



Systemes de traitement de l'air pour les bâtiments d'élevage

Katherin Carranza, étudiante au doctorat
Sébastien Fournel, ing., Ph. D., professeur agrégé

Problématique

Problèmes environnementaux

- La production porcine émet des gaz à effet de serre (GES; CO_2 , CH_4 , N_2O), des matières particulaires et des bioaérosols qui dégradent la qualité de l'air.

Production de méthane CH_4

- La production porcine émet l'équivalent de 3,7 millions de tonnes d'équivalent en dioxyde de carbone (T $\text{CO}_2\text{eq.}$) en CH_4 , dont 54 % sont issues de la gestion des lisiers.

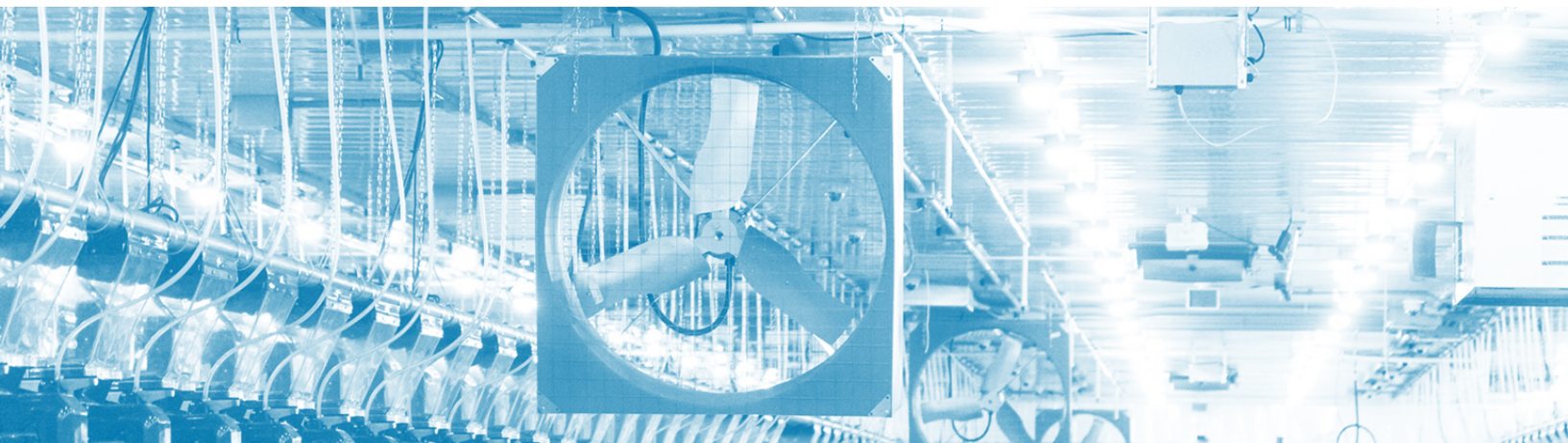
Impact sur la qualité de vie

- Des études montrent que l'exposition aux odeurs des élevages porcins diminue la qualité de vie des résidents voisins.

Solution prometteuse

- Le traitement de l'air dans les bâtiments d'élevage est une technologie émergente pour réduire les odeurs et les polluants.

Sources: Godbout, S. et S.P. Lemay. (2007); MAPAQ (2014)



Physico-chimique

Le choix de la méthode de contrôle des odeurs et de GES repose sur les propriétés physiques, thermodynamiques et chimiques des gaz et des composants à traiter. Actuellement, plusieurs méthodes physico-chimiques sont disponibles pour réduire les odeurs et les polluants de l'air :

- Oxydation UV
- Ozonation
- Traitement au plasma non thermique
- Adsorption
- **Absorption chimique/ lavage d'air à solution acide ou basique (scrubbing)**
- Systèmes à membrane
- Incinération thermique et combustion catalytique



Physico-chimique

Lavage d'air (scrubbing) : Il s'agit de la méthode la plus utilisée. Elle consiste à faire passer l'air vicié à travers une solution liquide (eau, acide ou base) pour dissoudre les contaminants. Le lavage d'air est très efficace pour éliminer l'ammoniac (>90 %), mais moins pour réduire les odeurs (<30 %).

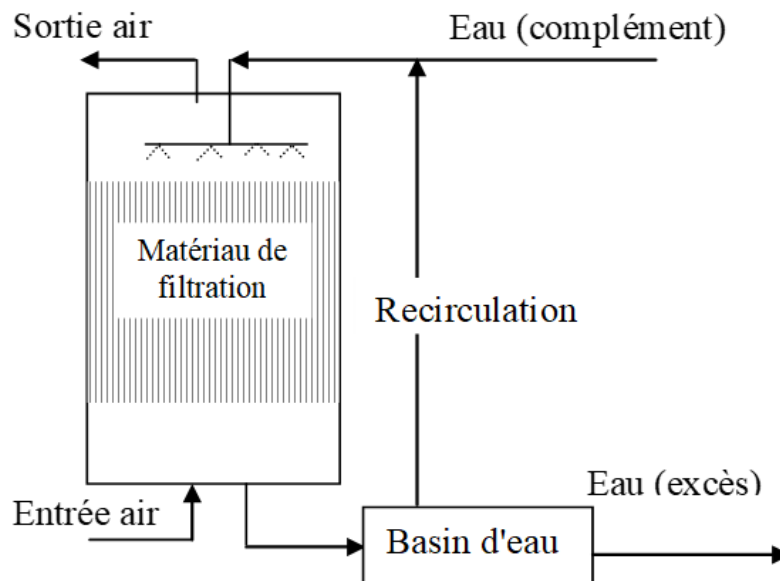


Fig.1. Schéma d'un laveur d'air à contre-courant. Adapté de Melse et Ogink, 2005

Avantages et inconvénients des laveurs d'air : Compacts, faciles à contrôler en termes de pH et de température, et adaptés aux variations de la composition des gaz. Cependant, ils nécessitent une gestion de l'eau après traitement.

Biologique

Base du processus

- Utilisation de microorganismes pour transformer les polluants en composés non toxiques et sans odeurs, à travers des réactions métaboliques microbiennes.

Efficacité

- Méthode efficace et économique pour des faibles concentrations de polluants et de grands débits d'air.

Réacteurs biologiques

- Trois types principaux différant selon la nature de la phase microbiologique et la circulation du liquide : biofiltres, biofiltres percolateurs (biotrickling filters) et biolaveurs (bioscrubbers).

Mécanismes

- Absorption des contaminants du gaz vers le liquide, suivie d'une biodégradation.

Biologique

Biofiltre ouvert :

Ses particularités en font un équipement qui peut être exposé aux conditions atmosphériques, qui peut être installé au niveau du sol et qui utilise en général des matériaux de remplissage facilement disponibles et dont le prix est réduit (sol ou compost).

Les systèmes ouverts sont idéals pour des applications où l'espace n'est pas une contrainte et ils sont reconnus comme étant les solutions les moins dispendieuses pour le contrôle des odeurs.

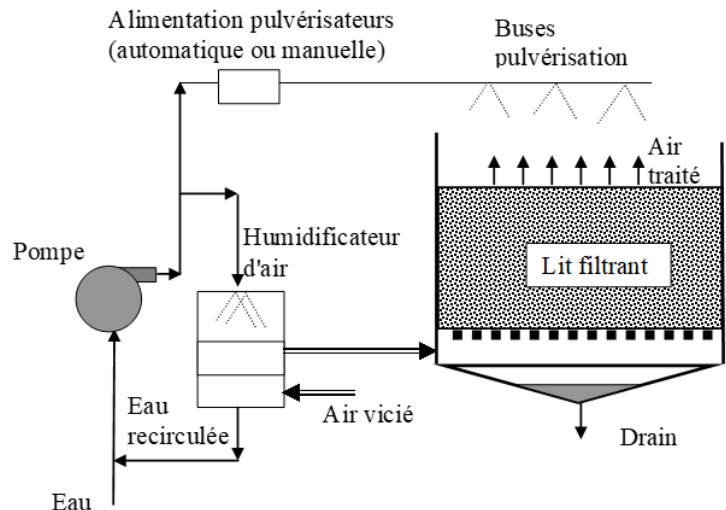


Fig. 2. Schéma d'un biofiltre ouvert. Adapté de Revah et Morgan-Segastume (2005)

Biofiltre fermé :

Il est généralement plus complexe et peut présenter une section circulaire ou rectangulaire. Ces systèmes de traitement de l'air permettent de mieux contrôler certains paramètres d'opération (température, humidité, nutriments et pH), tout en étant moins sensibles aux facteurs climatiques.

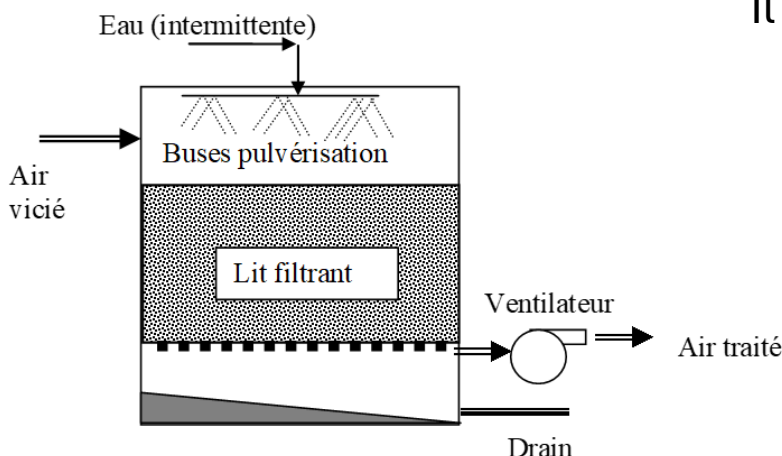


Fig. 3. Schéma d'un biofiltre fermé. Adapté de Devanny et al. (1999)

Biologique

Le biofiltre percolateur est une technologie prometteuse pour le contrôle des odeurs et des composés organiques volatiles (COV). Contrairement aux biofiltres traditionnels, ils utilisent des matériaux inorganiques et assurent un écoulement d'eau continu. **Cette méthode favorise la biodégradation des polluants** en maintenant un biofilm efficace et en permettant l'ajout de nutriments. Avec un temps de résidence réduit et un volume généralement plus compact, **ce type de biofiltre offre une solution efficace et économiquement avantageuse** pour le traitement de l'air.

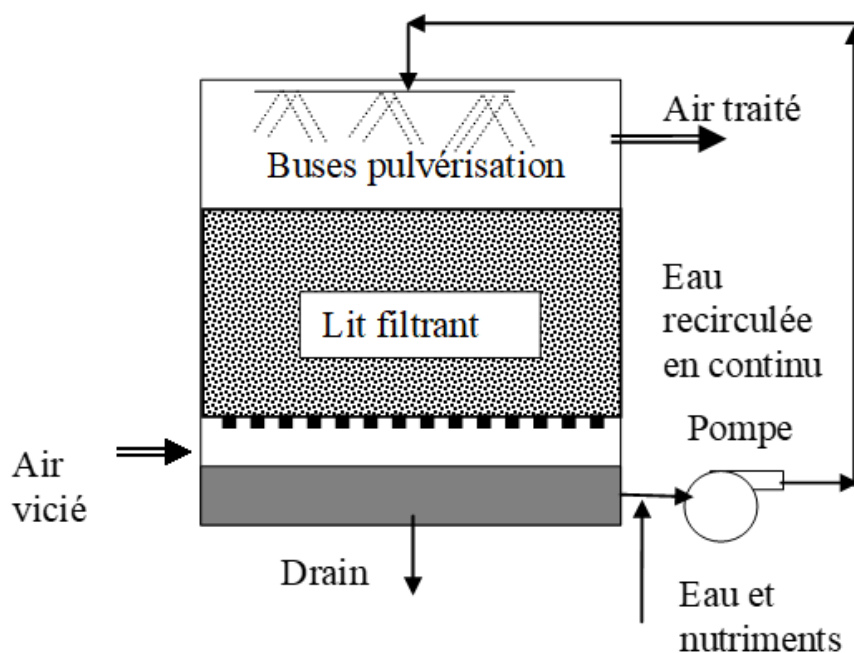


Fig. 4. Schéma d'un système de biofiltre percolateur. Adapté de Revah et Morgan-Segastume (2005)

Biologique

Le traitement par biolaveurs combine un **absorbeur** pour **transférer les polluants du gaz au liquide** et un bioréacteur pour la biodégradation. L'air et l'eau peuvent circuler en contre-courant, co-courant, ou courant croisé, avec des vitesses variant de 1,5 à 50 m/s selon le type. Les biolaveurs ont les mêmes avantages d'encombrement, de flexibilité et de contrôle que les filtres percolateurs et **ils offrent la possibilité de traiter des composés peu solubles dans l'eau ou toxiques pour les microorganismes.**

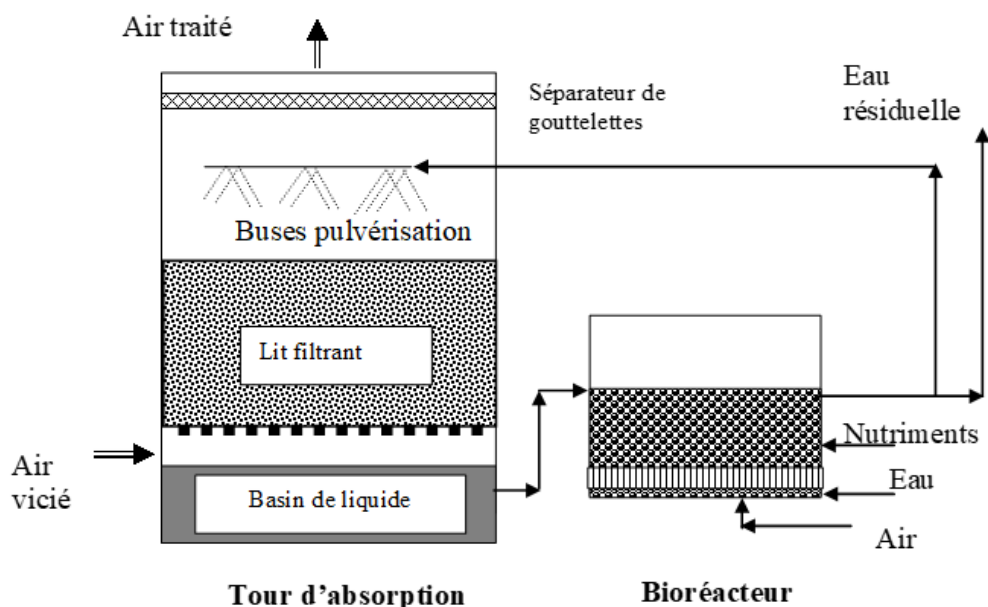


Fig. 5. Schéma d'un système de biolaveur. Adapté de Revah et Morgan-Segastume (2005)

Coûts

Coûts initiaux

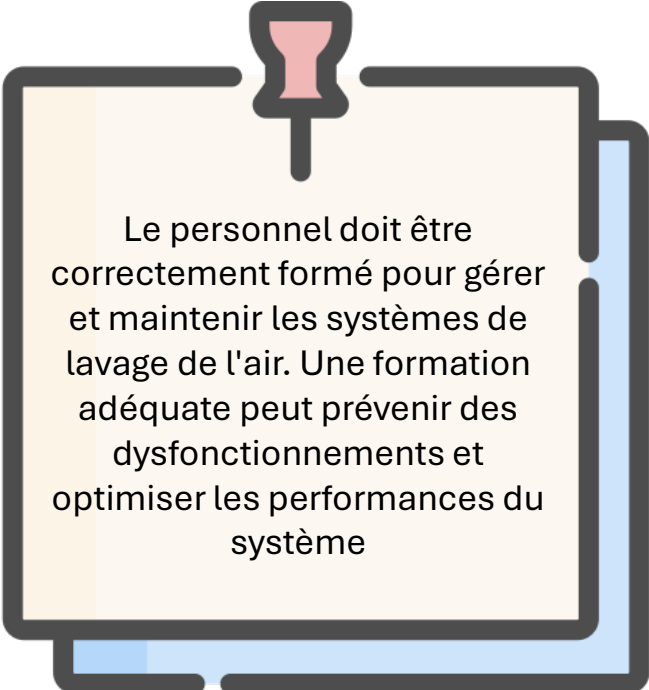
- Le coût d'un traitement de l'air varie selon le type (chimique ou biologique) et la taille du système. Les systèmes chimiques sont souvent plus coûteux.

Coûts opérationnels

- **Consommation d'énergie**
 - Les laveurs d'air nécessitent de l'énergie pour les pompes et ventilateurs, avec une demande accrue pour les systèmes biologiques.
- **Produits chimiques**
 - Les laveurs chimiques nécessitent des achats réguliers de produits comme l'acide sulfurique.
- **Entretien régulier**
 - Le nettoyage des filtres et la vérification des pompes sont cruciaux pour conserver l'efficacité.

Rentabilité à long terme

- La réduction des émissions d'ammoniac et d'odeurs peut améliorer les relations locales et éviter des amendes, rendant les investissements rentables.



Le personnel doit être correctement formé pour gérer et maintenir les systèmes de lavage de l'air. Une formation adéquate peut prévenir des dysfonctionnements et optimiser les performances du système

Autour du monde



France

- Une enquête menée sur 31 laveurs d'air en porcherie en Bretagne a révélé des résultats positifs significatifs. Les systèmes de lavage ont montré une réduction de 80 % des émissions d'ammoniac. Cette étude a souligné l'importance de la maintenance régulière et de la formation du personnel pour maximiser l'efficacité des systèmes.



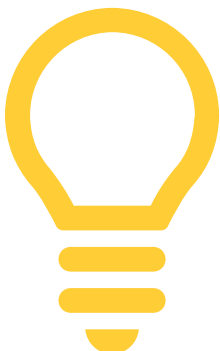
Pays-Bas

- L'utilisation de laveurs d'air biologiques dans les installations porcines a permis de réduire les émissions de gaz à effet de serre, notamment le N_2O . Une étude a montré que ces systèmes étaient particulièrement efficaces pour les élevages de grande taille.



Allemagne

- L'installation de laveurs d'air dans les élevages porcins a réduit les émissions d'ammoniac de 70 à 90 %, aidant ainsi les exploitations à respecter les réglementations et à éviter les coûts liés aux plaintes et sanctions.



Pays pionniers : Les systèmes de traitement de l'air sont couramment utilisés au Danemark, aux Pays-Bas et en Allemagne depuis de nombreuses années.

Réglementation stricte : Aux Pays-Bas, l'utilisation de laveurs d'air dans les porcheries est devenue quasi obligatoire pour respecter les valeurs limites d'émissions de NH_3 , en raison du durcissement de la réglementation.

À retenir



1

Solutions multiples pour réduire les polluants

Une large gamme de technologies existe pour traiter les particules, les odeurs, les GES et le NH_3

2

Biofiltres percolateurs efficaces

Les biofiltres percolateurs offrent des avantages supérieurs, notamment une meilleure adaptation aux variations et une plus longue durée de vie

3

Biolavage stable

Le biolavage traite efficacement plusieurs polluants et assure une grande stabilité de fonctionnement

4

Potentiel de combinaisons de technologies

La combinaison de technologies (lavage d'air + biofiltres) pourrait offrir des solutions plus complètes pour réduire les polluants



Références

- Devanny, J. S., M. A. Deshusses and T. S. Webster. 1999. Biofiltration for Air Pollution Control. Lewis Publishers. Washington, DC, USA.
- Godbout, S. et S.P. Lemay. 2007. Les activités de recherche sur les odeurs et la cohabitation à l'IRDA. Journée sur la gestion des gaz et des odeurs en production porcine. IRDA, FPPQ, CDPQ.
- Lemay, S.P., D. Zegan, J.J.R. Feddes, M. Belzile, S. Godbout et M. Martel. 2008. Revue systématique de la littérature sur les systèmes de traitement de l'air vicié émis par les bâtiments porcins. Rapport final. IRDA. 49 pages.
- MAPAQ (2014). Traitement des biogaz provenant d'ouvrages de stockage de lisier de porc par biofiltration. Disponible en: https://www.mapaq.gouv.qc.ca/SiteCollectionDocuments/Agroenvironnement/1458_Rapport.pdf
- Melse, R. W. and N. W. M. Ogink. 2005. Air Scrubbing Techniques for Ammonia and Odor Reduction at Livestock Operations: Review of On-Farm Research in the Netherlands. Transactions of the ASABE. 48 (6): 2303-2313.
- Revah, S. and J. M. Morgan-Sagastume . 2005. Methods of Odor and VOC Control. Biotechnology for Odour and Air Pollution Control. ed. Z. Shareefdeen and A. Singh. Springer. Verlag, Berlin, Heidelberg.
- Van Der Heyden C., Demeyer P., Volcke E.I.P., 2015. Mitigation emissions from pig and poultry housing facilities through air scrubbers and biofilters: state-of-the-art and perspectives. Biosystems Engineering 134 : 74-93

Cette présentation est rendue possible grâce au soutien financier du gouvernement du Québec dans le cadre du programme d'appui à la lutte contre les changements climatiques dans le secteur bioalimentaire, qui découle du Plan pour une économie verte 2030.



Merci aux collaborateurs pour leur contribution !

