

Traitement d'air de porcherie par biofiltration

Éric DUMONT (1), Lomig HAMON (1), Solène LAGADEC (2), Paul LANDRAIN (2), Brigitte LANDRAIN (2), Yves ANDRES (1)

(1) L'UNAM Université, École des Mines de Nantes, CNRS, GEPEA, UMR 6144, Rue Kastler, 44307 Nantes, France

(2) Chambre d'Agriculture de Bretagne, rue Maurice Le Lannou, CS 74223, 35042 Rennes, France

eric.dumont@mines-nantes.fr

Biofiltration of piggery air

A pilot-scale biofilter filled with wood chips was tested to treat ammonia emissions from a piggery located in Brittany (France). Two long-term tests ("summer" and "autumn" experiments) were carried out to improve biofilter applications for agriculture. The influence of climatic conditions on biofilter performance was taken into account. During summer 2012, the biofilter was operated for 74 days at different empty bed residence times (EBRTs) from 6 to 15 seconds. Significant NH_3 reductions were achieved at EBRT = 12 s (removal efficiencies (RE) ranged between 90 and 100% for loading rates (LR) of around $4 \text{ g.m}^{-3}.\text{h}^{-1}$). At a lower EBRT (6 s), RE dropped to roughly 30-50%. This was mainly due to the dramatic increase in the loading rate (LR up to $12 \text{ g.m}^{-3}.\text{h}^{-1}$) but the results showed that the change in atmospheric conditions (temperature and relative humidity) also had a significant influence on biofilter performance. It was evidenced that the use of a humidifier upstream of the biofilter must be taken into account for large-scale biofilter design. During autumn 2012, the biofilter was operated for 116 days at EBRT = 12 s. RE were around 80% for LR of around $3 \text{ g.m}^{-3}.\text{h}^{-1}$. In such autumnal atmospheric conditions, a demister system should be installed upstream of the biofilter in order to avoid water accumulation in the bed material. Although biofiltration was suitable for NH_3 treatment of piggery air, the need to control accurately the medium moisture content implies that biofilters would not be easily managed by a pig farmer.

INTRODUCTION

Les pollutions gazeuses générées par les porcheries (notamment l'ammoniac $\text{-NH}_3\text{-}$ et les composés soufrés comme le sulfure d'hydrogène $\text{-H}_2\text{S-}$) doivent être traitées.

Afin d'être facilement mis en œuvre dans les exploitations de porcs et contrôlé par l'éleveur lui-même, le processus de traitement de cette pollution doit être simple, peu coûteux, robuste, aussi compact que possible et efficace. Il est généralement admis que les biofiltres représentent un compromis satisfaisant l'ensemble de ces qualités (Kennes *et al.*, 2009).

Le but de ce travail était donc d'étudier *in situ* un biofiltre à l'échelle pilote afin d'envisager l'installation de biofiltres à grande échelle pour le traitement d'air de porcherie.

Dans cette étude, l'ammoniac a été considéré comme polluant de référence pour l'évaluation des performances de traitement (Hamon *et al.*, 2012).

1. MATERIEL ET METHODES

Les émissions gazeuses chargées en ammoniac provenant d'une porcherie d'engraissement de la station expérimentale de Guernevez située en Bretagne ont été traitées au moyen d'un biofiltre pilote hors-sol (hauteur : 1,5 m ; section carrée 0,45 m x 0,45 m) rempli de copeaux de bois (*Picea sitchensis*) sur une hauteur de 0,5 m. Les copeaux de bois ont été inoculés par des boues activées provenant de l'usine de traitement des eaux usées de la ville de Nantes. Les performances du biofiltre ont été étudiées en termes de capacité d'élimination du NH_3 (EC en $\text{g.m}^{-3}.\text{h}^{-1}$) et d'efficacité de traitement (RE en %) en fonction de la charge entrante (LR en $\text{g.m}^{-3}.\text{h}^{-1}$).

Deux essais de longue durée (nommés expériences « été » et « automne ») ont été réalisés afin d'envisager l'applicabilité de la biofiltration en fonction des conditions climatiques.

Pour l'expérience « été » (du 19 juin au 31 août 2012), les performances de traitement ont été suivies pour trois temps de séjour de l'air dans le biofiltre différents (EBRTs = 15, 12 et 6 secondes ; débit $Q = 24, 30$ et $60 \text{ m}^3.\text{h}^{-1}$, respectivement). Les concentrations en ammoniac en entrée et en sortie de biofiltre ont été mesurées périodiquement au moins deux fois par semaine à l'aide d'un procédé de piégeage acide. L'ammoniac, dissous dans 200 mL d'acide chlorhydrique (0,1 M), a été dosé par spectro-photométrie. L'incertitude maximale de mesure dans l'air est estimée à $0,2 \text{ mg.m}^{-3}$.

Pour l'expérience « automne » (du 13 octobre 2012 au 5 février 2013), les performances ont été suivies pour un temps de séjour EBRT = 12 s (débit = $30 \text{ m}^3.\text{h}^{-1}$). Comme pour l'essai « été », les concentrations en NH_3 ont été mesurées périodiquement à l'entrée et à la sortie du biofiltre au moyen du système de piégeage à l'acide. Les concentrations en NH_3 ont également été mesurées en continu au moyen d'un analyseur infrarouge photoacoustique (Innova 3426, Luma-Sense Technologies ; incertitude de mesure : $\pm 0,13 \text{ mg.m}^{-3}$).

2. RÉSULTATS

2.1. Expérience « été »

Les résultats enregistrés au cours de l'été 2012 sont présentés dans la figure 1. Quatre périodes sont à distinguer en fonction du temps de séjour dans le biofiltre. **(1)** Une période d'acclimatation de 15 jours à EBRT = 15 s a été menée jusqu'à fin Juin. L'efficacité de traitement est passée de 63 à 89%. **(2)** Début Juillet, le débit d'air est augmenté (EBRT = 12 s) et le biofiltre a permis de traiter efficacement l'ammoniac (RE supérieur à 90%) pour des taux de charge (LR) de $4 \text{ g.m}^{-3}.\text{h}^{-1}$. **(3)** L'augmentation du débit d'air à partir du 17 juillet (EBRT = 6 s) s'est traduite par une chute de l'efficacité de traitement (RE compris entre 30-50%). Cette chute est principalement due à l'augmentation importante du taux de charge (LR jusqu'à 12

$\text{g}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{h}^{-1}$), mais les résultats ont montré que le changement de conditions atmosphériques (température et humidité relative) a également eu une influence significative sur la performance du biofiltre. Un pic de chaleur et de sécheresse a en effet été enregistré autour du 25 juillet. Ceci suggère que dans ces conditions l'utilisation d'un humidificateur en amont du biofiltre serait nécessaire au bon fonctionnement de celui-ci. (4) Le débit d'air à traiter a été réduit (EBRT = 12 s) de manière à rétablir l'efficacité d'élimination enregistrée au cours de la période 2. Bien que les charges appliquées aient été modérées ($2 \text{ g}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{h}^{-1}$), les rendements d'épuration n'ont pas dépassé 80%. Cette perte d'efficacité est à mettre en relation avec l'assèchement du biofiltre.

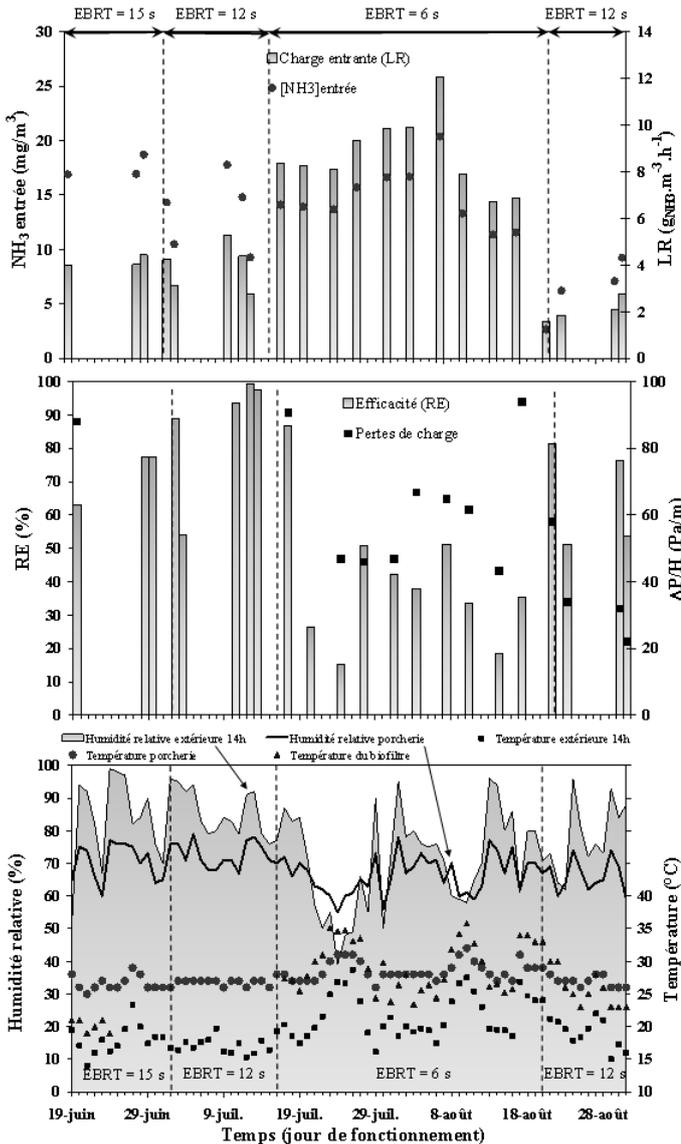


Figure 1 – Fonctionnement du biofiltre pendant la période été.

2.2. Expérience « automne »

Le lit de matériaux ayant séché au cours de l'expérience « été », un changement du lit a été effectué (une nouvelle

inoculation des copeaux de bois a été réalisée à partir de boues activées. En raison de la baisse de la température extérieure, la période d'acclimatation a été plus longue que celle observée pour l'expérience de l'été (un mois). En régime permanent, et pour un temps de séjour de 12 s et des charges modérées d'environ $3 \text{ g}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{h}^{-1}$, le biofiltre a été en mesure de traiter NH_3 de manière satisfaisante (RE autour de 80%). Ces efficacités de traitement correspondent à celles rapportées dans la littérature consacrée à la biofiltration des effluents de porcheries (Chen et Hoff, 2009). Par ailleurs, compte tenu des différences de températures relevées entre l'air sortant de la porcherie (26°C) et l'air extérieur, une condensation importante de l'humidité à l'entrée du biofiltre est observée. Pour de telles conditions atmosphériques automnales, une humidification du biofiltre n'est donc pas nécessaire.

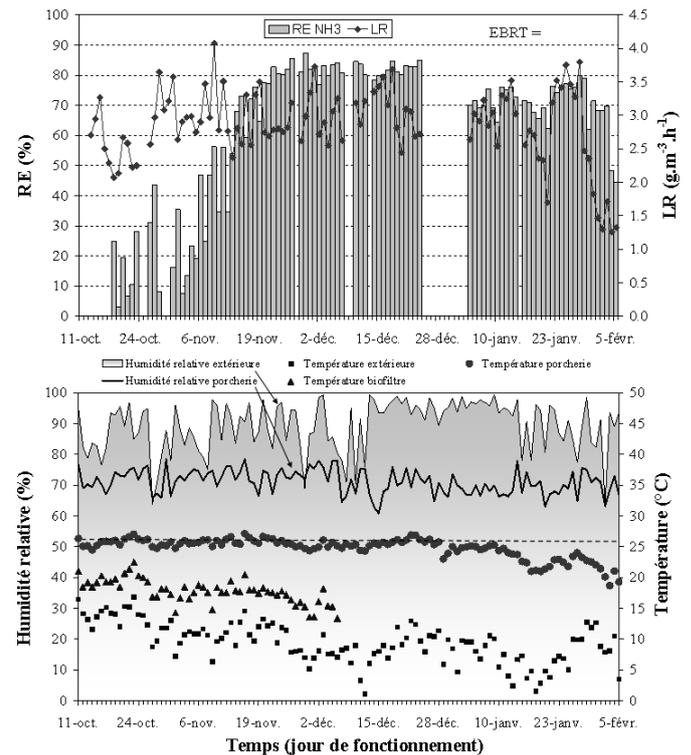


Figure 2 – Fonctionnement du biofiltre pendant la période automne.

CONCLUSION

La biofiltration est adaptée au traitement d'air de porcherie chargé en NH_3 . Toutefois, les performances sont très sensibles aux conditions atmosphériques.

Par conséquent, dans des opérations à grande échelle, un système d'humidification / déshumidification d'air efficace devrait être mis en place afin de maintenir un haut niveau d'efficacité.

Cependant, cette nécessité de contrôler avec précision la teneur en humidité du biofiltre risque de rendre plus délicate la conduite de l'installation et sa mise en œuvre autonome par un éleveur de porcs.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Kennes C., Rene E.R., Veiga M.C., 2009. Bioprocesses for air pollution control. J. Chem. Tech. Biotechnol., 84, 1419-1436.
- Hamon L., Andrès Y., Dumont E., 2012. Aerial pollutants in swine buildings: A review of their characterization and methods to reduce them. Environmental Science & Technology, 46, 12287-12301.
- Chen L., Hoff S.J., 2009. Mitigating odors from agricultural facilities: A review of literature concerning biofilters. Appl. Eng. Agric., 25, 751-766.