

I-LES PRETRAITEMENTS

1-Le Dégrillage

1-1.Description générale

Le dégrillage permet d'évacuer, aussi bien des eaux de surfaces que des eaux résiduaires, les gros objets du type tronc d'arbre, bidon et des matières de taille plus faible (branches, feuilles, objets métalliques ...). Tous ces rejets peuvent être mis dans la classe : "matières grossières"

Il permet de protéger les ouvrages aval contre l'arrivée de gros objets susceptibles de provoquer des bouchages dans les différentes unités de l'installation (que ce soit chez des industriels ou dans les stations de traitement ou d'épuration). Il rend également plus efficace les traitements suivants car ils ne sont pas gênés par ces matières grossières et s'appliquent donc directement sur l'eau. Le dégrillage est classé en trois catégories selon l'écartement entre barreaux de grille :

- le pré-dégrillage, pour un écartement supérieur à 40 mm
- le dégrillage moyen, pour un écartement de 10 à 40 mm
- le dégrillage fin, pour un écartement inférieur à 10 mm

Remarque : le terme de grille est utilisé pour des supports ayant des ouvertures de largeur supérieure à 5 mm avec de très grandes longueurs. Le terme de tamis est réservé à des supports minces, à orifices circulaires ou sensiblement carrés, ou à maille croisées, offrant un passage généralement inférieur à 3 mm.

La plupart du temps un dégrillage moyen ou fin est couplé avec un pré-dégrillage de protection. Les couplages et l'écartement entre barreaux de grille utilisés dépendent des eaux à traiter (abondance de végétaux, arrivée subite de matières grossières possible, eaux usées ou eaux brutes). Une fois les déchets stoppés par la grille, il faut les remonter:

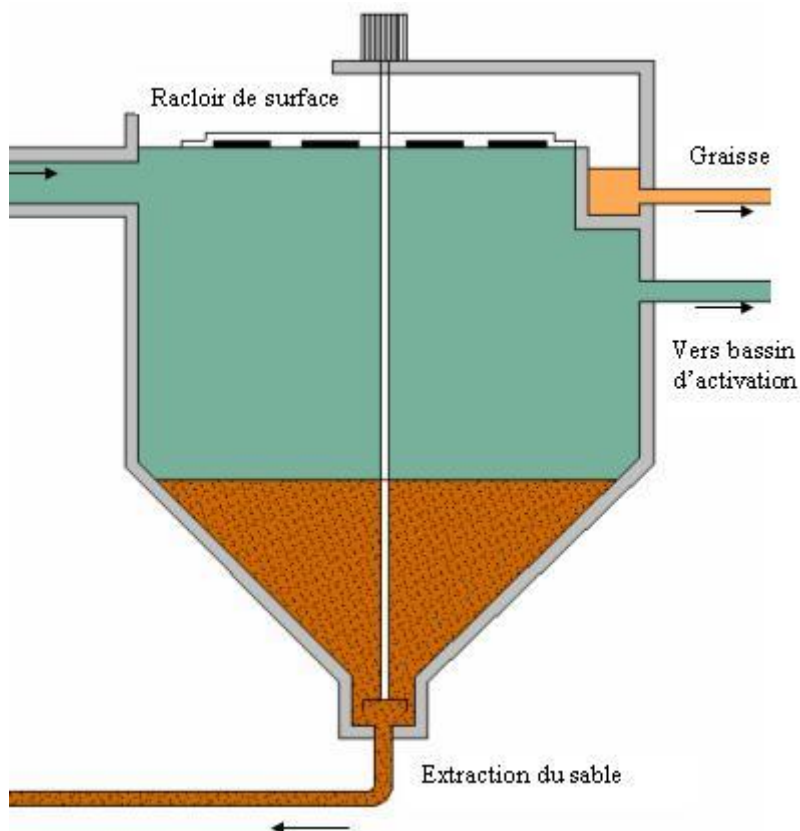
- soit manuellement, ce qui est de plus en plus rare

- soit mécaniquement à l'aide d'un peigne. Celui-ci remonte le long de la grille emmenant avec lui les déchets qui vont se déverser dans un réceptacle placé derrière la grille.

Ce peigne fonctionne de façon discontinue et cyclique : par exemple 5 mn toutes les heures ou bien avec un indicateur permettant de savoir la quantité de déchets approximative que la grille a stoppée depuis le dernier passage du peigne et ce dernier se déclenche lors du dépassement d'une valeur seuil. Ce peigne doit être équipé d'un limiteur d'effort permettant d'éviter une détérioration du matériel en cas de surcharge ou de blocage.

2-Le dessablage

Le dessablage a pour but d'extraire des eaux brutes les graviers, sables et particules minérales plus ou moins fines, ainsi que les filasses de façon à éviter les dépôts dans les canaux et conduits, à protéger les pompes et autres appareils contre l'abrasion.



, deux difficultés interviennent dans la conception des dessaleurs :

- le sable arrive principalement au moment d'une pointe de débit (auto curage des égouts) durant laquelle la vitesse transversale est la plus élevée et donc le taux de remise en suspension le plus élevé ;
- dans le traitement des eaux résiduaires le but est d'extraire de l'eau le maximum de matières minérales (Mm) contenant le minimum de matières organiques (qui provoquent des nuisances lors de leur stockage et de leur évacuation).

Pour séparer les matières organiques des matières minérales, il faut maintenir une turbulence suffisante d'où la mise en œuvre d'un brassage transversal, en général à l'air sur-pressé.

2-2-Conditions d'utilisation

Le domaine usuel du dessablage porte sur les particules de granulométrie égale ou supérieure à 200 μm , voire 300 μm ; une granulométrie inférieure est en général du ressort du débouillage ou de la décantation (voir **floculateurs - décanteurs - flottateurs**).

L'étude théorique du dessablage se rattache à celle de la décantation des particules grenues (voir **différents types de décantation**)

2-2-3. Quantité de sable – caractérisation

La quantité de sable dans l'effluent est très variable, et dépend :

- des caractéristiques géologiques de la région ;
- de l'état et de la longueur des canalisations ;
- du type de réseau : séparatif, unitaire, mixte, et entretien du réseau ;
- de la fréquence des épisodes pluvieux.

La quantité de sable à extraire ne dépasse pas généralement 15 litres par an et par habitant.

Il faut souligner les difficultés rencontrées pour déterminer la quantité de sable arrivant sur une station ou le rendement (ou le point de coupure) d'un dessableur :

- la principale de ces difficultés est l'échantillonnage. En effet, il faut une très grande turbulence pour maintenir en suspension des sables de plus de 0,3 ou 0,4 mm, alors qu'il est plus facile d'échantillonner la sortie ;
- par ailleurs, on appelle « sables » toutes les particules grenues retenues par une série de tamis à partir des matières en suspension calcinées de l'échantillon, or celles-ci regroupent du sable proprement dit, mais aussi de nombreux déchets minéraux, souvent plus ou moins poreux, tels que petits morceaux de verre, de béton, de poteries, faïences... Il convient donc, si l'on veut définir un rendement d'élimination des sables, de préciser que cela ne concerne que les matériaux de densité supérieure à 2,5 par exemple, et donc de prévoir une classification par décantation en milieu dense.

3-Le déshuilage

3-1. Description générale

Le déshuilage est une opération de séparation liquide-liquide. Dans cette partie, seul le déshuilage par gravitation naturelle est abordé. Le déshuilage par flottation assistée (utilisation de bulles d'air) est abordé de façon plus générale dans la partie "Flottation". Il faut tout d'abord bien définir ce qu'est une huile : on regroupe sous ce terme des produits liquides aussi différents que les huiles végétales, les huiles minérales et les hydrocarbures légers.

Le terme de déshuilage ne concerne, en principe, que les eaux résiduaires industrielles car le rejet d'huile dans les égouts urbains est interdit. Il faut ensuite distinguer deux types d'effluents industriels :

- les effluents régulièrement huileux qui proviennent de la production et du raffinage du pétrole, des huileries alimentaires, des laminoirs à froid et des aéroports.
- les effluents peu huileux, mais avec des pointes accidentelles fortes comme les eaux d'orage des raffineries, les rejets des centrales thermiques à fioul ou des laminoirs à chaud.

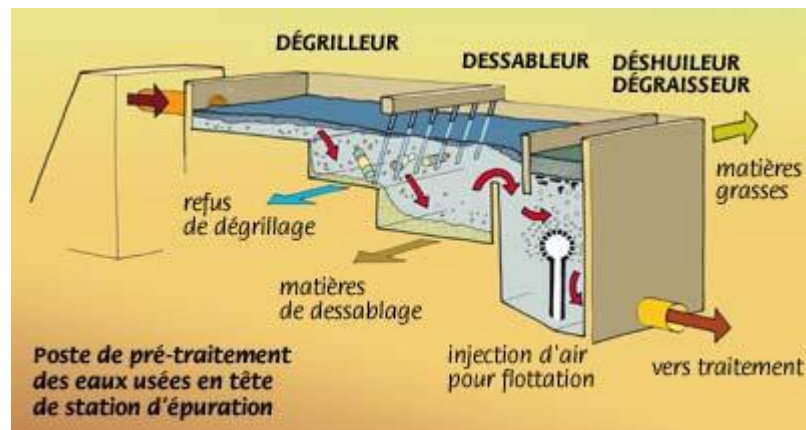
Le déshuilage par gravitation ne peut traiter que les huiles et hydrocarbures présents à l'état libre ou à l'état d'émulsions mécaniques. Il faut que la masse volumique des huiles soit inférieure à 1 (elle varie entre 0.7 et 0.95 mais elle peut dépasser 1 avec certains hydrocarbures lourds).

Il faut éviter de descendre en-dessous du point de figeage de l'huile (donc maintenir toujours une température assez élevée)

Le déshuilage comporte 2 stades :

- un pré-déshuilage, c'est-à-dire l'élimination des hydrocarbures flottants.

- un déshuilage proprement dit qui élimine plus ou moins complètement les hydrocarbures dispersés. Il est réalisé soit avec des flottateurs mécaniques ou à air dissous soit en utilisant un système de pression et des filtres.



II. LE TRAITEMENT PRIMAIRE

Le traitement « primaire » fait appel à des procédés physiques, avec décantation plus ou moins aboutie, éventuellement assortie de procédés physico-chimiques, tels que la coagulation-floculation.

- La **décantation primaire** classique consiste en une séparation des éléments liquides et des éléments solides sous l'effet de la pesanteur. Les matières solides se déposent au fond d'un ouvrage appelé « décanteur » pour former les « boues primaires ». Ce traitement élimine 50 à 55 % des matières en suspension et réduit d'environ 30 % la DBO et la DCO.

- L'utilisation d'un **décanteur lamellaire** permet d'accroître le rendement de la décantation. Ce type d'ouvrage comporte des lamelles parallèles inclinées, ce qui multiplie la surface de décantation et accélère le processus de dépôt des particules. Une décantation lamellaire permet d'éliminer plus de 70 % des matières en suspension et diminue de plus de 40 % la DCO et la DBO.

- La décantation est encore plus performante lorsqu'elle s'accompagne d'une **floculation** préalable. La **coagulation-floculation** permet d'éliminer jusqu'à 90 % des matières en suspension et 75 % de la DBO. Cette technique comporte une première phase

d'adjonction d'un réactif, qui provoque l'agglomération des particules en suspension. Les amas de solides ainsi obtenus sont appelés « floccs ».

III. LES TRAITEMENTS « SECONDAIRES », L'ELIMINATION BIOLOGIQUE DES MATIERES POLLUANTES

a) Les traitements biologiques

Dans la grande majorité des cas, l'élimination des pollutions carbonée et azotée s'appuie sur des **procédés de nature biologique**. Les traitements biologiques reproduisent les phénomènes d'autoépuration existant dans la nature. L'autoépuration regroupe l'ensemble des processus par lesquels un milieu aquatique parvient à retrouver sa qualité d'origine après une pollution.

Les techniques d'épuration biologique utilisent l'activité des bactéries présentes dans l'eau, qui dégradent les matières organiques. En France, c'est aujourd'hui le procédé des « boues activées » (*cf. infra*) qui est le plus répandu dans les stations d'épuration assurant un traitement secondaire.

Parmi les traitements biologiques, on distingue les procédés biologiques extensifs et intensifs.

b) Les procédés biologiques extensifs

Le **lagunage** utilise la capacité épuratrice de plans d'eau peu profonds. Les eaux usées sont envoyées dans une série de bassins. L'oxygène est apporté par les échanges avec l'atmosphère. La pollution organique se dégrade sous l'action des bactéries présentes dans le plan d'eau. Ce mode d'épuration permet d'éliminer 80 à 90 % de la DBO, 20 à 30 % de l'azote et contribue à une réduction très importante des germes. Il a cependant l'inconvénient d'utiliser des surfaces importantes.

c) Les procédés biologiques intensifs

Ils regroupent toute une série de techniques ayant en commun le recours à des cultures bactériennes qui « consomment » les matières polluantes. Il existe deux grandes catégories de procédés biologiques artificiels.

Les installations à « boues activées » :

il s'agit d'un système d'épuration aérobie, c'est-à-dire nécessitant un apport d'oxygène. La culture bactérienne est maintenue dans un bassin aéré et brassé. Les matières organiques contenues dans l'eau se transforment en carbone (sous la forme de dioxyde de carbone - CO₂) sous l'action des bactéries. Les résidus ainsi formés, contenant ce stock de bactéries, sont appelés « boues ». Après un temps de séjour dans un bassin d'aération, l'effluent est renvoyé dans un **clarificateur**, appelé aussi décanteur secondaire. Ensuite, les boues sont soit envoyées dans une unité de traitement spécifique, en vue de leur épandage agricole ou de leur élimination, soit réinjectées pour partie dans le bassin d'aération. On qualifie cette opération de « recirculation des boues ».

Les traitements par boues activées éliminent de 85 à 95 % de la DBO₅, selon les installations. C'est le traitement biologique le plus simple et le plus fréquemment utilisé actuellement en France.

Les installations à « cultures fixes ».

La technique des lits bactériens consiste à faire ruisseler les eaux à traiter sur un support solide où se développe une culture de micro-organismes épurateurs, le « film biologique » ou « biofilm ». Le rendement maximum de cette technique est de 80 % d'élimination de la DBO. Ces procédés équipent moins de 10 % du parc français des stations d'épuration. Ils sont en général réservés aux installations d'une taille inférieure à 2 000 équivalents-habitants.

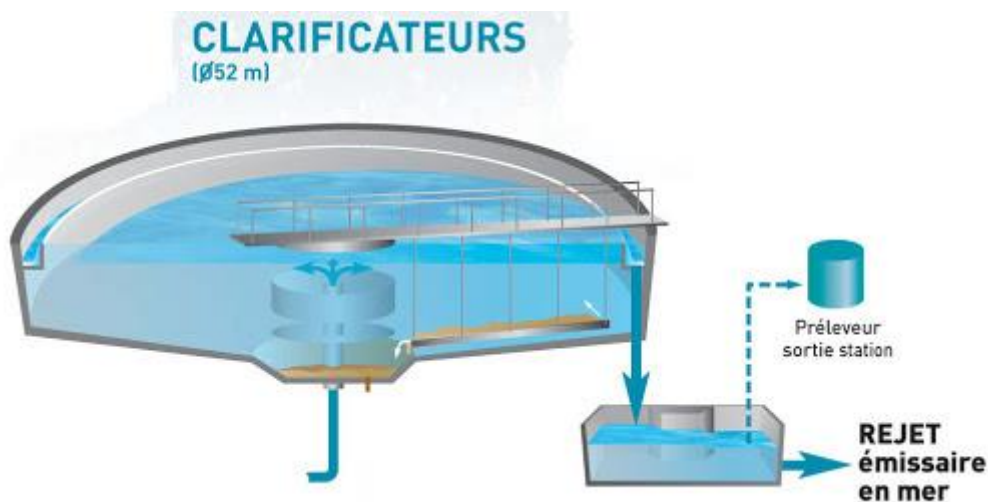
La **biofiltration** utilise une culture bactérienne fixée sur un support granulaire. Le milieu granulaire sert à la fois de filtre et de support aux cultures bactériennes. Cette installation offre donc la possibilité de réaliser conjointement la dégradation des matières polluantes et la clarification des eaux usées. Quel qu'il soit, le matériau retenu doit se caractériser par son action filtrante et permettre une fixation maximale des cultures biologiques. Un système d'aération apporte l'oxygène nécessaire à l'intérieur du filtre. Cette technique élimine environ 90 % de la DBO et peut également éliminer l'azote.

d) Les procédés membranaires

Les procédés membranaires combinent des procédés biologiques et physiques. Ces membranes très fines constituent une barrière physique qui retient les micro-organismes et les particules.

IV. CLARIFICATION ET REJET DES EFFLUENTS

A l'issue des traitements, une ultime décantation permet de séparer l'eau épurée et les boues ou résidus secondaires issus de la dégradation des matières organiques. Cette décantation est opérée dans des bassins spéciaux, les **clarificateurs**. L'eau épurée peut alors être rejetée dans le milieu naturel.



V. LA DESINFECTION

Les traitements primaires et secondaires ne détruisent pas complètement les germes présents dans les rejets domestiques. Des procédés d'élimination supplémentaires sont donc employés lorsque les eaux traitées sont rejetées en zone de baignade ou de pisciculture.

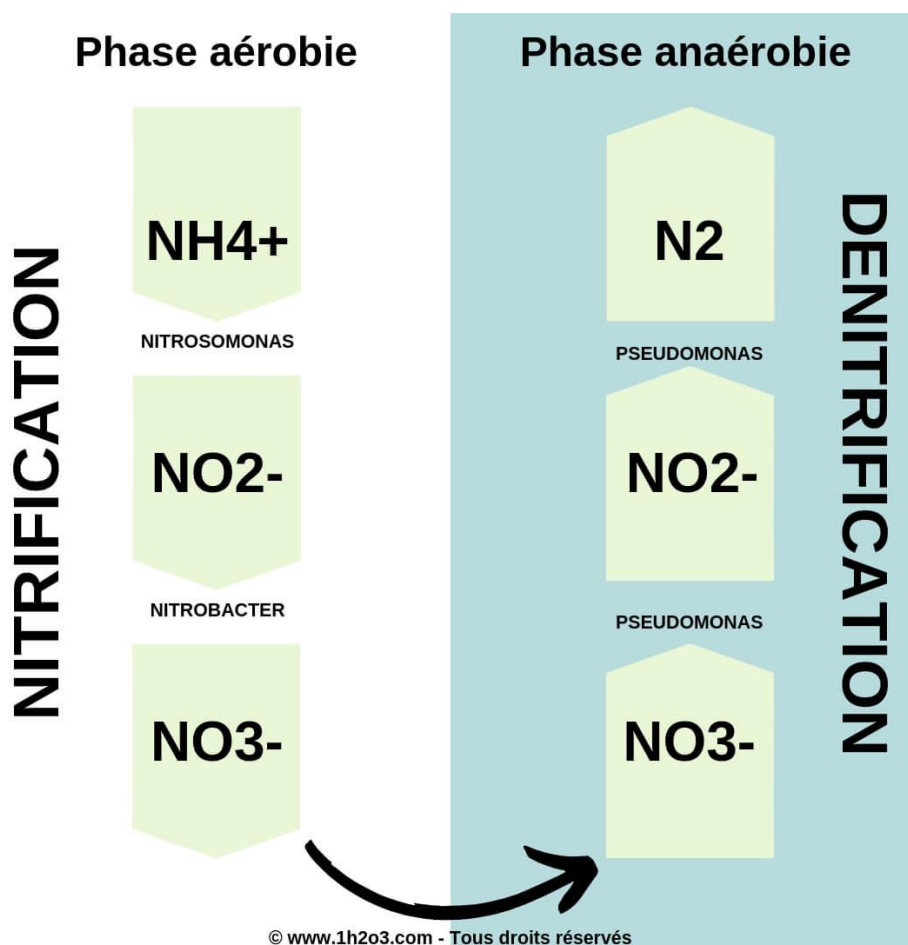
Le **chlore** est le désinfectant le plus courant. Mais la désinfection peut également s'effectuer avec l'**ozone** ou le **brome**, voire le **dioxyde de chlore**.

VI. LES TRAITEMENTS COMPLEMENTAIRES

1-L'élimination de l'azote

Les stations d'épuration prévues pour éliminer les matières carbonées n'éliminent qu'environ 20 % de l'azote présent dans les eaux usées. Pour satisfaire aux normes de rejet en zones sensibles, des traitements complémentaires doivent être mis en place.

L'azote organique se transforme dans les eaux usées en azote ammoniacal (NH_4^+). L'élimination de l'azote ammoniacal est, le plus souvent, obtenue grâce à des traitements biologiques, de « **nitrification-dénitrification** ». La nitrification consiste en une transformation, par des cultures bactériennes, de l'azote ammoniacal en nitrates (NO_3^-), une forme oxydée de l'azote. Une seconde phase, la **dénitrification**, complète le processus. Les nitrates, sous l'action de bactéries « dénitrifiantes », sont transformés en azote gazeux. Ce gaz s'échappe alors dans l'atmosphère.



2-L'élimination du phosphore

L'élimination du phosphore, ou « **déphosphatation** », peut être réalisée par des voies physico-chimiques ou biologiques.

En ce qui concerne les **traitements physico-chimiques**, l'adjonction de réactifs, comme des sels de fer ou d'aluminium, permet d'obtenir une précipitation de phosphates insolubles et leur élimination par décantation. Ces techniques, les plus utilisées actuellement, éliminent entre 80 et 90 % du phosphore, mais engendrent une importante production de boues.

La **déphosphatation biologique** consiste à provoquer l'accumulation du phosphore dans les cultures bactériennes des boues. Le rendement moyen est d'environ 60 %.