



Municipalité d'Yvonand
Av. du Temple 8
Tél. 024/423 32 40
greffe@yvonand.ch
www.yvonand.ch

Au Conseil communal

1462 Y v o n a n d

Préavis municipal No 2023/06

Concerne : Demande de crédit d'étude supplémentaire pour la suite du projet de réhabilitation de la STEP

Monsieur le Président,
Mesdames et Messieurs les Conseillers,

1. Préambule

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.

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

L'étude du 7 avril 2020 a démontré la faisabilité de sa réhabilitation sur le site actuel de la STEP d'Yvonand. Les travaux consistent à réaliser quatre nouveaux SBR en lieu et place du monobloc existant.



Figure 1 : Schéma de la STEP d'Yvonand

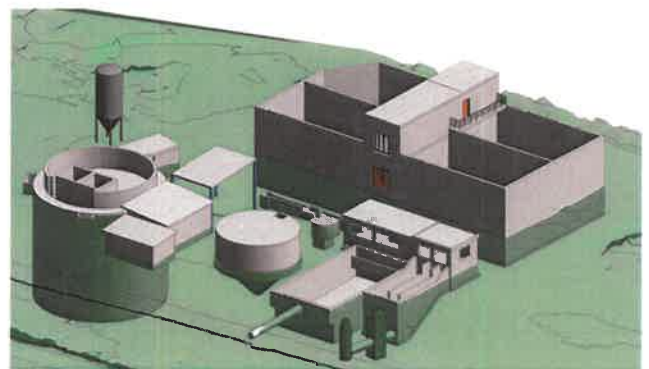


Figure 2 : projet réhabilitation STEP

Figure 1 : STEP actuelle

En décembre 2020, le préavis 2020/18 intitulé « Demande de crédit d'étude de CHF 150'000.00 pour le projet de réhabilitation de la STEP d'Yvonand » a été déposé, puis validé par le Conseil Communal. Son but est d'établir une étude globale, nécessaire pour aller jusqu'à la mise à l'enquête du projet de la STEP.

La base de ce projet est décrite dans le rapport datant du 9 juin 2022, établi par le bureau Ribi (joint en annexe). Dans le cadre de cette étude, la possibilité de réaliser un traitement des micropolluants est explorée. Ce traitement sera considéré pour garantir une réserve de place nécessaire pour sa réalisation future. Son coût et sa faisabilité seront également évalués.

Un récent rapport reçu du bureau Ribi datant du 5 avril 2023 (joint en annexe) permet d'évaluer trois variantes pour la réhabilitation de l'ouvrage d'entrée (vis ou pompes) de la STEP.

2. Objet du préavis

Ce présent préavis s'inscrit dans la continuité du préavis 2020/18, validé par le Conseil Communal début 2021. Il a pour objet la demande de financement supplémentaire des diverses offres pour l'étude du projet dans le but de pouvoir chiffrer le plus précisément possible le projet global de la réhabilitation de la STEP.

L'établissement de ce préavis a pour but d'éviter de revenir devant le Conseil Communal avec des demandes de compléments financiers successifs pour chaque nouvelle étape de l'étude. La prochaine étape sera celle d'un préavis pour la réalisation de l'ouvrage.

3. Objectifs (descriptif du contexte et des prestations du projet)

Cette étude a pour but de réaliser un projet permettant de :

- Finaliser l'enquête préalable du PA STEP pour la mise à l'enquête.

Pour le dossier d'enquête, des plans seront établis ainsi que l'ensemble des documents nécessaires à l'acceptation du projet par les services Cantonaux.

- Terminer et chiffrer le projet pour mise en soumissions.

Ces appels d'offres seront effectués par les différents ingénieurs de projet en fonction de leurs domaines de compétence. Le bureau Ribi a l'habitude de piloter ce type de projet de STEP et s'occupera de coordonner les différents bureaux pour obtenir un projet de STEP cohérent.

- Faire voter le Conseil Communal un crédit de l'ouvrage sur la base d'un devis basé sur des soumissions rentrées.

Permettre de deviser le montant de l'ouvrage à env. 90% des coûts sur la base d'appels d'offres.

4. Aspects financiers

Les honoraires et frais à engager pour terminer l'étude sont estimés à CHF 420'000.- HT pour cette phase « projet ». Le tableau ci-dessous donne les honoraires indicatifs par ingénieur :

Ingénieurs hydrauliciens – Bureau Ribi	CHF 140'000.00
Bureau d'ingénieurs géotechniciens – Bureau GADZ	CHF 12'000.00
Élaboration du PA STEP – Bureau Dolci	CHF 16'000.00

Travaux de sondages géotechniques – Polyforages SA	CHF 19'500.00
Bureau d'ingénieurs béton – Bureau Perret-Gentil	CHF 120'000.00
Bureau d'ingénieurs CVS – prestataire à définir	CHF 29'000.00
Bureau d'ingénieurs électriciens – prestataire à définir	CHF 55'000.00
Concept feu – prestataire à définir	CHF 9'000.00
Analyses amiante – prestataire à définir	CHF 7'000.00
Étude locale du risque d'inondation ELR – prestataire à définir	CHF 4'000.00
SOUS-TOTAL (HT)	CHF 411'500.00

Marge pour études complémentaires CHF 8'500.00

MONTANT TOTAL ARRONDI (HT)	CHF 420'000.00
MONTANT TOTAL ARRONDI (TTC)	CHF 452'340.00

5. Conclusions

En conclusion, la Municipalité souhaite que le Conseil Communal, après avoir entendu les rapports de la Commission des finances et de la Commission ad-hoc, prenne les décisions suivantes :

1. D'accorder à la Municipalité un crédit d'étude supplémentaire de CHF 452'340.00 TTC pour la suite du projet de réhabilitation de la STEP.
2. De financer cette étude par les liquidités courantes ou, au besoin, par un emprunt aux meilleures conditions du marché.
3. D'amortir le montant de CHF 420'000.00 sur 30 ans, compte 9141 (réseau d'égouts et d'épuration, à amortir).
4. D'imputer le compte d'exploitation 460.3312.1 (amortissement obligatoire) de CHF 14'000.00 durant 30 ans.

Nous vous présentons, Monsieur le Président, Mesdames et Messieurs les Conseillers communaux, nos salutations distinguées.

AU NOM DE LA MUNICIPALITE

Le Syndic

La Secrétaire


 Philippe Moser


 Carole Sutterlet



Annexes : rapport du 9 juin 2022, Ribl SA, ingénieurs hydrauliciens
 rapport du 5 avril 2023, Ribl SA, ingénieurs hydrauliciens

Municipal délégué : Mme Laura Marques, Municipale



ribi

sa ingénieurs
hydrauliciens

Commune d'Yvonand

STEP d'Yvonand

Réhabilitation de la STEP

Rapport technique, projet

Lausanne, le 9 juin 2022

N° réf.: EP-916 TF
L:\916 Yvonand STEP\01-10\04\916-Projet-STEP-2022\0609.docx

Av. Juste-Olivier 18bis

1006 Lausanne

Tel 021 617 64 42

www.ribi.ch

Table des matières

1.	CONTEXTE GENERAL	3
2.	CHARGES DE DIMENSIONNEMENT.....	3
2.1.	Charges 2019-2020.....	3
2.2.	Bases de dimensionnement 2045	6
3.	EXIGENCES DE TRAITEMENT ET NORMES DE REJET.....	7
4.	DIAGNOSTIQUE DES INSTALLATIONS – FILE EAU	7
4.1.	Bassin d'entrée : arrivée des effluents	7
4.2.	Bassin d'eaux pluviales	8
4.3.	Tamiseur.....	10
4.4.	Canal d'acheminement.....	11
4.5.	Dessableur.....	12
4.6.	Débitmètre	12
4.7.	Monobloc système Schreiber.....	13
4.8.	Stockage du chlorure de fer.....	13
5.	PROJET TRAITEMENT BIOLOGIQUE.....	14
5.1.	Bassin de pré-stockage / pompage	14
5.2.	Points clés du dimensionnement des SBR	17
5.3.	Choix des paramètres clés du procédé.....	19
5.4.	Dimensionnement du SBR selon DWA-M 210 et GPS-X.....	19
5.4.1.	Dimensionnement selon DWA-M 210	19
5.4.2.	Vérification du dimensionnement par GPS-X en temps sec pour 8000 EH 20	
5.4.3.	Vérification du dimensionnement par GPS-X en temps sec pour 10'000 EH	23
5.5.	Cycles temps sec et temps de pluie	24
5.6.	Dimensionnement retenu	25
5.7.	Bassin de lissage.....	25
5.8.	Bassin complémentaire	26
5.9.	Place de dépotage/transbordement.....	26
6.	FILIERE DE TRAITEMENT DES BOUES	28
6.1.	Silo à boues.....	28
6.2.	Installation de déshydratation existante	28
6.3.	Base de dimensionnement de la nouvelle unité de déshydratation.....	29
6.4.	Unité de déshydratation par vis sélectionnée.....	29
6.5.	Projet de réhabilitation de la filière boue.....	30
7.	TRAITEMENT DES MICROPOLLUANTS.....	32
8.	ANNEXES	33

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.

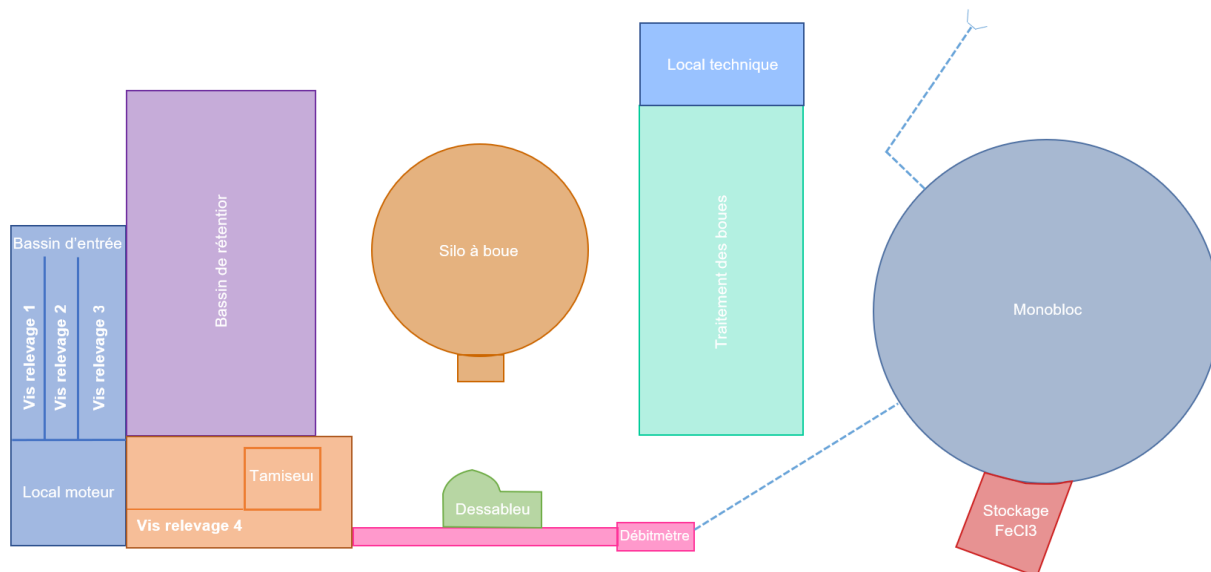


Figure 1 : Schéma de la STEP d'Yvonand

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 ³ /j	
Centile 20	606
Centile 50	686
QTS*	646
Moyenne	805
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 m³/j en se basant sur la méthode du VSA (Q20 + Q50)/2. Le QTS₁₄ est donc de 46 m³/h.

Le bilan de l'épuration de 2019 indique un débit de temps sec traité de 596 m³/j et un débit moyen de 773 m³/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 m³/j. Des mesures du débit déversé ont été mises en place au début 2021 et sont traitées au chapitre 4.2.

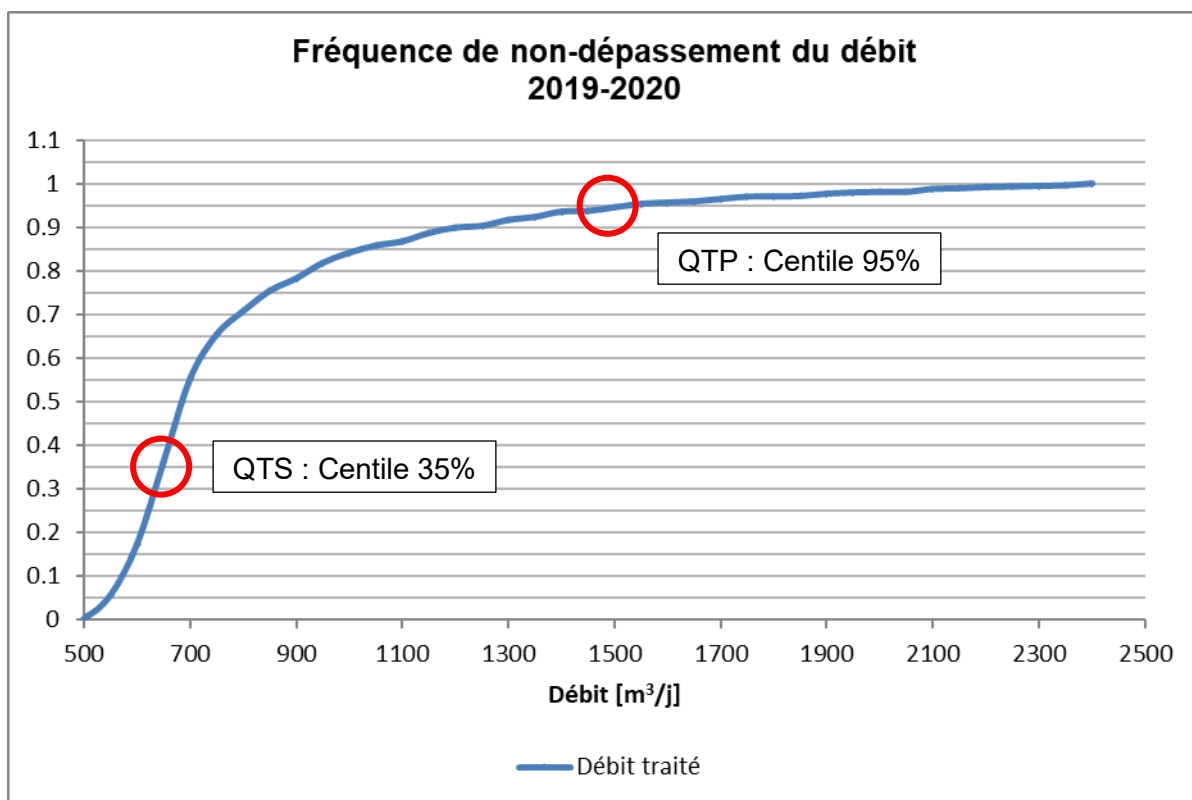


Figure 3 : Fréquence des débits traités

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 ⁽¹⁾	Bilan VD 2019 ⁽¹⁾	Données 2019-2020 ⁽²⁾ Hors tourisme	Données 2019-2020 ⁽³⁾ Période touristique
QTS [m ³ /j]	689	596	646	646
QTP [m ³ /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 ³ /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 m³/j, 34 m³/h pour QTS₁₄ (3'000 EH à 160 l/EH/j)
- +960 m³/j, 68 m³/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 ³ /j]	1'150	1'150
QTS ₁₄ [m ³ /h]	82	82
QTP [m ³ /j]	2'300	2'300
QTP [m ³ /h]	164	164
Charge organique [EH]	8'000	10'000
DBO ₅ [kg/j]	60g/Eh/j	480
DCO [kg/j]	120g/Eh/j	960
MES [kg/j]	60g/Eh/j	480
N-NH ₄ [kg/j]	6.5g/Eh/j	52
NTK [kg/j]	11g/Eh/j	88
Ptot [kg/j]	1.8g/Eh/j	14.4
		18

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
- 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

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

4. Diagnostic 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 _{max} [m ³ /h]	Enclench. [mm]	Déclench. [mm]	Fournisseur	Révision
N°1	400	5.8	300	100	SPANNS/Häny	2019
N°2	700	29.4	1'000	400	GIROUD	-
N°3	1200	100.3	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.

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.

La construction d'un piège à cailloux de 1 m³ avant le bassin d'entrée permettra d'éviter l'endommagement des équipements ainsi que le transfert des pierres jusqu'au dessableur ou au BEP. L'installation d'un batardeau d'entrée permettra d'isoler les nouvelles pompes qui remplaceront les vis 1 et 2.

La mise hors service des vis de relevage 1, 2 et l'installation de 3 nouvelles pompes Hidrostal à prérotation de 55 m³/h chacune permettront d'augmenter la hauteur de relevage des eaux afin de créer la redondance nécessaire du poste de tamisage.

La mise en place de ces nouvelles pompes permettra également de créer la redondance du relevage des eaux non présente actuellement (une seule vis n°4, voir chapitre 4.3).

En plus de cela, il est prévu une révision complète de la vis de relevage numéro 3 (relevage vers BEP).

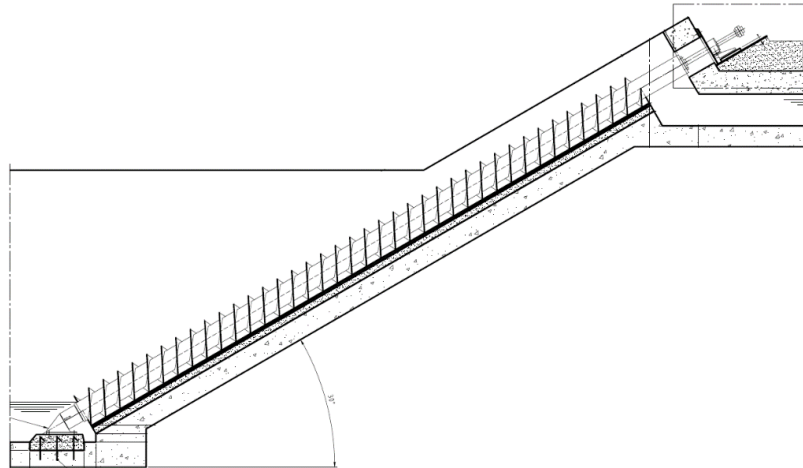


Figure 7: Extrait vis de relevage n°1, référence Häny SA

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 m³. Des fissures sont perceptibles sur les murs en béton armé, une réfection de l'ouvrage est à prévoir 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.

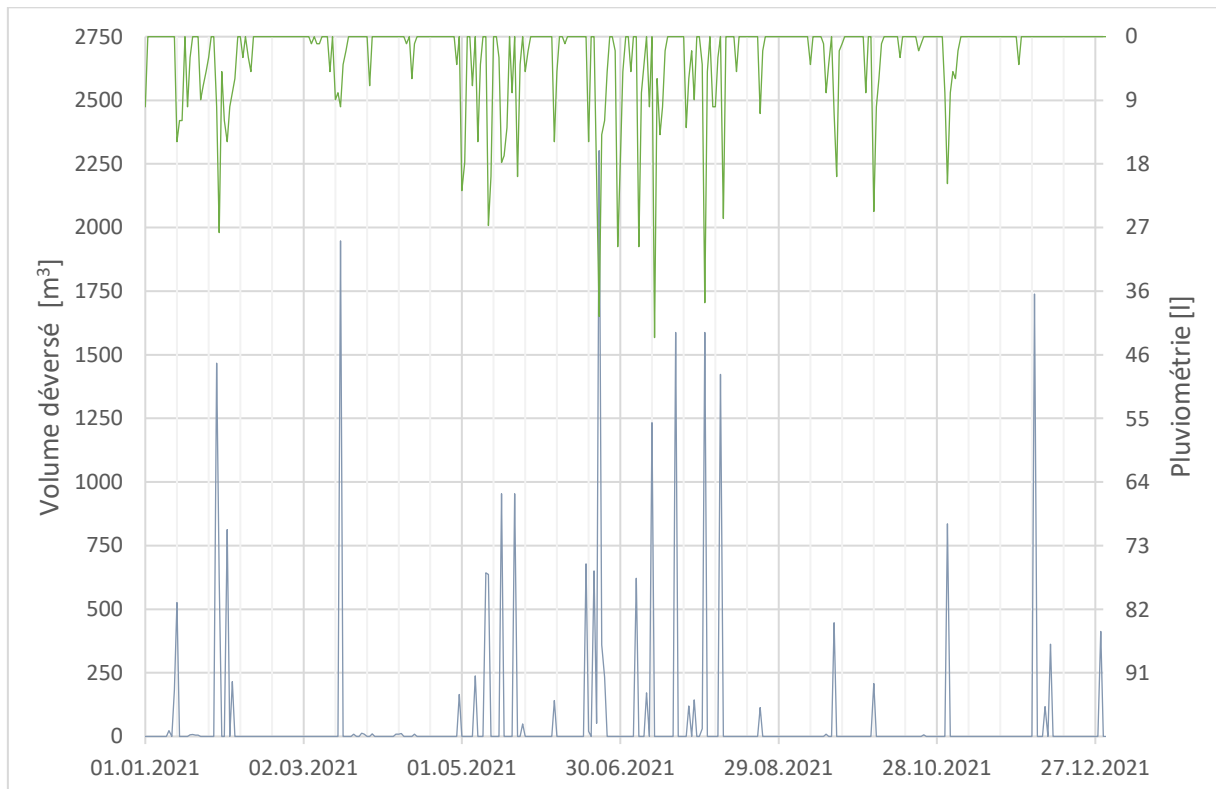
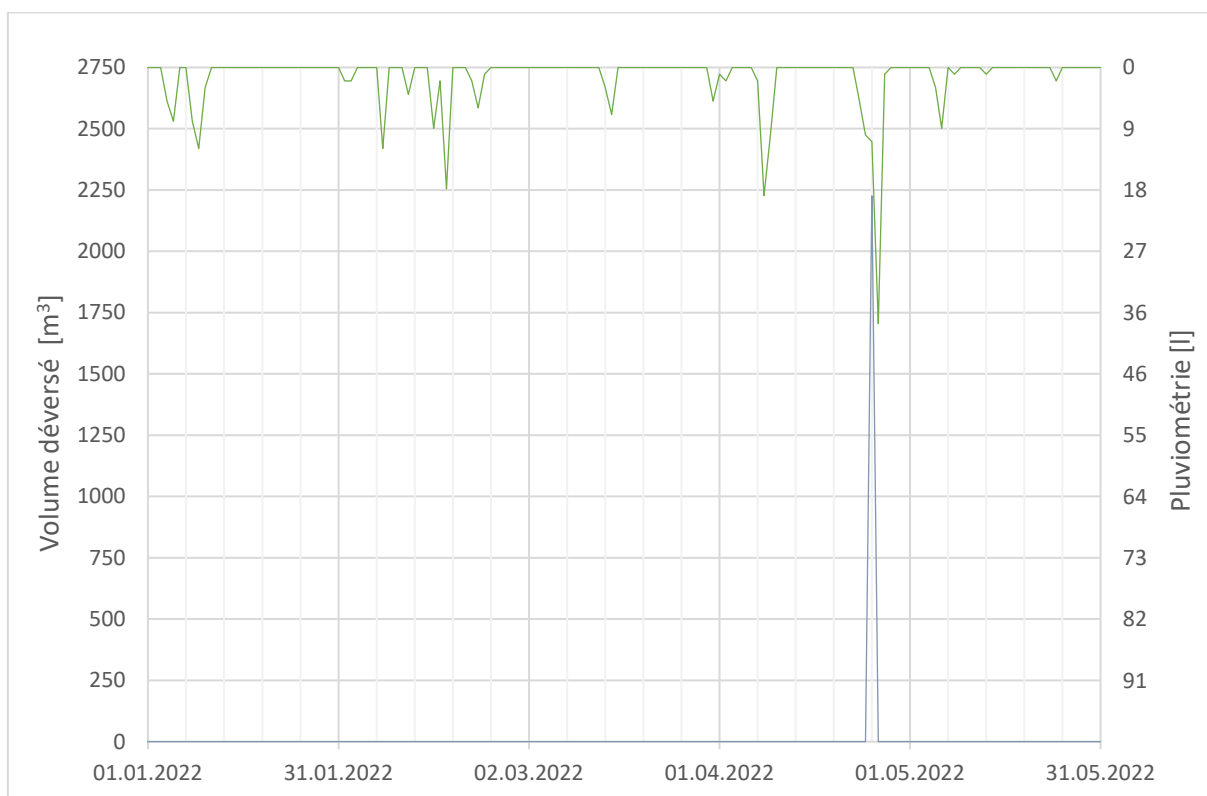


Figure 8 : Graphique déversements BEP/pluviométrie 2021

Le volume cumulé déversé entre le mois de janvier et le mois de décembre 2021 est de 25'138 m³. Le volume cumulé de pluie quant à lui était de 1'071 litres.



Le volume cumulé déversé entre le mois de janvier et le mois de mai 2022 est de 2'226 m³. Le volume cumulé de pluie quant à lui était de 224 litres.

Une simulation à long terme du réseau unitaire est en cours de réalisation pour chaque ouvrage de déversement à l'aide de l'historique des précipitations. Ceci afin de déterminer la charge d'ammonium déversée au cours d'eau. La commune d'Yvonand dénombre 6 déversoirs d'orage en plus du BEP présent à la STEP. Un rapport dédié sera disponible à l'été 2022.

4.3. Tamiseur

Après l'orifice de régulation présent sous le local des moteurs des vis 1 à 3, la vis de relevage 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 sont les suivantes :

Élément	Diamètre [mm]	Q _{max} [m ³ /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

Un variateur de fréquence est présent sur la vis de relevage n°4. La vis a été révisée en 2018 suite à des problèmes de roulement et d'usure dus à la présence de pierres. Actuellement, la vis de relevage n°4 ne comporte pas de redondance.

La mise en place des 3 nouvelles pompes de type Hidrostral dans le bassin d'entrée permettrait la suppression de la vis de relevage numéro 4. Ainsi la redondance de relevage jusqu'au local tamiseur serait permise tout en restant dans l'enceinte actuelle. Cela permet également d'éviter la chute des eaux usées sur 1 m créant des aérosols et une perturbation hydraulique.

	Pompe Hidrostral
Débit	55 m ³ /h
H.M.T.	4.48 m
Passage libre	min. 100 mm
Fonctionnement	aux usées non dégrillées

Tableau 4 : Caractéristiques techniques pompes Hidrostral

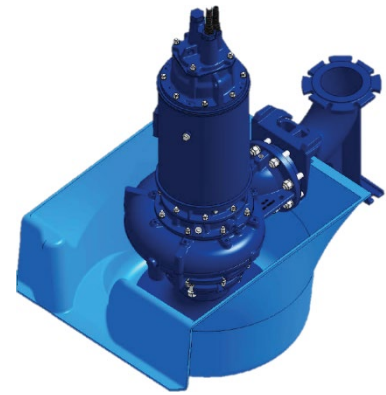


Figure 10 : Schéma pompes Hidrostral, référence Hidrostral

Le remplacement du tamiseur actuel avec deux tamiseurs fins MEVA type RS 14-40-3 ou analogue permettra la redondance du traitement.

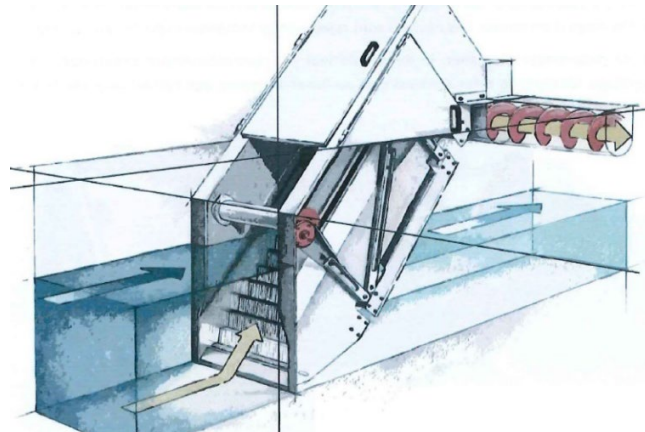


Figure 11 : Schéma tamiseur fin MEVA, référence offre Alpha Wassertechnik AG

Dégrilleur fin MEVA RS 14-40-3	
Débit d'eau maximum	165 m ³ /h
Largeur totale du dégrilleur	476 mm
Largeur de la grille effective	376 mm
Espacement entre les lamelles	3 mm
Hauteur totale de refus dégrillée à partir du sol du canal	1'380 mm
Niveau d'eau maxi autorisé en amont	1'200 mm
Niveau d'eau mini autorisé en amont	750 mm
Épaisseur des lamelles	3 mm
Épaisseur du cadre	5 mm

Tableau 5 : Caractéristiques techniques tamiseurs RS 14-40-3

Compacteur MEVA SWP	
Capacité de transport	0,8 m ³ /h
Capacité de lavage optimal	0,5 m ³ /h
Hauteur d'entrée	290 mm
Ouverture d'entrée Lxl	200 x 400 mm
Sortie compacteur	1'380 mm
Sortie des tubes vidanges d'eaux de rinçage et de lavage	1'200 mm

Tableau 6 : Caractéristiques techniques compacteurs MEVA SWP

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 à l'arrivée des nouvelles pompes Hidrostal.

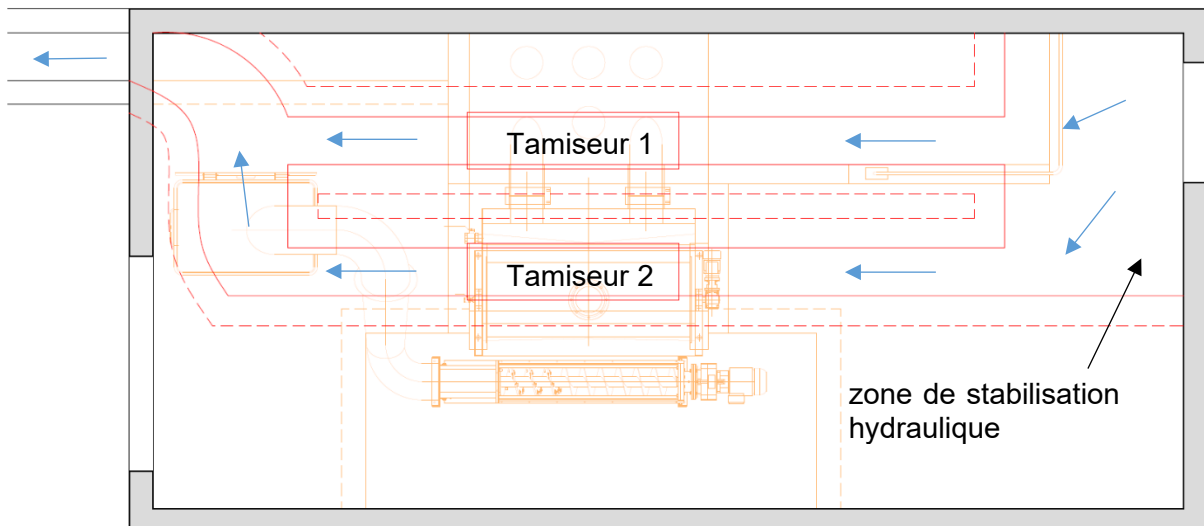


Figure 12 : Projet réhabilitation locale tamiseur

4.4. Canal d'acheminement

À la suite du local tamiseur se situe le canal d'acheminement. Le débit maximum du canal est supérieur au débit nécessaire (>700 m³/h, suppression du venturi, chapitre 4.6).

Aucune réfection n'est prévue sur le canal d'acheminement entre le local tamisage et le débitmètre actuel.

4.5. Dessableur

Le dessableur se situe entre le tamiseur et le débitmètre. Le dessableur actuel possède un volume compris entre 2.2 à 3.0 m³. Le volume du bac à sable est de 0.85 m³.

La capacité de l'ouvrage est de 235 à 430 m³/h selon la documentation technique.

Une offre pour le remplacement du dessableur a permis de confirmer que la capacité du dessableur actuel est 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 sera installé dans le local tamisage dû à la suppression du compresseur actuel présent dans le Monobloc.

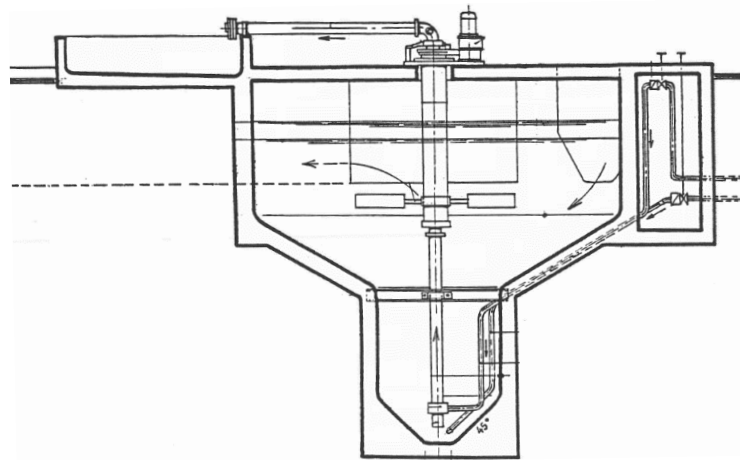


Figure 13 : Extrait coupe dessableur, référence WTW

4.6. Débitmètre

Le débitmètre de la STEP est un canal venturi. La sonde de mesure de niveau est de la marque Vega. À la suite du débitmètre, le canal d'acheminement continue en direction du monobloc Schreiber. Ce débitmètre venturi sera supprimé.

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. Un débitmètre électromagnétique sera installé sur cette conduite.

Un déversoir de sécurité sera créé en amont de la conduite enterrée et des SBR. La sonde actuelle 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 est à prévoir pour acheminer les eaux au cours d'eau.

4.7. Monobloc système Schreiber

Le monobloc Schreiber a été créé dans les années 1970. Celui-ci est désormais obsolète et ne respecte plus les normes de rejets de l'ordonnance sur la protection des eaux (OEaux). 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.

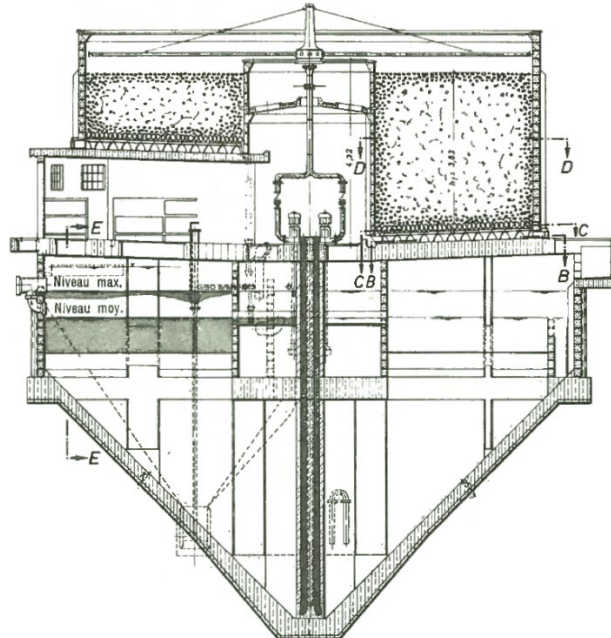


Figure 14 : Extrait monobloc système Schreiber, référence EPUREX SA

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 m³ et pourrait être augmentée à 12 m³ afin de réduire le nombre d'interventions pour le remplissage.

Le débit maximal de chlorure ferrique (FeCl₃) est d'environ 50 m³/an en 2040. Une cuve de 12 m³ nécessiterait 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^{er} étage

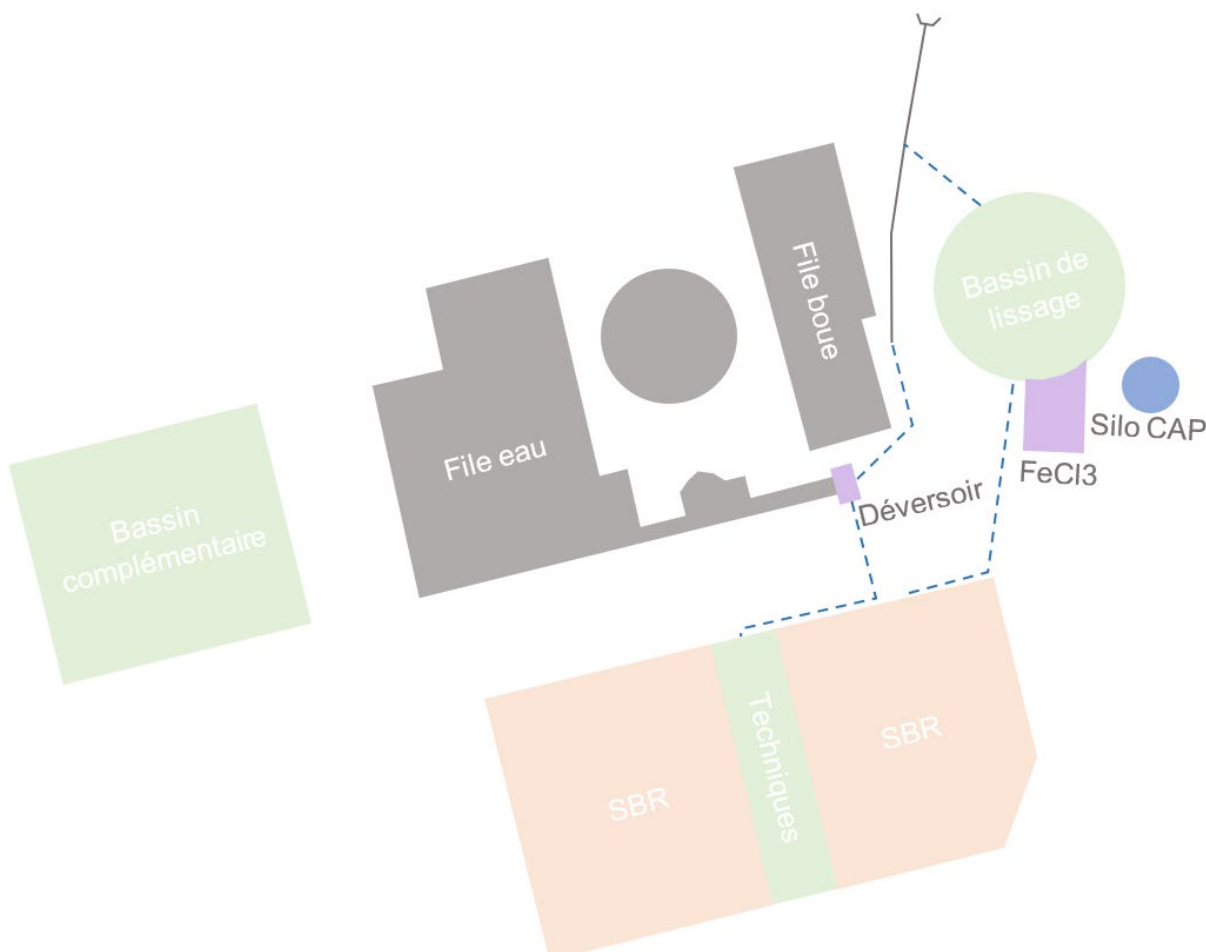


Figure 15: Schéma de réhabilitation de la STEP d'Yvonand

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.

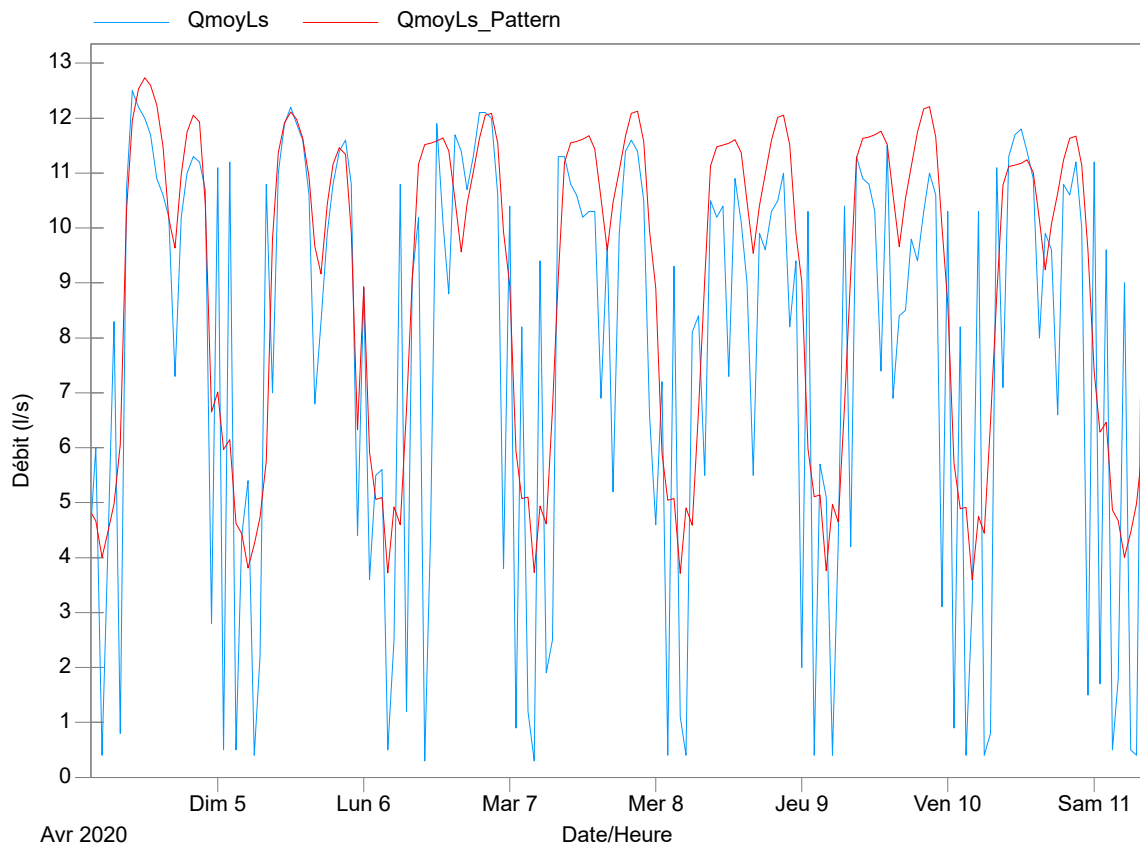


Figure 16 : Exemple de période de temps sec. Débit effectif en bleu. Hydrogramme modélisé en rouge.

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.

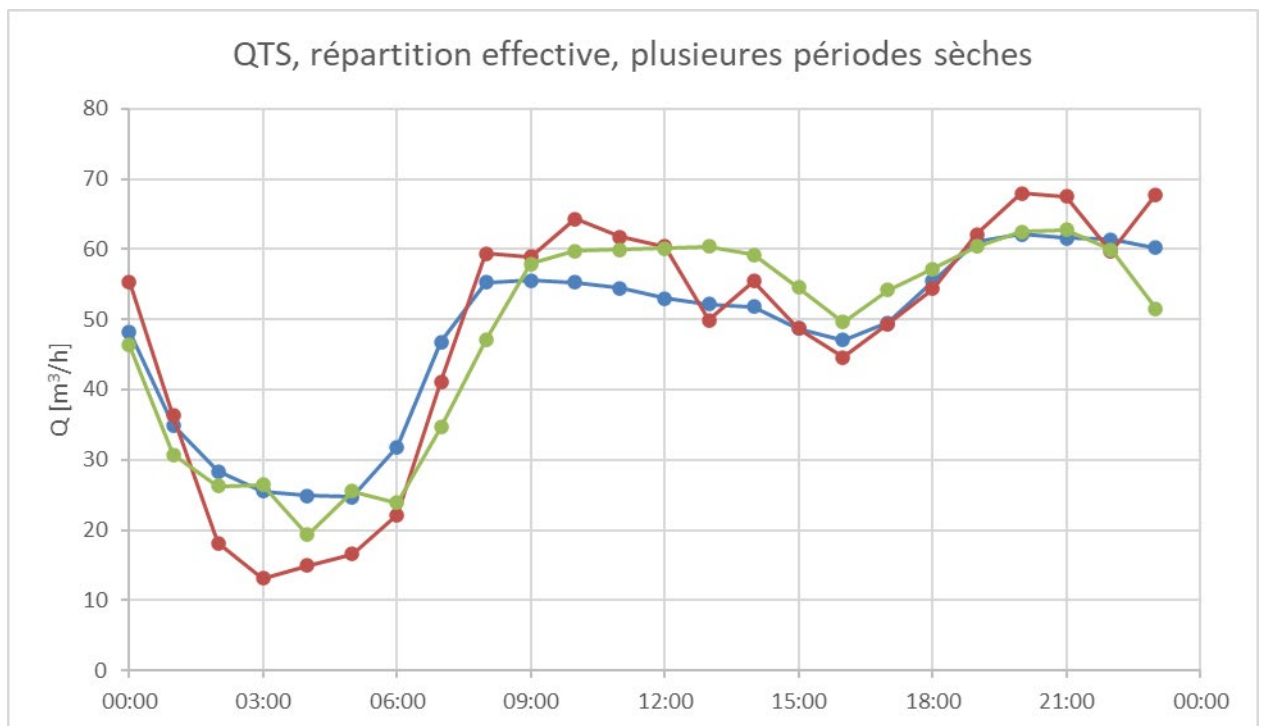


Figure 17 : Plusieurs répartitions temporelles du débit de temps sec de 1'500 m3/j

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 m³/h et le débit minimal nocturne est de 25 m³/h (~50% d'eaux claires permanentes sur une journée). Le volume global de temps sec traité sur une journée est de 1'150 m³.

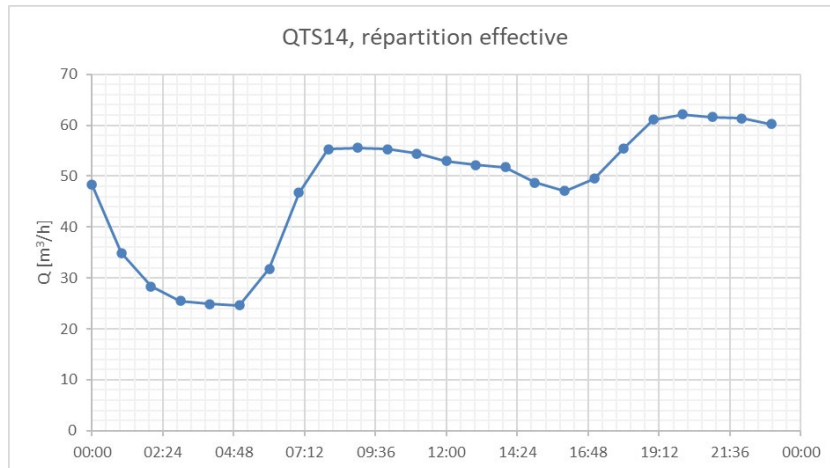


Figure 18: Répartition horaire du QTS

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 m³
- Volume pompé équivalent au débit moyen sur 24h
- Variation du débit pompé entre 30 et 60 m³/h en temps sec

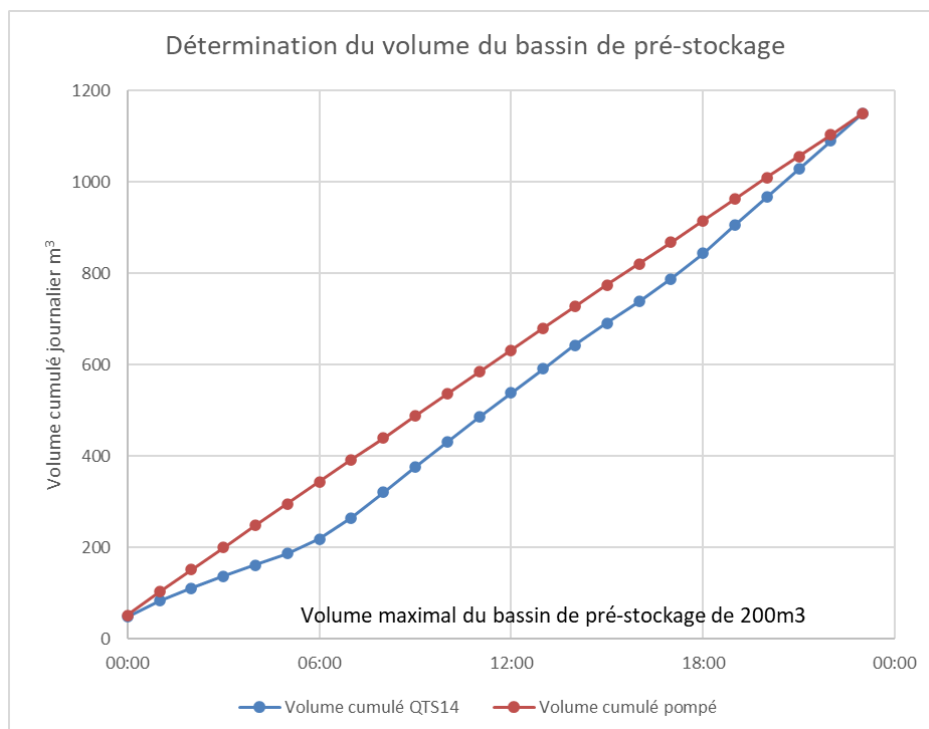


Figure 19 : Exemple de détermination du volume de pré-stockage en temps sec

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 m³/h (exemple de capacités réelles ci-dessous)
- 2 pompes de temps de pluie avec débit variable entre 80 et 120 m³/h (exemple de capacités réelles ci-dessous)

	Pompe Hidrostal	Pompe Hidrostal
Débit	50 m ³ /h	100 m ³ /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 7 : 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 m³). 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°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

Autres retours d'expérience :

- Selon le document du VSA « Eaux usées en milieu rural » de 2017, les petites STEP de type SBR ont un volume de bassins de traitement compris entre 0.35 et 0.55 m³/EH pour une aération prolongée.
- La présentation « Le SBR – du rudimentaire vers l'innovation » effectuée dans le cadre du séminaire VSA « Épuration mécanique et biologique des eaux usées » du 12 septembre 2017 indique les dimensions de SBR suivantes :

STEP	EH dimensionnement	Q _{max} [l/s]	Volume total [m ³]	Volume spécifique [m ³ /EH]
Rüdlingen Buchberg	2'400	25	720	0.3
Bauma	10'000	90	4'000	0.4
Uster	48'000	800	17'500	0.36

Oberengadin	90'000	460	16'200	0.18
Birs	150'000	900	42'500	0.28
Basel	520'000	2'900	102'000	0.2

Figure 20 : Dimensions caractéristiques de SBR en Suisse

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°C et pour la charge hors période touristique de 8'000 EH
- Adaptation/vérification du dimensionnement pour des eaux à 18 à 20°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 DBO ₅ :	Bd, BSB = 480 kg/j
Age des boues :	t _{TS,Bem} = 25 j
Charge massique :	c _m = 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 m² au sol / ~650 m³ sans le volume d'échange
- Volume complémentaire d'environ 150 m³ 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_{max} en phase de réaction en temps sec
- Concentration en boue de 4.9 gMS/l à V_{max} en phase de réaction en temps de pluie
- Concentration en boue de 6 gMS/l à V_{min} 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 8 : Durée des cycles

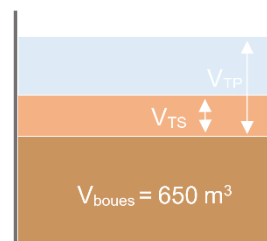


Figure 21 : Schéma volume d'échange SBR

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).

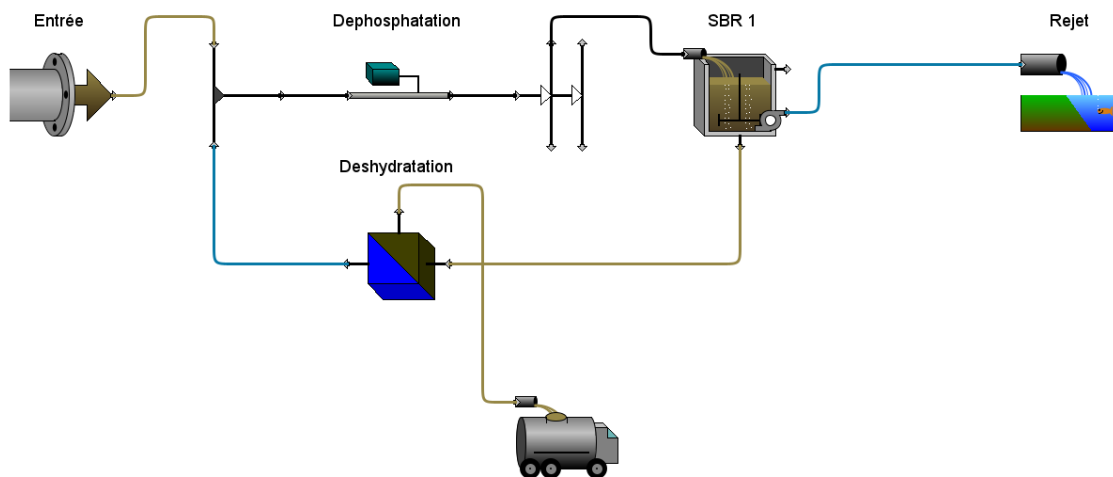


Figure 22 : Modèle GPS-X de la STEP

Pour vérifier le dimensionnement selon DWA-M 210 en temps sec, le volume total de chaque SBR modélisé est de 750 m³ (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 23 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).

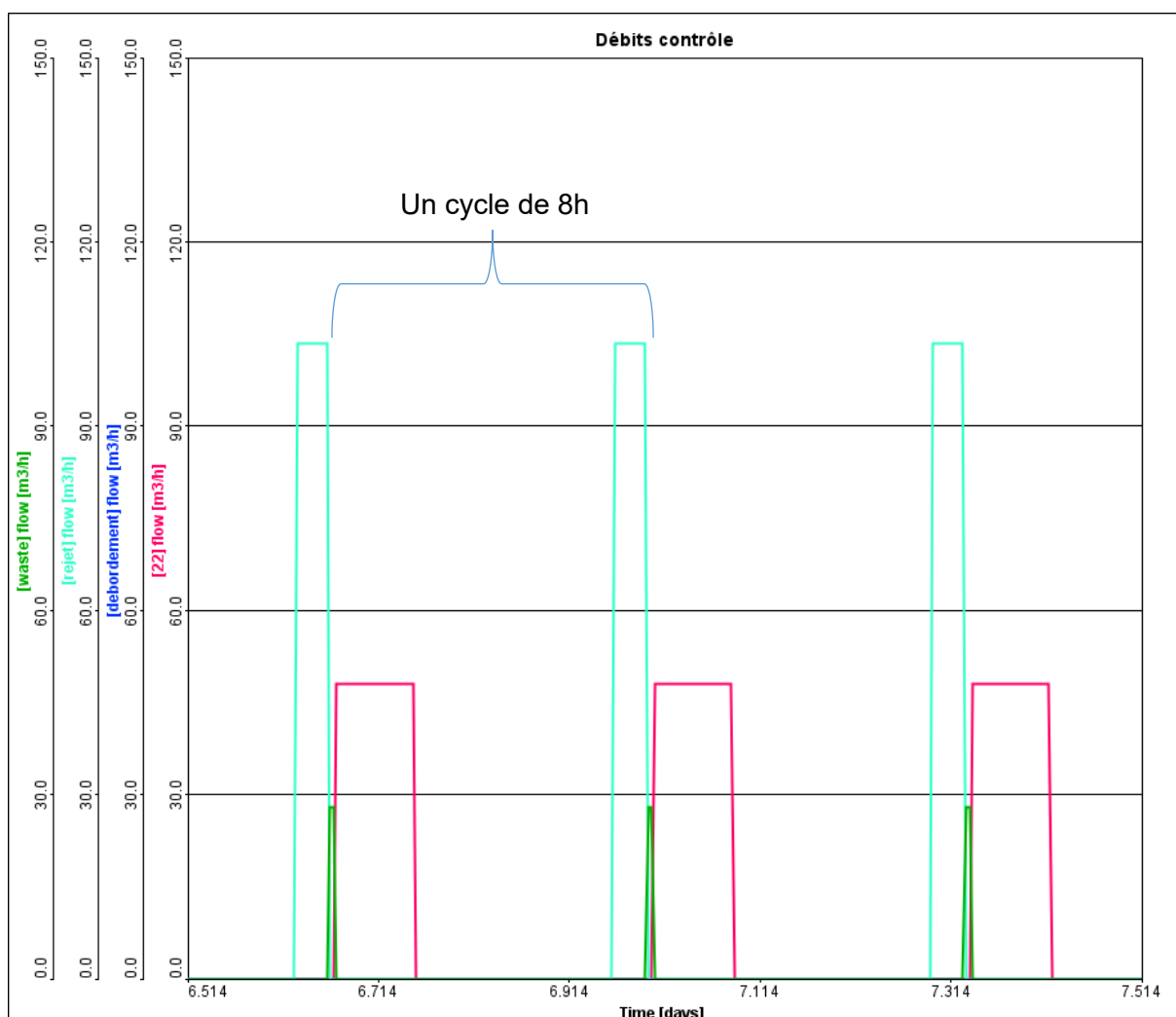


Figure 23 : Débits d'entrée et de sortie d'un SBR

En poussant les SBR à la limite de leurs possibilités (âge de boue de 30 jours), on constate sur la figure 24 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 m³ 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 25). 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-NH₄/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-NH₄) en entrée et pour une eau à 10°C.

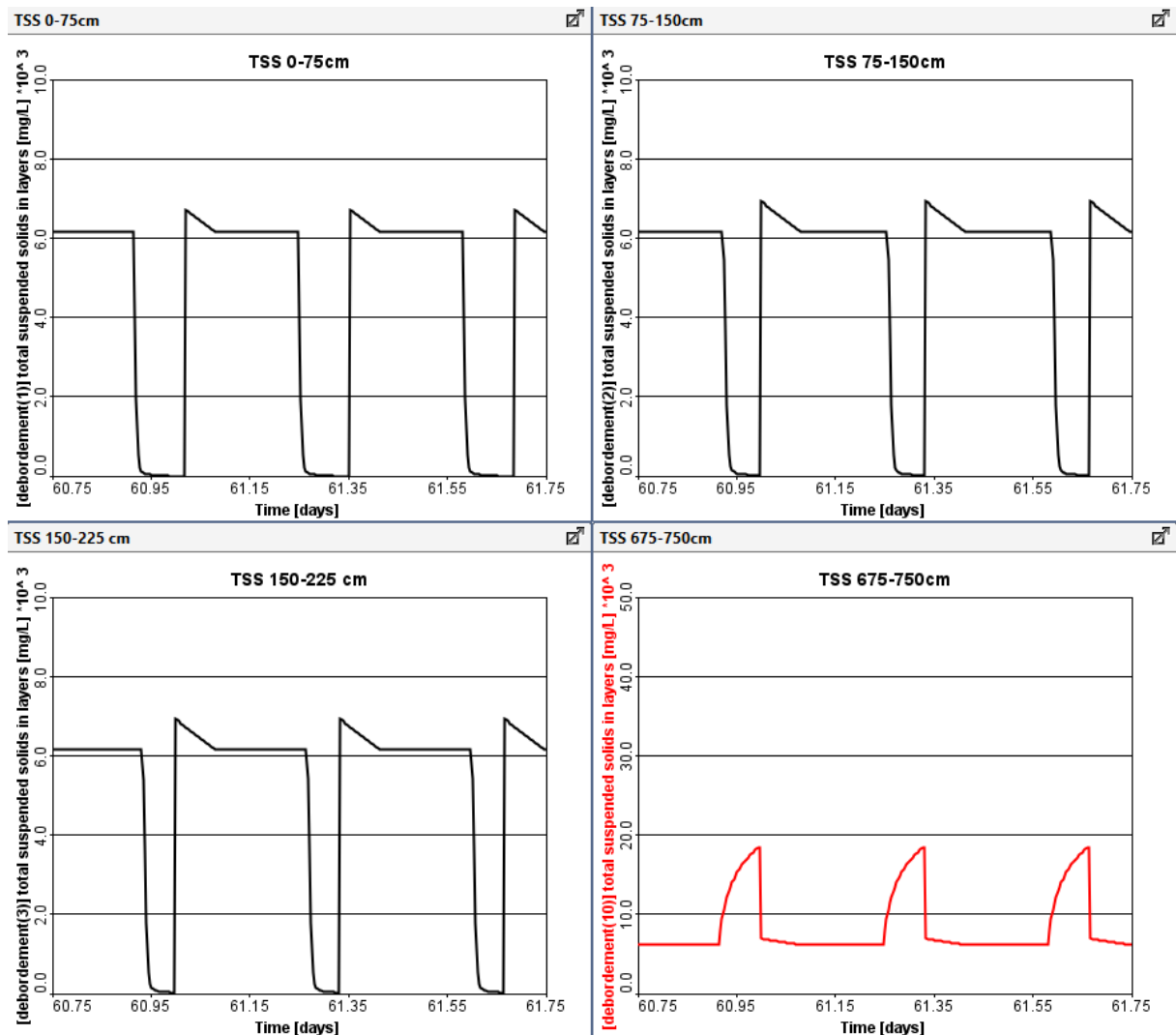


Figure 24 : Concentration en matières sèches par couche

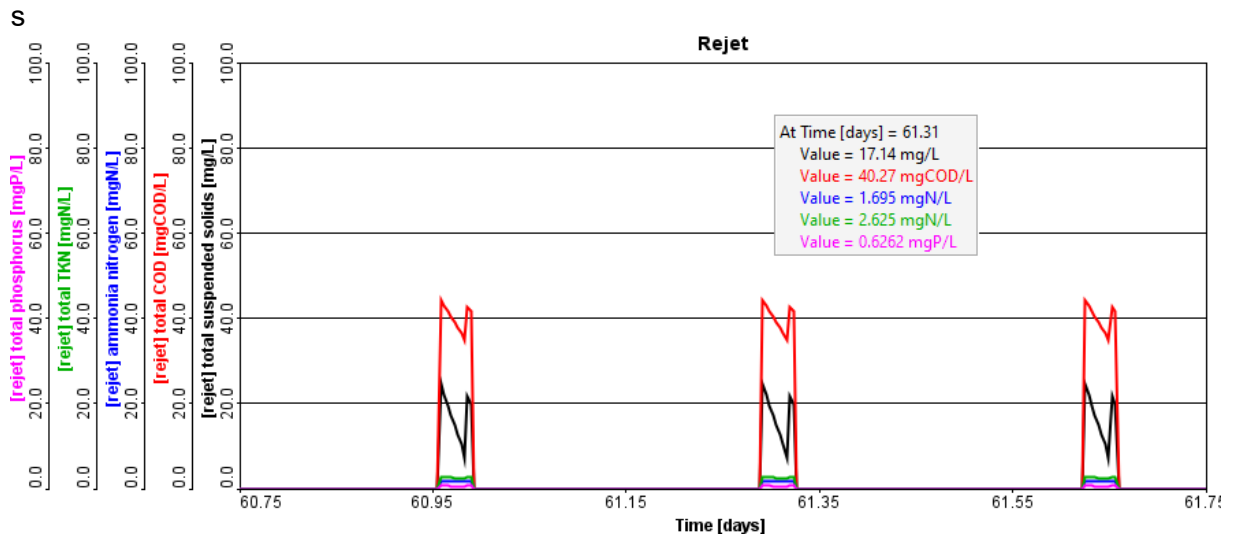


Figure 25 : Concentrations au rejet de la STEP (pour 1 SBR) à T proche de 10°C et pour un âge de boue de 30j

La consommation d'air est d'environ 520 m³/h par bassin aux conditions locales (510 Nm³/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.

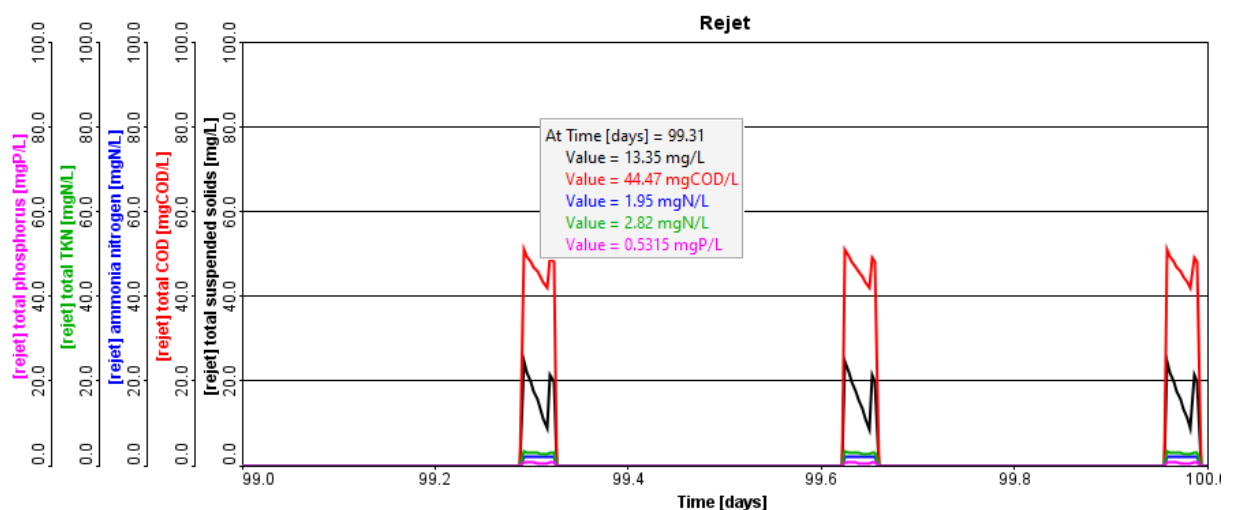


Figure 26 : Concentrations au rejet de la STEP (pour 1 SBR) à T proche de 18°C et pour un âge de boue de 19j

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 m³ 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 m³/h par bassin aux conditions locales (615 Nm³/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 9 : Durée des cycles

Au bout de 4 cycles de 6h, soit 24h de durée, il est possible de redémarrer sur le cycle de 8h sur les mêmes horaires qu'avant la série de cycles de 6h.

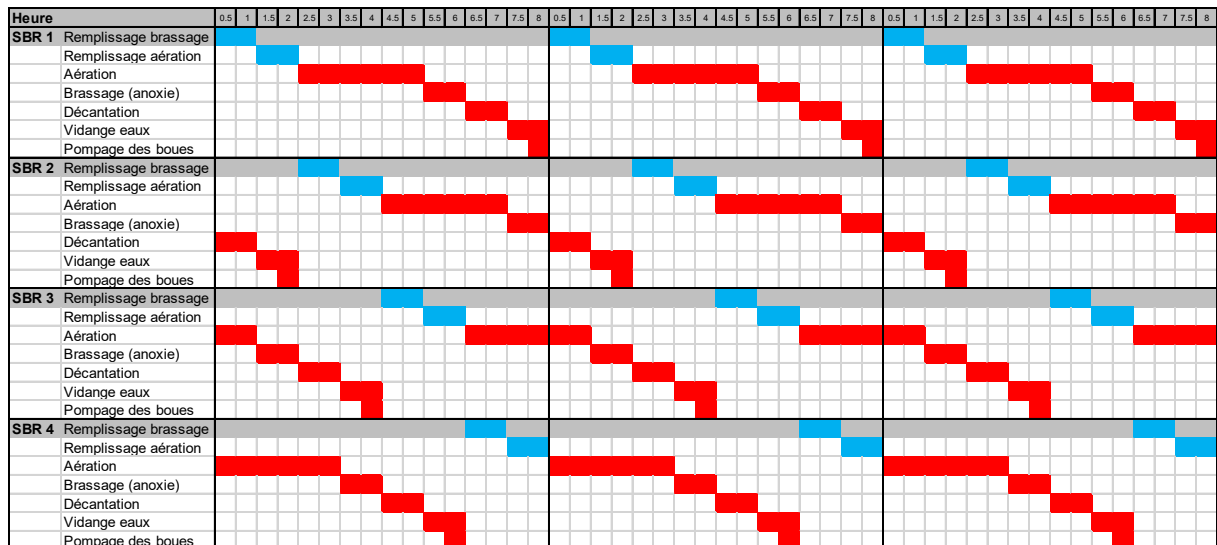


Figure 27 : Représentation graphique du cycle de 8h

En cas de passage sur un cycle temps de pluie de 6h, 24h sont prévues sur cette base avant de repartir sur un cycle de 8h. **En temps sec, le volume d'échange est de 100 m³ par bassin et en temps de pluie, il est de 150 m³.** Le bassin d'orage (chapitre 4.2) et le bassin de pré-stockage (chapitre 5.1) participent également à la gestion du passage de QTS à QTP.

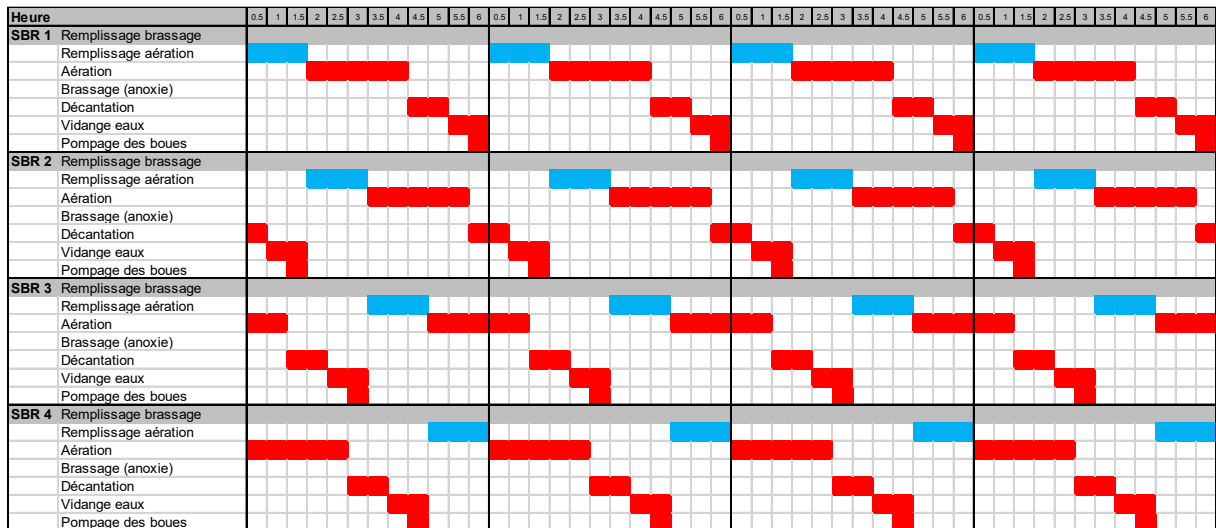


Figure 28 : Représentation graphique du cycle de 6h

5.6. Dimensionnement 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 deux SBR d'Yvonand est le suivant :

Objet	Dimensionnement / caractéristiques
Nombre de SBR	4
Volume de chaque SBR	800 m ³
Surface par SBR	100 m ²
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 ³
Pré-stockage, fosse pompage	200 m ³ (lissage du débit en temps sec)
Débit maximal d'extraction des eaux en temps sec	111 m ³ /h (100/0.9h)
Bassin de lissage pour le temps sec	~150 m ³ / déversoir de sécurité
Débit maximal d'extraction des eaux en temps pluie	166 m ³ /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 ³ à 18.3gMS/l
Débit maximal d'extraction de boues	36 m ³ /h sur 0.1h

Tableau 10 : Caractéristiques dimensionnement

5.7. Bassin de lissage

Un bassin de lissage des eaux traitées est prévu sur l'emprise existante du Monobloc Schreiber. Le bassin permettra de stocker la vidange des SBR afin de lisser un maximum le débit de restitution au cours d'eau.

En temps de pluie, le volume d'échange d'un SBR est de 150 m³. 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 m³/h et le volume nécessaire du bassin de lissage est de 150 m³.

En temps sec, le volume d'échange d'un SBR est de 100 m³. 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 m³/h et le volume nécessaire du bassin de lissage est de 100 m³.

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 m³/h et que le QTP de 164 m³/h est constant sur l'ensemble d'une journée.

Il contiendra également deux filtres à tambour de type Mecana ou analogue qui permettront la clarification « de police » des eaux traitées.

Les caractéristiques des filtres sont les suivantes :

- Q_{max} = 100 m³/h par filtre
- vitesse de filtration est de 3.3 m³/m²/h (surface de 30 m²/filtre)
- la charge surfacique spécifique maximal est de 167 gMS/m²/h (concentration au rejet <<10 mg/L)
- élimination maximal P < 0.2 mg/L

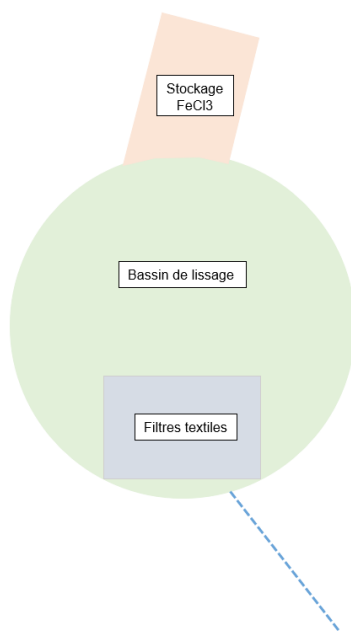


Figure 29 : Schéma projet réhabilitation monobloc schreiber

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.

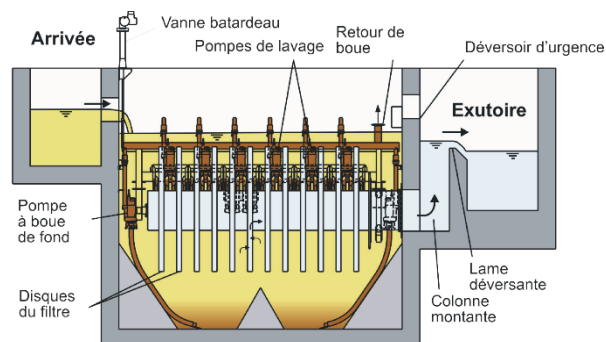


Figure 30 : Principe fonctionnement filtre sur toiles, référence MECANA

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. Bassin complémentaire

La zone au sud du local tamisage (figure 15) est réservée à la construction d'un futur SBR complémentaire afin de permettre une réserve de capacité pour l'avenir. Son volume de traitement de 1'600 m³ permettra 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. 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 31 : 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.

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 m³. 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 m³/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 il y a 5 ans. 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.

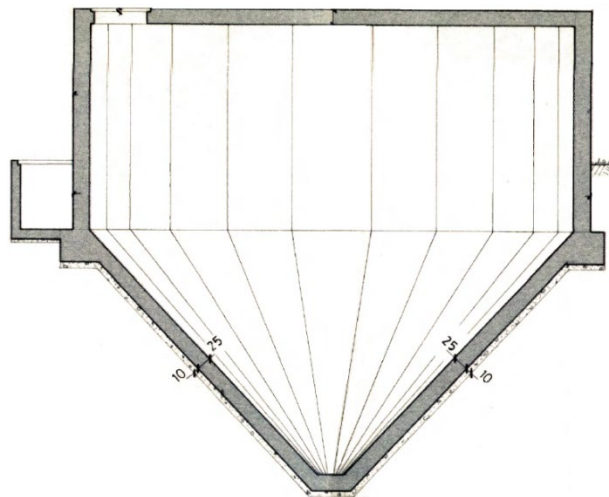


Figure 32 : Extrait stockeur à boues, référence Küng et Associés SA

6.2. Installation de déshydratation existante

Les boues du Monobloc et les boues des STEP externes sont stockées et pré-épaissies 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 ³ /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 ³ /jour de déshydratation
Siccité des boues à déshydrater	20 grMS/lit (2%MS)
Capacité de la machine à garantir	6.0 m ³ /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. La vis Huber est la plus adaptée au cas d'Yvonand.

	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

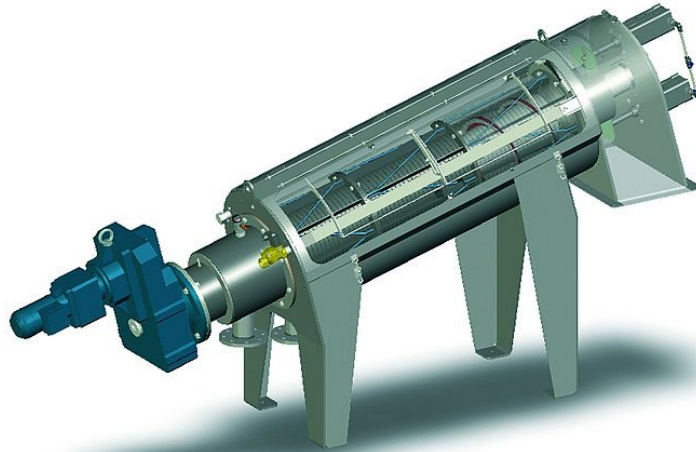


Figure 33 : Vis de déshydratation, référence Q-Press de Huber

6.5. Projet de réhabilitation de la filière boue

L'emprise au sol de la nouvelle vis de déshydratation dans le local actuel est envisageable. Étant donné l'âge des équipements électromécaniques actuels et du tableau de commande, il est prévu le remplacement de tous les équipements dans le local excepté la vis de transport.

Après démontage et évacuation des équipements existants, les deux socles béton pour la centrifugeuse seront démolis. De petits travaux de génie civil seront réalisés dans ce local dont la création de nouveaux socles pour les futurs équipements. La conduite provenant du stockeur à boues serait conservée, les autres remplacées.

L'utilisation de la vis de transport existante est possible. Le remplacement de la spire, du revêtement anti-usure dans le corps de la vis et du moto-réducteur sont prévus. La benne à boues sera conservée.

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.

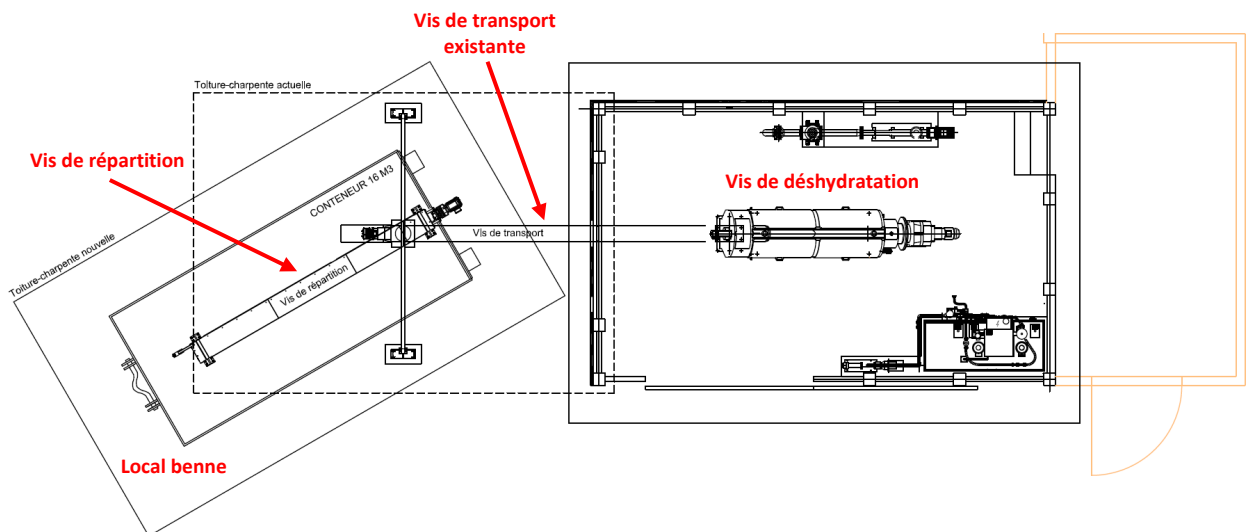


Figure 34 : Schéma de réhabilitation filière boue

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.

La mise en place d'une nouvelle vis de répartition des boues dans 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 35 : Exemple de vis de répartition des boues dans la benne

Afin de protéger la benne, il est envisagé de créer un local de 8.00 x 4.50 mètres de construction en panneau sandwich. Le local est isolé afin de maintenir l'intérieur hors gel et de garder les émanations d'odeurs à l'intérieur du local.

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 boues provenant de la filtration sur toiles présentes dans le bassin de lissage seront recirculées en tête de traitement biologique ou acheminées dans le silo à boues. Quant aux filtras provenant de la déshydratation des boues, ceux-ci seront introduits directement dans la fosse de pompage sans passer par le débitmètre d'entrée de la STEP.

7. 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 ou dès la mise en service de la STEP.

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 contigu in situ et de la taille de la 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 m² 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 CO₂ 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 m³/h/m² de toile et pour 50 mgMS/l

Estimation du volume de charbon actif nécessaire :

	Débit	CAP		
Temps sec	1'150 m ³ /j	15 mg/l	18 kg/j	8.5 m ³ /an*
Temps de pluie	2'300 m ³ /j	15 mg/l	35 kg/j	9.5 m ³ /an*
				18 m ³ /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 20m³ semble adapté.

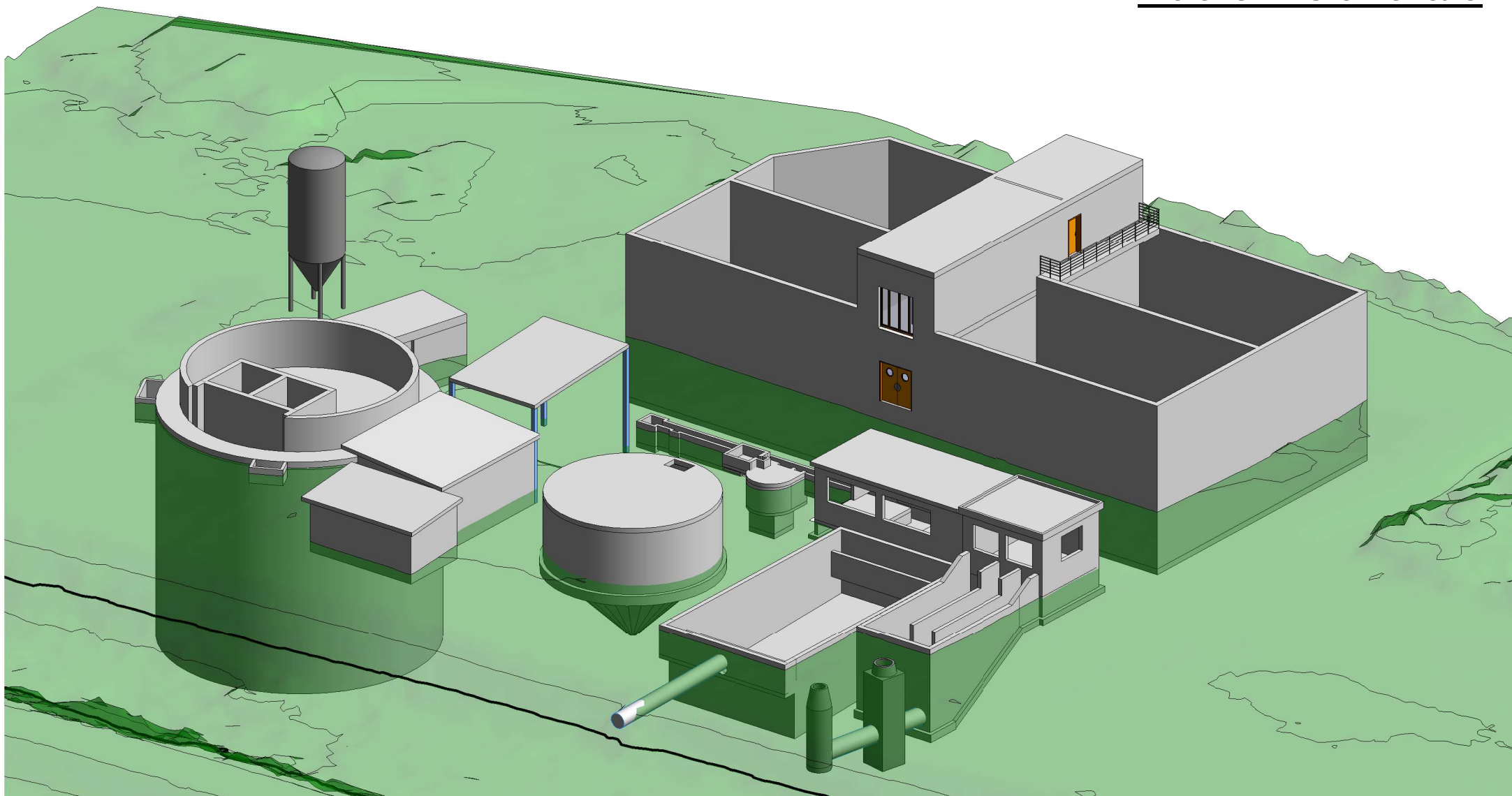
L'emplacement de celui-ci n'est pas définitif, mais pourrait être à proximité du bassin de lissage.

8. Annexes

Annexe : Plans 3D du projet

Ribi SA ingénieurs hydrauliciens
Thierry Fuchsmann Etienne Siegenthaler

Vue 3D Générale



ribi
sa ingénieurs
hydrauliciens

Grand-Places 14
Tél. 026 322 12 17

1700 **Fribourg**
fribourg@ribi.ch

Av. Juste-Olivier 18 bis
Tél. 021 617 64 42

1006 **Lausanne**
lausanne@ribi.ch

www.ribi.ch

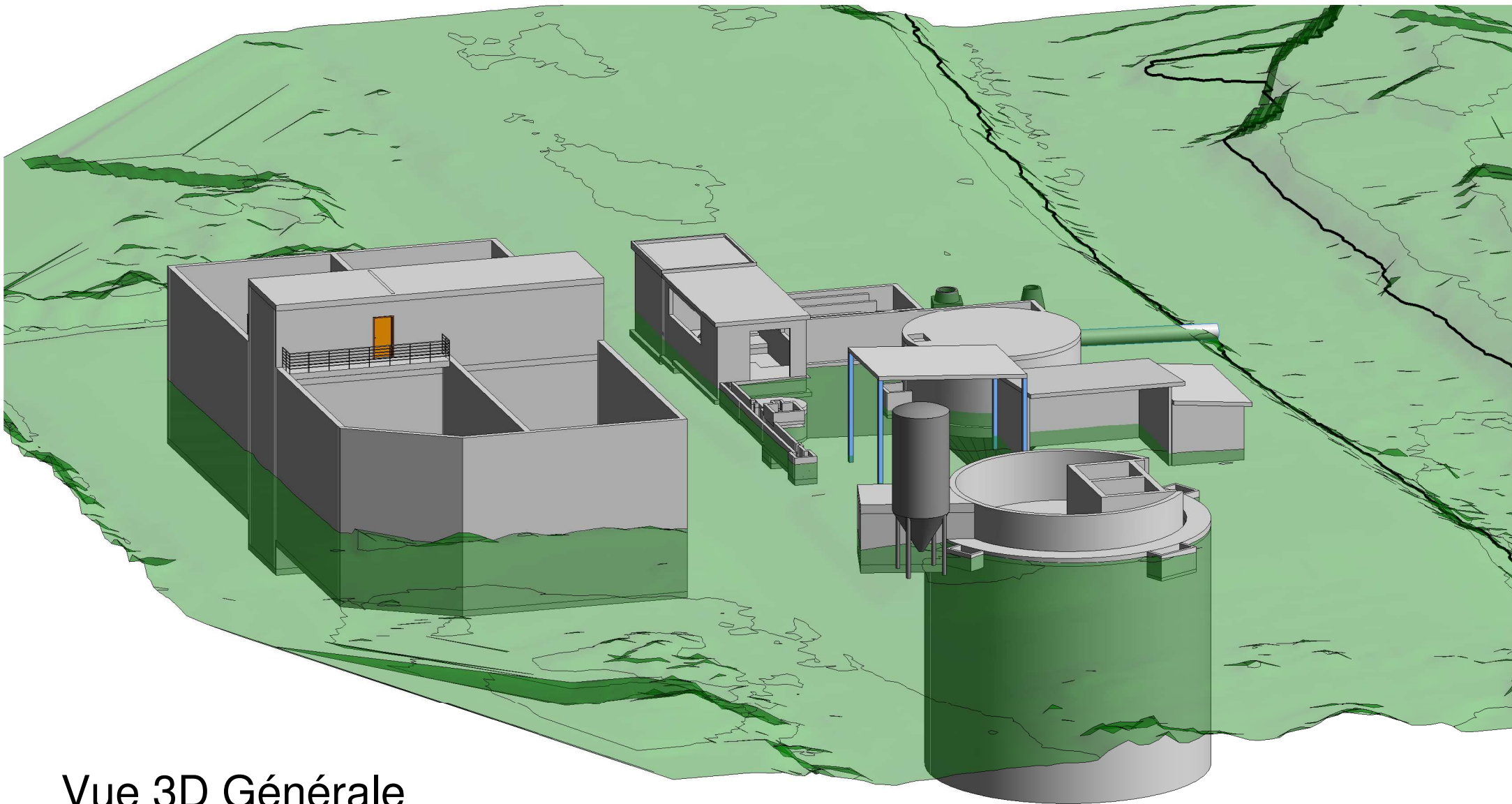
Commune d'Yvonand
Réhabilitation de la STEP
Projet

Plan n°
916PGPo_Vue 3D

Dessiné
05.11.2021 ap / ES

Modifié
24.01.2022 ap / ES

Modifié
04.02.2022 ap / ES



Vue 3D Générale

ribi
sa ingénieurs
hydrauliciens

Grand-Places 14
Tél. 026 322 12 17

1700 **Fribourg**
fribour@ribi.ch

Av. Juste-Olivier 18 bis
Tél. 021 617 64 42

1006 **Lausanne**
lausanne@ribi.ch

www.ribi.ch

Commune d'Yvonand
Réhabilitation de la STEP
Projet

Plan n°
916PGPo_Vue 3D

Dessiné
05.11.2021 ap / ES

Modifié
24.01.2022 ap / ES

Modifié
04.02.2022 ap / ES



sa ingénieurs
hydrauliciens

Commune d'Yvonand

STEP d'Yvonand

Choix du procédé de relevage des eaux en tête de STEP

Rapport technique, faisabilité

Lausanne, le 05 avril 2023

N° réf.: EP-916 ES
L:\916 Yvonand STEP\01-10\04\916-Pompage-entrée\916-Projet-STEP-Relevage_20230315.docx

Av. Juste-Olivier 18bis

1006 Lausanne

Tel 021 617 64 42

www.ribi.ch

Table des matières

1.	CONTEXTE GENERAL	3
2.	SYSTEME ACTUEL.....	4
3.	PROJET DU LOCAL TAMISEUR	5
4.	DEGRILLEUR EN ENTREE DE STEP.....	6
5.	PROFIL HYDRAULIQUE DE LA STEP	7
	5.1. Modification des vis de relevages	8
	5.2. Installation de pompes centrifuges à prérotation.....	9
	5.3. Installation de pompes centrifuges à aspiration.....	11
6.	FRAIS D'EXPLOITATION.....	13
	6.1. Vis de relevages.....	13
	6.2. Pompes centrifuges.....	13
	6.3. Évolution des frais d'investissement et d'exploitation en fonction des variantes	14
7.	CONCLUSION	15

1. Contexte général

Dans le cadre de la réfection de la STEP d'Yvonand qui a été initialement construite dans les années 70, le choix du procédé de relevage des eaux en tête du projet de STEP se pose. La commune d'Yvonand nous a demandé une analyse de faisabilité sur le maintien des vis de relevage en tête de STEP.

Trois solutions de relevage des eaux usées en tête de station d'épuration sont envisagées. La réfection complète des vis de relevage, la mise en place de pompes à prérotation au pied des vis ou de pompes à aspiration au niveau du terrain naturel.

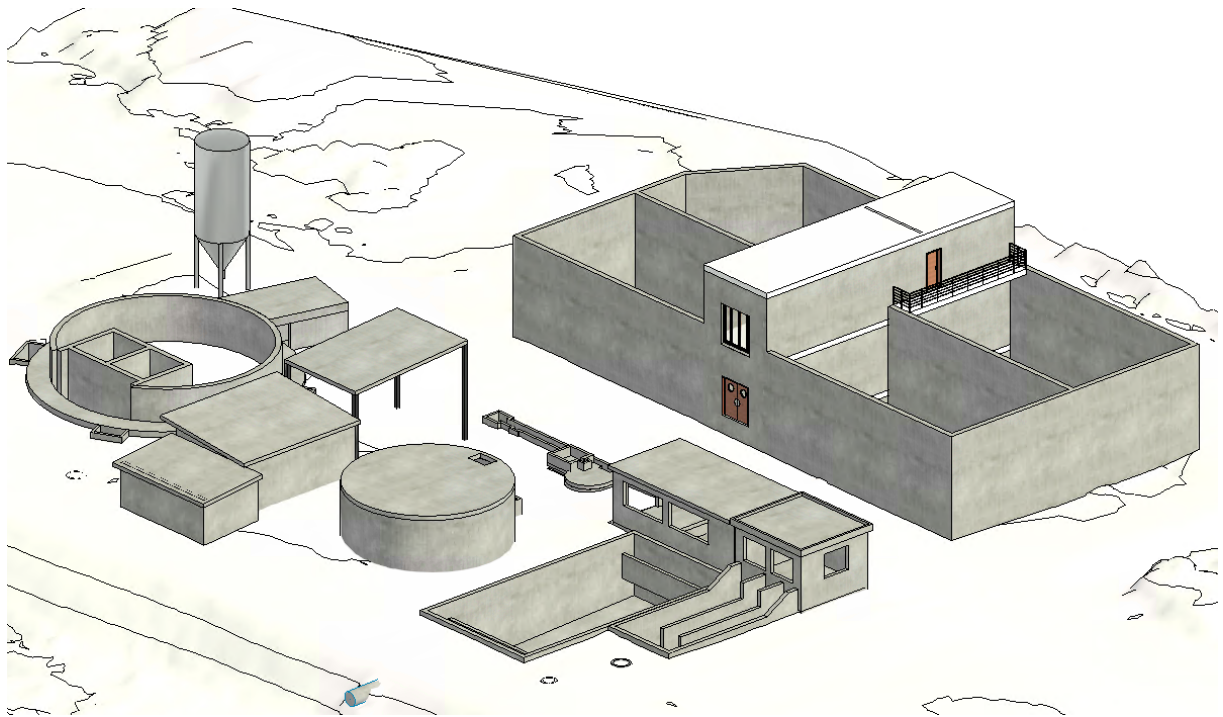


Figure 1 : Schéma 3D du projet de la STEP d'Yvonand

2. Système actuel

Le système actuel de relevage des eaux usées comprend 4 vis de relevages. Les vis n°1, 2 et 4 pour le relevage des eaux de la STEP ainsi que la vis n°3 pour le remplissage du BEP en temps de pluie.

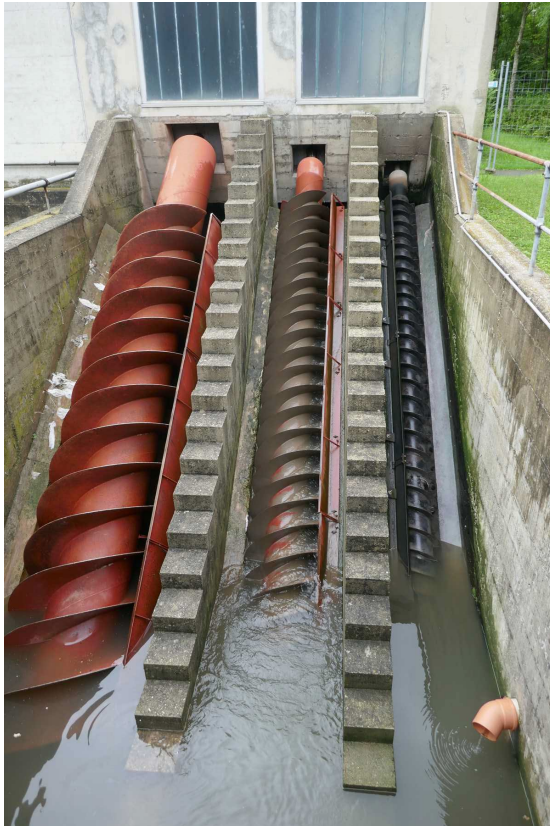


Figure 2 : Photo des vis de relevage 1, 2 et 3

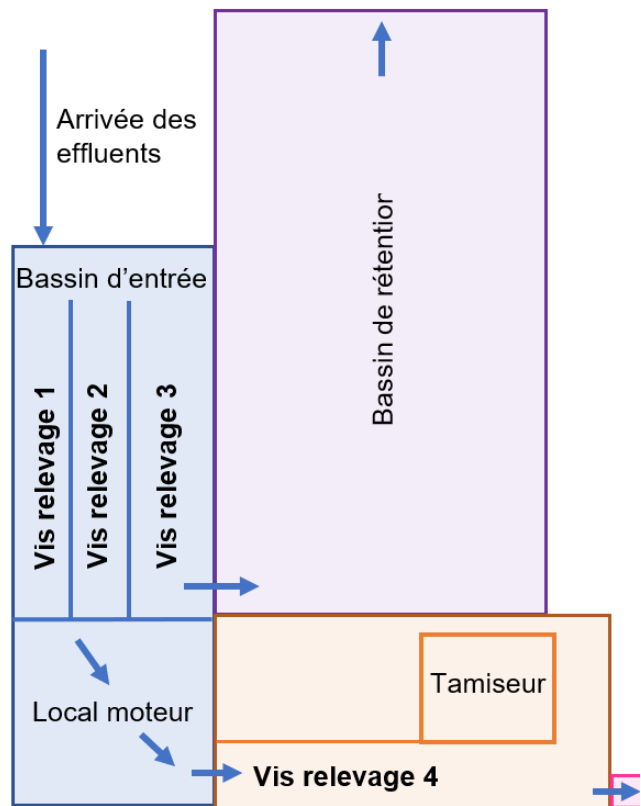


Figure 3 : Schéma de fonctionnement actuel

Une extension de la STEP en 1984 a procédé à la mise en place d'un bâtiment pour le tamisage des eaux usées, soit environ 10 ans après sa construction.

Ce procédé nécessitant une hauteur de relevage plus élevée des effluents, la vis de relevage n°4 a été rajoutée. Le tamiseur mis en place est un tamiseur horizontal avec un écoulement gravitaire sur celui-ci.

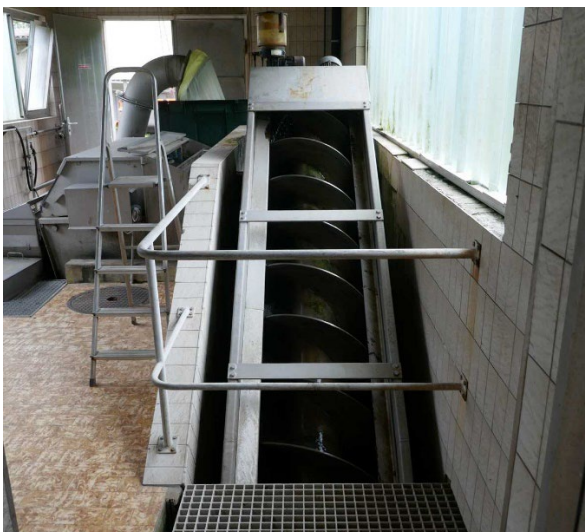


Figure 4 : Photo des vis de relevage 4



Figure 5 : Photo du tamiseur horizontale

Le système actuel ne comprend pas de redondance des équipements. Ce qui implique qu'en cas de défaillance d'un équipement, la STEP ne serait plus en mesure de fonctionner. De plus, avec la configuration actuelle, il y a deux étapes de relevage des eaux afin d'atteindre le tamisage de celles-ci.

Le réseau unitaire actuel amène de grandes quantités de cailloux et objets divers en tête de STEP, ce qui engendre une usure prématurée des équipements.

3. Projet du local tamiseur

Afin d'installer deux filières de tamisage des effluents, le local doit être repensé. Pour ce faire, des travaux de génie civil seraient réalisés dans le local du prétraitement afin de désinstaller le tamiseur actuel et créer deux nouveaux canaux pour l'installation des tamiseurs fins.

Une zone de stabilisation hydraulique est également prévue à l'arrivée des effluents.

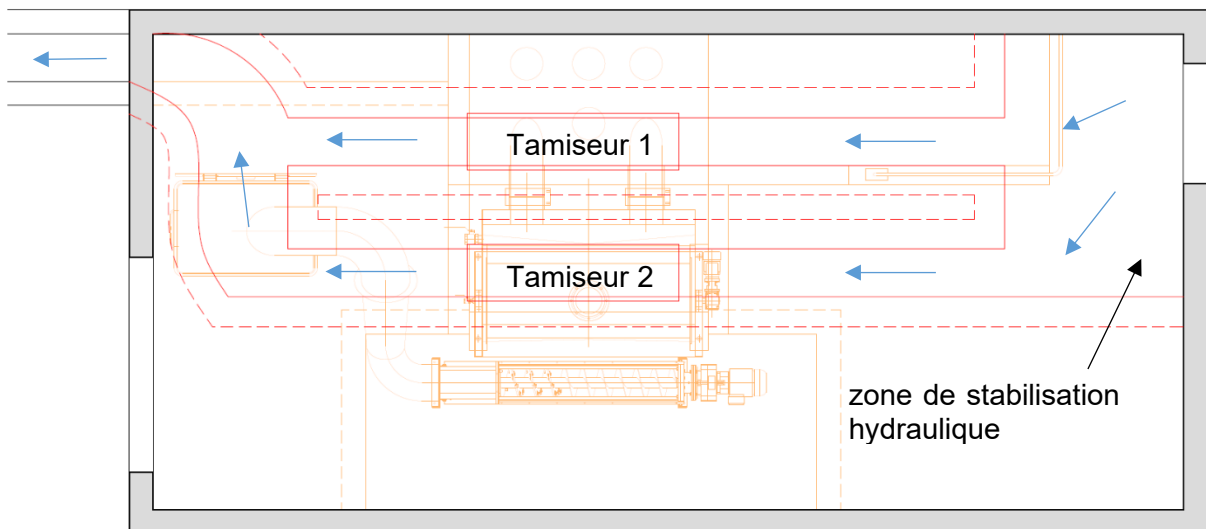


Figure 6 : Projet de réhabilitation du local tamiseur

Le remplacement du tamiseur actuel avec deux tamiseurs fins MEVA type RS 14-40-3 ou analogue permettra la redondance du traitement.

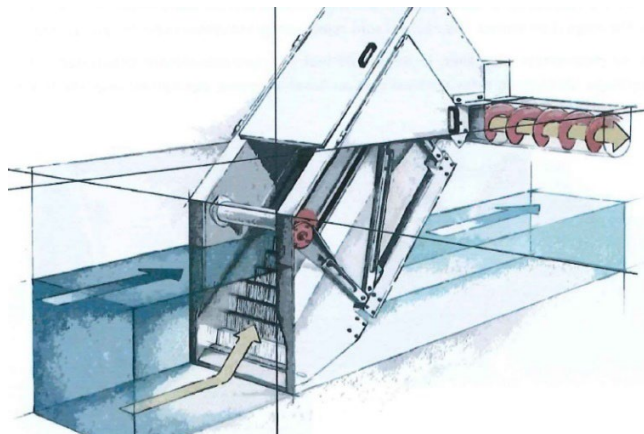


Figure 7 : Schéma tamiseur fin MEVA, référence offre Alpha Wassertechnik AG

Afin de permettre l'installation d'un tamisage approprié, la modification des vis de relevage ou l'installation de pompes centrifuges est indispensable.

4. Dégrilleur en entrée de STEP

Au vu des éléments arrivant actuellement au pied des vis et afin de protéger l'ouvrage de relevage en entrée de la STEP, nous proposons d'installer un dégrilleur grossier de type HUBER RakeMax ou similaire. Ce dégrilleur aurait un espacement entre barreaux de 40 mm et permettrait de retenir les gros déchets en arrivée de STEP.

Une ouverture sur le collecteur DN 800 arrivant à la STEP serait créée afin de créer une chambre avec accès sur le dégrilleur. L'ouvrage aurait une largeur de 2.0m, une longueur de 4 m et une profondeur de 3.90 m. Les déchets seraient captés par le dégrilleur puis remontés jusqu'à une benne. L'installation d'un batardeau en entrée permettra d'isoler les fosses pour une maintenance.

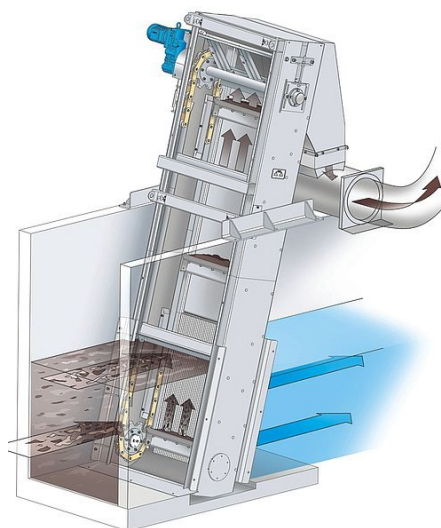


Figure 9 : Schéma d'un dégrilleur RakeMax, source www.picatech.ch

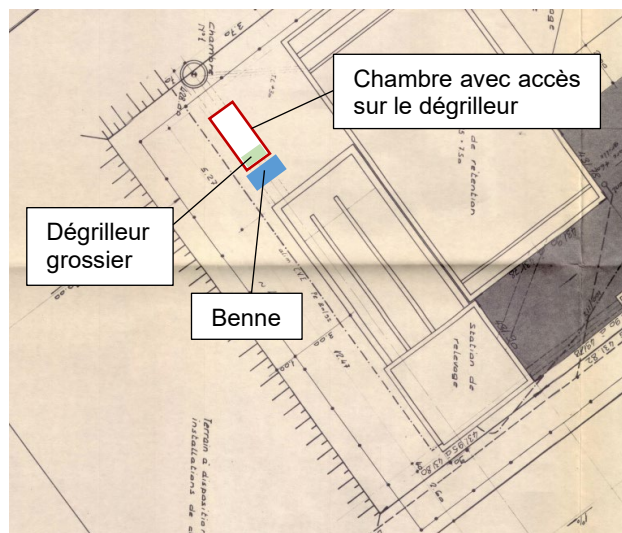


Figure 8 : Situation de l'implantation du dégrilleur grossier

Le dégrilleur installé aurait les caractéristiques suivantes :

	Dégrilleur RakeMax
Débit	1'500 l/s
Entrefer retenu	40 mm
Largueur	975 mm
Longueur	1'143 mm
Hauteur	Env. 8'500 mm
Inclinaison	75°

L'investissement nécessaire afin de réaliser ces travaux pour installer le dégrilleur peut être estimé à un montant total HT de 165'000 CHF.

Dégrilleur grossier	
Coûts génie civil	60'000 fr.
Coûts dégrilleur d'entrée	90'000 fr.
Divers et imprévus (10%)	15'000 fr.
Coût total	165'000 fr.

Les coûts de l'installation de ce dégrilleur ont été comptabilisés dans toutes les variantes de relevage des eaux en tête de STEP. Il permettrait de sécuriser l'installation et de limiter l'usure prématurée des vis de relevages ou des pompes.

5. Profil hydraulique de la STEP

Le profil hydraulique projeté met en évidence un problème de hauteur de relevage pour procéder à la mise en place du nouveau tamisage. En effet, les vis de relevages n°1 et 2 actuelles ne permettent pas de relever suffisamment les eaux pour l'installation de deux tamiseurs verticaux. Le niveau d'eau à l'amont des tamiseurs dû aux pertes de charge est de l'ordre de 70 cm.

On s'aperçoit avec le profil hydraulique que cette hauteur d'eau pose problème. En effet, un retour des effluents se produirait alors sur les vis de relevages. C'est probablement la raison qui a poussé à installer le système de tamisage actuel avec la vis numéro 4.

De plus, un déversoir est également en place dans le canal sous le local moteur. Une fois un certain niveau d'eau atteint celui-ci déverse directement dans le bassin d'eau pluviale (BEP).

Un rehaussement de 15 cm des vis de relevage afin d'atteindre la hauteur nécessaire ainsi que le comblement du déversoir demanderait de démolir le plancher du local moteur.

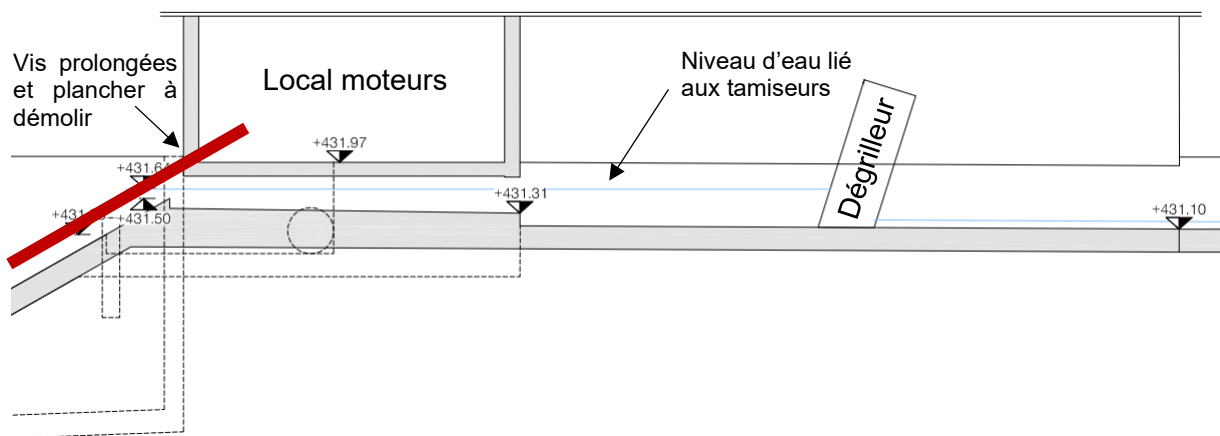


Figure 10: Profil hydraulique projeté

5.1. Modification des vis de relevages

Les nouveaux débits de projet de la STEP, respectivement $Q_{TS} = 22.78$ l/s et $Q_{TP} = 45.56$ l/s, ne coïncide pas avec les débits actuels des vis de relevage 1 et 2. De plus, la modification des longueurs des vis de relevages 1 et 2 afin de permettre une élévation de la hauteur d'eau sur le profile hydraulique implique une démolition de la dalle du local moteur ainsi que le remplacement des 3 vis de relevages afin d'ajuster leurs longueurs.

Avec ces travaux, la vis de relevage n°4 actuelle pourrait ainsi être supprimée ce qui faciliterait la maintenance et réduirait les frais d'exploitation.

Le remplacement des vis de relevages permettrait de remplacer les moteurs actuels vieillissants et ainsi optimiser leurs consommations.

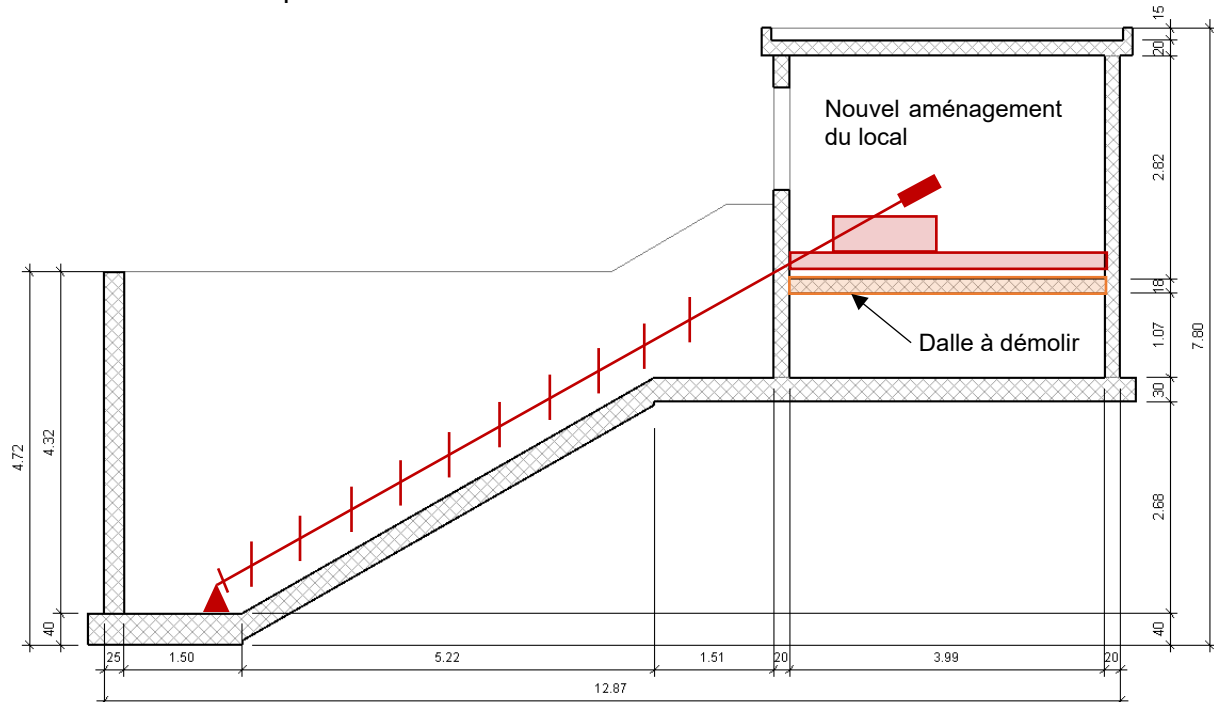


Figure 11 : Schéma des travaux à effectuer afin d'augmenter la hauteur de relevage des eaux

Les caractéristiques des 3 vis de relevages actuels sont les suivantes :

Vis de relevage	Diamètre [mm]	Q_{max} [l/s]	Enclench. [mm]	Déclench. [mm]	Fournisseur	Puissance moteur [kW]	Fonctionnement [h]			Révision
							2020	2021	2022	
N°1	400	21	300	100	SPANNS	2.2	4664.7	3908	3910.7	2019
N°2	700	106	1'000	400	GIROUD	5.5	474	785.7	416.7	-
N°3	1200	361	1'500	900	GIROUD	15	56.4	80	56.2	-

Tableau 1 : Récapitulatif des caractéristiques des vis de relevages

L'investissement nécessaire afin de réaliser ces travaux de modification peut être estimé à un montant total HT de 510'000 CHF.

Remplacements des vis de relevages	
Démontage des vis existantes	6'000 fr.
Coûts de génie civil dégrilleur	60'000 fr.
Coûts de génie civil bâtiment	50'000 fr.
Coûts génie civil vis	30'000 fr.
Coûts dégrilleur d'entrée	90'000 fr.
Coûts des nouvelles vis	222'000 fr.
Autres équipements	5'000 fr.
Divers et imprévus (10%)	47'000 fr.
Coût total	510'000 fr.

Le choix de la variante de modification des vis de relevages impliquerait les avantages et inconvénients suivants :

Avantages

- Fiabilité/durée de vie
- Faible vitesse de rotation
- Résistante à l'usure
- Fonctionne avec des solides lourds et des débris flottants
- Pas de désamorçage
- Rendement élevé constant avec capacité variable
- Faible entretien

Inconvénients

- Coûts élevés
- Travaux de génie civil conséquent sur l'ouvrage existant
- Emprise importante
- Pas de variation de la hauteur de relevage
- Non hygiénique/inodore

5.2. Installation de pompes centrifuges à prérotation

La mise en place quatre pompes centrifuges en contrebas des vis des relevages permettrait de rehausser le niveau des eaux avant le tamisage et la suppression des vis de relevage 1, 2 et 4. Ainsi les problèmes de redondance de relevage jusqu'au local tamiseur serait résolu.

Ces pompes seraient installées dans l'emprise actuelle des vis de relevage. Cela permet également de supprimer la chute sur 1 m des eaux usées passant actuellement sur le tamiseur créant des aérosols et une perturbation hydraulique.

La vis de relevage n°3 alimentant le BEP en temps de pluie est toutefois maintenue avec une révision complète.

	Pompe Hidrostral
Débit	15.3 l/s
H.M.T.	5.40 m
Passage libre	min. 75 mm
Fonctionnement	eaux usées non dégrillées

Tableau 2 : Caractéristiques techniques pompes Hidrostral

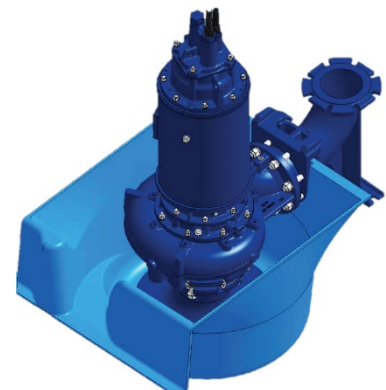


Figure 12 : Schéma pompe à prérotation, référence Hidrostral

La conduite de refoulement serait suspendue le long de la paroi des vis de relevage et serait raccordée directement dans le bassin de stabilisation hydraulique.

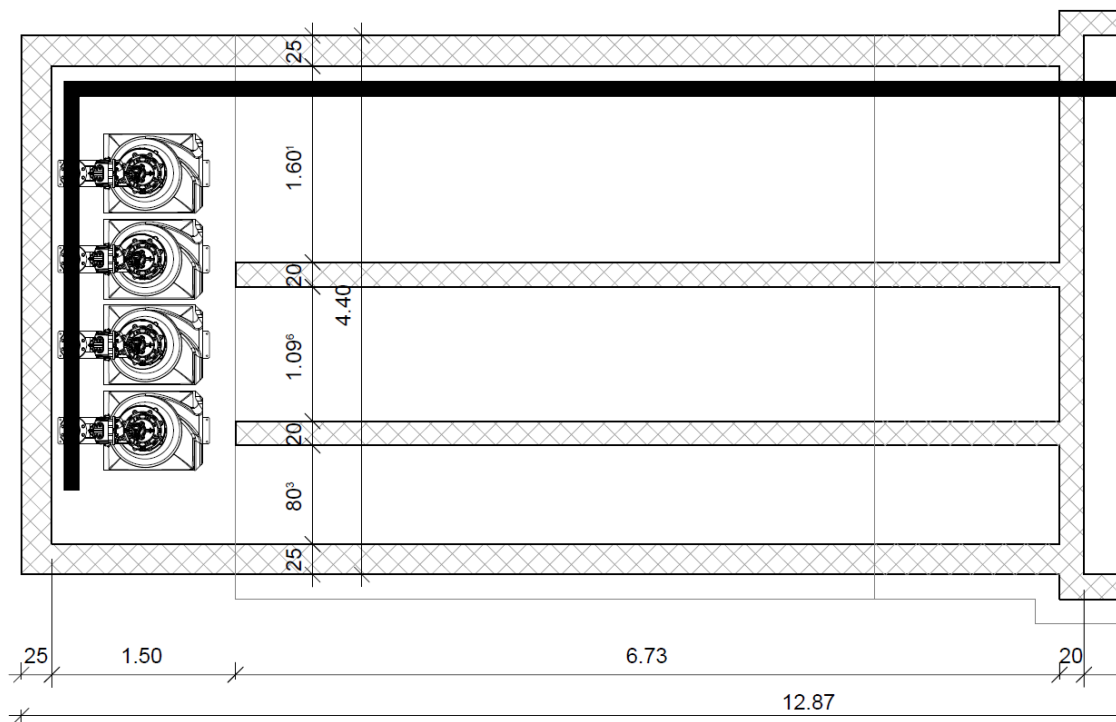


Figure 13 : Plan d'implantation des pompes au pied des vis

L'investissement de l'installation de ce type d'équipement peut être estimé à un montant total HT de **315'000 CHF**.

Installation de pompes centrifuges à prérotation	
Démontage des vis existantes	6'000 fr.
Révision vis BEP	65'000 fr.
Coûts génie civil dégrilleur	60'000 fr.
Coûts génie civil pompes	10'000 fr.
Coûts du dégrilleur d'entrée	90'000 fr.
Coûts des pompes	36'000 fr.
Conduites	15'000 fr.
Autres équipements	5'000 fr.
Divers et imprévus (10%)	28'000 fr.
Coût total	315'000 fr.

Le choix de la variante de mise en place de pompes centrifuges impliquerait les avantages et inconvénients suivants :

Avantages

- Suppression des vis de relevages 1/2/4
- Faible emprise
- Variation de débit permettant un apport constant
- Variation de la hauteur de relevage
- Hygiénique/inodore
- Délais de livraison
- Rendement élevé
- Redondance des équipements
- Coûts réduits

Inconvénients

- Vitesse de rotation
- Usure des roues de pompes
- Maintenance régulière

5.3. Installation de pompes centrifuges à aspiration

Nous avons également réalisé une variante d'installation de quatre pompes à aspiration qui se situeraient au niveau du terrain naturel.

La mise en place des pompes à aspiration aurait les mêmes objectifs que les pompes à prérotation. Elles permettraient de rehausser le niveau des eaux avant le tamisage et la suppression des vis de relevage 1, 2 et 4 ainsi que supprimer les problèmes de redondance de relevage jusqu'au local tamiseur. Cela permet également de supprimer la chute sur 1 m des eaux usées passant actuellement sur le tamiseur créant des aérosols et une perturbation hydraulique.

La vis de relevage n°3 alimentant le BEP en temps de pluie est toutefois maintenue avec une révision complète.

	Pompe Gorman-Rupp
Débit	15.3 l/s
H.M.T.	5.50 m
Passage libre	min. 76 mm
Fonctionnement	eaux usées non dégrillées

Tableau 3 : Caractéristiques techniques pompes Gorman-Rupp

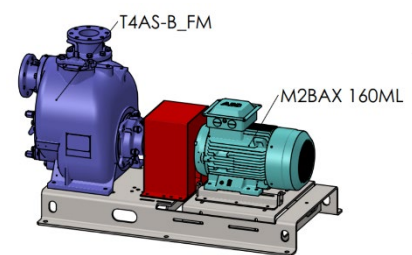


Figure 14 : Schéma pompes à aspiration, référence Sera

L'emprise des quatre pompes est trop importante pour qu'elles soient montées dans le bâtiment existant des vis de relevages. Un montant afin de réaliser un espace fermé à côté des vis de relevage a par conséquent été comptabilisé.

Le projet comprend une conduite d'aspiration depuis la fosse de relevage jusqu'aux pompes et une conduite de refoulement raccordée au bâtiment du tamisage. La conduite de refoulement serait suspendue le long de la paroi des vis de relevage et serait raccordée directement dans le bassin de stabilisation hydraulique.

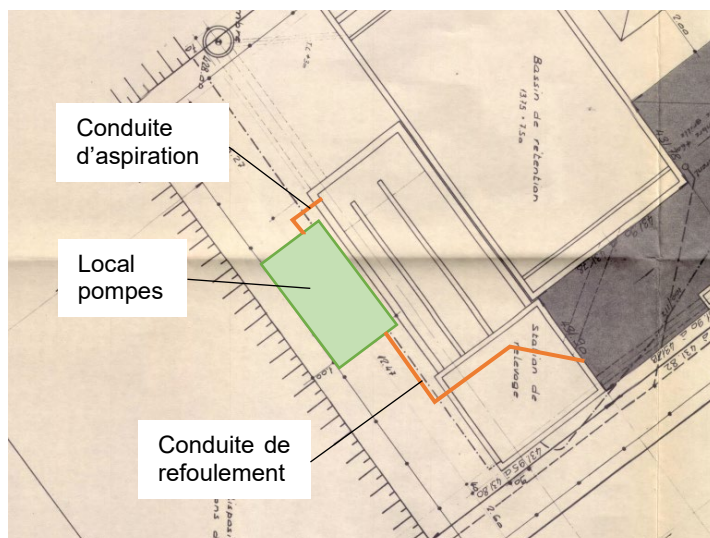


Figure 15 : Situation de l'implantation des pompes à aspiration

L'investissement de l'installation de ce type d'équipement peut être estimé à un montant total HT de **380'000 CHF**.

Installation de pompes centrifuges à aspiration	
Démontage des vis existantes	6'000 fr.
Révision vis BEP	65'000 fr.
Coûts génie civil dégrilleur	60'000 fr.
Coûts génie civil pompes	43'000 fr.
Coûts du dégrilleur d'entrée	90'000 fr.
Coûts des pompes	56'000 fr.
Conduites	20'000 fr.
Autres équipements	5'000 fr.
Divers et imprévus (10%)	35'000 fr.
Coût total	380'000 fr.

Les avantages et inconvénients de la mise en place de pompes à aspiration sont identiques à la variante à pompes à prérotation. La mise en place de cette variante serait cependant plus onéreuse notamment dû à la création d'un local technique pour l'entreposer les pompes.

6. Frais d'exploitation

6.1. Vis de relevages

Les frais d'électricité des vis de relevage sont estimés sur la base de l'hypothèse suivante :

- Fonctionnement 55% du temps de la vis 1 (2.2 kW)
- Fonctionnement 5% du temps de la vis 2 (5.5 kW)
- Fonctionnement 0.9% du temps de la vis 3 (15 kW)

Les frais d'électricité du dégrilleur sont estimés sur la base de l'hypothèse suivante :

- Débit en temps d'orage de 1'500 l/s
- Fonctionnement 0.9% du temps
- Puissance unitaire dégrilleur (1Wh/m³)

Sur la base d'un coût de 0.20 CHF/kWh, on obtient un coût approximatif annuel de 3'000 CHF.

Les frais d'entretien des fosses, du dégrilleur et des vis de relevages sont estimés à 1'500 CHF/an.

Le montant total approximatif annuel est alors de l'ordre de **4'500 CHF** pour la variante avec des vis de relevages.

Le rendement des moteurs pourrait être amélioré avec l'installation de nouveaux moteurs pour les vis de relevages.

6.2. Pompes centrifuges

Les frais d'électricité de la pompe sont estimés sur la base de l'hypothèse suivante :

- Fonctionnement 70% du temps à QTS (65 m³/h, 1.5 kW)
- Fonctionnement 10% du temps à QTP (164 m³/h, 4.25 kW)

Soit un total de 5'383 heures de fonctionnement annuelles.

Les frais d'électricité du dégrilleur sont estimés sur la base de l'hypothèse suivante :

- Débit en temps d'orage de 1'500 l/s
- Fonctionnement 0.9% du temps
- Puissance unitaire dégrilleur (1Wh/m³)

Sur la base d'un coût de 0.20 CHF/kWh, on obtient un coût approximatif annuel de 2'200 CHF.

Les frais d'entretien des fosses, du dégrilleur et des pompes sont estimés à 2'000 CHF/an.

La vis de relevage n°3 pour le remplissage du BEP doit être maintenue avec la variante des pompes centrifuges. Ce qui implique un coût approximatif supplémentaire de 250 CHF/an.

Le montant total approximatif annuel est alors de l'ordre de **4'450 CHF** pour les deux variantes avec les pompes centrifuges.

Le rendement du moteur de la vis de relevage numéro 3 pourrait être amélioré avec l'installation d'un nouveau moteur.

6.3. Évolution des frais d'investissement et d'exploitation en fonction des variantes

L'évolution des frais d'investissement et d'exploitation en fonction du choix de variante entre le remplacement des vis de relevages ou l'installation de pompes centrifuges met en évidence un coût plus prononcé pour la variante avec les vis de relevages.

Les vis de relevages ont une durée de vie de 50 ans, toutefois un service intermédiaire important est généralement nécessaire (25 ans).

Le dégrilleur et les pompes centrifuges ont quant à eux généralement une durée de vie de 15 ans.

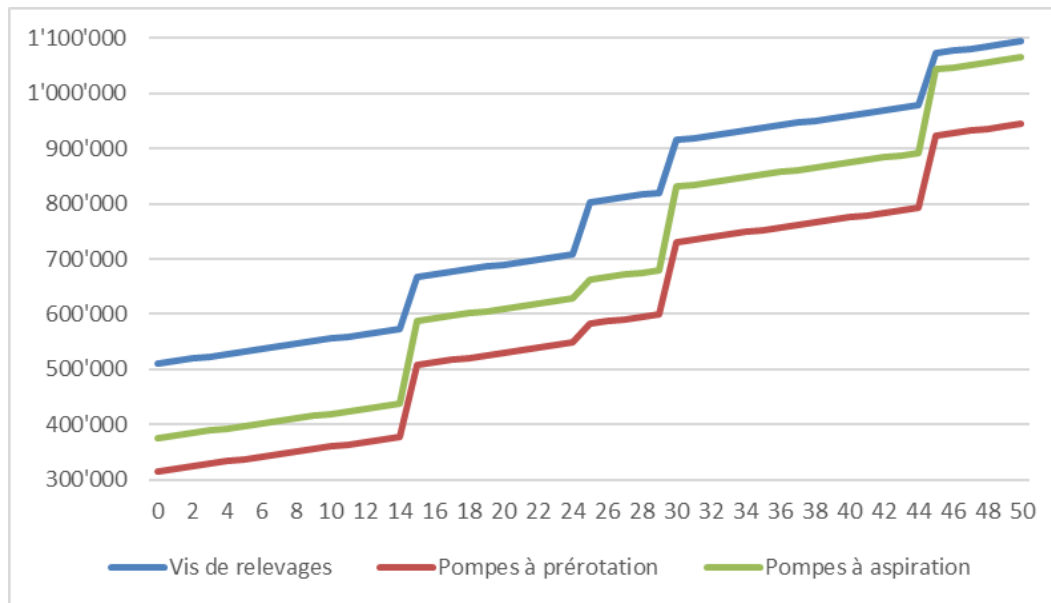


Figure 16 : Évolution des frais d'investissement et d'exploitation en fonction des variantes

7. Conclusion

La station d'épuration d'Yvonand attend les 50 ans de fonctionnement, les équipements actuellement en place sont vieillissants. Le rapport technique en question a pour but d'étudier différentes variantes possibles afin de réfectionner l'ouvrage de relevage existant pour qu'il soit conforme au niveau des redondances des équipements et de permettre l'installation de tamiseurs.

Dans le projet de STEP, le local tamisage serait entièrement revu afin d'y intégrer deux tamiseurs verticaux et de supprimer la vis de relevage n°4. Afin de pouvoir procéder à ces modifications, il est nécessaire d'augmenter la hauteur de relevage des eaux en tête de STEP. Les débits de projet sont également revus ce qui implique également une modification au niveau des vis de relevages.

Afin de protéger les installations qui seront installées et prévenir d'une usure prématurée des éléments provenant du réseau unitaire, nous proposons d'installer un dégrilleur grossier en entrée de STEP.

Pour réfectionner l'ouvrage d'entrée, les 3 variantes suivantes ont été étudiées :

- Remplacement des vis de relevages existantes (variante 1)
- Mise en place de pompes à prérotation au pied des vis (variante 2)
- Mise en place de pompes à aspiration au niveau du terrain naturel (variante 3)

Les trois variantes comportent des avantages et inconvénients énumérés dans les chapitres en question. L'investissement de la variante 1 est estimé à HT 510'000 CHF, la variante 2 à HT 315'000 CHF et la variante 3 à HT 380'000 CHF.

Les frais d'exploitation moins onéreux des vis de relevages ne permettent pas de compenser l'investissement de base plus important. Toutefois les vis de relevage demandent moins d'entretien que les pompes centrifuges.

Sur la base de cette analyse, nous recommandons à la commune de réaliser la variante 2 qui consiste à installer des pompes à prérotation au pied des vis de relevage et qui permettrait la variation des débits.

Ribi SA ingénieurs hydrauliciens

Etienne Siegenthaler Thierry Fuchsmann