



sa ingénieurs  
hydrauliciens

## **Commune d'Yvonand**

STEP d'Yvonand

## **Réhabilitation de la STEP**

Projet de l'ouvrage

Lausanne, le 10 avril 2024

N° réf.: EP-916 TF  
L:\916 Yvonand STEP\01-10\04\916-Projet-STEP-2024\0410.docx

Av. Juste-Olivier 18bis

1006 Lausanne

Tel 021 617 64 42

[www.ribi.ch](http://www.ribi.ch)

## Table des matières

1.	CONTEXTE GENERAL .....	4
2.	CHARGES DE DIMENSIONNEMENT.....	4
2.1.	Charges 2019-2020.....	4
2.2.	Bases de dimensionnement 2045 .....	7
3.	EXIGENCES DE TRAITEMENT ET NORMES DE REJET.....	8
4.	DIAGNOSTIQUE DES INSTALLATIONS – FILE EAU .....	8
4.1.	Bassin d'entrée : arrivée des effluents .....	8
4.2.	Bassin d'eaux pluviales .....	9
4.3.	Tamiseur.....	9
4.4.	Canal d'acheminement .....	10
4.5.	Dessableur.....	10
4.6.	Débitmètre .....	11
4.7.	Monobloc système Schreiber.....	11
4.8.	Stockage du chlorure de fer.....	11
5.	PROJET TRAITEMENT BIOLOGIQUE.....	12
5.1.	Bassin de pré-stockage / pompage .....	12
5.2.	Points clés du dimensionnement des SBR .....	15
5.3.	Choix des paramètres clés du procédé.....	16
5.4.	Dimensionnement du SBR selon DWA-M 210 et GPS-X.....	17
5.4.1.	Dimensionnement selon DWA-M 210.....	17
5.4.2.	Vérification du dimensionnement par GPS-X en temps sec pour 8000 EH 18	
5.4.3.	Vérification du dimensionnement par GPS-X en temps sec pour 10'000 EH .....	21
5.5.	Cycles temps sec et temps de pluie .....	21
5.6.	Dimensionnement des SBR retenu.....	23
5.7.	Bassin de lissage.....	23
5.8.	Bassins de traitement des eaux complémentaires.....	24
5.9.	Place de dépotage/transbordement.....	24
6.	FILIERE DE TRAITEMENT DES BOUES .....	25
6.1.	Silo à boues.....	25
6.2.	Installation de déshydratation existante .....	25
6.3.	Base de dimensionnement de la nouvelle unité de déshydratation.....	26
6.4.	Unité de déshydratation par vis sélectionnée.....	27
6.5.	Projet de réhabilitation de la filière boue.....	27
7.	DESODORISATION.....	29
8.	TRAITEMENT DES MICROPOLLUANTS.....	30
9.	ESTIMATION DE LA CONSOMMATION D'ÉLECTRICITÉ .....	31
10.	DEVIS DES TRAVAUX .....	32

11. FRAIS D'EXPLOITATION.....	33
12. ANNEXES.....	34

## Table des figures

Figure 1 : Schéma de la STEP d'Yvonand .....	4
Figure 2 : Analyse du débit journalier.....	4
Figure 3 : Fréquence des débits traités.....	5
Figure 4 : Analyse des charges organiques 2019-2020 .....	6
Figure 5 : Charges des 5 STEP de l'amont .....	7
Figure 6 : Bases de dimensionnement.....	7
Figure 7 : Projet réhabilitation locale tamiseur .....	10
Figure 8 : Extrait coupe dessableur, référence WTW .....	10
Figure 9 : Extrait monobloc système Schreiber, référence EPUREX SA.....	11
Figure 10: Schéma de réhabilitation de la STEP d'Yvonand .....	12
Figure 11 : Exemple de période de temps sec. Débit effectif en bleu. Hydrogramme modélisé en rouge. ....	13
Figure 12 : Plusieurs répartitions temporelles du débit de temps sec de 1'500 m3/j.....	13
Figure 18: Répartition horaire du QTS .....	14
Figure 19 : Exemple de détermination du volume de pré-stockage en temps sec.....	14
Figure 15 : Schéma volume d'échange SBR.....	17
Figure 16 : Modèle GPS-X de la STEP .....	18
Figure 17 : Débits d'entrée et de sortie d'un SBR.....	19
Figure 18 : Concentration en matières sèches par couche .....	20
Figure 19 : Concentrations au rejet de la STEP (pour 1 SBR) à T proche de 10°C et pour un âge de boue de 30j .....	20
Figure 20 : Concentrations au rejet de la STEP (pour 1 SBR) à T proche de 18°C et pour un âge de boue de 19j .....	21
Figure 21 : Représentation graphique du cycle de 8h .....	22
Figure 22 : Représentation graphique du cycle de 6h .....	22
Figure 23 : Schéma projet réhabilitation monobloc schreiber .....	24
Figure 24 : Principe fonctionnement filtre sur toiles, référence MECANA.....	24
Figure 25 : Exemple de bac de rétention amovible, référence fournisseur difope.....	24
Figure 26 : Extrait stockeur à boues, référence Küng et Associés SA.....	25
Figure 27 :Vis de déshydratation, référence Q-Press de Huber .....	27
Figure 34 : Projet de nouvelle filière boue .....	28
Figure 35 : Exemple de vis de répartition des boues dans la benne.....	28
Figure 30 : Evaluation de la consommation énergétique et des puissances par procédé.....	31

## 1. Contexte général

La STEP d'Yvonand a été construite dans les années 70 et des extensions comprenant le local microtamisage ainsi que le silo à boue ont été aménagées en 1984.

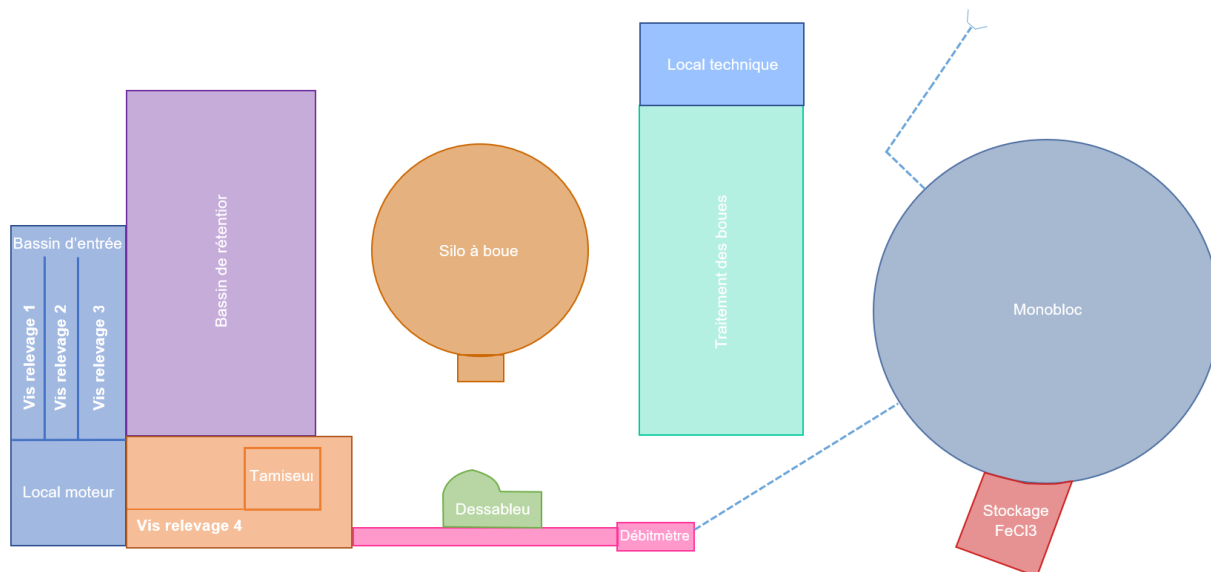


Figure 1 : Schéma de la STEP d'Yvonand

Les normes de rejet de la STEP dépassent les valeurs seuils, la commune a donc pris la décision de réhabiliter la STEP d'Yvonand.

## 2. Charges de dimensionnement

### 2.1. Charges 2019-2020

Débits journaliers 2019-2020 en m <sup>3</sup> /j	
Centile 20	606
Centile 50	686
<b>QTS*</b>	<b>646</b>
<b>Moyenne</b>	<b>805</b>
Centile 85	1 023
Centile 90	1 225
Centile 95	1 543
Max	2 390

\* Selon méthode VSA

Figure 2 : Analyse du débit journalier

L'analyse des débits journaliers en entrée de STEP de 2019 à 2020 indique un débit de temps sec de 646 m<sup>3</sup>/j en se basant sur la méthode du VSA (Q20 + Q50)/2. Le QTS<sub>14</sub> est donc de 46 m<sup>3</sup>/h.

Le bilan de l'épuration de 2019 indique un débit de temps sec traité de 596 m<sup>3</sup>/j et un débit moyen de 773 m<sup>3</sup>/j. Ces valeurs sont moins élevées que les données de 2019-2020. Il faut noter que l'année 2019 a été particulièrement sèche.

Le débit de temps de pluie non dépassé le 95% du temps est de 1'543 m<sup>3</sup>/j. Des mesures du débit déversé ont été mises en place au début 2021 et sont traitées au chapitre 4.2.

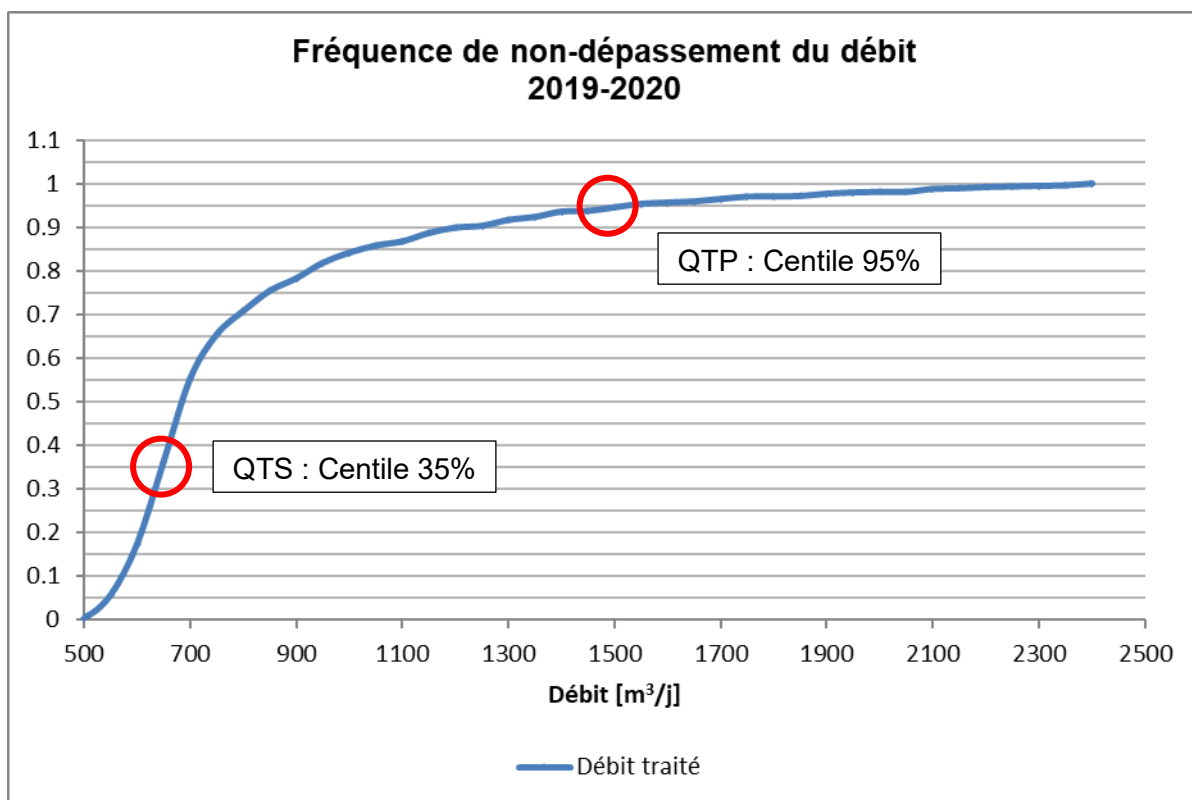


Figure 3 : Fréquence des débits traités

La charge moyenne en DCO est d'environ 4'000 EH, ce qui correspond approximativement à la population équivalente raccordée de 3'908 habitants (selon bilan de l'épuration 2019). En partant sur une moyenne de 4'000 EH, le débit spécifique de temps sec est de **161 l/EH/j**. Cette valeur est équivalente à la moyenne suisse de consommation d'eau potable. On peut donc estimer que le réseau achemine très peu d'eaux claires parasites.

Pour ce qui concerne la charge organique de 2019 à 2020, la STEP traite des pointes de charges d'environ 5'000 à 5'500 EH (centile 85%) en pollution carbonée et en pollution azotée hors périodes touristiques. En période touristique, la charge organique à traiter peut monter à environ 7'000 EH (centile 95%).

	DBO5	DCO	N-NH4	NTK	Ntot	PO4	Ptot
	kg/j	kg/j	kg/j	kg/j	kg/j	kg/j	kg/j
22.01.2019	312.1	488.8	24.9	37.2	37.7	2.4	4.9
13.02.2019	241.3	405.3	22.9	36.2	36.7	2.4	5.1
13.03.2019	396.8	867.1	31.6	55.1	56.8	3.2	8.6
15.04.2019	296.3	473.0	22.9	32.3	32.5	2.2	5.0
15.05.2019	230.5	414.8	17.7	31.5	31.9	1.9	4.5
18.06.2019	138.1	307.9	31.1	49.6	50.1	1.8	4.4
14.08.2019	126.6	291.6	31.8	38.6	39.0	2.1	4.5
17.09.2019	212.0	446.2	21.5	39.6	40.2	2.2	4.6
07.10.2019	191.2	380.1	24.2	32.6	33.1	2.3	4.5
06.11.2019	246.6	502.7	22.7	37.9	38.6	2.1	5.0
02.12.2019	177.2	420.5	27.2	36.3	37.1	2.6	4.8
21.01.2020	258.9	476.1	24.1	36.8	37.5	2.2	5.1
12.02.2020	202.5	445.0	24.4	36.6	37.4	2.3	5.0
11.03.2020	175.0	364.6	21.3	39.2	40.1	1.9	4.5
02.06.2020	134.3	407.2	28.5	41.9	42.6	3.4	6.0
08.07.2020	325.4	548.1	29.1	29.6	30.3	3.2	6.8
12.08.2020	142.4	312.7	40.6	54.6	55.3	3.0	5.5
15.09.2020	286.2	333.9	20.1	30.8	31.4	1.8	4.5
05.10.2020	254.1	467.4	31.8	42.7	43.5	2.8	6.3
04.11.2020	424.5	817.4	23.2	40.6	41.3	1.7	9.2
30.11.2020	168.8	378.1	35.0	54.7	55.5	0.1	5.7
19.01.2021	300.0	430.0	46.5	60.7	61.9	1.3	3.9
08.02.2021	197.3	358.7	39.4	53.0	53.9	3.0	6.5
10.03.2021	314.8	527.0	33.7	49.3	49.6	2.6	8.7
12.04.2021	311.1	576.1	35.1	54.3	55.1	3.8	8.7
Moyenne	242.6	457.6	28.4	42.1	42.8	2.3	5.7
Centile 85	315.9	550.9	35.5	54.6	55.3	3.2	8.6
Centile 90	354.0	672.6	39.9	54.9	56.1	3.3	8.7
Centile 95	416.2	852.2	44.7	59.0	60.4	3.7	9.1
	DBO5	DCO	N-NH4	NTK			Ptot
	EH 60g/EH/j	EH 120g/EH/j	EH 6.5 g/EH/j	EH 11g/EH/j			EH 1.8g/EH/j
Moyenne	4043	3813	4377	3825			3168
Centile 85	5265	4591	5463	4965			4778
Centile 90	5900	5605	6139	4989			4831
Centile 95	6936	7102	6879	5368			5036
Maximum	7074	7226	7150	5521			5123

Figure 4 : Analyse des charges organiques 2019-2020

En tenant compte des données à disposition, le compromis suivant est choisi pour la charge à traiter actuelle de la STEP :

	Bilan VD 2018 <sup>(1)</sup>	Bilan VD 2019 <sup>(1)</sup>	Données 2019-2020 <sup>(2)</sup> Hors tourisme	Données 2019-2020 <sup>(3)</sup> Période touristique
QTS [m <sup>3</sup> /j]	689	596	646	646
QTP [m <sup>3</sup> /j]	-	-	1'543	1'543
Charge organique DCO [EH]	4'353	3'876	5'000	7'000

(1) Moyennes annuelles

(2) Centile 85% des charges organiques, centile 95% des débits mesurés

(3) Centile 95% des charges organiques, centile 95% des débits mesurés

La différenciation entre la période touristique et la période hors tourisme permettra d'adapter le dimensionnement des SBR. En effet, la température des eaux à traiter en période touristique étant plus élevée, la capacité de traitement d'une boue activée est supérieure à volume identique.

Pour le débit à traiter, le centile 95% est retenu pour l'ensemble du dimensionnement, car les SBR sont des ouvrages hydrauliques à ne pas sous-dimensionner en période de pluie.

## 2.2. Bases de dimensionnement 2045

Les 5 STEP raccordables à la STEP d'Yvonand sont indiquées ci-dessous avec leurs charges moyennes selon bilan de l'épuration 2019 :

STEP	QTS [m <sup>3</sup> /j]	Charge organique DCO [EH]
Arrissoules	17	64
Chavannes le Chêne	40	313
Molondin	69	524
Rovray	25	127
Villars Epeney	27	102
Totaux	178	1'130
Débit spécifique	158 l/EH/j	

Figure 5 : Charges des 5 STEP de l'amont

Pour l'évaluation de la charge en 2045, les charges suivantes sont considérées en plus des charges de base décrites au chapitre 2.1 :

- +1'300 EH pour les cinq STEP de la Menthue
- +1'700 EH (Yvonand : habitants, tourisme, industrie)
- +480 m<sup>3</sup>/j, 34 m<sup>3</sup>/h pour QTS<sub>14</sub> (3'000 EH à 160 l/EH/j)
- +960 m<sup>3</sup>/j, 68 m<sup>3</sup>/h pour QTP

Les charges de pointe retenues pour le dimensionnement de la STEP d'Yvonand sont différenciées pour la période hors tourisme et la période touristique. Pour s'adapter aux possibilités du traitement biologique des SBR (très dépendant du débit d'entrée), le QTP est convenu égal à deux fois le QTS.

	Charges de pointe hors tourisme 2045	Charges de pointe en période touristique 2045
QTS [m <sup>3</sup> /j]	1'150	1'150
QTS <sub>14</sub> [m <sup>3</sup> /h]	82	82
QTP [m <sup>3</sup> /j]	2'300	2'300
QTP [m <sup>3</sup> /h]	164	164
<b>Charge organique [EH]</b>	<b>8'000</b>	<b>10'000</b>
DBO <sub>5</sub> [kg/j]	60g/Eh/j	480
DCO [kg/j]	120g/Eh/j	960
MES [kg/j]	60g/Eh/j	480
N-NH <sub>4</sub> [kg/j]	6.5g/Eh/j	52
NTK [kg/j]	11g/Eh/j	88
Ptot [kg/j]	1.8g/Eh/j	14.4

Figure 6 : Bases de dimensionnement

### 3. Exigences de traitement et normes de rejet

Dans le cas de la réalisation d'une nouvelle STEP à Yvonand avec rejet à la Menthue, les exigences de traitement suivantes sont à considérer :

- Traitement C/N/P (nitrification des eaux)
- La dénitrification des eaux est souhaitée, nouvelle OEaux à venir 2027
- Les normes de rejet sont celles de l'OEaux pour une installation < 10'000 EH
- Aucun traitement des micropolluants n'est exigé, mais son intégration est déjà considérée. La réalisation de ce traitement se fera ultérieurement une fois le cadre légal adapté au subventionnement pour le cas d'Yvonand (pas avant 2027).

Paramètre	Concentration [mg/l]	Taux d'épuration [%]
MES	20	-
DBO5	20	90
DCO	60	80
COD	10	85
Ptot	0.8	80
N-NH4	2	90

Tableau 1 : Normes de rejet

Une dénitrification avec rendement de 80 à 85% sur l'azote total sera recherchée.

### 4. Diagnostique des installations – File eau

#### 4.1. Bassin d'entrée : arrivée des effluents

Le réseau d'égout est raccordé en début de STEP via le bassin d'entrée. Dans le bassin d'entrée, 3 vis de relevage sont en fonction avec les caractéristiques suivantes :

Vis de relevage	Diamètre [mm]	Q <sub>max</sub> [m <sup>3</sup> /h]	Enclench. [mm]	Déclench. [mm]	Fournisseur	Révision
N°1	400	75.6	300	100	SPANNS/Häny	2019
N°2	700	382	1'000	400	GIROUD	-
N°3	1200	1'300	1'500	900	GIROUD	-

Tableau 2 : Caractéristiques vis de relevage

En temps sec, c'est la vis de relevage n°1 qui est en fonction. En cas de débit plus important, la vis n°1 s'arrête et la vis n°2 s'enclenche. Si la hauteur d'eau dans le bassin est supérieure à 1.5 m, la vis n°3 s'enclenche pour remplir le BEP. Actuellement, la vis n°2 ainsi qu'un orifice avant l'unique vis de relevage n°4 font office de régulateur de débit de la STEP. Le trop-plein parvient directement dans le BEP. Seule la vis de relevage n° 1 possède un variateur de fréquence.

Dans le cadre du projet, les vis 1 et 2 seront prolongées pour relever les eaux suffisamment haut pour permettre de réaliser deux canaux avec dégrilleurs dans le bâtiment du prétraitement. Le bâtiment des vis sera modifié pour permettre cette prolongation. La vis 3 fera l'objet d'une révision. Cette vis 3 continuera d'alimenter le bassin d'eaux pluviales de manière identique à la situation actuelle.

L'entrée de STEP ne sera pas équipée d'un piège à cailloux. Des pièges à cailloux seront par contre réalisés sur les deux branches principales du réseau d'eaux usées, à l'amont direct de la STEP. Ces pièges à cailloux ne font pas partie du projet de STEP.



## 4.2. Bassin d'eaux pluviales

Le bassin de rétention des eaux pluviales a été créé dans les années 70 et possède un volume de stockage maximum de 215 m<sup>3</sup>. Des fissures sont perceptibles sur les murs en béton armé, une réfection de l'ouvrage est prévu dans le cadre du projet.

Le BEP comporte un orifice de fond avec un batardeau raccordé à une chambre en amont du bassin d'entrée. Le débit d'entrée maximum est de 361 l/s (capacité vis n°3) et le débit de sortie quant à lui est de 370 l/s (collecteur, z=0.55).

Le BEP comporte deux déflecteurs verticaux limitant le déversement des flottants au cours d'eau.

Un bilan des déversements du BEP a été réalisé. Ce bilan fait l'objet du rapport « Bilan des déversements, 29.08.2022, Ribl SA ». Ce rapport préconise diverses actions sur le réseau communal pour diminuer les déversements, notamment au niveau du BEP de la STEP (DO1 dans le rapport).

Pour améliorer la situation, un dégrilleur d'orage sera installé au niveau de la surverse du BEP. Les déchets seront collectés et acheminés dans un container de 800 litres. Les déversements à la Menthue seront ainsi dégrillés.

## 4.3. Tamiseur

Après l'orifice de régulation du débit présent sous le local des moteurs des vis 1 à 3, la vis de relevage actuelle n°4 introduit l'écoulement sur l'unique dégrilleur existant. Celui-ci est un tamiseur rotatif obsolète avec un écoulement qui s'introduit depuis dessus. De ce fait, il est nécessaire actuellement d'avoir la présence de la vis n°4. Le tamiseur est couplé avec une presse à déchets.

Les caractéristiques des différents éléments actuels sont les suivantes :

Élément	Diamètre [mm]	Q <sub>max</sub> [m <sup>3</sup> /h]	Fournisseur	Autres
Orifice de régulation	400	122	-	-
Vis de relevage 4	700	180	STRELEY	-
Tamiseur	-	197	R&O Dépollution	Entrefer 1mm

Tableau 3 : Caractéristiques vis de relevage

Le prolongement des vis de relevage 1 et 2 (chapitre 4.1) permettra la suppression de la vis de relevage numéro 4. Ainsi la redondance de relevage jusqu'au local tamiseur sera permise tout en restant dans l'enceinte actuelle du bâtiment du prétraitement.

Le remplacement du tamiseur actuel par deux tamiseurs fins de 3mm de perforation (ou maille) permettra la redondance du pré-traitement.

Des travaux de génie civil seront réalisés dans le local du prétraitement afin de désinstaller le tamiseur actuel et créer deux canaux pour l'installation des tamiseurs fins.

Une zone de stabilisation hydraulique est également prévue pour répartir le débit des vis de relevage sur les deux tamiseurs.

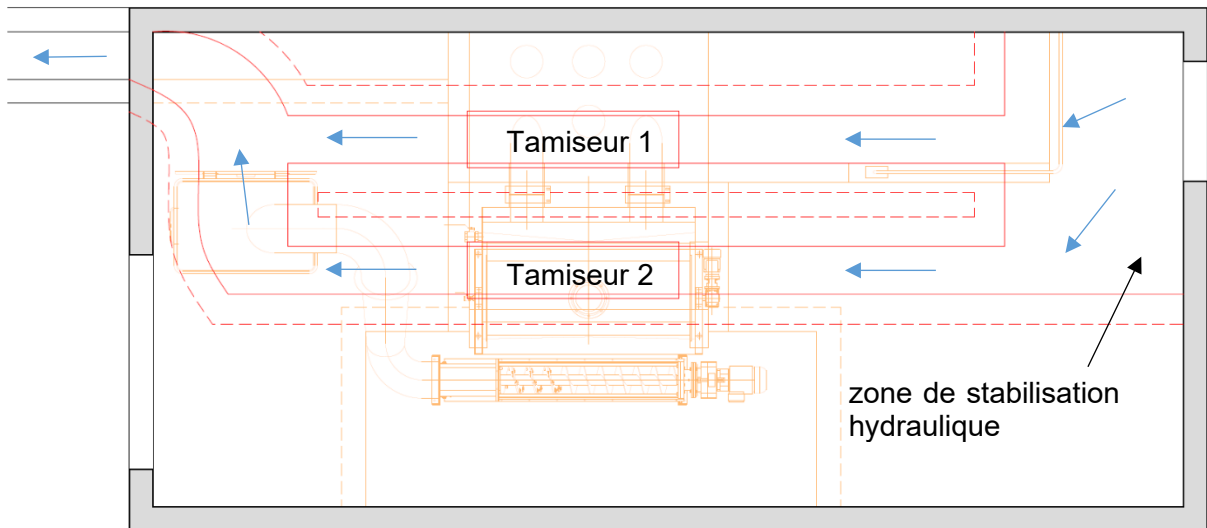


Figure 7 : Projet réhabilitation locale tamiseur

#### 4.4. Canal d'acheminement

À la suite du local tamiseur se situe le canal d'acheminement des eaux tamisées. Le débit maximum du canal est supérieur au débit nécessaire ( $>700 \text{ m}^3/\text{h}$ , suppression du venturi, chapitre 4.6). Aucune réfection majeure n'est prévue sur le canal d'acheminement entre le local tamisage et le débitmètre actuel.

#### 4.5. Dessableur

Le dessableur actuel se situe entre les futurs tamiseurs et le débitmètre d'entrée de la STEP. Le dessableur actuel possède un volume compris entre  $2.2$  à  $3.0 \text{ m}^3$ . Le volume du bac de sable est de  $0.85 \text{ m}^3$ . Les dimensions exactes devront être mesurées sur l'ouvrage vidé et nettoyé en phase exécution.

La capacité de l'ouvrage est de  $235$  à  $430 \text{ m}^3/\text{h}$  selon la documentation technique et sa capacité est considérée comme suffisante.

Le dessableur actuel est en fonction depuis la création de la STEP sans entretiens particuliers. Une réhabilitation du béton, mais aussi des équipements est prévue au projet.

Un nouveau compresseur à palettes sera installé dans le local tamisage pour alimenter la pompe mammouth qui permet la vidange du sable. Une variante d'extraction du sable par pompe à lobes sera étudiée en exécution.

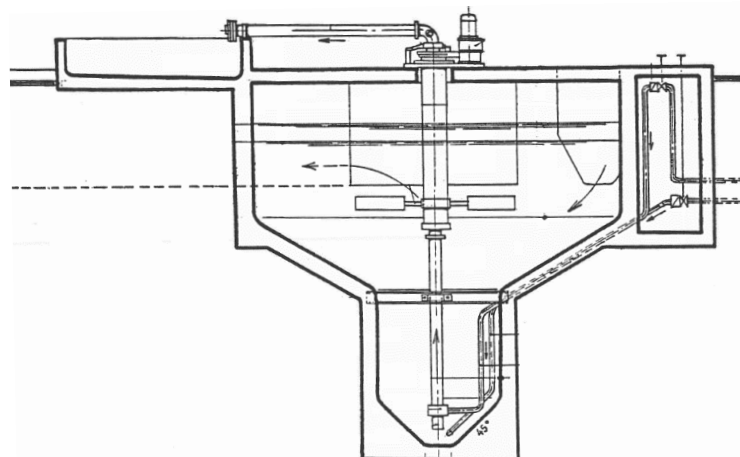


Figure 8 : Extrait coupe dessableur, référence WTW

#### 4.6. Débitmètre

Le débitmètre actuel de la STEP est un canal venturi. À la suite du débitmètre, le canal d'acheminement continue en direction du monobloc Schreiber qui traite les eaux de la STEP. Ce débitmètre venturi sera supprimé et remplacé par une technologie plus moderne.

La construction du nouveau traitement doit se faire de l'autre côté de la route. La création d'une conduite sous la route permet d'acheminer les eaux usées jusqu'à la fosse de pompage des SBR. Un débitmètre électromagnétique sera installé sur cette conduite. Ce débitmètre mesurera le débit avec une grande précision.

Un déversoir de sécurité sera créé en amont de la conduite enterrée et des SBR. La sonde actuelle installée sur le débitmètre venturi sera déplacée sur ce déversoir de sécurité afin de comptabiliser d'éventuels déversements. La pose d'un nouveau collecteur entre le futur déversoir et la conduite de rejet actuel du monobloc Schreiber est prévue pour acheminer les eaux au cours d'eau.

#### 4.7. Monobloc système Schreiber

Le monobloc Schreiber a été créé dans les années 1970. Le monobloc sera partiellement démoli et un bassin de lissage des eaux traitées sera créé dans son gabarit actuel (voir chapitre 5.7). Toutefois, le bassin de lissage aura une hauteur bien plus faible que l'ouvrage actuel.

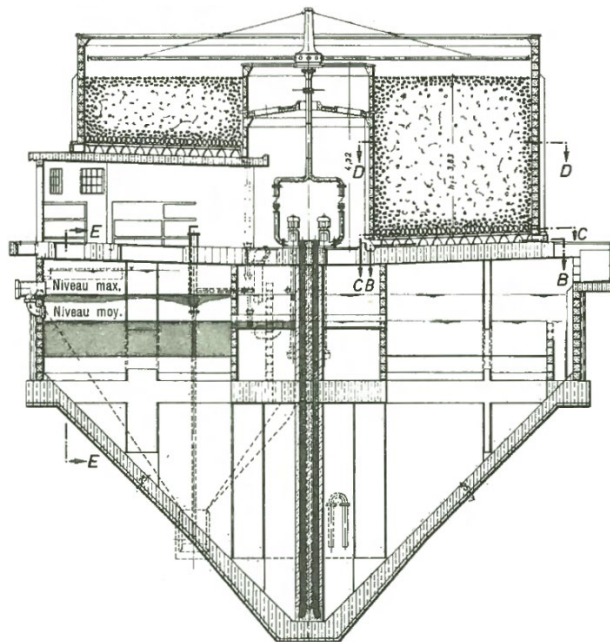


Figure 9 : Extrait monobloc système Schreiber, référence EPUREX SA

#### 4.8. Stockage du chlorure de fer

La cuve de chlorure ferrique actuelle située à proximité du Monobloc Schreiber a une contenance de 6.5 m<sup>3</sup> et sera augmentée à 12 m<sup>3</sup> afin de réduire le nombre d'interventions pour le remplissage.

Sur la base de la consommation maximal de chlorure ferrique (FeCl<sub>3</sub>) d'environ 50 m<sup>3</sup>/an en 2040, la cuve de 12 m<sup>3</sup> nécessitera cinq interventions de remplissage par année.

La présence de fissures et la non-étanchéité de la dalle en béton actuelle demandent une réfection complète de l'enceinte de confinement de la cuve de chlorure ferrique.

## 5. Projet traitement biologique

Afin d'améliorer le traitement biologique tout en ayant une place restreinte, la construction de quatre bassins de type SBR ainsi qu'une zone technique en face de la STEP existante ont été prévus.

La zone technique du bâtiment sud comporte :

- Une station de pompage au sous-sol qui sert de bassin de pré-stockage
- Un local de commande, laboratoire, zone technique et toilettes au rez-de-chaussée
- Une zone technique pour les soufflantes au 1<sup>er</sup> étage

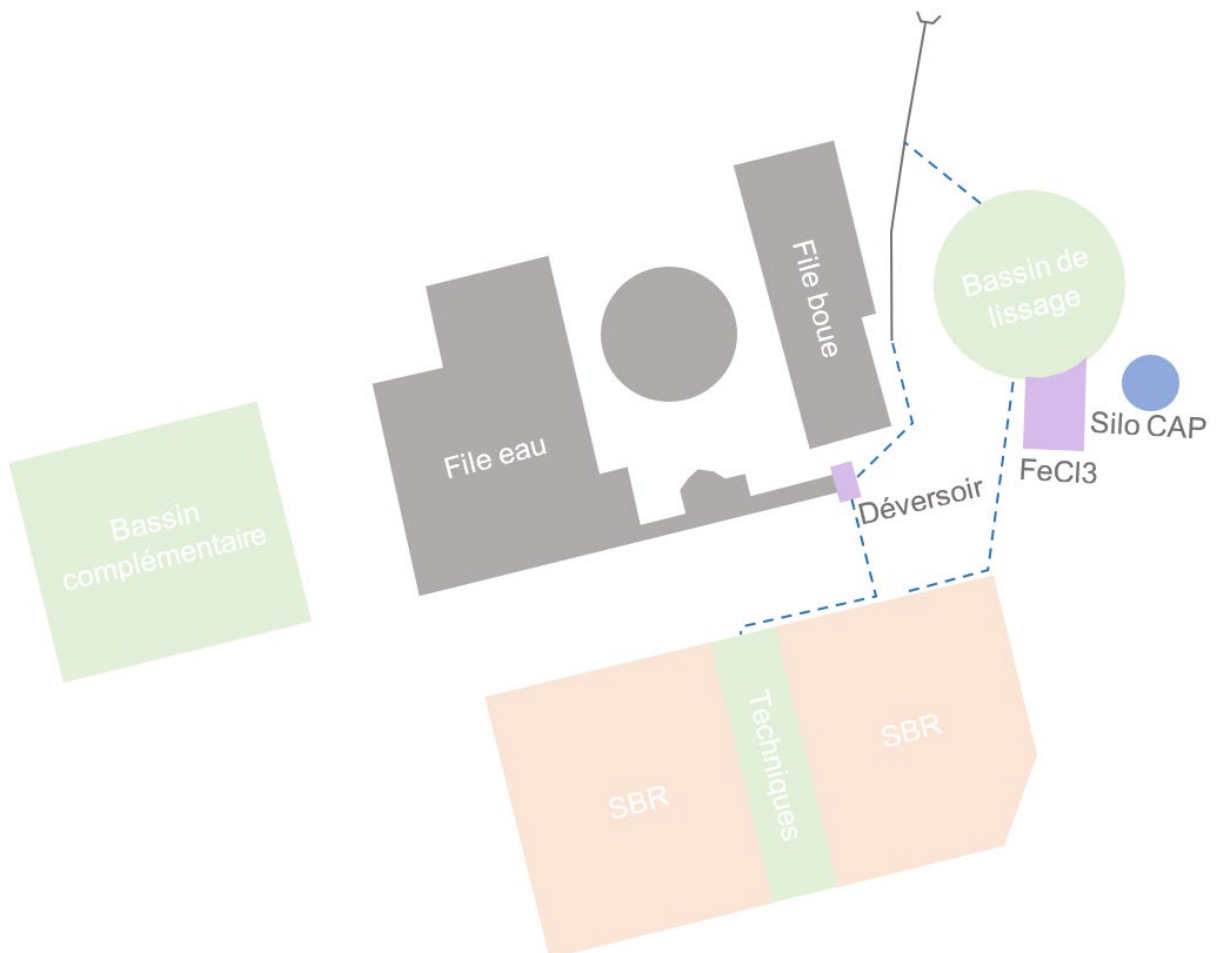


Figure 10: Schéma de réhabilitation de la STEP d'Yvonand

### 5.1. Bassin de pré-stockage / pompage

Un bassin de pré-stockage permet de lisser partiellement le débit pompé sur chaque SBR au cours d'une journée. Cet ouvrage a pour but de limiter les inégalités de charges à traiter entre les quatre SBR. Pour analyser son dimensionnement et son efficacité, une répartition temporelle du débit d'entrée est nécessaire.

L'analyse des débits d'entrée permet de définir un fonctionnement du réseau en temps sec. Plusieurs périodes de temps sec ont été analysées au cours des années 2019 et 2020.

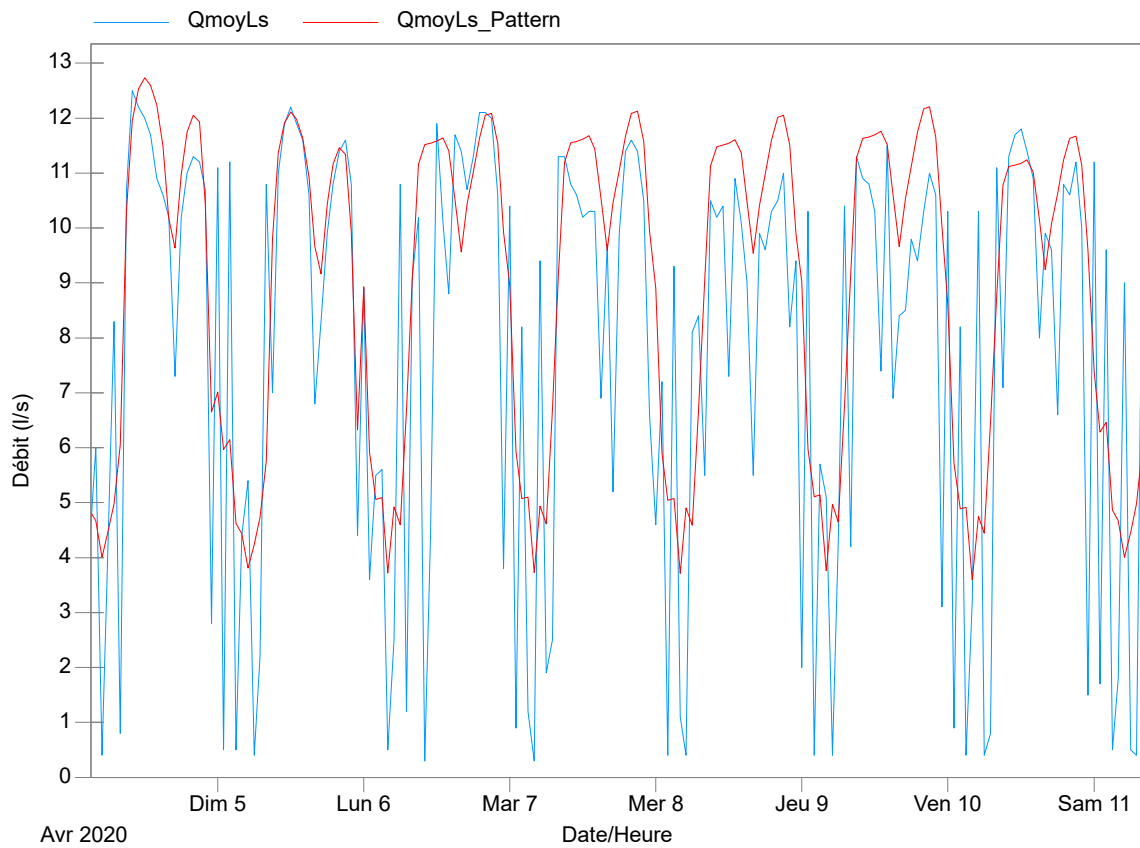


Figure 11 : Exemple de période de temps sec. Débit effectif en bleu. Hydrogramme modélisé en rouge.

Sur la base de ces périodes de temps sec sélectionnées, plusieurs modèles ont été établis pour représenter au mieux la répartition du débit en temps sec en entrée de STEP. On constate que l'ensemble des modélisations effectuées donne une répartition temporelle du débit similaire avec une pointe entre 9h et 12h et une autre pointe entre 19h et 21h.

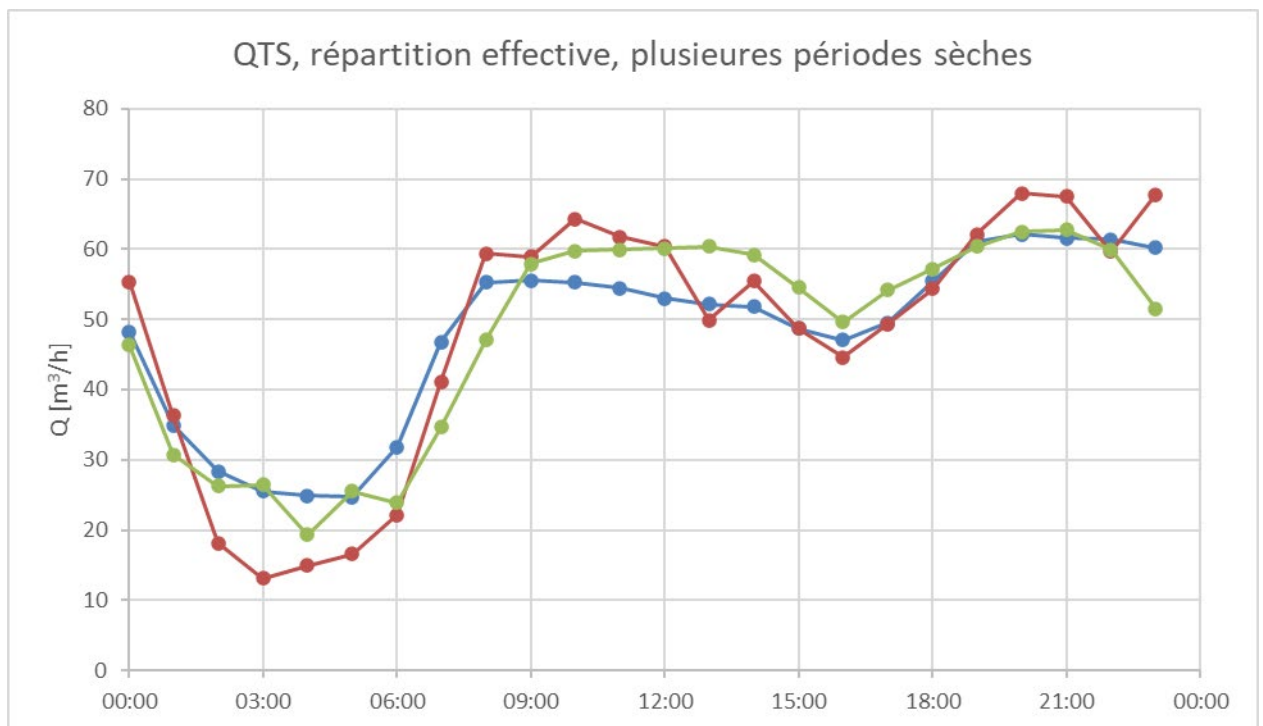


Figure 12 : Plusieurs répartitions temporelles du débit de temps sec de 1'500 m3/j

Ces répartitions indiquent que le débit en entrée de STEP correspond plus à un QTS16 qu'à un QTS14.

Pour les besoins de la modélisation, la répartition du débit journalier suivante est utilisée. Le débit maximal de temps sec est de 62 m<sup>3</sup>/h et le débit minimal nocturne est de 25 m<sup>3</sup>/h (~50% d'eaux claires permanentes sur une journée). Le volume global de temps sec traité sur une journée est de 1'150 m<sup>3</sup>.

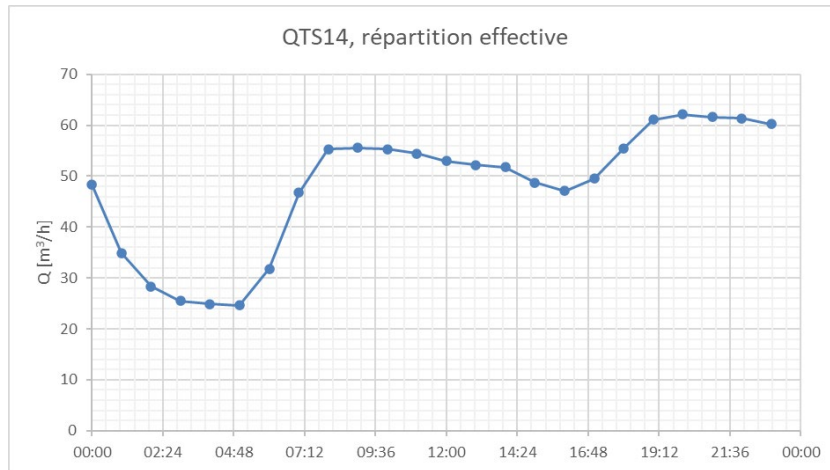


Figure 13: Répartition horaire du QTS

En tenant compte de cette répartition du débit journalier, de plusieurs cas de charge (débits actuels, à pleine charge) et en adaptant le débit pompé en cours de journée, l'optimum suivant a été déterminé :

- Volume du pré-stockage de 200 m<sup>3</sup>
- Volume pompé équivalent au débit moyen sur 24h
- Variation du débit pompé entre 30 et 60 m<sup>3</sup>/h en temps sec

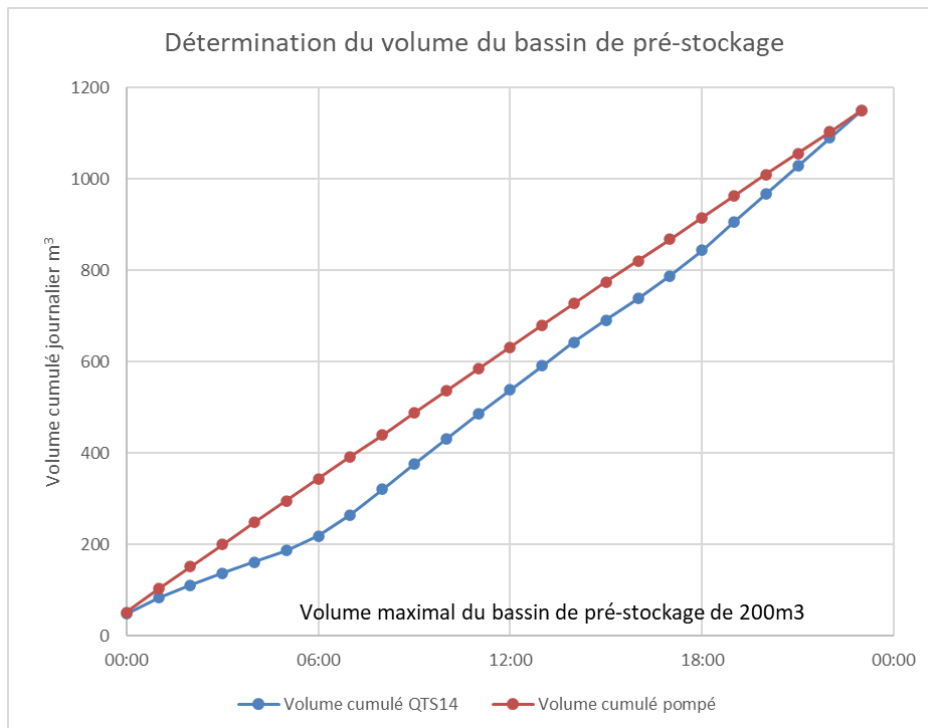


Figure 14 : Exemple de détermination du volume de pré-stockage en temps sec

Ce bassin permet d'égaliser les volumes pompés sur les 4 SBR au cours des 12 remplissages journaliers de 2h. Les charges à traiter sont ainsi mieux réparties.

Le bassin de pré-stockage sera équipé de deux pompes de temps sec redondantes et de deux pompes de temps de pluie redondantes. Ces pompes tiendront compte de la répartition des débits défini précédemment et des bases de dimensionnement établies au chapitre 2.2.

- 2 pompes de temps sec, débit variable entre 30 et 60 m<sup>3</sup>/h (exemple de capacités réelles ci-dessous)
- 2 pompes de temps de pluie avec débit variable entre 80 et 120 m<sup>3</sup>/h (exemple de capacités réelles ci-dessous)

Débit pompé	50 m <sup>3</sup> /h	100 m <sup>3</sup> /h
H.M.T	9 m	9 m
Passage libre	min. 70 mm	min. 70 mm
Fonctionnement	aux usées non dégrillées par sécurité de fonctionnement, en réalité dégrillées à 3mm	

Tableau 4 : Caractéristiques techniques pompes bassin pré-stockage

Le bassin de pré-stockage sera compartimenté en deux parties séparées avec by-pass pour permettre le nettoyage régulier de la fosse sans arrêter le pompage.

## 5.2. Points clés du dimensionnement des SBR

Le dimensionnement du procédé des SBR d'Yvonand tient notamment compte des recommandations et règles de l'art suivantes :

- Retours d'expérience des SBR de la STEP d'Avenches et de Vuippens
- DWA-M 210, Belebungsanlagen mit Aufstaubetrieb, 2009
- ATV-DVWK-A 131E, Dimensioning of single-stage activated sludge plants, 2000
- SN EN 12255-6, Partie 6 : Procédé à boues activées
- IWA, Mechanism and design of sequencing batch reactors for nutrient removal, 2005

La STEP d'Avenches traite la pollution équivalente de 7'000 EH avec des pointes de charge à 10'000 EH en période touristique. La STEP a actuellement atteint, sa capacité maximale de traitement (2 SBR de 765 m<sup>3</sup>). Il est donc très utile de tenir compte du retour d'expérience de cette STEP pour le dimensionnement de la STEP d'Yvonand. En exploitation (2019-2020), la STEP d'Avenches :

- Respecte globalement ses exigences de rejet, notamment en azote ammoniacal et s'adapte aux variations de charges dues au tourisme
- La concentration en boue dans les bassins SBR est de 5 gMS/l en phase d'activation
- La concentration en boue en phase d'extraction est de 6 gMS/l
- Une augmentation de cette concentration en boue implique des problèmes de décantation
- L'indice de Mohlman (en lien avec la capacité de décantation) est en moyenne de 77 en 2020. Quelques rares pointes à 120 ont été constatées. La décantation des boues est donc très bonne.

La STEP de Vuippens est équipée de SBR qui fonctionnent en moyenne avec une charge de 5 gMS/l de boue activée en phase de réaction. Cette STEP est en limite de capacité de traitement de l'azote total. Des indices de Mohlman de 70 sont mesurés en moyenne avec de rares pointes à 120. La décantation des boues est très bonne.

Selon DWA / ATV :

- Un bassin de pré-stockage (bassin d'eau pluviale) est recommandé si des durées de cycle différentes sont prévues pour le temps pluvieux et le temps sec et qu'un raccourcissement de la durée du cycle est donc nécessaire pour l'augmentation du débit entrant
- Une profondeur d'eau de 4 m à 7 m est courante pour les SBR
- La distance de sécurité du dispositif de décharge des eaux décantées par rapport au niveau des boues est d'au moins  $0,15 \cdot$  hauteur d'eau totale, au minimum de 40 cm
- Afin d'utiliser au mieux le volume disponible du bassin, la durée de la phase de prélèvement des eaux claires doit être la plus courte possible
- Les délais de vidange des eaux décantées recommandés sont compris entre 30 et 90 minutes, en fonction de l'importance du volume d'échange
- Le volume d'échange doit être inférieur à 50% du volume total
- Les durées de cycle  $< 4$  heures ne sont pas recommandées pour le dimensionnement du fonctionnement normal. Dans la pratique, des cycles d'environ 6 à 8 heures (en cas d'afflux par temps sec) se sont avérés efficaces.
- En cas de cycles différenciés (temps sec / temps de pluie), le cycle ne doit pas être raccourci de plus d'un tiers par temps de pluie.
- Pour les stations avec stabilisation simultanée des boues, l'âge des boues doit être de  $t_{TS} = 25$  jours
- L'indice de boue en cas de stabilisation simultanée des boues est de 75 à 120 dans les cas favorables et peut monter à 150 en cas critiques. Ces indices de boues peuvent être réduits si le décanteur primaire est supprimé (meilleure formation des floes).
- La concentration en boues en phase de réaction est considérée selon ATV-DVWK-A 131 E au maximum à 5 gMS/l pour un indice de boue favorable.
- Le temps d'épaississement des boues (phase de décantation) est de 1 à 1.5h pour une installation avec nitrification et de 2h pour une installation avec dénitrification.

L'IWA précise :

- La concentration en boue dans les bassins SBR se situe entre 2.5 et 5 gMS/l et dépend de l'indice de boue SVI
- La durée efficace du cycle du SBR se situe entre 4 et 6h

SN EN 12255-6 :

- Pour des températures supérieures ou égales à  $10^{\circ}\text{C}$ , la stabilisation simultanée des boues (aération prolongée) se fait avec :
  - Âge de boue de 15 à 30 jours
  - Charge massique de 0.04 à 0.07
  - Concentration en boues de 3 à 5 g/l en phase d'activation

### 5.3. Choix des paramètres clés du procédé

Au vu des retours d'expérience et des diverses recommandations décrites précédemment, les paramètres suivants sont retenus pour le dimensionnement des SBR d'Yvonand :

- Dimensionnement pour des eaux à  $10^{\circ}\text{C}$  et pour la charge hors période touristique de 8'000 EH
- Adaptation/vérification du dimensionnement pour des eaux à  $18$  à  $20^{\circ}\text{C}$  et pour la charge en période touristique de 10'000 EH
- Stabilisation simultanée des boues, car aucune décantation primaire n'est prévue, ni digestion des boues
- Âge de boue de 25 jours
- Concentration en boues de 5gMS/l en phase de réaction
- SVI (indice de boue IB) de 100 sans décantation primaire



- Le SVI est l'équivalent de l'indice de Mohlman, mais avec dilution de l'échantillon avant mesure
- Cycle de traitement en temps sec de 8h
- Adaptation du cycle en temps de pluie à 6h
- Temps de décantation de 1h
- Hauteur d'eau de minimum 5 m

#### 5.4. Dimensionnement du SBR selon DWA-M 210 et GPS-X

La procédure de dimensionnement retenue est la suivante :

- Dimensionnement des SBR selon DWA-M 210 sur la base des critères définis au chapitre 5.3
- Vérification du dimensionnement de base par simulation à l'aide du logiciel GPS-X
- Vérification de la capacité de traitement de 10'000 EH pour des eaux à 18 à 20°C par simulation avec GPS-X

##### 5.4.1. Dimensionnement selon DWA-M 210

Prédimensionnement des bassins SBR :

Charge en DBO5 :	Bd, BSB = 480 kg/j
Age des boues :	t <sub>TS,Bem</sub> = 25 j
Charge massique :	c <sub>m</sub> = 0.05 à 0.07
Concentration en boues de la liqueur mixte:	3 à 5 g/l
Matières volatiles en suspensions :	75%

$$V_{BA} = \frac{DBO_5}{c_m \cdot MVS_{BA}} = 460 \text{ à } 640 \text{ m}^3 / \text{bassin}$$

- Quatre bassins SBR de 100 m<sup>2</sup> au sol / ~650 m<sup>3</sup> sans le volume d'échange
- Volume complémentaire d'environ 150 m<sup>3</sup> par SBR pour la gestion de l'augmentation du débit de pointe en temps de pluie.
- Concentration en boue de 5.3 gMS/l à V<sub>max</sub> en phase de réaction en temps sec
- Concentration en boue de 4.9 gMS/l à V<sub>max</sub> en phase de réaction en temps de pluie
- Concentration en boue de 6 gMS/l à V<sub>min</sub> après évacuation des eaux traitées
- Stratégie de cycles différenciés 8h / 6h

	Temps sec	Temps de pluie
Cycle total	8 h	6 h
Nitrification	4 h	4 h
Dénitrification	2 h	0 h
Décantation	1 h	1 h
Extraction des eaux traitées et des boues	1 h	1 h

Tableau 5 : Durée des cycles

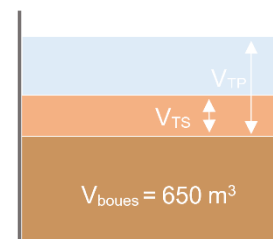


Figure 15 : Schéma volume d'échange SBR

#### 5.4.2. Vérification du dimensionnement par GPS-X en temps sec pour 8000 EH

La modélisation simplifiée consiste à ne modéliser qu'un SBR en partant du principe que les autres se comportent de manière identique. Le modèle représenté ci-dessous ne comporte donc qu'un SBR.

Le modèle biologique utilisé est ASM2D avec la librairie cnplib (carbone, azote, phosphore).

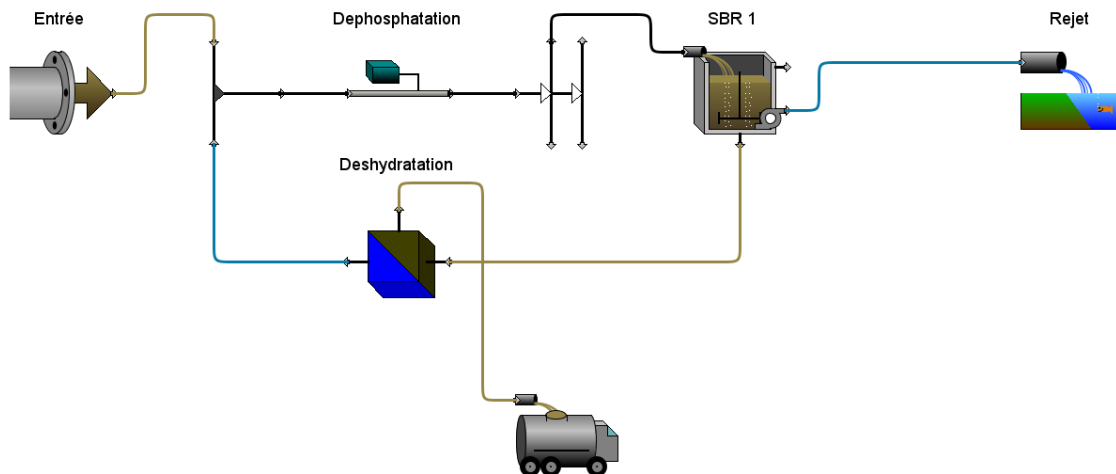


Figure 16 : Modèle GPS-X de la STEP

Pour vérifier le dimensionnement selon DWA-M 210 en temps sec, le volume total de chaque SBR modélisé est de 750 m<sup>3</sup> (y compris le volume d'échange de temps sec, en phase d'activation).

Le cycle modélisé est le suivant :

Cycle total	8 h
Remplissage / brassage	1 h
Remplissage / aération	1 h
Aération	3 h
Mélange sans aération	1 h
Décantation	1 h
Vidanges eaux décantées	0.9 h
Extraction des boues	0.1 h

La température de l'eau en entrée de STEP est de 10°C et d'environ 11°C dans les SBR pour tenir compte du réchauffement de l'eau par l'air des soufflantes.

On constate sur le graphique de la figure 17 que le SBR est alimenté (en rouge), puis le SBR poursuit le traitement des eaux sans alimentation. Au final, les eaux sont extraites (en bleu clair) puis les boues sont extraites (en vert).

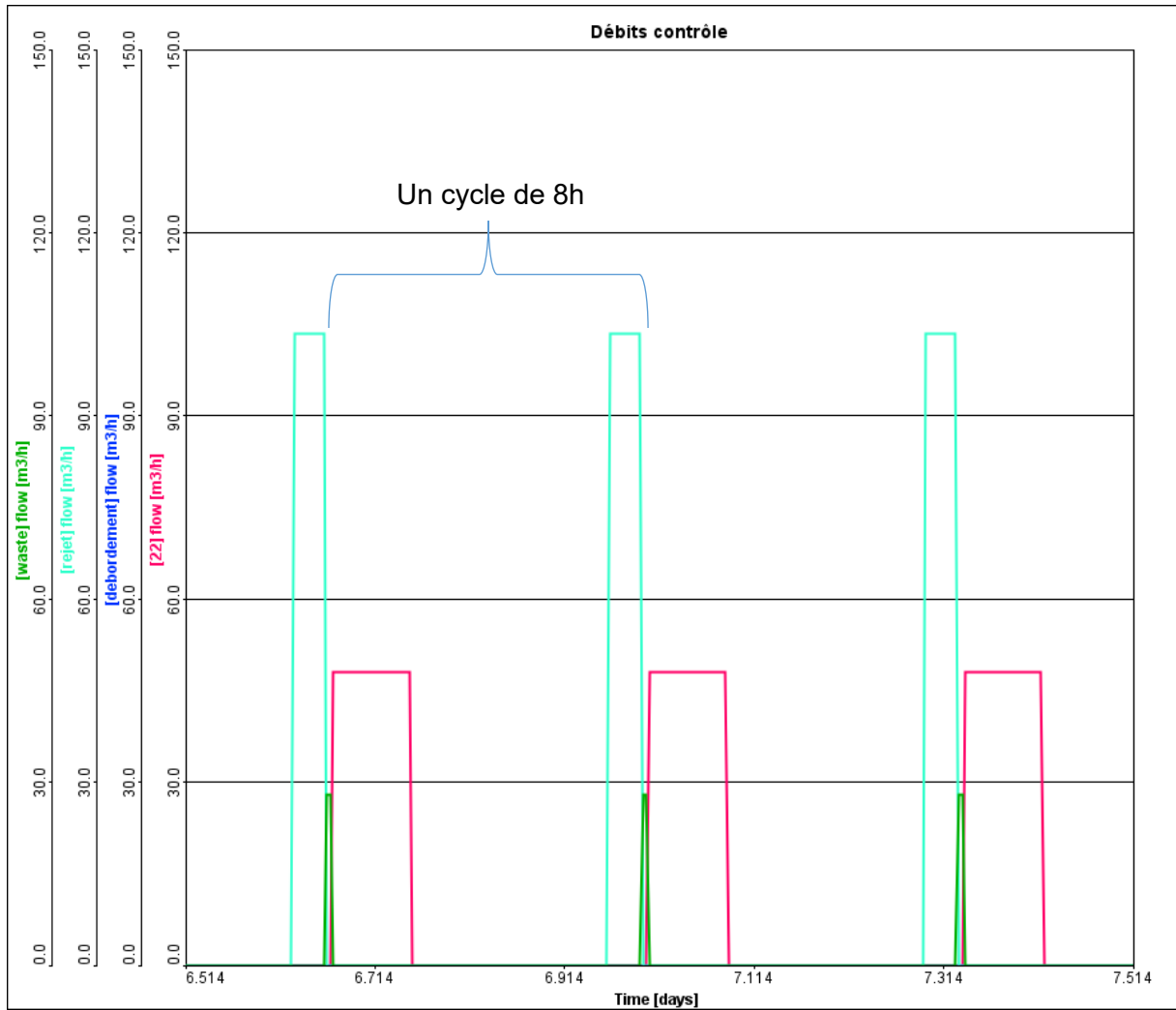


Figure 17 : Débits d'entrée et de sortie d'un SBR

En poussant les SBR à la limite de leurs possibilités (âge de boue de 30 jours), on constate sur la figure 18 que la concentration en matières sèches atteint les 6 gMS/l en phase d'activation et est inférieure à 20 mgMS/l en phase de décantation pour les couches de surface, en tout cas jusqu'à 1m de profondeur. Ce résultat a été simulé pour un indice de boue de 120 et une qualité de décantation moyenne (conditions défavorables). L'extraction de boues est à chaque cycle de 2.8 m<sup>3</sup> pour une concentration de 18.5 gMS/l. Ceci représente environ 52 kgMS par cycle. Pour ce cas de figure, la norme de rejet en ammonium serait respectée pour une eau d'entrée à 10°C (voir figure 19). Il est possible que cette configuration induise une moins bonne décantation des boues dans la réalité.

En restant à une âge de boue de 25 jours, la concentration en boues dans les SBR serait d'environ 5.2 gMS/l en phase d'activation. Pour ce cas de figure, le traitement de l'azote ne permettrait plus de respecter les 2 mgN-NH<sub>4</sub>/l au rejet, mais atteindrait les 5 mg/l.

Les SBR atteindront donc leur limite de capacité de traitement pour 8'000 EH de charge en ammonium (N-NH<sub>4</sub>) en entrée et pour une eau à 10°C.

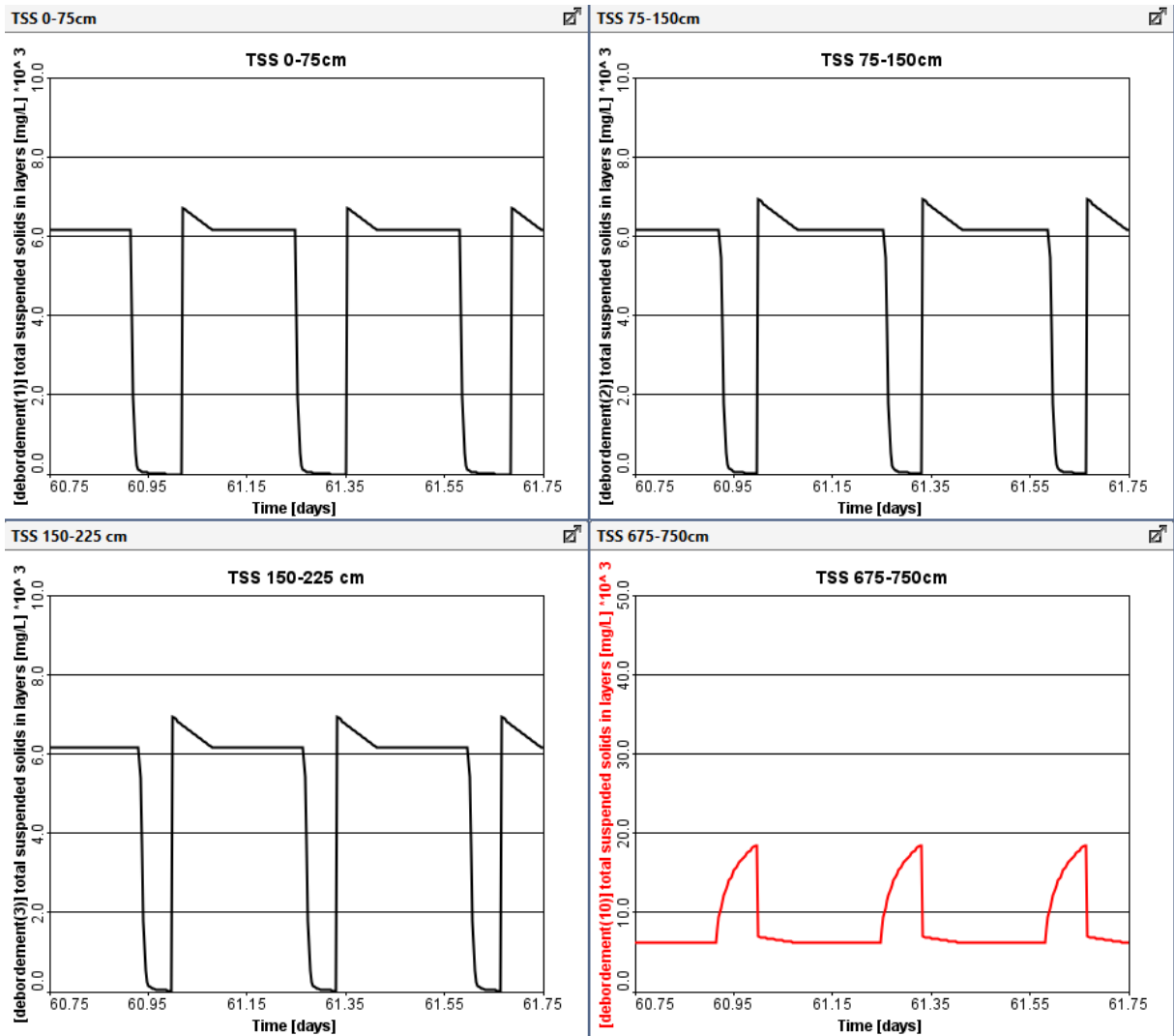


Figure 18 : Concentration en matières sèches par couche

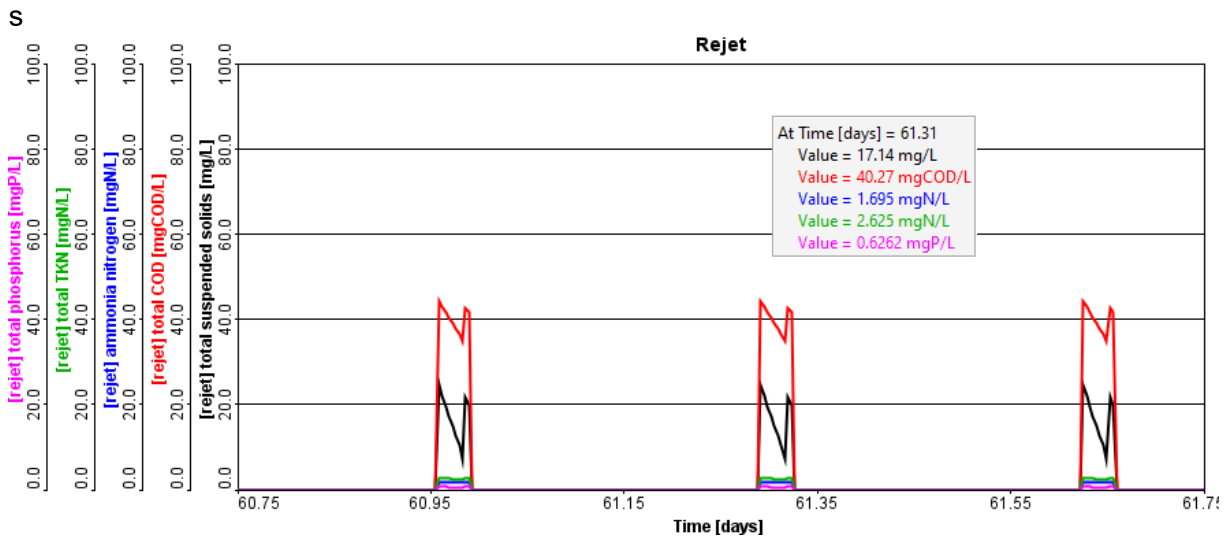


Figure 19 : Concentrations au rejet de la STEP (pour 1 SBR) à T proche de 10°C et pour un âge de boue de 30j

La consommation d'air est d'environ 520 m<sup>3</sup>/h par bassin aux conditions locales (510 Nm<sup>3</sup>/h aux conditions standard) pour la charge de 8'000 EH à 10°C.

### 5.4.3. Vérification du dimensionnement par GPS-X en temps sec pour 10'000 EH

Le modèle testé est le même que celui présenté au chapitre 5.4.2.

La pointe de charge de 10'000 EH à traiter est liée à la présence des campings. La température de l'eau à traiter lors de cette période est de l'ordre de 18 à 20°C.

Pour une eau à 18°C, les SBR auront la capacité de traiter la charge de 10'000 EH en respectant la norme de rejet en ammonium. Il est à noter qu'une forte dénitrification sera réalisée avec un rejet en azote total proche de 3 mg/l.

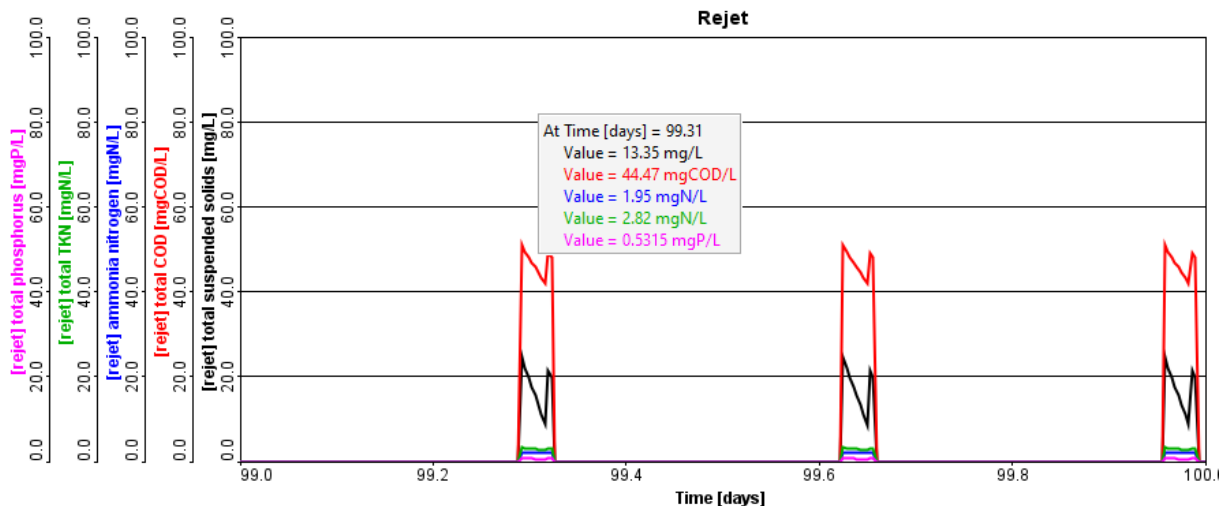


Figure 20 : Concentrations au rejet de la STEP (pour 1 SBR) à T proche de 18°C et pour un âge de boue de 19j

Pour cette configuration, les SBR travailleront avec une concentration en boues de 5 gMS/l. L'extraction de boues est à chaque cycle de 3.6 m<sup>3</sup> pour une concentration de 18.3 gMS/l. Ceci représente environ 66 kgMS par cycle. L'âge de boue résultant est de 19 jours.

La consommation d'air est d'environ 655 m<sup>3</sup>/h par bassin aux conditions locales (615 Nm<sup>3</sup>/h aux conditions standard) pour la charge de 10'000 EH à 18°C.

### 5.5. Cycles temps sec et temps de pluie

La stratégie adoptée dans le cas d'Yvonand est de changer la durée du cycle pour passer du temps sec au temps de pluie. L'objectif est de réduire le temps d'alimentation du bassin et de minimiser le volume d'échange des SBR. Cette stratégie implique de couper la dénitrification en temps de pluie.

La stratégie de cycles suivante est choisie :

	Temps sec	Temps de pluie
Cycle total	8 h	6 h
Remplissage / brassage	1 h	0 h
Remplissage / aération	1 h	1.5 h
Aération	3 h	2.5 h
Mélange sans aération	1 h	0 h
Décantation	1 h	1 h
Vidanges eaux décantées	0.9 h	0.9 h
Extraction des boues	0.1 h	0.1 h

Tableau 6 : Durée des cycles



## 5.6. Dimensionnement des SBR retenu

Au vu des résultats de modélisation GPS-X, des règles de l'art, du dimensionnement DWA-M 210, le compromis de dimensionnement final choisi pour les quatre SBR d'Yvonand est le suivant :

Objet	Dimensionnement / caractéristiques
Nombre de SBR	4
Volume de chaque SBR	800 m <sup>3</sup>
Surface par SBR	100 m <sup>2</sup>
Hauteur d'eau maximale (à QTP)	8 m
Hauteur d'eau pour QTS, phase d'activation	7.5 m
Hauteur d'eau pour QTS, après vidange	6.5 m
Pré-stockage, bassin d'orage existant	215 m <sup>3</sup>
Pré-stockage, fosse pompage	200 m <sup>3</sup> (lissage du débit en temps sec)
Débit maximal d'extraction des eaux en temps sec	111 m <sup>3</sup> /h (100/0.9h)
Bassin de lissage pour le temps sec	~150 m <sup>3</sup> / déversoir de sécurité
Débit maximal d'extraction des eaux en temps pluie	166 m <sup>3</sup> /h (150/0.9h)
Production de boue maximale par cycle	792 kgMS/16 = ~66 kgMS/cycle
Volume maximal d'extraction par cycle	3.6 m <sup>3</sup> à 18.3gMS/l
Débit maximal d'extraction de boues	36 m <sup>3</sup> /h sur 0.1h

Tableau 7 : Caractéristiques dimensionnement

## 5.7. Bassin de lissage

Un bassin de lissage des eaux traitées est prévu sur l'emprise existante du Monobloc Schreiber (voir chapitre 4.7). Le bassin permettra de stocker la vidange des SBR afin de lisser un maximum le débit de restitution au cours d'eau et éviter les à-coups hydrauliques sur la Menthue.

En temps de pluie, le volume d'échange d'un SBR est de 150 m<sup>3</sup>. Il est rempli en 1.5h et vidangé en 1h. Avant la vidange suivante (SBR suivant), il y a un tampon de 0.5h. Le débit de la vidange doit donc être de 100 m<sup>3</sup>/h et le volume nécessaire du bassin de lissage est de 150 m<sup>3</sup>.

En temps sec, le volume d'échange d'un SBR est de 100 m<sup>3</sup>. Il est rempli en 2h et vidangé en 1h. Avant la vidange suivante (SBR suivant), il y a un tampon de 1h. Le débit de la vidange doit donc être de 50 m<sup>3</sup>/h et le volume nécessaire du bassin de lissage est de 100 m<sup>3</sup>.

Un trop-plein permet d'évacuer un éventuel débit supérieur en temps de pluie. Ce cas peut survenir lorsque l'effet du pré-stockage ne permet plus de lisser le débit en temps de pluie à 150 m<sup>3</sup>/h et que le QTP de 164 m<sup>3</sup>/h est constant sur l'ensemble d'une journée.

Lorsque le traitement des micropolluants sera installé, le projet prévoit l'installation de deux filtres à tambour de type Mecana ou analogue qui permettront la clarification « de police » des eaux traitées. Ces filtres ne seront pas installés dans un premier temps.

Les caractéristiques des filtres sont les suivantes :

- $Q_{max}$  = 100 m<sup>3</sup>/h par filtre
- vitesse de filtration est de 3.3 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>/h (surface de 30 m<sup>2</sup>/filtre)
- la charge surfacique spécifique maximal est de 167 gMS/m<sup>2</sup>/h (concentration au rejet <<10 mg/L)
- élimination maximal P < 0.2 mg/L

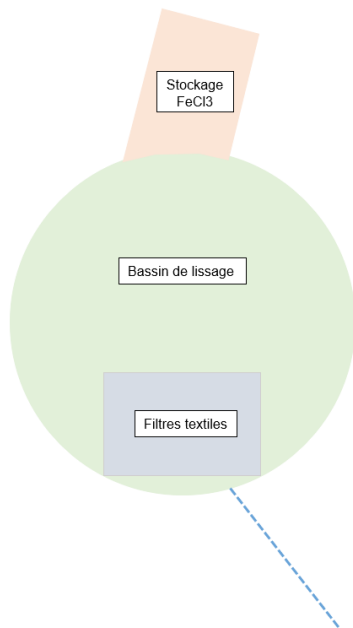


Figure 23 : Schéma projet réhabilitation monobloc schreiber

Les boues extraites de la filtration sur toiles seront transmises au stockeur à boue en vue de déshydratation.

Un traitement pour les micropolluants pourra être administré dans les SBR ultérieurement. Les filtres à tambour permettront l'élimination du charbon actif en poudre résiduel avant le rejet au cours d'eau.

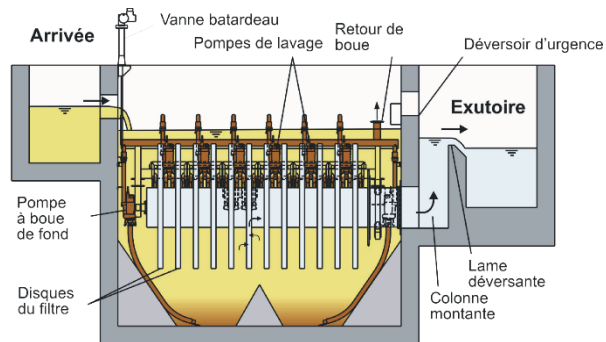


Figure 24 : Principe fonctionnement filtre sur toiles, référence MECANA

Nous traitons au chapitre 7 de la performance et de la référence de ces filtres placés sur le rejet d'eau traitée/décantée d'une biologie avec dosage direct de CAP dans la biologie.

### 5.8. Bassins de traitement des eaux complémentaires

La zone au sud du local tamisage (figure 10) est réservée à la construction éventuelle de deux SBR complémentaires afin de permettre une réserve de capacité pour l'avenir. Le volume de traitement complémentaire de 1'600 m<sup>3</sup> permettrait à terme d'augmenter de 50% la capacité de la STEP.

### 5.9. Place de dépotage/transbordement

Aucune place de dépotage n'existe actuellement, cette zone est obligatoire pour le transvasement du chlorure ferrique. Il est prévu de créer une place de dépotage sous forme de bac de rétention souple temporaire. Celui-ci serait installé à chaque livraison, il permet le stockage de produits toxiques et/ou polluants tels que le chlorure ferrique. Ce type de rétention permet d'éviter la réalisation d'une place de transbordement couverte avec volume de rétention. Au vu de la place restreinte à disposition sur site, une installation amovible est souhaitable.



Figure 25 : Exemple de bac de rétention amovible, référence fournisseur difope



Un système spécifique de raccordement adéquat pour le transfert du chlorure ferrique dans la cuve est également prévu.

Si une réalisation de place de dépôtage fixe et non couverte est réalisable sur la route d'accès, cette exécution sera préférée à la solution de bac souple. Cette variante sera étudiée au projet d'exécution. Ce type de place de dépôtage impliquera un système de vannes pour diriger les eaux dans un bac de rétention pendant la procédure de transvasement du camion. En temps normal, les eaux des pluies vont au cours d'eau.

## 6. Filière de traitement des boues

### 6.1. Silo à boues

Le silo à boue existant a été introduit lors de l'extension de la STEP en 1983. Celui-ci possède une capacité de stockage maximum de 228 m<sup>3</sup>. Le silo est remué à l'aide d'un brasseur 1 heure par nuit et en continu lors de la déshydratation. Les boues sont pompées à l'aide d'une crépine qui se situe entre 0.6 à 1 m depuis le fond conique.

Actuellement les eaux putrides (surnageant) ne sont pas réinjectées en tête de STEP, seuls les filtrats le sont.

Le débit de production de boue seront d'environ 34 à 43 m<sup>3</sup>/j en 2040 (voir chapitres 5.4.2, 5.4.3 et 5.6), l'autonomie du stockeur à boue est par conséquent de 5 à 7 jours sans déshydratation suivant la période de l'année.

Il est prévu de conserver ce stockeur dans le cadre du projet de SBR, le système de brassage a été changé récemment. Une vidange permettant un constat complet du silo a été effectué. Le béton et les équipements sont en bon état et rien n'est prévu au projet pour ce silo à boues. Mis à part la ventilation et le traitement des odeurs de son ciel gazeux.

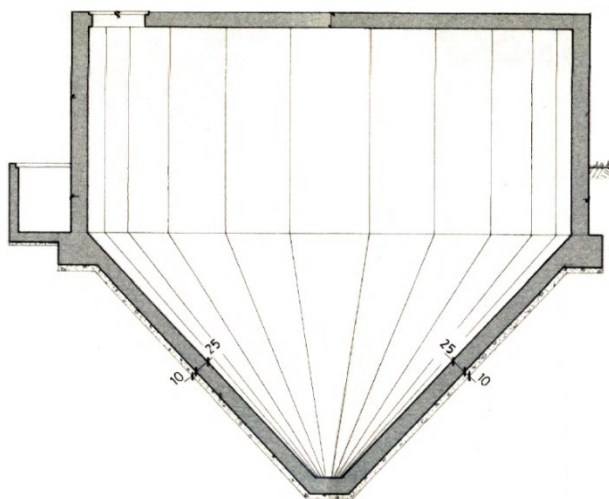


Figure 26 : Extrait stockeur à boues, référence Küng et Associés SA

### 6.2. Installation de déshydratation existante

Les boues du Monobloc et les boues des STEP externes sont stockées et pré-épaissies gravitairement avant centrifugation dans le silo à boues

L'installation de déshydratation des boues de la STEP d'Yvonand, une centrifugeuse de type ANDRITZ, a été mise en service en 2005. Les pièces de rechange pour la centrifugeuse sont encore disponibles, mais les coûts de révision de l'installation sont de plus en plus onéreux.

La déshydratation des boues est un élément important qui permet de réduire le volume des boues à transporter d'un facteur 10 à 15 environ.

Depuis les années 2010, une nouvelle technologie de déshydratation des boues de STEP est apparue sur le marché suisse. Cette technologie par vis de déshydratation permet d'atteindre les mêmes siccités des boues avant transport que via une centrifugeuse. De plus, ce nouveau système est beaucoup moins énergivore que le système par centrifugeuse (environ 4x moins) et demande moins de contrôle par le personnel d'exploitation.

Dans le cadre du projet de la STEP, il est prévu de changer la centrifugeuse par une vis de déshydratation.

### **6.3. Base de dimensionnement de la nouvelle unité de déshydratation**

Le dimensionnement de la nouvelle unité a été défini pour tenir compte du fait que la charge maximale de 10'000 EH ne sera pas atteinte à la mise en service. La flexibilité à long terme est donnée par le fait que la déshydratation est prévue 5j/7 à l'état actuel.

Type de boues	Boues urbaines de STEP (SBR/filtres) + boues externes Boues non stabilisées (aucune digestion)
Quantité de boues produites	600 kgMS/j
Siccité des boues biologiques	20 grMS/lit (2%MS)
Volume de boues	30 m <sup>3</sup> /jour

Capacité de la vis de déshydratation des boues demandée :

Nombre de jours de déshydratation	5 jours / semaine (pas de déshydratation le week-end)
Temps de fonctionnement	7 à 9 heures de fonctionnement / jours de déshydratation
Volume de boues à déshydrater	42 m <sup>3</sup> /jour de déshydratation
Siccité des boues à déshydrater	20 grMS/lit (2%MS)
Capacité de la machine à garantir	6.0 m <sup>3</sup> /h de boues à 2%MS ou 120 kgMS/h
Siccité des boues en sortie	env. 30% MS

#### 6.4. Unité de déshydratation par vis sélectionnée

Une offre a été demandée aux deux sociétés spécialisées dans ce domaine en Suisse, que sont Picatech-Huber AG et Filtech AG. Ces deux sociétés proposent des vis de déshydratation depuis de nombreuses années et ont passablement de références en station d'épuration en Suisse.

Les capacités de traitement affichées ci-dessous sont données par les fournisseurs.

	Picatech – Huber	Filtech	Filtech
Marque de la machine	Huber	IEA Press	IEA Press
Type de la machine	Q-Press 440.2	IEA HF 05 XLG	IEA HF 065XLG/07
Capacité de la machine	110 kgMS/h	80-90 kgMS/h ↓	150-210 kgMS/h ↑
Temps de fonctionnement	8 à 9 h / jour	10 – 11 h / jour	4 – 5 h / jour

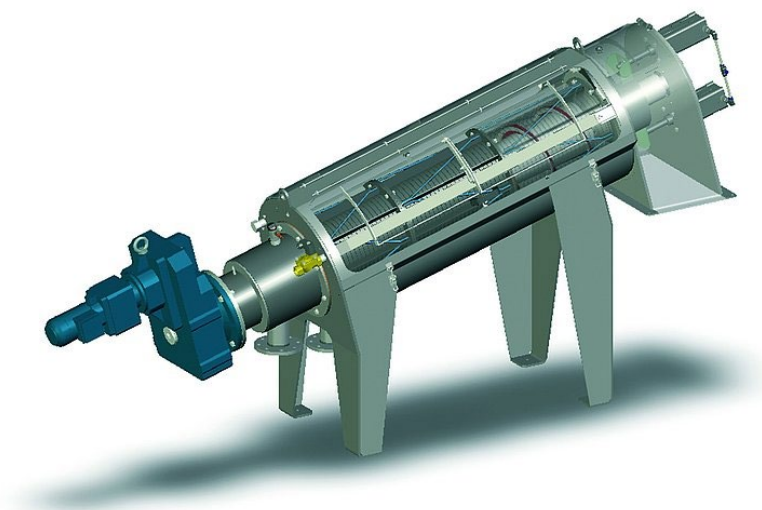


Figure 27 : Vis de déshydratation, référence Q-Press de Huber

#### 6.5. Projet de réhabilitation de la filière boue

Les locaux actuels de type « cabanons » seront désaffectés et un nouveau bâtiment des boues sera construit. Le bâtiment aura une base en béton et sera recouvert d'une structure métallique pourvue de parois isolées en panneaux sandwich. Le local est isolé afin de maintenir l'intérieur hors gel et de garder les émanations d'odeurs à l'intérieur du local.

L'ensemble des équipements de déshydratation des boues sera changé. L'armoire de commande et tout le câblage électrique seront remis à neuf.

Durant les travaux de remplacement des équipements (env. 2,5 semaines de travaux), il est prévu de louer une unité de déshydratation sur remorque.

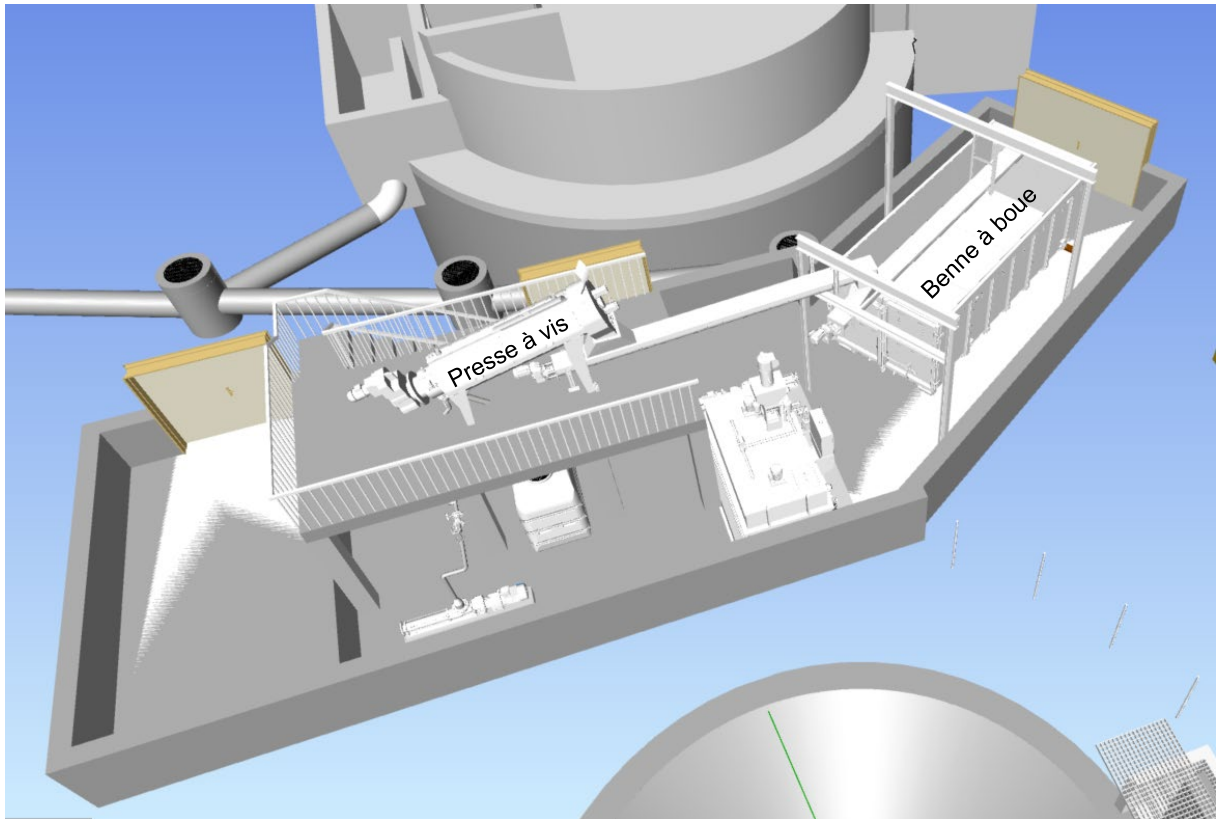


Figure 28 : Projet de nouvelle filière boue

En tenant compte du futur bâtiment SBR qui sera situé en face de la STEP actuelle et dans l'optique de pouvoir venir charger et décharger dans les meilleures conditions la benne à boues par camion, le positionnement angulaire de la benne à boues est modifié et la porte donnant sur la benne sera suffisamment haute pour lever la benne directement sans tirer la benne (ouverture de porte de 6m au minimum).

La mise en place d'une nouvelle vis de répartition des boues sur la benne permettra ainsi de positionner la benne de l'angle définitif désiré et de remplir automatiquement et d'une manière homogène la benne dans tout son volume.



Figure 29 : Exemple de vis de répartition des boues dans la benne

La modification de la position angulaire de la benne implique la mise en place d'un nouveau portail coulissant, la modification d'une partie du treillis de l'enceinte de la STEP, l'agrandissement de la place et du chemin d'accès dans la STEP pour le camion, la réalisation des fondations pour le local de la benne et des deux sommiers de roulage de la benne.

Une désodorisation de l'air vicié du stockeur à boues, du local de la benne et du local de déshydratation des boues sera prévue afin de limiter les problèmes d'odeurs aux alentours de la STEP.

Les filtras provenant de la déshydratation des boues seront introduits directement dans la fosse de pompage des SBR sans passer par le débitmètre d'entrée de la STEP.

## **7. Désodorisation**

Une désodorisation de l'air vicié de la STEP est prévue. Les secteurs désodorisés seront en priorité le nouveau bâtiment des boues, le stockeur à boues et le bâtiment du tamisage (prétraitement).

A ce stade, deux technologies restent possibles :

- La technologie Aleph
- La filtration sur charbon

Le choix définitif sera opéré lors du projet d'exécution. L'objectif final est de minimiser les impacts olfactifs sur les riverains.

## 8. Traitement des micropolluants

Ce procédé est très dépendant de l'installation existante. Le dosage de CAP dans l'étape biologique fonctionne et constitue une bonne alternative, notamment pour les STEP de petite et moyenne taille (p. ex. en cas d'espace réduit). Mais il faut que le procédé de traitement biologique soit adapté et qu'il ait suffisamment de capacité en réserve (augmentation de la concentration en boue d'environ 10% dans les bassins biologiques par l'ajout de CAP).

Lors du dosage dans la biologie, le CAP est incorporé dans la boue activée. Une étape de filtration est nécessaire pour éviter les pertes de CAP avec le rejet d'eau traitée. Ce procédé ne nécessite pas l'ajout séparé d'un précipitant ou d'un floculant pour séparer le CAP. Le dosage de CAP dans la biologie peut conduire à une amélioration des propriétés de décantation des boues. Le dosage en charbon actif en poudre permet l'élimination d'un large panel de micropolluants et de respecter le taux d'épuration de 80%.

Comme dit précédemment, un traitement pour les micropolluants pourra être réalisé dans les SBR ultérieurement.

Il a été préconisé ce type de traitement micropolluant, soit dosage de charbon actif en poudre (CAP) dans les SBR + filtration sur textile au vu de l'espace contraint et de la taille restreinte de la STEP. Ce type de procédé est relativement compact et plusieurs retours d'expériences sont disponibles, notamment une installation à Leonberg (STEP Mittleres Glemstal) en Allemagne qui comprend un dosage de CAP directement dans la biologie. Une surface filtrante de 360 m<sup>2</sup> a été installée avec des filtres Mecana. La turbidité en sortie du filtre se situe autour de 0.8 NTU, ce qui correspond à approx. 1.6 mg/L de MES. Il a été constaté que le CAP a tendance à améliorer la sédimentation dans le clarificateur.

Afin de détecter suffisamment tôt si une éventuelle perte de CAP via les effluents subvient, une mesure de la turbidité en sortie permet d'assurer cette vérification.

Dans l'intention de limiter l'impact environnemental du CAP, il est possible d'adopter un charbon actif fabriqué à partir de matières premières renouvelables ou contenant une part élevée de charbon réactivé. De même que l'optimisation du dosage a également une grande influence. La présentation « Charbon actif renouvelable (CAP), Comparaison et performance de différents produits, VSA-EAWAG, 2021 » précise « *Les CAP renouvelables d'origine biogène affichent une empreinte CO<sub>2</sub> nettement meilleure avec une performance d'élimination des micropolluants comparable et très efficace* »

Les critères de dimensionnement considérés pour le traitement des micropolluants sont :

- Dosage de CAP : ~2.5 à 3 mgCAP/mgCOD
- Dosage de CAP (autre approche) : 10 à 20 mgCAP/l
- Capacité suffisante de la biologie pour augmentation d'environ 10% de la concentration en MS. Le CAP tend à améliorer l'indice de boue.
- Filtres à toile (type Mecana selon chapitre 5.7) : 3.3 m<sup>3</sup>/h/m<sup>2</sup> de toile et pour 50 mgMS/l

Estimation du volume de charbon actif nécessaire :

	Débit	CAP		
Temps sec	1'150 m <sup>3</sup> /j	15 mg/l	18 kg/j	8.5 m <sup>3</sup> /an*
Temps de pluie	2'300 m <sup>3</sup> /j	15 mg/l	35 kg/j	9.5 m <sup>3</sup> /an*
				18 m <sup>3</sup> /an*

\* Les estimations de volume de CAP sont réalisées sur la base d'une périodicité de pluie représentant 35% de la durée annuelle.

Le stockage du charbon actif en poudre s'effectue dans un silo prévu à cet effet. D'après les premières estimations, un silo comprenant un volume de stockage de 20m<sup>3</sup> semble adapté.

L'emplacement de celui-ci n'est pas définitif, mais pourrait être à proximité du bassin de lissage.

Cette exécution sera validée ultérieurement, lorsque le cadre légale permettra le subventionnement d'une telle installation.

## 9. Estimation de la consommation d'électricité

Le tableau de la figure 30 est complété avec les estimations des besoins énergétiques selon VSA « Energie dans les stations d'épuration, 2008 » et selon différents retours d'exploitation de STEP équivalentes. La charge de pointe à traiter (DCO) devrait osciller entre 4'000 EH et 10'000 EH entre l'entrée en fonction de la STEP et la pleine charge. Pour le dimensionnement des installations électriques, la charge de pointe de 10'000 EH est considérée. Le volume d'eau annuel traité à pleine charge est fixé à 500'000 m<sup>3</sup> pour les estimations de consommation électrique. Les volumes de boue annuels sont fixés à 23'000 m<sup>3</sup> de boues biologiques et 12'000 m<sup>3</sup> de boues épaissies.

Une STEP comme Yvonand consommera environ 350 à 380 Wh/m<sup>3</sup> d'eau traitée, sans traitement des micropolluants. La consommation actuelle est de 93'381 kWh en 2021, 89'439 kWh en 2020, soit environ 280 Wh/m<sup>3</sup> d'eau traitée. La différence s'explique par l'augmentation de la qualité du traitement (traitement de l'azote).

Etape de traitement	Puissance spécifique	Consommation annuelle estimée à pleine charge	Puissance par procédé
Relevage d'entrée (4.5m de HMT)	-	10'000 kWh	3 à 15 kW suivant la vis
Dégrillage avec laveur compacteur	1 Wh/m <sup>3</sup> d'eau traitée	500 kWh	~4.4 kW (2 tamiseurs avec compacteurs)
Dessablage non aéré	1 Wh/m <sup>3</sup> d'eau traitée	500 kWh	~3 kW (compresseur à palettes)
Pompage SBR (9m de HMT)	-	20'000 kWh	~4 kW par pompe
Coagulant/précipitant	0.3 Wh/m <sup>3</sup> d'eau traitée	150 kWh	~1 kW
SBR avec dénitrification	150-160 Wh/m <sup>3</sup> d'eau traitée	80'000 kWh	~20 kW par soufflante, 2 en simultané
Micropolluants, CAP en biologie avec filtration sur toile	30 Wh/m <sup>3</sup> d'eau traitée	15'000 kWh	~10 kW
Epaississement des boues statique	0.3 kWh/m <sup>3</sup> de boue	7'000 kWh	~2 kW
Déshydratation des boues (y.c. polymère, pompage)	1.3-2.5 kWh/m <sup>3</sup> de boue	30'000 kWh	~4 kW (1 vis)
Locaux / exploitation	1.6-4.5 kWh/EH/an	45'000 kWh	
Totaux		~195'000 kWh sans mpoll ~210'000 kWh avec mpoll	~90 kW

Figure 30 : Evaluation de la consommation énergétique et des puissances par procédé

En tenant compte de pointes de demandes de puissance et d'une marge de manœuvre pour des réalisations futures (p.ex. deux SBR supplémentaires), une valeur d'environ 150 à 180 kW devrait être considérée pour le transformateur alimentant la STEP.

La future introduction devra être dimensionnées pour couvrir ce besoin de puissance.

## 10. Devis des travaux

Ouvrage	Coût GC HT	Coût EM HT
Canalisations diverses	168 000.00	0.00
Travaux généraux	116 000.00	365 000.00
BEP	44 000.00	126 100.00
Relevage tête STEP	108 000.00	460 500.00
Prétraitement	105 000.00	232 000.00
Canal & dessableur	39 000.00	103 000.00
SBR & local technique	1 649 000.00	1 686 800.00
Bassin de lissage	400 000.00	10 000.00
FeCl <sub>3</sub>	51 000.00	103 500.00
Réhabilitation filière boue / Déshydratation	439 500.00	412 000.00
Stockeur à boues	0.00	40 000.00
Désodorisation	0.00	115 000.00
Micropolluants (réalisé ultérieurement)	0.00	0.00
Automation / programmation	0.00	250 000.00
<b>Totaux intermédiaires</b>	<b>3 119 500.00</b>	<b>3 903 900.00</b>

Sous-total (sans plus-values)	7 023 400.00
Divers et imprévus (10% GC, 5% EM)	495 000.00
<b>Total travaux - montant HT hors honoraires</b>	<b>7 518 400.00</b>
<b>Total TTC (CHF)</b>	<b>8 127 390.00</b>



## 11. Frais d'exploitation

Les frais d'exploitation sont présentés sans tenir compte des frais financiers (amortissements, intérêts, maintien de la valeur).

Les frais d'exploitation contiennent :

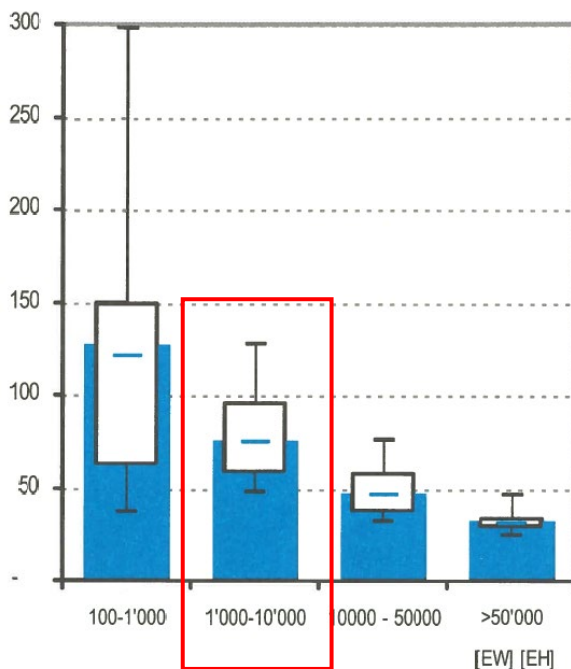
- Energie consommée à 25ct/kWh
- Consommation de réactifs (FeCl<sub>3</sub> et flocculants)
- Charbon actif pour micropolluants
- Elimination des boues
- Entretien des équipements
- Personnel (1 ETP)

Les frais d'exploitation varient en fonction du taux de charge de la STEP.

Taux de charge	Coûts d'exploitation annuels HT	
	Sans micropolluants	Avec micropolluants
6000 EH	408'000.-	455'000.-
8000 EH	425'000.-	472'000.-
10000 EH	443'000.-	490'000.-
	Coût à l'EH	
6000 EH	68.-	76.-
8000 EH	53.-	59.-
10000 EH	44.-	49.-

Dans son étude, le VSA a évalué le coût d'exploitation des STEP suisses équivalentes en taille à celle d'Yvonand à 75.-/EH en moyenne.

[CHF/EW·a] [CHF/EH·a]



VSA « Coûts et prestations de l'assainissement 2011 »

## **12. Annexes**

1. Maquette 3D du projet
2. Concept énergétique et CVC
3. Schéma PID et listes PID

Ribi SA ingénieurs hydrauliciens