

Référent : Service SEET – Direction DPED  
ADEME (Angers)

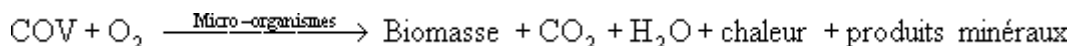
## TRAITEMENT BIOLOGIQUE

Juillet 2014

Les polluants concernés par la technique de traitement biologique sont les composés odorants et les Composés Organiques Volatils (COV) non odorants.

### 1. Qu'est-ce que le traitement biologique ?

Le traitement biologique est basé sur une réaction d'oxydation exothermique des composés en présence d'oxygène et des micro-organismes, celle-ci conduisant à la formation de biomasse, d'eau et de produits minéraux.



Quelque soit le procédé biologique mis en œuvre, le traitement s'effectue en deux étapes :

- une étape d'absorption des composés gazeux dans une phase liquide ou un biofilm,
- une étape de biodégradation en milieu aérobie des polluants présents en solution ou dans le biofilm. Ces polluants sont utilisés comme source de carbone et source d'énergie par les micro-organismes.

### 2. Quelles sont les différentes configurations ?

Trois types de procédés biologiques de traitement de gaz peuvent se distinguer suivant le caractère mobile ou statique de la phase aqueuse et de la biomasse :

Biomasse	Phase aqueuse	
	Mobile	Statique
Biomasse en suspension	Biolaveur	-
Biomasse immobilisée	Filtre percolateur	Biofiltre

## 2.1. Le biofiltre

La biofiltration est à ce jour la technique biologique ayant fait l'objet du plus grand nombre d'applications industrielles. Ceci s'explique par sa relative simplicité de mise en œuvre. En effet, cette technique consiste à forcer le passage du gaz à traiter au travers d'un matériau de garnissage (tourbe, compost, coquillages,...) maintenu à un taux d'humidité optimal sur lequel sont fixés les micro-organismes épurateurs.

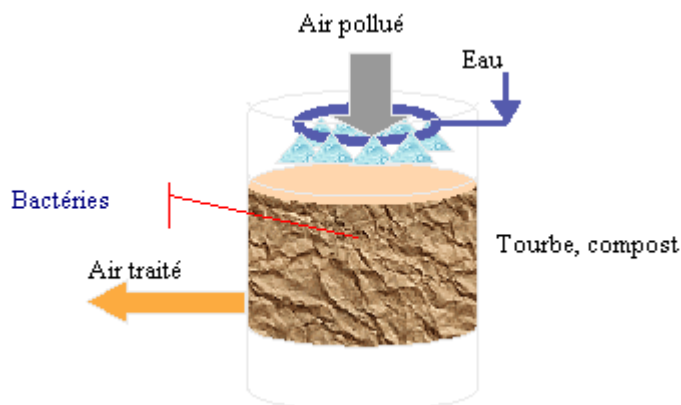


Figure 1 : Principe de fonctionnement d'un biofiltre

La technique de biofiltration est une technique ancienne dont le principe a été appliqué au cours des années 50 aux Etats-Unis.

Les générations actuelles de biofiltres (biofiltres clos), qui maintenant remplacent largement les biofiltres ouverts, permettent d'obtenir des abattements importants, grâce à une meilleure maîtrise des paramètres opératoires et en particulier du taux d'humidité.

78 % des biofiltres installés sont utilisés pour le traitement de composés odorants, 8 % pour des traitements mixtes (COV, composés odorants) et 14 % pour le traitement de COV.

## 2.2. Le lit bactérien ou filtre percolateur

Un filtre percolateur est un réacteur dans lequel la phase aqueuse est mobile et la biomasse immobilisée sur un support généralement constitué de matériaux synthétiques à fort degré de vide (anneaux de Raschig, de Pall, Tellerettes...). Les supports peuvent être utilisés en vrac ou ordonnés.

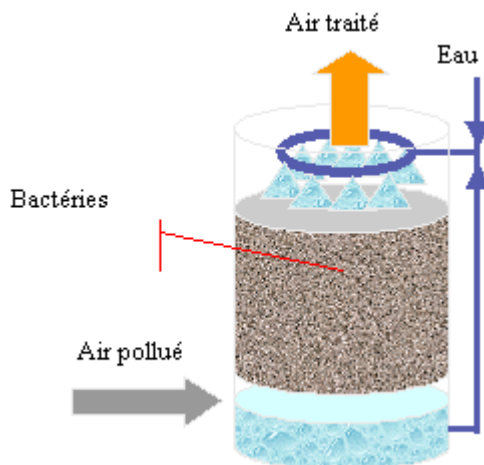


Figure 2 : Principe du filtre percolateur

Le biofilm se développe à la surface du matériau et peut atteindre plusieurs millimètres d'épaisseur. Le garnissage étant inerte, un apport minéral dans la solution aqueuse est indispensable (N, P, K, et oligo-éléments).

L'absorption du polluant et la régénération de la phase liquide ont lieu dans le même réacteur. Un lit bactérien peut fonctionner aussi bien à co qu'à contre-courant, l'eau étant introduite par le haut de la colonne et circulant par gravité. L'eau contenant les éléments nutritifs dissous est distribuée de manière continue et uniforme sur le garnissage. Cette phase liquide permet l'absorption des polluants présents dans l'effluent gazeux à traiter, de l'oxygène et leur transport jusqu'au biofilm où les molécules sont éliminées par des réactions biologiques aérobies.

### 2.3. . Le biolaveur ou laveur biologique

Dans le cas du biolaveur, la biomasse est en suspension dans le liquide de lavage alors que dans les autres systèmes, la biomasse est fixée sur les éléments de garnissage sous forme d'un biofilm.

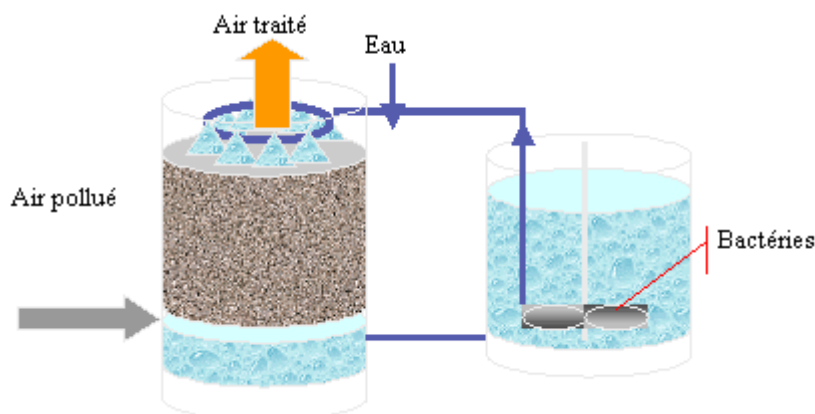


Figure 3 : Principe d'un biolaveur

Le procédé de biolavage est une association de deux étapes :

- l'une consistant en un transfert de masse du polluant de la phase gazeuse dans la phase liquide,
- la seconde, biologique, permettant la consommation du polluant par la biomasse, une fois transféré dans le liquide.

L'ensemble du processus est fonction, outre de la vitesse de transfert de masse, de celle des réactions biochimiques en phase liquide. Du fait de l'existence de réactions de transformation des composés dissous, l'équilibre physique de dissolution n'est pas le seul à être déterminant pour le résultat de l'absorption. Ainsi, pour obtenir de bonnes performances d'absorption du système, il est nécessaire que la concentration du polluant dans la phase aqueuse soit constamment faible (entretenu par la dégradation biologique).

### 3. Quelles sont les conditions opératoires et les performances ?

Des études récentes tendent à montrer que les procédés de traitement biologique sont en général, sur le plan économique, particulièrement intéressants pour traiter des débits élevés de gaz (jusqu'à 100000 m<sup>3</sup>. h<sup>-1</sup>) contenant des concentrations en polluants de l'ordre de quelques dizaines ou centaines de mg. m<sup>-3</sup> jusqu'à 1 g.m<sup>-3</sup> (pour les COV).

#### 3.1. Le biofiltre

Les conditions typiques de fonctionnement d'un biofiltre sont résumées dans le tableau suivant :

Paramètre	Valeur
Hauteur du biofiltre	1m
Surface	1-3000 m <sup>2</sup>
Débit	50-300 000 m <sup>3</sup> . h <sup>-1</sup>
Degré de vide du filtre	0,5
Temps de séjour	15-60 s
Perte de charge	0,2-1cm de colonne d'eau (max. 10 cm)
Concentration en polluant	0,01-5 g. m <sup>-3</sup> air
Température	15-30°C
Humidité de l'air entrant	>98 %
% d'humidité du support	60 % en masse
pH	6-8
Abattement polluants	60-99 %

#### Conditions opératoires typiques d'un biofiltre

La taille du biofiltre dépend de la concentration en polluants du gaz et de leur biodégradabilité. Il peut occuper, en fonction du débit à traiter, une surface au sol importante (jusqu'à 3 000 m<sup>2</sup>). En effet, le débit n'est pas un facteur limitant le bon fonctionnement d'une installation de biofiltration mais intervient dans son dimensionnement.

De même, le coût d'installation d'un biofiltre dépend du volume du gaz à traiter, de la nature et de la concentration en polluants, de la localisation de la source de pollution, des équipements et unités nécessaires pour le prétraitement de l'air en amont du biofiltre auxquels se rajoutent des éléments périphériques (canalisations, filtres, échangeurs, ventilateurs...). Les coûts de fonctionnement d'une unité de biofiltration dépendent de la consommation énergétique, de la nature du matériau filtrant et de sa durée de vie, de la consommation d'eau et d'éléments nutritifs et de la maintenance des différents équipements de l'unité.

#### 3.2. Le filtre percolateur et le biolaveur

Ils sont, comparativement à la biofiltration, peu utilisés au plan industriel. Néanmoins, des travaux menés à l'échelle du laboratoire montrent que le filtre percolateur présente des potentialités prometteuses pour traiter des composés présentant une bonne ou moyenne solubilité dans l'eau. Les raisons qui peuvent orienter le choix vers la technique de biolavage sont la très faible perte de charge rencontrée dans ce type de procédé, sa capacité à absorber des fluctuations de débit ou de concentration dans le cas de composés hydrosolubles, la facilité du contrôle de paramètres tels que le pH ou la densité cellulaire. En effet, des essais réalisés à grande échelle ou sur des unités pilotes ont montré que le lavage biologique permet l'élimination, avec des efficacités supérieures à 90 % de composés tels que : H<sub>2</sub>S (Fanlo et al., 1995, Brandy et al., 1995), mercaptans, sulfures, disulfures, amines, thiophènes, pyrazines, phénols (Paul, 1987 ; Shröder, 1987), acides organiques, aldéhydes (Kichner et al., 1985), alcools, esters d'acides gras, glycols, cétones.

## L'ADEME EN BREF

L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME) participe à la mise en œuvre des politiques publiques dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable. Afin de leur permettre de progresser dans leur démarche environnementale, l'agence met à disposition des entreprises, des collectivités locales, des pouvoirs publics et du grand public, ses capacités d'expertise et de conseil. Elle aide en outre au financement de projets, de la recherche à la mise en œuvre et ce, dans les domaines suivants : la gestion des déchets, la préservation des sols, l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables, la qualité de l'air et la lutte contre le bruit.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle conjointe du ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie et du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche.



ADEME  
20, avenue du Grésillé  
BP 90406 | 49004 Angers Cedex 01

[www.ademe.fr](http://www.ademe.fr)