

Département Des Yvelines (78)

**VILLE D'AUBERGENVILLE**

Construction d'une station d'épuration

**Partie III**

**Descriptif de la station**

<b>Chapitre 1 Bases de dimensionnement.....</b>	<b>2</b>
<b>Chapitre 2 Pré traitement.....</b>	<b>4</b>
<b>Chapitre 3 Bassin d'orage .....</b>	<b>16</b>
<b>Chapitre 4 Equipements d'autocontrôle Entrée.....</b>	<b>18</b>
<b>Chapitre 5 Boues activées aération prolongée.....</b>	<b>22</b>
<b>Chapitre 6 Equipements d'autocontrôle Sortie.....</b>	<b>45</b>
<b>Chapitre 7 Déshydratation.....</b>	<b>48</b>
<b>Chapitre 8 Ventilation - Désodorisation .....</b>	<b>58</b>
<b>Chapitre 9 Services .....</b>	<b>69</b>
<b>Table des matières .....</b>	<b>71</b>

# Chapitre 1

## Bases de dimensionnement

### 1. Charge à traiter – caractéristiques de l'eau brute

Le réseau d'assainissement de la ville d'Orange est de type unitaire

Les débits et charges hydrauliques retenues pour le dimensionnement de la station ainsi que les niveaux de rejet associés à la filière de traitement sont détaillés dans les tableaux ci-après.

#### Volumes journaliers

Données de bases	Unités	Flux journalier	Condition de pointe
<i>Capacité en Equivalent Habitant</i>	EH	13 600	17 167
<i>Charge hydraulique sur biologique</i>			
Débit nominal	m <sup>3</sup> /j	2 715	5 340
Débit moyen	m <sup>3</sup> /h	113	223
Débit de pointe	m <sup>3</sup> /h	203	260
Coefficient de pointe		1,79	1,17

#### Charges polluantes

Données de bases	Unités	Flux journalier	Condition de pointe
<i>Flux de pollution à traiter</i>			
DBO <sub>5</sub>	kg/j	816	1 030
DCO	kg/j	1 632	2 160
MeS	kg/j	1 224	1 750
NK	kg/j	204	335
PT	kg/j	34	45

Données de bases	Unités	Condition nominale	Condition de pointe
<i>Rapports moyens résultants</i>			
DCO / DBO <sub>5</sub>		2,00	2,10
MES / DBO <sub>5</sub> = a		1,50	1,70
DBO <sub>5</sub> / NK		4,0	3,1
DBO <sub>5</sub> / P		24	23

### Concentrations eau brute

Les concentrations moyennes résultantes sont alors les suivantes :

Données de bases	Unités	Condition nominale	Condition de pointe
<i>Concentration moyennes résultantes</i>			
DBO5	mg/l	301	193
DCO	mg/l	601	404
MeS	mg/l	451	328
NK	mg/l	75	63
PT	mg/l	13	8
Température minimale	°C	12	12

## 2. Limites de garanties

Les effluents présenteront des caractéristiques conformes aux stipulations du CCTG Fascicule 81 Titre 2 de mars 2003 et devra présenter une DCO dure inférieure à 45 mg/l. Les performances liées au traitement de l'azote sont dues lorsque la concentration en azote réfractaire ne dépasse pas 3 mg/l par temps sec.

## **Chapitre 2**

### **Pré traitement**

---

#### **1. Principe**

---

Le prétraitement comprend les ouvrages d'arrivée de l'eau usée sur la station.

Il permet de débarrasser les eaux des corps étrangers pouvant poser des problèmes dans la suite du traitement (corps flottants et graisses, éléments grossiers, sables,...).



### Schéma de principe : dégrillage et relevage temps sec/temps de pluie

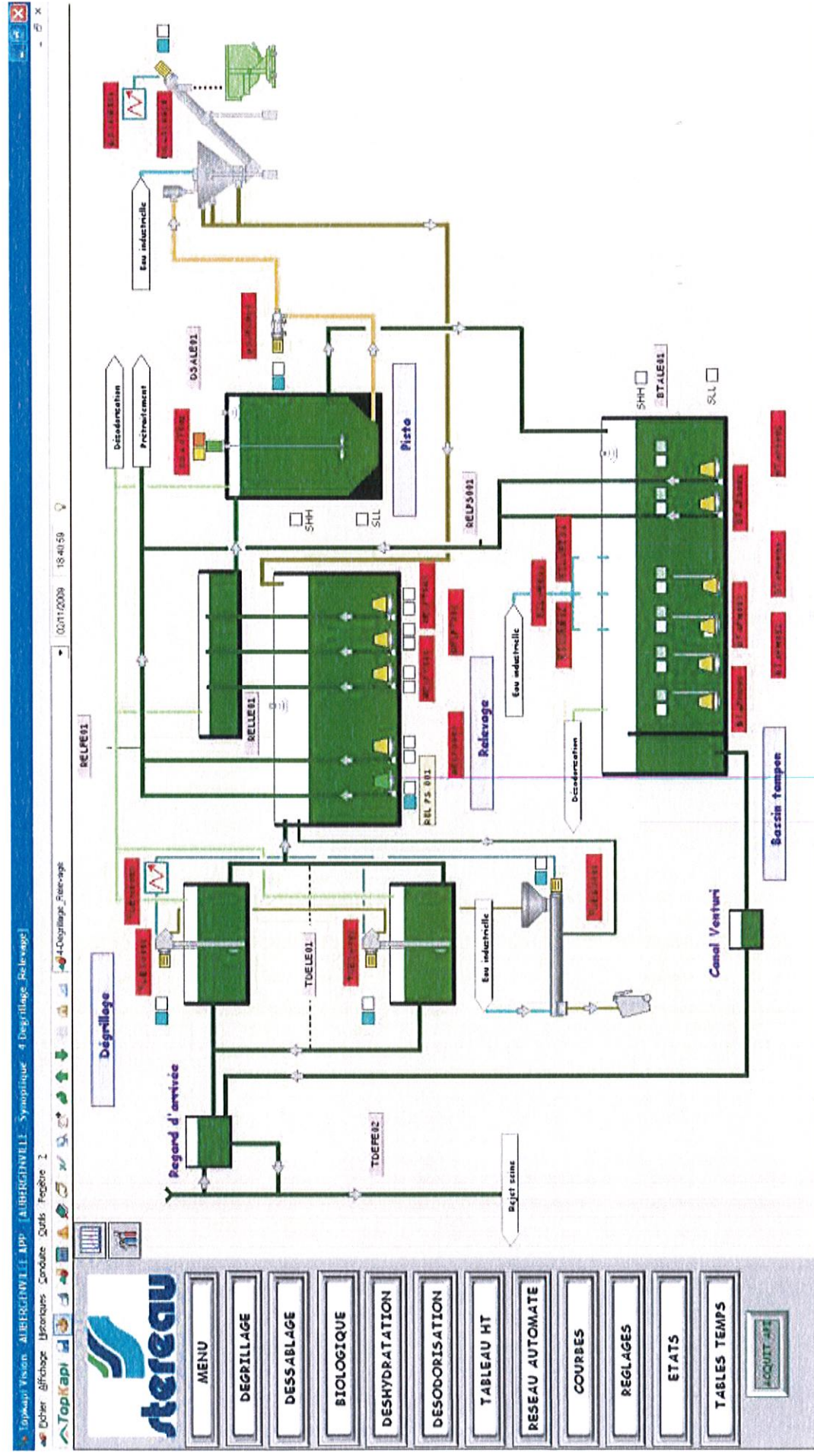
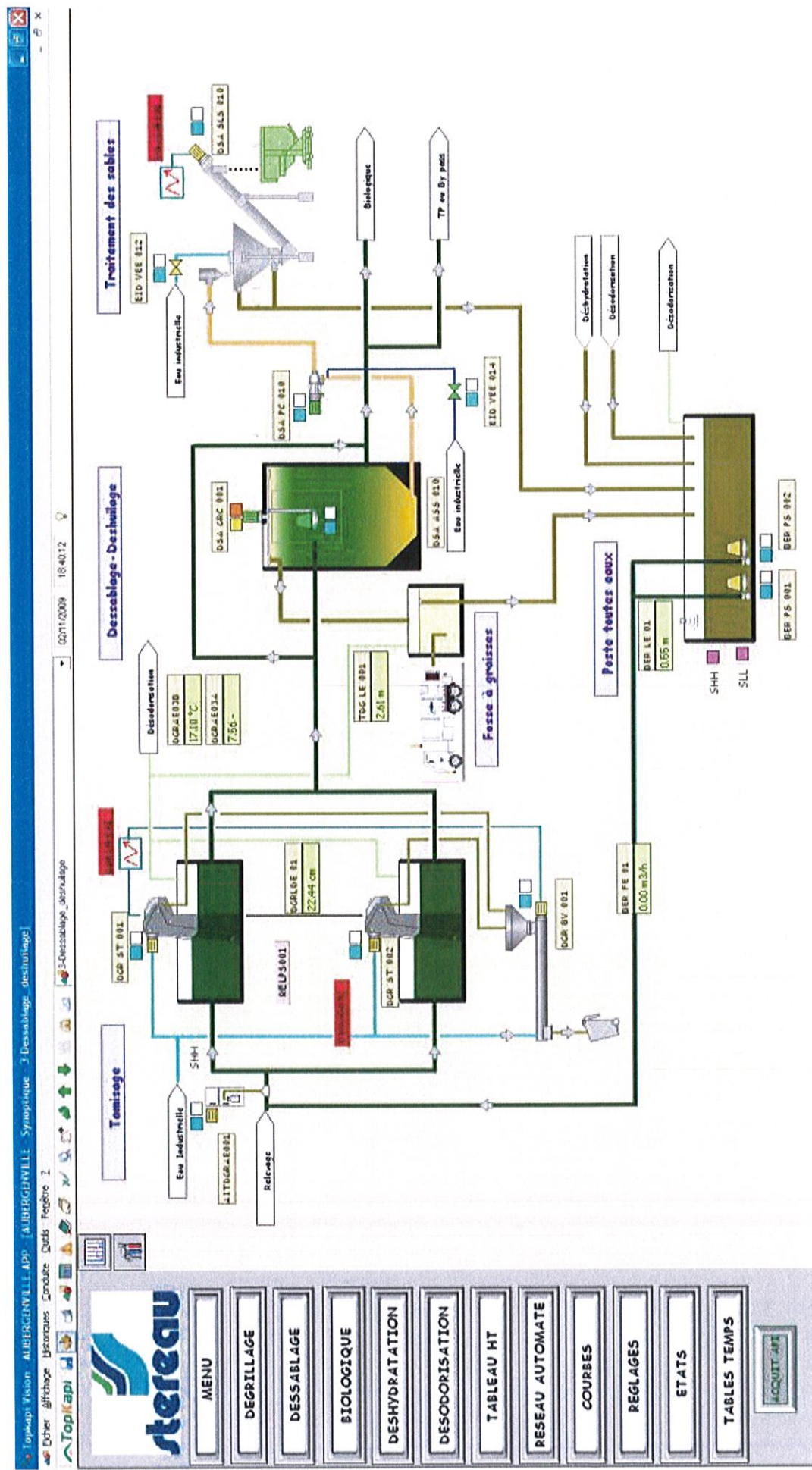


Schéma de principe : *prétraitement station*





## 2. Descriptif des ouvrages

Les eaux à traiter arrivent sur la station par la conduite gravitaire en DN 500 en provenance du réseau d'assainissement.

Ce réseau est de type unitaire et séparatif.

La station peut être isolée par une vanne en amont du dégrillage.

### Caractéristiques de la vanne murale

	Unité	Caractéristiques
Repère PID		DGR GMU 100
Dimension		

### 2.1. Dégrillage

Le dégrillage débarrasse l'eau brute des plus gros déchets qu'elle contient.

Le canal principal est équipé de deux dégrilleurs automatiques placé dans des canaux isolables par la mise en place de batardeaux.

### Caractéristiques du dégrillage grossier

	Unité	Valeur
Repère PID	2	DGR ST 002 DGR ST 006
Nombre de canaux	U	2
Type de dégrilleur		Vertical
Espacement entre les barreaux	mm	40
Largeur de grille	m	
Puissance	kW	

Les dégrilleurs sont équipés en amont et en aval d'une mesure de perte de charge afin de gérer leur enclenchement.

Un séquenceur de temps programmable pour un fonctionnement préréglé tout au long de la journée assure un nettoyage des grilles même pendant les périodes de faible débit.

### **Devenir des déchets**

Les déchets sont collectés sur les grilles. Ils sont ensuite repris par une vis transporteuse dont le fonctionnement est synchronisé à celui du dégrilleur.

Ils sont ensuite compactés en extrémité de vis avant leur stockage et leur évacuation par conteneurs.

Caractéristiques de la vis de compactage

	Unité	Caractéristiques
Repère PID		TDE BV 001
Longueur	mm	
Diamètre	mm	

2.2. Relevage Temps sec

Le poste de relèvement collecte les effluents et abrite 2 pompes submersibles fonctionnant l'une en secours de l'autre destinées à alimenter les ouvrages de prétraitements.

Des variateurs de fréquence placés sur les pompes permettent d'adapter le débit relevé au débit entrant afin d'alimenter le plus régulièrement possible l'unité et fiabiliser la qualité du traitement.

Caractéristiques des pompes de relèvement

	Unité	Caractéristiques
Repère PID		REL PS 001 REL PS 002
Nombre de pompe	U	2
Type de pompe		Immergée
Débit unitaire (mini/maxi)	m <sup>3</sup> /h	260
Puissance	kW	11
HMT	mCE	9

La fosse est équipée d'une mesure de niveau pour assurer la régulation de niveau et de deux poires de niveau pour le fonctionnement en mode dégradé.

Un préleveur est installé en amont des dégrilleurs fins.

Le volume pompé est comptabilisé par un débitmètre.

2.3. Relevage temps de pluie

Le poste de relèvement collecte les effluents et abrite 3 pompes submersibles fonctionnant en cascade destinées à alimenter les ouvrages de prétraitements.

Le poste est commun avec celui du temps sec.

Le poste abrite 2 pompes (et 1 secours) submersibles fonctionnant en cascade destinées à alimenter les le lagunage.

Caractéristiques des pompes de relèvement

	Unité	Caractéristiques
Repère PID		REL PT 001 REL PT 002 REL PT 003
Nombre de pompe	U	Vitesse fixe
Type de pompe		Immergée
Débit unitaire (mini/maxi)	m <sup>3</sup> /h	3800
Puissance	kW	48,3
HMT	mCE	5,17



La fosse est équipée d'une mesure de niveau pour assurer la régulation de niveau (commun pour l'ensemble des pompes temps sec et temps de pluie).

Des contacts de niveau permettent de gérer les sécurités de pompes.

L'effluent de temps de pluies est dirigé vers l'ouvrage de dessablage dénommé « PISTA » dans lequel les sables piégés sont repris par pompage et lavés pour être ensuite transférés vers une benne fermée. L'effluent transite ensuite vers le bassin d'orage.

## 2.4. Dégrillage fin

Les tamiseurs permettent d'affiner le dégrillage assuré par les dégrilleurs grossiers.

### Caractéristiques des tamiseurs

Dégrilleur	Unité	Valeur
Repères PID		DGR ST 001 DGR ST 002
Nombre de files installées	u	2
Entrefer	mm	6
Largeur du canal	m	0,75
Débit maximum	m <sup>3</sup> /h	260
Perte de charge maximale	mmCE	250

Le local dégrillage fin est équipé d'une mesure d'H<sub>2</sub>S. Cet équipement est installé pour assurer la sécurité du personnel.

Une mesure en amont dégrillage fin permet de générer une alarme.

## 2.5. Dessablage – Dégraissage

Le bassin de dessablage-dégraissage protège la station contre :

- la venue de sables et graviers qui peuvent former des dépôts dans les ouvrages et détériorer les équipements.
- la venue de graisses qui peuvent perturber le fonctionnement de l'étage biologique : diminution du rendement de transfert en oxygène – développement du moussage.

Les ouvrages de la station sont de type cylindro-conique.

L'ouvrage est équipé :

- d'un dispositif de raclage des graisses en surface qui les ramène dans une goulotte d'où elles s'écoulent dans une fosse.
- d'un aérateur, produisant des micros bulles, installé dans cet ouvrage afin d'aider la flottation des corps gras, et de laver les sables qui décanteront par mise en mouvement de l'eau en partie basse fonctionnant en continu.
- d'une reprise des sables déposés au fond d'ouvrage par pompage avec possibilité de marche séquentielle.

Dégraisseur - Dessableur cylindro-conique : Caractéristiques et dimensionnement

Paramètres	Unité	Caractéristiques
Nombre de bassins	u	1
Diamètre utile	m	5
Surface unitaire	m <sup>2</sup>	19,6
Volume unitaire	m <sup>3</sup>	47

Caractéristiques de la racle

Paramètres	Unité	Caractéristiques
Repère PID		DSA GRC 001
Puissance	kW	0,19

Caractéristiques de la turbine

Paramètres	Unité	Caractéristiques
Repère PID		DAS ASS 010
Nombre		1
Puissance	kW	2,2

## 2.6. Récupération des graisses

Les graisses récupérées par la racle de surface sont directement dirigées vers le concentrateur à graisses.

## 2.7. Récupération des sables

Les sables sont piégés dans les dessableurs puis extraits à l'aide d'un groupe de pompage. Les sables pompés sont envoyés directement vers le classificateur à sable

### Caractéristiques de l'extraction des sables

	Unité	Caractéristiques
Repère PID		DSA PC 010/011
Nombre pompe	U	1 (+1 secours magasin)
Type de pompe		Centrifuge
Débit unitaire	m <sup>3</sup> /h	20
HMT	mCE	1,7
Puissance	kW	1,1

La pompe est équipée d'EV pour assurer l'arrosage des garnitures mécaniques.

## 2.8. Traitement des sables

Le lavage et l'essorage des sables s'effectuent dans un seul appareil.

Les eaux sableuses arrivent dans le caisson du classificateur où le sable tombe vers la vis sans fin, tandis que l'eau claire passe sur le déversoir et dans une goulotte située à l'arrière de l'appareil pour ensuite être dirigée vers le poste toutes eaux.

Au niveau de la vis, une électrovanne permet une injection séquentielle d'eau industrielle pour détacher les matières organiques des sables. L'action mécanique de la vis permet ensuite d'essorer les sables.

La vis d'évacuation amène les sables lavés et égouttés jusqu'à la benne de stockage.

### Caractéristiques du laveur de sable

Caractéristiques		Caractéristiques
Repère PID		DSA SLS 010
Capacité de traitement en débit	m <sup>3</sup> /h	15
Capacité de traitement en sable	kg/h	220
Alimentation eau de lavage	m <sup>3</sup> /h	1,8
Pression de l'eau	bar	2,5
Puissance	kW	0,55



## 2.9. Stockage des sables traités

En sortie de laveur, les sables s'écoulent gravitairement vers une benne.

### Caractéristiques du stockage des sables lavés

Caractéristiques		Caractéristiques
Type de stockage		Benne
Nombre d'unité		1
Volume unitaire	m <sup>3</sup>	1

## 3. Bases théoriques

### 3.1. Dégraissage dessablage

#### Séparation des sables

La séparation des sables se fait selon les lois de la sédimentation en chute libre qui met en jeu la gravité. Pour que les sables soient piégés, leur vitesse de sédimentation (les sables sont plus denses que l'eau) doit être inférieure à la vitesse ascensionnelle.

La vitesse ascensionnelle est définie comme le rapport entre le débit d'eau et la surface au miroir de l'ouvrage.

#### Séparation des graisses

L'appellation graisses regroupe dans le domaine des eaux résiduaires urbaines de nombreux composés. Il s'agit pour l'essentiel des huiles et des graisses provenant des habitations, garages, usines.

La séparation des graisses s'effectue par différence de densité, les huiles et les graisses surnageant dans un bassin où les eaux sont tranquillisées. Une injection de fines bulles d'air permet, par un effet de coalescence, une meilleure capture des graisses et facilite la récupération en surface.

Les graisses piégées en surface sont récupérées grâce à un système de racleage automatique.

Les paramètres pris en compte pour le dimensionnement des ouvrages sont :

Le temps de séjour

$$t[mn] = \frac{V[m^3]}{Q[m^3/h]} \times 60$$

a vitesse ascensionnelle :

$$V_{asc} [m/h] = \frac{Q[m^3/h]}{S[m^2]}$$

Fonctionnement des dégraisseurs

Dimensionnement	Unité	Condition nominale
<b>Conditions de pointe</b>		
Débit (sans retours)	m <sup>3</sup> /h	260
Nombre d'ouvrage		1
Diamètre	m	5
Surface unitaire	m <sup>2</sup>	19,6
Volume unitaire	m <sup>3</sup>	47
Temps de séjour	mn	10,8
Vitesse ascensionnelle	m/h	13,3
<b>Conditions moyenne</b>		
Débit (y compris retours)	m <sup>3</sup> /h	203
Nombre d'ouvrage		1
Diamètre	m <sup>3</sup>	5
Surface	m <sup>2</sup>	19,6
Volume	m <sup>3</sup>	88
Temps de séjour	mn	26,0
Vitesse ascensionnelle	m/h	10,3

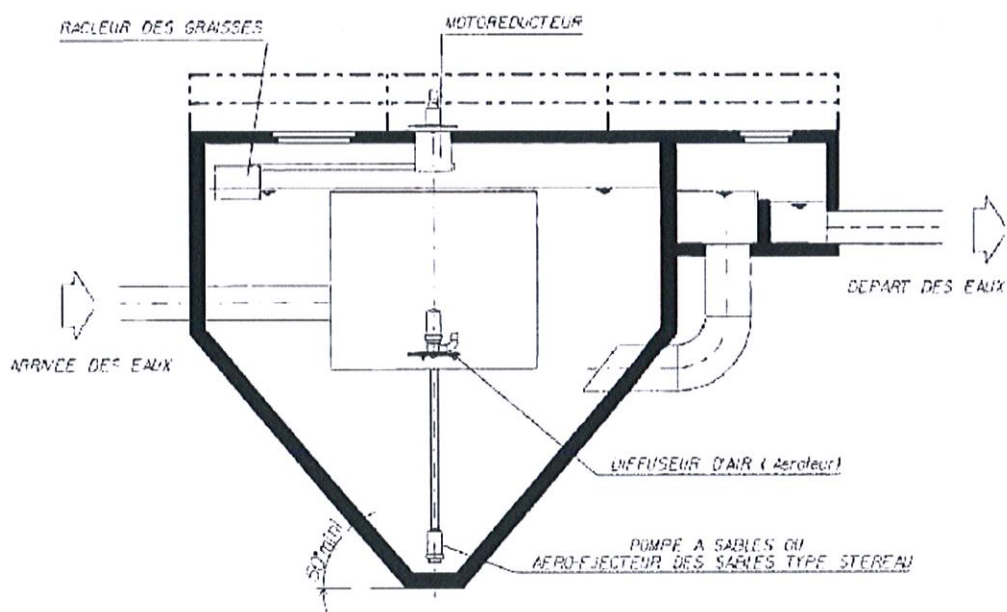
Quantité de sable

Dimensionnement	Unité	Condition nominale
Volume horaire de pointe	m <sup>3</sup> /h	260
<b>Quantité de sable extrait</b>		
Ratio par m <sup>3</sup> d'eau brute	g/m <sup>3</sup>	20
Quantité sable estimés	kg/h	5,2
Conc estimée des sables extraits	g/l	30
Vol eaux sableuses à extraire	m <sup>3</sup> /h	0,2
Densité moyenne sable lavé		1,8
Volume de sable extrait	l/h	3
Volume fosse	m <sup>3</sup>	1,0
Autonomie	j	14



Quantité de graisses

Dimensionnement	Unité	Condition nominale
Volume journalier	m <sup>3</sup> /j	2 715
<b>Quantité de graisses extraites</b>		
Ratio MS par EH	gMS/EH	4,0
Quantité graisses estimés	kg/j	54
Ratio résultant	gMS/m <sup>3</sup>	20,0
<b>Quantités estimées à évacuer</b>		
Concentration des graisses	g/l	100,0
Volume correspondant	m <sup>3</sup> /j	0,5
Volume fosse	m <sup>3</sup>	35,0
Autonomie	j	64,3



## Chapitre 3

### Bassin d'orage

#### 1. Principe

##### Bassin d'orage

Le débit à l'entrée du traitement biologique des eaux est limité à la valeur maximum acceptable pour le traitement.

Le bassin d'orage permet d'admettre un débit excédentaire sur la STEP qui est stocké dans un bassin tampon après passage par les prétraitements identiques à ceux de la filière de temps sec.

L'effluent est relevé par les pompes temps de pluies.

#### 2. Descriptif des ouvrages

##### 2.1. Débit limite acceptable sur la station

La capacité hydraulique de la station est limitée pour ne pas aboutir à un sur dimensionnement des ouvrages.

Lorsque le débit d'eaux brutes dépasse 260 m<sup>3</sup>/h, les eaux dégrillées sont dirigées vers le poste de pompage dédié aux eaux de temps de pluie. Ce poste permet d'envoyer ces sur débits de temps de pluie dans le bassin d'orage où ils seront stockés en attendant d'être traités en différé sur la station. Un débitmètre électromagnétique est placé sur la conduite de refoulement.

##### Capacité hydraulique de la station

	Unité	Valeurs
Débit maximum arrivant sur la station	m <sup>3</sup> /h	3800
Débit maximum admissible sur les pré traitements	m <sup>3</sup> /h	260
Débit maximum sur biologique	m <sup>3</sup> /h	598
Débit pouvant être écrêté vers bassin d'orage	m <sup>3</sup> /h	1900

##### 2.2. Ecrêtage

La limitation du débit se fait par calage d'un débit maximum admissible vers la station. Dès que le débit vers la station est à son maximum, les pompes temps de pluies fonctionnent. Une fraction importante de l'effluent est détournée vers le bassin tampon. La station reste alimentée normalement au débit maximum.

### 2.3. Bassin d'orage

Le bassin d'orage est destiné à recevoir et à stocker les sur débits liés aux épisodes pluvieux.

En cas d'incident (défaillance majeur sur la file biologique, pollution en entrée de station,...), il est prévu que le bassin tampon puisse recevoir la totalité de l'eau arrivant sur la station.

Le bassin tampon est équipé :

- d'équipement de nettoyage par pulvérisation d'eau industrielle
- d'une mesure de niveau US et d'une poire de niveau très haut

En cas de surverse du bassin d'orage, un dispositif de comptage et de prélèvement permet de connaître le flux de pollution rejeté.

#### Caractéristique du bassin tampon

Paramètres	Unité	Valeur
Débit maximum d'alimentation	m <sup>3</sup> /h	1 900
Nombre de bassins	U	1
Volume total	m <sup>3</sup>	3 000

### 2.4. Vidange de l'ouvrage

La vidange totale du bassin d'orage se fait par l'intermédiaire de pompes en tube vers le poste de relèvement.

La vidange du bassin se fait quand le débit en entrée station est inférieur à un niveau de consigne.

#### Caractéristiques des pompes de restitution

	Unité	Caractéristiques
Repère PID		REL PT 001 REL PT 002 REL PT 003
Nombre de pompe	U	Vitesse fixe
Type de pompe		Immergée
Débit unitaire (mini/maxi)	m <sup>3</sup> /h	3 800
Puissance	kW	48,3
HMT	mCE	5,17



## Chapitre 4

### Equipements d'autocontrôle Entrée

#### 1. Principe

La mesure de concentration après analyse des prélèvements et la connaissance du débit d'eaux brutes permettent de déterminer les flux de pollutions en différents endroits de la station.

La mesure de concentration en sortie de station et la connaissance du débit d'eaux traitées permettent de déterminer si le rejet est conforme aux garanties contractuelles.

#### 2. Descriptif des ouvrages

##### 2.1. Débitmètres installés

##### Débitmètres en canal ouvert

Dans un débitmètre en canal ouvert, la hauteur d'eau est proportionnelle au débit passant à travers le canal jaugeur. La courbe débit / hauteur dépend des caractéristiques propres du canal (type – dimension - ...).

L'écoulement à travers le canal est de type gravitaire.

On distingue principalement les canaux jaugeurs suivants :

- Venturi
- Lame mince rectangulaire à pelle avec ou sans contraction
- Lame mince triangulaire à pelle

Les mesures de hauteur d'eau sont faites par un capteur ultra son

##### Localisation des débitmètres en canal ouvert

Filière	Nature	Caractéristiques	Repère PID
Eau	Surverse bassin d'orage	XXXX m <sup>3</sup> /h	

## Débitmètres électromagnétiques

Le comptage des volumes se fait à l'aide de débitmètres électromagnétiques placés sur les canalisations de refoulement.

La mesure de débit se fait en déterminant la vitesse d'écoulement de l'eau dans la canalisation (V) et en multipliant par la section de la canalisation (S)

### Localisation des débitmètres électromagnétique

Filière	Nature	Caractéristiques	Repère PID
Eau	Relèvement vers prétraitement	260 m <sup>3</sup> /h	REL FE 01
Eau	Bassin tampon vers prétraitements	150 m <sup>3</sup> /h	BTA FE 01

## 2.2. Nature des débits calculés

### Débit d'eau brute

Le débit d'eau brute de REL FE 01 correspond au débit arrivant sur les tamiseurs.

### Ecrêtage du bassin d'orage

Le débit BTA FE 01 correspond au débit total envoyé du bassin d'orage vers les tamiseurs.

### Surverse bassin d'orage

Le débit BTA FIT 09 correspond au débit rejeté sans traitement à la Meynes

## 2.3. Prélèvements

### Préleveur automatique

Un préleveur automatique est un équipement permettant de réaliser des échantillons représentatifs du liquide qui s'écoule et de les stocker dans des récipients pour une analyse ultérieure.

Un préleveur automatique comprend les parties suivantes :

- Le système d'aspiration (pompe sous vide ou pompe péristaltique)
- Le stockage des effluents dans des récipients
- Les équipements de commande

Les préleveurs sont installés dans des enceintes réfrigérées afin de conserver l'échantillon prélevé dans de bonnes conditions et éviter qu'il n'évolue.

La représentativité de l'échantillon peut se faire proportionnellement au débit ou proportionnellement au temps. Dans le premier cas, le prélèvement est asservi à un volume passé. Dans le second cas, le prélèvement est fait selon un programme pré déterminé.

En croisant mesure de débit et analyse de la qualité de l'eau, il est alors possible de connaître des flux de pollution.



Localisation des points de prélèvements

Nature	Nombre	Localisation	Repère PID
Eau brute	1	Amont tamiseur	DGR AE 01

Caractéristiques des préleveurs

	Unité	Valeurs
Asservissement		Débitmètre ou intervalle de temps
Prise d'échantillon	ml	20 - 200
Nombre de flacons	U	24 * 1L

---

**3. Théorie**

---

**3.1. Canal ouvert**

---

Un canal jaugeur comprend plusieurs parties :

- le canal d'approche qui sert à tranquilliser l'écoulement et permet de s'assurer que l'écoulement soit de type laminaire au droit de la mesure
- le canal de mesure proprement dit.

La mesure de hauteur peut se faire à l'aide de différents équipements :

**Capteur ultra son**

Lorsqu'une onde sonore se propage dans l'air et rencontre un obstacle, la majeure partie de l'onde est réfléchiée. La mesure de niveau se déduit alors du temps mis par l'onde pour faire le parcours aller et retour entre le générateur / récepteur ultra son et le niveau supérieure de l'eau.

---

**3.2. Débitmètre électromagnétique**

---

Les débitmètres électromagnétiques utilisent la loi de Faraday. L'eau contient des ions dissociés, formant des charges électriques. Leur déplacement peut être détecté en faisant passer le liquide à travers un champ magnétique. La tension induite par le déplacement du liquide est directement proportionnelle à la vitesse moyenne d'écoulement

---

**3.3. Préleveurs**

---

Le point de prélèvement doit être situé dans un milieu homogène, suffisamment brassé et turbulent, cela afin de prendre correctement les matières en suspension et flottantes.

Il faut éviter autant que possible un prélèvement dans un écoulement laminaire.

Les préleveurs doivent respecter :

- une vitesse d'aspiration minimale de 0,5 m/s
- un diamètre minimal du tuyau d'aspiration de 9 mm
- un volume unitaire prélevé par cycle supérieur à 50 ml
- un écart limite de 5 % entre le volume d'échantillon prélevé et celui devant être obtenu
- l'existence d'un système de purge du circuit de prélèvement avant chaque prise d'échantillon

On obtiendra un échantillon représentatif si :

- on asservi le préleveur à une mesure de débit,
- la fréquence de prélèvement se situe au minimum entre 6 à 7 par heure et que le nombre de prise journalière dépasse 150.

## **Chapitre 5**

### **Boues activées aération prolongée**

---

#### **1. Principe**

---

Afin de satisfaire aux objectifs de rejet, notamment vis à vis de l'azote, la mise en œuvre d'un procédé à boues libres du type boues activées constitue le meilleur compromis technico-économique pour atteindre ces objectifs.

L'aération prolongée sans décantation primaire permet de :

- maintenir des conditions optimisées de cohabitation des microorganismes nitrifiants et dénitrifiants
- conserver un rapport C/N favorable à des cinétiques élevées de dénitrification

Le bassin d'aération est constitué :

- d'une zone de contact
- d'une zone d'anaérobie
- d'un chenal d'aération avec dissociation aération-brassage

Les boues formées par la biomasse lors de l'élimination de la pollution sont piégées dans le clarificateur. L'eau clarifiée est récupérée par surverse, avant d'être rejetée dans le milieu naturel.

Les boues récupérées en fond de clarificateur sont :

- pour partie recirculées en tête des bassins de boues activées afin de maintenir la concentration optimum en biomasse nécessaire à la dépollution
- pour partie, extraites vers la filière boues où elles sont déshydratées avant évacuation en dehors de la station.

## 2. Descriptif des ouvrages

La répartition des volumes entres les ouvrages est détaillé ci-dessous.

### Répartition en volume des différentes zones

	Unités	Caractéristiques
Nombre de file		1
Zone de contact	m <sup>3</sup>	25
Zone d'anaérobie	m <sup>3</sup>	975
Bassin aéré	m <sup>3</sup>	3 355
Total bassins	m <sup>3</sup>	4 355

### Principales caractéristiques de fonctionnement Moyen

Paramètres	Unité	Condition nominale
Charge entrée station	kg DBO <sub>5</sub> /j	816
Concentration en MVS	g/l	3,6
Volume total	m <sup>3</sup>	4 355
Charge massique	kg DBO <sub>5</sub> /kgMVS.j	0,05
Charge volumique	kg DBO <sub>5</sub> /m <sup>3</sup> .j	0,19







## 2.1. Zone de Contact

La zone de contact est un bassin brassé mécaniquement, alimenté en eaux brutes et boues de recirculation où la biomasse est soumise à un stress violent.

Son installation en tête d'activation a été retenue pour les raisons suivantes :

- prise en compte du traitement des eaux de pluie (phénomène de dilution)
- prévention du risque de développement de bactéries filamenteuses responsables du phénomène de moussage et de la détérioration de la décantabilité des boues
- limitation du risque de carence nutritionnelle au niveau du floc dans la mesure où ces derniers ne sont pas très marqués

Une répartition par déversoir permet de diriger :

- 25 % des boues recirculées vers la zone de contact
- 75 % des boues recirculées vers la zone anaérobie

### Caractéristiques de la zone de contact

Caractéristiques	Unités	Par file
Hauteur d'eau	m	5,5
Volume unitaire	m <sup>3</sup>	25

### Caractéristiques des agitateurs de la zone de contact

Caractéristiques	Unités	Par file
Repère PID		BAE ATS 001
Nombre d'agitateur par file	U	1
Type d'agitateur		vitesse rapide
Puissance unitaire	kW	2,21

Le facteur dimensionnant de la zone d'anaérobie est la charge appliquée en DCO par kg MES.

La valeur conventionnelle doit être voisine de 100 g DCO / kg MES.

## 2.2. Bassin anaérobie

La zone d'anaérobiose est une zone dans laquelle les bactéries relarguent du phosphore, pour en absorber une quantité plus importante dans le bassin d'aération. Elle participe également à l'abattement de la pollution carbonée.

Le bassin d'anaérobie reçoit les effluents à traiter et les boues de recirculation issues de la clarification. L'ensemble est homogénéisé par 1 agitateur immergé relevable.

La conception des bassins anaérobies en forme d'anneau avec une grande hauteur d'eau permet le déplacement de la masse d'eau par tranches successives, sans possibilité de création de courant préférentiel ce qui permet d'obtenir les meilleurs rendements de déphosphatation biologique.

Le bassin d'anaérobiose dispose d'une mesure de potentiel rédox.

Caractéristiques du bassin d'anaérobiose

Caractéristiques	Unités	Par file
Diamètre du bassin	m	15
Hauteur d'eau	m	5,5
Volume unitaire	m <sup>3</sup>	1 000

Caractéristiques des agitateurs des bassins d'anaérobiose

Caractéristiques	Unités	Par file
Repère PID		BAE ATS 04 BAE ATS 05
Nombre d'agitateur	U	2
Type d'agitateur		Vitesse rapide
Puissance unitaire	kW	3,7

### 2.3. Bassin d'aération

Le bassin d'aération sert à :

- l'abattement de la pollution carbonée
- la nitrification (lors des phases aérées)
- et la dénitrification (lors des phases non aérées)

Caractéristique du chenal d'aération

Paramètres	Unité	Valeurs
Diamètre intérieur	m	2,3
Diamètre extérieur	m	10,8
Volume	m <sup>3</sup>	3 355
Niveau statique	m	5,5

#### Dissociation aération brassage – Alternance de phase

La dissociation de l'aération et du brassage dans le chenal, combinée à la diffusion d'air sous forme de fines bulles, est une solution économique sur le plan énergétique, surtout en présence des variations de la charge polluante.

Elle permet :

- une amélioration sensible du transfert d'oxygène et par suite une réduction du coût énergétique
- une grande maîtrise du processus de nitrification-dénitrification
- une réduction de l'aération aux stricts besoins de l'oxygénation
- une grande souplesse de fonctionnement sans nuisance (bruits et aérosols) pour l'environnement immédiat de la station



### Aération oblique en chenal

L'utilisation couplée de diffuseurs à membranes et d'agitateurs lents permet l'aération séquentielle. L'aération peut être modulée en fonction des besoins par la durée de fonctionnement et par le débit des surpresseurs.

Grâce à l'alternance des phases d'aération et de non aération, chaque type de micro-organismes trouve les conditions optimales à son développement.

Un autre avantage du chenal à brassage lent est d'assurer une meilleure cohésion du floc favorable à la décantation.

La grande hauteur d'eau dans les bassins d'aération permet d'obtenir un transfert d'oxygène élevé conduisant à une consommation électrique modérée.

Dans le bassin d'aération, la diffusion d'air sous forme de « fines bulles » est réalisée par des diffuseurs équipés d'une membrane perforée en PEHD, installée sur des rampes en acier inoxydable équipées de vanne d'isolation.

Ces rampes sont relevables pour la manutention et ne nécessitent pas l'arrêt et la vidange du bassin d'aération.

Elles constituent chacune un module indépendant d'aération, ce qui permet en cas de rupture d'un des diffuseurs ou en cas de renouvellement, d'isoler chaque rampe de diffuseurs en manœuvrant une vanne papillon.

#### Caractéristiques de la diffusion d'air

	Unités	Par file
Type de diffuseurs		Membrane à micro fente en EPDM
Type de rampe		OXYFLEX
Nombre de rampes	U	5
Nombre de diffuseurs par rampe	U	100
Nombre total de diffuseurs	U	500

#### Caractéristiques des surpresseurs

	Unités	Par file
Repère PID		APR CS 001 APR CS 002
Nombre de surpresseurs	U	2
Type de surpresseur		Roots à VV
Débit unitaire maximum	m <sup>3</sup> /h	3 769
Pression de refoulement	mbar	700
Puissance	kW	96,4

Deux surpresseurs sont installés, l'un en secours de l'autre. Ils fonctionnent en alternance.

Les bassins d'aération disposent d'une mesure d'oxygène dissous et d'une mesure de potentiel rédox.



La canalisation de refoulement dispose d'une mesure de débit.

L'ajustement des durées d'aération permet de s'adapter à la charge polluante en entrée de station.

Pendant les phases d'arrêt de l'aération, les nitrates produits seront éliminés par dénitrification.

Le local suppresseur est équipé d'un ventilateur permettant d'extraire les calories du local. Ce ventilateur est piloté en fonction de la température du local (thermostat).

#### Caractéristiques des extracteurs

	Unités	Par file
Repère PID		APR CH 003
Type de ventilateur		Axial
Débit	m <sup>3</sup> /h	
Puissance	kW	

#### *Brassage*

Le bassin est équipé de deux agitateurs à grandes pales. Ce circulateur, fonctionnent 24 h/24.

En créant en permanence un courant de circulation, ils permettent :

- d'être dans les conditions optimales de l'aération oblique et d'augmenter la valeur du transfert d'oxygène
- de garder la biomasse homogène, même pendant les phases d'anoxie
- d'optimiser et de fiabiliser la régulation de l'apport en oxygène par la mesure combinée du Redox et de l'oxygène

#### Caractéristiques des agitateurs des bassins d'aération

Caractéristiques	Unités	Valeur
Repère PID		BAE ATS 002 BAE ATS 003
Nombre d'agitateur	U	2
Type d'agitateur		Pale banane
Diamètre des pâles	m	1,6
Puissance unitaire	kW	4,89

## Injection de sel de fer

Du sel de fer est injecté dans les bassins d'aération par des pompes doseuses. Il permet d'éliminer le phosphore non éliminé par voie biologique par précipitation physico-chimique.

### Caractéristiques du stockage du sel de fer

Caractéristiques	Unités	Caractéristiques
Repère PID		KCF RV 001
Volume de stockage	m <sup>3</sup>	20
Diamètre	m	

La cuve est équipée de 3 contacts de niveau (dépotage).

Deux pompes (une en secours de l'autre) permettent d'alimenter en sel de fer. Elles fonctionnent en alternance.

### Caractéristiques de l'injection des sels de fer

Caractéristiques	Unités	Caractéristiques
Repère PID		KCF PD 001 KCF PD 002
Type de pompe		A membrane
Débit max de la pompe	l/h	15
Puissance	kW	0,09

Par un dispositif de jeux de vanne, le sel de fer peut être envoyé vers le bassin d'aération ou vers la sortie du bassin d'aération.

## 2.4. Dégazage

Les liqueurs mixtes en provenance de l'aération contiennent des micro bulles et des boues flottantes qui doivent être retenues avant d'atteindre le clarificateur. En effet, la présence de ces éléments dans le clarificateur se traduirait par une remontée des boues.

### Caractéristiques du dégazage

Paramètre	Unités	Caractéristiques
Nombre	u	1
Surface unitaire	m <sup>2</sup>	6,5
Volume unitaire	m <sup>3</sup>	25

Le dégazeur est équipé d'un système de récupération des flottants.

Le système de récupération est constitué de 2 pelles permettant de faire surverser les flottants accumulés vers la fosse d'homogénéisation des boues.

Les flottants sont stockés dans une fosse adjacente au puits de recirculation.  
Les boues extraites sont mélangées aux flottants dans cette fosse.

Caractéristiques de bêche d'homogénéisation

Paramètre	Unités	Caractéristiques
Nombre	u	1
Surface	m <sup>2</sup>	2,8
Volume	m <sup>3</sup>	7

## 2.5. Clarification

C'est l'étape finale du traitement biologique. Le floc constitué dans le bassin d'aération sédimente au fond de l'ouvrage et l'eau clarifiée est évacuée par une surverse située sur la périphérie de l'ouvrage.

Caractéristiques de la clarification

Caractéristiques	Unités	Valeur
Nombre	U	1
Diamètre intérieur	m	23,5
Hauteur d'eau moyenne	m	2,5
Surface unitaire	m <sup>2</sup>	434
Type de raclage		Sucé

Caractéristiques du pont de clarificateur

Caractéristiques	Unités	Caractéristiques
Repère PID		CLA NR 001
Nombre	U	1
Diamètre	m	23,5
Puissance	kW	0,55

Le clarificateur dispose d'une mesure de voile de boues permettant de générer une alarme en cas de montée du voile de boues.



## Devenir des boues

Les boues déposées sur le radier de l'ouvrage sont reprises par des tubes suceurs pour être recirculées ou extraites à partir du puits à boues.

Des racles en forme de « V » guident les boues vers les tubes suceurs. Les boues remontent dans le tube par simple pression hydrostatique dans une goulotte suspendue à la passerelle tournante. Il est possible de régler le débit de succion de chaque tube par un dispositif approprié placé en tête de chacun d'entre eux.

Elles sont ensuite transférées dans la goulotte annulaire par siphon.

Delà, elles seront pompées afin d'être recirculées en partie en zone d'anaérobie et en zone de contact.

## Recirculation

La recirculation permet de ramener les boues dans le bassin d'aération et de maintenir une quantité de biomasse dans le bassin adapté à la pollution entrante.

### Caractéristiques de la fosse de recirculation

Paramètre	Unités	Caractéristiques
Nombre	u	1
Surface	m <sup>2</sup>	4,9
Volume	m <sup>3</sup>	15

Les postes sont équipés de contact de niveau permettant de gérer les sécurités sur les pompes.

Une vanne manuelle à opercule permet de faire communiquer la bêche de recirculation avec la bêche d'homogénéisation afin d'extraire les boues en excès.

### Caractéristiques des pompes de recirculation

	Unité	Caractéristiques
Repère PID		REC PS 001 REC PS 002
Nombre de pompe / CLA	U	2
Type de pompe		immergée
Débit unitaire	m <sup>3</sup> /h	290
Puissance	kW	10,1
HMT	mCE	4,1

La ligne de recirculation dispose d'un comptage de débit électromagnétique.

La répartition entre le pourcentage envoyé vers le contact et vers la zone d'anaérobie est réglée par vannage (jeux de vannes).

### Localisation des débitmètres électromagnétiques

Fillière	Nature	Caractéristiques	Repère PID
Boues	Recirculation	290 m <sup>3</sup> /h	REC FE 01

#### Devenir des flottants

Une cloison siphonide dans le clarificateur permet d'éviter que les flottants présents à la surface ne passent par surverse avec l'eau traitée.

Un raclage de surface permet de les collecter sur la totalité du rayon. Un dispositif d'écumage installé sur la goulotte de recirculation permet de récupérer les flottants et de le mélanger à la recirculation.

Le réglage se fait par des caissons réglables.

### **3. Bases théoriques**

La pollution carbonée est éliminée en quasi-totalité (90 à 95 %) par la biomasse hétérotrophe présente en grande quantité.

#### 3.1. Elimination de l'azote

L'azote est présent à l'origine dans les eaux usées urbaines sous forme organique et ammoniacale. L'essentiel est sous forme dissoute.

Son élimination dans une station d'épuration par voie biologique fait appel à divers processus qui sont l'ammonification, l'assimilation, la nitrification et la dénitrification.

##### **L'ammonification**

C'est la transformation de l'azote organique en azote ammoniacal par lyse des cellules et par hydrolyse ou désamination de l'urée et des acides aminés.

L'ammonification est très importante dans les stations de type aération prolongée.

Elle laisse néanmoins subsister dans l'effluent (en dehors de celui contenu dans les matières en suspension) un résidu d'azote organique constitué de composés présents à l'origine et de métabolites stables.

##### **L'assimilation**

Elle correspond à l'utilisation de l'azote ammoniacal pour la synthèse cellulaire. Une partie de l'azote est ainsi éliminée avec les boues en excès.

La stabilisation des boues qui provoque la lyse des micro-organismes diminue cette élimination et ce d'autant plus que le traitement est poussé.

A l'issue de la stabilisation aérobie dans une aération prolongée l'azote évacué avec les boues représente environ 8,3 % de la quantité de matières volatiles.

## La nitrification

C'est la transformation de l'azote ammoniacal en nitrates et ceci en deux étapes :

- La nitritation, oxydation de l'ammonium en nitrites sous l'action de bactéries nitreuses comme Nitrosomonas.
- La nitratation, oxydation des nitrites en nitrates effectuée par les bactéries nitriques comme Nitrobacter.

Ces bactéries sont aérobies strictes et sont autotrophes car elles utilisent exclusivement le carbone minéral (bicarbonates) pour leur croissance et l'oxydation de leurs substrats minéraux comme source d'énergie. Leur vitesse de croissance est faible par rapport aux hétérotrophes qui consomment la pollution carbonée organique.

Cela nécessite dans le cas des cultures libres mixtes le recours à des procédés à faible charge organique autrement dit carencés en carbone organique pour limiter la croissance des hétérotrophes par manque de substrat. La séparation des cultures dans des réacteurs dissociés ne constitue pas pour autant une solution car les bactéries nitrifiantes ne sont pas auto floculantes et leur séparation par décantation est difficile.

La nitrification autotrophe nécessite :

- Une charge organique limitée à 0,10 kg DBO<sub>5</sub>/kgMVS.j qui se traduit par un âge des boues élevé
- Une bonne oxygénation avec un taux d'oxygène dissous supérieur à 1,0 mg/l
- Une température favorable dont l'optimum se situe à 25° C, la croissance étant très réduite en dessous de 11° C
- Un pH légèrement alcalin 7,2 à 8,5 nécessitant dans les eaux à traiter une réserve d'alcalinité. En effet, les bactéries nitrifiantes consommant les ions bicarbonates, cela entraîne une chute d'alcalinité de 0,714° F/mg N nitrifié et par suite un risque d'acidification qui bloque le processus

## La dénitrification hétérotrophe

En plus des normes de rejet à respecter sur les nitrates, il est fortement conseillé d'éliminer les nitrates dans le bassin d'aération pour éviter tout risque de dénitrification dans le clarificateur conduisant à des remontées de boue et un risque important de non respect du niveau de rejet.

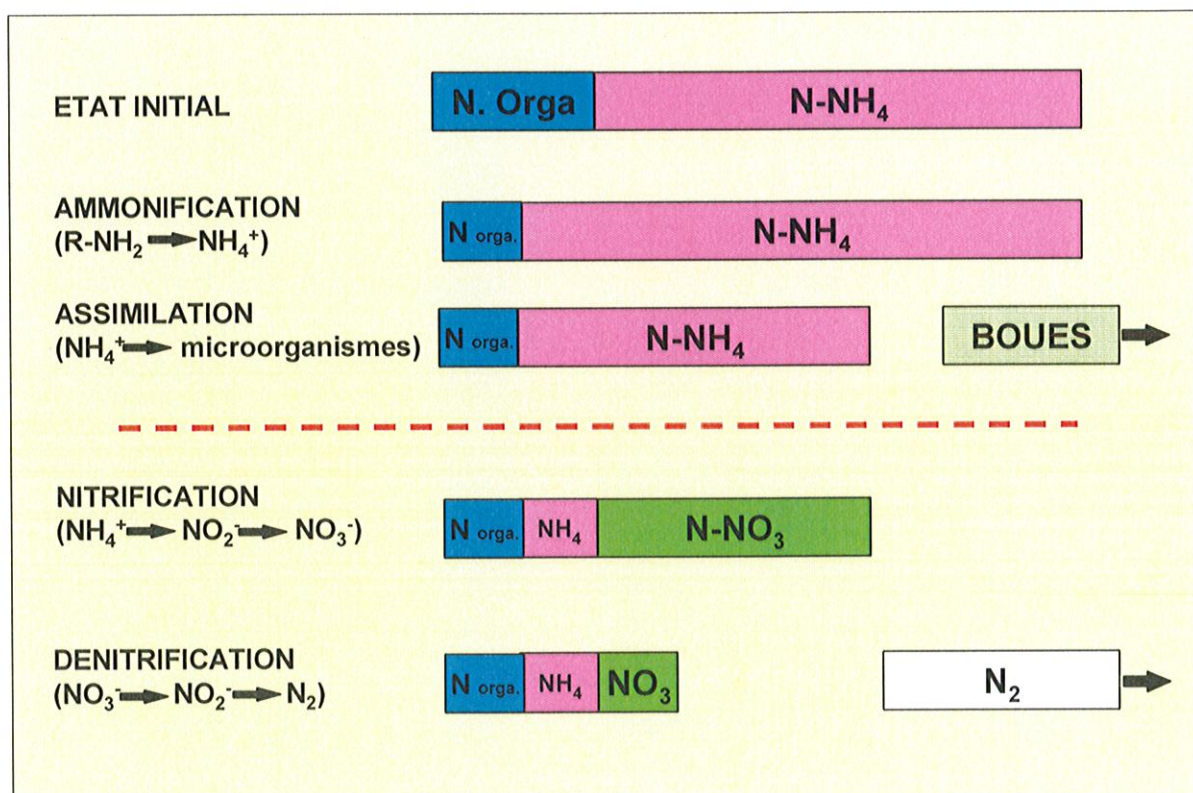
C'est la réduction par étapes successives des ions nitrates en azote gazeux par les micro-organismes aérobies qui assurent la biodégradation de la pollution carbonée. Ce processus est parfois appelé "respiration des nitrates" car il utilise la propriété qu'ont certains micro-organismes aérobies à utiliser l'oxygène combiné des nitrates pour leur respiration lorsqu'ils sont privés d'oxygène atmosphérique.



La dénitrification nécessite :

- Du carbone en quantité suffisante, celui-ci rapidement assimilable augmentant la vitesse de réaction. Il est particulièrement important dans les eaux usées. A ce sujet, la décantation primaire a un effet défavorable car les matières en suspension libèrent par hydrolyse des composés très biodégradables sous l'action enzymatique de bactéries qui, y trouvant un site favorable, les utilisent comme support.
- L'absence d'oxygène qui en présence de cultures mélangées (nitrifiantes-dénitrifiantes) est nécessairement obtenue en plaçant alternativement ces cultures dans des conditions anoxiques pour la dénitrification et aérées pour la nitrification. Pratiquement cette alternance est obtenue :
  - en interrompant séquentiellement l'aération dans le bassin de boues activées autrement dit par alternance de phases.
  - un faible âge des boues qui garantit une forte proportion de biomasse active et par suite une rapide consommation de l'oxygène des nitrates.

Schéma de principe élimination de l'azote



Les conditions de la nitrification et de la dénitrification sont très contradictoires.

Pour autant, il est possible dans un même bassin de nitrifier et de dénitrifier en alternant les périodes de marche et d'arrêt de l'aération. Cela nécessite une gestion fine des phases d'aération et de non aération.

La régulation de l'aération est asservie à la mesure de l'oxygène dissous et du potentiel d'oxydoréduction, les objectifs fixés conduisant à des concentrations résiduelles faibles à la fois en azote ammoniacal et en nitrates.

### Elimination de l'azote

Bilan Azote	Unités	Condition nominale
Concentration en MVS	g/l	3,5
Volume de la zone aérée	m <sup>3</sup>	3 355
<b>Bilan Azote - NTK</b>		
Q nominal	m <sup>3</sup> /j	2 715
Azote en entrée	mg/l	75
	kg/j	204
NK au rejet - Base de calcul	mg/l	5
	kg/j	14
NK assimilé par les boues	% DBO <sub>5</sub>	6
	kg DBO <sub>5</sub> /j	789
	kg N/j	44
Azote nitrique en sortie	mg/l	2
	kg/j	5
<b>Nitrification</b>		
Azote à nitrifier	kgN/j	146
Vitesse de nitrification	mgN/gMVS.h	1,5
Quantité nitrifiée	Kg N/h	17,6
Durée minimale aération	h/j	8,3
<b>Dénitrification chenal</b>		
Azote à dénitrifier	kg/Nj	141
Vitesse dénitrification	mgN/gMVS.h	1,7
Quantité dénitrifiée	kg N/h	20,0
Durée mini non aération	h/j	7,1
<b>Temps minimal de cumul des phase d'aération et de non aération</b>		
Durée totale	h/j	15,4



### 3.2. Besoin et fourniture d'oxygène

#### Calcul des besoins

Les besoins en oxygène comprennent ceux pour l'élimination de la pollution carbonée et ceux pour la nitrification dénitrification.

a) Les besoins relatifs à la pollution carbonée pour :

- la synthèse  $a' = 0,70 \text{ kg O}_2/\text{kg de DBO}_5$  éliminée, lorsque l'âge des boues est supérieur à 12 jours.
- l'endogénèse ou respiration endogène qui varie en fonction de l'âge des boues. Pour une station fonctionnant en aération prolongée,  $b' = 0,065$

b) La consommation spécifique d'oxygène pour la nitrification est de  $4,2 \text{ kg d'O}_2/\text{kg d'azote nitrifié}$ .

c) L'oxygène libéré par la dénitrification est de  $2,85 \text{ kg O}_2/\text{kg d'azote dénitrifié}$ .

Lors des pointes de pollution, seul l'oxygène consommé par la respiration endogène est considéré comme constant. En effet, on peut considérer la masse épuratrice constante sur la durée d'une journée.

Cependant, la quantité de pollution étant plus importante, la synthèse cellulaire, ainsi que la nitrification, demandent une quantité d'oxygène plus importante en période diurne.

#### Besoins moyens en oxygène (en boue)

Besoin en O <sub>2</sub>	Unités	Condition nominale
Synthèse	kgO <sub>2</sub> /kgDBO <sub>5</sub>	0,70
Respiration Endogène	kgO <sub>2</sub> /kgMVS	0,07
Nitrification	kgO <sub>2</sub> /kgN	4,25
Dénitrification	kgO <sub>2</sub> /kgN	-2,85
<b>Rappel des paramètres</b>		
DBO <sub>5</sub> entrante	kg/j	816
Concentration en MVS	g/l	2,50
Volume total réacteur bio	m <sup>3</sup>	3 355
<b>Besoins journaliers en oxygène de la liqueur mixte</b>		
Synthèse	kgO <sub>2</sub> /j	571
Respiration Endogène	kgO <sub>2</sub> /j	545
Nitrification	kgO <sub>2</sub> /j	420
Dénitrification	kgO <sub>2</sub> /j	-270
Total	kgO <sub>2</sub> /j	<b>1 266</b>



### Production d'air - surpresseur

Les surpresseurs permettent d'apporter une quantité d'oxygène suffisante et modulable dans les bassins d'aération pour abattre les pollutions carbonées, azotées (nitrification).

#### Production d'air

Centrale d'air	Unités	Condition nominale
Besoins journaliers en boues	kgO <sub>2</sub> / j	1 266
Besoins en pointe horaire en boues	kgO <sub>2</sub> / h	140
<b>Apports nécessaires en conditions réelles</b>		
Coefficient global de transfert (CTG)		0,58
Besoins journaliers	kgO <sub>2</sub> / j	2 183
Besoins en pointe horaire	kgO <sub>2</sub> / h	241
<b>Apport en air surpressé</b>		
Hauteur d'eau (H)	m	5,50
Profondeur d'insufflation d'air	m	5,30
Capacité d'oxygénation eau claire	g O <sub>2</sub> /Nm <sup>3</sup>	82
Débit d'air nécessaire en moyenne	N m <sup>3</sup> /j	26 619
Débit d'air maxi en pointe horaire	N m <sup>3</sup> /h	2 944
<b>Equipements de production d'air</b>		
Nombre de surpresseurs en service	u	1
Capacité par machine	Nm <sup>3</sup> /h 1013 mbar & 0°C	3 000
	Nm <sup>3</sup> /h 1013 mbar & 20°C	3 220
Capacité de production d'air	N m <sup>3</sup> /h	3 000
TPS de marche / jour à 100% du débit	h/j	8,9

### Ventilation et traitement du bruit du local de production d'air

Pour limiter le niveau acoustique lié aux machines et aux tuyauteries de sortie des surpresseurs, les solutions techniques retenues sont :

- Séparation de l'air de ventilation (extraction des calories) et de l'air process.
- Piège à son sur la grille d'aspiration de l'air process.
- Présence à l'aspiration de chaque machine d'un dispositif de filtration d'air qui protège aussi les équipements.

Le dégagement de chaleur s'effectue :

- Au niveau des moteurs principalement
- Au niveau de la machine
- Au niveau des tuyauteries de sortie

### 3.3. Elimination du phosphore

#### Généralités

Le phosphore présent dans les eaux usées domestiques provient essentiellement des déjections humaines (35 à 50 % de l'ensemble) et des tripolyphosphates contenus dans les produits détergents.

L'essentiel (90 %) est sous forme inorganique en majorité dissoute. Il en résulte une faible efficacité d'une éventuelle décantation primaire vis à vis de cet élément (5 à 10 %).

Une station de traitement par voie biologique classique conduit généralement à une élimination du phosphore limitée à celui contenu d'une part dans la fraction non dégradée des matières en suspension et d'autre part dans la biomasse résiduelle résultant de l'assimilation des matières polluantes par les micro-organismes épurateurs et de leur respiration endogène. Cet ensemble représente en moyenne 20 à 30 % du phosphore contenu dans les eaux brutes. Il est cependant très variable d'une station à l'autre selon la présence de facteurs favorables, tels que des cations entraînant une précipitation chimique naturelle et de facteurs défavorables pouvant provoquer un relargage tel que la digestion des boues.

Lorsque l'on veut accroître les rendements d'élimination du phosphore on dispose de deux méthodes :

- La précipitation chimique dont l'efficacité est liée essentiellement à la consommation de réactifs
- La déphosphatation biologique qui présente par rapport à la précédente des avantages décisifs :
  - une économie de réactifs,
  - une production supplémentaire de boues négligeable.

#### La déphosphatation biologique

Le phénomène de déphosphatation biologique consiste en un accroissement de l'accumulation de phosphore dans la biomasse produite au cours du traitement. Il a été observé pour la première fois en 1959, mais ce n'est que plus tard de 1980 à 1986 qu'il a connu des développements importants permettant l'établissement de la théorie.

Les bactéries hétérotrophes aérobies après une période de "stress" causée par une anaérobiose forcée provoquant un relargage du phosphore assimilé, modifient leur métabolisme pour stocker une grande quantité de polyphosphates pendant la phase aérobie.

Parmi ces bactéries appelées "poly P" on cite *Acinetobacter*, *Bacillus cereus*, *Citrobacter freundii*, etc...

A ce mécanisme purement métabolique est éventuellement associée une précipitation chimique extra cellulaire due aux variations de pH ou à l'augmentation d'ions précipitants induites par l'activité biologique.

L'efficacité de la déphosphatation biologique est donc directement liée au développement des "bactéries poly P" qui utilisent comme substrat préférentiel des molécules organiques à chaîne courte telles que l'acétate et l'éthanol qui sont soit présentes dans l'eau usée dès l'origine, soit rapidement produites par la microfaune anaérobie facultative pendant la phase de non aération.

Parmi les facteurs influents on peut distinguer ceux qui dépendent du substrat c'est-à-dire de l'eau usée reçue et ceux qui sont liés au dispositif de traitement adopté.

#### ***Facteurs dépendants de l'eau usée***

- La richesse en produits rapidement biodégradables susceptibles de fournir rapidement des acides gras volatils à chaîne courte aux bactéries poly-P favorise la déphosphatation. Cette richesse est exprimée au travers de la DCO rapidement biodégradable qui ne doit pas être assimilée à la DCO dissoute.
- Un rapport DCO/P élevé, sans être un critère absolu, constitue un indice favorable.
- Un milieu réducteur caractérisé par un potentiel d'oxydo-réduction négatif permet un établissement rapide des conditions anaérobies et par suite le relargage du phosphore qui constitue un élément clé du processus.
- Un rapport DCO/N élevé favorable à une bonne dénitrification tend à limiter la quantité de nitrates recirculés avec les boues dans l'anaérobiose et par suite à conserver la plus grande part de substrat rapidement biodégradable à la disposition des bactéries poly-P.

#### ***Facteurs dépendants du dispositif adopté***

- Le volume en anaérobiose doit être suffisant pour permettre un bon relargage du phosphore car la quantité de phosphore éliminée par les bactéries déphosphatantes est proportionnelle à la quantité relarguée.
- Un âge des boues réduit permet de limiter la respiration endogène et de conserver une bonne proportion de masse active pour la déphosphatation. Il doit néanmoins rester suffisant pour garantir une nitrification adéquate. Il y a par conséquent un bon équilibre à trouver.
- La limitation de la recirculation permet d'atténuer les apports d'oxygène dissous et de nitrates qui contrarient l'anaérobiose et limitent la croissance des bactéries poly P en consommant une partie de la DCO rapidement biodégradable.



### La déphosphatation physico-chimique

Elle consiste à transformer les formes dissoutes du phosphore en composés insolubles, autrement dit à les précipiter.

On utilise pour cela l'un des réactifs suivants :

- un sel ferreux ( $\text{Fe}^{2+}$ ) tel que le sulfate ferreux  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ,
- un sel ferrique ( $\text{Fe}^{3+}$ ) tel que le chlorure ferrique  $\text{FeCl}_3$ ,  
le chloro-sulfate ferrique ou Clairtan  $\text{FeSO}_4\text{Cl}$ ,
- un sel d'aluminium tel que le sulfate d'alumine  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$  ou l'aluminate de soude  $\text{Na}_2\text{OAl}_2\text{O}_3$  plus particulièrement recommandé pour les eaux peu alcalines,
- de la chaux qui précipite le phosphore soluble sous forme d'hydroxyapatite  $\text{Ca}_5(\text{OH})(\text{PO}_4)_3$ .

Les sels de fer sont les plus utilisés en raison de leur coût moindre.

#### *Selon l'endroit où le réactif est injecté, on distingue*

- la précipitation directe (ou déphosphatation primaire) en amont du décanteur primaire.
- la précipitation simultanée avec injection à l'entrée du chenal d'aération, schéma prévu ici en complément de la déphosphatation biologique.
- la post-précipitation qui consiste à éliminer le phosphore dans l'effluent épuré issu du clarificateur.

#### *Intérêt de la précipitation simultanée*

Elle est utilisée dans le cas des boues activées. Afin d'obtenir un bon mélange, le réactif est injecté à l'entrée ou à un point intermédiaire du bassin d'aération plutôt qu'à l'amont du décanteur secondaire.

Le rapport métal/phosphore entrant varie suivant le rendement recherché.

Le fer ferreux qui s'oxyde immédiatement en fer ferrique est souvent préféré en raison de son coût moindre.

Les eaux usées arrivant à la station ont des caractéristiques a priori favorables à une déphosphatation biologique : rapports moyens DCO/N > 10 et DCO/P > 40

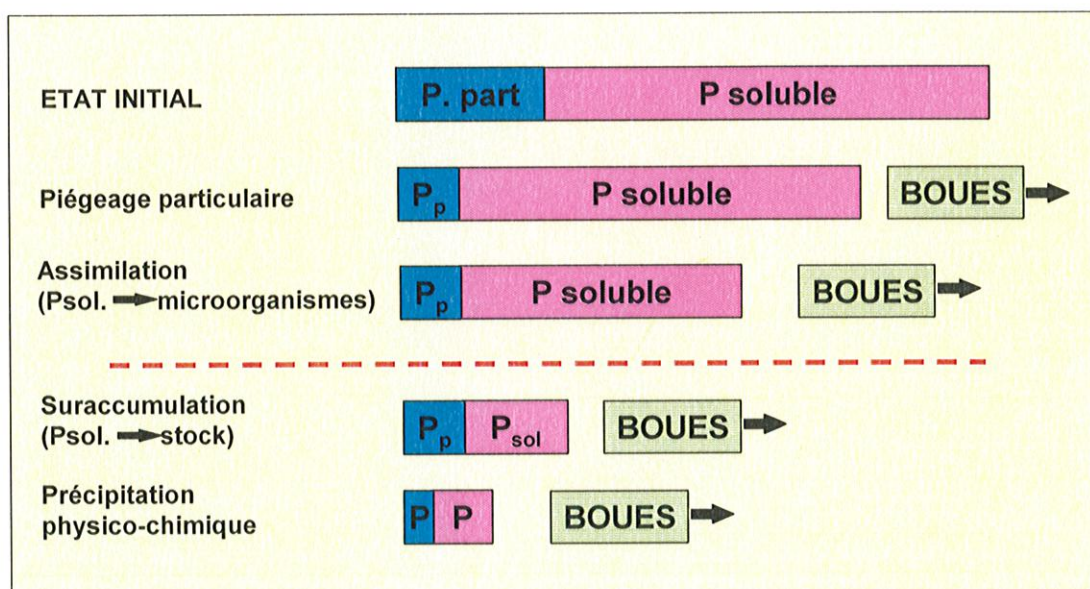
### Solution retenue : mixte biologique et physico-chimique

Compte tenu de notre expérience et de la prise en charge importante des eaux de pluie, les rendements de déphosphatation biologique devraient varier entre 50 et 70 %, ce qui nécessitera un traitement de complément.

Aussi, nous avons opté en complément pour une déphosphatation physico-chimique par précipitation simultanée dans le bassin d'aération car elle permet de garantir le résultat exigé moyennant une dépense de réactifs limitée.

De plus, l'introduction de réactifs dans les boues activées permet d'une part d'améliorer l'indice de décantabilité des boues et d'autre part de limiter les risques d'odeurs en neutralisant les éventuelles émissions d'hydrogène sulfuré.

#### Principe d'élimination du phosphore



### Dose de réactif à injecter

Le rapport molaire Fe/P à appliquer par rapport au phosphore à éliminer est de 1,1 mol/mol.

La quantité de fer à injecter  $Q(\text{Fe})$  exprimée en kg Fe/j est égale à :  $Q(\text{Fe}) = \frac{56}{31} \times 1,1 \times Q(\text{P})$

avec

- 56 : masse molaire du fer
- 31 : masse molaire du phosphore
- $Q(\text{Fe})$  : quantité de fer injecté en kg Fe/j
- $Q(\text{P})$  : quantité de phosphore à traiter en kg P/j

Compte tenu de la concentration en fer de la solution commerciale  $C(\text{Fe})$ , le volume à mettre en œuvre  $V(\text{Fe})$  exprimé en litre s'élève à :

$$V(\text{Fe}) = \frac{Q(\text{Fe})}{C(\text{Fe})} \times 1000$$

Bilan déphosphatation

Bilan phosphore	Unités	Condition nominale
Q nominal	m <sup>3</sup> /j	2 715
Concentration en P entrée	mg/l	13
Charge en P entrée	kg/j	34
<b>Bilan élimination biologique</b>		
Rendement biologique	%	60
Quantité éliminée biologiquement	kg/j	20
Phosphore au rejet	g/l	1,5
	kg/j	4,1
<b>Bilan élimination physico-chimique</b>		
Quantité restant éliminer par précipitation	kg/j	10
Réactif utilisé		FeCl <sub>3</sub>
Concentration du réactif	g Fe/l	200
Taux de traitement	mol Fe / mol P	1
Densité		1,44
Fe à ajouter	kg/j	17
<b>Consommation de solution commerciale</b>		
Volume solution commerciale à ajouter	l/j	86
Consommation de solution commerciale	t/j	0,124
Débit moyen sur 24h	l/h	3,6

### 3.4. Dégazage

Les liqueurs mixtes en provenance de l'aération contiennent des micro bulles et des boues flottantes qui doivent être éliminées avant d'atteindre le clarificateur. En effet, la remontée de ces éléments du fond du clarificateur se traduirait par une remontée des boues.

Paramètre de fonctionnement du dégazeur

Dégazeur	Unités	Condition nominale	Condition de pointe
Débit moyen	m <sup>3</sup> /h	113	223
Débit pointe eau brute	m <sup>3</sup> /h	203	260
Débit maxi recirculation	m <sup>3</sup> /h	264	260
Taux de recirculation	%	130	100
Débit de pointe (avec recirculation)	m <sup>3</sup> /h	467	520
Surface de l'ouvrage	m <sup>2</sup>	6,5	6,5
Volume de l'ouvrage	m <sup>3</sup>	25	25
Vitesse ascensionnelle maxi	m/h	71,8	80,0
Temps de séjour mini (eau et boues)	min	3,2	2,9
vitesse ascensionnelle moyenne	m/h	40,0	68,6
Temps de séjour moyen (eau et boues)	min	10,4	17,8



### 3.5. Clarification

#### Principe

C'est l'étape finale du traitement biologique. Le floc constitué dans le bassin d'aération sédimente au fond de l'ouvrage et l'eau clarifiée est évacuée par une surverse située sur la périphérie de l'ouvrage.

Les boues sont raclées par un pont pour être amenées vers le centre puis elles s'écoulent gravitairement vers le puits à boues pour être recirculées.

Un raclage de surface permet sur la totalité du rayon de collecter les flottants présents à la surface. Les flottants sont réintégrés dans les boues de recirculation.

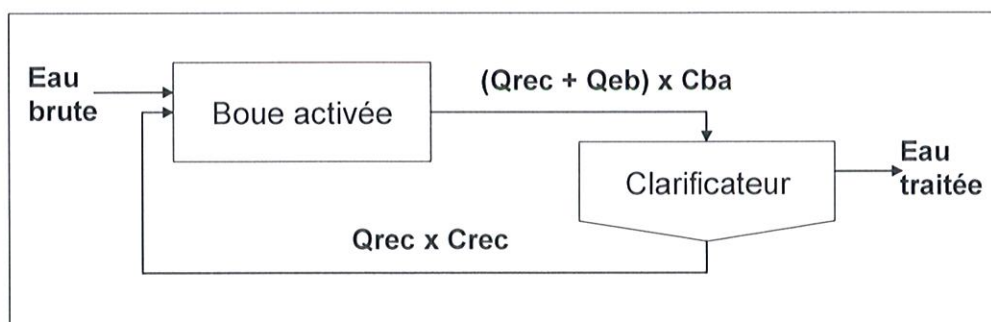
#### Paramètre de fonctionnement du clarificateur

Clarification	Unités	Condition nominale	Condition de pointe
Débit moyen	m <sup>3</sup> /h	113	223
Débit pointe	m <sup>3</sup> /h	203	260
Nombre d'ouvrage		1	1
Surface unitaire	m <sup>2</sup>	434	434
Vitesse ascensionnelle Q moyen	m/h	0,26	0,51
Vitesse ascensionnelle Q pointe	m/h	0,47	0,60

### 3.6. Recirculation des boues

La recirculation permet de ramener les boues déposées en fond de clarificateur vers la boue activée afin de maintenir la concentration en biomasse épuratrice nécessaire à la dépollution. Il s'agit donc d'une masse de boue.

#### Schéma de principe de la recirculation



La concentration des boues recirculées peut se calculer en négligeant les boues dans le rejet (MES entre 10 et 30 mg/l habituellement).

$$C_R = \frac{C_A(1+R)}{R}$$

où :  $C_R$  = Concentration en MES (g/l) des boues recirculées et extraites  
 $C_A$  = Concentration en MES (g/l) dans le bassin d'aération I  
 $R$  = Coefficient de recirculation

Le taux d'épaississement correspond au rapport entre les concentrations de recirculation et du bassin d'aération.

Plus le taux de recirculation est élevée, plus la concentration des boues recirculées est faible et inversement.

Cela reste vrai tant que la concentration maximale d'épaississement des boues n'est pas atteinte. Celle-ci dépend de la qualité de la boue, et particulièrement de son aptitude à décanter. Lorsque la concentration des boues recirculées est égale à la concentration maximale d'épaississement, réduire la recirculation conduit à accumuler des boues dans le clarificateur et à l'engorger.

Habituellement, on considère que le taux de recirculation optimum est de l'ordre de 120 à 140 % au débit maximum de l'usine.

### 3.7. Extraction des boues

---

L'extraction des boues est réalisée à l'aide de pompes installée en fosse sèche qui aspire dans le puits à boue / puits à flottants. Elles sont renvoyées directement sur l'atelier de déshydratation.

(Voir chapitre traitement de boues)

## Chapitre 6

### Equipements d'autocontrôle Sortie

#### 1. Principe

La mesure de concentration après analyse des prélèvements et la connaissance du débit d'eaux brutes permettent de déterminer les flux de pollutions en différents endroits de la station.

La mesure de concentration en sortie de station et la connaissance du débit d'eaux traitées permettent de déterminer si le rejet est conforme aux garanties contractuelles.

#### 2. Descriptif des ouvrages

##### 2.1. Débitmètres installés

##### Débitmètres en canal ouvert

Dans un débitmètre en canal ouvert, la hauteur d'eau est proportionnelle au débit passant à travers le canal jaugeur. La courbe débit / hauteur dépend des caractéristiques propres du canal (type – dimension - ...).

L'écoulement à travers le canal est de type gravitaire.

On distingue principalement les canaux jaugeurs suivants :

- Venturi
- Lamé mince rectangulaire à pelle avec ou sans contraction
- Lamé mince triangulaire à pelle

Les mesures de hauteur d'eau sont faites par un capteur ultra son

##### Localisation des débitmètres en canal ouvert

Filière	Nature	Caractéristiques	Repère PID
Eau	Sortie file eau	360 m <sup>3</sup> /h	CLA VE 01

##### Débit d'eau traité

Le débit d'eau traité de CLA VE 01 correspond au débit total sortant sur l'usine (eau désinfectée ou non)



## 2.2. Prélèvements

### Préleveur automatique

Un préleveur automatique est un équipement permettant de réaliser des échantillons représentatifs du liquide qui s'écoule et de les stocker dans des récipients pour une analyse ultérieure.

Un préleveur automatique comprend les parties suivantes :

- Le système d'aspiration (pompe sous vide ou pompe péristaltique)
- Le stockage des effluents dans des récipients
- Les équipements de commande

Les préleveurs sont installés dans des enceintes réfrigérées afin de conserver l'échantillon prélevé dans de bonnes conditions et éviter qu'il n'évolue.

La représentativité de l'échantillon peut se faire proportionnellement au débit ou proportionnellement au temps. Dans le premier cas, le prélèvement est asservi à un volume passé. Dans le second cas, le prélèvement est fait selon un programme pré déterminé.

En croisant mesure de débit et analyse de la qualité de l'eau, il est alors possible de connaître des flux de pollution.

#### Localisation des points de prélèvements

Nature	Nombre	Localisation	Repère PID
Eau traitée	1	Canal de sortie	CLA AE 01

#### Caractéristiques des préleveurs

	Unité	Valeurs
Asservissement		Débitmètre ou intervalle de temps
Prise d'échantillon	ml	20 - 200
Nombre de flacons	U	42 * 1L

## 3. Théorie

### 3.1. Canal ouvert

Un canal jaugeur comprend plusieurs parties :

- le canal d'approche qui sert à tranquilliser l'écoulement et permet de s'assurer que l'écoulement soit de type laminaire au droit de la mesure
- le canal de mesure proprement dit.

La mesure de hauteur peut se faire à l'aide de différents équipements :

### Capteur ultra son

Lorsqu'une onde sonore se propage dans l'air et rencontre un obstacle, la majeure partie de l'onde est réfléchiée. La mesure de niveau se déduit alors du temps mis par l'onde pour faire le parcours aller et retour entre le générateur / récepteur ultra son et le niveau supérieure de l'eau.

### 3.2. Préleveurs

---

Le point de prélèvement doit être situé dans un milieu homogène, suffisamment brassé et turbulent, cela afin de prendre correctement les matières en suspension et flottantes.

Il faut éviter autant que possible un prélèvement dans un écoulement laminaire.

Les préleveurs doivent respecter :

- une vitesse d'aspiration minimale de 0,5 m/s
- un diamètre minimal du tuyau d'aspiration de 9 mm
- un volume unitaire prélevé par cycle supérieur à 50 ml
- un écart limite de 5 % entre le volume d'échantillon prélevé et celui devant être obtenu
- l'existence d'un système de purge du circuit de prélèvement avant chaque prise d'échantillon

On obtiendra un échantillon représentatif si :

- on asservi le préleveur à une mesure de débit,
- la fréquence de prélèvement se situe au minimum entre 6 à 7 par heure et que le nombre de prise journalière dépasse 150.

## Chapitre 7

# Déshydratation

---

### 1. Principe

---

Le dimensionnement de l'atelier est établi sur la quantité de boues produites.

Elle comprend :

- les boues biologiques
- les boues dues à la déphosphatation physico-chimique
- toutes les boues en retour des appareils de déshydratation

On entend par atelier de déshydratation les fonctionnalités suivantes :

Extraction – Centrifugeuse – Polymère - Transfert

#### Extraction des boues

Les boues produites par l'activité biologique doivent être évacuées régulièrement de manière à maintenir une concentration constante et optimum dans les bassins d'aération.

#### Poste de polymère

Le poste de polymère permet de préparer les polyélectrolytes à des concentrations définies. Le polymère permet d'accroître la qualité de séparation entre la boue et l'eau sur l'étage de déshydratation.

#### Centrifugeuse

La centrifugation permet à partir de boues, de récupérer en sortie deux produits distincts à savoir, les centrats et les boues déshydratées.

Les centrats sont retournés vers le poste toutes eaux, tandis que les boues déshydratées sont envoyées vers le séchage solaire.

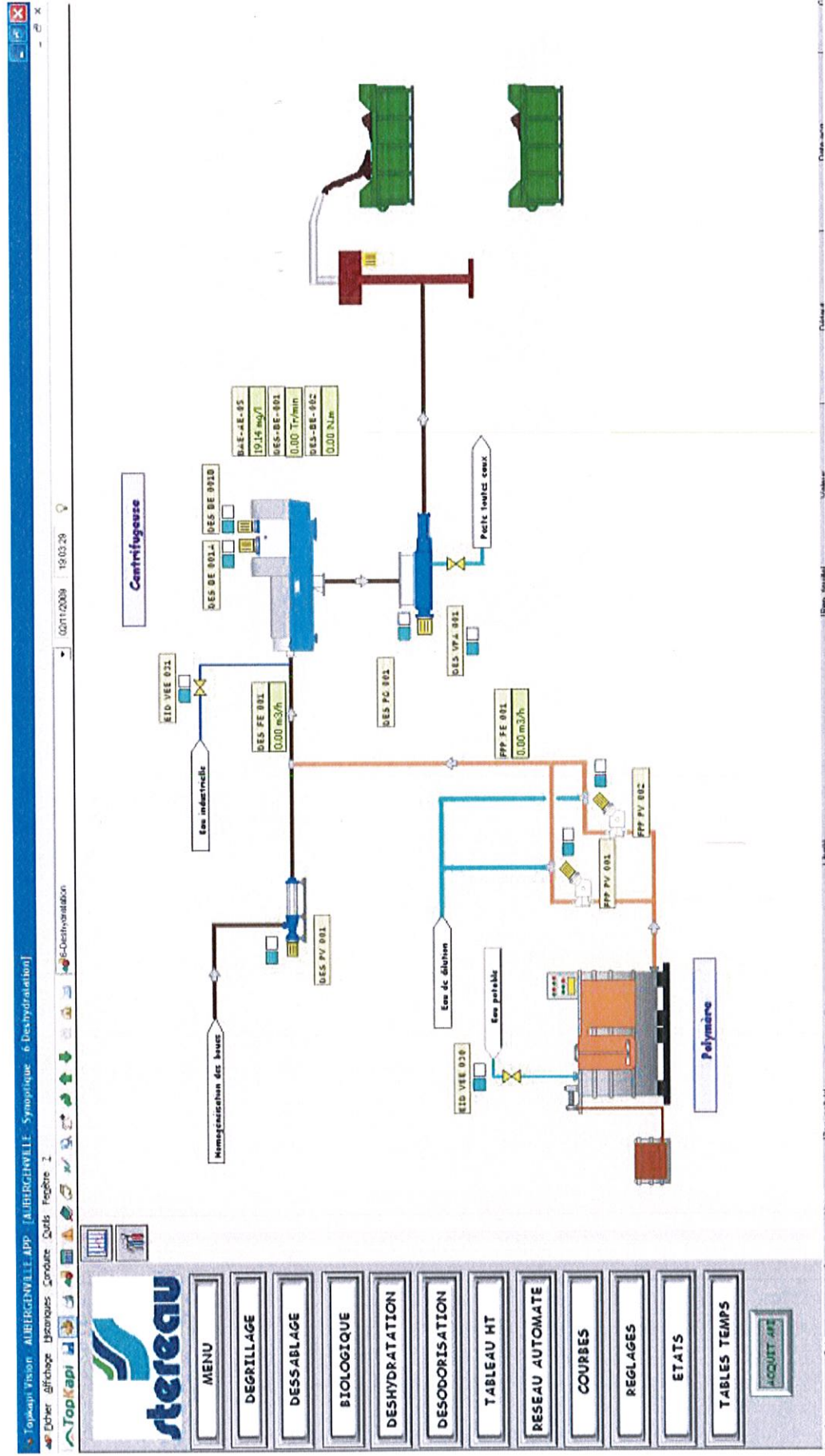
---

### 2. Descriptif des ouvrages

---



### Schéma de principe déshydratation



## 2.1. Bâche homogénéisation (flottants et boues extraites)

Cette bâche reçoit les boues extraites (simple communication entre recirculation et bâche à flottant) et les flottants du dégazage.

### Caractéristiques de la fosse de stockage

	unité	Caractéristiques
Volume	m <sup>3</sup>	7

La fosse est équipée d'un contact de niveau permettant de gérer la sécurité sur la pompe.

## 2.2. Alimentation de la déshydratation

Les boues homogénéisées sont reprises par une pompe à rotor excentré pour l'alimentation des centrifugeuses.

Il est important d'avoir un débit le plus constant possible de manière à bien travailler sur la centrifugation.

Un débitmètre est installé sur le refoulement de la pompe afin de connaître la charge massique de chaque centrifugeuse. De plus le débit d'alimentation en boues permet de déterminer le débit de polymère à mettre en œuvre sur l'installation.

### Caractéristiques de la pompe d'alimentation de la centrifugeuse

Caractéristiques		Caractéristiques
Repère PID		DES PV 001
Nombre de pompe	U	1
Débit unitaire	m <sup>3</sup> /h	5,5 à 40
Vitesse rotation	tr/min	365
Fréquence mini / maxi	Hz	12 à 80
Puissance	kW	11

La pompe est équipée d'anti marche à sec.

### Localisation des débitmètres électromagnétiques

Filière	Nature	Caractéristiques	Repère PID
Boues	Boues alimentation déshydratation	100 m <sup>3</sup> /h	DES FE 01

## 2.3. Préparation de polymères

La centrale polymère permet d'utiliser du produit en émulsions.

### Polymère émulsion

Le polymère émulsion est livré sur l'usine en container. La pompe de polymère émulsion aspire le produit directement dans le container vers la centrale de préparation.

La mise en solution de ce produit doit être minutieuse et son transfert doit se faire à sec. Elle se fait dans une centrale polymère.

### Centrale polymère

Le poste de préparation comprend les cuves successives suivantes :

- cuve de mise en solution et de dosage

Il existe une concentration maximale à ne pas dépasser propre à chaque polymère, car la solution devient trop visqueuse au-delà.

La concentration est établie par l'ajout d'eau de préparation.

L'émulsion arrive dans le bac « de mise en solution » le cassage de l'émulsion est assuré par l'arrivée d'eau..

#### Caractéristiques de la préparation de polymère

Paramètres	Unité	Caractéristiques
Repère PID		FPP NR 001
Nombre de bac	U	3
Bac de stockage liquide	l	1000
Capacité horaire pointe en matière active	Kg/h	3
Volume total cuve	l	900
Mode de préparation		automatique

#### Caractéristiques de l'injection de polymère émulsion

Paramètres	Unité	Caractéristiques
Repère PID		FPP PD 001
Nombre de pompe		1
Type de pompe		Membrane
Débit de pompe	l/h	10
Pression	bar	12
Puissance	kW	0,12



## 2.4. Injection de polymère centrifugation

L'injection de polymère est assurée par des pompes à rotor excentrés.

### *Caractéristiques des pompes d'injection de polymère*

Caractéristiques		Caractéristiques
Repère PID		DES PV 001 DESPV 002
Nombre de pompe	U	1+ 1 secours
Type de pompe		Queue de cochon
Débit unitaire	l/h	125 à 610
Pression	Bar	2
Puissance	kW	0,75

Les pompes disposent de contact anti marche à sec.  
Les débits des pompes sont réglés de façon manuelle.

La ligne de refoulement est équipée d'un débitmètre électromagnétique.

### *Localisation des débitmètres électromagnétiques*

Filière	Nature	Caractéristiques	Repère PID
Boues	Injection polymère	1500 L/h	FPP FE 01

Le polymère injecté peut être dilué en ligne en cas de besoin via à un dispositif d'électrovannes.

## 2.5. Injection de polymère lubrification pompe de gavage

L'injection de polymère est assurée par une pompe à rotor excentré. Elle permet de limiter la pression au refoulement de la gaveuse et d'augmenter sa durée de vie.

### *Caractéristiques des pompes d'injection de polymère*

Caractéristiques		Caractéristiques
Repère PID		
Nombre de pompe	U	1
Type de pompe		Queue de cochon VV
Débit unitaire	m <sup>3</sup> /h	
Pression		
Puissance	kW	

La pompe dispose d'un contact anti marche à sec.

## 2.6. Déshydratation par centrifugeuse

Dans une centrifugeuse, la séparation de l'eau et de la boue se fait par une mise en rotation à grande vitesse par l'action de la force centrifuge.

La centrifugeuse est constituée :

- d'un bol cylindro-conique à axe horizontal tournant à grande vitesse
- d'une vis sans fin hélicoïdale disposée coaxialement qui permet à la boue de progresser à l'intérieur du bol

La centrifugeuse est alimentée en boues par une pompe de type volumétrique à vis excentrée.

Les boues sont introduites à l'intérieur du rotor. Elles sont réparties entre le bol de décantation et la vis convoyeuse de sédiments où elles sont soumises à la force centrifuge.

L'injection de polymère se fait à l'aide des pompes doseuses, dans les canalisations d'alimentation de la centrifugation.

Le liquide clarifié est entraîné vers des orifices d'évacuation, tandis que le solide décanté progresse à une vitesse réglée par le différentiel de rotation entre la vis d'extraction et le bol. Les boues sont évacuées en continu à l'extrémité conique de ce même bol.

Le différentiel de rotation est la différence de vitesse de rotation entre la vitesse du bol et la vitesse de la vis.

Les centrifugeuses disposent d'un régulateur spécifique assurant la lecture et le contrôle en continu du couple résistant généré par le produit traité, ainsi que la lecture en continu de la vitesse relative.

Le contrôle automatique du couple résistant protège ainsi systématiquement et instantanément la décanteuse des surcharges accidentelles à l'alimentation.

Les centrats (l'eau extraite des boues), sont repris en conduites et dirigés vers le poste toutes eaux.

Les boues déshydratées sortant de la centrifugeuse, sont malaxées puis pompées vers le chaulage.

Caractéristiques de la centrifugation

Caractéristiques	Unité	Caractéristiques
Repère PID		DES BE 001
Nombre de centrifugeuse	U	1
Type de centrifugeuse		ANDRITZ
Débit hydraulique unitaire	m <sup>3</sup> /h	34
Débit massique unitaire	Kg MS/h	243

La centrifugeuse est équipée d'une vanne d'eau de lavage.

## 2.7. Reprise sous centrifugation

Les boues en sortie de centrifugeuse sont reprises par une pompe gaveuse.  
Le réglage du débit sur la pompe gaveuse est manuel.  
Il doit être ajusté en fonction du débit d'alimentation de la centrifugeuse.

### Caractéristiques des pompes gaveuses

Caractéristiques		Caractéristiques
Repère PID		DES PG 001
Nombre de pompe	U	1
Type de pompe		rotor excentré
Débit unitaire	m <sup>3</sup> /h	0,5 à 3
Pression	bar	6

La pompe est équipée d'un anti marche à sec.

Une vanne d'évacuation des première et dernière eaux est présente sur la pompe.  
Au démarrage, les premières boues sont très liquides, la pompe est alors à l'arrêt avec la vanne ouverte. Les eaux sont donc dirigées vers le poste toutes eaux.

Lorsque les boues ont la bonne consistance, on ferme la vanne et l'on démarre la gaveuse et l'inverse se produit à l'arrêt de la machine, afin d'évacuer l'anneau liquide.

### Caractéristiques des vannes

Caractéristiques		Caractéristiques
Repère PID		DES VMA 001
Nombre	U	1
DN		100
Type		pneumatique

Afin d'éviter une accumulation de boues dans la conduite d'évacuation des centrats, une injection d'eau est piloté en automatique pour gérer des chasses régulières.

Les boues sont dirigées vers des bennes via une potence motorisée.

La potence est munie d'une sonde de niveau et dispose de 5 positions sur chaque benne (benne de droite et benne de gauche). L'opérateur choisit la benne de droite ou la benne de gauche, lorsque le niveau haut de la première position est détecté, la potence se met automatiquement sur la deuxième position et ainsi de suite jusqu'à ce que le niveau de la cinquième position soit détecté. Lorsque la benne est pleine, la centrifugeuse s'arrête. Le passage d'une benne à l'autre se fait par l'opérateur.



### 3. Bases théoriques

#### 3.1. Production de boues

Afin de bien suivre le traitement des boues, il est important de savoir suivre les bilans de matières sur l'installation.

##### Boues biologiques

La filière boues activées en aération prolongée est l'un des procédés de traitement des eaux qui produit le moins de boues. En effet, une station biologique travaillant en forte charge produit des boues biologiques fermentescibles en quantité importante qui nécessiteront une stabilisation avant tout traitement mécanique de déshydratation, ce qui n'est pas le cas pour les boues issues d'une filière aération prolongée.

Les boues produites ont diverses origines, elles proviennent :

- des matières minérales présentes dans l'eau brute,
- des matières volatiles en suspension de l'eau brute (MVS) non biodégradables
- de la synthèse bactérienne : la biomasse se reproduit en consommant la  $\text{DBO}_5$  soluble et particulaire présente dans l'eau brute.

##### Boues physico-chimiques

En l'absence de décantation primaire ou de traitement du phosphore par voie physico-chimique en précipitation simultanée, il n'y a pas de production de boues physico-chimique sur la station.

Tableau de bilan de boues

	Unités	Condition nominale
<b>Production boues activées</b>		
Production spécifique - $P_s$	kg MS/kg $\text{DBO}_5$	1,1
Taux de MV	%	70
Charge polluante en $\text{DBO}_5$	kg/j	816
Boues biologiques	kg MS/j	857
<b>Production boues physico chimique</b>		
Quantité de Fe ajoutée	kg/j	17
Boues physico chimique	kg MS/j	46
<b>Production de boues</b>		
Total	kg MS/j	903

### 3.2. Centrifugeuse

La capacité de la déshydratation a été déterminée en tenant compte des critères suivants :

- Extraction de la production hebdomadaire de boue pendant les 5 jours ouvrables de la semaine
- Durée hebdomadaire de fonctionnement des équipements compatible avec de bonnes conditions d'exploitation

#### Capacité de la centrifugation

	Unités	
Quantité à traiter (rappel)	t MS	6,2
Concentration moyenne en MS	g / l	8
Nombre de centrifugeuses installées	u	1
<b>Fonctionnement normal</b>		
Nombre de centrifugeuses en service	u	1
Capacité par machine	kg MS / h	240
Débit de fonctionnement par machine	m <sup>3</sup> / h	30,0
Débit massique total	kg MS / h	240
Débit total de boues à déshydrater	m <sup>3</sup> / h	30
Temps de fonctionnement résultant	h/sem	25,8
<b>Caractéristiques des boues déshydratées</b>		
Taux de capture	%	95
Quantité	t MS	5,9
Siccité	%	20
Débit horaire de boues pâteuses	t / h	1,14
<b>Centrat</b>		
Débit moyen	m <sup>3</sup> / h	29
Concentration en MeS résultante	g / l	0,42

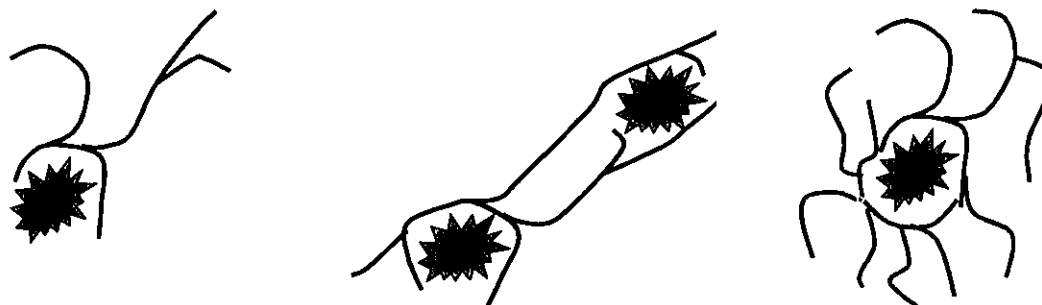
### 3.3. Polymère

Les polymères sont des poly électrolytes ou des macromolécules. La dose de réactif est déterminée par une relation stœchiométrie, tout sur dosage conduisant à une re stabilisation des boues floculées.

La molécule de polymère se fixe sur un ou plusieurs sites d'adsorption à la surface du floc, en maintenant libre une autre partie dans la solution. La déstabilisation optimale s'établit quand une partie seulement des sites d'adsorption disponibles est occupée, les autres restants disponibles pour une seconde adsorption par pontage. Un excès d'agitation gêne la formation des ponts et favorise l'enrobage simple des colloïdes.

Principe de l'adsorption et pontage inter particulaire

déstabilisation par adsorption      floculation par pontage      re stabilisation par surdosage



### 3.4. Contraintes chimiques du polymère

Le polymère est un produit chimique avec des caractéristiques particulières :

- Produit hydrosoluble
- Produit hygroscopique → prise en masse lorsqu'il est sous forme poudre avant préparation
- Produit sensible aux minéraux tels que le  $\text{Ca}^{2+}$  /  $\text{Mg}^{2+}$ . → Eviter les eaux dures > 30 ° TH
- Produit biodégradable
- Durée de vie de la solution : maxi 3 jours. Va dépendre de la concentration de préparation, de la qualité de l'eau, de l'agitation, ...



## **Chapitre 8**

### **Ventilation - Désodorisation**

---

#### **1. Principe**

---

Au niveau d'une station d'épuration, les odeurs sont dues à des composés malodorants susceptibles de passer en phase gazeuse et qui sont :

- soit présents dans l'eau dès son rejet dans le réseau (composés minéraux ou organiques venant d'industries diverses ou des rejets humains)
- soit issus de transformations chimiques et biochimiques survenant au cours du transport dans le réseau d'égouts ou durant le traitement épuratoire

Une ventilation importante et efficace des locaux fermés et des ouvrages couverts d'une station d'épuration est nécessaire afin d'assurer :

- Le maintien d'une ambiance agréable à l'ensemble du personnel d'exploitation et compatible avec les conditions de travail
- L'absence de toute fuite d'air vicié non désodorisé vers le proche voisinage de la station
- La protection, vis-à-vis des attaques corrosives (acides avec  $H_2S$  et basiques avec  $NH_3$ ) du béton et du matériel électrique et électromécanique de l'installation

L'air extrait passe dans une installation spécifique de désodorisation afin de débarrasser l'air de la quasi totalité des molécules odorantes qu'il contient avant rejet.

Le choix des filières de traitement des eaux et des boues a été fait afin de prévenir au maximum les risques d'émanations odorantes majeurs :

---

#### **2. Descriptif de l'installation**

---

##### **2.1. Extraction de l'air vicié**

---

Les salles à risque potentiel sont soigneusement isolées de leurs voisines afin d'éviter une contamination éventuelle et le taux de renouvellement adapté en conséquence.

Toute fuite odorante vers l'extérieur est exclue grâce à une légère dépression due à une extraction supérieure à l'apport d'air neuf dans chaque salle.

L'aspiration de l'air est réalisée par un ventilateur central. Il est possible de régler les débits d'extraction de chaque zone en réglant les registres prévus à cet effet.

Débits des ventilateurs de la désodorisation

	Unité	Caractéristiques
Repère PID		DDO CC 001
Nombre d'unité	U	1
Type de ventilateur		Centrifuge
Débit PV	Nm <sup>3</sup> /h	
Débit GV	Nm <sup>3</sup> /h	

2.2. Désodorisation physico-chimique

L'air vicié à désodoriser est traité par voie physico-chimique.

Les tours de lavages sont équipées d'un garnissage :

- favorisant le mouillage et le contact entre l'eau de lavage et l'air
- lui conférant d'excellentes performances en termes de perte de charge

Le débit de recirculation ou d'arrosage permet le mouillage complet du garnissage sans engorgement du matériau.

Les tours ne comportent aucun élément mobile susceptible d'entraîner une intervention à l'intérieur. L'ensemble des appareils électromécaniques et de contrôle est situé à proximité des tours. Une intervention est la plupart du temps possible sans arrêt du fonctionnement de l'installation.

Les concentrations adéquates en réactifs sont maintenues dans le liquide de lavage par des mesures de pH et de potentiel rédox.

L'installation est composée de 2 lignes de traitement de 2 tours.

Caractéristiques des tours de désodorisation

Tour 1	1 pH-mètre pour maintenir pH 9 à 10. 1 rédox-mètre pour maintenir environ 400 à 500 mV.
Tour 2	1 pH-mètre pour maintenir pH 10 à 11. 1 rédox-mètre pour maintenir environ 500 à 600 mV.

Le pH est ajusté avec de la soude

L'apport en oxydant est réalisé avec de la javel

Un apport en eau adoucie est prévu pour :

- compenser les pertes diverses
- limiter la concentration en sel dissous de la solution de lavage

- éviter la précipitation de carbonate de calcium

Caractéristiques du stockage de javel

Caractéristiques	Unités	Caractéristiques
Repère PID		RHS RV 034
Volume de stockage	m <sup>3</sup>	2
Diamètre	m	1,4

Caractéristiques de l'injection de javel

Caractéristiques	Unités	Caractéristiques
Repère PID		RHS PD 001 01 RHS PD 001 02
Type de pompe		A membrane
Nombre de pompes	U	2 (1 par tour)
Débit de la pompe	l/h	25
Puissance	kW	0,12

Caractéristiques du stockage de soude

Caractéristiques	Unités	Caractéristiques
Repère PID		POD RV 01
Volume de stockage	m <sup>3</sup>	2
Diamètre	m	1,4

Caractéristiques de l'injection de soude

Caractéristiques	Unités	Caractéristiques
Repère PID		POD PD 001 01 POD PD 001 02
Type de pompe		A membrane
Nombre de pompes	U	2 (1 par tour)
Débit de la pompe	l/h	10
Puissance	kW	0,12

Une poire de niveau dans les cuves de rétention permet de détecter une fuite éventuelle sur les cuves.

Les cuves sont équipées de 3 contacts de niveaux (haut, bas et très bas). Le contact de niveau haut allume un voyant sur l'armoire de dépotage pour interdire celui-ci.

Lors d'un dépotage, lorsque le niveau haut de la cuve est atteint, un klaxon et un gyrophare sont activés.



[illegible]



Caractéristiques des tours de désodorisation

Paramètres	Unités	Valeurs
Nombre de file	u	1
Repère PID		Tour N1 Tour N2
Nombre de colonne		2
Diamètre unitaire des tours	m	1,7
Hauteur de garnissage	m	2,1
Nature du matériau de garnissage		PP

Caractéristiques recirculation

Paramètres	Unités	Valeurs
Repère PID		DDO PC 001 01 DDO PC 001 02 DDO PC 002
Nombre par tour	u	2 + 1S magasin
Débit d'arrosage réel	m <sup>3</sup> /h	30
HMT	mCE	20
Puissance	kW	5,5

Un apport en eau adoucie est prévu pour :

- compenser les pertes diverses
- limiter la concentration en sel dissous de la solution de lavage
- éviter la précipitation de carbonate de calcium

Caractéristiques de l'adoucisseur

Caractéristiques	Unités	Caractéristiques
Repère PID		EAD RAD 001
Type		
Capacité	l/h	
Puissance	kW	

**Apport en eau adoucie continu**

L'eau adoucie arrive par l'ouverture d'une électrovanne en séquence durée. La purge de l'excédent se fait par l'intermédiaire du trop plein du pied de cuve.

Caractéristiques des vannes d'alimentation en eau adoucie

Caractéristiques	Unités	Caractéristiques
Repère PID	2	EAD VEE 001 02 EAD VEE 002 01
Type		Electrovanne
DN	mm	20

## Déconcentration

Afin d'éviter de saturer les solutions de lavage, des purges régulières sont effectuées via des vannes de déconcentration.

### Caractéristiques des vannes de déconcentration

Caractéristiques	Unités	Caractéristiques
Repère PID		
Type		Electrovanne
DN	mm	20

## 3. Bases théoriques

### 3.1. Origine et nature des odeurs

#### Généralités

Les eaux usées, chargées en matières organiques particulières et dissoutes, en composés azotés, soufrés et phosphorés, induisent la formation de polluants odorants, suivant un processus biologique de fermentation qui se déclenche en milieu anaérobie réducteur.

Le réseau d'égout est souvent le lieu privilégié de ces phénomènes. La faible aération et le plus ou moins long temps de séjour des effluents dans le réseau favorisent l'obtention de conditions réductrices nécessaires aux fermentations bactériennes diverses. Ces processus consistent en la dégradation en composés simples, malodorants pour certains, de molécules complexes présentes en quantités importantes dans la matière organique. Ces molécules sont des glucides (sucres), lipides (huiles et graisses), et protéines, (viandes, végétaux, etc...). Les nombreuses bactéries impliquées ont une activité liée au pH et à la température des eaux.

#### Nature des composés odorants

##### *Les composés soufrés*

Ils constituent la majorité des molécules olfactives rencontrées dans les réseaux de collecte d'effluents et sur les stations d'épuration. Les principaux sont :

- l'hydrogène sulfuré  $H_2S$
- les mercaptans  $R-SH$ ,  $R-S-R'$
- les polysulfures  $R-(SH)_n$ ,  $R-S-S-R'$

En milieu anaérobie réducteur, des bactéries sulfato-réductrices présentes dans les eaux et les dépôts organiques transforment les sulfates et les acides sulfoniques en sulfures et thiols malodorants. Des molécules organiques soufrées telles que détergents et protéines (acides aminés) libèrent du sulfure d'hydrogène ainsi que des polysulfures organiques par hydrolyse.

### *Les composés azotés*

Ces composés sont à l'origine de nuisances olfactives fréquemment situées au niveau des stations et plus rarement au niveau du réseau. Il s'agit principalement :

- de l'ammoniac  $\text{NH}_3$
- des amines aliphatiques ou aromatiques  $\text{R-NH}_2$ ,  $\text{R-NH-R'}$

L'ammoniac provient de l'urine, de la dégradation biologique des protéines et de leurs acides aminés constitutifs, ainsi que de l'hydrolyse des composés organiques azotés dans les réseaux à long temps de séjour.

### **Localisation des odeurs dans la station**

Pour résumer, nous pouvons dire que les odeurs se forment dans le réseau au cours de leur transport vers la station, ainsi que dans toute étape favorisant l'anaérobiose en présence de matières organiques.

Ceci explique pourquoi le prétraitement et le traitement des boues sont les deux zones critiques d'une station d'épuration en matière de nuisances olfactives.

#### *Le prétraitement*

C'est là que le réseau arrive à la station et que l'eau brute subit une première série de traitements qui, s'ils n'en modifient pas ou peu la composition chimique, peuvent selon les cas favoriser les dégazages et les émanations malodorantes. C'est en outre la zone qui, en cas de rejet accidentel dans le réseau, est la première et généralement la plus violemment touchée.

Le prétraitement doit par conséquent faire l'objet de nombreuses précautions aussi bien en termes de confinement que de ventilation.

#### *Le traitement des boues*

Selon les techniques employées et le type des boues traitées, les nuisances peuvent être variables.

Plus les boues sont stabilisées et oxydées, moins elles sont fermentescibles et plus leur traitement est facile sans risque d'odeur majeur. Le procédé à boues activées aération prolongée est un de ceux qui procurent les boues les plus faciles à traiter en terme de nuisances olfactives.

Un flottateur est comparativement beaucoup moins nuisible sur le plan des odeurs grâce au maintien en aérobie des boues.

Parmi les différents modes de déshydratation, la centrifugeuse est la technique la plus "propre" au niveau des odeurs (milieu confiné).



### *Le traitement des eaux*

Le reste de la chaîne de traitement épuratoire ne pose généralement pas de problème olfactif.

Toutes les études menées à ce jour, signalent la faible odorité des clarificateurs et des bassins d'aération, en particulier pour une filière boues activées aération prolongée et possédant une aération par fines bulles. En effet, ce type de filière oxyde parfaitement tous les composés odorants réduits (sulfures et amines) et limite au maximum la formation d'aérosols.

## 3.2. Ventilation des locaux ---

### **Conception des réseaux**

La ventilation permet de renouveler l'air et de maintenir efficacement à un faible niveau, les concentrations en produits odorants et corrosifs grâce aux dispositions suivantes :

- la totalité des volumes confinés, couverts ou capotés est ventilée sous couverture afin d'empêcher toute fuite malodorante dans l'atmosphère des locaux.
- les gaines d'extraction d'air sont disposées de façon à recueillir le plus directement, et à balayer le plus efficacement possible l'espace à ventiler, tout en maintenant une légère dépression dans les locaux grâce à un débit supérieur à celui de l'air neuf.
- des extractions d'air spécifiques et rapprochées sont mises en œuvre, en plus des gaines d'extraction des salles, au-dessus des équipements sensibles tels que classificateurs, concentrateur à graisses, laveur à sables, centrifugeuses afin d'empêcher toute émanation de ces appareils.
- les différentes salles et zones sont strictement cloisonnées pour éviter une contamination olfactive interne ou externe au bâtiment et maintenir des taux de renouvellement constants.
- protection par mise en pression relative des locaux propres tels que galeries d'accès, circuit de visite..., pour ne pas les contaminer alors que les locaux à risques sont en dépression.

## 3.3. Les différentes techniques de désodorisation ---

Lors de la conception de l'installation, nous avons eu à choisir entre les techniques suivantes :

### *L'oxydation thermique*

Elle consiste à réaliser la combustion complète des gaz résiduels entre 700 et 1 000°C ou entre 350 et 400°C en présence de catalyseur. Cette solution très efficace, est très rarement employée en station d'épuration en raison d'un coût énergétique très élevé.

Seules des installations disposant d'un brûleur peuvent traiter une partie de leur air résiduel (jusqu'à 2 000 m<sup>3</sup>/h maximum).

### *L'adsorption*

Généralement réalisée sur charbon actif (mais existant aussi sur résines, zéolithes, tourbes ou compost), cette méthode est basée sur la rétention physique d'un soluté à l'interface gaz-solide. Le piégeage d' $H_2S$  et d' $NH_3$  nécessite l'emploi de charbons actifs imprégnés plus coûteux et plus difficiles à régénérer. En outre, l'efficacité du procédé est vite limitée par l'humidité de l'air qui doit par conséquent être légèrement réchauffé.

C'est pourquoi cette méthode n'est généralement pas utilisée pour désodoriser plus de 2 000 m<sup>3</sup>/h d'air.

### *L'oxydation biologique*

Encore appelé bio désodorisation, ce procédé consiste à adsorber les composés odorants sur un support où ils sont ensuite dégradés par des bactéries aérobies fixées dessus. Un complément nutritionnel est généralement nécessaire en carbone, azote et phosphore, de même qu'une humidification du matériau.

Doté de performances intéressantes, ce procédé nécessite cependant un remplacement périodique du support. Son utilisation reste intéressante pour des débits d'air n'excédant pas 15 à 20 000 m<sup>3</sup>/h.

### *Le lavage physico-chimique*

Le traitement adopté est un lavage du gaz odorant par de l'eau additionnée de réactifs adaptés aux types de polluants à éliminer. Les molécules odorantes sont transférées de la phase gazeuse à la phase aqueuse où ils se retrouvent sous forme dissoute, stable et non odorante.

## **3.4. Principe de la désodorisation physico-chimique**

---

Pour ce projet, nous avons retenu le lavage physico-chimique, solution parfaitement adaptée au débit ventilé et aux exigences de qualité de l'air traité.

### **Conception des tours de lavage**

Chaque famille de molécules odorantes nécessite un réactif spécifique.

Ces laveurs sont à garnissages verticaux et fonctionnent à contre-courant avec recirculation et régénération permanente du liquide de lavage.

Le garnissage permet une mise en contact du gaz et du liquide de lavage optimale afin de favoriser les phénomènes de diffusion des solutés.

Dans chaque tour, l'air à traiter est admis à la partie inférieure tandis que le liquide de lavage, recirculé en permanence et renouvelé régulièrement, est pulvérisé dans la partie supérieure.

Les paramètres de dimensionnement d'une tour de désodorisation sont :

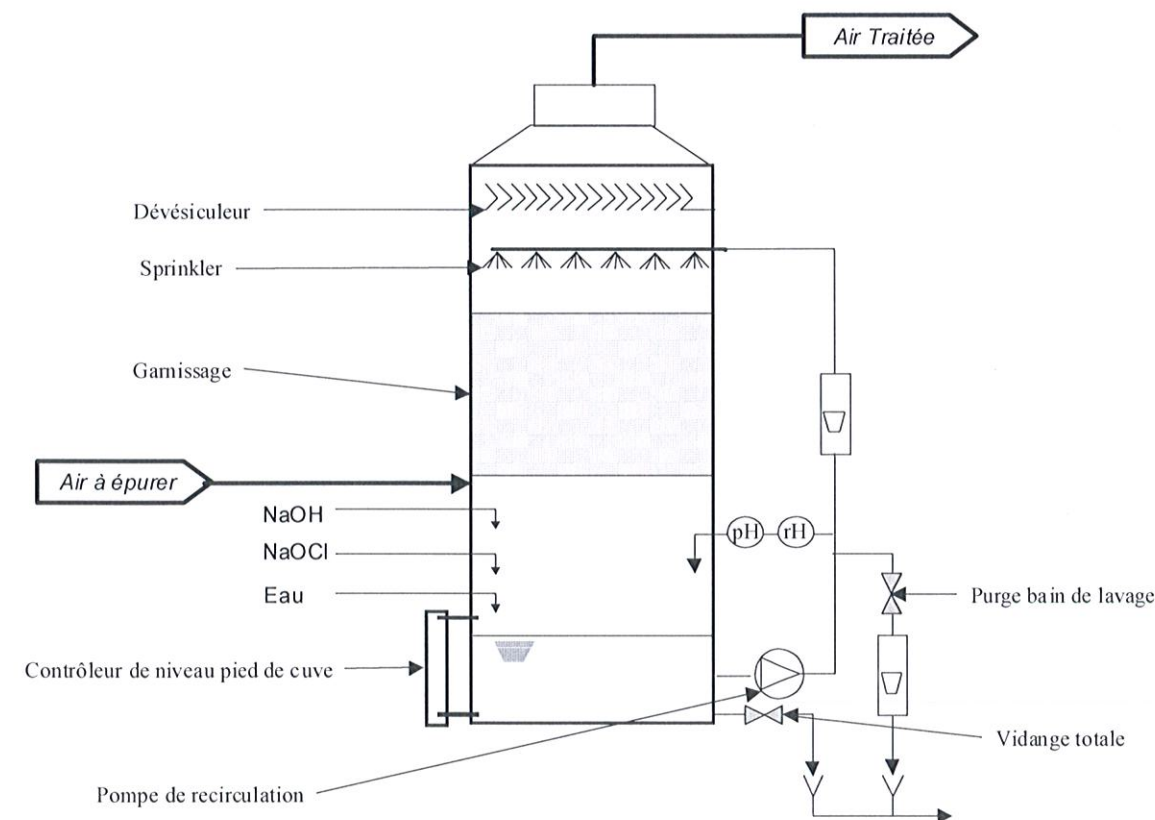
○ la vitesse ascensionnelle 
$$V_{(m/s)} = \frac{Q_{(m^3/h)}}{S_{(m^2)} \times 3600}$$

○ le temps de séjour 
$$T_{(s)} = \frac{S_{(m^2)} \times H_{(m)} \times 3600}{Q_{(m^3/h)}}$$

Paramètres de fonctionnement de la désodorisation

Paramètres	Unité	Valeur
Vitesse de passage maximale des gaz	m/s	1,5
Temps de séjour correspondant sur garnissage	s	1,4

Schéma de principe d'une tour de désodorisation





Une tour est constituée par une cuve cylindrique verticale dans laquelle on distingue 5 zones :

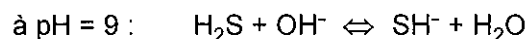
- le pied de cuve qui constitue la réserve de solution de lavage réactive dans laquelle aspirent les pompes de recirculation et d'arrosage du matériau de garnissage
- le garnissage lui-même, soutenu par un plancher perforé, et dont le rôle est d'assurer le meilleur contact possible entre le gaz à traiter et la solution de lavage
- les buses de pulvérisation du liquide qui permettent l'aspersion continue du matériau
- le dévésiculeur, situé au sommet de chaque tour et dont le rôle est de stopper l'essentiel des gouttelettes entraînées par l'important flux gazeux
- l'appareillage de régulation constitué des électrovannes de purge et d'appoint d'eau, des canalisations d'apport de réactifs, des capteurs de mesure du potentiel hydrogène (pH) et du potentiel rédox (rH), l'ensemble permettant de maintenir constante, l'efficacité du lavage chimique

### Processus d'adsorption

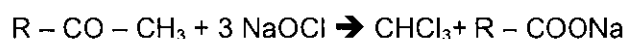
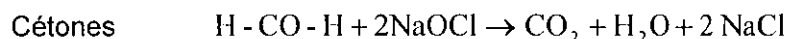
La filière installée associe deux tours basiques oxydantes.

*Lavage basique oxydant soude / javel:*

Les composés soufrés sont solubilisés par la soude puis oxydés par la javel soufrée en soufre colloïdal essentiellement, voire en sulfates.



Amines, aldéhydes et cétones sont également oxydées par l'hypochlorite selon les réactions suivantes :



En outre acides gras et phénols sont neutralisés par la soude sous forme de sels de sodium solubles.



## Chapitre 9

### Services

#### 1. Descriptif de l'installation

##### 1.1. Poste toutes eaux

Le réseau est constitué d'antennes reprenant les égouttures provenant de différents points de la station :

- Egouttage des refus de prétraitement,
- Eau de lavage des sables,
- Surverse du concentrateur à graisses
- Collecte des centrats,
- Eau de lavage traitement des boues,
- Eau de process désodorisation,
- Lavage des sols.

L'écoulement des eaux d'égoutture est gravitaire jusqu'au poste de colature.

Les eaux sont renvoyées dans le répartiteur sortie prétraitements.

##### Caractéristiques du poste

	Unité	Caractéristiques
Volume utile de la fosse	m <sup>3</sup>	10

Le poste est équipé d'une mesure de niveau US et de 2 poires de niveau pour le mode dégradé

##### Caractéristiques du pompage

		Caractéristiques
Repère PID		BER PS 001 BER PS 002
Type de pompe		Immergée
Nombre de pompes		1 + 1S
Débit nominal	m <sup>3</sup> /h	40
HMT	mCE	5,5
Puissance	kW	2,5

La ligne de refoulement est équipée d'un débitmètre électromagnétique.

Localisation des débitmètres électromagnétiques

Filière	Nature	Caractéristiques	Repère PID
Eau	Retour poste toutes eaux	100 m <sup>3</sup> /h	BER FE 01

## 1.2. Poste d'eau industrielle

L'eau industrielle est pompée en surface du clarificateur. Une crépine permet de protéger la pompe d'éventuel corps étrangers.

La pression sur le réseau est de l'ordre de 4 bars. Un ballon hydrophore assure le maintien de cette pression et limite les coups de bélier.

Caractéristiques du ballon

		Caractéristiques
Repère PID		EID RF 030
Type		
Volume	l	18
Pression de service	Bar	3

La capacité du réseau a été calculée pour subvenir aux différents besoins sur la station. Les principaux consommateurs d'eau industrielle sont :

- Zone de pré traitement
- Traitement des boues
- Le lavage du bassin d'orage

Caractéristiques pompage d'eau industrielle

		Caractéristiques
Repère PID		EID PC 030
Type de pompe		Centrifuge
Nombre de pompes		1
Débit nominal	m <sup>3</sup> /h	
Puissance	kW	
HMT	mCE	
Pression	bar	

La ligne de refoulement est équipée d'un pressostat auquel est asservie la pompe d'eau industrielle. Le groupe fonctionne en automatique et est indépendant de l'automate. Un deuxième pressostat permet de protéger la pompe et envoie une alarme en cas de pression trop basse.



## Table des matières

<b>CHAPITRE 1 BASES DE DIMENSIONNEMENT .....</b>	<b>2</b>
1. Charge à traiter – caractéristiques de l'eau brute.....	2
2. Limites de garanties .....	3
<b>CHAPITRE 2 PRE TRAITEMENT .....</b>	<b>4</b>
1. Principe.....	4
2. Descriptif des ouvrages .....	8
2.1. Dégrillage.....	8
2.2. Relevage Temps sec .....	9
2.3. Relevage temps de pluie.....	9
2.4. Dégrillage fin .....	10
2.5. Dessablage – Dégraissage .....	10
2.6. Récupération des graisses .....	11
2.7. Récupération des sables .....	12
2.8. Traitement des sables.....	12
2.9. Stockage des sables traitées .....	13
3. Bases théoriques .....	13
3.1. Dégraissage dessablage .....	13
<b>CHAPITRE 3 BASSIN D'ORAGE .....</b>	<b>16</b>
1. Principe.....	16
2. Descriptif des ouvrages .....	16
2.1. Débit limite acceptable sur la station.....	16
2.2. Ecrêtage.....	16
2.3. Bassin d'orage .....	17
2.4. Vidange de l'ouvrage .....	17
<b>CHAPITRE 4 EQUIPEMENTS D'AUTOCONTROLE ENTREE .....</b>	<b>18</b>
1. Principe.....	18
2. Descriptif des ouvrages .....	18
2.1. Débitmètres installés.....	18
2.2. Nature des débits calculés .....	19
2.3. Prélèvements .....	19
3. Théorie .....	20
3.1. Canal ouvert.....	20
3.2. Débitmètre électromagnétique .....	20
3.3. Préleveurs .....	20

<b>CHAPITRE 5 BOUES ACTIVEES AERATION PROLONGEE .....</b>	<b>22</b>
1. Principe .....	22
2. Descriptif des ouvrages .....	23
2.1. Zone de Contact .....	25
2.2. Bassin anaérobie .....	25
2.3. Bassin d'aération .....	26
2.4. Dégazage.....	29
2.5. Clarification .....	30
3. Bases théoriques .....	32
3.1. Elimination de l'azote .....	32
3.2. Besoin et fourniture d'oxygène.....	36
3.3. Elimination du phosphore .....	38
3.4. Dégazage.....	42
3.5. Clarification .....	43
3.6. Recirculation des boues.....	43
3.7. Extraction des boues .....	44
<b>CHAPITRE 6 EQUIPEMENTS D'AUTOCONTROLE SORTIE .....</b>	<b>45</b>
1. Principe.....	45
2. Descriptif des ouvrages .....	45
2.1. Débitmètres installés.....	45
2.2. Prélèvements .....	46
3. Théorie .....	46
3.1. Canal ouvert.....	46
3.2. Préleveurs .....	47
<b>CHAPITRE 7 DESHYDRATATION.....</b>	<b>48</b>
1. Principe.....	48
2. Descriptif des ouvrages .....	48
2.1. Bâche homogénéisation (flottants et boues extraites) .....	50
2.2. Alimentation de la déshydratation.....	50
2.3. Préparation de polymères .....	51
2.4. Injection de polymère centrifugation .....	52
2.5. Injection de polymère lubrification pompe de gavage .....	52
2.6. Déshydratation par centrifugeuse .....	53
2.7. Reprise sous centrifugation.....	54
3. Bases théoriques .....	55
3.1. Production de boues .....	55
3.2. Centrifugeuse.....	56
3.3. Polymère .....	56
3.4. Contraintes chimiques du polymère.....	57

<b>CHAPITRE 8 VENTILATION - DESODORISATION.....</b>	<b>58</b>
<b>1. Principe.....</b>	<b>58</b>
<b>2. Descriptif de l'installation .....</b>	<b>58</b>
2.1. Extraction de l'air vicié .....	58
2.2. Désodorisation physico-chimique .....	59
<b>3. Bases théoriques .....</b>	<b>63</b>
3.1. Origine et nature des odeurs.....	63
3.2. Ventilation des locaux .....	65
3.3. Les différentes techniques de désodorisation.....	65
3.4. Principe de la désodorisation physico-chimique .....	66
<b>CHAPITRE 9 SERVICES .....</b>	<b>69</b>
<b>1. Descriptif de l'installation .....</b>	<b>69</b>
1.1. Poste toutes eaux .....	69
1.2. Poste d'eau industrielle .....	70
<b>TABLE DES MATIERES.....</b>	<b>71</b>