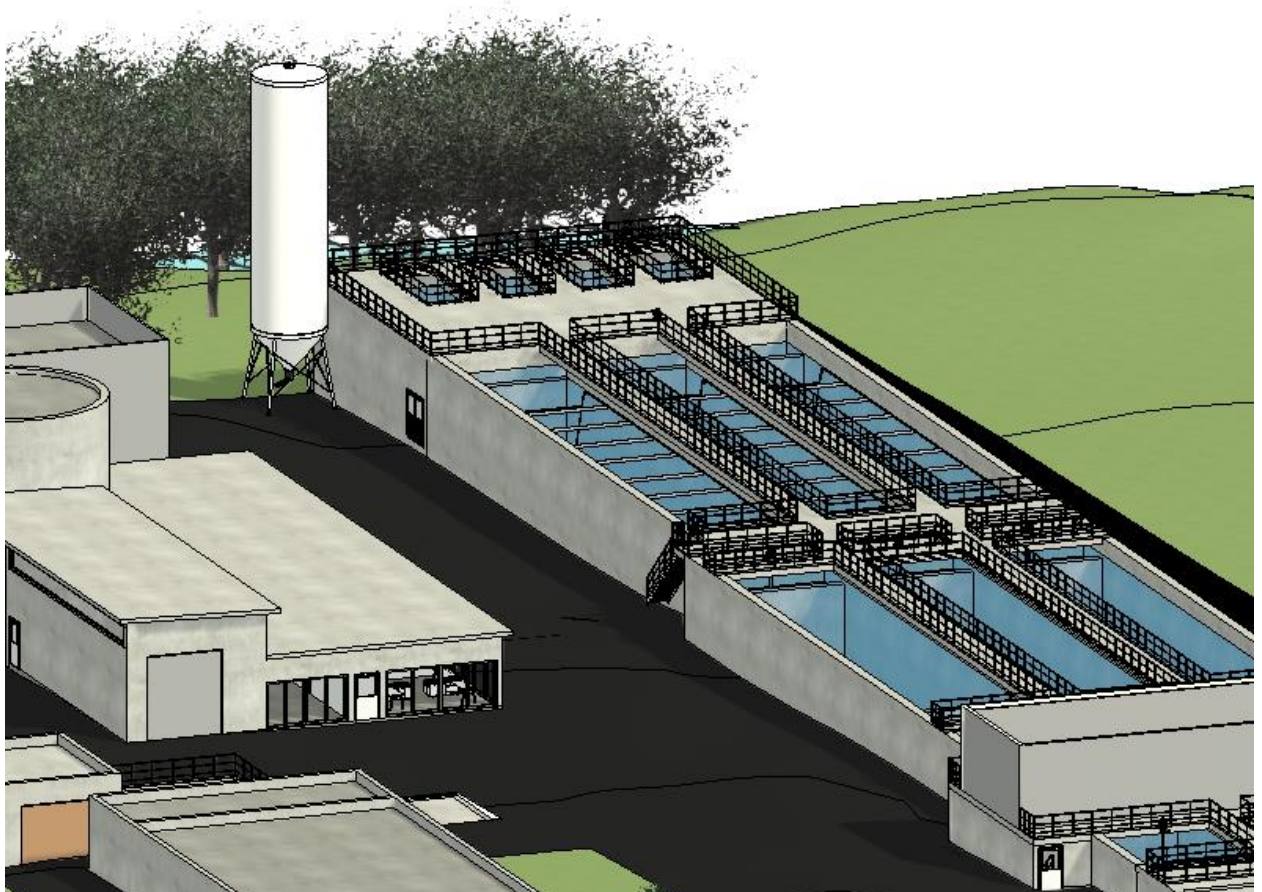


RÉGIONALISATION DE L'ÉPURATION RÉGION ECHALLENS-TALENT

STATION D'ÉPURATION RAPPORT D'AVANT-PROJET SOMMAIRE



Ecublens, le 28 août 2021

COPIL de l'ASET

Communes de Bottens, Cugy, Echallens, Fey, Goumoëns,
Montilliez, Morrens, Oulens-sous-Echallens et Villars-le-Ter-
roir



HOLINGER SA

Route de la Pierre 22, CH-1024 Ecublens

Téléphone +41 21 654 91 00

lausanne@holinger.com

Version	Date	Rédaction	Validation	Distribution
1.0	28.08.2021	IMC, MYV, REB, VRM	IMC, SCJ	COFIL ASET

A2161_RA_Avant-projet_sommaire_20210828.docx

TABLE DES MATIÈRES

1	CONTEXTE ET OBJECTIFS	9
1.1	CONTEXTE	9
1.2	OBJECTIFS DE L'ÉTUDE	10
2	BASES ET CONDITIONS CADRES	11
2.1	DOCUMENTS DE BASE	11
2.2	FILIÈRE DE TRAITEMENT EN PLACE	11
2.3	OBJECTIFS DE LA NOUVELLE STEP	12
3	BASES DE DIMENSIONNEMENT	13
3.1	NORMES DE REJET ACTUELLES ET FUTURES	13
3.2	POPULATION RACCORDÉE	13
3.3	CHARGES HYDRAULIQUES	14
3.3.1	Plausibilisation des débits actuels par la consommation d'eau potable	14
3.3.2	Charges hydrauliques futures	15
3.4	CHARGES BIOCHIMIQUES	15
3.4.1	Bilan de masse sur la STEP d'Echallens	15
3.4.2	Charges biochimiques futures	17
4	CONCEPT GÉNÉRAL DE L'INTERVENTION	20
4.1	SITUATION GÉNÉRALE	20
4.2	SCHÉMA DE FLUX	22
4.3	LIGNE HYDRAULIQUE	22
5	PROCÉDÉS & ÉQUIPEMENTS ÉLECTROMÉCANIQUES	24
5.1	PRÉTRAITEMENT	24
5.1.1	Ouvrage d'entrée	24
5.1.2	Dégrillage et bassin d'eaux pluviales	24
5.1.3	Dessableur	25
5.1.4	Relevage vers la décantation primaire	25
5.2	DÉCANTATION PRIMAIRE	25
5.3	TRAITEMENT BIOLOGIQUE	26
5.3.1	Choix du procédé et description	26
5.3.2	Dimensionnement	27
5.4	PRÉCIPITATION DU PHOSPHORE	29
5.5	FILIÈRE BOUES	29
5.5.1	Épaississement	30
5.5.2	Digestion	31
5.5.3	Déshydratation	32

5.5.4	Couplage Chaleur Force (CCF)	32
5.6	TRAITEMENT DES ODEURS	33
5.7	LOCAUX DE VIE / LOCAUX ADMINISTRATIFS	33
6	TRAITEMENT DES MICROPOLLUANTS	34
6.1	INTRODUCTION	34
6.2	ANALYSES DES BROMURES ET NITROSAMINES	34
6.3	CHOIX DES VARIANTES POUR LE TRAITEMENT DES MICROPOLLUANTS	35
6.3.1	Filières évaluées	36
6.3.1.1	Charbon actif en poudre	36
6.3.1.2	Charbon actif en grain	37
6.3.1.3	Ozonation	38
6.3.2	Analyse multicritères	38
6.4	DESCRIPTION DU PROCÉDÉ DE TRAITEMENT	40
6.4.1	Dimensionnement	40
6.4.2	Zones selon ATEX	41
6.4.3	Consommation de réactifs	41
6.4.4	Electricité	41
6.4.5	Coûts	41
6.4.6	Autres	41
6.5	ASPECTS TECHNIQUES PARTICULIERS	42
7	ASPECTS GÉNIE CIVIL	43
7.1	CONSTRUCTION	43
7.2	GÉOTECHNIQUE	43
7.3	TERRASSEMENT	46
7.4	STRUCTURE EN BÉTON	46
7.5	VOIRIE DANS LA STEP	46
7.6	PHASAGE	47
7.7	EXUTOIRE	47
8	E-MCRC ET CVS	49
8.1	ÉLECTRICITÉ	49
8.2	MCRC	49
8.3	INSTRUMENTATION ET ÉCHANTILLONNAGE	49
8.3.1	Mesures de débit	49
8.3.2	Mesures de paramètres physico-chimiques	50
8.4	CHAUFFAGE	50
8.5	VENTILATION	50
8.6	RÉSEAUX DE DISTRIBUTION DE L'EAU POTABLE ET INDUSTRIELLE	50

9	ASPECTS FINANCIERS	52
9.1	MÉTHODOLOGIE DE CALCUL	52
9.2	CALCULS DES COÛTS D'EXPLOITATION	52
9.3	COÛTS D'INVESTISSEMENT	53
9.4	SUBVENTIONS	54
9.4.1	Subventions fédérales	54
9.4.2	Subventions cantonales	54
10	SUITE DES OPÉRATIONS	55
	BIBLIOGRAPHIE	56

Annexe 1	Plans de la STEP régionale
Annexe 2	Schéma de flux
Annexe 3	Ligne hydraulique
Annexe 4	Analyses de bromures et nitrosamines
Annexe 5	Devis estimatif d'avant-projet par CFC
Annexe 6	Coûts de l'ozonation – Investissement
Annexe 7	Coûts annuels de l'ozonation
Annexe 8	Courrier DGE du 26 mai 2020

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Périmètre de la régionalisation ASET	9
Figure 2 : Schéma du procédé actuel de la STEP d'Echallens (source : Schéma T+I, CSD, 2009)	12
Figure 3 : Composantes du projet	21
Figure 4 : Schéma de flux de la STEP	22
Figure 5 : Ligne hydraulique	23
Figure 6 : Local de pré-traitement et BEP	24
Figure 7 : Décantation primaire	26
Figure 8 : Vue générale de la STEP et notamment des trois lignes de biologie et décantation	27
Figure 9 : Bassins biologiques avec local des soufflantes	28
Figure 10 : Décanteurs secondaires	29
Figure 11 : Local d'épaississement des boues	31
Figure 13 : Bâtiment de déshydratation existant, le CCF (existant également) se trouve dans le container au Nord du bâtiment	32
Figure 14 : Locaux de vie et administratifs	33
Figure 15 : Schéma de principe charbon actif en poudre	36
Figure 16 : Schéma de principe de la filtration sur charbon actif en grains	37
Figure 17 : Schéma de principe de l'ozonation. (EAWAG, 2012)	38
Figure 18 : Emplacement des sondages géotechniques existants, extrait du guichet	

cartographique cantonal du canton de Vaud	44
Figure 19 : Plan-type de l'exutoire selon la DGE	48
Figure 20 : Suite des opérations	55

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Normes de rejets actuelles et futures	13
Tableau 2 : Habitants raccordés selon le Bilan de l'épuration vaudoise 2020	13
Tableau 3 : Débit temps sec, eaux claires parasites et débit d'eaux usées pour les différentes STEPs	14
Tableau 4 : Comparaison de la consommation d'eau potable et du débit d'eaux usées	14
Tableau 5 : Charges hydrauliques futures	15
Tableau 6 : Production de boues et de biogaz mesurées	17
Tableau 7 : Charges moyennes 2018-2020 utilisées pour le bilan de masse et production de boues estimée	17
Tableau 8 : Charges moyennes et de pointe pour l'horizon 2040	19
Tableau 9 : Dimensionnement des dessableurs	25
Tableau 10 : Dimensionnement de la décantation primaire	25
Tableau 11 : Dimensionnement de la biologie	27
Tableau 12 : Dimensionnement de la décantation secondaire	28
Tableau 13 : Epaississement des boues	30
Tableau 14 : Dimensionnement de la digestion	31
Tableau 15 : Déshydratation des boues digérées	32
Tableau 16 : Avantages et inconvénients de la Variante 1 (CAP)	36
Tableau 17 : Avantages et inconvénients de la Variante 2 (CAG)	37
Tableau 18 : Avantages et inconvénients de la Variante 3 (Ozonation)	38
Tableau 19 : Comparaison de trois variantes envisageables pour le traitement des micropolluants à la STEP régionale d'Echallens : 1 défavorable ; 2 moyen ; 3 favorable.	39
Tableau 20 : Coûts annuels des différentes variantes étudiées	39
Tableau 21 : Dimensionnement des réacteurs d'ozonation et filtres à sables	40
Tableau 22 : Calcul du besoin en ozone moyen et de pointe	41
Tableau 23 : Consommation d'oxygène liquide	41
Tableau 24 : Profil du sondage 1 (extrait du guichet cartographique cantonal du canton de Vaud)	44
Tableau 25 : Profil du sondage 2 (extrait du guichet cartographique cantonal du canton de Vaud)	45
Tableau 26 : Profil du sondage 3 (extrait du guichet cartographique cantonal du canton de Vaud)	45
Tableau 27 : Coûts d'exploitation de la future STEP régionale Echallens-Talent	52
Tableau 28 : Coûts d'investissement pour la construction de la future STEP régionale Echallens-Talent	53

LISTE DES ABRÉVIATIONS

ASET	Association intercommunale STEP Echallens-Talent
CAG	Charbon actif en grain
CAP	Charbon actif en poudre
COD	Carbone organique dissout
DBO ₅	Demande biologique en oxygène sur 5 jours
DCO	Demande chimique en oxygène
DGE	Direction générale de l'environnement
EBCT	Temps de contact en lit vide (Empty Bed Contact Time)
ECP	Eaux claires parasites
EH	Équivalents-habitants
ETP	Équivalent temps plein
FS	Filtre à sables
MES	Matières en suspension
MS	Matières sèches
N-NH ₄	Ammonium
N-NO ₂	Nitrites
N-NO ₃	Nitrates
O ₂	Oxygène
O ₃	Ozone
OEaux	Ordonnance sur la Protection des Eaux
OFEV	Office fédéral de l'environnement
P _{tot}	Phosphore total
Q	Débit
Q _{ECP}	Débit d'eaux claires parasites
Q _{moy}	Débit moyen
Q _{TP}	Débit temps de pluie
Q _{TS}	Débit temps sec
SIEGEO	Service intercommunal d'épuration des eaux usées de la région d'Éclagnens
STAP	Station de pompage
STEP	Station d'épuration
TP	Temps de pluie
TS	Temps sec
VSA	Association suisse des professionnels de l'eau

1 CONTEXTE ET OBJECTIFS

1.1 CONTEXTE

A partir de 2016, et suite à la mise à jour de la planification cantonale pour le traitement des micropolluants, des réflexions sont entamées pour envisager un regroupement des STEP dans la région « Echallens Haut-Talent », permettant de rationaliser les coûts de l'épuration et de mettre en place un traitement des micropolluants.

Le périmètre de la régionalisation regroupe les STEP du SIEGEO (Eclagnens), de Fey, de Bottens, de Morrens-Talent, de Morrens-Mèbre, de Cugy Praz-Faucon et d'Echallens.



Figure 1: Périmètre de la régionalisation ASET

L'intérêt d'un regroupement des 8 STEP a été confirmé par les communes concernées lors de l'étude de régionalisation entre 2016 et 2017 et la STEP de Sugnens a été raccordée à celle d'Echallens début 2017.

Fin 2018, un comité de pilotage régional (COPIL) s'est constitué. Sa mission, qui a duré jusqu'à mi 2021, consistait à préparer un projet régional d'épuration des eaux, sur le plan technique, financier et organisationnel afin d'aboutir à la constitution d'une entité régionale, en l'occurrence, l'Association intercommunale STEP Echallens-Talent (ASET). La constitution de l'association intercommunale aura lieu en automne 2021.

Dès sa constitution, l'ASET devra démarrer le projet de construction de la STEP régionale, et des réseaux de raccordement dans un second temps. Un planificateur général pour la STEP devra être choisi par un appel d'offres pour toutes les phases d'études et de réalisation.

1.2 OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

La présente étude constitue une mise à niveau de l'étude de régionalisation intégrant les réflexions menées depuis 2018 et complétant l'étude technique de la STEP afin de disposer des informations suffisantes et d'être en mesure de lancer l'appel d'offres de planificateur général au plus vite après la constitution de l'ASET. Les sujets suivants sont notamment développés afin de pouvoir élaborer un cahier des charges suffisamment précis pour le planificateur général :

- Mise à jour des bases de dimensionnement et validation par un bilan de masse;
- Complément d'étude sur le bâtiment de service et la ligne des boues (réflexion ergonomique avec l'exploitant);
- Etude de variantes pour le traitement des micropolluants;
- Elaboration d'une maquette BIM de base (3D) et des plans techniques;
- Développement du devis selon CFC à deux chiffres (code des frais de construction).

2 BASES ET CONDITIONS CADRES

2.1 DOCUMENTS DE BASE

Les documents suivants servent de base au présent rapport :

- A2092_RA_Rapport_final_Annexes_v2_20171220_li.pdf, HOLINGER, 20.12.2017
- A2092.600_RA_Note synthèse_Cugy-Morrens_avec_annexes.pdf, HOLINGER, 25.07.2018
- A2161_RA_Note_technique_20200615_ANNEXE, HOLINGER, 15.06.2020
- 1612-RIE-20200616.pdf, ECOSCAN SA, 15.06.2020
- Rapport 47OAT ECH EXPRE.pdf, URBASOL, 06.07.2021
- A2161_CA_Coûts d'exploitation Echallens_20200731, HOLINGER, 31.07.2020
- A2161_DE_coûts_STEP.pdf, HOLINGER, 31.07.2020
- Données d'exploitation 2013-2020

2.2 FILIÈRE DE TRAITEMENT EN PLACE

L'actuelle filière de traitement des eaux usées de la STEP d'Echallens est la suivante : dégrillage, dessablage, lit fluidisé, décantation primaire, biologie à boues activées et décantation secondaire de type "Oxyrapid". Les boues mixtes extraites du décanteur primaire sont épaissies par un disque d'épaississement puis envoyées vers les digesteurs. Les boues digérées sont ensuite déshydratées par une centrifugeuse et envoyées en incinération (EPURA, SAIDEF, Tridel).

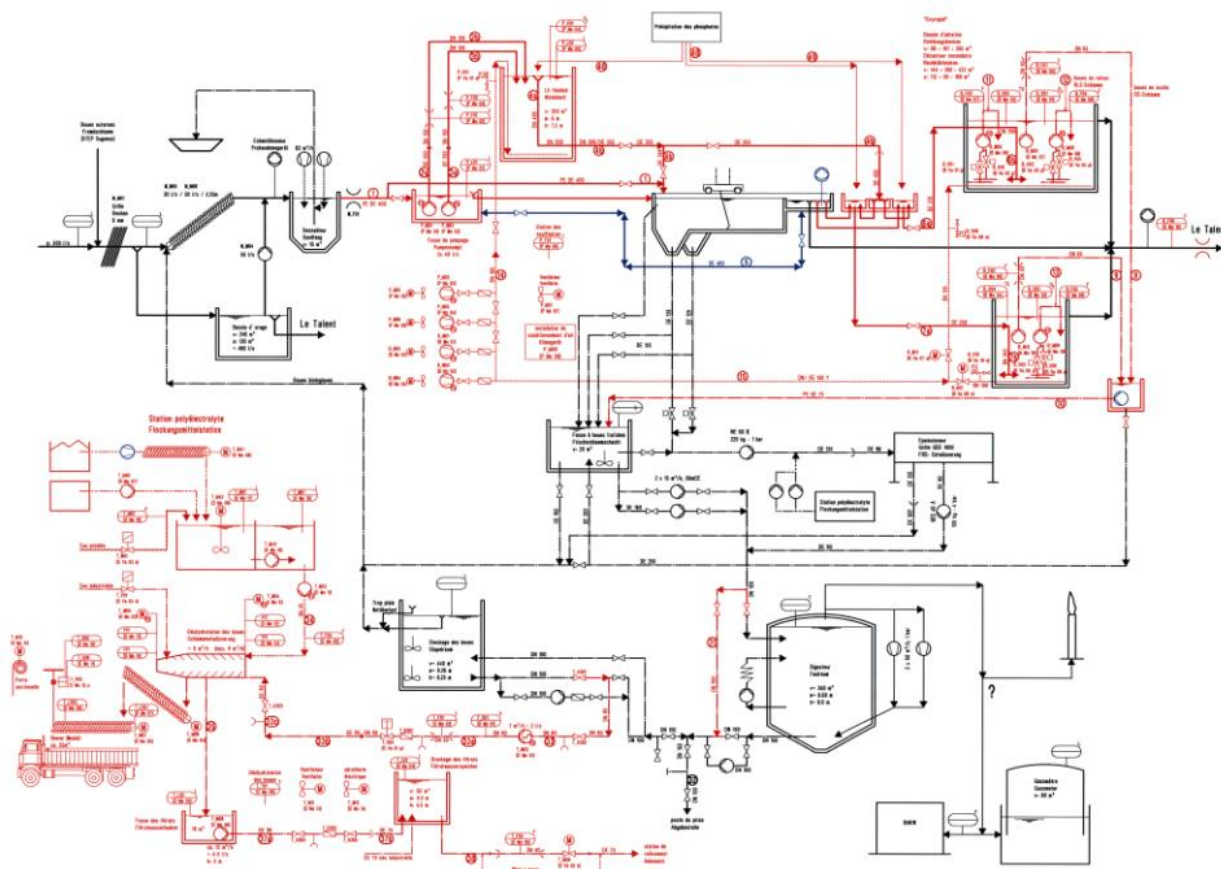


Figure 2 : Schéma du procédé actuel de la STEP d'Echallens (source : Schéma T+I, CSD, 2009)

2.3 OBJECTIFS DE LA NOUVELLE STEP

Les objectifs suivants servent de base pour la construction de la nouvelle STEP :

- Concept permettant de respecter les normes de rejet fixées par la DGE (voir **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**);
- Fiabilité et flexibilité des procédés mis en œuvre par rapport aux conditions particulières, à l'évolution future des charges polluantes et des normes de rejet;
- Optimisation de la consommation énergétique des filières de traitement des eaux et des boues;
- Concept d'exploitation simple et pratique, avec un haut degré d'automatisation des chaînes de procédés afin de limiter l'intervention du personnel d'exploitation et les coûts qui y sont rattachés;
- Concept de chauffage et ventilation des bâtiments et des digesteurs basés sur les exigences de la loi sur l'énergie;
- Sécurité élevée envers les accidents liés à l'exploitation, la maintenance et l'entretien;
- Ergonomie d'utilisation et de maintenance.

3 BASES DE DIMENSIONNEMENT

3.1 NORMES DE REJET ACTUELLES ET FUTURES

Le Tableau 1 présente les normes de rejet actuelles et futures de la STEP d'Echallens. Les exigences futures seront renforcées par rapport aux prescriptions de l'OEaux, conformément au rapport RIE 1^{ère} étape d'ECOSCAN SA.

Tableau 1 : Normes de rejets actuelles et futures (en gras: normes renforcées)

Paramètre	Exigences actuelles		Exigences futures	
	Concentration	Rendement	Concentration	Rendement
MES	15 mg/l		15 mg/l	
DCO	45 mg O2/l	85%	45 mg O2/l	85%
COD	10 mg C/l	85%	10 mg C/l	85%
DBO5	15 mg O2/l	90%	10 mg O2/l	90%
N-NH4	2 mg N/l	90%	1 mg N/l	90%
N-NO2	0.3 mg N/l		0.3 mg N/l	
Ptot	0.8 mg P/l	80%	0.5 mg P/l	90%

3.2 POPULATION RACCORDÉE

Le nombre d'habitants raccordés aux différentes STEP est donné dans le Bilan de l'épuration vaudoise 2020 et présenté au Tableau 2.

Tableau 2 : Habitants raccordés selon le Bilan de l'épuration vaudoise 2020

STEP	Habitants raccordés
Bottens	1'190
Cugy Praz-Faucon	1'528
Echallens	8'385
Eclagnens – SIEGEO	1'715
Fey	734
Morrens-Mèbre	553
Morrens-Talent	592
Total	14'697

Pour le calcul de la population à l'état futur (2040), un taux de croissance moyen de 1.3% a été appliqué, sauf pour Fey, où la commune a estimé la population future à 1'000 habitants, et pour la commune d'Echallens, où un taux de 1.7% a été utilisé. Il résulte de ce calcul une population raccordée de 19'688 habitants en 2040. Ce chiffre diffère de 1.5% aux 19'988 habitants calculés dans la note technique de HOLINGER de 2020. La valeur de **19'988 habitants** raccordés en 2040 est donc conservée.

3.3 CHARGES HYDRAULIQUES

3.3.1 Plausibilisation des débits actuels par la consommation d'eau potable

Les débits actuels ont été calculés sur la base des débits horaires 2013-2018. Le débit journalier par temps sec Q_{TS} a été calculé selon la méthode du VSA ($Q_{TS} = (Q_{20\%} + Q_{50\%})/2$ où $Q_{x\%}$ représente le débit journalier qui n'est pas dépassé x% du temps dans l'année). Le débit d'eaux claires parasites Q_{ECP} a été calculé selon la méthode du minimum nocturne selon la norme ATV-A 198. Le débit d'eaux usées Q_{EU} a été obtenu en soustrayant les ECP au Q_{TS} . Les résultats sont présentés au Tableau 3.

Tableau 3 : Débit temps sec, eaux claires parasites et débit d'eaux usées pour les différentes STEPs

STEP	Q_{TS} [m³/j]	Q_{ECP} [m³/j]	Q_{EU} [m³/j]	Q_{ECP}/Q_{TS}
Bottens	329	202	127	61%
Cugy Praz-Faucon	324	168	156	52%
Echallens	1'824	951	873	52%
Eclagnens – SIEGEO	385	225	161	58%
Fey	99	46	53	49%
Morrens-Mèbre	62	31	30	51%
Morrens-Talent	101	50	51	49%
Total	3'124	1'673	1'451	54%

La consommation journalière d'eau potable a été calculée sur la base des volumes facturés en 2016-2018 par les communes ; pour les STEP regroupant plusieurs communes (Echallens, Eclagnens), la consommation de ces dernières a été additionnée ; pour Cugy Praz-Faucon, la consommation a été calculée sur la base de la consommation de Cugy et adaptée au nombre d'habitants raccordés. Les débits d'eaux usées ont ensuite été comparés à ces valeurs ; une différence de l'ordre de 20% est considérée comme plausible pour tenir compte du fait que toute l'eau consommée ne finit pas forcément à la STEP (arrosage, piscines, évaporation dans le réseau, etc.). Les résultats sont présentés au Tableau 4.

Tableau 4 : Comparaison de la consommation d'eau potable et du débit d'eaux usées

STEP	Consommation [m³/j]	Q_{EU} [m³/j]	Différence
Bottens	176	127	-28%
Cugy Praz-Faucon	239	156	-35%
Echallens	1'339	873	-35%
Eclagnens – SIEGEO	272	161	-41%
Fey	114	53	-53%
Morrens	154	81	-47%
Total	2'295	1'453	-37%

Pour toutes les STEP, les débits d'eaux usées sont globalement inférieurs aux consommations d'eau potable ; au total, une différence de 37% apparaît. Les éléments d'explication de cette différence sont les suivants :

- le débit d'ECP est surestimé et contient une part d'eaux usées (débit résiduel d'eaux usées même durant la nuit),
- une part de l'eau consommée n'atteint pas les STEP. Ce dernier point semble d'autant plus plausible au vu de la ruralité du bassin versant.

3.3.2 Charges hydrauliques futures

Les charges hydrauliques futures sont celles calculées dans la note technique de 2020 de HOLINGER. Le débit d'ECP a été maintenu constant par rapport à l'état actuel. Le Tableau 5 résume les charges hydrauliques considérées.

Tableau 5 : Charges hydrauliques futures

Paramètre	Unités	Valeur
Q_{EU} par EH supplémentaire	[m ³ /EH/j]	0.15
Q_{TS}	[m ³ /j]	4'455
Q_{ECP}	[m ³ /j]	1'673
Facteur de pointe f	-	1.85
$Q_{TS,max,h} = f(Q_{TS} - Q_{ECP}) + Q_{ECP}$	[m ³ /h]	284
$Q_{TP} = 2Q_{TS,max,h}$	[m ³ /h]	568

3.4 CHARGES BIOCHIMIQUES

3.4.1 Bilan de masse sur la STEP d'Echallens

Pour la STEP d'Echallens, une différence de l'ordre de 30% a été observée entre les charges en DCO mesurées dans le cadre de l'autocontrôle et celles mesurées par la DGE. Afin de déterminer quelles mesures prendre comme base, un bilan de masse a été réalisé sur la STEP ; celui-ci se base sur les hypothèses suivantes :

- au vu de sa filière peu standard (lit fluidisé + décantation primaire + Oxyrapid), la STEP a été modélisée par une première biologie d'âge des boues moyen de 2 jours à 15°C suivie d'une deuxième biologie d'âge des boues moyen de 6 jours à 15°C ;
- les MES ont été estimées sur la base de la DCO, puisqu'elles ne sont pas mesurées en entrée de STEP.

Ces estimations introduisent une part non négligeable d'incertitude dans le calcul. Les résultats de la modélisation ont été comparés à la production de boues réelle de la STEP ; celle-ci a été calculée sur la base de la mesure des boues envoyée en incinération, considérée comme fiable, et de la production de biogaz. Les détails sont présentés au

Tableau 6.

Tableau 6 : Production de boues et de biogaz mesurées

Année	Boues déshydratées [kg MS/j]	Biogaz produit [m³/j]	MS abattues en di- gestion [kg MS/j]
2018	248	280	261
2019	297	283	264
2020	282	298	277
2018-2020	270	287	267

La production de boues fraîches moyenne de la STEP s'élève donc à **537 kg MS/j** (270 + 287 kg MS/j) selon notre calcul.

Tableau 7 : Charges moyennes 2018-2020 utilisées pour le bilan de masse et production de boues estimée

Paramètre	Mesures autocontrôle + DGE	Mesures DGE	Mesures autocontrôle
DCO [kg O ₂ /j]	1'230	965	1'306
MES* [kg MS/j]	738	579	788
Production de boues calculées [kg MS/j]	771	614	817
Différence avec la production de boues mesurée	43%	14%	52%

*La charge de MES en entrée a été estimée sur la base de la DCO: 70 kg MES /120 kg DCO

Ainsi, la production de boues théorique calculée sur la base des mesures de la DGE présente une différence inférieure à 15% par rapport à la production de boues réelle ; au vu de la difficulté à modéliser de manière fidèle la filière biologique et du fait que la charge en MES est purement estimée, cette différence apparaît comme acceptable. Les charges basées sur les mesures de la DGE paraissent donc cohérentes. Il convient cependant de rester critique avec ce résultat.

3.4.2 Charges biochimiques futures

Le dimensionnement donné dans la note technique de 2020 de HOLINGER utilisait le nombre d'EH DCO indiqué par la DGE dans le Bilan de l'épuration vaudoise 2018 comme base de calcul pour la charge DCO future ; comme le bilan de masse indique que les mesures de la DGE sont cohérentes avec la production de boues, ce dimensionnement est considéré comme fiable. La valeur retenue pour le dimensionnement est alors de **26'084 EH** en incluant une réserve de 15%. Il en résulte les charges présentées au

Tableau 8.

Tableau 8 : Charges moyennes et de pointe pour l'horizon 2040

Paramètre	Unités	Moyenne	Pointe
DCO	[kg O ₂ /j]	2'610	3'130
DBO ₅	[kg O ₂ /j]	1'305	1'566
MES	[kg MS/j]	1'566	1'827
NTK	[kg N/j]	261	287
N-NH ₄	[kg N/j]	157	183
P _{tot}	[kg P/j]	42	47

4 CONCEPT GÉNÉRAL DE L'INTERVENTION

4.1 SITUATION GÉNÉRALE

Le périmètre de régionalisation de l'épuration pour la région « Echallens-Talent » a été défini précédemment, lors de l'étude régionale HOLINGER de 2016-2017. Il a été adapté et confirmé dans le cadre de l'étude complémentaire pour les STEP de Morrens-Mèbre et Cugy Praz-Faucon (HOLINGER 2018). Le périmètre arrêté dans le cadre de la création du comité de pilotage (COPI) en automne 2018 regroupe 7 STEP : Bottens, Cugy Praz-Faucon, Echallens (y compris STEP de Sugnens raccordée en 2017), Fey, Morrens-Talent, Morrens-Mèbre et SIEGEO.

Les études précédentes ont pu établir la faisabilité d'une STEP régionale sur le site de l'actuelle STEP d'Echallens, moyennant une extension sur la parcelle adjacente. Ainsi, la STEP d'Echallens sera remplacée par la STEP régionale sur la nouvelle parcelle après extension (processus PPA), avec un horizon de planification à 2040, pour un nombre d'équivalents habitants de 26'000.

Le choix de dimensionnement sur un horizon d'une quinzaine d'années seulement après la mise en service de la STEP s'explique par les arguments suivants :

- i. Le dimensionnement comporte déjà une réserve de 15% afin de répondre à une évolution extraordinaire.
- ii. La croissance démographique après 2040 ne peut pas être extrapolée avec la croissance actuelle, les effets de la LAT se feront sentir ces prochaines années avec un ralentissement probable.
- iii. Le concept de la STEP permet une extension ultérieure "vers l'intérieur", sans contraintes foncières ni nouvelle procédure d'affectation. L'ASET et donc en mesure de répondre facilement à d'éventuels nouveaux besoins, mais seulement lorsque ce sera réellement nécessaire.

Le procédé de traitement biologique choisi est une boue activée classique, dimensionnée selon la norme DWA-A 131 (DWA-A 131, 2016) ; il s'agit d'un procédé éprouvé et fiable. Le traitement est prévu sur 3 lignes afin de garantir une redondance suffisante des ouvrages.

La vue d'ensemble ci-dessous résume les différentes composantes du projet, qui seront ensuite développées dans le chapitre 5 ci-après.



Figure 3 : Composantes du projet

■ Existant conservé ou transformé	■ Existant supprimé	■ Nouvelles installations
① Local déshydratation	④ Filière EAU actuelle	⑥ Prétraitement
② Bassin d'eaux pluviales	⑤ Filière BOUES actuelle	⑦ Décanteurs primaires
③ Local dégrillage		⑧ Biologies
		⑨ Clarificateurs
		⑩ Traitement des micropolluants

Le bassin d'eaux pluviales ainsi que les locaux de la déshydratation et ses équipements seront conservés pour la future STEP régionale. Le local de dégrillage sera transformé. Les filières eau et boues existantes seront quant à elles complètement supprimées.

La future filière eau sera construite sur "champ vert" au nord de la STEP, sur des parcelles agricoles. La future filière boues sera construite au même endroit que l'actuel traitement des boues. Les futurs locaux comprendront également une partie de vie, avec les locaux administratifs, une cafétéria et une salle de conférence.

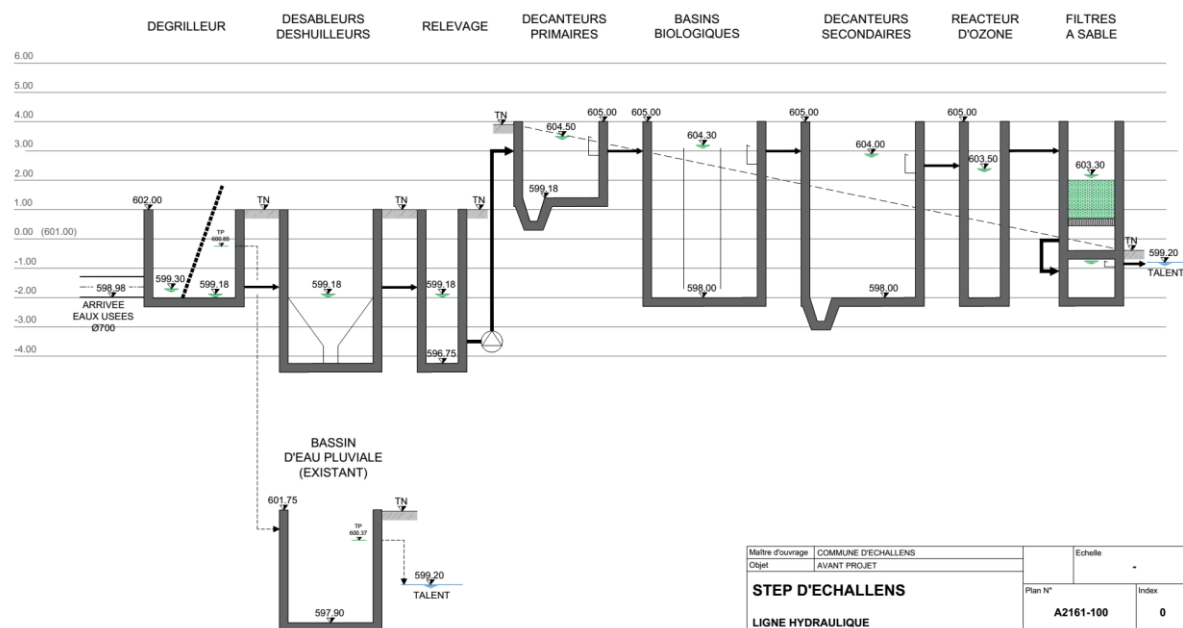


Figure 5 représente la ligne hydraulique de la STEP. Après un relevage situé à la suite du prétraitement, l'eau s'écoule de manière gravitaire le long du traitement primaire et de la bio-logie. Une version agrandie est disponible à l'Annexe 3.

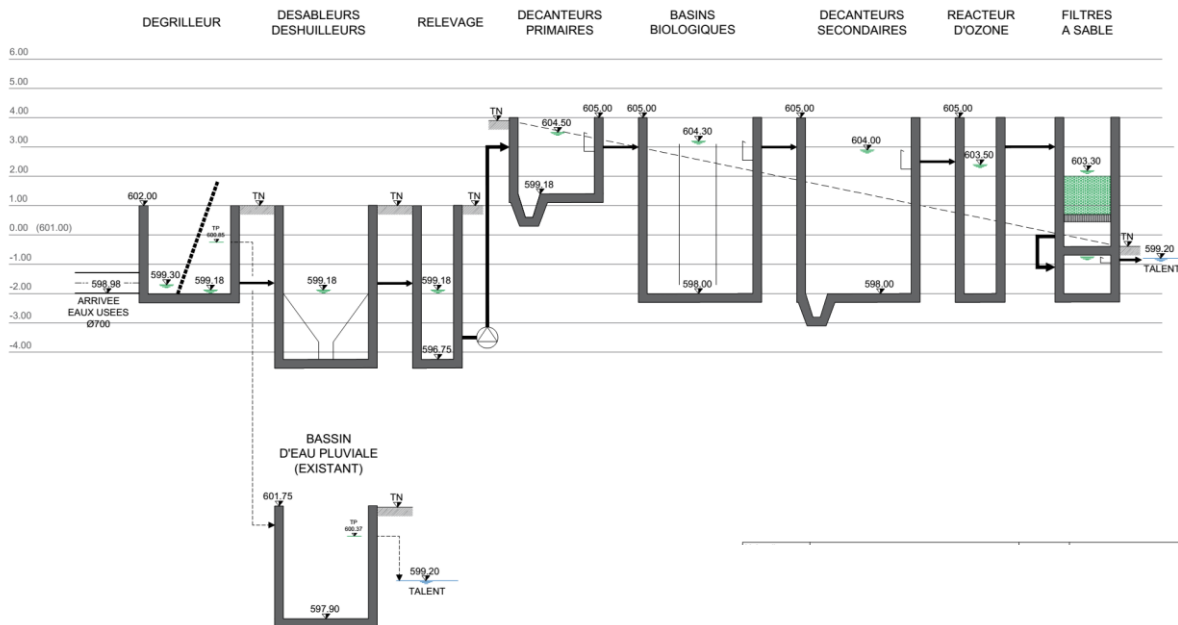


Figure 5 : Ligne hydraulique

5 PROCÉDÉS & ÉQUIPEMENTS ÉLECTROMÉCANIQUES

5.1 PRÉTRAITEMENT

5.1.1 Ouvrage d'entrée

Le canal d'entrée est équipé d'un regard de déversement permettant le déchargement des vidanges de fosses septiques pour les habitations de la région qui ne sont pas encore raccordées au réseau.

Le chemin d'accès à l'ouvrage d'entrée, entre le local de dégrillage existant et la station transformatrice doit être maintenu. Il sert également d'accès au Talent pour les pompiers, en cas d'incendie sur la ferme au sud-est de la STEP.

Le débit d'entrée est mesuré avant le dégrillage par une sonde de niveau.

5.1.2 Dégrillage et bassin d'eaux pluviales

L'arrivée existante du canal d'entrée sera modifiée de manière à permettre la mise en place d'un piège à cailloux en entrée de STEP. Le dégrilleur existant qui permet aujourd'hui déjà de dégriller les eaux avec un entrefer de 6 mm et jusqu'à un débit de 500 l/s pourrait être maintenu dans les premières années d'exploitation de la STEP. Un by-pass avec grille fixe sera maintenu.

Les refus de dégrillage sont remontés dans un laveur-compacteur qui permet de laver et renvoyer une partie des matières organiques dans le circuit de traitement des eaux, pendant que les refus sont essorés et compactés par la presse. En sortie, les déchets sont stockés dans une benne de 4 m³. Une porte permettant un accès et un chargement aisé pour les camions est aménagée dans la façade du local de prétraitement. Le local sera transformé et rénové.

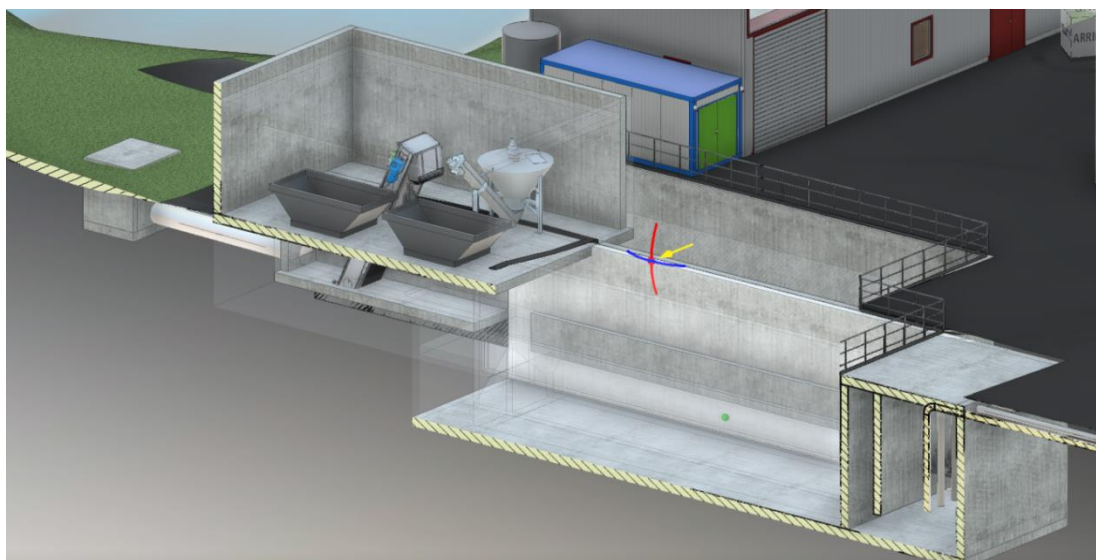


Figure 6 : Local de pré-traitement et BEP

Le système de rétention des eaux de pluies (BEP) est conservé, avec une surverse qui permet d'évacuer le débit excédentaire en cas d'apport d'eau trop important.

5.1.3 Dessableur

En ce qui concerne les dessableurs, un temps de séjour minimal en temps de pluie de 5 minutes est généralement recommandé. Pour ce faire, les eaux usées dégrillées seront réparties sur deux lignes, dont les dimensions sont données au Tableau 9.

Un pont roulant se déplaçant d'un bout à l'autre des bassins élimine périodiquement les graisses accumulées en surface et le sable décanté dans le fond des bassins. Les graisses sont ensuite transférées dans la bêche de stockage des boues mixtes. Le sable est acheminé vers un laveur de sable installé dans le local de prétraitement avant d'être stocké dans une benne à sable pour être évacué de la même manière que les refus de dégrillage.

Le laveur de sable permet d'obtenir un sable contenant au maximum 5% de matières organiques. Le sable peut ensuite être déposé en décharge contrôlée pour déchets inertes.

Tableau 9 : Dimensionnement des dessableurs

Paramètre	Unités	Valeur
Nombre de lignes	-	2
Profondeur	[m]	1.6
Largeur	[m]	1.4
Longueur	[m]	14

Ces deux lignes seront construites à côté du BEP existant, à l'aval du local de dégrillage.

5.1.4 Relevage vers la décantation primaire

Une station de pompage (STAP) amènera ensuite les eaux vers la décantation primaire. Cette station sera constituée de quatre pompes qui permettront le relevage des eaux. Trois pompes seront suffisantes pour permettre le relevage, et seront donc dimensionnées au tiers du débit de pointe. Ses pompes alimenteront trois lignes de transfert vers la décantation primaire. La quatrième pompe sera installée comme secours, en cas de dysfonctionnement.

5.2 DÉCANTATION PRIMAIRE

La décantation primaire est constituée de 3 bassins rectangulaires. Les dimensions présentées au Tableau 10 ont été retenues, avec lesquelles un temps de séjour minimal de plus de 30 min par temps de pluie est garanti.

Tableau 10 : Dimensionnement de la décantation primaire

Paramètre	Unités	Valeur
Nombre de lignes	-	3
Profondeur	[m]	2
Largeur	[m]	2.7
Longueur	[m]	20

La répartition hydraulique sera garantie par la mise en place des trois conduites d'alimentation depuis la STAP.

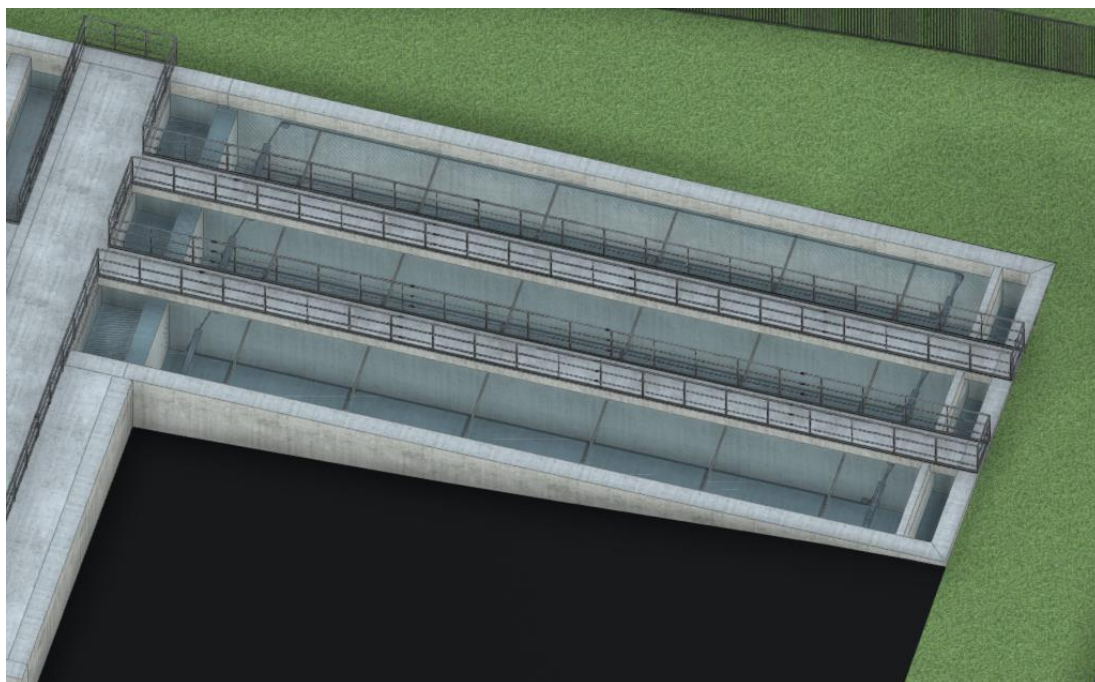


Figure 7 : Décantation primaire

Chaque bassin est équipé d'un racleur à chaîne qui permet de récupérer les boues primaires décantées dans une trémie et les boues flottantes dans une goulotte de récupération. Les boues primaires et flottantes sont transférées dans la bache de stockage des boues mixtes.

5.3 TRAITEMENT BIOLOGIQUE

5.3.1 Choix du procédé et description

Le traitement biologique proposé est une boue activée moyenne charge classique sur 3 lignes. Chacune de ces lignes comprend une zone anoxique permanente, une zone polyvalente, une zone aérée permanente et une zone de dégazage.

La zone aérée, située dans la deuxième partie de la biologie, permet la nitrification de l'ammonium et l'abattement de la plus grande partie de la charge carbonée ; l'eau est ensuite recirculée dans la première partie de la biologie, la zone anoxique, où la dénitrification a lieu.

La zone polyvalente permet d'adapter les tailles respectives des zones anoxique et aérées selon les besoins ; elle sera par exemple aérée en hiver afin de garantir un traitement du carbone et une nitrification efficace malgré les températures plus faibles.

Les eaux traitées sont finalement décantées dans les décanteurs secondaires ; une partie des boues ainsi récoltée est soutirée sous forme de boues en excès, tandis que le reste est recirculé en tête de biologie ; cela permet d'atteindre un âge des boues suffisant pour le traitement du carbone et de l'azote.

Le phosphore est quant à lui traité par précipitation à l'aide d'un dosage de chlorure ferrique.



Figure 8 : Vue générale de la STEP et notamment des trois lignes de biologie et décantation

Chaque ligne de traitement est équipée de :

- 2 surpresseurs d'aération équipés de variateurs de fréquences afin de réguler l'apport d'air nécessaire. Ils sont placés en extérieur sur une dalle recouvrant les volumes anoxiques. Ils sont confinés dans des capots de protection. Chaque ligne possède une régulation de l'aération indépendante.
- 1 collecteur d'aération
- plusieurs rampes d'aération équipées d'aérateurs à membranes (fines bulles)
- 3 brasseurs à rotation lente
- tous les instruments de mesures nécessaires au pilotage du procédé.

5.3.2 Dimensionnement

La biologie a été dimensionnée pour un âge des boues de **13.5 jours** en pointe à 9°C. La zone anoxique a été agrandie par rapport à la notice technique de 2020 afin d'améliorer la dénitrification et de limiter les émissions en N₂O lorsque la zone polyvalente est aérée. Le Tableau 11 présente les valeurs du dimensionnement.

Tableau 11 : Dimensionnement de la biologie

Paramètre		Unités	Valeur
Nombre de lignes		-	3
Profondeur		[m]	6
Largeur		[m]	5.8
Longueur	Zone anoxique	[m]	10.9
	Zone polyvalente	[m]	20.2
	Zone aérée	[m]	22
	Zone de dégazage	[m]	3
Concentration de boues		[kg/m ³]	3.5

Ce dimensionnement a été élaboré en tenant compte d'un traitement des micropolluants utilisant du charbon actif en poudre (CAP), ce qui augmente la taille de la biologie car les retours des eaux de rétro-lavage des filtres à sable engendrent une charge en MES supplémentaire. En considérant un autre procédé de traitement des micropolluants, la charge en MES supplémentaire est bien moindre ; l'âge des boues requis est alors atteint avec des bassins plus petits. Le volume nécessaire pourrait ainsi être réduit suivant la filière de traitement des micropolluants choisie. Il pourrait aussi être maintenu tel quel pour permettre encore une meilleure dénitrification.

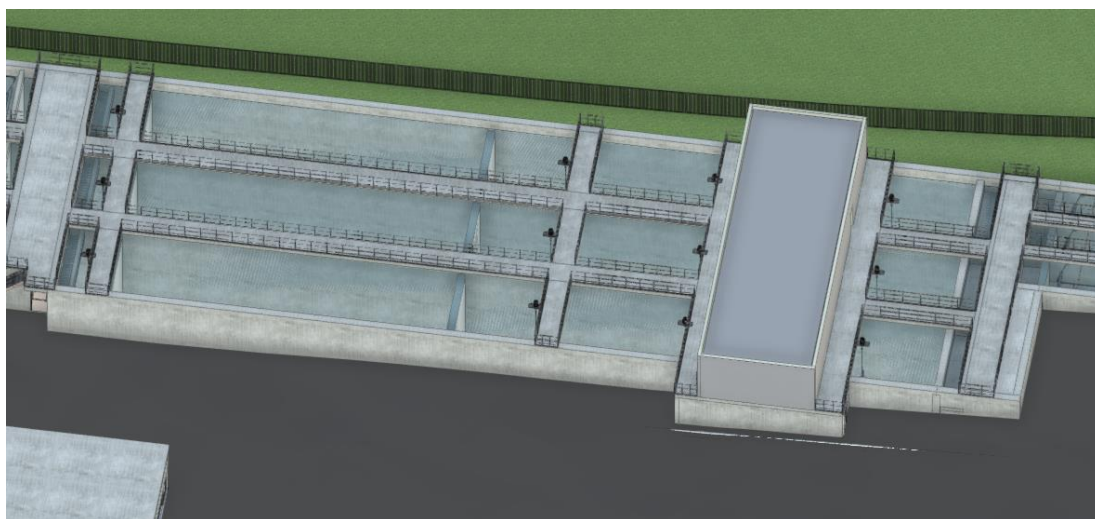


Figure 9 : Bassins biologiques avec local des soufflantes

Les bassins biologiques sont suivis d'une décantation secondaire, elle aussi répartie sur 3 lignes. Le Tableau 12 présente le dimensionnement de la décantation secondaire.

Tableau 12 : Dimensionnement de la décantation secondaire

Paramètre	Unités	Valeur
Nombre de lignes	-	3
Profondeur	[m]	6
Largeur	[m]	5.3
Longueur	[m]	31
Indice de Mohlmann	[l/kg]	120
Temps d'épaississement	[h]	1.5

Chaque bassin de décantation est équipé d'un racleur à chaîne qui récolte les boues décantées dans des trémies aménagées au fond des bassins. Les boues décantées sont constamment prélevées dans les trémies et recyclées en tête des bassins biologiques (zone anoxique) par 6 pompes centrifuges (2 pompes par ligne) et 3 collecteurs (1 collecteur par ligne) installés à sec dans la galerie technique. Les boues en excès sont extraites périodiquement, directement sur les collecteurs des boues en retour par 2 pompes volumétriques installées dans la galerie technique (1 + 1 réserve). Elles sont transportées dans la bache de stockage des boues mixtes.

Les boues flottantes sont récupérées par des goulottes installées en fin de bassins. Elles sont acheminées dans une bache intermédiaire avant d'être transférées par 1 pompe

volumétrique dans la bêche de stockage des boues mixtes (via la galerie technique).

L'eau clarifiée est récupérée et transférée vers le traitement des micropolluants.

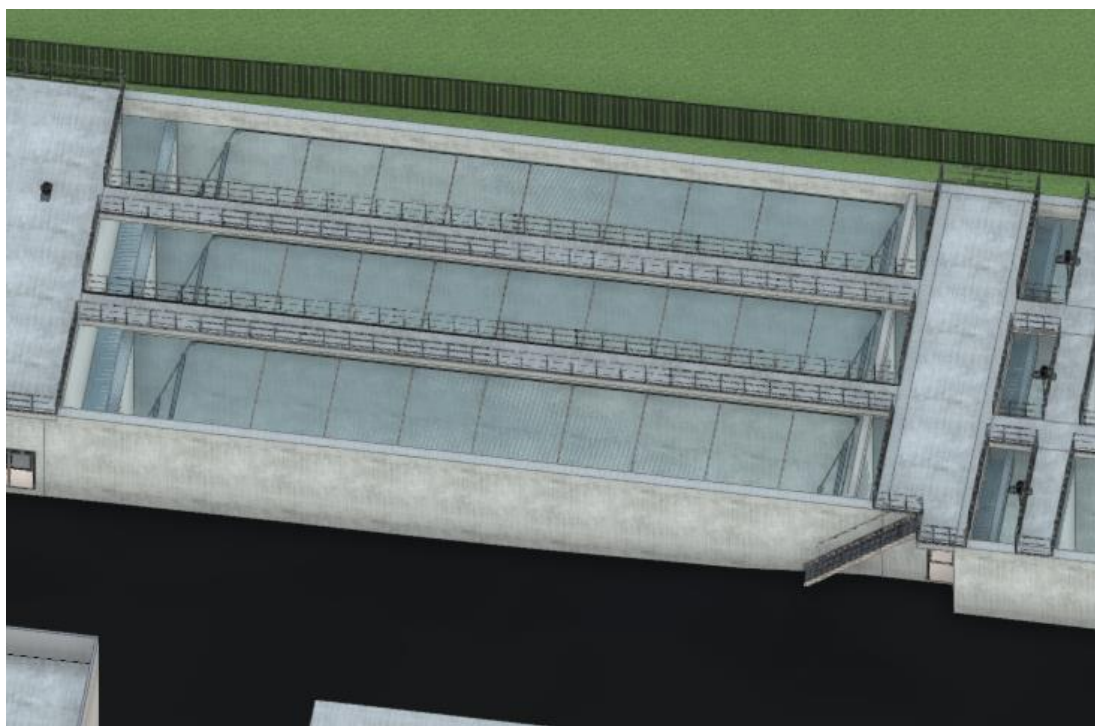


Figure 10 : Décanteurs secondaires

5.4 PRÉCIPITATION DU PHOSPHORE

La STEP est dimensionnée et équipée de manière à ce que la valeur moyenne annuelle de 0.5 mg/l de phosphore total ne soit pas dépassée. Le phosphore est précipité chimiquement par ajout de sel de fer. Ce dosage permet en outre d'assurer la stabilité du procédé. Les installations de dosage et de stockage des solutions de sel sont placées au sous-sol du bâtiment des boues. Le chlorure ferrique est dosé sur chaque ligne du traitement au moyen de pompes de dosage. Chaque ligne dispose de plusieurs points de dosage (décantation primaire, bassins biologiques, collecteurs des boues en retour, ...). Le dosage de chlorure ferrique avant la filtration du traitement des micropolluants participe également à la précipitation du phosphore.

5.5 FILIÈRE BOUES

Comme pour la biologie, la filière boue a été dimensionnée en considérant un traitement des micropolluants au CAP. Ce dernier est intégré dans les boues, ce qui augmente la production en conséquence ; ainsi, si un autre procédé de traitement des micropolluants est choisi, la production de boues calculée pour l'état futur se verra réduite.

5.5.1 Épaississement

Durant les étapes successives de traitement, des boues de compositions distinctes sont soutirées du système en différents endroits :

- Les graisses et flottants des dessableurs
- Les boues primaires et flottantes des décanteurs primaires
- Les boues en excès soutirées des collecteurs des boues en retour
- Les boues flottantes des décanteurs secondaires

L'ensemble de ces boues est acheminé dans la bache de stockage des boues mixtes qui est équipée d'un brasseur. La fonction de la bache est de garantir un stockage intermédiaire et l'homogénéisation du mélange. Elle est située au sous-sol du bâtiment du prétraitement.

Les boues primaires passent par une strainpress avant d'être envoyées dans la bache à boues mixtes. Les boues mixtes sont ensuite envoyées en épaississement. Les boues y sont épaissies entre 5 et 7 %MS avec un ajout de floculants. Une station de préparation et dosage des floculants est prévue à côté de l'installation d'épaississement. L'eau ainsi éliminée est renvoyée par gravité à la sortie des dessableurs. Les boues épaissies sont récoltées dans la bache des boues épaissies située au sous-sol directement sous l'installation d'épaississement. Elle est également équipée d'un brasseur. Suivant la siccité des boues primaires, il est possible qu'elles ne doivent pas être épaissies. Il existe, dans ce cas-là, la possibilité de les pomper directement dans la fosse des boues épaissies sans passer par l'installation d'épaississement.

Les bâches de stockage des boues fraîches et épaissies sont couvertes et maintenues en légère dépression afin d'éviter que les odeurs sortent. L'air extrait est raccordé sur le traitement de l'air vicié.

La STEP régionale utilisera le disque d'épaississement changé en 2020 pour cette étape de traitement.

Le Tableau 13 présente les valeurs considérées pour le dimensionnement.

Tableau 13 : Epaississement des boues

Paramètre	Unités	Valeur
Volume de la bache à boues mixtes	[m ³]	123
Volume de la bache à boues épaissies	[m ³]	35
Boues primaires à épaissir	[kg MS/j]	1'045
Boues en excès à épaissir	[kg MS/j]	892
Taux de capture	[%]	90
Siccité après épaississement	[%]	6

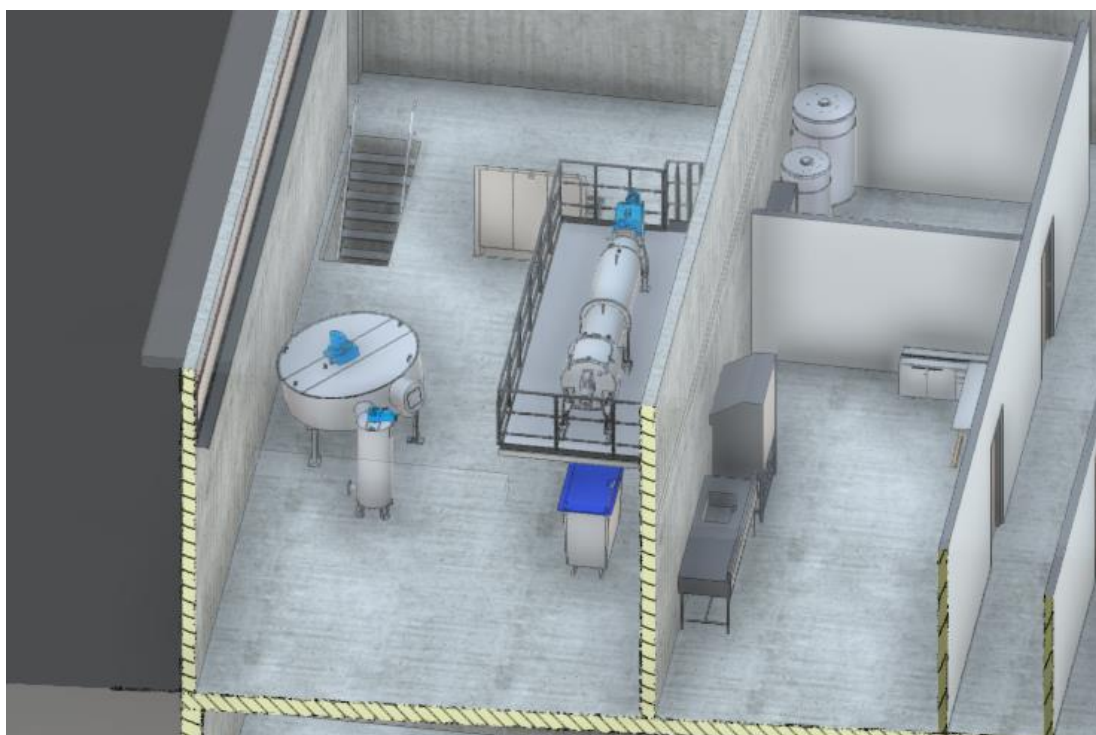


Figure 11 : Local d'épaississement des boues

5.5.2 Digestion

Les boues épaissies sont ensuite envoyées en digestion, dont le dimensionnement est présenté au Tableau 14. Un temps de séjour moyen de 28 jours est atteint dans le digesteur.

Les boues épaissies sont chauffées par un échangeur de chaleur et transférées dans le digesteur. A l'intérieur de celui-ci, des processus anaérobies réduisent la fraction organique des boues et produisent du biogaz (composé principalement de méthane et de dioxyde de carbone). L'homogénéisation du système est garantie par un grand brasseur installé dans le digesteur.

Les boues digérées sont entreposées dans un stockeur à boues où l'abaissement de la température a pour effet de stabiliser les boues et de stopper les réactions biologiques qui se déroulaient dans le digesteur. Outre sa fonction de stockage, il permet de séparer par décantation les boues du liquide surnageant et ainsi de les épaissir avant leur déshydratation. La fraction liquide extraite est transférée dans la bache de stockage des concentrats.

Tableau 14 : Dimensionnement de la digestion

Paramètre	Unités	Valeur
Nombre de digesteurs	-	1
Hauteur	[m]	13.4
Diamètre	[m]	9
Boues épaissies à digérer	[kg MS/j]	1'813
Température	[°C]	38
Volume du stockeur à boues	[m ³]	425

A la suite du procédé de digestion des boues, une partie des matières organiques est transformée en biogaz. Le gaz produit est filtré (élimination entre autres de l'eau résiduelle et des éventuels siloxanes) puis stocké dans un gazomètre à membrane ($V = \text{env. } 300 \text{ m}^3$). En cas de panne des installations ou d'excédent, le biogaz est brûlé dans une torchère.

5.5.3 Déshydratation

Enfin, les boues digérées sont envoyées en déshydratation, où la centrifugeuse existante est conservée. Les centrats sont évacués dans une bache tampon puis dans une fosse à centrats avant d'être envoyés en tête de biologie. Les boues déshydratées sont évacuées et envoyées en incinération.

Tableau 15 : Déshydratation des boues digérées

Paramètre	Unités	Valeur
Boues digérées à déshydrater	[kg MS/j]	1'266
Taux de capture	[%]	98
Siccité après déshydratation	[%]	32
Volume de la bache tampon	[m ³]	18
Volume de la fosse à centrats	[m ³]	50



Figure 12 : Bâtiment de déshydratation existant, le CCF (existant également) se trouve dans le container au Nord du bâtiment

5.5.4 Couplage Chaleur Force (CCF)

Les équipements de cogénération (CCF) de la STEP d'Echallens ont été remplacés en 2019. Le CCF installé tient compte du projet de construction de la nouvelle STEP, et est dimensionné pour permettre la valorisation de l'entier du biogaz produit à l'horizon 2034, correspondant à la durée de vie technique du CCF. Dans le projet en l'état, il n'est pas prévu de déplacer le groupe mais ce dernier a été installé dans un container pour permettre un changement d'emplacement si des contraintes de projet le demandaient.

5.6 TRAITEMENT DES ODEURS

Les différentes étapes de traitement génèrent des odeurs plus ou moins importantes. Les étapes du prétraitement (dégrillage et dessablage) et du traitement des boues génèrent d'avantage d'odeurs que les étapes de décantation primaire et de traitement biologique ; dès lors, elles seront confinées dans des locaux fermés et ventilés.

Les lieux suivants ont été identifiés comme source potentielle d'odeurs :

- local de prétraitement (volume = 271 m³) ;
- local d'épaississement (volume = 508 m³) ;
- fosse à boues mixtes (volume = 123 m³) ;
- fosse à boues épaissies (volume = 35 m³).

Le volume total des pièces dont l'air devra être traité est alors de 937 m³. L'air est désodorisé par un laveur d'air et un biofiltre puis est évacuée à l'air libre. L'emplacement du biofiltre reste à définir.

5.7 LOCAUX DE VIE ET ADMINISTRATIFS

Les locaux de vie et les locaux administratifs comprennent des vestiaires, des sanitaires, un laboratoire, une salle de commande et une salle de conférence.

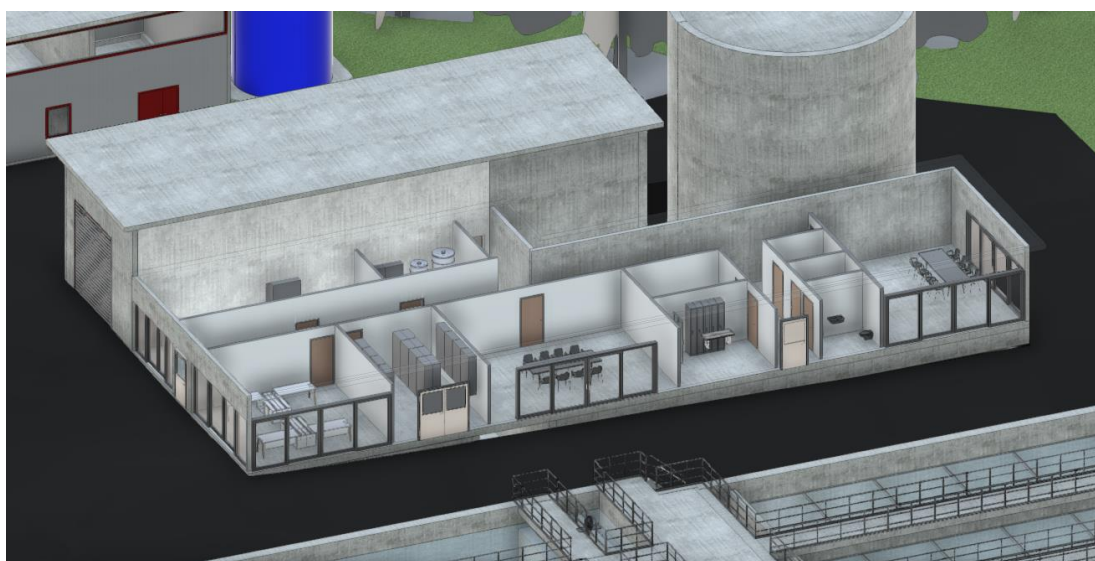


Figure 13 : Locaux de vie et administratifs

6 TRAITEMENT DES MICROPOLLUANTS

6.1 INTRODUCTION

Le traitement des micropolluants étant un élément clef de l'aménagement de la future STEP ; une étude de variante dédiée a donc été menée. Ce chapitre est consacré à la présentation des résultats de cette étude.

Parmi les divers procédés utilisés pour le traitement des micropolluants, les STEP traitant des eaux communales utilisent généralement un procédé soit d'ozonation, soit basé sur le charbon actif (Abegglen, et al., 2009) (Abegglen & Siegrist, 2012) (Pascal Wunderlin, 2018).

Les grandes catégories de filières de traitements envisageables sont :

- procédés basés sur une élimination par ozonation ;
- procédés basés sur l'élimination par charbon actif en poudre (CAP) ;
- procédés basés sur l'élimination par charbon actif en grain (CAG) ou micro-grain (μ CAG) ;
- procédés combinant charbon actif et ozonation.

Le procédé d'oxydation à l'ozone permet un abattement efficace des micropolluants ; néanmoins, cette oxydation est incomplète et génère des sous-produits, qui sont pour la grande majorité des substances moins toxiques que les produits initiaux. La toxicité des sous-produits dépend toutefois fortement de la composition des eaux usées à traiter. Cette technologie est généralement combinée avec des filtres à sable sur lesquels une activité biologique se développe. Ce biofilm permet de dégrader une partie des sous-produits issus de l'ozonation.

Le processus d'élimination des micropolluants dans les eaux usées par charbon actif est également un procédé qui a fait ses preuves. Il se décompose en deux étapes : l'adsorption des micropolluants sur le charbon actif est suivie de la séparation du charbon actif saturé de l'eau traitée. La capacité d'adsorption dépend fortement du charbon actif choisi (origine du matériel, type d'activation, surface spécifique, ...).

La majorité des traitements d'eaux usées communales par adsorption établis sont basés sur l'utilisation de charbon actif en poudre (CAP). Ce type de charbon est fin et le CAP doit être retenu au moyen de filtres, de membranes ou de bassins de décantation.

Bien qu'encore peu appliqués dans le traitement des eaux usées, les filtres à charbon actif en grain (CAG) ou en micro-grain (μ CAG) sont techniquement et économiquement appropriés à l'élimination des composés traces selon la législation suisse. Les installations réalisées à ce jour (essai pilote CAG à la STEP de Bülach (ZH), installation μ CAG à la STEP de Pentthaz (VD), ...) présentent des résultats concurrentiels au CAP malgré leur capacité d'adsorption légèrement plus faible. Autant le CAG que le μ CAG peuvent, d'une fois saturés, être enlevés et partiellement régénérés.

Des procédés combinant charbon actif et ozonation sont possibles mais ne sont justifiés techniquement et économiquement que pour des installations de traitement de grande envergure.

6.2 ANALYSES DES BROMURES ET NITROSAMINES

Afin d'obtenir une première idée quant à l'adéquation de l'ozonation pour le traitement des micropolluants, une petite campagne de mesures a été menée en sortie de décanteur secondaire des différentes STEP. Comme des échantillons composites sur plusieurs jours sont difficiles à réaliser pour la plupart des STEP et que la STEP d'Echallens représente la plus

grande partie du débit, deux types d'échantillons ont été analysés :

- échantillons composites sur 24 h des 7 STEP, pour les dates du 1^{er}, 16 et 26 juillet 2021 ;
- échantillons composites sur 5 jours de la STEP d'Echallens pour les semaines du 5 et 19 juillet 2021.

Les nitrosamines mesurées dans les différents échantillons se trouvaient toutes à des concentrations inférieures à la limite de quantification (10 ng/l), de même que les bromates (0.5 µg/l). Concernant les bromures, aucune concentration mesurée ne dépassait le seuil de 100 µg/l défini par le VSA. Les résultats détaillés des analyses figurent à l'**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**

Les bromures et nitrosamines ne semblent a priori pas problématiques si une ozonation devait être mise en place. Ce résultat doit cependant être confirmé par des mesures supplémentaires selon la procédure complète préconisée par le VSA, à commencer par une campagne de mesures de 3 à 6 mois sur des échantillons composites de toutes les STEP sur 5 jours, en faisant varier le premier jour. En cas de résultats non problématiques, des essais d'ozonation en laboratoire et des bioessais pourront être menés. Ce n'est qu'au terme de cette procédure que l'ozonation pourra être confirmée comme procédé de traitement des micropolluants, si elle n'apparaît pas comme problématique.

6.3 CHOIX DES VARIANTES POUR LE TRAITEMENT DES MICROPOLLUANTS

Certains procédés n'ont pas été retenus pour les raisons suivantes :

- élimination par CAP :
 - suivie d'une décantation et d'une filtration sur sable : place insuffisante pour l'implantation ;
 - suivie d'une membrane : peu de retour d'expérience et consommation énergétique élevée ;
 - dosé ou recyclé dans le traitement biologique : consommation très importante de CAP, nécessité d'une filtration tertiaire type filtre à bande ou à disque, augmentation importante de la taille du traitement biologique, augmentation de la production de boues, sans toutefois augmenter la production de biogaz.
- combinaison de charbon actif et d'ozonation : pas adaptée à l'échelle du projet ; coûts d'investissement trop élevés et complexité d'exploitation.

Les solutions à base de µCAG reposent sur des procédés propriétaires, tels que Carbopius®, ou Filtraflo™. Leur prix peut être relativement élevé selon les offres, car le nombre de fournisseurs pour ces systèmes est faible. Une filière de traitement au CAG présente un procédé et une emprise semblable et paraît plus intéressante économiquement.

Le choix des trois procédés à étudier en détail s'est finalement porté sur :

- adsorption dans un réacteur de charbon actif en poudre (CAP) suivie d'une filtration sur sables (FS) ;
- adsorption sur filtres de charbon actif en grain (CAG) ;
- ozonation (O) suivie de filtres à sables (FS)

6.3.1 Filières évaluées

6.3.1.1 Charbon actif en poudre

Du charbon actif en poudre est injecté dans l'eau, qui transite par un réacteur de contact. Dans ce réacteur, les substances organiques sont adsorbées sur les particules de CAP. Ensuite, l'eau circule de haut en bas dans quatre filtres à sable bicouches. Les eaux de lavage du filtre à sable, chargées de charbon, lui-même chargé de micropolluants, sont retournées en amont du traitement. La capacité d'adsorption résiduelle du charbon est mobilisée dans la décantation primaire et/ou dans le traitement biologique. Le CAP est finalement séparé des eaux traitées dans la décantation secondaire, d'où il entre dans la filière boues.

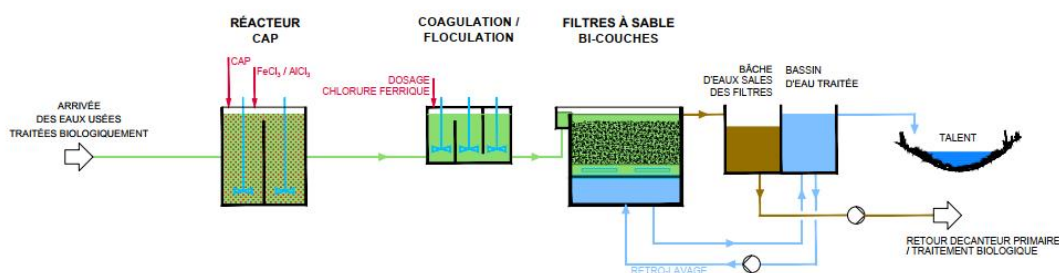


Figure 14 : Schéma de principe charbon actif en poudre

Le procédé est caractérisé par une adsorption des molécules organiques à éliminer, en fonction de leur affinité pour le charbon actif. Il n'y pas de sous-produit de réaction. Le recours à un filtre à sables permet également d'obtenir des valeurs de rejet très faibles pour les MES et le phosphore.

Les principaux avantages et inconvénients du procédé "Adsorption sur charbon actif en poudre" peuvent être résumés comme suit :

Tableau 16 : Avantages et inconvénients de la Variante 1 (CAP)

Avantages	Inconvénients
Pas de sous-produits créés	Petit risque de relargage de CAP
Hygiénisation partielle sur filtre à sable	Consommation énergétique élevée pour la production du charbon actif (énergie grise).
Valeurs de rejet en MES et phosphore très faibles	Caractère abrasif du CAP (pour la petite part qui traverse le filtre à sable)
Flexibilité du procédé/évolutivité	Consommation de chlorure ferrique supplémentaire
Pas de sous-produits créés	Charges supplémentaires sur la filière boues

6.3.1.2 Charbon actif en grain

L'eau traitée biologiquement est pompée depuis une bêche de relevage qui répartit l'eau sur quatre filtres à CAG (Figure 15). Les substances à éliminer se fixent à la grande surface du charbon (taille des particules de 0.1 – 2.4 mm) en traversant le filtre. L'eau traitée en sortie des filtres à CAG transite dans une bêche d'eau traitée qui est utilisée comme réserve pour le lavage des filtres. Elle est ensuite déversée dans l'exutoire des installations de traitement des micropolluants et, finalement, dans le Talent.

Les filtres à CAG sont lavés périodiquement de façon automatique à l'eau et à l'air sous pression. L'eau de rétro-lavage des filtres est récupérée dans une bêche d'eau sale et est pompée en amont de la décantation primaire existante. Lorsqu'un filtre arrive à saturation, le CAG est enlevé et régénéré par une entreprise spécialisée. Il peut être réutilisé moyennant des pertes.

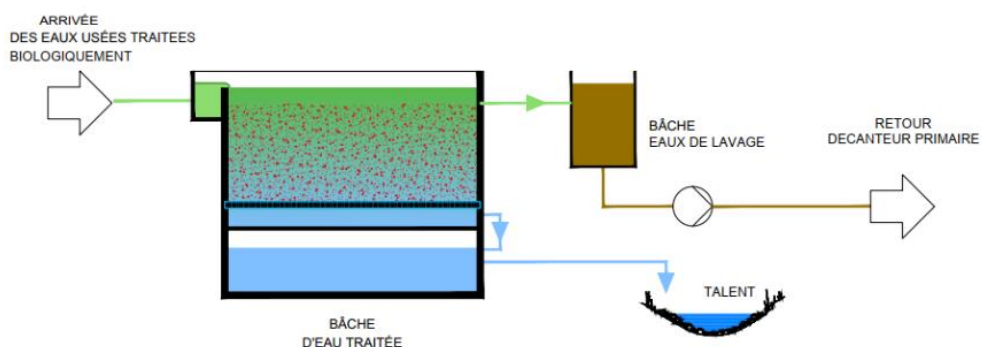


Figure 15 : Schéma de principe de la filtration sur charbon actif en grains

Les principaux avantages et inconvénients du procédé "Adsorption sur filtres de charbon actif en grain" peuvent être résumés comme suit :

Tableau 17 : Avantages et inconvénients de la Variante 2 (CAG)

Avantages	Inconvénients
Régénération du CAG possible	Consommation énergétique élevée pour la production du charbon actif (énergie grise).
Risque de rejet de charbon actif dans le milieu récepteur maîtrisé	Peu de retours d'expérience dans le traitement des eaux usées
Exploitation peu compliquée	Pas de désinfection des eaux usées
Pas de contraintes de sécurité	Pas d'élimination supplémentaire de phosphore (dosage de FeCl_3 pas souhaitable pour la régénération du charbon actif).
Pas de formation de sous-produit	Surface d'adsorption légèrement plus faible que d'autres technologies basées sur l'utilisation de charbon actif plus fin

6.3.1.3 Ozonation

De l'ozone est injecté dans l'eau à traiter, qui transite par un réacteur de contact (Figure 16). L'ozone oxyde les substances organiques et les décompose en sous-produits à des degrés divers selon les molécules. L'eau traitée est pompée dans un canal de distribution qui répartit l'eau sur quatre filtres à sable. Ensuite, elle sort des filtres à sable et transite dans une bache d'eau traitée qui est utilisée comme réserve pour le lavage des filtres. Elle est ensuite déversée dans l'exutoire des installations de traitement des micropolluants et, finalement, dans le Talent.

L'ozone est produit sur place à partir d'oxygène liquide. Alternativement, une production d'oxygène sur place à partir d'air atmosphérique est possible mais n'est pas économiquement appropriée pour une installation de cette taille. L'ozone gazeux est extrêmement irritant et l'ozone encore contenu dans l'air relâché par l'installation doit être détruit.

Les filtres à sable sont lavés périodiquement de façon automatique à l'eau et à l'air sous pression. L'eau de rétro-lavage des filtres est récupérée dans une bache d'eau boueuse et est pompée en amont de la décantation primaire existante.

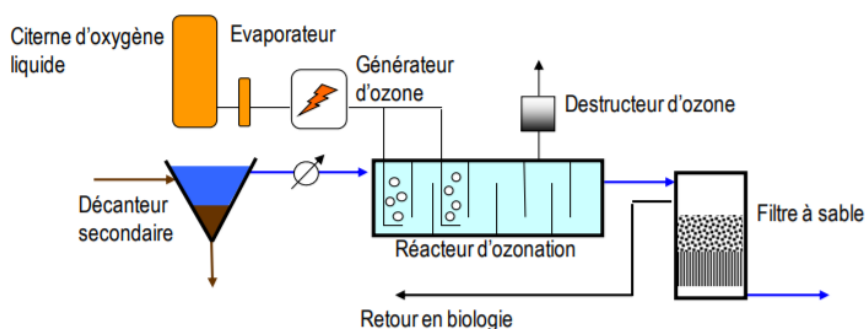


Figure 16 : Schéma de principe de l'ozonation. (EAWAG, 2012)

Les principaux avantages et inconvénients du procédé "ozonation suivie de filtres à sable" peuvent être résumés comme suit :

Tableau 18 : Avantages et inconvénients de la Variante 3 (Ozonation)

Avantages	Inconvénients
Flexibilité du procédé/évolutivité	Création de sous-produits
Beaucoup de retours d'expérience	Consommation électrique élevée
Désinfection partielle des eaux usées	Contraintes sécuritaires et risques liés à l'utilisation d'ozone
Elimination supplémentaire de phosphore sur le filtre à sable possible (avec un dosage de FeCl_3)	

6.3.2 Analyse multicritères

La détermination de la variante idéale dépend de plusieurs critères qui n'ont pas la même

importance selon le point de vue d'un politique, d'un exploitant ou d'un responsable environnemental, c'est pourquoi il a été proposé de réaliser une analyse multicritère.

Le choix de la filière se base sur une analyse qualitative, présentée au Tableau suivant :

Tableau 19 : Comparaison de trois variantes envisageables pour le traitement des micropolluants à la STEP régionale d'Echallens : 1 défavorable ; 2 moyen ; 3 favorable.

Critère	CAP + FS	Ozonation + FS	CAG
Coût d'investissement	2	2	2
Consommation de réactifs	1	2	2
Consommation énergétique	2	2	3
Production de déchets ou résidus propres au traitement	1	3	3
Coût d'exploitation	2	3	2
Besoin en personnel	3	3	3
Efficacité du traitement, adaptation du dosage, stabilité du rendement	2	3	1
Risque de relargage de MES	1	3	2
Probabilité d'occurrence de sous-produits de réaction écotoxiques	3	2	3
Possibilité d'évolution/ changement de procédé	3	3	1
Complexité propre au procédé	2	2	3
Sécurité au travail	2	2	3
Désinfection ou traitement supplémentaire de macropolluants	1	3	1
Effet sur les autres étapes de traitement	1	3	2
Moyenne	1.86	2.57	2.21

Les coûts suivants ont été calculés pour les différentes variantes.

Tableau 20 : Coûts annuels des différentes variantes étudiées

	CAP + FS	Ozonation + FS	CAG
Exploitation	180'000 CHF/an	140'000 CHF/an	190'000 CHF/an
Amortissement	200'000 CHF/an	210'000 CHF/an	190'000 CHF/an
Total	380'000 CHF/an	350'000 CHF/an	380'000 CHF/an

Le risque pour le milieu est jugé plus élevé pour le premier procédé (bassin

d'adsorption/floculation de CAP suivi des filtres à sable) car une perte d'environ 5 % de charbon ne peut pas être évitée avec ce procédé. Ces 5 % de charbon se retrouveront ensuite dans le Talent.

Le principal inconvénient de l'ozonation est que certains métabolites et sous-produits restent dans les eaux usées. Bien que les résultats d'analyse soient à ce jour concluants, il existe un petit "risque résiduel" en cas de modification de la composition des eaux usées. Au vu du caractère essentiellement résidentiel du bassin versant, ce risque est jugé faible.

Au vu des résultats de l'analyse multicritères, nous recommandons la variante **ozonation**.

6.4 DESCRIPTION DU PROCÉDÉ DE TRAITEMENT

6.4.1 Dimensionnement

Un temps de résidence d'au moins 15 min est nécessaire pour le réacteur d'ozonation. Celui-ci est divisé en 6 compartiments égaux dans le sens de la longueur, dont 2 servent à l'injection d'ozone. Pour les filtres à sables, un temps de contact en lit vide (EBCT) de 5 min et une vitesse de filtration maximale de 15 m/h sont requis.

Après les filtres à sables, l'eau rejoint une bache d'eau traitée de 116 m³, située sous les filtres ; celle-ci sert à fournir l'eau de lavage lors du rétro-lavage des filtres. Les filtres sont lavés l'un après l'autre, à raison de 2 filtres par jour. Pour le rétro-lavage, de l'air est injecté avec l'eau ; les eaux de lavage sont ensuite recueillies dans une bache d'eaux boueuses de 116 m³ située derrière les filtres afin de lisser le débit renvoyé en tête d'installation.

Tableau 21 : Dimensionnement des réacteurs d'ozonation et filtres à sables

Paramètre	Unités	Valeur
Débit de dimensionnement	[m ³ /h]	576
Ozonation		
Nombre de réacteurs	-	1
Profondeur	[m]	6
Volume d'un réacteur	[m ³]	144
Dose d'ozone	[gO ₃ /gCOD]	0.8
	[gO ₃ /gN-NO ₂]	3.4
Temps de résidence minimal	[min]	15
Filtres à sables		
Nombre de filtres	-	4
Hauteur du lit filtrant	[m]	1.25
Surface d'un filtre	[m ²]	12.9
EBCT à n-1 filtres	[min]	5.0
Vitesse de filtration maximale	[m/h]	14.9

Le besoin en ozone en moyenne et en pointe a été calculé sur les bases suivante.

Tableau 22 : Calcul du besoin en ozone moyen et de pointe

Paramètre	Unités	Moyenne	Pointe	Remarque
COD	[mg C/l]	6.6	8.0	Moyenne et centile 85 des concentrations mesurées en sortie en 2018-2020
N-NO ₂	[mg N/l]	0.3	0.3	Valeur indicative selon l'OEaux
Q _{moyen}	[m ³ /h]	259		Q _{TS} futur multiplié par le rapport actuel entre Q _{TS} et le débit moyen (1.36) + retours du lavage
Q _{dimensionnement}	[m ³ /h]		576	
Besoin en O ₃	[kg O ₃ /h]	1.9	4.3	Calculé avec les doses d'ozone indiquées au Tableau 21

6.4.2 Zones selon ATEX

Le traitement des micropolluants par ozonation ne comprend pas de zones Ex.

6.4.3 Consommation de réactifs

La production d'ozone requiert la consommation d'oxygène liquide. Sur la base du besoin moyen en ozone, la consommation d'oxygène suivante a été calculée.

Tableau 23 : Consommation d'oxygène liquide

Paramètre	Unités	Valeur
Besoin moyen en ozone	[kg O ₃ /j]	38
Consommation moyenne d'oxygène	[kg O ₂ /j]	382
	[m ³ /j]	0.34

En une livraison, un camion peut amener 22 tonnes d'oxygène liquide. Une citerne de 25 m³ permet alors une autonomie de 73 jours.

6.4.4 Electricité

Il est estimé que la production de 1 kg d'ozone nécessite 15 kWh.

6.4.5 Coûts

Un détail des coûts d'investissement et des coûts annuels est donné à l'**Erreur ! Source du renvoi introuvable.** et l'**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**.

6.4.6 Autres

Selon l'OEaux, un traitement tertiaire pour traiter les micropolluants doit assurer un rendement de 80% sur un échantillon de micropolluants défini. Le nombre d'échantillons prévus par l'OEaux est de 24 pour la première année pour les STEP de 50'000 EH et plus, et

ensuite de 12 si les eaux polluées respectent les exigences durant la première année.

L'ordonnance d'application du DETEC définit une liste de 12 substances représentatives groupées en 2 catégories. Pour le contrôle des nouvelles installations, il sera nécessaire d'analyser au moins 4 substances de la catégorie 1 et deux de la catégorie 2.

Dans le calcul des frais d'exploitation, un coût de 0.2 ETP a été considéré. Toutefois, il est difficile à l'heure actuelle d'estimer plus précisément la demande en personnel pour l'ajout du traitement des micropolluants. La formation spécifique sur les nouveaux équipements sera assurée par les fournisseurs.

6.5 ASPECTS TECHNIQUES PARTICULIERS

Pour des raisons de sécurité, la citerne d'oxygène ne doit pas être disposée sur de l'enrobé bitumineux, mais sur une dalle de béton.

L'ozone étant un gaz toxique, un destructeur d'ozone résiduel doit être prévu. Un détecteur d'ozone dans l'air doit être mis en place dans le bâtiment de traitement des micropolluants.

7 ASPECTS GÉNIE CIVIL

7.1 CONSTRUCTION

Les constructions regroupent principalement les objets suivants, dont on donne entre parenthèses les dimensions principales extérieures, sans toitures et passerelles:

Bassins et ouvrages en contact avec l'eau :

- Bassins des dessableurs (L=15.0 x B=6.0 x H=5.3 [m])
- STAP (L=4.0 x B=6.0 x H=5.3 [m])
- Bassins de décantation primaire (L=22.5 x B=9.8 x H=3.0 [m]) + profondeur pour trémie (P=3.40 [m] x B=5.35 [m] x L=17.20 [m])
- Bassins à boues activées (L=60.3 x B=19.5 x H=7.4 [m])
- Bassins de décantation secondaire (L=34.20 x B=18 x H=7.4 [m]) + profondeur pour cône (P=2.5 [m] x B=3.5 [m] x L=18 [m])
- Bassin réacteur d'ozonation (L=12.6 x B=2.6 x H=7.4 [m])
- Filtres à sables (L=12.70 x B=5.3 x H=6 [m])
- Bâche d'eaux boueuses (L=18 x B=3.1 x H=7.4 [m])
- Bâche d'eaux traitées (L=18 x B=5.3 x H=1.3 [m])
- Divers canaux : by-pass du prétraitement et collecte d'eaux traitées
- Bâche des boues mixtes (130 [m³])
- Bâche des boues primaires épaissies (40 [m³])
- Digesteur (diamètre=9.8 x H=12.3 [m])
- Stockeur des boues digérées (L=7.8 x B=7.8 x H=9.3 [m])

Bâtiments :

- Bâtiment du prétraitement : SS, REZ (L=11 x B=8 x H=4.6 [m])
- Bâtiment d'exploitation : SS, REZ (L=34.6 x B=11.1 x H=4.6 [m])
- Bâtiment du traitement des boues : SS, REZ, (L=23.2 x B=7.9 x H=9.3 [m])
- Bâtiment gazomètre (L=10 x B=10 x H=7.8 [m])
- Bâtiment micropolluants (L=18 x B=14.70 x H=7.4 [m])

En plus de ces ouvrages, des galeries techniques permettent de relier les bassins entre eux et également aux bâtiments afin d'avoir toutes les circulations de fluides enterrées.

- Galerie principale, section intérieure (B=3.00 x H=3.2 x L=89.00 [m])

De manière générale, toutes les structures sont en béton armé et coulées sur place.

7.2 GÉOTECHNIQUE

Aucune étude géotechnique n'a été menée dans le cadre de cet avant-projet. Il se base sur des sondages existants, réalisés en 1989 et numérotés de 1 à 3 sur la Figure 17.

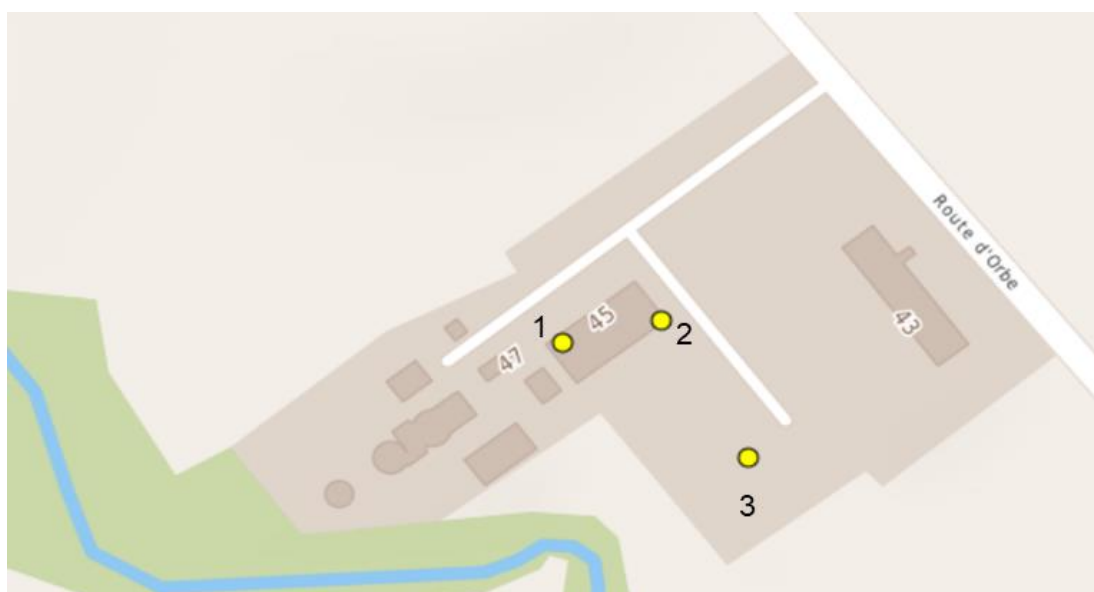


Figure 17 : Emplacement des sondages géotechniques existants, extrait du guichet cartographique cantonal du canton de Vaud

Les Tableaux suivants présentent les profils géologiques des différents sondages.

Tableau 24 : Profil du sondage 1 (extrait du guichet cartographique cantonal du canton de Vaud)

Complément scientifique		niveau d'eau à 2.2m altitudes relatives			
Horizons du sondage					
Profondeur [m]	Lithologie Granulométrie	Géotype	Code USCS	SN 670009	Lithologie (Atlas Géologique 1:25'000)
0.50	terre végétale	Moraines, latérales			
Remarques Observations	moraine				
1.60	sable limoneux, compact à très compact, brun clair	Moraines, de fond			
Remarques Observations	moraine				
2.40	limon et sable, ferme à très dur, brun puis beige	Moraines, de fond			
Remarques Observations	moraine				
2.60	sable très peu limoneux avec des petits débris de bois gris	Moraines, de fond			
Remarques Observations	moraine				
4.00	sable peu limoneux avec du gravier, gris-beige et beige	Moraines, de fond			
Remarques Observations	moraine				
5.30	sable et gravier limoneux très compact, beige, un bloc entre 4.00 et 4.15	Moraines, latérales			
Remarques Observations	moraine				
6.00	limon et sable avec quelques graviers, très dur, beige	Moraines, de fond			
Remarques Observations	moraine				
6.40	grès gris et marnes, altérés	Roches détritiques, grès avec quelques marnes			
Remarques Observations	molasse				
7.00	marne dure, gris-jaunâtre puis gris foncé et gris	Roches détritiques, marne avec quelques grès			
Remarques Observations	molasse				
8.10	grès à grains fins, gris beige et jaunâtre	Roches détritiques, grès			
Remarques Observations	molasse				

Tableau 25 : Profil du sondage 2 (extrait du guichet cartographique cantonal du canton de Vaud)

Complément scientifique		niveau d'eau à 2.3m altitudes relatives			
Horizons du sondage					
Profondeur [m]	Lithologie Granulométrie	Géotype	Code USCS	SN 670009	Lithologie (Atlas Géologique 1:25'000)
0.50	terre végétale	Moraines, latérales			
0.90	sable peu limoneux, beige	Moraines, latérales			
Remarques Observations	moraine				
1.10	sable peu limoneux, brun-gris, très compact	Moraines, latérales			
Remarques Observations	moraine				
2.50	limon et sable, brun clair	Moraines, latérales			
Remarques Observations	moraine				
3.30	limon argileux et sable, beige	Moraines, latérales			
Remarques Observations	moraine				
3.60	sable et gravier peu limoneux, gris beige, beige-rougeâtre	Moraines, latérales			
Remarques Observations	moraine				
4.80	marne grasse, altérée en surface, beige gris-clair gris-olive	Roches détritiques, marne avec quelques grès			
Remarques Observations	molasse				
5.10	grès à grains fins, gris beige	Roches détritiques, grès			
Remarques Observations	molasse				
7.15	marne grasse, beige gris gris-olive, dure entre 5.75 et 6.20	Roches détritiques, marne avec quelques grès			
Remarques Observations	molasse				

Tableau 26 : Profil du sondage 3 (extrait du guichet cartographique cantonal du canton de Vaud)

Complément scientifique		niveau d'eau à 1.5m altitudes relatives			
Horizons du sondage					
Profondeur [m]	Lithologie Granulométrie	Géotype	Code USCS	SN 670009	Lithologie (Atlas Géologique 1:25'000)
0.50	terre végétale	Moraines, latérales			
1.35	limon et sable, dur à très dur, brun	Moraines, latérales	sable limoneux (avec gravier)		
Remarques Observations	moraine				
1.55	sable peu limoneux, beige	Moraines, latérales	sable limoneux (avec gravier)		
Remarques Observations	moraine				
1.90	sable et gravier très peu limoneux, gris brun	Moraines, latérales	sable limoneux (avec gravier)		
Remarques Observations	moraine				
2.70	grès complètement altéré, gris beige	Roches détritiques, grès			
Remarques Observations	molasse				
3.15	marne grasse altérée, gris-bleu	Roches détritiques, marne avec quelques grès			
Remarques Observations	molasse				
4.10	marne grasse, beige gris clair, gris-olive, brun	Roches détritiques, marne avec quelques grès			
Remarques Observations	molasse				
5.05	grès à grain fins, gris-clair beige	Roches détritiques, grès avec quelques marnes			
Remarques Observations	molasse				
5.80	marne, gris clair lilas-beige	Roches détritiques, marne avec quelques grès			
Remarques Observations	molasse				
6.40	grès à grains fins, beige-gris	Roches détritiques, grès			
Remarques Observations	molasse				

La nappe se situe à une profondeur variant de 1.5 à 2.3 m.

7.3 TERRASSEMENT

Le terrain est en pente d'une hauteur de 5.00 [m] environ dans le sens de la longueur de la STEP (file eau décanteur primaire → traitement des micropolluants). De ce fait, les bassins de la STEP ne sont enterrés que partiellement (de 2 à 6 m).

Le volume excavé pour le terrassement est estimé à environ 15'000 m³. Les bassins seront pour la plupart enterrés à < 50% ; au vu de la faible profondeur de la nappe, un rideau de palplanches est prévu.

7.4 STRUCTURE EN BÉTON

Toutes les structures en béton reposent sur des fondations composées de radiers généraux. Ce choix s'impose afin d'uniformiser les tassements. Les caractéristiques des terrains, basés pour le moment sur des hypothèses, seront déterminées lors de l'étude géotechnique.

Autour des bâtiments, un drainage extérieur, périphérique, est prévu afin de récolter les eaux d'infiltration.

Les bâtiments sont constitués de dalles posées sur des murs et colonnes intérieurs et sur des murs de façade. Les épaisseurs des dalles vont de 30 à 40 [cm].

Selon la norme SIA 160 concernant la sécurité vis à vis du séisme, la STEP se situe en zone I. L'ouvrage appartient à la classe CO III, où l'on considère que l'infrastructure a une fonction vitale ou qu'il existe des risques considérables d'atteinte à l'environnement. En conséquence, les dommages lors d'un séisme, prévu par la norme, ne doivent pas réduire l'aptitude au fonctionnement de l'ouvrage. Pour cette raison, il s'agit de prendre des dispositions particulières : calculs, conception des détails et dispositions constructives.

La méthode de construction est standard avec tous les éléments de structure coulés sur place. Les recettes de béton, usuelles pour les bâtiments, seront à déterminer plus précisément pour les bassins et autres canaux, en raison de l'environnement agressif auquel sont soumis ces éléments (utilisation d'un ciment à chaleur d'hydratation modérée avec ajout de cendres volantes).

Une attention particulière est portée à l'étanchéité des bassins et des canaux et nécessite la mise en place, d'une part de joints étanches résistant aux pressions d'eau, et d'autre part, d'une armature de fissuration importante visant une ouverture de fissure moyenne de 0.2 mm. Des étapes de bétonnage optimisées, des conditions de cure appropriées pour limiter la fissuration au jeune âge (au minimum 7 jours) et des bandes d'étanchéité noyées pendant la construction permettront de diminuer le risque d'apparition d'une fissuration trop importante. De plus, des écarteurs de coffrage non traversant avec collerette métallique seront utilisés pour ne pas créer de points faibles dans la structure.

7.5 VOIRIE DANS LA STEP

Les voiries sont prévues pour un trafic poids lourd de 40 t. Elles sont constituées de :

- Entre 20 et 60 [cm] de grave suivant la classe de portance du sol (S1 à S3)
- 17 [cm] de revêtement en béton bitumineux selon classe de trafic T4

Partout où c'est possible, la structure sera adaptée pour un trafic de véhicules plus légers. Un enrobé drainant, ou des pavés gazons, seront mis en place afin de permettre une

infiltration des eaux dans le sol.

Des grilles de sol et des caniveaux ainsi qu'un réseau d'évacuation par gravité sont prévus pour la récolte et l'écoulement des eaux de surface sur les voies d'accès et de circulation du site. Il est obligatoire d'acheminer en tête de STEP les eaux des surfaces avoisinantes des bâtiments du prétraitement et des boues. Les eaux de surface non contaminées et celles des toitures seront évacuées vers le Talent moyennant une rétention si nécessaire selon dispositions de la directive VSA 2019 pour l'évacuation des eaux pluviales.

7.6 PHASAGE

Le phasage des travaux est prévu comme suit :

- Phase 1 : construction du prétraitement, de la décantation primaire, du traitement biologique et du traitement des micropolluants ;
- Phase 2 : démolition de l'existant ;
- Phase 3 : construction du bâtiment technique et de la filière boues.

7.7 EXUTOIRE

L'exutoire de la STEP sera construit selon le plan-type de la DGE, présenté à la Figure 18.

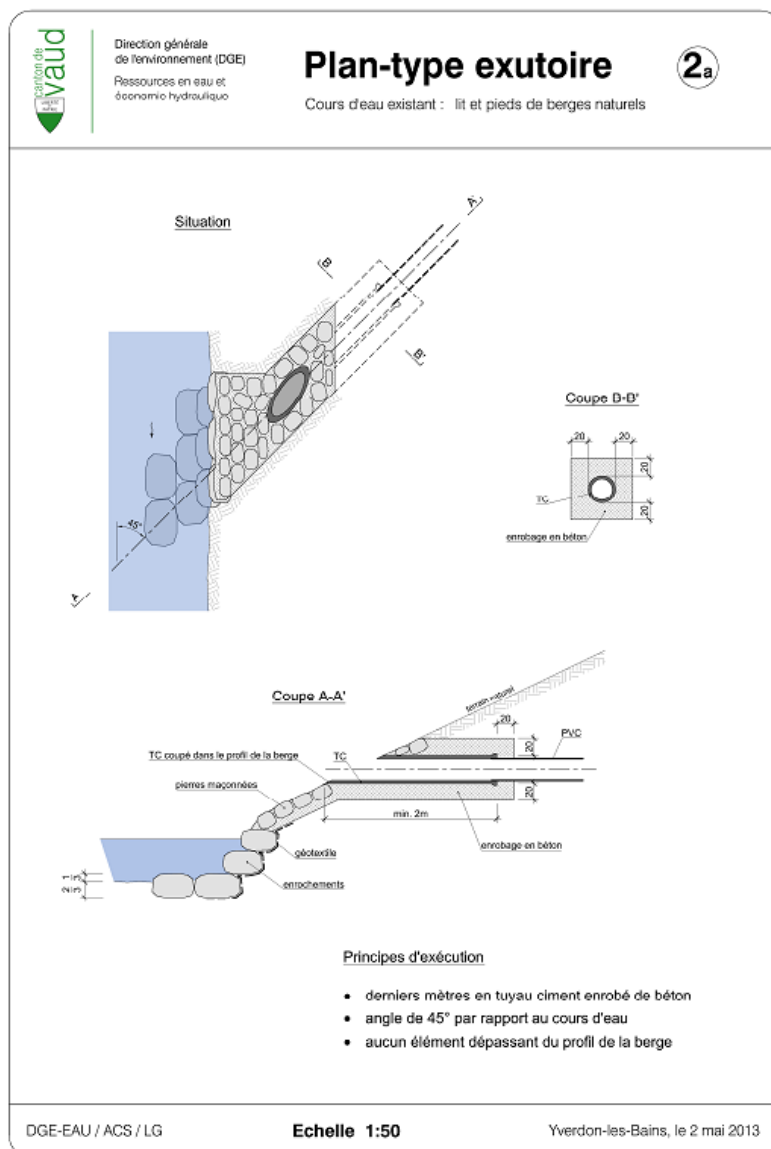


Figure 18 : Plan-type de l'exutoire selon la DGE

8 E-MCRC ET CVS

Il n'y a pas à ce stade d'avant-projet pour les aspects E-MCRC et CVS de la future STEP régionale d'Echallens ; néanmoins, les aspects évoqués dans les chapitres suivants sont à prendre en compte.

8.1 ÉLECTRICITÉ

Les transformateurs actuels appartiennent à Romande Energie et sont situés dans les locaux de la Romande Energie à proximité ; ils disposent d'une capacité de 100 kVA et 160 kVA respectivement. Une augmentation de puissance sera nécessaire pour garantir l'alimentation de la nouvelle STEP.

8.2 MCRC

Le système MCRC (Mesure, Commande, Régulation et Contrôle), permet la surveillance et la conduite des processus ainsi que l'édition de journaux et bilans basés sur les données acquises pendant l'exploitation. Il intégrera les données relatives aux STAP remplaçant les STEP actuelles.

Le système MCRC assure un fonctionnement optimal des installations permettant ainsi de minimiser les frais d'exploitation et de maintenance ; il a également pour objectif l'optimisation de la consommation d'énergie

Du fait de la taille de la STEP et de la concentration des processus, le système MCRC mis en place est de type centralisé.

8.3 INSTRUMENTATION ET ÉCHANTILLONNAGE

Les filières de traitement des eaux, des boues et le CVS sont équipés d'une instrumentation, composante essentielle qui garantit un fonctionnement optimal des chaînes de procédés, permet une adaptation des modes de fonctionnement suivant les caractéristiques des eaux usées entrantes et une surveillance en continu de l'ensemble de la STEP. Une partie de l'instrumentation de la filière eau et boues qui sera installée, liste non exhaustive, est détaillée ci-dessous :

8.3.1 Mesures de débit

Le débit en entrée et en sortie de STEP est mesuré par des sondes de niveau, des mesures par débitmètres inductifs compléteront les données au niveau de la STAP et du traitement des micropolluants.

Les autres mesures de débits importantes sont les suivantes :

- Débit des boues en retour
- Extraction des boues fraîches (boues en excès + boues primaires)
- Alimentation des installations d'épaississement et de déshydratation (boues, floculants)
- Consommation d'eau traitée (épurée) pour les besoins internes de la STEP

8.3.2 Mesures de paramètres physico-chimiques

Des sondes de mesure localisées en divers endroits de la STEP (entrée, sortie, bassins biologiques, etc.) mesurent et suivent en continue les différents paramètres du procédé. Le suivi de ces paramètres permet d'avoir un contrôle sur le fonctionnement global de la STEP. Ils servent également à piloter et à ajuster le fonctionnement des chaînes de procédés. Par exemple, le fonctionnement des bassins biologiques est ajusté suivant les concentrations en oxygène et ammonium mesurées dans les différents bassins.

Deux échantillonneurs (préleveurs automatiques) sont également prévus afin de permettre la collecte d'échantillons sur 24 heures en entrée de STEP (sortie dessableurs) et en sortie de STEP. Ils sont complétés par deux préleveurs automatiques en entrée et sortie du traitement des micropolluants pour la collecte d'échantillons sur 48 heures.

8.4 CHAUFFAGE

La valorisation du biogaz dans une turbine ou un couplage chaleur force (moteur à gaz) produit l'énergie nécessaire au réchauffement des boues épaissies, au chauffage des bâtiments (exploitation, prétraitements, déshydratation) et du digesteur.

Les bâtiments du prétraitement et de la déshydratation sont chauffés à 10°C, les galeries en sous-sol seront laissées à la température provenant de l'eau des bassins. Le bâtiment d'exploitation est chauffé à 20°C.

La production de chaleur est assurée par le couplage chaleur force. Elle est stockée dans un accumulateur à basse température. Trois secteurs de distribution sont prévus :

- Eau chaude sanitaire
- Radiateurs à basse température
- Monoblocs à basse température

Les locaux chauffés sont équipés de radiateurs à basse température pourvus de vannes thermostatiques ou électriques.

Une régulation MCR pour l'ensemble des installations CVS est prévue avec possibilité de gestion à distance.

8.5 VENTILATION

Le laboratoire est équipé d'une chapelle chimique avec extracteur d'air mécanique intégré. La salle de commande et le local MCR sont rafraîchis par des appareils complémentaires, de types ventilo-convecteurs. Les locaux électriques sont uniquement ventilés mécaniquement.

Les galeries reliant les différents bâtiments sont contiguës aux bassins d'eau du traitement biologique et sont soumises à des risques de condensation. Une ventilation permet un renouvellement d'air minimal.

8.6 RÉSEAUX DE DISTRIBUTION DE L'EAU POTABLE ET INDUSTRIELLE

Deux réseaux d'eau sont prévus pour l'ensemble du site :

- Un réseau d'eau potable utilisé pour l'alimentation en eau potable du site et également pour l'alimentation des bornes d'incendie extérieures et intérieures. Une nourrice d'eau avec un compteur est prévue à l'arrivée de la conduite dans la galerie parallèle à la biologie.

- Un réseau d'eau industrielle (eau épurée) qui alimente les besoins en eau des procédés, comme par exemple le rinçage des dégrilleurs fins, les laveurs de déchets, la dilution des polymères, le rinçage de la centrifugeuse, l'eau pour le nettoyage des bassins.

9 ASPECTS FINANCIERS

9.1 MÉTHODOLOGIE DE CALCUL

La méthodologie pour le chiffrage est caractérisée par les points suivants :

- Génie civil : avant métré sommaire, les prix unitaires sont basés sur nos connaissances et notre expérience sur des chantiers en cours et de mêmes natures ;
- Second-œuvre : montants estimatifs pour un standard industriel usuel ;
- Equipements électromécaniques : prix de références d'équipements ou de filières entières pour des installations similaires au projet ;
- MCRC-E : proportion du montant des équipements électromécaniques selon valeurs équivalentes à d'autres projets ;
- CVS : proportion du montant des équipements électromécaniques selon valeurs équivalentes à d'autres projets.
- Divers et imprévus 10% ;
- Honoraires d'ingénieurs 15%.

9.2 CALCULS DES COÛTS D'EXPLOITATION

Le Tableau 27 présente le calcul des coûts d'exploitation.

Tableau 27 : Coûts d'exploitation de la future STEP régionale Echallens-Talent

Position	Quantité	Prix unitaire	Coût d'exploitation annuel
Personnel	3.0 poste	120 000 CHF/a	360 000 CHF
Refus de dégrillage	80 t/a	179 CHF/t	14 311 CHF
Sables	75 t/a	270 CHF/t	20 301 CHF
Incinération des boues déshydratées	1 949 t/a	170 CHF/t	331 341 CHF
Précipitant	196 t/a	250 CHF/t	49 047 CHF
Floculant (épaississement boues)	3 650 kg/a	5 CHF/kg	18 250 CHF
Floculant (déshydratation boues)	3 285 kg/a	5 CHF/kg	16 425 CHF
Oxygène liquide	143 t/a	180 CHF/t	25 773 CHF
Consommation d'énergie électrique	1 273 291 kWh/a	0.2 CHF/kWh	254 658 CHF
Biologie	488 057 kWh/a		
Traitement des boues	254 658 kWh/a		
Relevage	97 236 kWh/a		
Ozonation et filtres à sables	237 455 kWh/a		
Divers	195 885 kWh/a		
Production d'énergie électrique par le gaz	299 300 kWh/a	0.2 CHF/kWh	-59 860 CHF
Autres frais liés à l'ozonation			20 475 CHF
Réparation et entretien			
Equipements électromécaniques	7 662 000 CHF	1 %	76 620 CHF
MCRC-E	2 980 000 CHF	1 %	29 800 CHF
Bâtiment+ génie-civil	10 997 000 CHF	0.5 %	54 985 CHF
arrondi			-12 127
Total des coûts d'exploitation			1 200 000 CHF

9.3 COÛTS D'INVESTISSEMENT

Les coûts d'investissement sont présentés dans le Tableau 28

Tableau 28: Coûts d'investissement pour la construction de la future STEP régionale Echallens-Talent

STEP ASET Echallens		COÛTS D'INVESTISSEMENT (2021) sans TVA
CFC	Désignation	Total par CFC CHF
0	TERRAIN	1'383'000
1	Acquisition du terrain ou du droit de superficie	200'000
2	Frais accessoires acquisition terrain ou droit superficie	80'000
3	Indemnisations, servitudes, participations	1'103'000
1	TRAVAUX PRÉPARATOIRES	387'000
10	Relevés, études géotechniques	50'000
11	Déblaiement, préparation du terrain	177'000
13	Installations de chantier en commun	60'000
15	Adaptations du réseau de conduites existant	100'000
2	BÂTIMENT	9'874'000
20	Excavation	1'401'000
21	Gros œuvre 1	5'819'000
22	Gros œuvre 2	945'000
24	Chauffage, ventilation et conditionnement d'air	820'000
25	Installations sanitaires	558'000
27	Aménagements intérieurs 1	125'000
28	Aménagements intérieurs 2	206'000
4	AMÉNAGEMENTS EXTÉRIEURS	586'000
42	Jardins	125'000
46	Petits tracés	461'000
5	FRAIS SECONDAIRES ET HONORAIRES	3'072'000
51	Autorisation, taxes	40'000
52	Echantillons, maquettes, documents	50'000
53	Assurances	60'000
55	Prestations du maître d'ouvrage	100'000
59	Honoraires	2'822'000
7	EQUIPEMENTS	7'662'000
70	Traitement des eaux pluviales, ouvrages d'entrée	50'000
71	Prétraitement	995'000
72	Traitement biologique et chimique	2'551'000
73	Traitement des boues / Gaz et énergie	1'207'000
74	Traitement des micropolluants	1'842'000
75	Divers équipements 1	330'000
76	Divers équipements 2	290'000
77	Divers équipements 3	397'000
8	MCRC+E	2'980'000
81	Travaux préparatoires	142'000
82	Installations	596'000
83	Installations de commande	950'000
84	Technique de mesure	350'000
85	Automate programmable (API) / système de supervision central	692'000
89	Divers	250'000
9	AMEUBLEMENT ET DÉCORATION	150'000
90	Meubles	100'000
93	Appareils, machines	50'000
TOTAL		CHF 26'094'000
¹	TOTAL TTC	28'103'238

¹ Le CFC 03 comporte la reprise des actifs liés aux bâtiments et équipements existants et maintenu (déshydratation et CCF), au moment prévu du transfert.

9.4 SUBVENTIONS

9.4.1 Subventions fédérales

Une redevance de 9 CHF/habitant est perçue au niveau de la Confédération depuis 2016 et au plus tard au plus tard jusqu'au 31 décembre 2040 (art. 60b de la loi fédérale sur la protection des eaux LEaux). Cette redevance alimente un fonds destiné à subventionner les installations d'élimination des micropolluants.

Le subventionnement issu du fonds fédéral se monte en principe à 75% des investissements à la STEP liés à l'élimination des micropolluants.

Dès que les micropolluants d'une STEP sont traités, la perception de la redevance est supprimée pour les habitants qui y sont raccordés.

9.4.2 Subventions cantonales

Le canton de Vaud a décidé d'octroyer une subvention pour les raccordements d'une STEP sur un pôle traitant les micropolluants, à raison de 35% (art. 40a de la loi vaudoise sur la protection des eaux contre la pollution, LPEP). Une seconde subvention couvre la mise en place d'un traitement de l'azote (nitrification) dans les STEP pôles traitant les micropolluants, aussi à raison de 35% du coût d'investissement lié à la nitrification.

10 SUITE DES OPÉRATIONS

De manière succincte, les prochaines étapes recommandées pour la suite des opérations sont les suivantes :

1. Constitution de l'ASET et nomination de son CODIR
2. Recherche d'un bureau d'assistance au Maître de l'Ouvrage (BAMO)
3. Recherche d'un planificateur général (procédure ouverte selon OMP)
4. Elaboration d'un projet d'ouvrage (phase SIA 32) ;
5. Procédure d'autorisation, avec RIE 2^{ème} étape ;
6. Conduite des appel(s) d'offre(s) ;
7. Réalisation ;
8. Mise en service, optimisation d'exploitation

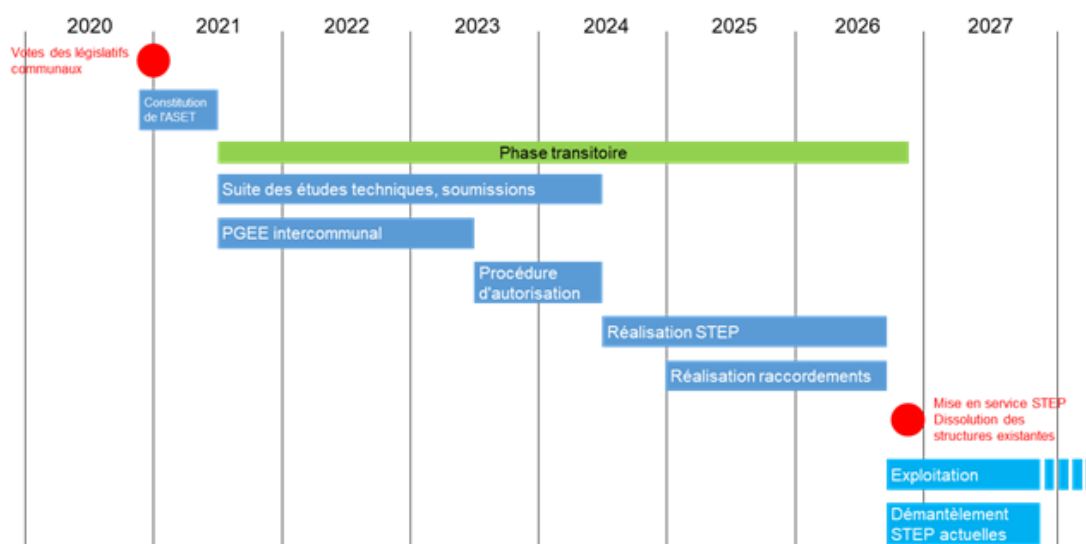


Figure 19 : Suite des opérations

Ecublens, le 28 août 2021

Cédric Imfeld, Vincent Mayoraz, Benjamin Rey, Marc Vruggink

HOLINGER SA

Cédric Imfeld
Responsable du domaine gestion des eaux
cedric.imfeld@holinger.com
+41 21 654 91 25

Benjamin Rey
Ingénieur de projet
benjamin.rey@holinger.com
+41 21 654 91 37

BIBLIOGRAPHIE

Abegglen, C., & Siegrist, H. (2012). *Mikroverunreinigungen aus kommunalem Abwasser - Verfahren zur weitergehenden Elimination auf Kläranlagen*. Bern: Bundesamt für Umwelt.

Abegglen, C., Escher, B., Hollender, J., Köpke, S., Siegrist, H., & von Gunten, U. (2009). *Ozonung von gereinigtem Abwasser - Schlussbericht Pilotversuch Regensdorf*. Dübendorf: Eawag

ATV-DVWK-A 198. (2003). *Vereinheitlichung und Herleitung von Bemessungswerten für Abwasseranlagen*.

DWA-A 131. (2016). *Bemessung von einstufigen Belebungsanlagen*.

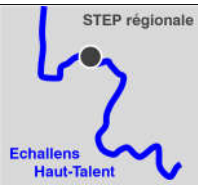
Pascal Wunderlin, A. M. (2018). Elimination des micropolluants dans les STEP. *Aqua & Gas*, 1.

ANNEXE 1

PLANS DE LA STEP RÉGIONALE



© COPYRIGHT
HOLINGER SA décline en tout temps les droits d'auteur sur tous les dessins, les plans et tous documents annexes qui sont confiés personnellement au destinataire. Ces documents ne sont en aucun cas copiables ou polygraphiés, copiés ou rendus accessibles à des tiers sans notre accord écrit.



ASET - Association intercommunale STEP Echallens Talent

DATE	DES.	CONTR.	VIS.	MODIFICATIONS		REVISION

STEP Echallens Talent

AVANT-PROJET

SITUATION GENERALE

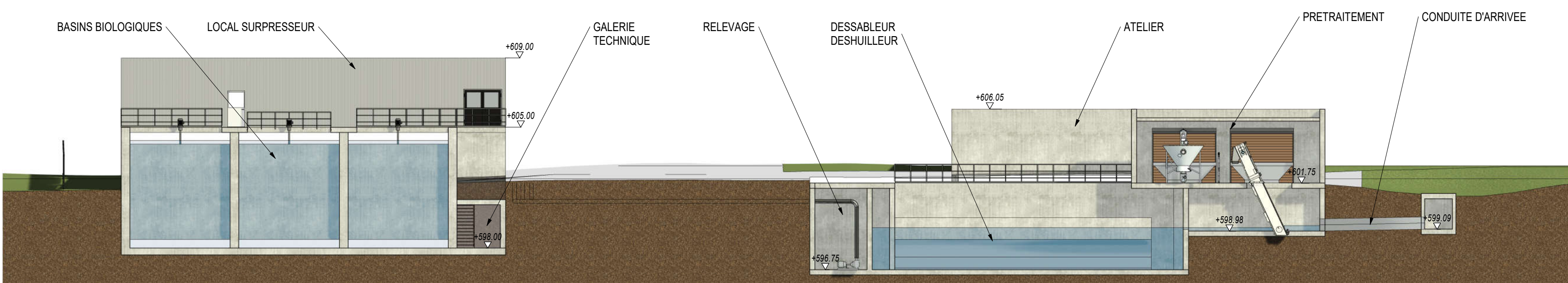
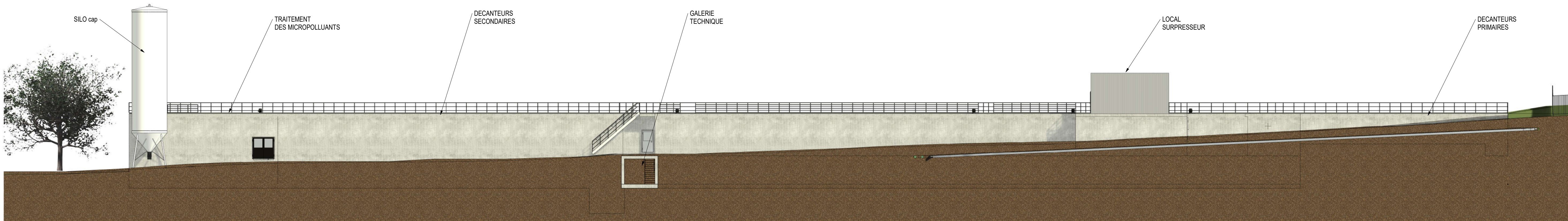
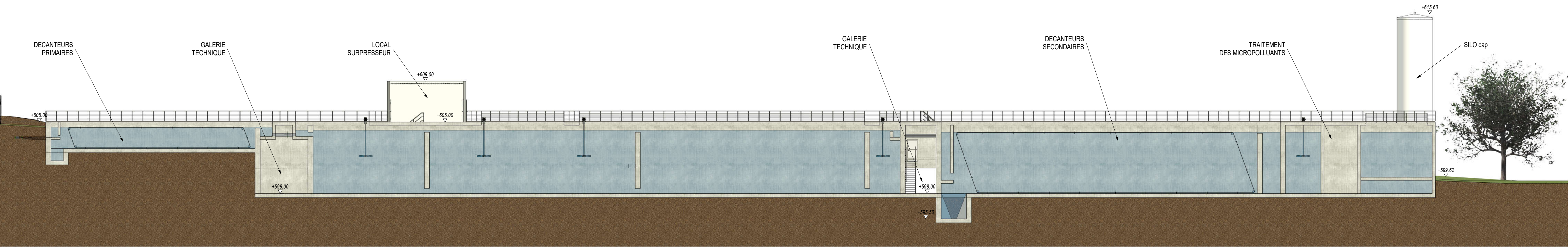
PROJET NO. / PLAN NO. / INDICE

DATE	DES.	CONTR.	VIS.	FORMAT	echelle	PROJET NO. / PLAN NO. / INDICE
26.08.2021	BCS	IMC		A4 x 594	1 : 200	A2161 / 201 /

HOLINGER SA
Route de la Pierre 23, CH-1024 Echallens
Téléfon +41 (0) 21 554 91 00
echallens@holinger.com, www.holinger.com

HOLINGER
the art of engineering

F:\Lausanne\A2161\Plan\SDA2161-STEP-Echallens.nl



© COPYRIGHT
HOLINGER SA décline en tout temps les droits d'auteur sur tous les dessins, les plans et leurs diverses annexes qui sont confiés personnellement au destinataire. Ces documents ne seront en aucun cas copiés ou photocopiés, confiés ou rendus accessibles à des tiers sans notre accord écrit.



ASET - Association intercommunale STEP Echallens Talent

DATE	DES.	CONTR.	VIS.	MODIFICATIONS	REVISION

STEP Echallens Talent

AVANT-PROJET

COUPES

DATE	DES.	CONTR.	VIS.	FORMAT	échelle	PROJET NO. / PLAN NO. / INDICE
08/26/21	Auteur	Vérificateur		841 x 594	1 : 200	A2161 / 202 /

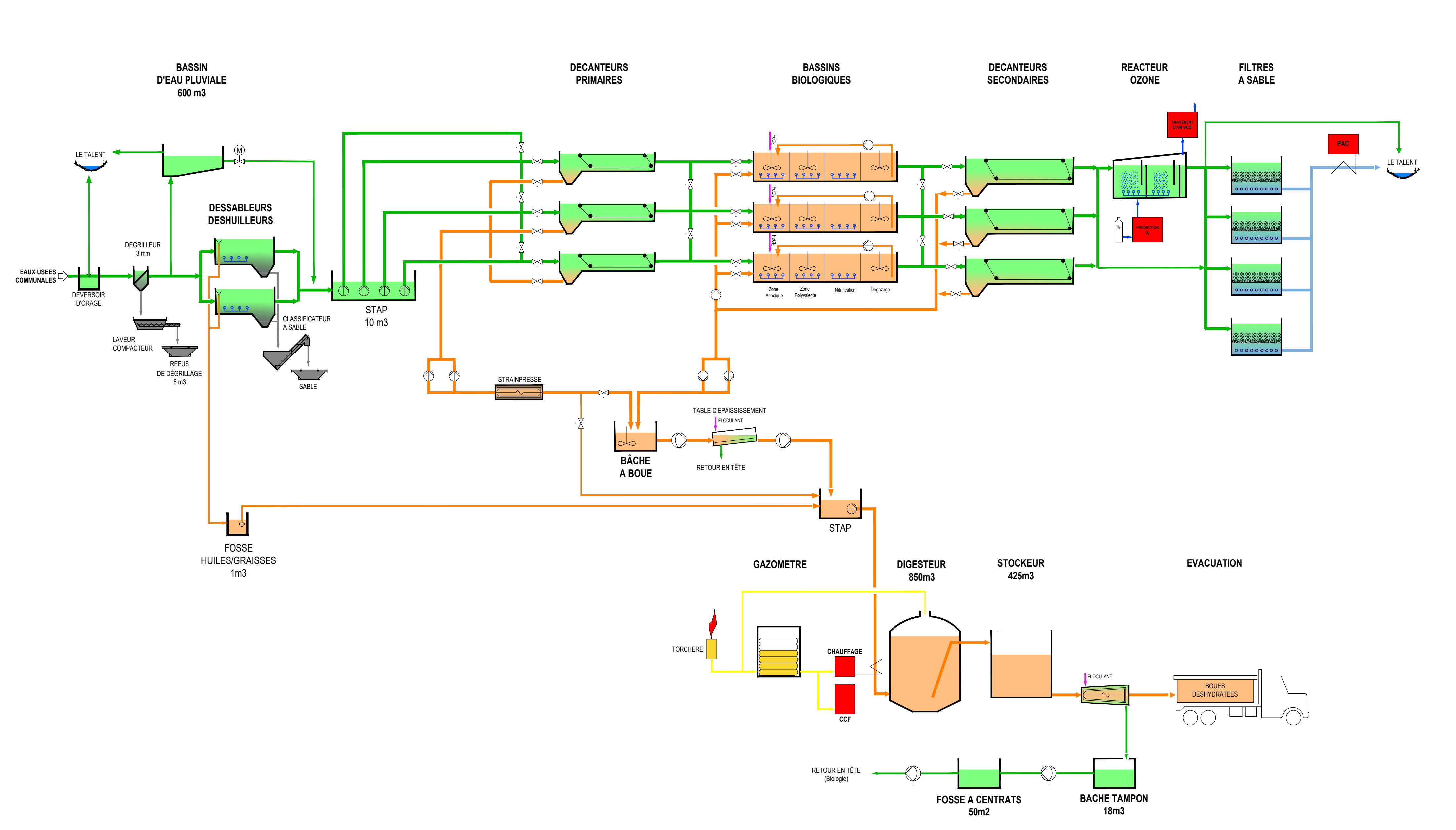
HOLINGER AG INGENIEURUNTERNEHMEN
Galmstrasse 4, CH-4410 Liestal
Téléfon +41 (0) 61 926 23 23, Fax +41 (0) 61 926 23 24
liestal@holinger.com, www.holinger.com

HOLINGER
the art of engineering

P:\Lausanne\A2161\Plans\3DA2161-STEP-Echallens.rvt

ANNEXE 2

SCHÉMA DE FLUX



ANALYSE

FI

COMPTEUR

A

FLUX PRINCIPAUX

FLUX SECONDAIRE

FLUX PRINCIPAUX

FLUX SECONDAIRE

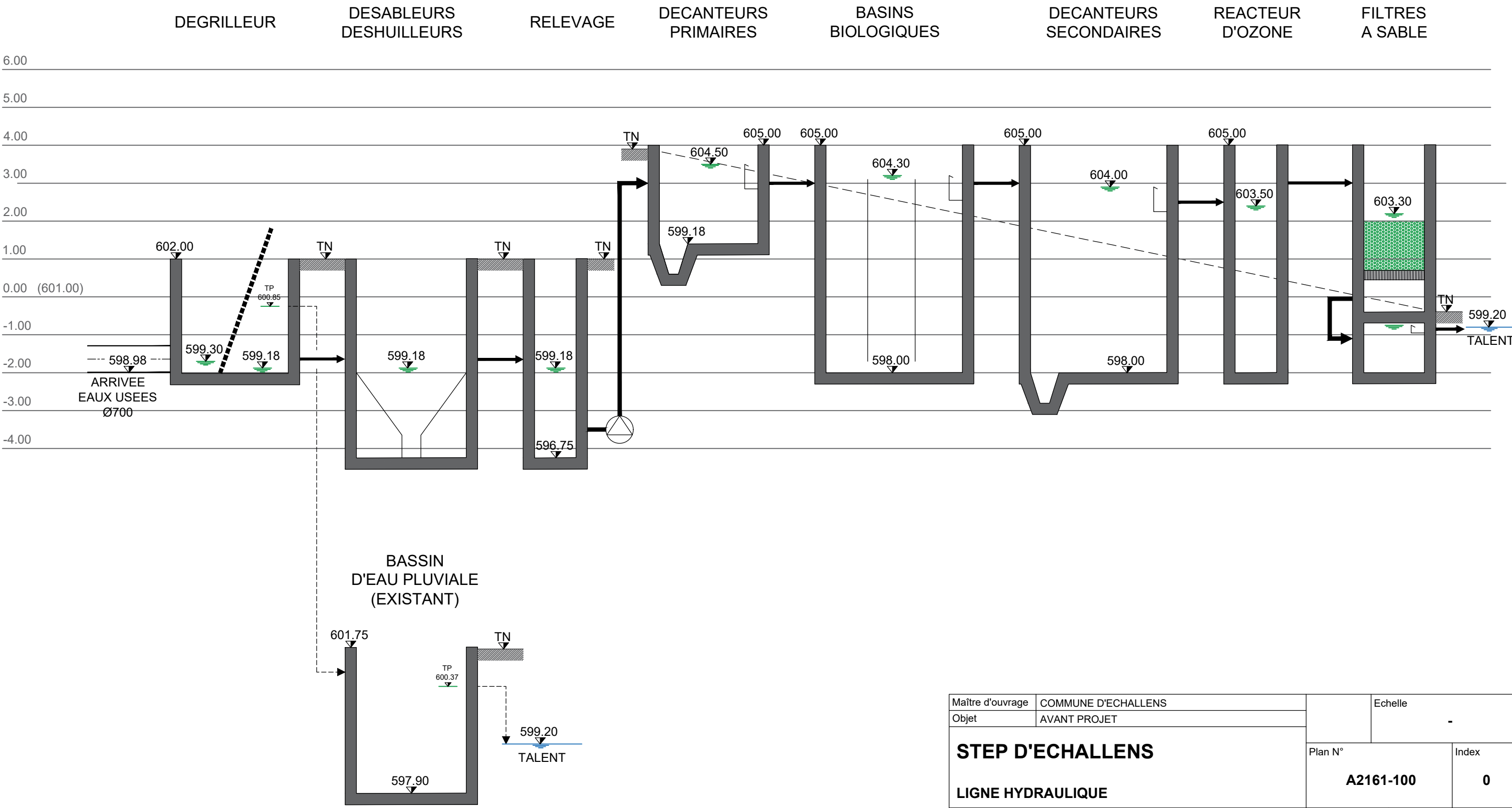
FLUX PRINCIPAUX

FLUX SECONDAIRE

Maître d'ouvrage	COMMUNE D'ECHALLENS	Echelle	
Objet	AVANT PROJET		
STEP D' ECHALLENS AVP SCHEMA DE PRINCIPE		Plan N°	Index
		A2161/200	1
HOLINGER SA Route de la Pierre 22, CH-1024 Ecublens Telephone: 021 654 91 00 - Fax: 021 654 91 00 email: lausanne@holinger.com - Internet: www.holinger.com		Dessiné par	SMC/BCS
		Contrôlé par	MYV

ANNEXE 3

LIGNE HYDRAULIQUE



Maître d'ouvrage	COMMUNE D'ECHALLENS		Echelle	
Objet	AVANT PROJET		-	
STEP D'ECHALLENS		Plan N°		Index
		A2161-100		0
LIGNE HYDRAULIQUE		Dessiné par	BCS	26.08.2021
		Contrôlé par	IMC	

ANNEXE 4

ANALYSES DE BROMURES ET NITROSAMINES

RAPPORT D'ANALYSE No. Z3321 - L08 / 21

Examen des eaux usées (Campagne Echallens: bromure et bromate)

Client, lieu: HOLINGER SA, Lausanne

Prélèvement(s) réalisé(s) par: Réalisé par les différentes STEP

Date de réception de(s) échantillon(s): 06.07.2021

Numéro de l'échantillon:	Description selon le client:	Echantillon du:
3869	Échantillon composite de 24h, STEP d'Echallens	01.-02.07.2021
3870	Échantillon composite de 24h, STEP de Bottens	01.-02.07.2021
3871	Échantillon composite de 24h, STEP d'Eclagnens	01.-02.07.2021
3872	Échantillon composite de 24h, STEP de Fey	01.-02.07.2021
3873	Échantillon composite de 24h, STEP de Cugy	01.-02.07.2021
3874	Échantillon composite de 24h, STEP de Morrens-Mèbre	01.-02.07.2021
3875	Échantillon composite de 24h, STEP de Morrens-Talent	01.-02.07.2021

Numéro de l'échantillon composite:	Description selon le client:	Echantillon du:
3876	Échantillon composite 24h, 7 STEP	01.-02.07.2021

Nom des STEP:	Débit moyen (median) des STEP:	Répartition en % dans l'échantillon composite:
Echallens	3062 m ³	58%
Bottens	584 m ³	11%
Eclagnens	775 m ³	15%
Fey	148 m ³	3%
Cugy	348 m ³	7%
Morrens-Mèbre	174 m ³	3%
Morrens-Talent	172 m ³	3%

Résultats d'analyses voir page(s) suivante(s)



Paramètre	Numéro de l'échantillon:				Limite de quantification	Unité	Méthode/ procédé d'analyse
	3876						
Bromure	35				10	µg Br ⁻ /L	Cl
Bromate	<0.5				0.5	µg BrO ₃ ⁻ /L	LC-MS/MS

Approuvé, Alessandro Piazzoli

Janine Simon , responsable des analyses

Zofingue, 14 juillet 2021

Les résultats des essais se rapportent exclusivement à l'objet testé. Une reproduction même partielle du rapport est interdite sans l'autorisation de ENVILAB SA.
Des informations détaillées sur les méthodes et les incertitudes de mesures sont disponibles sur demande.

RAPPORT D'ANALYSE No. Z3321 - L10 / 21

Examen des eaux usées (Campagne Echallens: bromure, bromate et nitrosamine)

Client, lieu: HOLINGER SA, Lausanne
 Prélèvement(s) réalisé(s) par: Réalisé par les différentes STEP
 Date de réception de(s) échantillon(s): 13.07.2021

Numéro de l'échantillon:	Description selon le client:	Echantillon du:
4058	Échantillon composite de 24h, STEP d'Echallens	05.07.2021
4059	Échantillon composite de 24h, STEP d'Echallens	06.07.2021
4060	Échantillon composite de 24h, STEP d'Echallens	07.07.2021
4061	Échantillon composite de 24h, STEP d'Echallens	08.07.2021
4062	Échantillon composite de 24h, STEP d'Echallens	09.07.2021

Numéro de l'échantillon composite:	Description selon le client:	Echantillon du:
MP (4058 - 4062)	Échantillon composite de 5 jours, STEP d'Echallens	05.-09.07.2021

Résultats d'analyses voir page(s) suivante(s)



Paramètre	Numéro de l'échantillon:				Limite de quantification	Unité	Méthode/ procédé d'analyse
	MP (4058 - 4062)						
Bromure	36				10	µg Br ⁻ /L	Cl
Bromate	<0.5				0.5	µg BrO ₃ ⁻ /L	LC-MS/MS
Nitrosamine							
NDMA (N-Nitroso-diméthylamin)	<10				10	ng/L	GC-TEA (externe)
NMEA (N-Nitroso-méthylethylamin)	<10				10	ng/L	
NDEA (N-Nitroso-diéthylamin)	<10				10	ng/L	
NDIPA (N-Nitroso-di-iso-propylamin)	<10				10	ng/L	
NDPA (N-Nitroso-di-n-propylamin)	<10				10	ng/L	
NDBA (N-Nitroso-di-n-butylamin)	<10				10	ng/L	
NPIP (N-Nitroso-piperidin)	<10				10	ng/L	
NPYR (N-Nitroso-pyrrolidin)	<10				10	ng/L	
NMOR (N-Nitroso-morpholin)	<10				10	ng/L	

Approuvé, Alessandro Piazzoli

Janine Simon , responsable des analyses

Zofingue, 02 août 2021

Les résultats des essais se rapportent exclusivement à l'objet testé. Une reproduction même partielle du rapport est interdite sans l'autorisation de ENVILAB SA.
Des informations détaillées sur les méthodes et les incertitudes de mesures sont disponibles sur demande.

RAPPORT D'ANALYSE No. Z3321 - L11 / 21

Examen des eaux usées (Campagne Echallens: bromure, bromate et nitrosamine)

Client, lieu: HOLINGER SA, Lausanne

Prélèvement(s) réalisé(s) par: Réalisé par les différentes STEP

Date de réception de(s) échantillon(s): 20.07.2021

Numéro de l'échantillon:	Description selon le client:	Echantillon du:
4205	Échantillon composite de 24h, STEP d'Echallens	16./17.07.2021
4206	Échantillon composite de 24h, STEP de Bottens	16./17.07.2021
4207	Échantillon composite de 24h, STEP d'Eclagnens	16./17.07.2021
4208	Échantillon composite de 24h, STEP de Fey	16./17.07.2021
4209	Échantillon composite de 24h, STEP de Cugy	16./17.07.2021
4210	Échantillon composite de 24h, STEP de Morrens-Mèbre	16./17.07.2021
4211	Échantillon composite de 24h, STEP de Morrens-Talent	16./17.07.2021

Numéro de l'échantillon composite:	Description selon le client:	Echantillon du:
MP (4205 - 4211)	Échantillon composite 24h, 7 STEP	16./17.07.2021

Nom des STEP:	Débit moyen (median) des STEP:	Répartition en % dans l'échantillon composite:
Echallens	4'539 m ³	44%
Bottens	1'114 m ³	11%
Eclagnens	2'000 m ³	19%
Fey	168 m ³	2%
Cugy	895 m ³	9%
Morrens-Mèbre	786 m ³	8%
Morrens-Talent	904 m ³	9%

Résultats d'analyses voir page(s) suivante(s)



Paramètre	Numéro de l'échantillon:				Limite de quantification	Unité	Méthode/ procédé d'analyse
	MP (4205 - 4211)						
Bromure	24				10	µg Br ⁻ /L	Cl
Bromate	<0.5				0.5	µg BrO ₃ ⁻ /L	LC-MS/MS
Nitrosamine							
NDMA (N-Nitroso-diméthylamin)	<10				10	ng/L	GC-TEA (externe)
NMEA (N-Nitroso-méthylethylamin)	<10				10	ng/L	
NDEA (N-Nitroso-diéthylamin)	<10				10	ng/L	
NDIPA (N-Nitroso-di-iso-propylamin)	<10				10	ng/L	
NDPA (N-Nitroso-di-n-propylamin)	<10				10	ng/L	
NDBA (N-Nitroso-di-n-butylamin)	<10				10	ng/L	
NPIP (N-Nitroso-piperidin)	<10				10	ng/L	
NPYR (N-Nitroso-pyrrolidin)	<10				10	ng/L	
NMOR (N-Nitroso-morpholin)	<10				10	ng/L	

Approuvé, Alessandro Piazzoli

Janine Simon , responsable des analyses

Zofingue, 03 août 2021

Les résultats des essais se rapportent exclusivement à l'objet testé. Une reproduction même partielle du rapport est interdite sans l'autorisation de ENVILAB SA.
Des informations détaillées sur les méthodes et les incertitudes de mesures sont disponibles sur demande.

RAPPORT D'ANALYSE No. Z3321 - L12 / 21

Examen des eaux usées (Campagne Echallens: bromure, bromate et nitrosamine)

Client, lieu: HOLINGER SA, Lausanne
 Prélèvement(s) réalisé(s) par: Réalisé par les différentes STEP
 Date de réception de(s) échantillon(s): 28.07.2021

Numéro de l'échantillon:	Description selon le client:	Echantillon du:
4429	Échantillon composite de 24h, STEP d'Echallens	19./20.07.2021
4430	Échantillon composite de 24h, STEP d'Echallens	20./21.07.2021
4431	Échantillon composite de 24h, STEP d'Echallens	21./22.07.2021
4432	Échantillon composite de 24h, STEP d'Echallens	22./23.07.2021
4433	Échantillon composite de 24h, STEP d'Echallens	23./24.07.2021

Numéro de l'échantillon composite:	Description selon le client:	Echantillon du:
MP (4429 - 4433)	Échantillon composite de 5 jours, STEP d'Echallens	19.-24.07.2021

Résultats d'analyses voir page(s) suivante(s)



Paramètre	Numéro de l'échantillon:				Limite de quantification	Unité	Méthode/ procédé d'analyse
	MP (4429 - 4433)						
Bromure	43				10	µg Br ⁻ /L	Cl
Bromate	<0.5				0.5	µg BrO ₃ ⁻ /L	LC-MS/MS
Nitrosamine							
NDMA (N-Nitroso-diméthylamin)	<10				10	ng/L	GC-TEA (externe)
NMEA (N-Nitroso-méthylethylamin)	<10				10	ng/L	
NDEA (N-Nitroso-diéthylamin)	<10				10	ng/L	
NDIPA (N-Nitroso-di-iso-propylamin)	<10				10	ng/L	
NDPA (N-Nitroso-di-n-propylamin)	<10				10	ng/L	
NDBA (N-Nitroso-di-n-butylamin)	<10				10	ng/L	
NPIP (N-Nitroso-piperidin)	<10				10	ng/L	
NPYR (N-Nitroso-pyrrolidin)	<10				10	ng/L	
NMOR (N-Nitroso-morpholin)	<10				10	ng/L	

Approuvé, Alessandro Piazzoli

Zofingue, 12. août 2021

Magali Christ , responsable des analyses

Les résultats des essais se rapportent exclusivement à l'objet testé. Une reproduction même partielle du rapport est interdite sans l'autorisation de ENVILAB SA.
Des informations détaillées sur les méthodes et les incertitudes de mesures sont disponibles sur demande.

RAPPORT D'ANALYSE No. Z3321 - L13 / 21

Examen des eaux usées (Campagne Echallens: bromure, bromate et nitrosamine)

Client, lieu: HOLINGER SA, Lausanne

Prélèvement(s) réalisé(s) par: Réalisé par les différentes STEP

Date de réception de(s) échantillon(s): 29.07.2021

Numéro de l'échantillon:	Description selon le client:	Echantillon du:
4536	Échantillon composite de 24h, STEP d'Echallens	26./27.07.21
4537	Échantillon composite de 24h, STEP de Bottens	26./27.07.21
4538	Échantillon composite de 24h, STEP d'Eclagnens	26./27.07.21
4539	Échantillon composite de 24h, STEP de Fey	26./27.07.21
4540	Échantillon composite de 24h, STEP de Cugy	26./27.07.21
4541	Échantillon composite de 24h, STEP de Morrens-Mèbre	26./27.07.21
4542	Échantillon composite de 24h, STEP de Morrens-Talent	26./27.07.21

Numéro de l'échantillon composite:	Description selon le client:	Echantillon du:
MP (4536 - 4542)	Échantillon composite 24h, 7 STEP	26./27.07.21

Nom des STEP:	Débit moyen (median) des STEP:	Répartition en % dans l'échantillon composite:
Echallens	2'559 m ³	62%
Bottens	356 m ³	9%
Eclagnens	593 m ³	14%
Fey	111 m ³	3%
Cugy	299 m ³	7%
Morrens-Mèbre	109 m ³	3%
Morrens-Talent	108 m ³	3%

Résultats d'analyses voir page(s) suivante(s)



Paramètre	Numéro de l'échantillon:				Limite de quantification	Unité	Méthode/ procédé d'analyse
	MP (4536 - 4542)						
Bromure	37				10	µg Br ⁻ /L	Cl
Bromate	<0.5				0.5	µg BrO ₃ ⁻ /L	LC-MS/MS
Nitrosamine							
NDMA (N-Nitroso-diméthylamin)	<10				10	ng/L	GC-TEA (externe)
NMEA (N-Nitroso-méthylethylamin)	<10				10	ng/L	
NDEA (N-Nitroso-diéthylamin)	<10				10	ng/L	
NDIPA (N-Nitroso-di-iso-propylamin)	<10				10	ng/L	
NDPA (N-Nitroso-di-n-propylamin)	<10				10	ng/L	
NDBA (N-Nitroso-di-n-butylamin)	<10				10	ng/L	
NPIP (N-Nitroso-piperidin)	<10				10	ng/L	
NPYR (N-Nitroso-pyrrolidin)	<10				10	ng/L	
NMOR (N-Nitroso-morpholin)	<10				10	ng/L	

Approuvé, Alessandro Piazzoli

Magali Christ , responsable des analyses

Zofingue, 12. août 2021

Les résultats des essais se rapportent exclusivement à l'objet testé. Une reproduction même partielle du rapport est interdite sans l'autorisation de ENVILAB SA.
Des informations détaillées sur les méthodes et les incertitudes de mesures sont disponibles sur demande.

ANNEXE 5

DEVIS ESTIMATIF D'AVANT-PROJET PAR CFC

STEP ASET Echallens		COÛTS D'INVESTISSEMENT (2021) sans TVA
		Total par CFC
CFC	Désignation	CHF
0	TERRAIN	1'383'000
1	Acquisition du terrain ou du droit de superficie	200'000
2	Frais accessoires acquisition terrain ou droit superficie	80'000
3	Indemnisations, servitudes, participations	1'103'000
1	TRAVAUX PRÉPARATOIRES	387'000
10	Relevés, études géotechniques	50'000
11	Déblaiement, préparation du terrain	177'000
13	Installations de chantier en commun	60'000
15	Adaptations du réseau de conduites existant	100'000
2	BÂTIMENT	9'874'000
20	Excavation	1'401'000
21	Gros œuvre 1	5'819'000
22	Gros œuvre 2	945'000
24	Chauffage, ventilation et conditionnement d'air	820'000
25	Installations sanitaires	558'000
27	Aménagements intérieurs 1	125'000
28	Aménagements intérieurs 2	206'000
4	AMÉNAGEMENTS EXTÉRIEURS	586'000
42	Jardins	125'000
46	Petits tracés	461'000
5	FRAIS SECONDAIRES ET HONORAIRES	3'072'000
51	Autorisation, taxes	40'000
52	Echantillons, maquettes, documents	50'000
53	Assurances	60'000
55	Prestations du maître d'ouvrage	100'000
59	Honoraires	2'822'000
7	EQUIPEMENTS	7'662'000
70	Traitement des eaux pluviales, ouvrages d'entrée	50'000
71	Prétraitement	995'000
72	Traitement biologique et chimique	2'551'000
73	Traitement des boues / Gaz et énergie	1'207'000
74	Traitement des micropolluants	1'842'000
75	Divers équipements 1	330'000
76	Divers équipements 2	290'000
77	Divers équipements 3	397'000
8	MCRC+E	2'980'000
81	Travaux préparatoires	142'000
82	Installations	596'000
83	Installations de commande	950'000
84	Technique de mesure	350'000
85	Automate programmable (API) / système de supervision central	692'000
89	Divers	250'000
9	AMEUBLEMENT ET DÉCORATION	150'000
90	Meubles	100'000
93	Appareils, machines	50'000
	TOTAL	CHF 26'094'000
TOTAL TTC		28'103'238

ANNEXE 6

COÛTS DE L'OZONATION – INVESTISSEMENT

STEP régionale de l'ASET - Traitement des micropolluants

VARIANTE OZONATION			amortissement	
id	Position	Total	taux	total
1	Génie Civil	630 000	1.5%	9 719
2	Equipements électromécaniques	1 690 000	5.0%	83 895
3	Second-œuvre	250 000	2.5%	6 250
4	Electricité et automation	590 000	7.3%	42 834
5	CVS	60 000	3.3%	1 980
6	Total intermédiaire 1	3 220 000	4.5%	144 679
7	Honoraires (15%)	483 000		
8	Divers et imprévus (15%)	483 000		
	Arrondi	-7 727		
9	Total HT	4 178 273		
10	TVA (7.7%)	321 727		
11	TOTAL CHF incl. TVA	4 500 000	4.5%	202 191
	+ 30 %	5 850 000		
	- 30 %	3 150 000		

ANNEXE 7

COÛTS ANNUELS DE L'OZONATION

VARIANTE OZONATION

Position	Quantité	Prix unitaire	Frais annuels CHF
Consommables			
Oxygène liquide	143 t/an	180 CHF/t	25 773
Electricité			
Ozone	214 776 kWh/a	0.20 CHF/kWh	42 955
Filtre à sable	0.01 kWh/m3	0.20 CHF/kWh	4 539
Coûts divers			
Personnel	0.2 ETP	120 000 CHF/ETP	24 000
Location citerne Lox		6 000.00 CHF/an	6 000
Analyses micropolluants (Echantillons)	12 Ech./an	500 CHF/Ech.	6 000
Eau de lavage	56 502 m3/an	0.15 CHF/m3	8 475
Sous-total			117 743
Maintenance			
- Equipements mécanique	1 690 000 CHF	1.00%	16 900
- MCRCE	590 000 CHF	1.00%	5 900
- Génie civil	630 000 CHF	0.50%	3 150
		arrondi	-3 693
Frais d'exploitation (TTC)			140 000
Amortissement (arrondi supérieur)			210 000
Frais annuels			350 000

ANNEXE 8

COURRIER DGE DU 26 MAI 2020



**Direction générale
de l'environnement (DGE)**

Protection des eaux

Ch. des Boveresses 155
Case postale 33
1066 Epalinges

Municipalité	CHO		
Services			
Réception	28 MAI 2020		
Classements	2. M. 8450		
	Commune d'Echallens		

Administration communale
A l'att. de M. Christian Monney
Président du COPIL ASET
Pl. de l'Hôtel de Ville 3
1040 Echallens

Réf. : CAJ/GH/alb

Epalinges, le 26 mai 2020

Personne de contact :

Gabrielle Hack
☎ : 021 - 316 71 57

Rapport « Evaluation des impacts sur le Talent et des exigences de rejet »

Monsieur le Président,
Madame et Messieurs les membres du COPIL,

Nous accusons réception du rapport « Evaluation des impacts sur le Talent et des exigences de rejet » du bureau ECOSCAN. Après examen, nous vous communiquons ci-dessous les exigences de rejet à prendre en considération pour la suite du projet, compte tenu de l'art. 6 et de l'annexe 3 OEaux, du principe de proportionnalité et des conclusions de l'étude.

Paramètre	Exigences pour la future STEP d'Echallens
Substances non dissoutes totales	15 mg/l
Demande chimique en oxygène (DCO)	45 mg/l O ₂ et 85% de rendement
Carbone organique dissous (COD)	10 mg/l et 85% de rendement*
Demande biochimique en oxygène à 5 jours (DBO ₅)	10 mg/l O ₂ et 90% de rendement
Ammonium (somme de N-NH ₄ ⁺ et N-NH ₃)	1 mg/l N et 90% de rendement*
Nitrite (NO ₂)	0.3 mg/l (valeur indicative)
Phosphore total (Ptot)	0.5 mg/l P et 90% de rendement
Composés organiques traces	80% de rendement

* Calcul selon formules de l'annexe 3.1, ch 2 OEaux

Pour le surplus, les exigences de l'annexe 3.1 OEaux s'appliquent.

En restant à disposition pour toute question relative à ce qui précède, nous vous prions d'agréer, Monsieur le Président, Madame et Messieurs les membres du COPIL, nos meilleures salutations.

C.-A. Jaquerod
Chef de section

G. Hack
Cheffe de projet