

Référent : Service SEET – Direction DPED
ADEME (Angers)

TRAITEMENT PAR ABSORPTION (LAVAGE)

Juillet 2014

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

1. Qu'est-ce que le traitement par absorption ?

L'oxydation est souvent appelée "incinération". Tous les composés organiques volatils peuvent être transformés par oxydation totale en composés inorganiques. Selon la composition élémentaire du composé organique volatil à détruire, les composés formés sont soit uniquement CO₂ et H₂O, soit un mélange contenant CO₂, H₂O mais aussi les produits d'oxydation d'autres atomes (azote g NO, chlore g HCl, Sg SO₂...). Ces derniers sont des polluants secondaires qu'il faut prendre en compte.

Plusieurs paramètres sont importants à prendre en considération afin d'optimiser l'oxydation thermique ou catalytique pour améliorer le rendement d'épuration (taux de destruction des COV dans l'incinérateur) :

- présenter une forte capacité d'absorption vis à vis des composés à éliminer,
- posséder une viscosité faible afin de faciliter sa mise en œuvre et de limiter les consommations énergétiques,
- avoir une pression de vapeur suffisamment basse afin d'éviter qu'il ne devienne lui-même un polluant,
- ne pas présenter de risque pour la santé et la sécurité,
- être inerte vis à vis des matériaux utilisés,
- être peu cher ou régénérable à faible coût.

2. Quels sont les différents liquides de lavage ?

L'eau est largement utilisée en tant que solution de lavage lorsque les composés à éliminer sont solubles ou dissociables dans l'eau, comme par exemple pour éliminer l'ammoniac, les amines, les alcools... Cependant, l'absorption à l'eau seule nécessite une très grande quantité de liquide ; c'est pourquoi un réactif chimique est très souvent ajouté afin d'éliminer les composés odorants et par conséquent d'améliorer le transfert de matière

D'autres liquides de lavage, ne permettant pas la destruction des composés odorants mais pouvant améliorer le transfert de matière, peuvent également être mis en œuvre.

2.1. Solutions avec réactif chimique

Les réactions chimiques permettant l'élimination des composés peuvent être de deux types suivant la nature des polluants :

- Réactions acide/base

L'accélération du transfert vers la phase liquide des polluants est basée, dans un premier temps, sur leur propriété acide ou basique. En effet, les composés soufrés tels que H₂S ont un caractère acide : l'ajout de soude dans le liquide de lavage entraîne la dissociation du polluant, d'où une augmentation du transfert. Les composés azotés, tels que l'ammoniac ont un caractère basique : un lavage à l'acide est alors préconisé.

- Réactions d'oxydation

L'utilisation d'une solution oxydante va également permettre la régénération en continu de la solution de lavage par oxydation des polluants. Les oxydants les plus fréquemment rencontrés en désodorisation de gaz sont l'hypochlorite de sodium (eau de javel), l'eau ozonée, le permanganate de potassium et l'eau oxygénée. Il faut noter que l'hypochlorite de sodium dans la solution de lavage présente l'inconvénient de former, avec certains COV, des composés organo-chlorés.

2.2. Autres liquides de lavage

Dans le cas du traitement de composés organiques hydrophobes, d'hydrocarbures aromatiques et aliphatiques par exemple, des systèmes de lavage utilisant des solvants lourds, tels que des huiles de silicone ou du polyéthylène glycol ont été expérimentés. Après saturation, ces liquides peuvent être régénérés par distillation, distillation sous vide ou stripping à la vapeur. Les composés récupérés lors de la régénération sont concentrés et peuvent alors être récupérés ou éliminés.

3. Quels sont les différentes configurations ?

Les technologies les plus utilisées sont les colonnes à garnissage, les tours à pulvérisation et atomisation. Notons qu'un pré-traitement des gaz est souvent nécessaire avant de les introduire dans ces contacteurs. C'est le cas par exemple de gaz poussiéreux pour lesquels un dépoussiérage préalable est nécessaire afin d'éviter le colmatage du garnissage ou d'effluents gazeux chauds qui doivent être refroidis afin d'être ramenés à des températures ambiantes favorisant la solubilité. De plus, il convient de prendre en compte le problème de corrosion lié à l'emploi de solutions acides ou oxydantes. Des matériaux plastiques, céramiques ou en acier inoxydable sont le plus souvent préconisés.

3.1. Colonne à garnissage

Une colonne à garnissage est constituée des éléments suivants :

- une grille support de garnissage permettant de supporter le poids du garnissage et du liquide retenu sur ce dernier et assurant une distribution des liquides en bas de colonne.
- une entrée de gaz.
- un système de distribution du liquide, avec redistribution s'il y a lieu.
- un dévésiculeur pour l'élimination des gouttes de liquides qui pourraient être entraînées par le gaz.

Le fonctionnement est généralement à contre-courant : le gaz est ascendant et le liquide de lavage s'écoule par gravité sur le garnissage.

Le choix du garnissage, élément essentiel de ce type de contacteur, est dicté par la surface de contact offerte entre le gaz et le liquide utilisé, le calcul des pertes de charge et son prix. Les garnissages peuvent être de formes variées (anneaux, selles...), de matériaux différents (céramique, verre, métal...) et être rangés ou disposés en vrac.

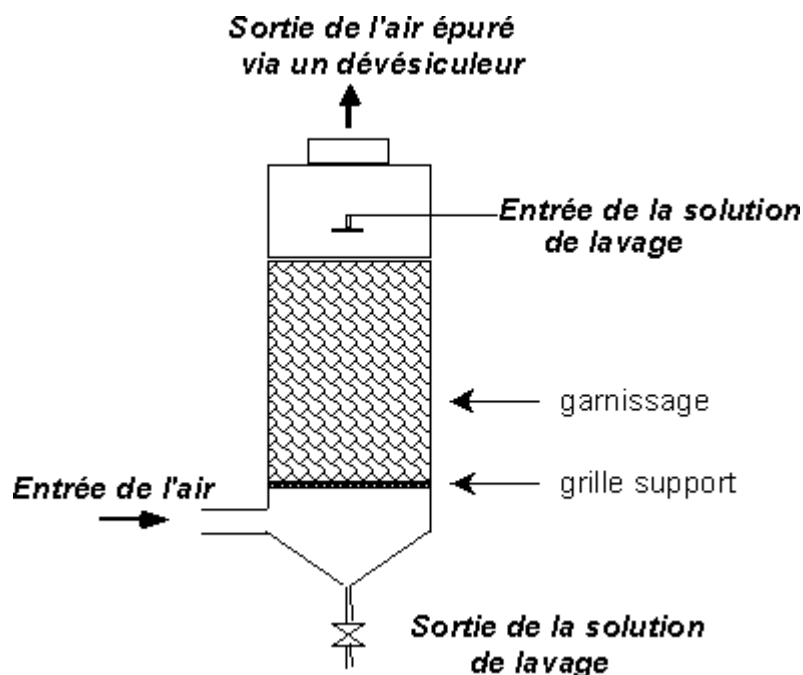


Figure 1 : Colonne à garnissage fonctionnant à contre-courant

3.2. Les colonnes à pulvérisation et atomisation

Le principe de ce type de contacteur est le suivant : dans une tour vide, le traitement de gaz est réalisé par pulvérisation de la solution de lavage par un système de buses ou de dispersion à contre ou co-courant. Un des systèmes les plus performants est l'atomiseur de type Venturi. L'appareil est constitué d'un système convergent-divergent traversé par le gaz à traiter. L'apport de gaz sous pression provoque l'éclatement et l'atomisation du liquide de lavage injecté avant ou dans le col du Venturi.

Contrairement aux colonnes garnies, la surface de contact gaz-liquide créée dans une colonne à vide est constituée de la multiplicité des gouttes de liquide pulvérisées dans le flux gazeux. Outre la grande surface d'échange offerte, le choix de ce contacteur est d'autant plus justifié qu'il ne produit que de faibles pertes de charge et donc des coûts de fonctionnement modérés. Cependant, ce type de colonne n'est utilisable que lorsque les composés sont très solubles dans le liquide de lavage. Notons enfin que les performances obtenues sont souvent moyennes car les gouttes ont tendance à coalescer.

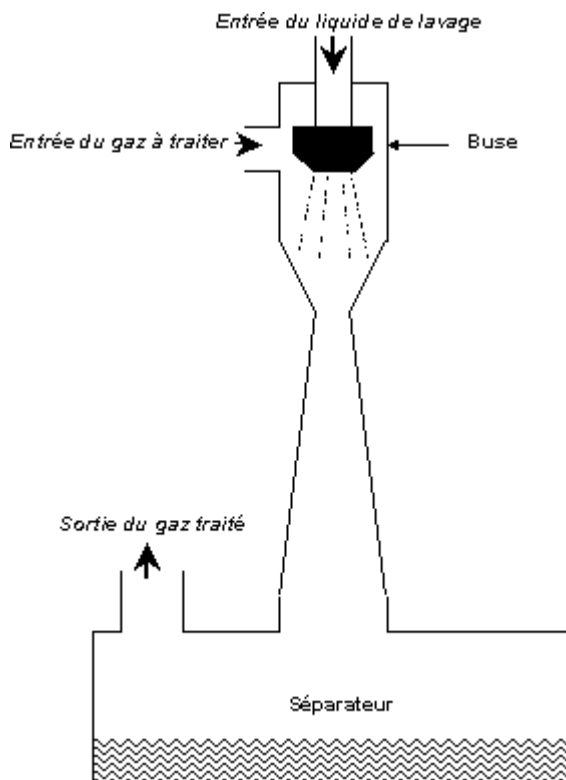


Figure 2 : Principe du laveur Venturi

4. Quelles sont les conditions opératoires et les performances ?

L'efficacité d'un traitement de gaz par un procédé d'absorption dépend de la nature des composés, de la solution de lavage utilisée, du type de contacteur retenu et des conditions de fonctionnement.

4.1. Les principaux avantages de l'absorption

- **Adaptable à beaucoup de secteurs industriels**, notamment les industries chimiques, parachimiques et pharmaceutiques, les équarrissages, les stations d'épuration d'eaux urbaines, les fabrications d'engrais organiques, etc.
- **Bonne efficacité d'abattement (> 95 %) sur une large gamme de débits, de concentrations et de composés.**
 Les performances d'épuration par lavage dépassent très souvent 95 %, atteignant même plus de 98 % dans de nombreux cas.
 De plus, il convient de noter que le domaine d'application des procédés d'absorption est très large : les débits de gaz à traiter peuvent être compris entre 1000 et 100 000 m³.h⁻¹ et les concentrations en polluants peuvent varier de 200 mg.m⁻³ à 30 g.m⁻³ suivant le secteur d'activité.

A titre d'exemple, pour les stations d'épuration d'eaux usées, les concentrations en composés azotés sont comprises entre 1 et 10 mg.m⁻³ et celles en composés soufrés entre 10 et 30mg.m⁻³, alors que pour les ateliers d'équarrissage ces concentrations sont d'environ 500 mg.m⁻³.

- **Adaptable à de fortes concentrations en polluants et à de brusques variations de charge.**
- **Flexibilité et régularité de traitement**
- **Mise en route du procédé et redémarrage immédiats.**

4.2. Principal inconvénient du traitement par absorption

Son principal inconvénient est son coût de fonctionnement. En effet, lorsqu'une réaction chimique est mise en œuvre, la consommation en réactifs chimiques induit un coût non négligeable.

Polluants	Flux de polluant (kg.h ⁻¹)	Quantité d'acide (L.h ⁻¹)	Quantité de soude (L.h ⁻¹)	Quantité de javel (L.h ⁻¹)
NH ₃	1	1.66	-	-
RNH ₂	1	1.66	-	-
H ₂ S	1	-	15	54
CH ₃ SH	1	-	16	82
RSR	1	-	16	82

Tableau 1 : Consommations en réactifs d'une unité d'absorption en fonction des différents polluants

Notons de plus que l'utilisation de tels produits nécessite une zone de stockage, d'où un investissement supplémentaire.

En absence de réaction, il y a nécessité de réaliser une étape de régénération du liquide ce qui induit également un coût supplémentaire.

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