

I. La pollution de l'atmosphère urbaine :

La pollution atmosphérique est le résultat d'une utilisation excessive et irrationnelle des ressources planétaires. Cette pression atmosphérique a des conséquences graves sur l'environnement et la santé humaine.

Les villes regroupent à la fois, les plus grandes densités de population et la plus forte émission des polluants gazeux et particuliers. Cette pollution atmosphérique fait actuellement l'objet d'attention particulière.

II. Caractéristiques de la pollution atmosphérique urbaine :

1- Définition de la pollution atmosphérique :

« La pollution atmosphérique est définie comme la contamination de l'air par un élément étranger, ou par l'accumulation d'un élément déjà naturellement présent, à une concentration suffisante pour provoquer un effet toxique ou écotoxique » (Clean Air Act, 1956).

La pollution atmosphérique urbaine est caractérisée par :

- Sa complexité : elle est composée de plusieurs dizaines de milliers de substances solides ou gazeuses qui modifient les proportions normales des constituants de l'air dit « PUR ». L'air pur est formé de :
 - 78% Azote
 - 21% Oxygène, et de gaz rares (0,97% Argon, 0,03% Carbone, Hélium et méthane en traces).

Environ 250 molécules sont considérées comme nuisibles pour la santé et l'environnement et sont utilisées comme *Indicateurs de pollution*.

- Sa diffusion facile : les polluants se dispersent très rapidement après leur émission. Il est difficile d'estimer l'importance en quantité et en volume des gaz polluants à cause de cette caractéristique.

III. Les principaux polluants de l'air :

Les polluants de l'air peuvent être partagés en deux catégories :

- Les polluants particuliers, abiotiques tels que la poussière, les métaux lourds ...
Ou biologiques tels que les bactéries, le pollen

- Les polluants gazeux qui eux, peuvent être organiques ou inorganiques.

De manière générale, les principaux polluants de l'atmosphère sont :

- Les oxydes d'azote (NO_x), et
- Les composés organiques volatiles (COV)

1. *Les oxydes d'azote :*

C'est des composés azotés contenant au moins un atome d'azote. Les plus souvent considérés sont le NO et le NO_2 . Ces derniers sont principalement issus des moteurs automobiles. Les moteurs diesel, du fait de leur fonctionnement à haute pression, émettent deux à trois fois plus d'oxydes d'azote que les moteurs à essence.

2. *Les COV :*

Ce sont des composés organiques ayant la capacité de se volatiliser très facilement et donc de se trouver facilement sous forme gazeuse dans l'atmosphère.

Les principaux COV rencontrés dans l'air des villes sont les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et les hydrocarbures monocycliques. Ces derniers sont principalement représentés par le groupe des **BTEX** (Benzène, Toluène, Ethyl-benzène, Xylène). Les **BTEX** sont considérés comme des indicateurs significatifs de la pollution de l'atmosphère liée principalement au trafic routier.

Les COV peuvent également être émis par des sources biologiques et naturelles telles que les forêts et la végétation. Ils peuvent également être produits des solvants dans certains processus industriels.

IV. Effet de la pollution atmosphérique sur l'environnement :

Sous l'effet du rayonnement solaire, les NO_x réagissent avec les COV et forme « l'ozone troposphérique ». Ce composé est un gaz à effet de serre (GES). Ce type de gaz est à l'origine du réchauffement climatique. Les oxydes d'azote participent aussi à la formation des retombées acides et à l'eutrophisation du sol.

En ce qui concerne la santé humaine, les Nations Unies estiment à plus de 600 millions le nombre de personnes exposées à des niveaux de pollution nuisant à la santé en raison du trafic routier à lui seul !!!

L'exposition à court terme peut endommager le système respiratoire (allergies, asthme, maladies pulmonaires chroniques,...) ainsi que le système cardiovasculaire. Une exposition à long terme peut quant à elle provoquer la mortalité suite à des cancers, des pneumonies et des maladies respiratoires chronique chez le jeune enfant.

V. Traitement de l'air :

1/ Les procédés physicochimiques :

*Absorption : c'est un processus de transfert d'un composé, d'une phase gazeuse vers une phase liquide. Il peut être physique ou chimique. Il est surtout utilisé dans les STEP dans les traitements des effluents gazeux odorants. L'inconvénient principal de ce processus c'est son coût important.

*Adsorption : c'est un phénomène de surface par lequel les composés gazeux se fixent sur les surfaces d'un support solide dit 'adsorbant'. L'adsorbant le plus couramment utilisé est le charbon actif.

2/ Les bioprocédés :

Le traitement biologique de l'air repose sur l'oxydation partielle ou complète des polluants contenu dans le gaz à traiter par les microorganismes. Cette transformation aboutit à la formation de biomasse, de CO₂, d'H₂O et de sels minéraux. Les bioprocédés fonctionnent généralement à température ambiante, produisent peu de sous-produits de dégradation et nécessitent par conséquent des apports énergétiques réduits comparés aux autres procédés. Parmi ces procédés, on cite :

*Les biolaveurs : ou ce qu'on appelle « Biofiltres à biomasse mobile ». Cette appellation est employée pour désigner les microorganismes qui se trouvent en phase liquide. Le biolaveur est composé de deux compartiments : une colonne (ou tour) d'absorption qui transforme le polluant gazeux en liquide, et d'un bioréacteur contenant les boues activées où les microorganismes sont en suspension ce qui nécessite un brassage et une oxygénation permanents pour maintenir les microorganismes dans cet état.

*Les filtres percolateurs : Ils sont composés d'un seul compartiment avec une biomasse immobilisée, c'est-à-dire, des microorganismes en forme de biofilm. Les microorganismes adhèrent à un matériau de garnissage souvent synthétique, par lequel circule en continue, une solution nutritive.

**Les biofiltres :*

Le biofiltre est un système composé d'un matériau de garnissage qui peut être organique (comme le sol par exemple) ou inorganique, sur lequel se déposent des microorganismes formant un biofilm. La phase aqueuse de ce système est donc immobile.

Le gaz pollué est injecté dans le matériau où il sera transformé par les microorganismes qui y adhèrent. Pour maintenir les microorganismes en activité, un apport en humidité et en matière nutritive est constamment injecté.

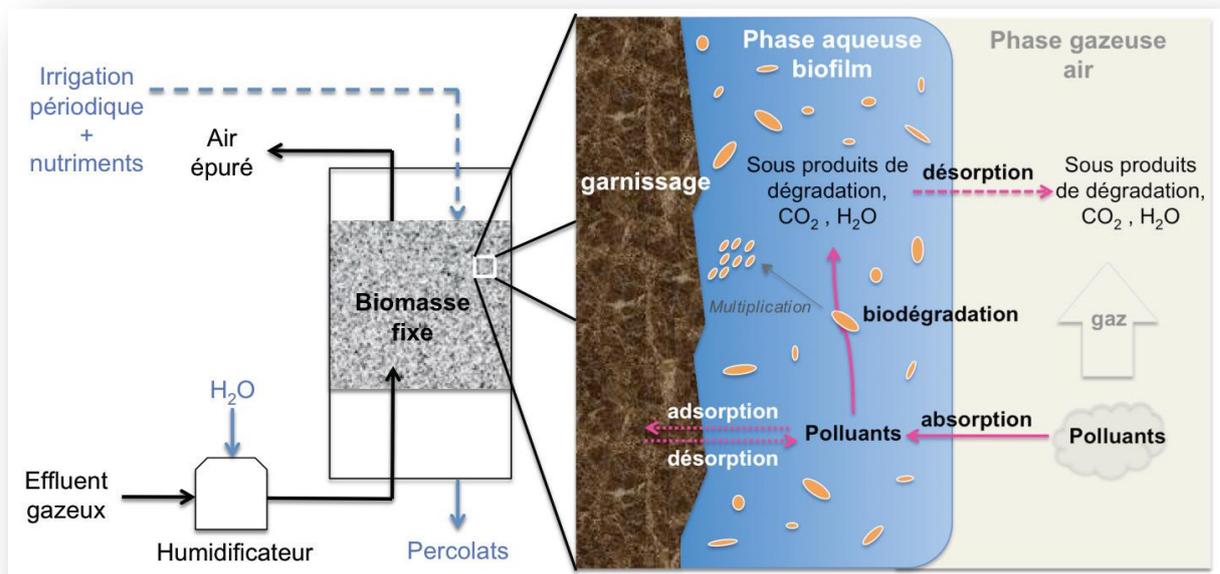


Figure 1 : Schéma de la composition d'un biofiltre d'après Rondeaux *et al.*, 2013

Cette technique est l'une des plus anciennes (depuis 1923) et elle est très efficace dans le cas de traitement de gros volumes d'air mais avec une faible quantité de polluants (Mudilar *et al.*, 2010). Elle est également très prisée en industrie en raison du faible coût d'installation.

Cependant, cette technique demeure limitée par la lenteur du procédé de dégradation biologique ainsi que l'incapacité à dégrader certains polluants récalcifiants.

- *Les paramètres influençant l'efficacité du biofiltre :S*

Le fonctionnement des biofiltres dépend de ces paramètres :

- ❖ Les compartiments du biofiltre (organique ou inorganique), nature du matériau de garnissage et des microorganismes.
- ❖ Les paramètres physicochimiques : température, pH et taux d'humidité.
- ❖ Les paramètres influençant le transfert gazeux : débit, vitesse, temps de passage dans le garnissage, composition et concentration du polluant.

Il est très important de noter que les matériaux de garnissages sont souvent injectés de microorganismes (origine externe). Ces microorganismes peuvent provenir de différentes sources, en l'occurrence :

- Les boues activées provenant de STEP.
- De consortia bactériens enrichis au laboratoire.
- D'échantillons prélevés sur des biofiltres traitant des composés similaires.

Synthèse élaborée par : Dr. ARABET Dallel