

CHAPITRE VI. La dégradation biologique

1. Introduction

Le traitement biologique des eaux usées est le procédé qui permet la dégradation des polluants grâce à l'action de micro-organismes. Ce processus existe spontanément dans les milieux naturels tels que les eaux superficielles suffisamment aérées. Une multitude d'organismes est associée à cette dégradation selon différents cycles de transformation. Parmi ces organismes, on trouve généralement des bactéries, des algues, des champignons et des protozoaires. Cette microflore, extrêmement riche, peut s'adapter à divers types de polluants qu'elle consomme sous forme de nourriture (substrats). Il est ainsi possible d'utiliser systématiquement cette microflore dans un processus contrôlé pour réaliser l'épuration des eaux résiduaires.

La pollution des eaux résiduaires urbaines et industrielles peut se caractériser selon son état (solide, colloïdal ou en suspension) et sa nature (minérale ou organique).

L'élimination de la pollution organique sous forme finement colloïdale ou en solution, est essentiellement le fait de procédés d'épuration biologiques. Dans l'état actuel de nos connaissances, la voie biologique constitue, en raison de son efficacité et de sa rusticité, le mode le plus utilisé d'épuration secondaire des eaux résiduaires urbaines et de certaines eaux industrielles.

Son principe est de provoquer en présence ou non d'oxygène une prolifération plus ou moins contrôlée de micro-organismes capables de dégrader les matières organiques apportées par l'effluent. Il s'agit en fait d'un véritable transfert d'une forme non accessible de la pollution (matières colloïdales et dissoutes) en une forme manipulable (suspension de microorganismes).

Les micro-organismes responsables de l'épuration s'agglomèrent sous forme de floccs et se développent en utilisant la pollution comme substrat nécessaire à la production d'énergie vitale et à la synthèse de nouvelles cellules vivantes. Une partie des éléments polluants qui n'est pas dégradée biologiquement peut être adsorbée et incorporée aux floccs de boues.

De nombreux micro-organismes ayant différentes vitesses de croissance, tels que les bactéries, les algues, les champignons et les protozoaires sont associés à ce processus de dégradation. Les bactéries restent cependant les micro-organismes les plus impliqués dans ce processus (environ 95 % des micro-organismes présents dans une boue activée).

2. Moyens biologiques classiques pour le traitement des eaux polluées

L'épuration biologique des eaux usées a pour but d'éliminer les matières organiques biodégradables. Cette élimination est confiée à des micro-organismes utilisant les matières organiques comme nutriments. Cette dégradation biologique entraîne donc une transformation de matière. Il s'agit là d'un avantage important des procédés biologiques par rapport à d'autres procédés. Ainsi, lors de l'adsorption, les matières à éliminer ne font que se déplacer des eaux usées vers l'adsorbant (transport de matière). La dégradation biologique peut se dérouler dans des conditions aérobies ou anaérobies. Il existe toute une série de procédés pour mettre en contact les eaux usées à nettoyer avec les microorganismes (biomasse). Indépendamment du fait que la dégradation soit aérobie ou anaérobie, on distingue les deux principes de base suivants :

Biomasse en suspension : La biomasse se présente sous la forme de petits floccs (boues activées). Les boues activées sont en suspension dans les eaux usées.

Biomasse fixe : La biomasse est fixée sous la forme d'un biofilm à la surface de corps solides. Les eaux usées ruissellent en couche fine sur le biofilm.

a- Procédé à boues activées aérobie : Le procédé à boues activées aérobie est le procédé d'épuration biologique des eaux usées le plus couramment utilisé. La biomasse se trouve sous la forme de boues activées en suspension dans le bassin d'aération qui est traversé en continu par des

eaux usées. C'est ici aussi qu'a lieu l'aération des eaux usées, laquelle assure l'alimentation en oxygène des micro-organismes.

De la biomasse (boues activées) quitte également en continu le bassin d'aération avec l'écoulement des eaux usées. C'est pourquoi ces boues activées doivent ensuite être séparées des eaux usées épurées dans un décanteur secondaire (en général par sédimentation). Une partie de ces boues est réacheminée jusqu'au bassin d'aération (boues de retour). La partie qui n'est pas réintroduite est appelée boues en excès et constitue un résidu de ce procédé.

b- Lits bactériens : Les lits bactériens font partie des procédés à biofilm aérobies. Un tourniquet d'arrosage automatique épand de manière homogène les eaux usées sur un lit fixe. Le lit fixe est constitué d'une matière support spéciale à la surface de laquelle se forme une fine couche de micro-organismes (biofilm). La purification biologique des eaux usées a lieu pendant leur ruissellement au travers du lit fixe. Les lits bactériens sont pour la plupart de type ouvert et disposent d'ouvertures latérales en dessous du lit fixe. Cela permet d'obtenir une aération par convection naturelle (effet de cheminée). Il n'est donc pas nécessaire d'avoir recours à une aération artificielle coûteuse en énergie, comme c'est le cas par exemple pour le procédé à boues activées.

c- Procédés anaérobies : Les procédés anaérobies sont particulièrement adaptés aux eaux usées industrielles souvent très chargées en matières organiques (par ex. industrie alimentaire). On dispose ici d'une grande variété de procédés et de types de réacteurs différents.

Du biogaz constitue essentiellement de méthane se forme durant la dégradation des matières organiques dans des conditions anaérobies. Ce biogaz peut être par exemple utilisé pour produire de l'électricité dans des centrales de cogénération. Il s'agit ici d'un aspect secondaire positif de l'épuration anaérobie des eaux usées, qui met également en évidence le lien étroit entre les questions d'énergie et d'environnement.