

III. Principe de fonctionnement d'une station d'épuration

Une station d'épuration est installée généralement à l'extrémité d'un réseau de collecte des effluents (eaux usées domestiques et urbaines et, par extension, les eaux usées industrielles ou agricoles) et juste en amont de la sortie des eaux qui seront épurées (Figure III.1).

Lors du process d'épuration des traitements mécaniques, chimiques et biologiques sont effectués sur les eaux usées entrantes qui doivent avoir initialement un niveau d'altitude assez élevé pour permettre un écoulement gravitaire au cours du process (**DjourdikhJ S,2012**).

Les premiers traitements sont présents dans toutes les stations, ils consistent en :

- Un dégrillage : passage des eaux au travers d'une grille retenant les éléments les plus grossiers qui seront éliminés avec les ordures ménagères.
- Un dessablage, dégraissage, déshuilage : élimination des sables qui sont déposées et des graisses qui flottent et seront raclées en surface.

❖ Pour enlever les matières restantes, on utilise différents systèmes faisant intervenir :

- Des micro-organismes (pour les matières biodégradables),
- Des composés chimiques.



Figure III. 1 : Schéma de fonctionnement d'une station d'épuration

III.1. Implantation de la station

Les stations d'épuration des eaux usées, sont en général peu efficaces sur le plan énergétique. Il est donc possible de concevoir des hypothèses de chaînes épuratoires améliorées au plan de leur efficacité énergétique et de leur performance globale en y introduisant. Cette analyse multicritère intègre les aspects techniques, énergétiques, économiques, etc. (Yohan Falcon).

La station d'épuration reste un outil fondamental pour la protection des milieux naturels. La valorisation de l'image de la station passe par un ensemble de dispositions qui sont à prendre en considération dès l'élaboration du projet en commençant par le choix de l'emplacement du site (Figure III.2).

A cette étude, quelques règles doivent être rappelées :

- Éviter les zones inondables ;
 - éviter de construire à proximité d'habitations ;
 - S'éloigner le plus possible des zones de captage ;
 - Réaliser des études géotechniques (vérification de l'imperméabilité par exemple pour un lagunage) ;
- prendre des précautions particulières lorsqu'un aquifère se situe à faible profondeur (clapets en fond de bassins, ...) ;

Polycopié de cours épuration des eaux usées

- ne pas implanter les ouvrages dans les zones plantées d'arbres à feuilles caduques (lit bactérien, lagunage, bassin d'aération...);
- penser aux extensions ou aux aménagements futurs (disponibilité et réservations de terrains).

II.2. Accès à la station

La voirie d'accès à la station doit satisfaire à certains critères :

✚ Adéquation de la voirie aux véhicules utilisés pour les livraisons, dépotages, curage des boues et des sous produits, montages et démontages des équipements, unités de déshydratation mobiles ;

De plus en plus souvent, on utilise des véhicules :

- ✓ 40 tonnes sur 5 essieux ;
- ✓ Longueur : 16,5 m;
- ✓ Largeur : 2,55 m (sans les rétroviseurs) ;
- ✓ Hauteur maxi : 4 m;
- ✓ Giration : le véhicule en tournant s'inscrit dans un anneau de rayon intérieur 5,3 m et rayon extérieur 12,5 m;
- ✓ Résistance du sol au ripage;
- ✓ Facilité de manœuvrer (courbures larges, largeur de portail, éviter les marches arrière, ...);
- ✓ dépotage des pulvérulents de plus en plus fréquemment réalisé à l'aide de citernes basculantes .

✚ L'accès à la station doit pouvoir se faire dans de bonnes conditions toute l'année (notamment en hiver dans les zones de montagne : déneigement prioritaire).

✚ La station doit comprendre une clôture. Les portes et portails d'accès à la station seront équipés de la même serrure (clé unique). L'éclairage extérieur de la station est souhaitable. Des panneaux interdisant l'accès au public seront prévus.

III.3. Qualité des matériaux

Le choix des matériaux métalliques doit privilégier l'aluminium et l'inox et proscrire autant que possible l'acier galvanisé. L'inox 304 est réservé pour la construction classique (caillebotis, canalisations, support de sondes,...). L'inox 316 L est à utiliser dans les cas de risque d'agression par des réactifs chimiques (chlorure ferrique, ...) et dans les cas d'ambiances salines et marines (bords de mer...).

- ✚ Les postes les plus sensibles à la corrosion sont, en général, les suivants :
- ✓ lieu de stockage et d'utilisation des réactifs,

Polycopié de cours épuration des eaux usées

- ✓ prétraitements,
 - ✓ traitement des boues.
- ✚ Les matériaux composite du type résine sont également intéressants. Les PVC exposés au soleil doivent être traités compte les rayons (UV).
- Les principaux points à surveiller au niveau génie civil des stations d'épuration sont :
- ✓ Une étude géotechnique permettant de valider le mode de fondation des ouvrages,
 - ✓ Une définition précise de l'agressivité des effluents au sens des normes (ce n'est qu'à partir de ces analyses que l'on est capable de choisir la qualité du béton et ses protections éventuelles) ;
 - ✓ Le classement des ouvrages en fonction de l'étanchéité requise



Figure III. 2 : Les paramètres de choix des stations d'épuration

III.4. Hygiène et sécurité

- ✚ Il faut prévoir une hauteur de revanche ($h = 1 \text{ m}$) autour d'une bache ouverte.
- ✚ Si le personnel doit travailler à proximité des trappes ouvertes, des barrières amovibles protégeant contre les chutes dans le poste, devront être mises en place.
- Toute intervention humaine dans un poste de relèvement fermé doit être précédée par un contrôle de l'atmosphère et si nécessaire par une ventilation efficace. Il est important que la couverture soit rigide mais légère pour pouvoir être retirée facilement.
- On prévoira un dispositif permettant de fixer une échelle en cas de nécessité d'une intervention au fond de poste.
- Prévoir un sol en dur (enrobé ou béton) autour du poste avec un accès afin de pouvoir transporter les pompes sur un véhicule ou un chariot.
- Nécessité de séparer le poste de relèvement (et tout élément relatif au prétraitement) du local d'exploitation.

III.5. Paramètres d'exploitation d'une station d'épuration

- 1) **La Charge Massique (C_m)** : Représente le rapport de la quantité de matière organique journalière (en termes de DBO_5 par jour) ramenée à la masse totale de boue (MVS).

$$C_m = Q [\text{DBO}_5] / V[\text{MVS}] \quad (\text{III.1})$$

Avec Q : débit (m^3/J), V : Volume du bassin d'aération (m^3).

- 2) **La Charge Volumique (C_v)** est la quantité de matière organique journalière ramenée au volume unitaire de bassin. C'est un paramètre dimensionnel. Elle s'exprime en $\text{kg DBO}_5/\text{m}^3$ de bassin

$$C_v = Q[\text{DBO}_5] / V \quad (\text{III.2})$$

- 3) **L'indice de Molhmann (IM)** : Représentant l'aptitude qu'ont les boues à décantation est le volume V en ml occupé par 1 g de MVS (M) après une décantation d'1/2 h. Avec une bonne décantation, les bactéries occupent un faible volume. L'indice est faible.

Les plages de fonctionnement en fonction de l'indice sont :

- 50 - 100 Très bonne décantation ;
- 150 : Bonne décantation ;
- 200-250 : problème de séparation eau/Bactéries ;
- supérieur à 400 pas de décantation.

$$I_m = V / M \quad (\text{III.3})$$

Polycopié de cours épuration des eaux usées

- 4) **Temps de séjour (h)** : Le temps de séjour hydraulique représente le rapport entre le volume d'un réacteur et le débit traversier. Le temps de séjour moyen peut être obtenu par le calcul du moment d'ordre 1 de la distribution des temps de séjour. Ages des boues (jour).

$$T_s = V/Q \quad \text{(III.4)}$$

- 5) **Ages des boues (jour)** : représente le rapport entre les boues présentes dans le bassin d'aération et la production de boue biologique. Il s'exprime comme le produit entre la masse de MVS en m³ et l'estimation de la production de boues en kgMVS/J

$$A = \frac{[MVS] \text{ Présente} \cdot V}{[MVS] \text{ Produite}} \quad \text{(III.5)}$$

- 6) **La consommation d'oxygène (OUR : oxygen Uptake Rate)** : Résulte de l'oxydation directe des matières organiques. Elle correspond environ à 0,6 kg d'O₂/kg DBO₅.

III.6. Avantages des micros - stations d'épuration :

Toutes les propriétés industrielles et commerciales qui n'ont pas accès à une station d'épuration publique doivent disposer d'un système d'assainissement privé

- Permet la construction dans des zones non desservies par le tout-à-l'égout ;
- Faible occupation de terrain (minimum entre 5 et 10 m²) ;
- Pas de dégagement d'odeurs nauséabondes;
- Très bon rendement de dépollution (entre 90 et 99 %);
- Certains modèles sont utilisables en zone sensible.

III.7. Inconvénients des micros - stations d'épuration :

- Alimentation électrique indispensable;
- Utilisation continue, même si certaines technologies tendent à palier cet inconvénient;
- Entretien réguliers contraignants pour l'utilisateur;
- Maintenance annuelle par une entreprise spécialisée, fortement préconisée;
- Vidange obligatoire, par une entreprise agréée, lorsque les boues atteignent 30 % du volume de la cuve.

III.8. Dimensionnement d'une station d'épuration

III.8. 1. Introduction

Dimensionnement d'une station d'épuration peut être réalisé d'une manière globale en appliquant des ratios au prorata du nombre d'équivalents-habitants. Cette approche donnera une approximation grossière des volumes de bassins (**Mohaned-Said Ouali, 2008**).

Possibilité étudier un projet de réalisation d'une STEP ou proposer un procédé de traitement d'une eau usée, il faut au préalable disposer de certaines données de bases obligatoires pour le dimensionnement d'une station d'épuration des eaux usées, telles que:

- le nombre d'équivalent habitant (EH) 1 EH = 1 pièce principale = 1 PP;
- débit total journalier (m^3 / j) ;
- débit moyen horaire (m^3 / h) ;
- débits de pointe en temps sec et en temps de pluie (m^3 / h) ;
- charges polluantes (DBO5 et MES) (kg/j) ;

Une station d'épuration comprend en général :

- un poste de relevage des eaux brutes ;
- un prétraitement (Dégrillage, Dessablage - Déshuilage) ;
- un traitement biologique (bassin d'aération, décantation secondaire pour la clarification) ;
- un traitement tertiaire (Bassin de désinfection) ;
- un traitement des boues (Épaississement, Déshydratation, lit de séchage, ...).

III.8. 2 .Comment dimensionner une micro station d'épuration

III.8. 2 .1.Calcul de l'équivalent habitant (EH):

Les règles de base sont :

1. 8 à 40 m^2 = 1 pièce principale;
2. 40 à 60 m^2 = 2 pièces principales;
3. 60 à 80 m^2 = 3 pièces principales;
4. Au-delà de 80 m^2 , il faut calculer la surface supplémentaire et ajouter 1 pièce principale pour chaque 20 m^2 .

III.8. 2 .2.Calcul de matières volatiles sèches (MVS)

Taux de matières volatiles sèches (MVS).On la calcule sur de l'eau filtrée en soustrayant du poids à sec après un séchage à 105 °C le poids cuit après calcination à 550 °C.

III.8. 2 .3. Calcule de volume d'un bassin d'aération

Nous avons besoin de 3 données pour calculer le volume, toutes exprimées en mètre : la longueur, la largeur, et la profondeur moyenne du bassin. La longueur : il vous suffit de mesurer l'étang d'un bout à l'autre. La largeur : il vous suffit de mesurer l'étang d'un bout à l'autre.

III.8. 2 .4. Calcule de rendement épuratoire

Les performances épuratoires d'une station de traitement des eaux usées sont fixées en concentrations maximales en sortie de STEU ou en rendement minimal calculé en faisant le rapport entre la pollution sortante et la pollution entrante dans la station.

III.8. 2 .5. Durée de vie d'une station

Une station est une filière agréée dédiée à l'assainissement non collectif. À la fois performant et compact, ce dispositif possède une durée de vie moyenne de 20 ans.