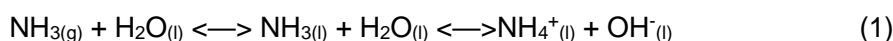


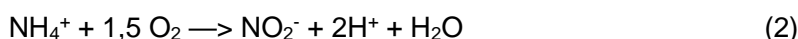
Lavage d'air (eau/acide)

Objectif et principe

Le lavage d'air permet de réduire les émissions d'ammoniac, d'odeurs et de particules des bâtiments d'élevage. Son principe de fonctionnement s'appuie sur différents processus : chimiques, physiques et biologiques (dans le cas des laveurs à l'eau). La capacité de certains composants à se solubiliser dans l'eau ou à être détruits par la population microbienne présente dans le maillage du laveur (cas des laveurs à l'eau) permet aux laveurs d'agir sur la composition de l'air à traiter. Ainsi, pour les composés solubles dans l'eau comme l'ammoniac, le lavage permet de passer ces composés de la forme gazeuse dans l'air vers la forme liquide dans les eaux de lavage (Équation 1).

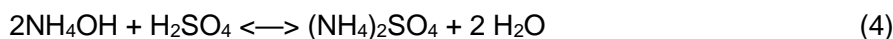


L'ammoniac des eaux de lavage est ensuite lentement oxydé en nitrite (NO₂⁻ - Équation 2) puis en nitrate (NO₃⁻ - Équation 3) par des bactéries (Nitrosomas, Nitrobacter, Nitrospira) qui sont présentes dans les eaux de lavage et dans le biofilm présent à la surface du maillage.



Pour les particules, l'absorption d'eau augmente leurs poids et favorise ainsi leurs sédimentations dans les eaux de lavage du laveur. La structure alvéolaire du maillage permet aussi de piéger un certain nombre de particules qui sont retenues dans le biofilm. Quant aux composés odorants – dont la majorité n'est pas soluble dans l'eau – la population microbienne développée au sein du maillage dans le cas des laveurs à l'eau permet de les dégrader.

Les laveurs à l'eau sont souvent qualifiés de laveurs biologiques ou de biolaveurs en opposition aux laveurs acide. Ces derniers utilisent des eaux de lavage à pH faible favorisant la réduction des émissions d'ammoniac. L'acide sulfurique (H₂SO₄) est l'acide le plus couramment utilisé dans les laveurs acide. Son utilisation dans les eaux de lavage favorise le déplacement de l'équilibre vers la production d'ions NH₄⁺ (Équation 1) qui combiné avec l'acide sulfurique, conduit à la production de sulfate d'ammonium (Équation 4).



Mise en place

Le lavage d'air est, dans la majorité des cas, installé dans des ateliers où l'extraction d'air est centralisée. Ainsi, l'air extrait des différentes salles concernées est dirigé vers l'unité de lavage souvent située en bout de bâtiment, voire au milieu, en fonction de la configuration des lieux.

Les laveurs peuvent être configurés de deux manières : on parle de laveurs horizontaux ou verticaux (Figure 1). Pour les laveurs verticaux, l'air à traiter (1) traverse à contre-courant un maillage en polypropylène (3) qui est lui-même humidifié par des buses situées au-dessus (2). L'air traverse ensuite un séparateur de gouttelettes – encore appelé dévésiculateur (5).

Les données ECOALIM (Wilfart *et al.*, 2016) fournissent des valeurs d'impacts environnementaux pour les matières premières qui entrent dans la composition des aliments composés distribués dans les élevages. Ces données d'impact sont calculées selon la méthodologie de l'analyse du



cycle de vie (méthode normalisée d'évaluation globale et multicritère des impacts

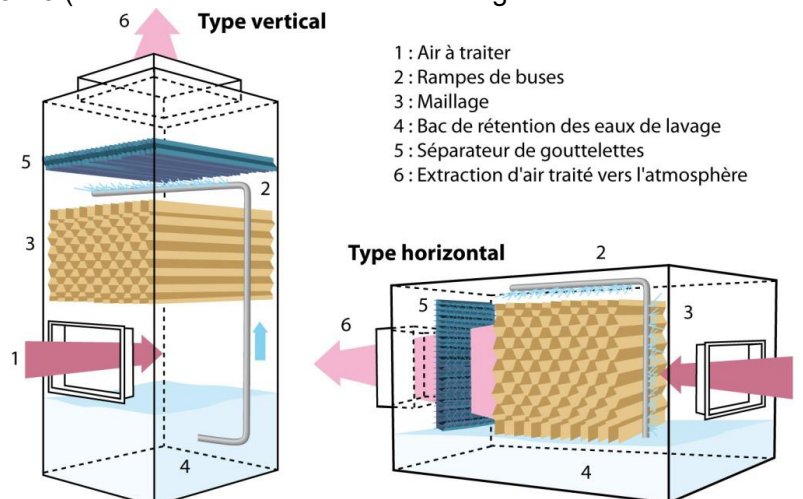


Figure 1 : Laveurs de type vertical ou horizontal (source : IFIP Institut du Porc)

Les eaux de lavage sont collectées dans un bac de rétention (4) souvent appelé « piscine ». Une pompe à niveau constant avec flotteur est installée dans la piscine, permettant ainsi le rajout d'eau propre et le recyclage des eaux de lavage pour l'arrosage du maillage. Une deuxième pompe est située en fond de la piscine pour permettre l'évacuation des eaux de lavage en fonction des objectifs d'efficacité voulue par l'exploitant.

Pour les laveurs horizontaux, certains modèles sont équipés d'une rampe de buses supplémentaires permettant de pré-humidifier l'air à traiter avant qu'il ne traverse le maillage (3).

Au contact de l'eau, l'air se décharge de manière plus ou moins importante d'un certain nombre de composés qui sont alors solubilisés ou sédimentés dans les eaux dites de lavage, collectées dans la piscine. Le lavage favorise la sédimentation des particules présentes dans l'air des porcheries, dans la piscine mais aussi dans le maillage. Ce sont les micro-organismes présents sur et dans les particules qui vontensemencer le maillage du laveur et développer ainsi son activité biologique de dégradation des composés non solubles.

Le maillage en polypropylène est de structure alvéolaire permettant d'optimiser le contact entre l'air à traiter, l'eau et la population microbienne présente dans le biofilm installé dans le maillage (Photo 1). Le maillage se présente souvent sous forme de briques ou de pavés dont l'épaisseur varie entre 30 et 45 cm. Une épaisseur de 45 cm est très couramment observée dans les laveurs à l'eau.

La surface du maillage d'un laveur à l'eau est calculée à partir du rapport du débit maximal d'air à traiter sur la vitesse maximale de l'air traversant le maillage. Il est recommandé de ne pas dépasser 1 m.s^{-1} comme valeur de la vitesse maximale de l'air traversant le maillage pour maintenir un temps de séjour suffisant de l'air à traiter dans le maillage (favorise le contact de l'air à traiter avec la population microbienne du maillage). Ainsi, pour un débit maximal de $85 \text{ m}^3.\text{h}^{-1}$ et par porc charcutier, la surface de maillage d'un bâtiment abritant 1 000 porcs charcutiers sera d'un peu moins de 24 m^2 .

La surface spécifique de contact du maillage est exprimée en m^2 par m^3 de maillage. En France, la majorité des laveurs est équipé de maillage avec une surface spécifique entre 100 et $130 \text{ m}^2.\text{m}^{-3}$. L'augmentation de la surface spécifique du maillage peut être une voie d'amélioration de l'efficacité du lavage.

Le temps de séjour de l'air dans le maillage doit être le plus faible possible pour favoriser le contact de l'air à traiter avec l'eau et la population microbienne du maillage. Le temps de séjour, exprimé en secondes, est calculé du rapport entre l'épaisseur du maillage (en m) et la vitesse de traversée de l'air (en m.s^{-1}). Ainsi, pour une épaisseur de maillage de 0,45 m et une vitesse de 1 m.s^{-1} , le temps de séjour de l'air dans le maillage est de 0,45 secondes.



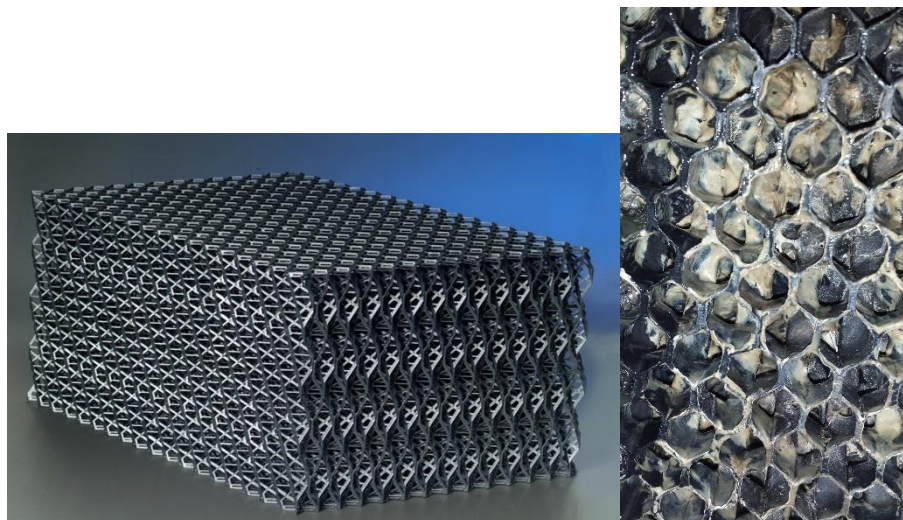


Photo 1 : Bloc de maillage neuf (à gauche) et encrassé dans un laveur en fonctionnement (à droite – crédit photo : IFIP Institut du Porc)

Le débit d'arrosage du maillage peut être assez variable en fonction de la configuration du laveur et du type de buses employées. Sur le terrain, trois types de buses sont rencontrées (Tableau 1).

Tableau 1 : Buses d'arrosage du maillage (source : Lagadec *et al.*, 2015)

Type de cône	Angle de pulvérisation (en degrés)	Débit d'arrosage (m ³ /h/buse)
Plein	120	4 – 10
		0,34 – 2,15
Creux	90	0,75 – 3,35

En moyenne, sur le terrain, le débit d'arrosage est d'environ 1,4 m³ par heure et par m² de maillage (Lagadec *et al.*, 2015). L'arrosage en continu du maillage sur toute sa surface est essentiel au développement et au maintien de la population microbienne et donc, de son activité. Il est recommandé d'installer une buse d'arrosage par mètre carré de surface de maillage. Un contrôle régulier du bon fonctionnement des buses et de l'absence de colmatage est nécessaire. On veillera pour cela à prévoir un accès aisé aux buses au moment de la conception du laveur.

La capacité de stockage de la piscine est très variable sur le terrain : entre 3 et 18 litres par place (Lagadec *et al.*, 2015 a et b). En moyenne, on peut considérer qu'il est nécessaire d'avoir environ 1m³ de stockage pour 100 places. La surface de la piscine est conditionnée par la surface du maillage. La profondeur de la piscine sera donc le paramètre de variation à ajuster pour le stockage des eaux de lavage.

On parle souvent de lavage biologique pour les laveurs à l'eau du fait du développement dans le maillage de cette population microbienne en opposition avec les laveurs acide. Pour les laveurs à l'acide, une sonde de mesure du pH des eaux de lavage ainsi que le circuit d'acheminement et le stockage de l'acide viennent compléter la configuration des laveurs à l'eau.

Le pH des eaux de lavage varie entre 6,5 et 7,5 dans le cas des laveurs à l'eau. A l'inverse, dans le cas des laveurs acide, le pH peut varier entre 1,5 et 5 (KTBL, 2008). La consommation d'acide – acide sulfurique de manière quasi exclusive – est de de l'ordre de 3 kg d'acide par kg d'ammoniac entrant dans le laveur (KTBL, 2008). Si on considère la fourchette haute d'émission en NH₃ donnée par les NEA-MTD du BREF 2017 (cf. fiche PVB21 - le BREF Élevage), à savoir 3,6 kg de NH₃ par place de porc charcutier et par an, la consommation en acide sulfurique est alors de 10,8 kg par place et par an.

La fréquence de renouvellement des eaux de lavage fait actuellement l'objet de travaux d'études en France. Cette fréquence est conditionnée par le maintien de l'efficacité du lavage à un seuil déterminé par l'exploitant et la consommation en eau du laveur. **La dissolution de l'ammoniac**



dans les eaux de lavage conduit à la production d'azote ammoniacal (Équation 1) qu'il est possible de suivre par la mesure de la conductivité électrique des eaux (Équation 5 -Dumont *et al.*, 2019).

$$\Sigma ([\text{NH}_4^+] + [\text{NO}_2^-] + [\text{NO}_3^-]) \text{gN/L} = 0,23 \text{ ECmS/cm (précision } \pm 20\%) \quad (5)$$

Des données d'Europe du Nord font référence à une valeur maximale de 20 mScm⁻¹ de conductivité électrique comme seuil à prendre en considération pour le renouvellement partiel ou total des eaux de lavage (Van Der Heyden *et al.*, 2015).

Dans le cas de laveur acide, on veillera au bon fonctionnement des différents équipements gérant la distribution de l'acide (calibrage fréquent de la sonde pH, étanchéité des circuits de distribution et de stockage de l'acide).

En élevage de volailles, des niveaux élevés de poussières peuvent être rencontrés dans l'air vicié. Un prétraitement par filtration (type filtre à poussière) s'avère nécessaire pour garantir le maintien des performances de lavage. La perte de charge induite par ce nouvel équipement va augmenter la consommation énergétique du système. Cependant, le filtre peut-être facilement activé/désactivé pour accompagner les stades physiologiques des productions de volailles et les niveaux d'émission de poussière associés. En général, les émissions ne sont significatives qu'au bout de 15 à 20 jours du cycle de production et ce n'est qu'à ce moment-là que le nettoyage de l'air vicié devient justifiable.

Le retraitement de l'acide sulfurique utilisé est également à considérer. Après piégeage, l'effluent évacué contient du sulfate d'ammonium qui peut être utilisé comme engrais, en tenant compte de la nécessité éventuelle de corriger l'acidité de l'effluent (par exemple par le chaulage). Si l'acide est renvoyé vers un système de traitement biologique, il convient de le faire par petites quantités. Selon les acides utilisés, des boues seront produites et devront également être éliminées.

Bénéfices environnementaux

- **Ammoniac** : De par son action sur la solubilisation de l'ammoniac dans les eaux de lavage et par l'action biologique de la population du maillage, le lavage d'air permet de réduire les émissions d'ammoniac des bâtiments abritant des porcs. L'abattement peut atteindre 85% de l'ammoniac entrant. Il existe cependant de grandes variations dans les résultats d'efficacité de cette technique. Les recommandations de respect de la vitesse d'air traversant le maillage sont essentielles pour assurer un niveau minimal d'efficacité.
- **Particules** : le lavage de l'air permet de sédimenter les particules dans la piscine et dans le maillage. L'abattement varie entre 70 et 90% des particules présentes dans l'air extrait des bâtiments en élevage porcins. En revanche, pour des élevages de volailles, le taux d'abattement des particules serait limité à 30-35%.
- **Odeurs** : De par son action sur les particules – qui sont des éponges à composés odorants - et par l'action de la population bactérienne du maillage, le lavage d'air à l'eau permet de réduire les odeurs émises par les bâtiments abritant des porcs (toutes catégories animales confondues). L'efficacité du lavage sur les odeurs varie entre 40 et 70% pour les laveurs à l'eau. Pour les laveurs à l'acide, l'efficacité sur les odeurs est souvent donnée aux alentours de 30% (Van Der Heyden *et al.*, 2015). Une odeur supplémentaire provenant de l'acide sulfurique peut d'ailleurs être perçue dans l'environnement du laveur.

Effets croisés

Le lavage d'air consomme de l'eau. La consommation en eau d'un laveur d'air à l'eau, sans dévésiculeur, peut être de 1,5 à 1,8 litres par porc et par jour. Cette consommation peut quasiment être divisée par deux par la mise en œuvre d'un dévésiculeur (0,6 à 0,8 litres par porc et par jour – Lagadec *et al.*, 2015). Le dévésiculeur permet de casser les gouttelettes pour limiter la perte en eau vers l'extérieur ; l'eau retombant par gravité dans le maillage. Pour limiter cet impact, toutes les sources d'eau pour alimenter le laveur sont envisageables (eaux de pluie,



lagune....). Il faut cependant s'assurer que l'eau alimentant le laveur soit faiblement chargée en particules pour limiter les problèmes de colmatage au niveau des buses d'arrosage.

La concentration en azote ammoniacal des eaux de lavage – résultant de l'abattement en ammoniac de l'air à traiter – conditionne l'efficacité du lavage d'air sur l'ammoniac. Il est donc conseillé de renouveler les eaux de lavage en vue de maintenir voire d'augmenter l'efficacité du laveur. L'augmentation du renouvellement des eaux de lavage est un facteur aggravant de la consommation en eau de cette technique.

Le fonctionnement du lavage d'air induit une consommation électrique qui est évaluée entre 12 et 16 kWh par animal en fonction du système (débit de ventilation maximum de 85 m³/place). La mise en œuvre d'un laveur d'air génère une perte de charge au niveau du circuit de ventilation qu'il faudra intégrer dans le choix des ventilateurs et qui peuvent générer une augmentation de la consommation électrique. Les prétraitements par filtration en élevage avicole peuvent entraîner des consommations énergétiques encore plus importantes.

Avec du lavage à l'eau, il est généralement admis que la production de N₂O correspond à moins de 5 % de la quantité d'ammoniac à l'entrée du laveur (Melse et al., 2014).

Coûts

En filière porcine, sur la base d'une installation de 160 000 m³/h d'air à traiter (soit 2 000 places d'engraissement avec un débit maximal par porc de 80 m³/h), le coût d'investissement du laveur varie, selon les fournisseurs et les configurations, entre 0,05 et 0,15 € par m³ d'air à traiter (incluant le gros œuvre et la pose du matériel). À cet investissement, il faut ajouter le coût de fonctionnement des laveurs qui est d'environ 2 € par place d'engraissement (consommation électrique : 1 € par place de charcutier sur une base de 0.08 €/kWh et consommation eau : 1 € par place de charcutier sur une base de 4 €/m³ – moyenne nationale). Le coût de maintenance et d'entretien du laveur (nettoyage, remplacement des buses, entretien des pompes...) ne sont pas intégrés dans ce coût de fonctionnement.

En production avicole, peu d'élevages disposent de laveurs d'air rendant difficile un retour sur les aspects économiques. Les coûts supplémentaires liés à la mise en œuvre des laveurs d'air à eau, estimés aux Pays-Bas pour le logement des volailles, sont reportés dans le tableau suivant (BREF, 2017) :

Tableau 2 : Coûts supplémentaires d'investissement et de fonctionnement d'unité de laveurs d'air.

Espèces	Capacité élevage (emplacement)	Investissement supplémentaire (€/emplacement/an)	Coûts de fonctionnement supplémentaires (€/emplacement/an)	Coûts supplémentaires totaux (€/animaux produit)
Poulettes	50 000	0.32	0.66	0.25
Pondeuses (volière)	40 000	0.41	0.86	0.98
Poulets	90 000	0.46	0.46	0.134
Dindes	20 000	3.15	6.34	2.19
Canards	40 000	0.68	1.38	0.21

Vermeij, 2011

En France, l'application de tels coûts à l'investissement et au fonctionnement induit un impact économique difficilement supportable.

La mise en place d'un système de lavage d'air est d'environ 88€/m² de bâtiment (ADEME, 2019), soit 35% du coût moyen d'un nouveau bâtiment avicole qui est de l'ordre de 250€ du m².

Concernant les coûts de fonctionnement, la réduction de marge brute serait, en poulet, de 10,12€/m²/an avec un coût de 0.46 €/emplacement/an et sur une base d'emplacement de 22



animaux par m². Cela représente une amputation d'environ 30% de la marge brute, estimée à 34.78 €/m²/an (Chambre d'agriculture, 2017).

Applicabilité

La mise en œuvre du lavage d'air est préférable sur des bâtiments avec centralisation de l'extraction d'air. Des unités individuelles de lavage (installables salle par salle) sont envisageables.

Ce prérequis limite l'application de cette technique dans les filières bovines françaises où les systèmes d'élevage sont principalement en ventilation naturelle. De même, ces techniques sont très peu appliquées en filière avicole française, car incompatibles avec les bâtiments statiques. Ces derniers représentent une part non négligeable du parc bâtiment : dans le Grand Ouest, ils constituent 39% du parc en Poulet export, 17 % en Poulet Label. Ces également pour cette raison que ces techniques sont peu utilisées en filière bovine où les bâtiments statiques sont très présents. Pour les bâtiments avicoles en ventilation dynamique, les contraintes techniques et économiques limitent le développement de cette technique.

Pour les laveurs à l'acide, l'approvisionnement en acide, son stockage et son utilisation sont des limites certaines au développement de ce type de laveur en France (sécurité des conditions de travail). L'acide sulfurique est un acide fort qui peut provoquer des brûlures de la peau et de graves lésions des yeux. Une attention particulière doit être apportée au stockage de l'acide sur l'installation. Le stockage de l'acide sulfurique se fait dans des récipients en acier inoxydable ou en acier au carbone (INRS, 2014) ou en plastique. Il est souhaitable d'avoir à proximité des douches de sécurité et des fontaines oculaires en cas de contact de l'acide avec la peau et/ou les yeux (INRS, 2014).

En Europe du Nord, l'approvisionnement des sites d'élevage équipés de laveurs acides est réalisé par des intervenants extérieurs, spécialisés dans la manipulation des substances dangereuses et travaillant dans le respect de la protection des travailleurs (Règlement CE 1907/2006).

Facteurs incitatifs

Cette technique est considérée comme une MTD dans la version 2017 du BREF Élevage :

- Pour la réduction des émissions d'ammoniac (MTD 30c – Système d'épuration d'air tel que : 1. laveur d'air à l'acide ; 2. système d'épuration d'air à deux ou trois étages ; 3. biolaveur - Santonia et al., 2017, décision d'exécution UE 2017/302).
- Pour la réduction des émissions de particules (MTD 11c – Traitement de l'air évacué au moyen d'un système d'épuration d'air tel que : 3. Laveur d'air à eau ; 4. Laveur d'air à l'acide ; 5. Biolaveur - Santonia et al., 2017, décision d'exécution UE 2017/302).
- Pour la réduction des émissions d'odeurs (MTD 13d - Système d'épuration d'air tel que : 1. biolaveur ; 2. biofiltre ; 3. système d'épuration d'air à deux ou trois étages - Santonia et al., 2017, décision d'exécution UE 2017/302).

Le lavage d'air est soumis à une MTD supplémentaire relatif à sa mise en œuvre et à son bon fonctionnement (MTD 28 - Santonia et al., 2017, décision d'exécution UE 2017/302).

- Le lavage d'air concerné doit avoir fait l'objet de mesures permettant de vérifier ses performances par la mesure d'ammoniac, d'odeurs et/ou de poussières dans les conditions normales d'exploitation (MTD 28a). Des résultats de mesures établis sur un laveur de même configuration et dans des conditions similaires d'exploitations pourront être utilisés pour répondre à l'exigence de cette partie de la MTD 28.
- Le fonctionnement en continu du laveur doit pouvoir être vérifié (MTD 28b) par le relevé en continu de certains paramètres d'exploitation¹.

¹ Au moment de la rédaction de cette fiche, les discussions sont en cours sur les paramètres de suivi du bon fonctionnement des laveurs



En Europe du Nord, l'efficacité des laveurs d'air est évaluée par des tests officiels avant leur mise sur le marché. Ces tests portent principalement sur le volet ammoniac. En France, aucune procédure de ce type n'existe. Pour le suivi du fonctionnement en continu du laveur, l'enregistrement des consommations d'eau, d'électricité, voire d'acide (dans le cas exclusif des laveurs acide), est mis en œuvre dans certains pays d'Europe du Nord en plus du suivi de la conductivité des eaux de lavage.

La mise en place d'un laveur d'air permet aux éleveurs de bénéficier d'un abattement de 30% sur le calcul des émissions d'ammoniac dans le cadre de la déclaration annuelle des émissions d'ammoniac (DEP - <https://www.declarationpollution.developpement-durable.gouv.fr/gerep>). Uniquement pour les élevages appartenant à la rubrique 3660 (cf. fiche PVB21 – le BREF Élevage). Un taux d'abattement spécifique peut être appliqué si l'installation apporte la preuve d'une efficacité supérieure à 30%.

État des lieux de l'application de cette technique

Cette technique se développe en France du fait des contraintes imposées par le BREF Elevage sur les émissions d'ammoniac au niveau des bâtiments. Le développement de cette technique en France a surtout été conditionné par l'aptitude du lavage d'air à réduire les odeurs émises des bâtiments abritant des porcs. En France, environ 3% des bâtiments possédaient une installation de lavage d'air (avec extraction centralisée) et 2% étaient équipés d'un lavage d'air individuel (Enquête bâtiment porcins, 2008). Aucun laveur d'air à l'acide ne serait à ce jour implanté en France et une seule unité à plusieurs étages (laveur à l'eau, laveur acide et biofiltre) a été recensée. Ce développement est faible relativement à celui observé dans les pays d'Europe du Nord. A titre d'exemple, aux Pays-Bas, environ 5 000 laveurs seraient opérationnels (toutes productions animales confondues) avec 60% de laveurs acide et 40% de biolaveurs (De Vries et Melse, 2017).

Concernant les filières avicoles et bovines, cette technique est peu répandue à cause de contraintes technico-économiques.

Pour en savoir plus

- ADEME, 2019, *Rapport d'étude « Guide des bonnes pratiques agricoles pour l'amélioration de la qualité de l'air »*. 116 pages.
<https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/rapport-etude-guide-bonnes-pratiques-agricoles-qualite-air-2019-rapport.pdf>
- ADEME, 2019. *Fiche n°7 : Pour réduire les émissions d'ammoniac et de particules – Réguler l'ambiance du bâtiment : laveur d'air et brumisateurs. Guide des bonnes pratiques agricoles pour l'amélioration de la qualité de l'air*. 116 pages.
<https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/rapport-etude-guide-bonnes-pratiques-agricoles-qualite-air-2019-rapport.pdf>
- Big Dutchman, 2013, *MagixX & StuffNix : Des laveurs d'air qui réduisent efficacement les émissions olfactives des poulaillers*. 6 p
<https://reporterre.net/IMG/pdf/elevage-de-poules-pondeuses-engraissement-de-volailles-traitement-de-air-evacue-magixx-stuffnix-big-dutchman-fr.pdf>
- Chambre d'Agriculture du Grand-Ouest, 2017, *Résultats de l'enquête avicole*.
<http://www.bretagne.synagri.com/synagri/qualite-de-l-air-en-elevage-avicole>
- Chambre d'agriculture pays de la Loire, 2015, *Améliorer la qualité de l'air en élevage de volailles*, 8 pages.
<http://www.bretagne.synagri.com/synagri/qualite-de-l-air-en-elevage-avicole>
- Commission économique pour l'Europe, 2014, *Document d'orientation pour la prévention et la réduction des émissions d'ammoniac provenant des sources agricoles*, 110 pages.
https://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/documents/2012/EB/ECE_EB.AIR_120_FRE.pdf
- *Décision d'exécution (UE) 2017/302 de la commission du 15 février 2017 établissant les conclusions sur les meilleurs techniques disponibles (MTD) au titre de la directive 2010/75/UE du Parlement européen et du Conseil, pour l'élevage intensif de volailles ou*



de porcs. *Journal officiel de l'Union européenne* du 21 février 2017. L43/231 – L43/279
<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/PDF/?uri=CELEX:32017D0302&from=EN>

- De Vries J.W., Melse R.W., 2017. Comparing environmental impact of air scrubbers for ammonia abatement at pig houses : a life cycle assesment. *Biosystems engineering* 161 : 53-61
- Dumont E., Lagadec S., Guingand N., Loyon L., Amrane A., Couvert A., 2019. Lavage d'air en porcheries : suivi de l'azote et contrôle du fonctionnement par mesure de la conductivité. *Colloque Agriculture et qualité de l'air*, 21 et 22 mars, Inra Paris
- INRS, 2014. Acide sulfurique. Fiche toxicologique n°30. 10 pp.
http://www.inrs.fr/publications/bdd/fichetox/fiche.html?refINRS=FICHETOX_30
- KTBL, 2008. Exhaust Air Treatment systems for animal housing facilities – Techniques – performances – costs. *KTBL publication* 464. 86 pp
- Lagadec S., Bellec F., Masson L., Dappelo C., Landrain P., Guingand N., 2015a. Enquête sur 31 laveurs d'air en porcherie en Bretagne, clés d'amélioration de l'efficacité sur l'abattement de l'ammoniac. *47^{ème} Journées de la Recherche Porcine en France* : 177-182
<http://www.journees-recherche-porcine.com/texte/2015/enviro/05E.pdf>
- Lagadec S., Landrain P., Bellec F., Masson L., Dappelo C., Guingand N., 2015b, Enquête sur 31 laveurs d'air, clés d'amélioration de l'efficacité sur l'abattement d'ammoniac. *Rapport* 7pages.
[http://www.bretagne.synagri.com/ca1/PJ.nsf/TECHPJPARCLEF/24920/\\$File/Lavage%20d'air%202015.pdf?OpenElement](http://www.bretagne.synagri.com/ca1/PJ.nsf/TECHPJPARCLEF/24920/$File/Lavage%20d'air%202015.pdf?OpenElement)
- Melse R.W. and Mosquera J., 2014. Nitrous oxide (N₂O) emissions from biotrickling filters used for ammonia removal at livestock facilities. *Water Science and Technology*. 69.5 : 994- 1003
- Santonja G.G., Georgitzikis K., Scalet B.M., Montobbio P., Roudier S., Delgado Sancho L., 2017. Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Intensive Rearing of Poultry or Pigs; EUR 28674 EN; doi:10.2760/020485
https://aida.ineris.fr/sites/default/files/directive_ied/IRPP_Bref_022017_published.pdf
- 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

Contacts : nadine.guingand@ifip.asso.fr (porc) ; elise.lorinquer@idele.fr; (herbivores) ; blazy@itavi.asso.fr (volailles)



Pour citer le document : RMT Élevage et Environnement, 2019. Guide des bonnes pratiques environnementales d'élevage. Fiche Lavage d'air (eau/acide). 8 pages.

