



Syndicat d'épuration des eaux de Moutier et environs
STEP de Moutier (Roches)

Optimisation et maintien de la valeur de la filière boues

Rapport technique

Objet n°. 20007.11

Lausanne, le 04 mars 2024

HUNZIKER **BETATECH**

SIMPLICITÉ.
CRÉATIVITÉ.
ENGAGEMENT.

Impression: pdf

Nom du projet: Optimisation et maintien de la valeur de la filière boues

Phase: 32

Date de publication: 04.03.2024

Dernière modification:

Auteur: Hunziker Betatech SA
Rue Haldimand 6
1003 Lausanne

ATB SA
Rue Industrielle 15
Case postale 58
2740 Moutier

Bering AG
Papiermühlestrasse 4
3000 Bern 25

Tel. 021 213 05 50
E-Mail: lausanne@hunziker-
betatech.ch

Tél. 032 494 55 88
E-Mail: Moutier@atb-sa.ch

Tel. 031 337 52 52
E-Mail: bern@bering.ch

William Cornelius
Martin Baggenstos

Blaise Badertscher

Stephan Schmid

Fichier:

H:\2 Projekte\20000-120007 Moutier\20007.11 TB Phase 2\04 Berichte\b003 Rapport PO\20007.11-20240304-b003 rapport projet d'ouvrage.docx



Table des matières

1	Introduction	3
1.1	Situation de départ	3
1.2	Périmètre du projet	3
1.3	Objectifs du projet	3
1.4	Déroulement du projet	4
2	Données de bases	4
3	Eléments actuels du traitement des boues et du système gaz	5
3.1	Eléments du traitement des boues	5
3.2	Eléments du système gaz	5
4	Base de dimensionnement	7
4.1	Digestion	7
5	Analyse de variantes digesteur 2	9
5.1	Analyse multicritères	9
5.2	Variante retenue	10
6	Etat des ouvrages et des équipements	11
6.1	Etat des bétons des digesteurs 1 et 2	11
6.2	Equipements des digesteurs 1 et 2	11
6.3	Extraction des boues en excès	12
6.4	Extraction des boues fraîches	12
6.5	Dosage des concentrats	13
7	Etendue et description du projet	14
7.1	Digesteur 1	14
7.2	Digesteur 2	15
7.3	Chauffage du digesteur 2 pendant les travaux sur le digesteur 1	15
7.4	Pompes du traitement des boues	16
7.5	Optimisation de l'extraction des boues fraîches	16
7.6	Optimisation du dosage des concentrats	16
7.7	Optimisation de l'extraction des boues en excès	16
7.8	Système gaz	16
8	Concept d'exploitation à l'état futur	17
8.1	Alimentation du digesteur 1	17
8.2	Exploitation du digesteur 1	17
8.3	Chauffage du digesteur 2 en phase travaux	17
8.4	Exploitation du digesteur 2	18
8.5	Extraction des boues fraîches	18
8.6	Dosage des concentrats	18
8.7	Extraction des boues en excès	18
9	Génie civil	19
9.1	Protection du béton	19
9.2	Concept statique	19
9.3	Concept étanchéité et revêtement	19
9.4	Sécurité sismique	19
10	Concept E+MCRC	20



10.1	Installations électriques	20
10.2	Modification des armoires électriques (EABT)	20
10.3	Zone Ex	21
10.4	Terre de fondation	21
10.5	Protection contre la foudre	21
10.6	Protection contre la corrosion	22
10.7	Montage des appareils de commande	22
10.8	Autres précisions	22
10.9	Automation	22
10.10	Étiquettes en dehors des armoires	23
10.11	Mesures process	23
10.12	Points à clarifier avant la phase 51	23
11	Autres concepts	24
11.1	Concept de protection contre les explosions	24
11.2	Concept des matériaux	24
12	Autres aspects relevant du projet	25
12.1	Aspects environnementaux	25
12.2	Conformité CE	25
13	Coûts d'investissement	26
13.1	Devis estimatif	26
13.2	Subventions	26
14	Coûts d'exploitation	27
15	Délais et phasage des travaux	28
	Annexes	30
	Plans (documents séparés)	30



1 Introduction

1.1 Situation de départ

La station d'épuration (STEP) du SEME à Roches a été mise en service en 1984. Elle a été complétée en 1992 par un deuxième digesteur avec gazomètre flottant, tamisage, hygiénisation des boues et le tampon de retours, et en 1999 par le stockeur des boues digérées. En 2000, les installations de gaz ont été mises aux normes. Suite à l'interdiction de l'épandage des boues d'épuration, l'hygiénisation a été mise hors service et démontée en 2009. Un couple à chaleur force a été installé en 2010. L'assainissement complet de la filière eau et de la partie EMCRC (Electricité, Mesure, Commande, Réglage et Conduite centralisée) de la filière des boues a été terminé en 2016. En revanche, les ouvrages ainsi que les équipements électromécaniques du traitement des boues n'ont pas été inclus dans le projet d'assainissement. Si bien que ces derniers montrent une certaine usure.

Suite à ce constat, le SEME a mandaté Hunziker Betatech en 2018 pour réaliser un avant-projet détaillé de l'assainissement du traitement des boues (doc n° 20007.60-B002 du 6 décembre 2018). Le périmètre du projet se limitait principalement au digesteur 1 selon les souhaits de l'ancien exploitant. Seul le remplacement de l'échangeur de chaleur de la digestion a été réalisé en 2018.

Suite au changement d'exploitant en 2021, des optimisations et améliorations de l'ensemble la filière boues sont souhaitées par ce dernier. De plus, il est prévu de changer le système de supervision en 2023-2024. Ce changement sera organisé par le SEME, mais il sera nécessaire au préalable d'adapter les descriptifs de fonctionnement existants pour tenir compte des modifications de programmes voulues par l'exploitant.

Une analyse de variante a été menée en 2022 pour étudier la pertinence économique et environnementale d'ajouter une étape de déshydratation des boues, voir même d'un séchage en comparaison de la situation actuelle (doc. n°20007.10-b001 du 13 septembre 2022). Les résultats recommandent le maintien de la situation actuelle principalement du fait des coûts (investissement et exploitation).

Pour le SEME, il s'agit de mettre à niveau l'ensemble de la filière boues (et plus seulement la digestion) pour qu'elle réponde à l'état de la technique et assurer aussi le maintien de sa valeur pour les 15 prochaines années.

Face à ces constats, le SEME a mandaté Hunziker Betatech SA, le 5 avril 2023, pour l'élaboration de d'un projet d'ouvrage pour le maintien de la valeur et l'optimisation de la filière boues.

1.2 Périmètre du projet

Le périmètre du projet se limite aux éléments décrits dans ce rapport.

1.3 Objectifs du projet

Les objectifs du projet visent à optimiser et garantir le maintien de la valeur du traitement des boues :

- Définir les équipements électromécaniques du traitement des boues à remplacer pour assurer une exploitation stable et sûre pour les 15 prochaines années
- Définir les travaux d'assainissement du digesteur 2, notamment la cloche flottante faisant office de gazomètre
- Optimisation/amélioration des fonctions suivantes :



- Amélioration du fonctionnement de l'extraction des boues fraîches
- Amélioration et comptabilisation de l'extraction des boues en excès
- Optimisation du dosage des concentrats et modification du point d'injection à l'aval de la décantation primaire
- Permettre la recirculation par le bas lors du cycle de chauffage des boues au niveau du digesteur 1
- Estimation des coûts avec une précision de +/- 10% pour le vote du crédit et la votation populaire
- Garantir la sécurité des travailleurs et d'exploitation

1.4 Déroulement du projet

Le projet est découpé en deux phases :

- Phase 1 : étude de variante pour l'assainissement de la cloche flottante gazométrique du digesteur 2
- Phase 2 : Projet d'ouvrage

2 Données de bases

- Offre d'honoraires Hunziker Betatech du 26 octobre 2022
- Liste des modifications souhaitée par l'exploitant (doc. n° Détails des modifications installation_V02) reçue le 4 octobre 2022
- Rapport étude de variante du traitement des boues, doc. n°20007.10-b001, Hunziker Betatech SA, du 13 septembre 2022
- Rapport d'avant-projet détaillé de la digestion, doc n°20007.60-B002, Hunziker Betatech SA, 6 décembre 2018
- Plans de l'ouvrage exécuté du traitement des boues
- Bases de dimensionnement du projet de rénovation du traitement de l'eau
- Schémas T+I du traitement des boues et du système gaz
- Descriptifs de fonctionnement du traitement des boues et du système gaz
- Données d'exploitation concernant le traitement des boues 2013-2021
- Offres indicatives d'entreprises
- ATB SA, Devis estimatif des travaux génie-civil
- Bering SA, Devis estimatif des travaux E+MCRC
- Différentes visites et séances avec le SEME

3 Eléments actuels du traitement des boues et du système gaz

3.1 Eléments du traitement des boues

Les boues en excès sont conduites par une canalisation gravitaire depuis les bassins biologiques vers la fosse de retour. Cette même fosse récolte également le rinçage de la rigole des flottant (biologie) et les eaux pluviales des surfaces imperméables de la station d'épuration. Depuis cette fosse, les boues en excès sont pompées à l'entrée du dessableur et sont extraites des décanteurs primaires ensemble avec les boues primaires à l'aide de 4 pompes mammouth (ou air lift). Ces boues arrivent dans la fosse à boues fraîches, elles sont tamisées par une Strainpress et arrivent ensuite dans la fosse intermédiaire pour être pompée vers le digesteur 1. Le digesteur 1 est un ouvrage en béton cylindrique isolé (capacité de 950 m³) disposant de 3 trémies.

Le digesteur 1 est alimenté 8 fois par jour par batch d'environ 3 m³. Pendant l'alimentation, les boues passent par l'échangeur de chaleur afin de les préchauffer. La recirculation des boues du digesteur 1 s'enclenche peu avant et les boues fraîches sont mélangées avec les boues du digesteur 1 avant de passer dans l'échangeur. Le digesteur est équipé d'une cloche flottante. Il dispose de deux agitateurs qui assurent l'homogénéité des boues. Il est exploité avec un niveau variable (cloche flottante).

Selon la température dans le digesteur 1, la recirculation et le chauffage des boues s'enclenchent automatiquement. Les boues sont aspirées par une des 2 pompes, puis refoulées vers l'échangeur de chaleur. Les boues sont recirculées jusqu'à l'obtention de la température du digesteur voulue, puis la recirculation s'arrête.

Le transfert des boues vers le digesteur 2 est effectué environ tous les 4 jours par pompage d'un volume d'environ 80 à 100 m³ depuis les trois trémies du digesteur 1 vers le niveau haut ou le niveau de recirculation du digesteur 2. Les programmes de transfert de boues vers le digesteur 2 sont activés manuellement depuis la supervision. Un transfert gravitaire par équilibrage des digesteurs est également possible via une conduite et se fait manuellement sans programme par la manipulation des vannes correspondantes.

Le digesteur 2 est un ouvrage en béton cylindrique (capacité de 950 m³), non isolé, disposant d'une trémie conique dans le fond. Il est surmonté d'un gazomètre flottant (capacité de 250 m³) en acier qui est directement relié au gazomètre principal via une conduite de gaz. Le digesteur 2 dispose d'un brasseur dont la garniture mécanique est refroidie à l'eau potable.

Le digesteur 2 fonctionne pour terminer la digestion. Il a aussi une fonction d'épaississement et de stockage avant le transfert des boues vers le stockeur extérieur. Cette opération se fait manuellement ou par commande depuis la supervision, soit par gravité, soit par pompage si les boues sont épaisses. Il n'est pas chauffé, si ce n'est par les boues en provenance du digesteur 1.

Le stockeur de boues réceptionne les boues digérées en provenance du digesteur 2. Sa capacité est de 1000 m³. Il est équipé de 3 conduites d'alimentation et de vidange qui correspondent à 3 niveaux différents du stockeur. Les boues épaissies du stockeur sont chargées régulièrement) dans les camions de transport via la pompe du digesteur.

Les eaux putrides (ou centrats) du stockeur sont acheminés vers le tampon d'eau putrides, d'une capacité de 80 m³. Elles sont dirigées en tête de STEP par l'intermédiaire de la fosse des retours par pompage.

3.2 Eléments du système gaz

La digestion anaérobie des boues dans les digesteurs 1 et 2 produit du biogaz (surtout dans le digesteur 1) qui est récupéré au niveau des cloches flottantes.



Les 2 cloches flottantes sont reliées au gazomètre 1 par une tuyauterie de biogaz qui passe à travers diverses armatures placées dans le local gaz. Pour le digesteur 1 la tuyauterie est placée au centre et à l'intérieur du digesteur. Elle descend jusqu'au fond et rejoint le local gaz en passant à travers le mur le séparant du digesteur.

Trois filtres à gravier éliminent l'humidité du biogaz. Des pots de condensation récupèrent les condensats qui sont évacués jusqu'à la fosse de drainage, via une fosse toutes eaux.

Le gaz est stocké dans le gazomètre 1 (150 m³). Une partie supplémentaire, significative, peut en plus être stockée dans la cloche flottante du digesteur 2 (gazomètre 2, capacité 250 m³) lorsque le gazomètre 1 est plein.

Depuis le gazomètre, le biogaz alimente 3 consommateurs selon les conditions d'exploitation :

- Normalement, le biogaz est valorisé sur un couple chaleur-force (CCF). Le CCF produit de l'électricité et de la chaleur. La chaleur est valorisée dans le réseau de chauffage et se stocke jusqu'à limite de capacité dans l'accumulateur de chaleur (V=11 m³). Le surplus est évacué vers l'extérieur via le circuit de refroidissement d'urgence du CCF. En cas de coupure de l'alimentation électrique de la STEP, le CCF fonctionne comme groupe de secours, consomme le biogaz disponible et alimente les consommateurs dédiés à ce fonctionnement particulier
- En cas de manque de mazout, le brûleur bicom bustible du chauffage peut être réglé pour consommer du biogaz et peut fonctionner en parallèle du CCF.
- En cas d'urgence, si les gazomètres 1 et 2 sont pleins, le surplus de biogaz est brûlé par la torchère directement dans l'atmosphère.

4 Base de dimensionnement

Selon l'exigence du SEME, la digestion doit pouvoir fonctionner à l'état futur pour 13'500 EH.

4.1 Digestion

Sur la base des données d'exploitation de 2018 à 2021, un contrôle du fonctionnement de la digestion a été effectué pour l'état actuel et l'état futur. Le tableau ci-dessous indique les bases de dimensionnement de la digestion et des paramètres clés de fonctionnement.

Les valeurs caractéristiques suivantes ont été déterminées à partir des données d'exploitation 2019-2021 :

	Actuel 10'913 EH	Futur 13'500 EH	
• Boues fraîches entrantes:			
○ Volume	27	33	m ³ /j
○ Matières sèches MS	677	837	kg MS/j
○ Matière organique	494	611	kg M _o S/j
• Digesteur 1:			
○ Volume:	950	825	m ³
○ Temps de séjour:	36	25	j
○ Température :	34	36	°C
• Digesteur 2:			
○ Volume:	950	950	m ³
○ Temps de séjour:	36	36	j
○ Température :		non mesuré/non chauffé	
• Boues digérées :			
○ Volume	27	33	m ³ /j
○ Matières sèches MS	401	496	kg MS/j
○ Matière organique	168	208	kg M _o S/j
• Production de biogaz:			
○ Volume	317	392	m ³ /j
○ Production spécifique :	0.97	0.97	m ³ /kg M _o S abattu
	0.64	0.64	m ³ /kg M _o S entrant
• Volume de stockage biogaz			
○ Gazomètre 1	150		m ³
○ Gazomètre 2 (digesteur 2)	250		m ³
○ Total	400		m ³



Pour la STEP de Moutier, en tenant compte de l'alimentation actuelle de la digestion (plusieurs alimentations par jour) et la valorisation du biogaz par un CCF et par une chaudière à gaz en hiver, il est recommandé que le volume de stockage corresponde entre 50 à 100 % de la production journalière de biogaz. Le volume de stockage existant permet de couvrir 100% de la production journalière future. Un volume important permet une plus grande flexibilité sur l'exploitation du CCF

Etat actuel

Il y a en moyenne journalière 27 m³ de boues ou 677 kg MS qui entrent dans le digesteur 1. Ces valeurs conduisent à un temps de séjour des boues dans le digesteur 1 de 36 jours. A ceci s'ajoutent encore 36 jours dans le digesteur 2. La digestion produit en moyenne journalière 317 Nm³ de biogaz et dégrade environ 66% de la matière organique. Le taux de dégradation de la matière organique est un indicateur pour le fonctionnement de la digestion. Une digestion qui fonctionne bien, dégrade au moins 50% de la matière organique.

Ces chiffres indiquent un bon fonctionnement de la digestion. Le temps de séjour dans le digesteur 1 est élevé. En général on considère qu'un temps de séjour entre 25 et 30 jours est suffisant.

Etat futur

A l'état futur, il y aura en moyenne journalière 33 m³ de boues ou 837 kg MS qui entre dans le digesteur 1. Le remplacement de la cloche flottante par un couvercle fixe en béton implique une réduction du volume utile du digesteur 1, qui passe de 950 à 825 m³. Ces valeurs conduisent à un temps de séjour de 25 j ce qui est suffisant pour une bonne digestion, ce qui ne devrait pas péjorer la production de biogaz notamment du fait du digesteur 2 bien que ce dernier ne soit pas chauffé.

5 Analyse de variantes digesteur 2

Lors de la première phase du projet, une étude de variante pour l'assainissement de la cloche flottante gazométrique du digesteur 2 est menée. Le rapport complet est présenté à l'annexe 1. Seul un résumé est donné ci-après.

Trois variantes ont été comparées par analyse multicritère afin de déterminer la meilleure variante.

Les trois variantes suivantes sont comparées :

- Variante 1 – Assainissement de la cloche existante
- Variante 2 – Remplacement par un gazomètre à membrane
- Variante 3 – Remplacement par un dôme béton

5.1 Analyse multicritères




Le tableau suivant récapitule l'analyse multicritères (légende code couleur : voir page suivante).

	Variante 1 Assainissement cloche flottante	Variante 2 Gazomètre double membrane	Variante 3 Dôme béton
Coûts d'investissement	~130 kCHF	~200 kCHF Mio	~490kCHF
Coûts annuels (Amortissement + frais exploitation)	~6.5 kCHF/an Amortissement : 6.5 kCHF/an (durée de vie de 20 ans) Frais exploitation : 0 kCHF/an	~11.3 kCHF/an Amortissement : 10 kCHF/an (durée de vie de 20 ans) Frais exploitation ¹ : 1.3 kCHF/an	~12.3 kCHF/an Amortissement : 12.3 kCHF/an (durée de vie de 40 ans) Frais exploitation : 0 kCHF/an
Perte de biogaz	Perte inchangée mais faible	0	0
Compatibilité système gaz existant	Compatible	Incompatible du fait de la pression plus faible	Compatible
Volume de stockage biogaz	Volume inchangé et suffisant (100% de la production journalière future)	Volume légèrement inférieur ou équivalent à la variante 1 en fonction du gazomètre choisi	Volume inférieur à 50% de la production journalière future
Aspect visuel	Identique à la situation actuelle	Aspect visuel jugé moins favorable. Dépend aussi de la hauteur du gazomètre choisi	Identique au futur aspect du digesteur 1 qui sera équipé d'un dôme béton en remplacement de la cloche flottante.
Durée des travaux	Environ 2 mois	Environ 3 mois	Environ 7 mois

¹ Soufflante 1.2 kW fonctionnant environ 50% du temps et 0.25 ct/kWh



Légende code couleur :

	Avantage par rapport aux autres variantes
	Neutre ou léger désavantage par rapport aux autres variantes
	Fort désavantage par rapport aux autres variantes, mais non éliminatoire

5.2 Variante retenue

La variante 1 a été retenue par le SEME car elle présente le plus d'avantages. A noter que le coût de rénovation présenté ci-avant prenait en compte un assainissement total (y c sablage et nouvelle peinture anti-corrosion) de la cloche gazométrique. Suite au contrôle effectué par le fournisseur de cette cloche, il s'avère que seul le remplacement des joints au niveau des brides pleines est nécessaire, dont le coût est d'environ CHF HT 5'000, soit bien en dessous des CHF HT 130'000 estimé dans l'analyse de variantes. Le devis estimatif du présent projet d'ouvrage adopte le montant de CHF HT 5'000 pour ces travaux.

6 Etat des ouvrages et des équipements

6.1 Etat des bétons des digesteurs 1 et 2

Une analyse des bétons des deux digesteurs a été menée lors du projet de 2018.

Les résultats principaux de l'analyse sont les suivants (voir rapport Tecsol en annexe du dossier de projet 2018) :

- Le béton a une résistance élevée et une très bonne compacité
- Aucun défaut de compactage ou autre nid de gravier n'est apparu
- La carbonatation de béton est pratiquement inexistante
- Les teneurs en chlorure sont très faibles
- Les épaisseurs d'enrobage de l'armature pour du béton très compact sont souvent supérieurs à 20 mm

Par conséquent aucun défaut (dégât) n'avait été mis en évidence, nécessitant des travaux d'assainissement des bétons existants.

6.2 Equipements des digesteurs 1 et 2

Digesteur 1

Les équipements du digesteur 1, tuyauterie comprise, étaient dans un état acceptable lors de l'inspection réalisé en 2018 (hors cloche flottante et agitateurs qui sont tous les 2 hors services). Les tuyauteries d'extraction des boues depuis les trémies prises dans le béton étaient dans un bon état selon l'exploitant en 2018.

Digesteur 2

La cloche gazométrique a fait l'objet d'une inspection par l'entreprise Alpha Wassertechnik (fournisseur de cette équipement) le 29.01.2024. Selon cette dernière, la cloche est en bon état. Seuls les joints au niveau des différentes brides doivent être remplacés. La peinture de protection ainsi que les galets (rouleaux) sont en bon état.

L'agitateur horizontale est dans état acceptable grâce à un bon entretien effectué par l'exploitation. Cependant, étant donné l'âge de cet équipement et l'indisponibilité des pièces de rechange (le fournisseur ne fabrique plus ce type d'équipement), il est prévu de le remplacer dans le cadre du projet.

La tuyauterie du digesteur 2 était dans un état acceptable lors de l'inspection sommaire visuelle réalisé en 2018. Il n'est pas prévu de la remplacer.

Pompes

Les pompes suivantes sont encore dans un état acceptable grâce à un bon entretien effectué par l'exploitation mais présentent des signes d'usure important et doivent être remplacées préventivement :

- Pompes boues en retour (2 pièces)
- Pompes de recirculation (2 pièces)

- Pompe chargement camion (1 pièce)
- Pompes de drainage (2 pièces)

Les autres pompes du traitement des boues ont été remplacées depuis 2015.

Instruments de mesures

Le débitmètre pour le chargement du camion est d'origine et doit être remplacé préventivement.

Robinetterie

Les vannes guillotines (manuelles, pneumatique et motorisées) sont pour la plupart d'origine et présentent des signes d'usure. Il est prévu de les remplacer lors des travaux.

Les clapets anti-retour au refoulement des pompes sont d'origine et présentent des défauts d'étanchéité et de fonctionnement. Il est prévu de les remplacer en même temps que les pompes.

Divers

Les garde-corps actuels des deux digesteurs et de la passerelle de liaison entre ces derniers ne sont pas conformes aux prescriptions SUVA (hauteur inférieure à 110 cm et lisse intermédiaire non conforme). Ils seront adaptés (réhausse et ajout plinth) pour être conformes aux prescriptions SUVA.

Système gaz

La vanne magnétique au niveau de l'alimentation de la torchère n'est plus en fonction et doit être remplacées.

Les indicateurs de pression au niveau des 3 filtres à gravier ne sont pas conformes et doivent être remplacés.

6.3 Extraction des boues en excès

Les deux ponts suceurs de la décantation secondaire ont été remplacés en 2015. L'extraction des boues en excès se fait au niveau de la conduite de refoulement des boues en retour par un piquage avec vanne motorisée. Le débit des boues en retour est fonction du débit d'entrée dans la biologie. La pompe des boues en retour est dimensionnée pour fonctionner de 35 à 110 l/s. Selon l'exploitant, à partir d'un débit de la pompe d'environ 85 l/s (valeur encore à confirmer), l'extraction ne fonctionne plus et le piquage aspire de l'air à la place. Ceci est dû à l'effet Venturi car le piquage se trouve sur une conduite DN200 avec en amont un DN250 et en aval un DN300.

Afin d'éviter des mesures constructives, il est proposé de résoudre le problème via l'automatisme. Le programme d'extraction des boues en excès réduira le débit de pompage pendant l'extraction à une valeur évitant cet effet venturi.

6.4 Extraction des boues fraîches

Les pompes mammoth sont dans un état acceptable. Le compresseur d'air a été remplacée en 2015.

La durée d'extraction est paramétrée selon une temporisation réglable. Ainsi, en fonction de la journée, la quantité de boues dans les trémies n'est pas la même et il arrive souvent que l'extraction continue en aspirant de l'eau et non des boues. Pour éviter cela, l'exploitant est obligé de surveiller visuellement la qualité des boues lors de l'extraction ce qui n'est pas optimal. L'extraction d'eau est problématique dans le sens où elle implique une consommation supplémentaire de chaleur au niveau de la digestion.



En ajoutant un débitmètre sur la conduite gravitaire qui va à la fosse des boues fraîches, il sera possible de détecter si c'est de l'eau ou des boues qui transite en mesurant la vitesse (les boues coulent plus lentement que l'eau) et ainsi arrêter l'extraction.

La conduite gravitaire étant en Eternit, il est nécessaire de la remplacer par une conduite en acier inoxydable pour pouvoir monter le débitmètre entre deux brides. Le débitmètre sera monté dans la galerie technique sur la partie rectiligne après le départ depuis la fosse de récupération des boues fraîches. Le devis estimatif prend en compte le remplacement complet de la tuyauterie en Eternit qui est une mesure de dépollution.

6.5 Dosage des concentrats

Le dosage des concentrats (ou eaux putrides) est actuellement effectué à l'entrée de la STEP par l'intermédiaire d'une vanne motorisée et via la fosse des retours. Il est proposé de doser les concentrats en aval de la décantation primaire afin d'éviter le « stockage » important d'ammonium par temps sec dans cette dernière. En effet, lors d'épisode pluvieux et donc de débit important, ce « stockage » provoque des à-coups de charge au niveau de la biologie qu'elle n'est pas toujours en mesure de traiter suffisamment.

Vu que la biologie est à flux perpendiculaire et non à flux piston, il est proposé d'alterner le dosage des concentrats en tête de file eau et en aval de la décantation primaire. Ceci permet de limiter le stockage d'ammonium dans la décantation primaire par temps sec et d'assurer que biologie à flux perpendiculaire traite au mieux cette charge.

7 Etendue et description du projet

7.1 Digesteur 1

7.1.1 Remplacement cloche flottante par un couvercle en béton isolé

La cloche flottante non étanche au biogaz sera remplacée par un couvercle en béton isolé

7.1.2 Equipements à démonter

Les équipements suivants seront démontés :

- Cloche flottante
- Tuyauterie d'alimentation des boues à l'intérieur du digesteur, DN125 acier zingué L = env. 15 m
- Tuyauterie d'extraction du gaz à l'intérieur du digesteur, DN100 inox, L = env. 15 m
- Les 2 brasseurs y compris potence, rail de guidage et plateforme en serrurerie
- Mesure de niveau de la cloche flottante y compris potence
- Garde-corps autour des digesteurs 1 et 2

7.1.3 Récupération du biogaz

Pour la récupération du biogaz, le couvercle en béton sera équipé d'un dôme gaz en acier inox avec les équipements suivants :

- Sécurité contre les sur-/dépression de type hydraulique avec indicateur visuel et surveillance de niveau
- Manomètre avec indicateur visuel
- Lutte anti-mousse au niveau de la prise de gaz par aspersion d'eau
- Raccord avec vanne pour l'injection de produit anti-mousse.
- Fenêtre de contrôle avec essuie-glace
- Nouvelle conduite gaz DN80 jusqu'au local gaz
- Dispositif arrête-flammes avec 2 vannes d'isolement

A partir du dôme gaz, la nouvelle conduite d'extraction de biogaz passera au-dessus du couvercle pour rejoindre le vide « sanitaire » situé entre la cage d'escalier et le digesteur 1 par lequel passent actuellement le trop plein du digesteur 1, la conduite d'eau potable et la descente des eaux pluviales de la toiture de la cage d'escalier. Ce vide présente la place nécessaire à la mise en place de la conduite. Elle descendra dans ce vide pour rejoindre le deuxième niveau du local gaz (passage étanche Ex à travers la dalle). De là, elle traversa la dalle séparant les 2 niveaux du local gaz et rejoindra la conduite actuelle en amont de la vanne d'isolement de l'arrête flamme au niveau de sa sortie du digesteur 1.

7.1.4 Brassage des boues

Le brassage des boues sera assuré par un agitateur central vertical dont le moteur sera monté sur le dôme gaz.

7.1.5 Tuyauterie alimentation des boues

Une nouvelle tuyauterie DN125 à partir du raccord de tuyauterie scellée dans la paroi du digesteur existant est prévue. Elle longera la paroi intérieure jusqu'en haut et au centre du digesteur (effet anti-mousse lors de la recirculation des boues).

7.1.6 Garde-corps

Les garde-corps des 2 digesteurs et de la passerelle de liaison entre ces derniers seront mis en conformité avec les prescriptions SUVA. Ils seront réhaussés et une plinth sera ajoutée. Ces mesures sont préférées à un remplacement afin d'éviter la pose coûteuse d'échafaudage périphérique.

7.1.7 Vannes

Les anciennes vannes guillotines manuelles et pneumatique seront remplacées. Celles concernées sont indiquées sur les schémas T+I.

7.2 Digesteur 2

Les différents joints au niveau de la cloche gazométrique seront remplacés. Une grue est nécessaire pour remplacer le joint au niveau de la bride pleine qui se trouve au sommet de la cloche étant donné son poids important.

L'agitateur horizontal sera remplacé par un nouvel agitateur semblable à l'existant avec moteur à sec.

7.2.1 Vannes

Les anciennes vannes guillotines manuelles et pneumatique seront remplacées. Celles concernées sont indiquées sur les schémas T+I.

7.3 Chauffage du digesteur 2 pendant les travaux sur le digesteur 1

Pour ne pas arrêter complètement la digestion pendant la phase des travaux sur le digesteur 1, il est prévu de chauffer le digesteur 2 par recirculation des boues via l'échangeur de chaleur selon le même principe que pour le digesteur 1.

Deux nouvelles vannes pneumatiques, une nouvelle conduite de connexion et une nouvelle sonde de température au niveau du digesteur 2 seront installées à cet effet. La sonde de mesure de température sera montée au moyen d'une traversée de mur. L'automatisme sera adapté / complété.

La planification et la réalisation de la nouvelle conduite de connexion, y c. les 2 vannes pneumatiques, a été faite directement par le SEME en 2019. Or la nouvelle conduite n'a pas été réalisé correctement et devra être corrigée.

Une alimentation du digesteur 2 via l'échangeur de chaleur est possible en ajoutant une nouvelle vanne pneumatique.

7.4 Pompes du traitement des boues

7.4.1 Pompes de retour

Les deux pompes seront remplacées. Ces travaux nécessitent le remplacement des tuyauteries de refoulement du fait que de nouvelles pompes auront des constructions légèrement différentes à celles existantes. La robinetterie associée sera également remplacée.

7.4.2 Pompes de recirculation

Les deux pompes seront remplacées. Ces travaux nécessitent le remplacement des tuyauteries d'aspiration et de refoulement du fait que de nouvelles pompes auront des constructions légèrement différentes à celles existantes. La robinetterie associée sera également remplacée.

7.4.3 Pompe chargement camion

La pompe sera remplacée. Ces travaux nécessitent le remplacement de la tuyauterie de refoulement du fait que qu'une nouvelle pompe aura une construction légèrement différente à celle existante. La robinetterie associée sera également remplacée.

Le débitmètre sera également remplacé et nécessitera une légère adaptation de la tuyauterie.

7.4.4 Pompes de drainage

Les deux pompes cantilever seront remplacées par des pompes identiques. Ces travaux ne nécessitent donc pas le remplacement des tuyauteries de refoulement.

7.5 Optimisation de l'extraction des boues fraîches

Il est prévu d'ajouter un débitmètre pour conduite partiellement remplie au niveau de la conduite gravitaire qui va jusqu'à la fosse des boues fraîches. Cela nécessite de remplacer la conduite (L = environ 20m) en Eternit DN200 ainsi que la conduite (L = environ 2 m) en Eternit DN250 des flottants de la décantation primaire à laquelle la première se raccorde par de nouvelles conduites en acier inoxydable de diamètre équivalent.

7.6 Optimisation du dosage des centrats

Le dosage des centrats en aval de la décantation primaire est déjà possible actuellement par l'intermédiaire d'une conduite existante équipée d'une vanne manuelle. Cette dernière sera remplacée par une nouvelle vanne motorisée afin d'automatiser et de contrôler le dosage. L'automatisme sera adapté afin de permettre le dosage alterné des centrats au niveau des deux points d'injection (tête de STEP et aval décantation primaire).

7.7 Optimisation de l'extraction des boues en excès

L'optimisation sera réglée au niveau de l'automatisme (voir ch. 6.3).

7.8 Système gaz

La vanne magnétique au niveau de l'alimentation de la torchère sera remplacée. Les indicateurs de pression au niveau des 3 filtres à gravier seront remplacés.

8 Concept d'exploitation à l'état futur

8.1 Alimentation du digesteur 1

Inchangé par rapport à la situation actuelle.

8.2 Exploitation du digesteur 1

8.2.1 Généralités

Le remplacement de la cloche flottante par un couvercle en béton impliquera d'exploiter le digesteur avec un niveau fixe (delta h env. 30 cm). Le transfert des boues vers le digesteur 2 sera automatisé et sera effectué par pompage. Les possibilités d'épaississement des boues dans le digesteur 2 sont à évaluer avec le nouveau fonctionnement du digesteur 1 (alimentation du digesteur 2 semi continu par le haut). Selon les résultats, l'épaississement ne sera possible qu'au niveau du stockeur.

8.2.2 Brassage des boues

Les deux agitateurs existants seront remplacés par un agitateur central vertical qui fonctionnent sur horloge paramétrable. Des séquences de rotation en sens inverse seront programmées afin de limiter l'accumulation de filasse. Une commande locale manuelle sera également à disposition.

8.2.3 Recirculation des boues

Inchangé par rapport à la situation actuelle. Pour rappel, l'échangeur de chaleur a été remplacé en 2017.

8.2.4 Débouillage des boues

Inchangé par rapport à la situation actuelle.

8.2.5 Transfert des boues vers le digesteur 2

Le transfert des boues vers le digesteur 2 sera automatisé et sera effectué une fois par jour par pompage depuis les trois trémies via les pompes de recirculation vers le niveau haut du digesteur 2.

8.2.6 Lutte antimousse

Un système de lutte antimousse sera mis en place. La prise de gaz au niveau du dôme gaz sera équipée d'un système de lutte antimousse par aspersion d'eau. Une sonde de conductivité y sera placée pour détecter la présence de mousse et le cas échéant commandera l'ouverture d'une vanne magnétique pour déclencher l'aspersion.

Un raccord sur le dôme gaz permettra de doser manuellement un produit anti-mousse si nécessaire.

8.2.7 Surveillance de la sécurité contre les sur-/dépression de type hydraulique

Le niveau d'eau minimum de la sécurité sera surveillé par contacteur magnétique. Si le niveau bas est atteint une alarme est résolue. Un indicateur visuel sera aussi à disposition.

8.3 Chauffage du digesteur 2 en phase travaux

Pour ne pas arrêter complètement la digestion pendant la phase des travaux sur le digesteur 1, il est prévu de chauffer le digesteur 2 par recirculation des boues via l'échangeur de chaleur selon le même principe que pour le digesteur 1. Il sera aussi alimenté via l'échangeur de chaleur.



8.4 Exploitation du digesteur 2

Inchangé

8.5 Extraction des boues fraîches

Modification de l'automatisme. Automatisation par l'ajout d'un débitmètre sur la conduite gravitaire.

8.6 Dosage des concentrats

Modification de l'automatisme. Dosage alterné au niveau des deux points d'injection (entrée STEP et aval décantation primaire)

8.7 Extraction des boues en excès

Modification de l'automatisme Le programme d'extraction des boues en excès réduira le débit de pompage pendant l'extraction à une valeur à définir.

9 Génie civil

9.1 Protection du béton

Lors du contrôle de 2018, les surfaces intérieures des parois des digesteurs étaient encore partiellement recouvertes par un enduit synthétique d'environ 1 mm d'épaisseur qui se dégradait, et particulièrement dans le digesteur 1.

Il avait été convenu avec le SEME de ne pas enlever et remplacer le reste d'enduit actuel à l'exception d'une partie du digesteur 1, ou les mesures suivantes sont prévues :

- Mise en œuvre d'un revêtement dans la zone de gaz (sous le couvercle en béton et les parois jusqu'à 0,5 m sous les consoles existantes)

Etant donné qu'il n'y a pas eu de réévaluation de la qualité de l'enduit existant sur les parois du digesteur, les quantités et les mesures de protection du béton n'ont pas été modifiées et sont estimées selon le rapport de novembre 2018. Nous rendons attentif que si des dégâts sont ou devaient être constatés au démarrage des travaux, les coûts pour une réparation seront nettement plus élevés.

9.2 Concept statique

Le concept prévoit la construction d'un nouveau couvercle en béton armé coulé sur place (voir profil type en annexe 2). Le nouveau couvercle est ancré (fixé) dans le béton existant des parois en béton armé à l'aide de goujons inox.

Le diamètre de la coupole est d'environ 10 m et son épaisseur varie de 65 à 35 cm. Un évidement de Ø 2 m est prévu au centre pour le dôme gaz.

Les murs et les fondations présentent une résistance suffisante pour reprendre les charges supplémentaires et garantir une sécurité structurale suffisante.

9.3 Concept étanchéité et revêtement

Le concept prévoit la mise en place d'une étanchéité collée en plein sur le béton du nouveau couvercle et les remontées pour garantir l'étanchéité (voir profil type en annexe 2).

L'isolation (Faomglass) est collée en plein sur l'étanchéité.

Une dalle en béton (non porteuse) coulée sur l'isolation fait office de revêtement et protection.

9.4 Sécurité sismique

Le digesteur se trouve en zone sismique Z1 avec la plus faible accélération horizontale $a_{gd} = 0,8 \text{ m/s}^2$.

Par conséquent les forces horizontales dues au nouveau couvercle en béton armé et son revêtement sont relativement faibles.

La forme circulaire (tube) des digesteurs est très favorable pour reprendre ces forces horizontales.

Etant donnée le faible élancement (rapport hauteur/diamètre) du « tube », les charges de séisme ne vont engendrer que de relativement petits efforts dans la structure existante. La sécurité structurale au séisme est garantie selon les normes SIA en vigueur.

10 Concept E+MCRC

10.1 Installations électriques

10.1.1 Adaptations prévues

Le principe de base est le suivant :

- L'équipement existant qui est remplacé 1:1 ne nécessite aucune adaptation des installations électriques. Seul le décrochage et le raccrochage par l'installateur électrique sont nécessaires.
- Pour les équipements qui seront retirés dans le cadre du projet, les installations électriques seront démontées.
- Pour les nouveaux équipements, les installations électriques seront refaites.

Les détails des adaptations se trouvent dans la liste MCR modifié par BERING AG (voir annexe 8).

Le schéma électrique correspondant sera établi par BERING AG dans le cadre de la phase SIA 51.

10.1.2 Installations électriques en zones ATEX

Certaines installations se trouvent dans la zone ATEX 2.

Les appareils à sécurité intrinsèque doivent être alimentés par des séparateurs appropriés dans le tableau de commande. Les câbles pour les appareils à sécurité intrinsèque doivent être de couleur bleue et blindés.

Les moteurs ou autres appareils doivent être construits de manière appropriée et avoir une certification ATEX. Cela s'applique également aux boîtes de jonction ou autres installations.

10.1.3 Installations sur le toit du Digesteur 1

Il est prévu de poser les câbles en apparent sur le nouveau toit du Digesteur 1. Cela peut se faire soit dans des tubes en aluminium ou en acier inoxydable, soit avec un chemin de câbles couvert. Aucune insertion de tube pour le passage des câbles n'est prévue dans la nouvelle dalle de béton.

10.1.4 Chemin de câbles "local des pompes" (sous-sol) vers le toit du Digesteur 1

Actuellement, les connexions de câbles sont tirées dans un tube inséré qui va de la salle des pompes (sous-sol) jusqu'au toit du digesteur. Avant l'exécution, il faut vérifier si ce tuyau est suffisant pour les connexions de câbles supplémentaires nécessaires.

Alternative 1 :

Zone de montée supplémentaire dans la zone de la cage d'escalier (voir annexe 9).

Alternative 2 :

Les liaisons vers l'armoire de commande seront posées contre le mur extérieur de la cage d'escalier à proximité des câbles de mesures existants.

Le trajet exact des câbles doit être réévalué dans la phase SIA 51 / 52 avec l'électricien mandaté.

10.2 Modification des armoires électriques (EABT)

Au total, une nouvelle commande doit être réalisé pour 12 équipements.

Les armoires de commande existantes disposent de suffisamment d'espace pour intégrer la commande des équipements supplémentaires.

Pour la modification des armoires de commande, le principe est le même que pour les installations électriques, chapitre 10.1.1.

Les détails des modifications se trouvent dans la liste MCR adaptée par BERING AG (voir annexe 8).

Les commandes des trois nouvelles vannes pneumatiques sont installées dans le coffret pneumatique SS2-52. Celui-ci se trouve un peu plus loin que le SS2-51, mais il dispose de vannes pilotes de réserve précâblées, ce que le SS2-51 ne dispose pas. Il n'est donc pas nécessaire de procéder à des adaptations dans l'armoire de commande pour ça.

Le schéma électrique correspondant aux adaptations sera établi par BERING AG dans le cadre de la phase SIA 51. Le schéma électrique indiquera clairement ce qui est nouveau, ce qui est adapté et ce qui est supprimé.

10.3 Zone Ex

Un plan des zones Ex sera établi par Hunziker Betatech (HBT) et devra être respecté.

À la jonction entre les zones Ex et non-Ex, des joints d'étanchéité (par exemple : MCT Brattberg) doivent être utilisés.

Le choix et la mise en place du matériel, tels que les boîtes de dérivation, doivent répondre aux exigences de la zone ATEX-2.

Exigences relatives à l'installation électrique selon le chapitre 10.1.2

10.4 Terre de fondation

Aucun plan de terre de fondation existant n'était disponible pour la conception. Il n'est donc pas clair si une terre de fondation a été installée lors de la construction de la station d'épuration.

Le présent projet prévoit d'insérer une bande de mise à la terre dans la nouvelle dalle en béton et de la relier de manière électriquement conductrice (par soudage, brasage ou serrage) aux fers à béton des murs existants du Digesteur 1.

Deux anneaux avec un total de 8 points de connexion sont prévus. Un croquis correspondant se trouve dans le schéma de principe (annexe 9).

Nous recommandons de mandater un spécialiste pour effectuer une mesure de mise à la terre avant la phase SIA 41 (appels d'offres) afin d'évaluer si la résistance de mise à la terre est suffisamment faible. Aucune mesure de ce type n'a été effectuée dans le cadre du présent projet.

En fonction du résultat de la mesure et de la disponibilité de points de raccordement à proximité du toit du Digesteur 1, il est possible de renoncer aux inserts de terre dans la réalisation.

10.5 Protection contre la foudre

Le besoin d'un système de protection contre la foudre n'a pas été formulé dans le cadre du présent projet. Comme le toit du Digesteur 1 se trouve dans une zone ATEX-2, BERING AG a esquissé un système de protection contre la foudre possible. Celui-ci n'a toutefois pas encore été finalisé.

Le concept actuel de protection contre la foudre se présente comme suit :

- Un filet de captage est prévu sur la cage d'escalier
- Le toit du Digesteur 1 est équipé avec des tiges de captage
- Les descentes sont réalisées dans des tuyaux et installées en façade. Reliées à la terre par des électrodes de terre en profondeur
- Le concept pourrait être étendu au Digesteur 2

Un croquis correspondant se trouve dans le schéma de principe (annexe 9).

La classe exacte de protection contre la foudre ainsi que les mesures à prendre doivent être formulées par un expert selon l'AEAI. C'est une exigence pour que la planification de l'installation de protection contre la foudre puisse être finalisée.

L'instance déterminante pour le système de protection contre la foudre est l'AIB (Assurance immobilière cantonale de Berne). Les documents de planification et les esquisses de projet doivent être remis par l'installateur mandaté. L'installateur est également responsable de la procédure d'approbation auprès de l'AIB.

Il est recommandé de travailler avec un installateur certifié par l'AIB (<https://feuerstopp.ch/fr/entreprises-reconnues-specialisees-dans-la-protection-contre-la-foudre/>).

10.6 Protection contre la corrosion

Aucun montage isolé n'est prévu dans le cadre du projet actuel. Par conséquent, aucune mesure de protection contre la corrosion n'est prévue.

10.7 Montage des appareils de commande

Dans la mesure du possible, des composants électriques tels que les convertisseurs de fréquence et les interrupteurs SUVA sont montés en dehors de la zone ATEX. Une exception concerne l'interrupteur SUVA avec commande locale pour le nouveau "mélangeur vertical digesteur 1". Celui-ci doit être approuvé pour une installation dans une zone ATEX 2.

10.8 Autres précisions

10.8.1 Ruban chauffant autorégulant sur la conduite d'eau (anti-mousse)

Ce ruban sera fourni et posé par l'installateur sanitaire en tenant compte des zones Ex (voir point 10.3). Dans la mesure du possible, les raccordements électriques des rubans doivent être prévus en dehors des zones ATEX. L'installateur électricien est responsable des raccordements électriques. Le ruban chauffant est autorégulant et ne nécessite pas de commande supplémentaire. Les capteurs de température et autres dispositifs de commande sont directement intégrés au ruban chauffant. Du côté de la planification EMCR, seul un départ de 230 VAC, max. 13 A doit être prévu.

10.8.2 Éclairage

Une modification au niveau de l'éclairage n'est pas prévue.

10.9 Automation

Les nouvelles mesures et nouveaux moteurs nécessitent une mise à jour de la visualisation du système de supervision et du programme de l'automate programmable industrielle. Le programme sera adapté

sur la base du descriptif de fonctionnement qui sera réalisé par HBT dans le cadre du projet d'exécution. Ce mandat devra impérativement être attribué à Stebatec AG, ces derniers étant actuellement en charge du remplacement du système de supervision et de la programmation API qui est en cours.

10.10 Étiquettes en dehors des armoires

Dans la phase SIA 52, BERING établira la liste des étiquettes des équipements électriques que HBT complètera avec celle des équipements non électriques. Les étiquettes seront ensuite commandées par l'exploitant de la station d'épuration. Un exemple des étiquettes existantes selon le projet de 2015 est se trouve dans le schéma de principe.

10.11 Mesures process

Les instruments de mesure process ont été définis. Les types exacts seront définis lors du projet d'exécution.

L'automatisation de l'exploitation du digesteur 1 sera effectué par les instruments de mesure suivants :

- Deux nouvelles sondes de niveau par mesure de pression hydrostatique (1 en redondance)
- La sonde de température existante sera conservée et une nouvelle sera ajoutée en redondance
- Surveillance de niveau minimum de la sécurité contre les sur-/dépression
- Sonde « détection mousses »

Un détecteur de débit sur la conduite d'eau potable de la lutte anti-mousse n'est pas voulu par l'exploitation.

Le chauffage du digesteur 2 sera assuré par une nouvelle sonde de température.

L'extraction des boues fraîches sera surveillée/pilotée à l'aide d'un nouveau débitmètre.

Le débitmètre pour le chargement du camion sera remplacé.

10.12 Points à clarifier avant la phase 51

- Trajet exact du câble entre le "local des pompes" (sous-sol) et le toit du Digesteur 1. Où se trouve le point de sortie des câbles sur la façade extérieure de la cage d'escalier
- Possibilité de raccordement à la terre de fondation existantes
- Éventuellement, mesures de mise à la terre
- Éventuellement sondages pour vérifier ou on peut prévoir des électrodes terre en profondeur

11 Autres concepts

11.1 Concept de protection contre les explosions

Les zones Ex sont présentées à la figure suivante :

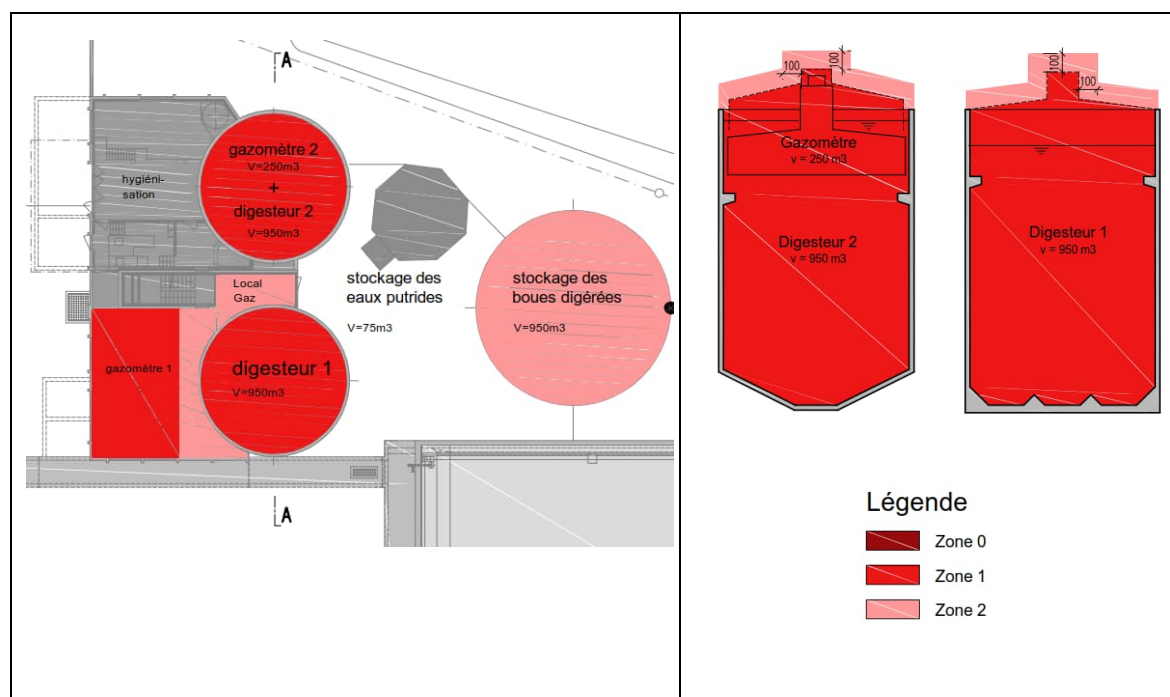


Figure 1 Extrait du plan des zones Ex (source : plan BG n° 4890.01-UP02 du 24.06.2014)

L'intérieur des digesteurs 1 et 2 est classé en zone 1. La zone au-dessus des digesteurs est classée en zone 2 selon les indications ci-dessus.

Les équipements situés dans les zones Ex devront répondre aux exigences de ces zones.

Au point de passage entre les zones Ex et non-Ex, des joints d'étanchéité conforme aux exigence Ex devront être utilisés.

11.2 Concept des matériaux

Tuyauterie gaz – dôme gaz : acier inoxydable 1.4404

Tuyauterie boues : acier inoxydable 1.4404 (le concept actuel des couleurs des tuyauteries ne sera pas repris)

Modification des garde-corps : acier inoxydable 1.4404

Tuyauterie sanitaire : inox V4A

12 Autres aspects relevant du projet

12.1 Aspects environnementaux

12.1.1 Autosuffisance énergétique

Le remplacement de la cloche flottante du digesteur par un couvercle en béton étanche permettra de réduire les pertes de biogaz existantes. Ces dernières sont estimées à environ 2.5 %², soit 2'900 m³/an. Cela permet d'augmenter légèrement l'autonomie énergétique de la STEP.

12.1.2 Réduction des émissions de méthane

Le projet permet d'éviter le rejet d'environ 1.35 t de méthane par année (2'900 m³/a de biogaz = environ 1'350 kg de CH₄/a)

Ce gaz possède un potentiel de réchauffement global (PRG) 34 fois plus puissant que le CO₂, ce qui correspond donc à environ 46 to de CO₂.

Malheureusement, il n'y a pas de subvention pour cette réduction d'émissions. En effet, les autorités exigent la mesure exacte de la réduction d'émissions. D'autres projets de ce type n'ont pas pu profiter de subventions non plus (renseignement de « southpole » du 20.11.2018 qui gère le programme Klik de la confédération).

12.1.3 Consommation électricité

Voir chapitre 14.

12.2 Conformité CE

Une analyse des risques pour le périmètre du projet devra être effectuée conformément à la directive VSA "Déclaration de conformité CE pour les STEP" d'octobre 2013.

² Hypothèse de calcul : % perte = % Surface ouverte/surface totale digesteur

13 Coûts d'investissement

Les coûts d'investissement de construction se basent sur les volumes construits définis par avant-métrés et des valeurs d'expérience. Pour les équipements électromécaniques, des valeurs d'expériences (tuyauterie, serrurerie) et des offres indicatives (dôme gaz, agitateurs, pompes et robinetterie) ont été utilisées. Les coûts E+MCRC ont été déterminés par avant-métrés et des valeurs d'expérience ainsi que par des offres indicatives.

Les honoraires des ingénieurs pour la phase soumission partent du principe que des procédures de type gré à gré seront effectuées pour la plupart des fournisseurs.

13.1 Devis estimatif

Le 1^{er} trimestre 2024 fixe la base des prix (indice des prix de la construction de l'Office Fédéral de la Statistique). Les prix donnés se basent en outre sur une précision de +/- 10% (selon SIA).

1. Génie civil y compris démolitions/démontage	Fr.	321'000
2. Equipements	Fr.	442'000
3. Electricité et MCRC	Fr.	157'000
4. Divers et imprévus	Fr.	117'000
5. Honoraires	Fr.	255'000
Total brut (sans TVA)		1'292'000
8.1 % TVA	Fr.	<u>104'652</u>
Total TVA incluse	Fr.	<u><u>1'396'652</u></u>

Le devis estimatif détaillé se trouve à l'annexe 5.

Remarque :

Etant donné qu'il n'y a pas eu de réévaluation de la qualité de l'enduit existant sur les parois du digesteur 1, les quantités et les mesures de protection du béton n'ont pas été modifiées et sont estimées selon le rapport de novembre 2018. Nous rendons attentif que si des dégâts sont ou devaient être constatés au démarrage des travaux, les coûts pour une réparation seront nettement plus élevés.

13.2 Subventions

13.2.1 Subventions cantonales

Le fonds cantonal pour l'assainissement subventionne :

- les agrandissements de STEP existantes à condition qu'ils permettent de réaliser une augmentation de capacité ou de rendement jugée nécessaire ou convenue avec l'OED (par ex. amélioration du rendement d'épuration y compris micropolluants, extension des installations ou augmentation de la capacité de traitement).
- le renouvellement des installations d'assainissement des communes pour lesquelles le maintien de la valeur représente une charge financière excessive

L'office des eaux et des déchets (OED) s'était prononcé quant aux éventuelles subventions lors du projet de 2018 et avait refusé l'octroi de subvention. Les modifications du projet depuis 2018 concernent avant tout des mesures de maintien de la valeur et ne rentrent pas dans les critères de subventionnement.

14 Coûts d'exploitation

Le projet diminuera légèrement les coûts d'exploitation grâce aux éléments suivants :

- Meilleure récupération du biogaz grâce au couvercle en béton isolé étanche au biogaz permettant de récupérer environ 2.5% de biogaz supplémentaire :

Gain : env. 2'900 m³ biogaz/a = env. 18'000 kWh thermique /a = env. 6'000 kWh él/a = env. CHF 900.- / a

- Remplacement des 2 agitateurs immergés par un agitateur central vertical de puissance inférieure :

agitateurs immergés : P inst/abs : 2 x 4 / 2 x env. 3 kW

agitateur central vertical : P inst/abs : 1 x 2.2 kW / env. 2 kW

Gain : env. 4 kW = environ 30'000 kWh/a avec 20 h de fonctionnement = env. CHF 4'500/a

Le remplacement des pompes par de nouvelles permettra aussi un gain sur la consommation électrique (moteur IE3 et rendement hydraulique légèrement meilleur).

L'optimisation de l'extraction des boues fraîches permettra également un gain de chaleur en évitant de pomper de l'eau et la chauffer en alimentant la digestion.

15 Délais et phasage des travaux

Les délais pour la suite du projet et la réalisation de l'assainissement du digesteur 1 peuvent être estimés sur la base du programme ci-après :

- Rendu du projet d'ouvrage, incl. devis $\pm 10\%$ mars 2024
- Validation du projet et du crédit avril 2024
- Dépôt du projet, autorisation de construire mai 2024 – octobre 2024
- Votation populaire novembre 2024
- Soumissions décembre 2024– avril 2025
- Projet d'exécution avril-décembre 2025
- Réalisation mars-novembre 2026

Les travaux au niveau de la digestion se déroulent en 3 phases qui comprennent la construction, l'installation des équipements électromécaniques et sanitaires et l'E+MCRC:

Phase 0: Travaux préparatoires

- Vidange (personnel STEP) et nettoyage du digesteur 2 (entreprise externe)
- Travaux permettant le chauffage du digesteur 2 (carottage et montage sonde de mesure température, raccordements des 2 vannes pneumatiques, adaptation de la commande)
- Remplacement de l'agitateur
- Mise aux normes des garde-corps existants
- Remplacement des joints au niveau de la cloche gazométrique
- Renforcement du pont enjambant la Birse
- Mise en place des infrastructures de chantier
- Vidange digesteur 1 vers digesteur 2 (personnel STEP) et nettoyage du digesteur 1 (entreprise externe)

Phase 1: Démontage et évacuation des équipements du digesteur 1

Phase 2 : Assainissement du digesteur 1

- Mise aux normes des garde-corps existants
- Mise en place échafaudage à l'intérieur
- Nettoyage du béton avec assainissements ponctuels
- Construction du couvercle en béton yc isolation et revêtement
- Montage des équipements électromécaniques et tuyauterie gaz/boues



- Montage E+MCRC
- Mise en service du digesteur 1

Les travaux de remplacement des pompes et en lien avec les différentes optimisations peuvent être effectués de manière indépendante sans planning spécifique.

Lausanne, le 04 mars 2024
cor/bag

HUNZIKER **BETATECH**

Hunziker Betatech SA
Rue Haldimand 6
1003 Lausanne



Annexes

1. Rapport Etude variantes digesteur 2, doc. N°20007.11-b001
2. Construction d'une dalle sur le digesteur 1 de boues – coupe type, plan N° 4329-001
3. Schémas T+I
4. Liste des agrégats
5. Devis estimatif détaillé
6. Devis estimatif des travaux de génie-civil – ATB SA
7. Devis des travaux E+MCRC – Bering AG
8. Liste des modifications MCR – Bering AG
9. Schéma de principe EMCR – Bering AG

Plans (documents séparés)

20007.11-FR	Etat actuel
20007.11-FR01	Projet

