

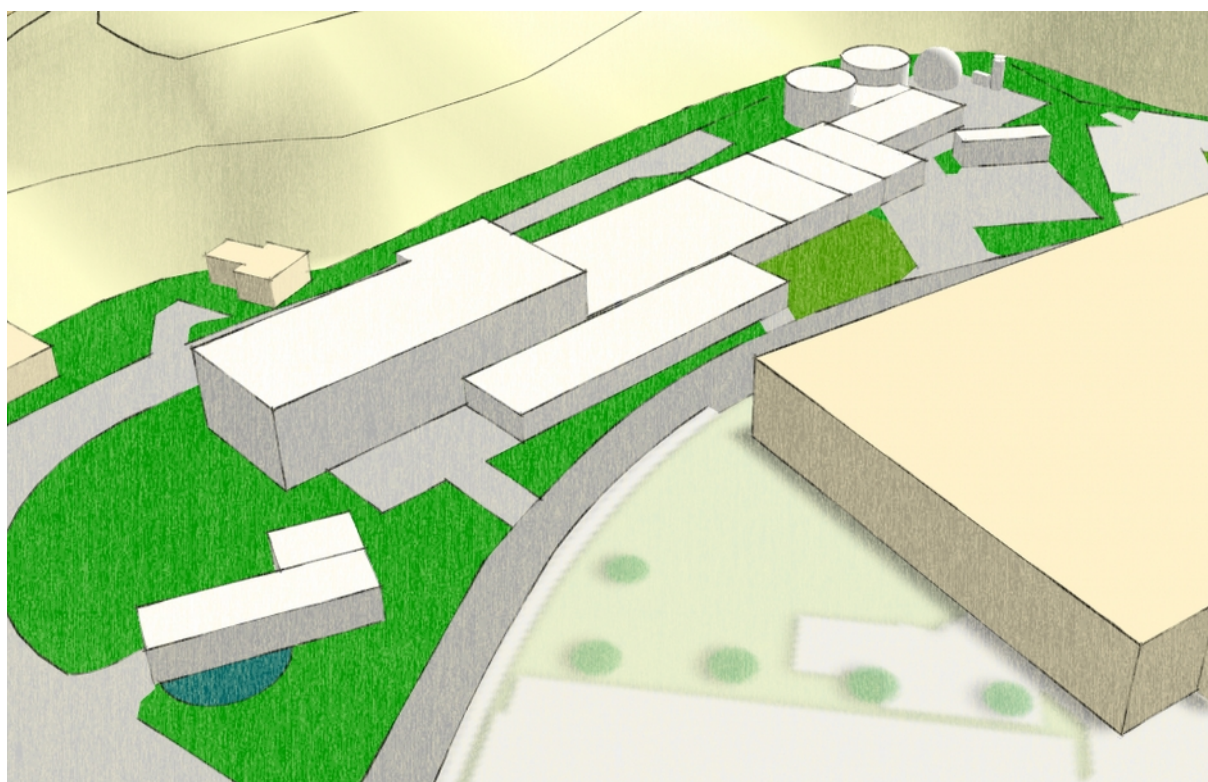
## STATION D'ÉPURATION DU LOCLE

Rapport d'étude – avant-projet

Projet de construction d'une station  
d'épuration, rapport de synthèse pour  
consultation

Décembre 2018

---



Version du 31.12.2018



**TABLE DES MATIÈRES**

<b>0. FICHE DE CONTRÔLE DU DOCUMENT.....</b>	<b>5</b>
0.1. Auteurs du rapport.....	5
0.2. Liste de distribution.....	5
0.3. Révisions du document.....	5
0.4. Format du document.....	5
0.5. Contrôle et validation finale du rapport de l'AMO.....	5
0.6. Liste des figures.....	6
0.7. Liste des tableaux.....	6
<b>1. INTRODUCTION.....</b>	<b>7</b>
1.1. Notations.....	7
1.2. Résumé.....	8
1.3. Localisation géographique.....	9
1.4. Justification du projet.....	10
1.4.1. Milieu naturel et situation de l'exutoire de la station d'épuration.....	10
1.4.2. Impact de la mesure proposée.....	10
1.5. Procédure.....	11
<b>2. FILIÈRES ACTUELLES DE TRAITEMENT.....</b>	<b>12</b>
<b>3. CARACTÉRISATION DES DÉBITS.....</b>	<b>14</b>
3.1. Débits d'entrée et fonctionnement de l'Actiflo®.....	14
3.2. Eaux claires parasites.....	15
<b>4. PARAMÈTRES DE DIMENSIONNEMENT.....</b>	<b>17</b>
4.1. Evolution de la population.....	18
4.2. Evolution des débits.....	19
4.2.1. Débit journalier par équivalent habitant.....	19
4.2.2. Débit journalier moyen.....	19
4.3. Evolution des charges.....	20
<b>5. FILIÈRE DE TRAITEMENT PROJETÉE.....</b>	<b>21</b>
5.1. Traitement physique.....	23
5.2. Traitement biologique.....	25
5.3. Traitement des boues.....	26
5.4. Traitement des micropolluants.....	28
5.4.1. Sélection des substances à mesurer.....	28
5.4.2. Analyses effectuées.....	28
5.5. Choix de la filière de traitement des micropolluants.....	30
5.6. Dimensionnement de la filière de traitement par charbon actif en grain.....	32
5.6.1. Redondance de la filière.....	32
5.6.2. Analyse des dangers.....	33
5.6.3. Importance de la filtration préliminaire.....	33

5.7. Synthèse de la filière de traitement proposée.....	33
5.7.1. Filière eau.....	33
5.7.2. Filière boues.....	33
<b>6. BUDGET DES TRAVAUX.....</b>	<b>34</b>
<b>7. ÉTUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT.....</b>	<b>37</b>
<b>8. CONCLUSIONS.....</b>	<b>37</b>
<b>9. BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>38</b>
<b>10. ANNEXE 1 : COURRIER DE L'AUTORITÉ CANTONALE.....</b>	<b>41</b>
<b>11. ANNEXE 2 : BUDGET.....</b>	<b>41</b>
<b>12. ANNEXE 3 : PLANIFICATION.....</b>	<b>41</b>
<b>13. ANNEXE 4 : FILIÈRE PROPOSÉE.....</b>	<b>41</b>

## 0. FICHE DE CONTRÔLE DU DOCUMENT

### 0.1. Auteurs du rapport

Prénom, nom	Entreprise	Courrier électronique
Christophe Higy (CHi)	mch-consultants	mch@mch-consultants.ch
Mirja Nicollier (MNi)	mch-consultants	mch@mch-consultants.ch

### 0.2. Liste de distribution

Prénom, nom, fonction	Courrier électronique
Cédric Dupraz, Conseiller communal, Le Locle	Cedric.dupraz@ne.ch
Cédric Huguenin, Resp. exploitation STEP du Locle	Cedric.huguenin@ne.ch

### 0.3. Révisions du document

Date	Objet et résumé de la révision	Auteur
07.01.19	Relecture et validation par MO	C.Huguenin
31.12.18	Mise à jour après correction et relecture Cédric Huguenin	M.Nicollier / C.Higy
14.12.18	Finalisation et compléments, corrections	M.Nicollier / C.Higy
4.12.18	Finalisation et compléments	C.Higy / M.Nicollier
25.11.18	Mise à jour	C.Higy
13.11.18	Mise à jour	C.Higy
1.11.18	Canevas du document et première rédaction	C.Higy



### 0.4. Format du document

Le document est élaboré au format LibreOffice afin de garantir sa pérennité.

Il est sauvegardé au format word (.docx) ainsi qu'au format pdf.

La version pdf visée fait foi.

### 0.5. Contrôle et validation finale du rapport de l'AMO

Fonction	Nom	Date	Visa
AMO	Christophe Higy	31.12.18	
AMO	Mirja Nicollier	31.12.18	

## 0.6. Liste des figures

Fig. 1 Situation géographique de la STEP du Locle.....	9
Fig. 2 Vue aérienne de la station d'épuration.....	9
Fig. 3 Procédure de traitement administratif des dossiers (D'après [13]).....	11
Fig. 4 Résumé des filières de traitement de l'eau et des boues de la station d'épuration actuelle.....	12
Fig. 5 Vue générale de la station actuelle avec les volumes des bâtiments.....	13
Fig. 6 Vue générale en plan de la station actuelle.....	13
Fig. 7 Schéma de principe de la distribution des débits.....	14
Fig. 8 Fonctionnement de l'Actiflo® durant un épisode pluvieux (2 avril 2018).....	15
Fig. 9 Évolution des volumes d'eau totaux pour la période allant de septembre 2016 à septembre 2018.....	17
Fig. 10 Vue générale de la station future avec les volumes des bâtiments.....	23
Fig. 11 Processus de traitement physique des eaux usées.....	23
Fig. 12 Filière de traitement biologique future.....	25
Fig. 13 Processus de traitement des boues.....	27
Fig. 14 Concentrations des eaux usées en entrée des pilotes des 29 substances détectées (échelle logarithmique). Représentation avec les quartiles (25 - 75%), les valeurs limites (centiles 10 et 90%), la médiane ainsi que le [nombre d'analyses quantifiables] (tiré de [13]).....	29
Fig. 15 Filière schématique du traitement des micropolluants (d'après [1]).....	32

## 0.7. Liste des tableaux

Tableau 1 Valeurs de dimensionnement des paramètres hydrauliques.....	19
Tableau 2 Valeurs de dimensionnement proposée pour la station d'épuration de la ville du Locle.....	20
Tableau 3 Valeurs de dimensionnement des charges biologiques et paramètres physiques avec retours en tête.....	20
Tableau 4 Évaluation des différentes filières de traitement des eaux.....	22
Tableau 5 Valeurs de dimensionnement des dégrilleurs grossiers.....	24
Tableau 6 Valeurs de dimensionnement des dessableurs-déshuileurs.....	24
Tableau 7 Valeurs de dimensionnement des tamiseurs fins.....	24
Tableau 8 Valeurs de dimensionnement des décanteurs lamellaires.....	24
Tableau 9 Valeurs de dimensionnement des charges biologiques et paramètres physiques avec retours en tête.....	25
Tableau 10 Production de boues de la filière eau de la future station d'épuration (tiré de [1]).....	26
Tableau 11 Paramètres d'apports externes des boues pour le dimensionnement de la filière de traitement des boues.....	27
Tableau 12 Substances à mesurer pour déterminer le taux d'épuration des micropolluants.....	28
Tableau 13 Comparaison des variantes pour le traitement des micropolluants.....	31
Tableau 14 Dimensionnement de la filtration sur charbon actif en grain.....	32
Tableau 15 Synthèse des frais d'investissement.....	34
Tableau 16 Synthèse des frais d'investissement pour la partie micropolluants.....	34
Tableau 17 Synthèse des frais d'exploitation.....	34
Tableau 18 Budget estimatif des travaux à réaliser.....	35

## 1. INTRODUCTION

### 1.1. Notations

Dans ce qui suit, nous adopterons les notations suivantes :

BA	Boues activées
BF	Biofiltration
CEMAGREF	Institut de recherche en sciences et technologies pour l'environnement
DBO <sub>5</sub>	Demande biochimique en oxygène à 5 jours
DCO	Demande chimique en oxygène
DETEC	Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication
EAWAG	Institut de Recherche de l'Eau du Domaine des EPF
EH	Équivalent-habitant
EU	Eaux usées
MBBR	Traitement par lit fluidisé
MBR	Traitement par bioréacteur à membrane
N-NH <sub>4</sub>	Azote ammoniacal
N <sub>tot</sub>	Azote total
OFEV	Office fédéral de l'environnement
PGEE	Plan général d'évacuation des eaux
P-PO <sub>4</sub>	Orthophosphates
P <sub>tot</sub>	Phosphore total
Q	Débit
Q <sub>max,VSA</sub>	Débit maximal déterminé selon l'approche du VSA
Q <sub>PTS,CEMAGREF</sub>	Débit temps sec maximal déterminé selon la méthode du CEMAGREF
Q <sub>TS,max,VSA</sub>	Débit temps sec maximal déterminé selon l'approche du VSA
SBR	Réacteur séquentiel discontinu
STEP	Station d'épuration
UIOM	Ucine d'incinération des ordures ménagères
VSA	Association suisse des professionnels de l'eau

## 1.2. Résumé

Après une étude consacrée à l'épuration des eaux débutée en 1961 et le début de la construction en 1968, la station d'épuration du Locle est inaugurée le 8 octobre 1971. Prévue initialement pour 20'000 équivalents-habitants, cette installation comprend, après relevage des eaux, des installations de pré-traitement suivies d'un traitement biologique sans nitrification.

L'installation inclut aussi un traitement des boues avant leur acheminement vers l'usine d'incinération des ordures ménagères (UIOM) du réseau de valorisation des déchets - Arc jurassien (VADEC SA).

Après plus de 47 ans de fonctionnement, cette station doit intégrer une étape supplémentaire de traitement des micropolluants organiques, afin de la rendre conforme aux exigences légales dans un souci de préservation de l'environnement pour les générations futures. Au surplus, l'intégration du traitement des micropolluants dans les installations de traitement des eaux usées est un objectif du plan directeur cantonal neuchâtelois (Fiche E\_42).

La nouvelle station d'épuration devra aussi intégrer une étape de nitrification. Le canton de Neuchâtel a en effet désormais imposé la nitrification des eaux.

Au vu de l'état général des installations et des besoins de mise à niveau de la quasi-totalité des équipements, la solution la plus économique est la reconstruction d'une nouvelle station d'épuration comprenant une filière biologique au moyen de cultures fixées avec nitrification ainsi qu'un traitement des micropolluants organiques par une filtration finale par charbon actif en grains ou micro-grains.

Ces travaux s'intègrent dans un cadre global de gestion et d'évacuation des eaux qui comprend notamment les mesures prises dans le cadre du Plan général d'évacuation des eaux (PGEE).

A la suite des rapports précédents [1–7], consacrés à l'analyse des bâtiments puis à l'évaluation des diverses solutions de traitement des eaux, le présent document dresse la synthèse des solutions retenues et précise les éléments d'avant-projets définis par la ville du Locle, à savoir :

- Les travaux à prévoir ;
- Le choix de la filière ;
- Le pré-dimensionnement de la filière retenue ;
- La planification générale ;
- Le devis estimatif des travaux et équipements.



**Fig. 1** Situation géographique de la STEP du Locle.

### 1.3. Localisation géographique

La STEP est représentée à la figure 2. Le système de référence CH1903+\_LV95 [8] sera utilisé comme standard pour les données géoréférencées du projet. Les coordonnées moyenne du lieu d'exécution du projet sont :

CH1903+ / LV95	2°54'56.33, 1°21'11.027
Altitude :	918.5 m
WGS 84 (lat/lon)	47°02'52.934" N, 6°43'23.376"E



**Fig. 2** Vue aérienne de la station d'épuration

## 1.4. Justification du projet

L'annexe 3.1 de l'Ordonnance sur la protection des eaux précise les conditions qui déterminent la nécessité de mettre en place un traitement des micropolluants ou substances organiques traces présentes dans les eaux usées. En particulier, sous le chiffre 8 de l'annexe, il est précisé que le taux d'épuration par rapport aux eaux polluées brutes, mesuré à partir d'une sélection de substances, doit atteindre 80 % pour les eaux usées provenant des « installations auxquelles sont raccordés 8'000 habitants ou plus, qui déversent leurs effluents dans un cours d'eau contenant plus de 10 % d'eaux usées non épurées des composés traces organiques; le canton désigne, dans le cadre d'une planification dans le bassin versant, les installations qui doivent prendre des mesures » [9].

Dans ce cadre, le canton de Neuchâtel a désigné la station d'épuration du Locle comme une station devant prendre des mesures.

Cette mesure fait aussi partie du catalogue des mesures du Plan d'action national en faveur du Doubs mise à jour en 2018 [10].

### 1.4.1. Milieu naturel et situation de l'exutoire de la station d'épuration

La Rançonnière - principal affluent du Doubs sur le bassin versant neuchâtelois - est le cours d'eau qui reçoit les effluents de la station d'épuration. Ce cours d'eau se jette dans le lac des Brenets, affluent du Doubs qui termine sa course dans la Saône à Verdun-sur-le-Doubs. C'est donc un cours d'eau du bassin versant du Rhône. En aval de la station d'épuration se trouve un lac sous-terrain puis une installation de turbinage.

La Rançonnière présente un potentiel piscicole qualifié de bon sur sa partie inférieure (soit le premier kilomètre en partant du lac des Brenets). Ce tronçon est en effet accessible sans obstacle à la faune piscicole. Les principales espèces sont la truite du Doubs et le chabot. A l'inverse, sur sa partie supérieure, cette rivière est non piscicole en raison des fortes pentes au droit du Col des Roches et des importantes infiltrations [11,12].

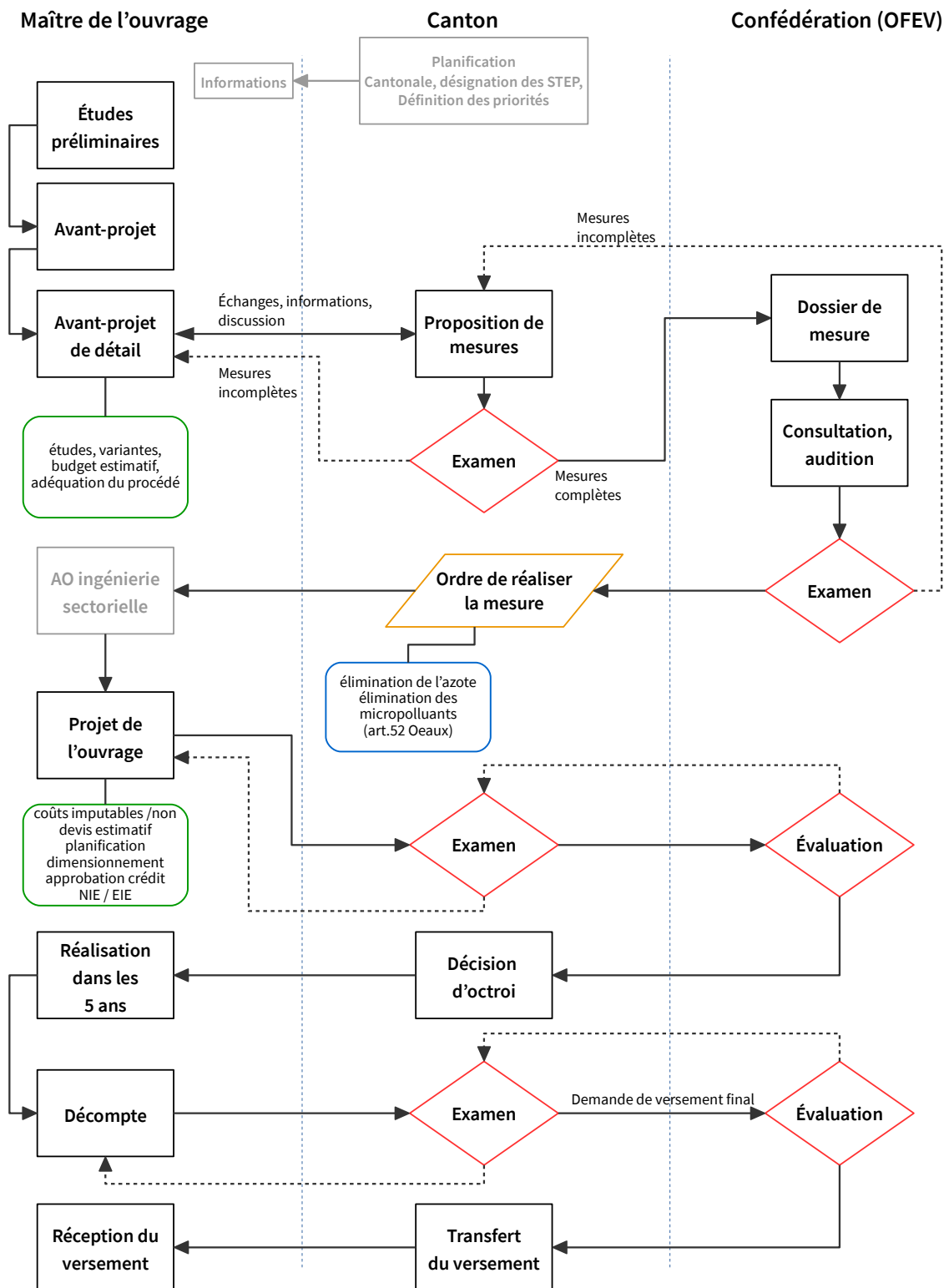
On observera encore que la Rançonnière fonctionne par éclusée de par l'installation de turbinage des eaux de VITEOS. L'installation comprenant deux turbines Francis permet de valoriser le potentiel de chute de 90 mètres pour un bassin de l'ordre de 6'000 mètres cubes. Les eaux issues de la STEP sont ainsi valorisées au sein de cette installation.

### 1.4.2. Impact de la mesure proposée

La réalisation de la nouvelle station d'épuration du Locle comprenant une étape de traitement des micropolluants organiques s'inscrit dans le cadre plus large de la protection du Doubs, ressources importantes non seulement pour la faune mais aussi ressources essentielles d'eau potable.

## 1.5. Procédure

La procédure de réalisation des travaux comprend plusieurs étapes importantes résumées dans la figure 3 suivante. Actuellement le projet se situe dans la phase de « proposition des mesures » et « dossier de mesures ».



**Fig. 3** Procédure de traitement administratif des dossiers (D'après [13]).

## 2. FILIÈRES ACTUELLES DE TRAITEMENT

On distingue les deux filières actuelles de traitement des eaux et des boues.

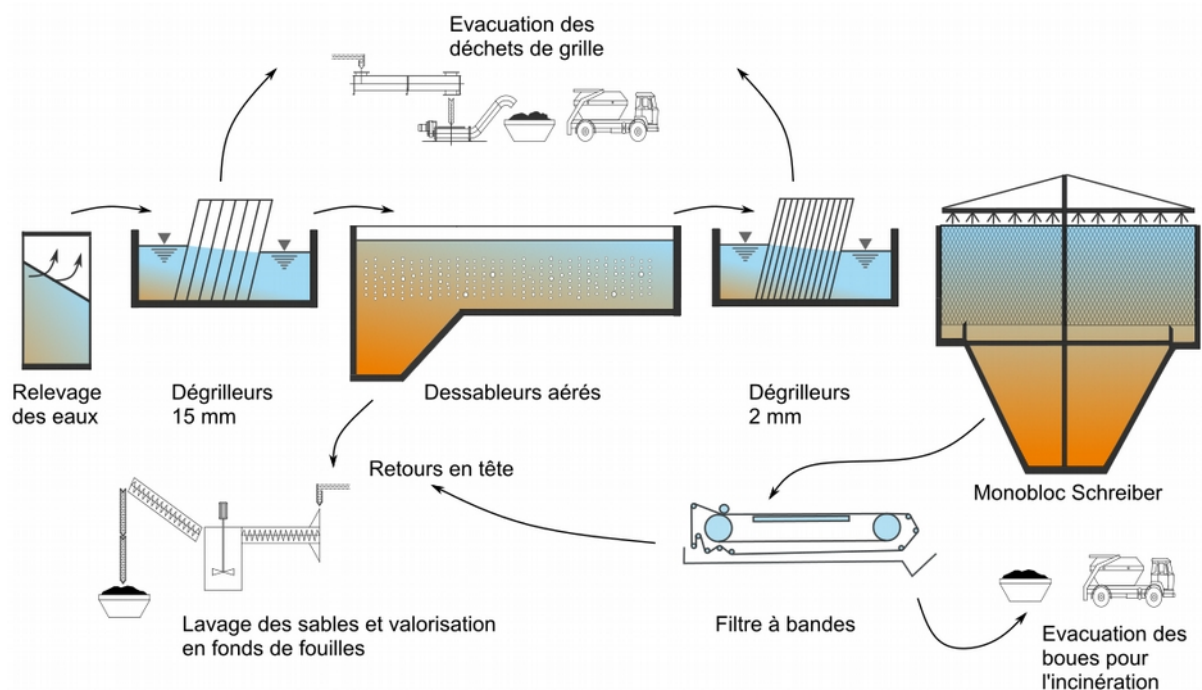
### Filière Eau

- A) Traitement mécanique.
  - i. Poste de relevage (3 pompes).
  - ii. Dégrilleur grossier (15 mm).
  - iii. Dessableur aéré.
  - iv. Dégrilleur fin (2 mm).
- B) Traitement biologique.
  - i. Traitement sur lit bactérien (2 monoblocs Schreiber).

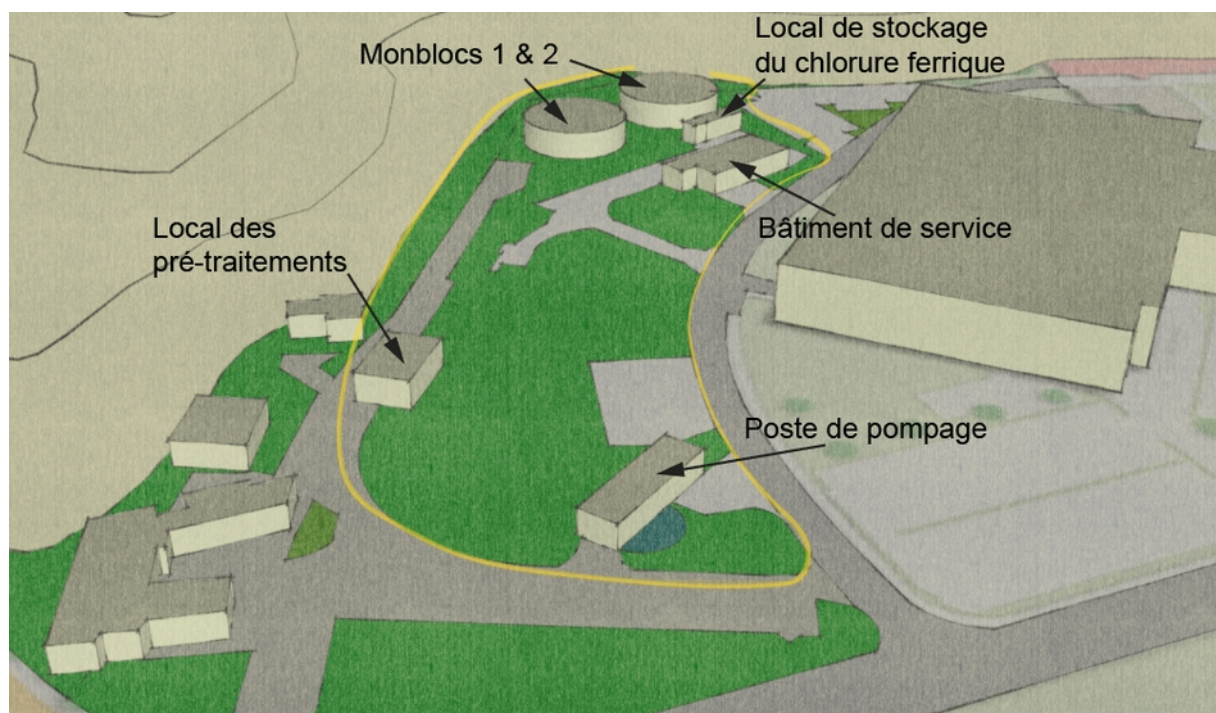
### Filière Boues

- A) Traitement biologique
  - i. Digestion dans les monoblocs Schreiber.
- B) Épaississement des boues.
  - i. Épaississement gravitaire dans les monoblocs Schreiber.
  - ii. Épaississement des boues au moyen d'épaississeur à bandes.
- C) Évacuation des boues.
  - i. Incinération des boues déshydratées.

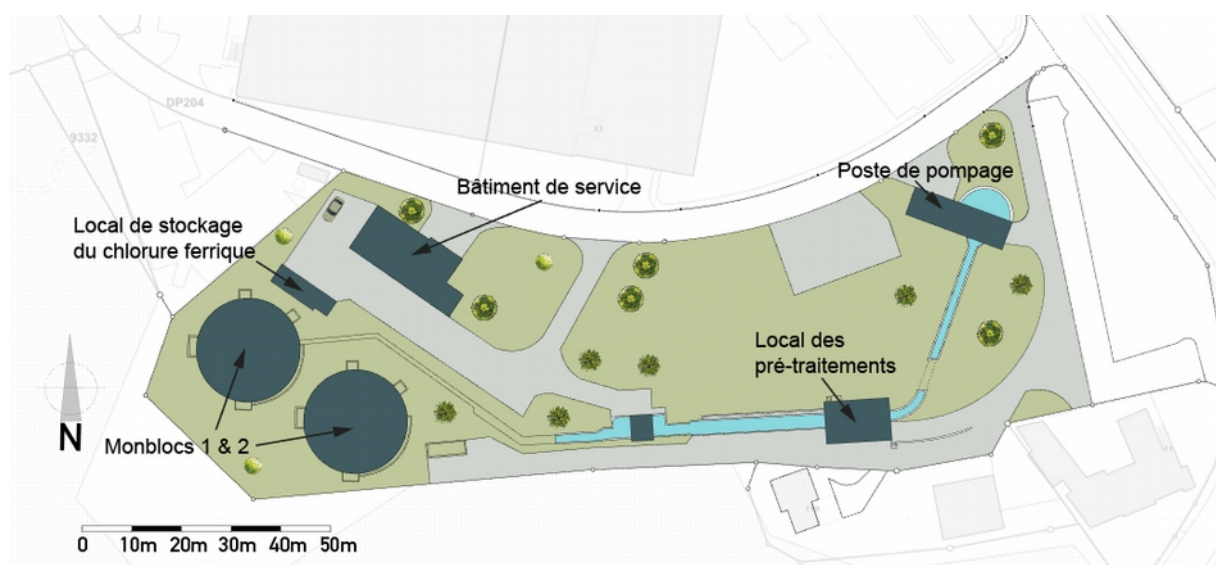
La figure 4 résume les filières présentes sur le site de la station d'épuration, la figure 5 illustre la station avec les volumes bâtis actuels. La figure 6 donne une vue d'ensemble de la station en planimétrie.



**Fig. 4** Résumé des filières de traitement de l'eau et des boues de la station d'épuration actuelle.



**Fig. 5** Vue générale de la station actuelle avec les volumes des bâtiments.



**Fig. 6** Vue générale en plan de la station actuelle.

### 3. CARACTÉRISATION DES DÉBITS

#### 3.1. Débits d'entrée et fonctionnement de l'Actiflo®

Le réseau d'évacuation des eaux du Locle est majoritairement de type unitaire. Cela se traduit donc par une composante en eaux claires importante provenant des eaux de ruissellement, des drainages de la nappe et de la fonte des neiges. Afin de réduire les apports d'eaux non traitées dans le milieu naturel, une installation de type Actiflo® a été mise en service en 2013. Cette installation a par la suite été modifiée en 2015 par le biais de l'installation d'un déversoir dégrillé en amont de l'Actiflo®. La figure 7 ci-dessous présente le fonctionnement général du système dans sa configuration actuelle.

Jusqu'au débit de 680 m<sup>3</sup>/h (720 m<sup>3</sup>/h actuellement), les eaux usées sont entièrement traitées par la STEP. Au dessus et jusqu'à un débit de 4'600 m<sup>3</sup>/h, les eaux passent par une installation de dégrillage en amont de l'Actiflo® et un déversoir permet d'acheminer un débit de 1'800 m<sup>3</sup>/h sur l'installation Actiflo®. Le surplus est renvoyé dans le milieu naturel.

Sous l'hypothèse d'un débit supérieur à 4'600 m<sup>3</sup>/h, un clapet de sécurité envoie le surplus d'eau vers le milieu naturel.

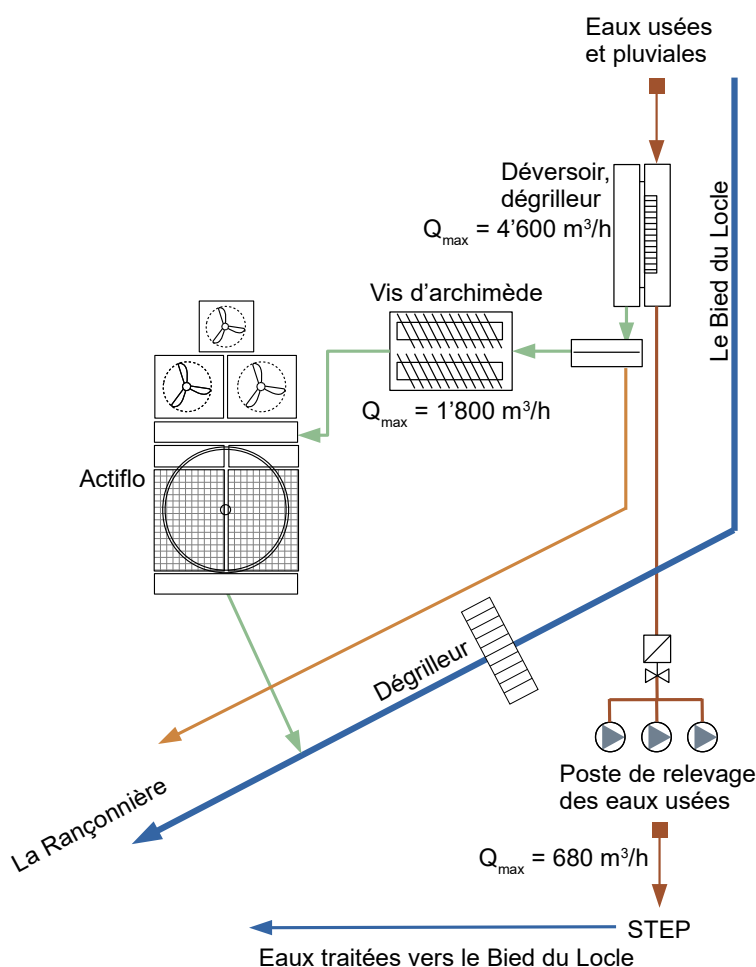


Fig. 7 Schéma de principe de la distribution des débits

La série des débits journaliers pour l'année 2018 montre cependant des débits journaliers pouvant dépasser 100'000 m<sup>3</sup>. Sans aller jusqu'à ces valeurs extrêmes, il convient de noter que le fonctionnement de l'Actiflo® est aussi conditionné par le régime hydraulique en amont. De fait, au moment du passage à un régime torrentiel, l'Actiflo® est mis hors service afin d'éviter des apports trop élevés en matières solides pouvant endommager l'Actiflo. Ceci a pour conséquence de modifier la répartition entre les volumes théoriquement déversés et ceux acheminés sur l'Actiflo® avec le comportement réel du système. Par contre, ce comportement n'influence pas les débits traités au sein de la station d'épuration.

On retiendra ainsi que la station d'épuration traite environ 60 % du volume total tandis que le solde est réparti à raison de 30 % du volume est déversé et 10 % traité sur l'Actiflo®. En théorie, cette dernière répartition devrait être de l'ordre de 25 % sur l'Actiflo® et 15 % en déversements.

La figure 8 illustre le fonctionnement de l'Actiflo® durant un épisode pluvieux soit le 2 avril 2018.

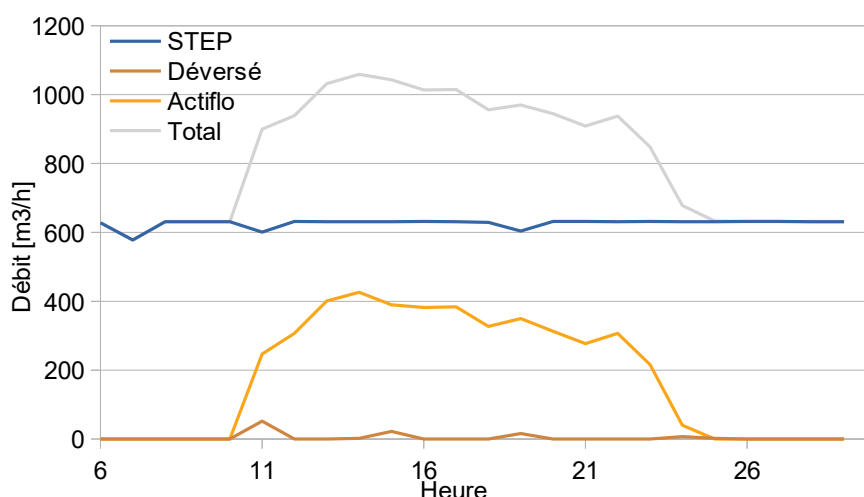


Fig. 8 Fonctionnement de l'Actiflo® durant un épisode pluvieux (2 avril 2018)

### 3.2. Eaux claires parasites

Les eaux claires parasites sont définies comme étant l'ensemble des effluents qui transitent par le réseau d'assainissement qui n'a pas été conçu pour les recevoir. Ces eaux claires posent plusieurs problèmes en se mélangeant aux eaux usées car elles accroissent le volume d'eau à traiter par la STEP, diluent les effluents et réduisent l'efficacité du traitement et abaissent la température des eaux, ce qui influence aussi négativement les capacités de traitement. A ces eaux s'ajoutent encore des apports sous forme d'eaux pluviales qui contribuent aussi à l'augmentation de la problématique évoquée.

Dans ce contexte, la ville du Locle a établi un plan général d'évacuation des eaux PGEE dès 2001. Le PGEE élaboré en 2000 arrivait à la conclusion que les eaux claires parasites représentaient 30 l/s par temps sec et jusqu' 100 l/s après un épisode de pluie. A la suite de divers travaux entrepris depuis lors, les campagnes menées entre 2016 et 2018 montrent désormais que les eaux claires parasites représentent un débit de l'ordre de 20 l/s à 45 l/s soit entre 72 et 162 m³/h, ce qui est élevé au vu des débits entrant à la STEP.

L'estimation des débits par temps sec selon l'approche VSA permet de déterminer, pour l'année 2018 :

$$Q_{TS,d,VSA} = \frac{Q_{20} + Q_{50}}{2} = \frac{3'970 + 5'945}{2} = 4'958 [m^3/j] = 207 [m^3/h] \quad (\text{Eq. 3.1})$$

On détermine le débit des eaux résiduelles  $Q_{ER}$  comme étant le débit théorique sachant que un équivalent habitant produit 170 l/jour d'eaux usées avec une charge organique de 120 g de DCO. De fait, on établit qu'un mètre cube d'eau usée comprend 0.706 kg de DCO.

En faisant le raisonnement à partir de la charge mesurée, on peut déterminer le débit des eaux résiduaires sans les eaux claires par la relation :

$$Q_{ER} = \frac{\overline{DCO}}{0.706} = 1'983 [m^3/j] \quad (\text{Eq. 3.2})$$

A partir des valeurs moyenne de DCO mesurée de référence de 1400 kg/j pour l'année 2018, on a ainsi :

$$Q_{ER} = \frac{\overline{DCO}}{0.706} = \frac{1'400}{0.706} = 1'983 [m^3/j] \quad (\text{Eq. 3.3})$$

A partir des relations précédentes, on évalue le volume des eaux claires parasites par :

$$Q_{ECP} = Q_{TS} - Q_{ER} = 4'958 - 1'983 = 2'975 [m^3/j] \quad (\text{Eq. 3.4})$$

Cette estimation permet de montrer que la fraction des eaux claires parasites s'élève à une valeur estimative de l'ordre de 60 % environ.

$$T_{ECP} = \frac{\overline{Q_{ECP}}}{Q_{TS,d,VSA}} = \frac{2'975}{4'958} = 0.60 [-] \quad (\text{Eq. 3.5})$$

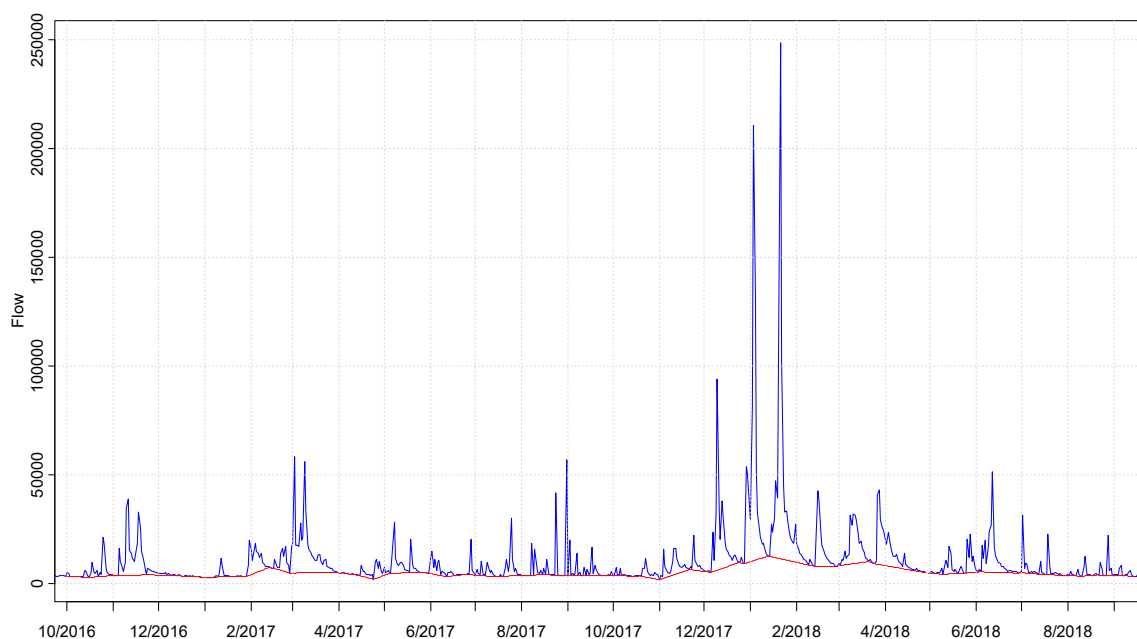
Cela signifie ainsi que la proportion des eaux usées est de 40 %. On notera que le rapport de gestion 2017 de la ville du Locle arrive à la même conclusion (39 % d'eaux usées traitées à la STEP).

Une autre approche pour déterminer la composante des eaux claires parasites peut-être appliquée en recourant à l'estimation du débit de base de la série des mesures des débits entrant à la STEP [14]. Selon cette méthode issue des pratiques hydrologiques, l'estimation conduit à une valeur d'eaux claires parasites de l'ordre de 3'300 m³/jour, ce qui corrobore les résultats précédemment obtenus.

On retiendra ainsi les éléments suivants :

- La nature unitaire du réseau d'assainissement de la ville du Locle conduit à l'évacuation de grands volumes d'eaux de provenance diverse (eaux de nappe, précipitations, eaux de fonte, eaux usées). La figure montre l'évolution des volumes totaux pour l'année 2018. La courbe en rouge représente le débit de base soit de manière approchée les eaux usées sans la composante pluviale.
- Actuellement, par rapport au volume d'eaux arrivant à la STEP, le taux d'eaux claires parasites s'élève à 60 % soit près de 3'000 m³/j ou encore 34 l/s, le débit par temps sec est proche de 5'000 m³/j. La valeur du débit des eaux claires parasites se situe donc dans l'intervalle établi par le PGEE.

- Les scénarios d'évolution du climat en Suisse montrent une élévation des températures hivernales [15], de plus fortes précipitations sous forme de pluies l'hiver et globalement un accroissement du volume des pluies durant l'année. Il s'ensuit que malgré les efforts réalisés sur le réseau, le débit des eaux claires parasites restera, durant les prochaines années, élevé. De fait, le débit de dimensionnement de la future station ne devrait pas être inférieur à 5'000 m<sup>3</sup>/j.
- Lors d'événements pluvieux, il est difficile de traiter les eaux dès lors que le débit dépasse la valeur de 680 m<sup>3</sup>/h de par la dilution de l'effluent.



**Fig. 9** Évolution des volumes d'eau totaux pour la période allant de septembre 2016 à septembre 2018.

#### 4. PARAMÈTRES DE DIMENSIONNEMENT

Les paramètres de dimensionnement ont été établis sur la base des données statistiques à disposition, soit des échantillons de valeurs mesurées pour la période couvrant les années 2015 à 2018. Ces paramètres ont été complétés par les exigences de l'autorité cantonale. Les méthodes de calcul appliquées sont celles préconisées par le VSA [16–18].

On observe toutefois que l'application stricte des déterminations habituelles n'est pas totalement applicable au vu de la nature unitaire du réseau d'assainissement.

Dans un premier temps, une analyse de plusieurs scénarios a été réalisée afin d'évaluer le nombre d'équivalents-habitants à l'horizon 2050. Ces analyses se fondent sur les études statistiques de l'Office fédéral de la statistique et du plan directeur cantonal du canton de Neuchâtel. L'étude détaillée de l'évolution démographique ainsi que l'évaluation de différentes options de raccordements dans le futur ont conduit aux résultats qui suivent.

#### 4.1. Evolution de la population

Les valeurs de référence du projet établi par l'entreprise Alpha Wassertechnik AG sont les suivantes :

##### Nombre d'équivalent-habitants

- Population raccordées	=	13'200 EH
- Frontaliers	=	1'500 EH
- Industries	=	3'000 EH
- Réserve	=	800 EH
<b>Total</b>	<b>=</b>	<b>18'500 EH</b>

Le nombre d'habitants raccordés représente la population résidente qui est rattachée à une STEP centrale.

A partir des données disponibles au sein du fichier modèle « Relevé des habitants raccordés » mis à disposition par l'OFEV ainsi que les éléments transmis par le canton de Neuchâtel on note les éléments suivants.

En 2017, la somme des habitants raccordés à la STEP du Locle s'élevait à 9'821 selon les données de l'OFEV pour 10'382 habitants selon les données de l'annuaire statistique du canton de Neuchâtel à fin 2017. La différence entre les valeurs provient d'une part d'habitants français raccordés à la station d'épuration et, d'autre part, d'habitants non encore raccordés en 2017.

Afin de déterminer l'évolution future des habitants raccordés, on se base dans ce qui suit sur l'évolution du plan directeur cantonal (Canton de Neuchâtel, 2017). Ce rapport retient pour sa part des projections de la population résidente de 195'000 habitants en 2030 et 205'000 habitants en 2040. Ces projections permettent de définir des taux moyens annuels de croissance de 0.636 % pour la période 2016-2030 puis 0.501 % pour la période 2030-2040.

En considérant un taux de 0.6 % d'évolution de la population, cette dernière conduit à une population probable à l'horizon 2050 de 12'572 habitants.

On peut ainsi considérer le chiffre de 12'500 à 12'800 habitants raccordés comme réaliste dans la mesure où ce chiffre prend en compte les habitants français raccordés à la STEP ainsi que le raccordement futur de ceux qui ne sont pas encore raccordés sur la STEP du Locle à ce jour.

**De fait, le chiffre total de 18'000 EH pour l'horizon 2050 (scénario  $P_{2050}$ ) est cohérent et peut être admis comme base de dimensionnement.**

## 4.2. Evolution des débits

### 4.2.1. Débit journalier par équivalent habitant

Le débit moyen journalier par EH est arrêté pour le projet à 250 l/j/EH soit théoriquement 4'500 m<sup>3</sup>/j. Ce débit constitue un objectif à atteindre d'ici à 2035. Actuellement, si l'on se base sur la consommation d'eau, cette dernière est de 200 l/j/habitant selon les données transmises par le canton. Toutefois, au vu des constats sur la présence d'eaux claires parasites, on vérifiera que les équipements sont susceptibles d'accepter des débits supérieurs en regard des volumes journaliers actuels arrivant à la STEP de 7'800 m<sup>3</sup>/j.

On vérifiera ainsi que sous l'hypothèse d'un dimensionnement prévu pour un fonctionnement à l'horizon 2035 avec un débit journalier de 4'500 m<sup>3</sup>/j, que le volume de 5'000 m<sup>3</sup>/j puisse aussi être accepté.

### 4.2.2. Débit journalier moyen

On détermine le débit journalier moyen de dimensionnement à partir des valeurs précédentes :

$$\overline{Q_j} = 18'000 \cdot 0.250 = 4'500 \quad [m^3/j] \quad (\text{Eq. 4.1})$$

Soit aussi :

$$\overline{Q} = \overline{Q_j}/24 = 190 \quad [m^3/h] \quad (\text{Eq. 4.2})$$

Pour l'année 2017, le débit horaire moyen est de :

$$\overline{Q}_{obs2017} = 286 \quad [m^3/h] \quad (\text{Eq. 4.3})$$

Pour l'année 2018, le débit horaire moyen de la série partielle (du 1.1.2018 au 18.11.2018) est de :

$$\overline{Q}_{obs2018} = 328 \quad [m^3/h] \quad (\text{Eq. 4.4})$$

Concernant les débits temps sec, la méthode du VSA conduit à une valeur de  $Q_{TS14}$  de l'ordre de 357 m<sup>3</sup>/h et de 313 m<sup>3</sup>/h pour un débit temps sec  $Q_{TS16}$  déterminé sur 16 heures. Les observations actuelles conduisent à une valeur de débit temps sec de point de 340 m<sup>3</sup>/h.

A l'issue des études précédentes, les valeurs de dimensionnement retenues sont les suivantes.

**Tableau 1** Valeurs de dimensionnement des paramètres hydrauliques.

Année	$P_{2050}$
Charge hydraulique journalière en m <sup>3</sup> /j	4'500
Débit horaire moyen journalier en m <sup>3</sup> /h	190
Débit de pointe par temps sec $Q_{TS,max}$ en m <sup>3</sup> /h	340
Débit de pointe par temps de pluie $Q_{max}$ en m <sup>3</sup> /h ( $2.0 \cdot Q_{TS,max}$ )	680
Débit de pointe par temps sec (méthode du CEMAGREF) en m <sup>3</sup> /h	380
Débit minimal en m <sup>3</sup> /h	100

### 4.3. Evolution des charges

Les valeurs et charges de références sont données aux tableaux 2 et 3 suivant.

**Tableau 2** Valeurs de dimensionnement proposée pour la station d'épuration de la ville du Locle

Année	$P_{2050}$
Population équivalente EH	18'000 EH
EH hydraulique	250 l/j/EH
Charge hydraulique journalière	4'500 m <sup>3</sup> /j
Débit horaire moyen journalier	190 m <sup>3</sup> /h
Débit de pointe par temps sec $Q_{TS,max}$	340 m <sup>3</sup> /h
Débit de pointe par temps de pluie $Q_{max} (2.0 \cdot Q_{TS,max})$	680 m <sup>3</sup> /h
Débit minimal	150 m <sup>3</sup> /h
Température de dimensionnement pour la nitrification	10 °C
EH DBO <sub>5</sub>	60 g O <sub>2</sub> /EH/j
EH DCO	120 g O <sub>2</sub> /EH/j
EH N-NH <sub>4</sub>	6.5 g O <sub>2</sub> /EH/j
EH N <sub>tot</sub>	10 g O <sub>2</sub> /EH/j
EH P-PO <sub>4</sub>	1.0 g O <sub>2</sub> /EH/j
EH P <sub>tot</sub>	1.8 g O <sub>2</sub> /EH/j
EH MES	60 g EH/j

**Tableau 3** Valeurs de dimensionnement des charges biologiques et paramètres physiques avec retours en tête.

Paramètre	$P_{2050}$
Charge journalière en DBO5 en kgO <sub>2</sub> /j et centrats (5%)	1'134
Charge journalière en DCO en kgO <sub>2</sub> /j et centrats (5%)	2'268
Charge journalière en DCO soluble <sup>1</sup> en kgO <sub>2</sub> /j et centrats (5%)	861
Charge journalière en azote ammoniacal N-NH <sub>4</sub> en kg/j et centrats (20%)	140
Charge journalière en azote total N en kg/j et centrats (10%)	200
Charge journalière en orthophosphates P-PO <sub>4</sub> en kg/j et centrats (5%)	19
Charge journalière en phosphore P en kg/j et centrats (5%)	34
Charge journalière en MES en kg/j	1'080
Plage de température des eaux usées en °C	4 - 19
Température moyenne des eaux usées en °C	10.5
pH des eaux usées en entrée [-]	7.73
Conductivité moyenne en entrée de station en µS/cm	900
Alcalinité totale en mg/l de CaCO <sub>3</sub>	300

1 La DCO soluble représente 38 % de la DCO totale selon les rapports précédents.

Le débit maximal retenu est donc de 680 m<sup>3</sup>/h soit 189 l/s. Ce choix repose sur les considérations suivantes :

- La capacité hydraulique de la STEP est inférieure à  $4 \cdot Q_{TS,d,VSA} = 1'428 \text{ m}^3/\text{h}$  conformément à la directive VSA [1].
- Le débit maximal est déterminé par  $2 \cdot Q_{TS}$ . Cette valeur est nécessaire au vu de l'évolution de la mise en œuvre des mesures du PGEE ainsi que de la nature du réseau d'assainissement.
- La superficie à disposition pour la réalisation des travaux est suffisante pour traiter le débit total.
- La STEP doit répondre en tout temps aux exigences légales fixées par l'OEaux [9].

## 5. FILIÈRE DE TRAITEMENT PROJETÉE

Plusieurs processus de traitement biologique ont été analysés selon diverses combinaisons d'équipements. On retiendra que les grandes lignes de traitement comprenaient :

1. Traitement par boues activées et clarification (BA).
2. Traitement par réacteur séquentiel discontinu (SBR).
3. Traitement par bioréacteur à membrane (MBR).
4. Traitement par lit fluidisé (MBBR).
5. Traitement par biofiltration (BF).

L'évaluation de ces filières a pris en compte des critères en relation avec : les contraintes de mise en œuvre sur le site actuel de la station d'épuration ; les performances épuratoires en regard des eaux usées à traiter, en particulier la situation climatique et les fortes variations de débit ; leur capacité d'adaptation ; les coûts d'investissement et d'exploitation.

Il ressort de cette analyse, menée conjointement indépendamment par deux bureaux, que la solution par lit fluidisé de type MBBR [19–22] est la meilleure option pour le traitement biologique des eaux usées<sup>2</sup>. Le tableau 4 ci-après résume les principaux critères de l'analyse réalisée.

La filière projetée comprend ainsi les éléments suivants :

- A) Traitement mécanique
  - i. Dégrilleur grossier (15 mm).
  - ii. Dessableur-déshuileur.
  - iii. Tamisage fin (1 mm).
  - iv. Décantation lamellaire
- B) Traitement biologique
  - i. Traitement biologique sur lit fluidisé MBBR carbone-azote.
  - ii. Décantation finale par flottation.
- C) Traitement des micropolluants

---

<sup>2</sup> Un revue de la littérature a aussi été effectuée.

- i. Filtre à tambour.
- ii. Filtration sur un lit de charbon actif en grains ou micro-grains.

Dans la mesure du possible, le projet vise à valoriser au maximum les infrastructures existantes ou l'utilisation de volumes afin de réduire les mouvements de terre. De fait, toutes les installations ont fait l'objet d'une analyse structurelle [6,7].

**Tableau 4** Évaluation des différentes filières de traitement des eaux.

	BA	SBR	MBR	MBBR	BF
<b>Procédé (25%)</b>					
Simplicité de mise en œuvre	5	3	2	4	4
Risques et stabilité	5	4	1	4	4
Références	5	4	2	2	4
Facilité de maintenance et d'exploitation	4	4	2	3	3
<i>Total</i>	<i>118.8</i>	<i>93.8</i>	<i>43.8</i>	<i>81.3</i>	<i>93.8</i>
<b>Performances (20%)</b>					
Obtention des normes de rejet	4	4	5	4	4
Impact sur la filière micropolluants	4	4	5	4	4
Consommation d'énergie	5	4	2	3	3
<i>Total</i>	<i>86.7</i>	<i>80</i>	<i>80</i>	<i>73.3</i>	<i>73.3</i>
<b>Adaptation (20%)</b>					
Variation de charge	3	2	2	4	5
Variation de débit	2	2	1	5	3
Variation de température	2	2	1	5	2
Dilution	3	1	1	4	4
<i>Total</i>	<i>50</i>	<i>35</i>	<i>25</i>	<i>90</i>	<i>70</i>
<b>Déroulement du projet (15%)</b>					
Place à disposition et réserve	1	2	3	5	5
Exploitation des ouvrages existants	1	1	1	1	1
Compacité	1	2	4	5	5
Maintien en exploitation durant les travaux	4	3	3	5	5
<i>Total</i>	<i>22.5</i>	<i>30</i>	<i>41.3</i>	<i>60</i>	<i>60</i>
<b>Aspects financiers (20%)</b>					
Investissements	5	3	2	4	3
Frais d'exploitation	4	3	2	3	3
<i>Total</i>	<i>90</i>	<i>60</i>	<i>40</i>	<i>70</i>	<i>60</i>
<b>Total</b>	<b>368</b>	<b>299</b>	<b>230</b>	<b>375</b>	<b>357</b>

La figure 11 présente une vue générale de la station avec les implantations des volumes des bâtiments projetés.

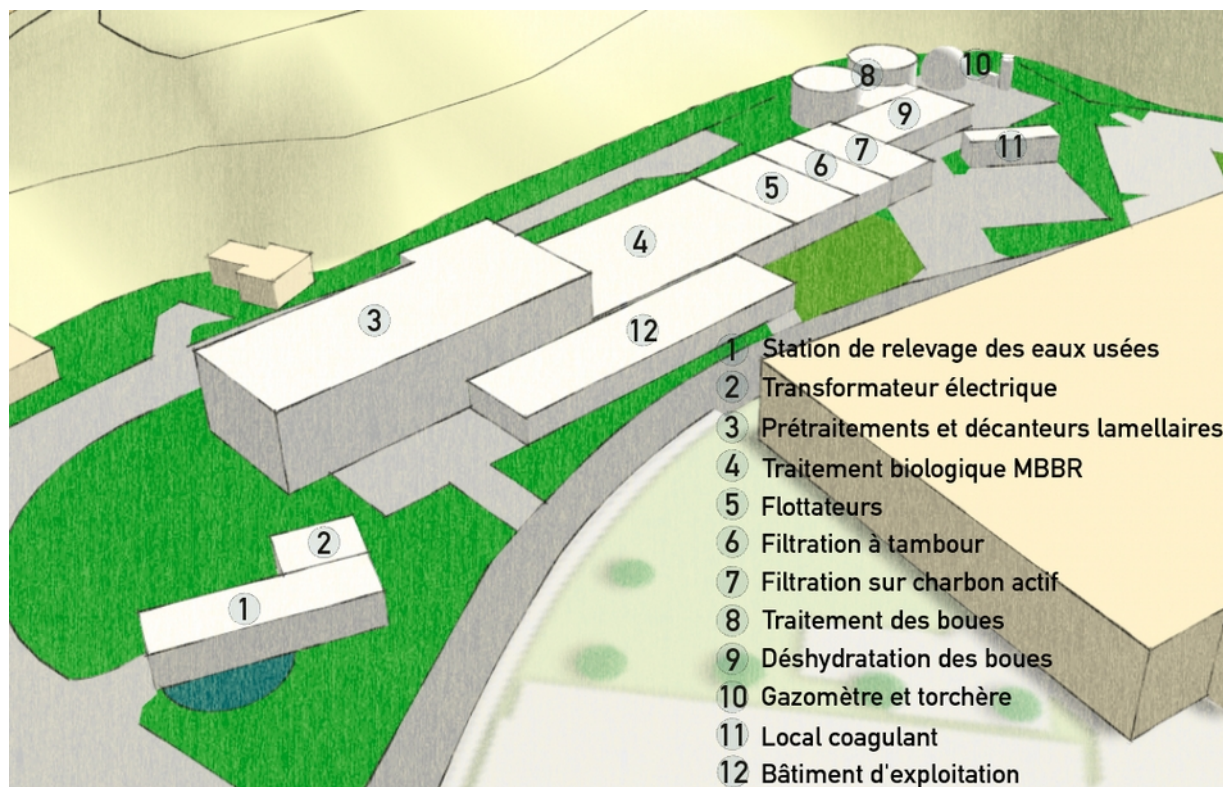


Fig. 10 Vue générale de la station future avec les volumes des bâtiments.

### 5.1. Traitement physique

Le traitement physique des eaux usées intervient dans l'étape de pré-traitement et comprend après le poste de relevage des eaux une étape de dessablage déshuilage suivie d'une décantation au moyen de deux décanteurs lamellaires.

La figure 10 précise le processus de traitement physique des eaux usées.

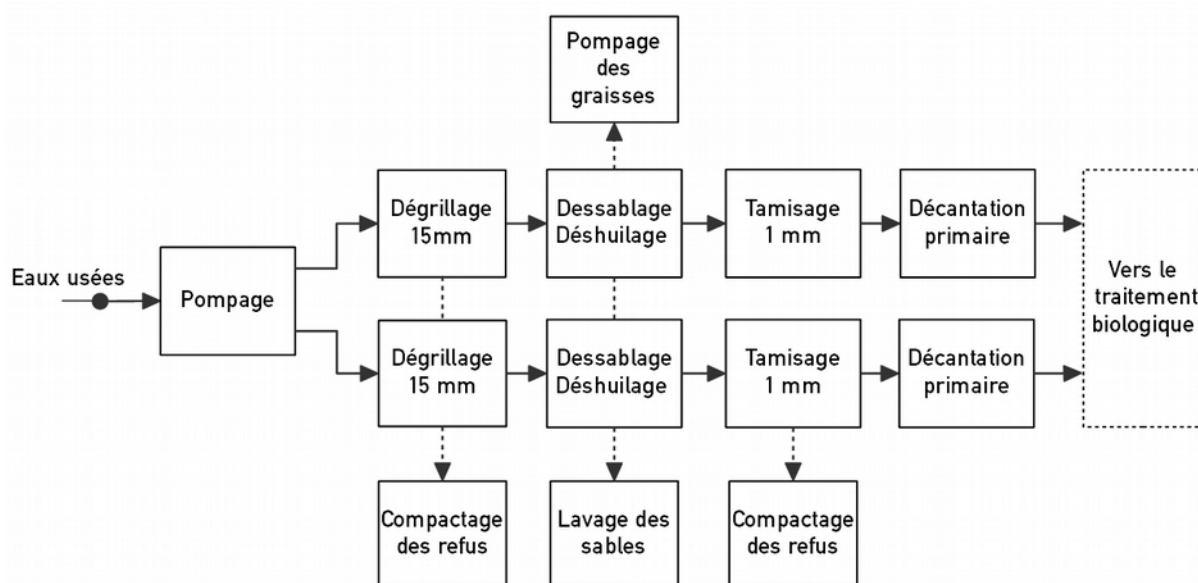


Fig. 11 Processus de traitement physique des eaux usées.

Les dimensions des équipements sont les suivants.

**Tableau 5** Valeurs de dimensionnement des dégrilleurs grossiers

Paramètre	$P_{2050}$
Nombre de file	1 (+1 en secours)
Entrefer en mm	15
Débit admissible par file en m <sup>3</sup> /h	680
Largueur de grille en m	1.00
Hauteur du dégrilleur en m	2.00

**Tableau 6** Valeurs de dimensionnement des dessableurs-déshuileurs

Paramètre	$P_{2050}$
Nombre de file	2
Débit moyen en m <sup>3</sup> /h	200
Vitesse au miroir en m/h	7
Surface en m <sup>2</sup>	29.70
Diamètre retenu	6.50
Surface du dessableur en m <sup>2</sup>	33.20
Vitesse en m/h	6.30

**Tableau 7** Valeurs de dimensionnement des tamiseurs fins

Paramètre	$P_{2050}$
Nombre de file	1 (+1 en secours)
Entrefer en mm	1
Débit admissible par file en m <sup>3</sup> /h	680
Largueur de grille en m	1.00
Hauteur du dégrilleur en m	2.00

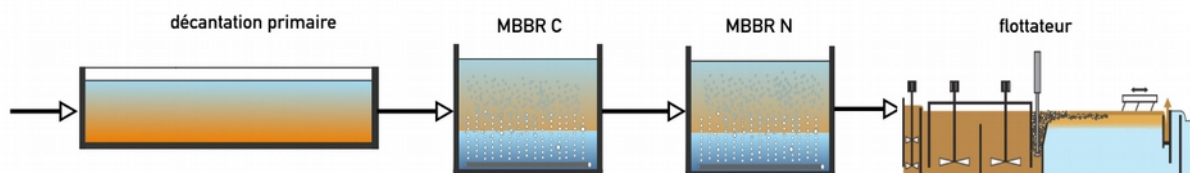
**Tableau 8** Valeurs de dimensionnement des décanteurs lamellaires

Paramètre	$P_{2050}$
Nombre de file	2
Débit de pointe en m <sup>3</sup> /h	340
Vitesse au miroir en m/h par temps de pluie	1.2
Surface en m <sup>2</sup>	283.00
Surface choisie en m <sup>2</sup>	280.00
Surface retenue lamellaire en m <sup>2</sup>	28.00

## 5.2. Traitement biologique

Le traitement biologique des eaux usées doit comprendre l'abattement de la charge azotée par une nitrification. Cette étape – imposée par l'autorité cantonale – permet de réduire la charge en azote, tout en abattant une partie des micropolluants.

Pour ce faire, la filière retenue comprend des bassins permettant le traitement du carbone suivi de bassin pour le traitement de l'azote. Le schéma du traitement par MBBR ainsi proposé est le suivant (figure 12).



**Fig. 12** Filière de traitement biologique future.

Les paramètres de dimensionnement des MBBR sont les suivants :

**Tableau 9** Valeurs de dimensionnement des charges biologiques et paramètres physiques avec retours en tête.

Paramètre	MBBR C	MBBR N
Charge hydraulique moyenne m/h	4.6	3.95
Nombre de bassins	4	4
Charge en DBO5 en kg/j	1150	68
Charge en N-NH4 en kg/m³/j	156	156
Température de dimensionnement en °C	10	10
Surface spécifique du milieu en m²/m³	500	500
Taux maximum de remplissage en %	67 %	67 %
Taux effectif de remplissage en %	40 %	40 %
Alcalinité en mg/l	350	350
Charge massique en DBO5 dans MBBR N en g/m²/j		0.3 < 0.5
Volume du bassin en m³	950	1100
Profondeur des bassins	6.5	6.5
Longueur	4.3	5.0
Largueur	8.6	8.6
Temps de séjour dans le réacteur	4 h 50	5 h 38

On obtient ainsi un volume de bassins de l'ordre de 2'100 m³. On peut noter que dans la configuration d'un débit de 5'000 m³/j, les temps de séjour se réduisent d'une demi heure, ce qui ne pose pas de difficultés particulières pour le traitement des eaux. De même, avec un débit de 7'000 m³/j, les temps de séjour sont encore de 3 h dans pour chaque filière.

Dans cette configuration, les MBBR offrent les avantages suivants :

- Respect de la contrainte de nitrification selon la demande du canton de Neuchâtel.
- Redondance des installations par la présence de plusieurs unités de traitement.
- Modularité de la conception permettant une extension future. En particulier, il est possible d'augmenter le taux de remplissage des bassins afin de gagner de la capacité de traitement.
- Adaptation aux variations de charges et aux eaux diluées plus élevée que pour les procédés classiques de type boues activées.
- Absence de recirculation des eaux.
- Simplicité d'exploitation.
- Faibles impacts olfactifs.

### 5.3. Traitement des boues

La filière de traitement des boues présentée à la figure 13 comprend :

- A) Épaississement des boues
- B) Digestion des boues.

Les apports à considérer sont ceux de la station d'épuration augmenté des boues issues des stations de la Sagne, des Brenets et de la Brévine. Les données de base sont les suivantes :

**Tableau 10** Production de boues de la filière eau de la future station d'épuration (tiré de [1])

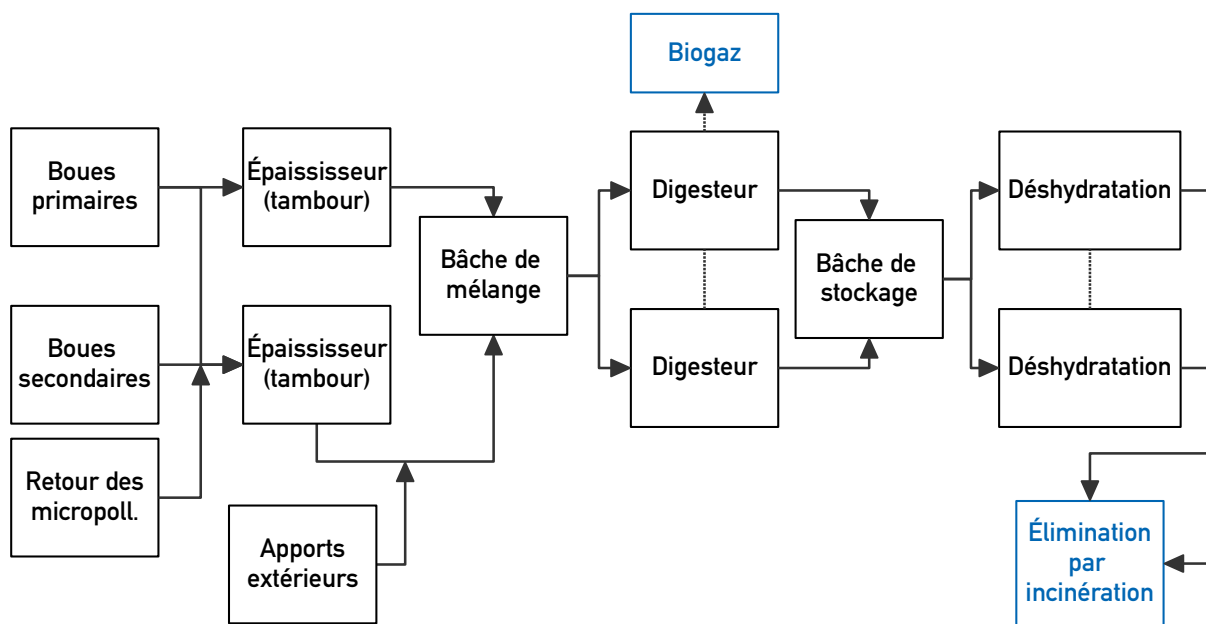
Apport de boues	$P_{2050}$
Boues primaires	
Production de boues primaires en kgMS/j	2058
Concentration en boues en g/l	15
Teneur en matières volatiles MV en %	60
Quantité en matières volatiles produites en kg MV/j	1241
Débit des boues primaires en m <sup>3</sup> /j	138
Boues biologiques	
Production de boues biologiques en kgMS/j	451
Concentration en boues pré-épaissies en g/l	10
Teneur en matières volatiles MV en %	90
Quantité en matières volatiles produites en kg MV/j	406
Débit des boues biologiques en m <sup>3</sup> /j	45
Boues issues du traitement des micropolluants	
Production de boues en kgMS/j	110
<b>Synthèse</b>	
Quantité de boues mixtes en kgMS/j	2731
Quantité en matières volatiles produites en kg MV/j	1698
Débit total des boues en m <sup>3</sup> /j	189

**Tableau 11** Paramètres d'apports externes des boues pour le dimensionnement de la filière de traitement des boues

Apport de boues	$P_{2050}$
Apport de boues des Brenets (siccité de 6%) en m <sup>3</sup> /an	200
Apport de boues de la Sagne (siccité de 6.5%) en m <sup>3</sup> /an	250
Apport de boues de la Brévine (siccité de 4%) en m <sup>3</sup> /an	230
Total	680
Siccité moyenne en %	5.507
Production de matière sèche en kg MS/j	102.60
Matière de vidange de la Chaux du Milieu en m <sup>3</sup> /an	125
Boues industrielles (fromagerie Jordan) en m <sup>3</sup> /an	12

L'épaississement des boues se fait par le biais de tambour d'égouttage permettant d'atteindre une concentration en boues mixtes de 60 g/l. Deux tambours seront installés avec une capacité unitaire l'ordre de 100 m<sup>3</sup>/j pour une production de 46 m<sup>3</sup>/j de boues épaissies.

Les boues épaissies sont ensuite digérées dans un digesteur<sup>3</sup> de 1150 m<sup>3</sup> pour un temps de séjour de 25 jours. La digestion des boues permettra de produire 680 Nm<sup>3</sup>/j de biogaz. Cette production équivaut à 1'086 Kwh/j de production électrique par la digestion des boues.

**Fig. 13** Processus de traitement des boues.

3 Ou deux digesteurs de 575 m<sup>3</sup>.

## 5.4. Traitement des micropolluants

La modification de la Loi fédérale sur la protection des eaux en janvier 2016 a introduit le principe du traitement des composés traces organiques ou « micropolluants ».

La nouvelle teneur de la loi s'accompagne aussi d'une nouvelle Ordonnance sur la protection des eaux.

L'Ordonnance précise les conditions de rendement du traitement des micropolluants, mesuré à partir d'une sélection de substances et qui doit atteindre 80 % pour les installations qui nécessitent la mise en œuvre d'un traitement.

### 5.4.1. Sélection des substances à mesurer

La sélection de substances est pour sa part précisée dans l'Ordonnance du DETEC concernant la vérification du taux d'épuration atteint avec les mesures prises pour éliminer les composés traces organiques dans les stations d'épuration des eaux usées du 3 novembre 2016 [23].

Ce dernier document précise les douze substances classées en deux catégories servant à déterminer le taux d'abattement des micropolluants. Ces substances sont rappelées au tableau 12.

**Tableau 12** Substances à mesurer pour déterminer le taux d'épuration des micropolluants.

Catégorie	Substance	No CAS	Genre de substance
Catégorie 1  Substances pouvant être éliminées très facilement (taux d'épuration supérieur à 80%)	Amisulpride	71675-85-9	médicament antipsychotique
	Carbamazépine	298-46-4	médicament antiépileptique
	Citalopram	59729-33-8	médicament antidépresseur
	Clarithromycine	81103-11-9	médicament antibiotique
	Diclofénac	15307-86-5	médicament anti-inflammatoire
	Hydrochlorothiazide	58-93-5	médicament diurétique
	Métoprolol	37350-58-6	médicament beta bloquant
Catégorie 2  Substances pouvant être éliminées facilement (taux d'épuration entre 50 et 80%)	Venlafaxine	93413-69-5	médicament antidépresseur
	Benzotriazole	95-14-7	additif anticorrosif
	Candésartan	139481-59-7	médicament antihypertenseur
	Irbésartan	138402-11-6	médicament antihypertenseur
	4-Méthylbenzotriazole et 5-Méthylbenzotriazole	29878-31-7 136-85-62	additif anticorrosif

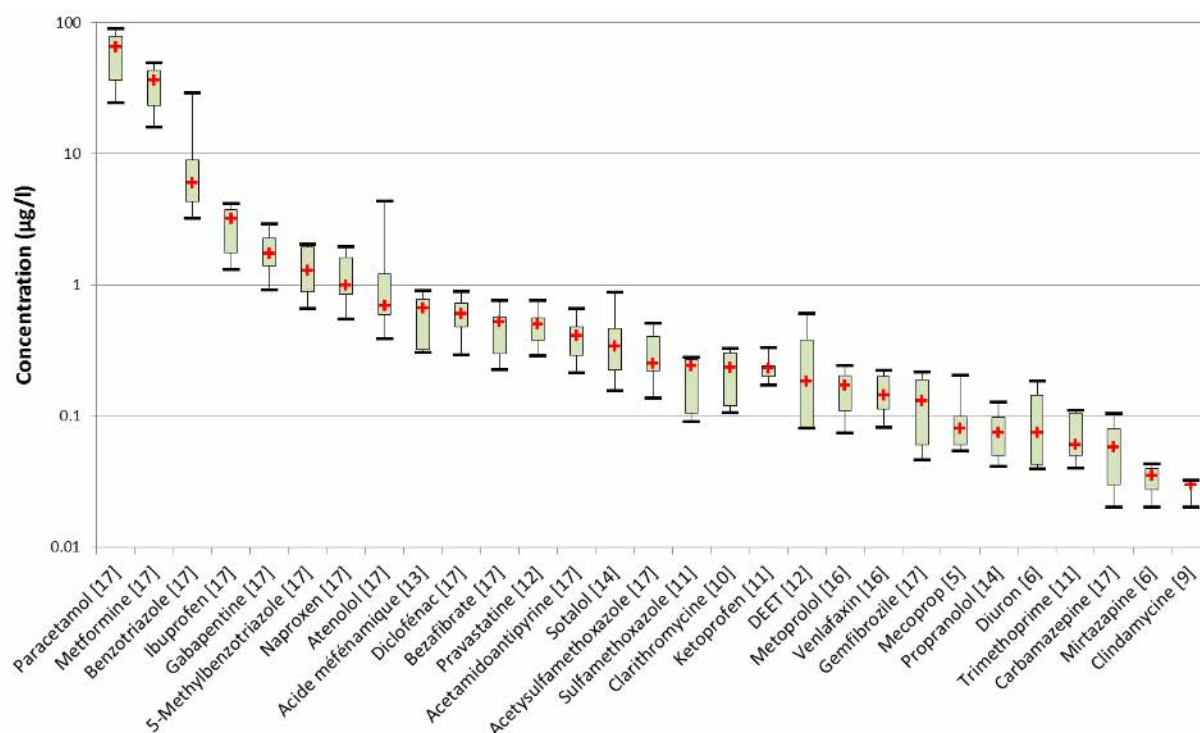
### 5.4.2. Analyses effectuées

Dans le cadre d'un projet d'étude [13], les micropolluants présents à la station d'épuration ont été analysés. Pour ce faire et comme cela se pratique dans le canton de Vaud, 7 substances indicatrices ont été étudiées à savoir :

- a) 2 substances du groupe 2 : benzotriazole et mécoprop<sup>4</sup>.
- b) 5 substances du groupe 1 : carbamazépine, diclofénac, métoprolol, clarithromycine, venlafaxine.

Ces analyses ont été complétées par la détermination de 31 autres substances durant une campagne d'analyse du 13 au 15 mai 2014.

Selon le rapport [24], 38 substances analysées, 29 ont été détectées et quantifiées au moins 5 fois et 26 ont été régulièrement détectées. La figure illustre la concentration des eaux usées des 29 substances détectées (mesure effectuée en entrée de l'installation pilote).



**Fig. 14** Concentrations des eaux usées en entrée des pilotes des 29 substances détectées (échelle logarithmique). Représentation avec les quartiles (25 - 75%), les valeurs limites (centiles 10 et 90%), la médiane ainsi que le [nombre d'analyses quantifiables] (tiré de [13])

4 Cette substance figurait dans la première liste des substances indicatrices de l'OFEV mais a été remplacée par le 4-Méthylbenzotriazole et 5-Méthylbenzotriazole.

## 5.5. Choix de la filière de traitement des micropolluants

Les filières de traitement pour réduire les quantités de micropolluants rejetées via l'eau épurée par la Step dans l'environnement sont multiples. Elles sont résumées ci-après :

- A) Traitement par filtration membranaire
  - i. Nanofiltration NF.
  - ii. Osmose inverse OI.
- B) Traitement par adsorption
  - i. Charbon actif en grains CAG.
  - ii. Charbon actif en poudre CAP.
  - iii. Charbon actif en micro-grains Micro-CAG.
- C) Traitement physico-chimique
  - i. Oxydation par ozonation  $O_3$ .
  - ii. Oxydation avancée POA.
    - Oxydation en phase chimique homogène  $H_2O_2/Fe^{2+}$ ,  $H_2O_2/O_3$ .
    - Procédés photocatalytiques  $H_2O_2/UV$ ,  $O_3/UV$ ,  $Fe^{2+}/H_2O_2/UV$ .
- D) Traitement par dégradation biologique.
  - i. Boues activées.
  - ii. Lagunage.

En général, la filière mise en place comprend une combinaison de divers procédés qui répondent à des contraintes spécifiques de faisabilité telles que :

- 1) Techniques.
- 2) Spatiales.
- 3) Économiques.
- 4) Énergétiques.
- 5) Développement durable.
- 6) Exploitation.
- 7) Post-traitement.

Un dimensionnement préliminaire ainsi qu'une estimation des coûts d'investissements et d'exploitation ont été évalués 16 combinaisons de procédés basés sur l'ozone ou le charbon actif (en poudre ou en grain). Il en ressort globalement trois types principaux de traitement à savoir :

- Variante 1 : Ajout direct de charbon actif en poudre dans la biologie suivie d'une filtration sur sable.
- Variante 2 : Traitement par ozonation en ajoutant une filtration finale au moyen de filtres à sable (type Dynsand®).
- Variante 3 : Traitement des micropolluants par charbon actif en grains ou en micro-grains.

Le tableau 13 suivant résume les résultats de l'analyse comparative entre les filières. Les notes attribuées vont de 1 à 5, 5 étant le meilleur résultat.

**Tableau 13** Comparaison des variantes pour le traitement des micropolluants.

	CAP dans biologie et Filtration sable	Ozonation et filtration sur sable	Filtres à charbon actif en grains ou micro-grains
<b>Exploitation (30%)</b>			
Exploitation du procédé	4	3	5
Références	2	5	4
Maintenance et d'exploitation	4	3	4
<i>Total</i>	<i>100</i>	<i>110</i>	<i>130</i>
<b>Performances (30%)</b>			
Obtention des normes de rejet	4	5	4
Adaptation aux variations des débits	1	3	3
Adaptation aux charges diluées	4	3	3
<i>Total</i>	<i>90</i>	<i>110</i>	<i>110</i>
<b>Risques (20%)</b>			
Risque environnemental	2	1	4
Formation de sous-produits	2	3	3
<i>Total</i>	<i>40</i>	<i>40</i>	<i>70</i>
<b>Aspects financiers (20%)</b>			
Investissements	5	4	2
Frais d'exploitation	2	4	3
<i>Total</i>	<i>70</i>	<i>80</i>	<i>50</i>
<b>Total</b>	<b>300</b>	<b>340</b>	<b>360</b>

La filière retenue est la filière basée sur un traitement par filtration à charbon actif en grains ou en micro-grains. Un avantage de cette filière est que dans le cas d'un réseau unitaire, les variations de charge sont importantes et il est relativement facile de gérer ces variations en maintenant en réserve un stock de charbon actif. Dans le cas d'un traitement à l'ozone, la production est consommée de suite et il est difficile d'établir un mécanisme de commande permettant de réagir rapidement étant entendu que les micropolluants ne sont pas mesurés en continu [25].

En résumé la filière de traitement des micropolluants comprend une filtration à tambour suivie d'une filtration sur charbon actif en grain au moyen d'installations de type Dynasand® Carbon. Dans le cadre des appels d'offres à venir, le maître de l'ouvrage souhaite inclure aussi les variantes de type charbon actifs en micro-grain (procédé CarboPlus®)

La figure 15 présente la filière retenue pour traitement des micropolluants à la station d'épuration du Locle.

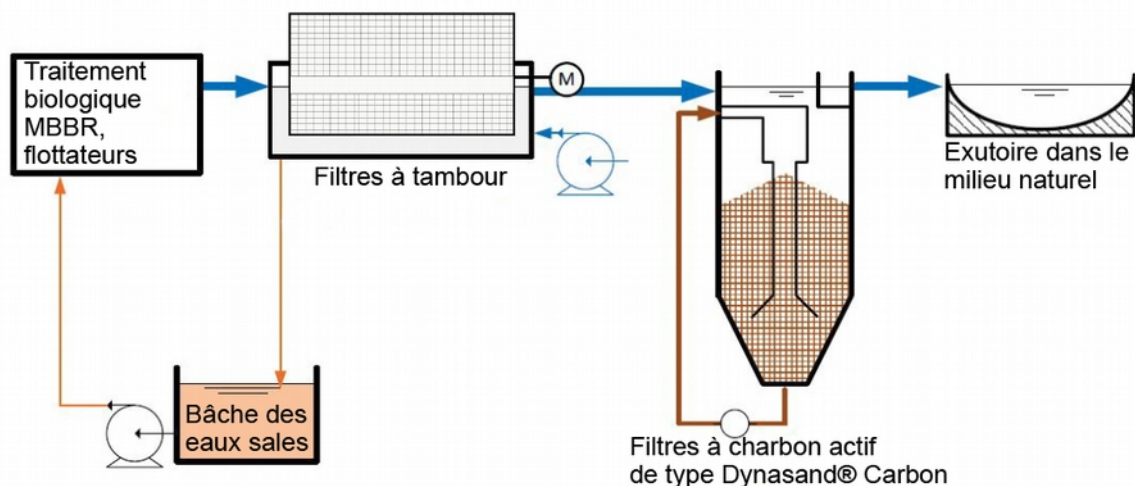


Fig. 15 Filière schématique du traitement des micropolluants (d'après [1])

## 5.6. Dimensionnement de la filière de traitement par charbon actif en grain

Le dimensionnement établi par l'entreprise Alpha Wassertechnik AG conduit aux résultats suivants, en prenant en compte une vitesse de filtration maximale de 10 m/h.

Tableau 14 Dimensionnement de la filtration sur charbon actif en grain.

Paramètre	Valeur
Nombre de filtres	8
Débit à traiter en m <sup>3</sup> /h	680
Vitesse de pointe en temps de pluie en m/h	8
Surface totale des filtres en m <sup>2</sup>	68
Surface totale des filtres avec réserve de 25 % en m <sup>2</sup>	85
Dimension Longueur x Largeur des filtres en m	15 x 6
Temps de contact lit vide EBCT <sup>5</sup> en min	20
Hauteur de matériau en m	3.3
Volume de matériau en m <sup>3</sup>	300
Nombre de volume de lit	20'000
Volume traité en m <sup>3</sup>	6'000'000
Durée de vie du CAG en jours	1200
Durée de vie du CAG en années	3.3

### 5.6.1. Redondance de la filière

En disposant huit filtres dont la capacité s'élève à 112.5 m<sup>3</sup>/h en débit de pointe chacun, il est possible de traiter, en cas d'arrêt de la moitié des filtres, un débit de 450 m<sup>3</sup>/h. Sous cette hypothèse, on observe que le débit journalier correspondant de 10'800 m<sup>3</sup> est atteint ou dépassé le 35 % du temps. Dès lors, le recours à la moitié de la capacité de traitement

5 Le temps de contact en lit vide correspond aux valeurs proposées par la littérature [27]

permet de traiter les débits entrants dans la station les 65 % du temps. Un même calcul en mettant hors service deux filtres sur les huit conduit à pouvoir traiter les débits entrants 99 % du temps.

En conséquence, la redondance est garantie.

#### 5.6.2. Analyse des dangers

Le charbon actif n'est pas une substance ou préparation au sens de l'OPAM [14]. Le charbon actif en grain ne requiert pas de mesures spécifiques en rapport avec la réglementation ATEX (ATmospheres Explosives). A l'inverse, le charbon actif en poudre fera l'objet d'une analyse ATEX conformément à la directive SUVA 2153.

#### 5.6.3. Importance de la filtration préliminaire

Les procédés de type MBBR ne sont guère propices à l'élimination des matières en suspension MES. De fait, avec une concentration en entrée de station d'épuration de 240 mg/l et un taux d'abattement du traitement primaire de 40 %, la concentration en MES en sortie du procédé MBBR devrait être de l'ordre de 140 mg/l.

Avec un taux d'abattement de 80 % lors de l'étape de flottation, la concentration en MES en entrée de l'étape de traitement des micropolluants devrait atteindre 30 mg/l environ. Dans ces conditions, il s'avère nécessaire de réaliser une filtration préliminaire afin de réduire le taux de MES à une valeur inférieure à 10 mg/l, ce qui justifie la mise en œuvre de filtres à tambour comme étape de filtration préliminaire.

### 5.7. Synthèse de la filière de traitement proposée

La filière de traitement proposée comprend un traitement des micropolluants par filtration sur charbon actif en grain ou micro-grains après les étapes de traitement primaire et de traitement biologique par le biais d'un procédé à cultures fixées fluidisées MBBR.

#### 5.7.1. Filière eau

Les eaux usées suivent dans l'ordre : le traitement primaire existant à savoir un dégrillage, un dessablage-déshuilage, un dégrillage fin puis une décantation au moyen de décanteurs lamellaires.

En sortie de la décantation, un traitement biologique suit sur un lit fluidisé de type MBBR. Ce traitement permet l'abattement de la charge carbonée ainsi que la nitrification des eaux.

En sortie du traitement biologique, les eaux sont acheminées vers trois installations de flottation puis vers des filtres à disques.

En phase finale, les eaux suivent une filtration sur charbon actif en grain avec un temps de contact de 20 minutes.

#### 5.7.2. Filière boues

La filière de traitement des boues (annexe 4) proposée comprend une étape d'épaississement suivie d'une digestion et d'une déshydratation des boues. La digestion permettra la production de biogaz. Un gazomètre sera ainsi mis en place ainsi qu'un torchère afin d'éliminer, en cas de besoin, le surplus de biogaz qui ne pourrait être valorisé.

## 6. BUDGET DES TRAVAUX

Un premier budget d'investissement des travaux à réaliser a été établi.

A ce stade du projet, la répartition entre coûts imputables et non imputables n'a pas été réalisée. Elle sera effectuée lors de l'étape suivante.

Les pages suivantes (tableau 18) présentent le budget sommaire des travaux.

La synthèse des investissements (tableau 15) et des frais d'exploitation (tableau 17) s'établissent comme suit :

**Tableau 15** Synthèse des frais d'investissement.

Élément	Montant
Traitement physique des eaux	28.8 mios
Partie micropolluants	2.4 mios
Total	31.2 mios
Coût par équivalent-habitant	1'733.-/EH

**Tableau 16** Synthèse des frais d'investissement pour la partie micropolluants<sup>6</sup>.

Élément	Montant
Filtration à tambour	478'000.-
Filtration CAG ou micro-CAG	1'479'000.-
Honoraires	195'760.-
Divers et imprévus	215'336.-
Total	2.4 mios
Coût par équivalent-habitant	131.-/EH

**Tableau 17** Synthèse des frais d'exploitation.

Élément	Montant
Énergie	CHF 143'367.90
Réactifs	CHF 195'656.30
Déchets	CHF 490'416.70
Maintien de la valeur	CHF 268'744.1
Total	CHF 1'098'184.90
Coût par équivalent-habitant	61.-/EH
Charges en personnel	CHF 446'000.00

Il ne s'agit à ce stade que de montants approximatifs qui feront l'objet d'une détermination plus précise lors de l'élaboration de l'avant-projet de détail au printemps 2019.

6 Ces montants ne comprennent pas les frais d'étude et d'avant-projet.

Tableau 18 Budget estimatif des travaux à réaliser.

	Génie civil	Équipements EM	MCC-MCR	Prestations	Total HT
<b>0.00</b>					
<b>Administration et mandats spécifiques</b>					
Taxe, permis de construire, notice d'impact	CHF 0	CHF 0	CHF 0	CHF 0	CHF 0
Assurances	CHF 0	CHF 0	CHF 0	CHF 0	CHF 0
BIM – géométrie	CHF 0	CHF 0	CHF 0	CHF 0	CHF 0
Communication	CHF 0	CHF 0	CHF 0	CHF 0	CHF 0
Architecte (mandat partiel)	CHF 0	CHF 0	CHF 0	CHF 0	CHF 0
Études préliminaires	CHF 0	CHF 0	CHF 0	CHF 0	CHF 0
Prestations internes	CHF 0	CHF 0	CHF 0	CHF 0	CHF 0
<b>Total administration et mandats spécifiques</b>	<b>CHF 0</b>	<b>CHF 0</b>	<b>CHF 0</b>	<b>CHF 0</b>	<b>CHF 0</b>
<b>1.00</b>					
<b>Terrain, préparation, démontage</b>					
Évacuation des terres polluées (traitement des matériaux)	CHF 548'250	CHF 0	CHF 0	CHF 0	CHF 548'250
Fondations	CHF 560'000	CHF 0	CHF 0	CHF 0	CHF 560'000
Démontage des installations existantes	CHF 450'000	CHF 100'000	CHF 100'000	CHF 0	CHF 650'000
Aménagements extérieurs (accès, éclairage, voiries, canalisations, etc)	CHF 490'000	CHF 50'000	CHF 60'000	CHF 0	CHF 600'000
<b>Total terrain, préparation, démontage</b>	<b>CHF 2'048'250</b>	<b>CHF 150'000</b>	<b>CHF 160'000</b>	<b>CHF 0</b>	<b>CHF 2'358'250</b>
<b>2.00</b>					
<b>Bâtiments, traitement primaire</b>					
Nouveau local transformateur	CHF 64'000	CHF 20'000	CHF 100'000	CHF 0	CHF 184'000
Poste de pompage existant	CHF 50'000	CHF 100'000	CHF 30'000	CHF 0	CHF 180'000
Bâtiment d'exploitation (rez de chaussée)	CHF 862'500	CHF 300'000	CHF 280'000	CHF 0	CHF 1'442'500
Bâtiment d'exploitation (sous-sol)	CHF 840'000	CHF 200'000	CHF 100'000	CHF 0	CHF 1'140'000
Prétraitements	CHF 1'120'000	CHF 450'000	CHF 30'000	CHF 0	CHF 1'600'000
Dessableur, déshuileur	CHF 658'350	CHF 300'000	CHF 30'000	CHF 0	CHF 988'350
Décanteur primaire (décanteur lamellaire)	CHF 973'560	CHF 300'000	CHF 40'000	CHF 0	CHF 1'313'560
Local surpresseur	CHF 600'000	CHF 350'000	CHF 100'000	CHF 0	CHF 1'050'000
Local coagulant	CHF 40'000	CHF 60'000	CHF 20'000	CHF 0	CHF 120'000
Chauffage et eau	CHF 10'000	CHF 300'000	CHF 60'000	CHF 0	CHF 370'000
CCF (couplage chaleur-force)	CHF 10'000	CHF 160'000	CHF 100'000	CHF 0	CHF 270'000
Traitement des centrats	CHF 141'600	CHF 50'000	CHF 20'000	CHF 0	CHF 211'600
Eau industrielle	CHF 6'000	CHF 100'000	CHF 40'000	CHF 0	CHF 146'000
Dispositif de sécurité (barrières, échelles, escaliers)	CHF 0	CHF 400'000	CHF 0	CHF 0	CHF 400'000
Équipements analytiques	CHF 0	CHF 30'000	CHF 200'000	CHF 0	CHF 230'000
Ventilation	CHF 30'000	CHF 200'000	CHF 50'000	CHF 0	CHF 280'000
Parties provisoires	CHF 40'000	CHF 100'000	CHF 40'000	CHF 0	CHF 180'000
<b>Total bâtiments, traitement primaire</b>	<b>CHF 5'446'010</b>	<b>CHF 3'420'000</b>	<b>CHF 1'240'000</b>	<b>CHF 0</b>	<b>CHF 10'106'010</b>

3.00	<b>Traitement des boues</b>			
	Épauississement et déshydratation des boues			
	Bâche à boues amont et aval	CHF 960'000	CHF 500'000	CHF 1'560'000
	Digestion (avec annexes)	CHF 90'000	CHF 100'000	CHF 230'000
	Gazomètre	CHF 972'000	CHF 600'000	CHF 1'672'000
3.04	Torchère	CHF 319'200	CHF 200'000	CHF 529'200
		CHF 20'000	CHF 10'000	CHF 90'000
3.05	<b>Total traitement des boues</b>	<b>CHF 2'361'200</b>	<b>CHF 1'460'000</b>	<b>CHF 4'081'200</b>
4.00	<b>Traitement biologique des eaux</b>			
	4 files MBBR (2500 m³)			
	Flottateurs	CHF 2'193'000	CHF 500'000	CHF 2'813'000
	Évacuation des terres polluées	CHF 756'000	CHF 400'000	CHF 1'236'000
	Fondations	CHF 216'750	CHF 0	CHF 216'750
	Média MBBR	CHF 560'000	CHF 0	CHF 560'000
	Couverture des clarificateurs	CHF 0	CHF 892'500	CHF 892'500
	Conduites	CHF 0	CHF 20'000	CHF 145'000
	Provisaires (installations)	CHF 40'000	CHF 40'000	CHF 440'000
	<b>Total traitement biologique des eaux</b>	<b>CHF 3'765'750</b>	<b>CHF 2'397'500</b>	<b>CHF 6'503'250</b>
5.00	<b>Traitement des micropolluants</b>			
	Filtres à charbon actif en grain	CHF 579'600	CHF 700'000	CHF 1'479'600
	Filtres à tambour	CHF 198'000	CHF 240'000	CHF 478'000
5.02	<b>Total traitement des micropolluants</b>	<b>CHF 777'600</b>	<b>CHF 940'000</b>	<b>CHF 1'957'600</b>
<b>Récapitulatif complet</b>				
<b>Administration et mandats spécifiques</b>				
Terrain, préparation, démontage				
Bâtiments, traitement primaire				
Traitement des boues				
Traitement biologique des eaux				
Traitement des micropolluants				
Divers et imprévus (montant sans %)				
Honoraires globaux				
Total		CHF 14'598'810	CHF 8'567'500	CHF 28'406'310.00
Divers et imprévus (10 % de la somme)		CHF 1'459'881	CHF 856'750	CHF 2'840'631.00
				CHF 31'246'941.00
<b>Partie micropolluant seule</b>				
Traitement des micropolluants				
Honoraires (10%)				
Divers et imprévus (10 % de la somme)				
Total micropolluants		CHF 940'896	CHF 1'137'400	CHF 2'368'696.00

## 7. ÉTUDE D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT

Selon l'Ordonnance relative à l'étude d'impact sur l'environnement (OEIE) du 19 octobre 1988, les installations d'épuration des eaux usées d'une capacité supérieure à 20'000 équivalents-habitants sont soumises à l'étude d'impact au sens de l'OEIE.

La procédure est fixée par le droit cantonal. S'agissant des modifications d'installations existantes, la modification d'une installation mentionnée dans l'annexe l'OEI est soumise à une EIE si elle consiste en une transformation ou un agrandissement considérable de l'installation, ou si elle change notablement son mode d'exploitation; et elle doit être autorisée dans le cadre de la procédure qui serait décisive s'il s'agissait de construire l'installation (art. 5).

En vertu de ce qui précède, une notice d'impact sera réalisée pour la phase de consultation suivante étant entendu que le projet de nouvelle station d'épuration n'entre pas dans la catégorie des ouvrages concernés.

## 8. CONCLUSIONS

Conformément à la législation suisse, la station d'épuration de la ville du Locle doit s'adapter afin de répondre aux exigences fédérales du traitement des micropolluants dans une nouvelle étape et de nitrifier les eaux usées, conformément à l'exigence du Canton, suivant en cela les directives fédérales.

A cette fin, la Ville du Locle propose de réaliser une nouvelle installation de traitement des eaux usées comprenant un traitement biologique aux moyens de cultures fixées suivi d'une étape de traitement des micropolluants par adsorption sur charbon actif.

Au final, l'ensemble des mesures proposées représente un investissement de l'ordre de 31 millions de francs suisses (hors TVA).

## 9. BIBLIOGRAPHIE

- [1] Alpha. *Rapport révision A : Avant-Projet Nouvelle Station d'Épuration Ville du Locle : Rapports Avant-Projet PARTIE 1, Avant-Projet PARTIE 2 et MICROPOLLUANTS Fusionnés*. Le Locle : Ville du Locle, 2017.
- [2] Alpha. *Rapport révision C : Micropolluants Nouvelle Station d'Épuration Ville du Locle*. Le Locle : Ville du Locle, 2017.
- [3] Alpha. *Rapport révision D : Avant-Projet Nouvelle Station d'Épuration Ville du Locle*. Le Locle : Ville du Locle, 2017.
- [4] Alpha. *Rapport révision D : Avant-Projet Nouvelle Station d'Épuration Ville du Locle : Partie 2*. Le Locle : Ville du Locle, 2017.
- [5] Caroline C. *STEP Le Locle : Diagnostic polluants du bâtiment*. Le Locle : BG Ingénieurs Conseils SA, 2017.
- [6] Nicolas B. *STEP Le Locle : Diagnostic structurels des ouvrages existants*. Le Locle : BG Ingénieurs Conseils SA, 2016.
- [7] Roland P. *STEP Le Locle : Rapport géotechnique*. Le Locle : BG Ingénieurs Conseils SA, 2016.
- [8] Office fédéral de topographie swisstopo. *De nouvelles coordonnées pour la Suisse. Le cadre de référence MN95*. [En ligne]. 2006. Disponible sur : < [https://www.swisstopo.admin.ch/content/swisstopo-internet/fr/topics/survey/reference-systems/switzerland/\\_jcr\\_content/contentPar/tabs/items/dokumente\\_publication/tabPar/downloadlist/downloadItems/518\\_1459343215319.download/Brosch\\_LV95\\_fr\\_www.pdf](https://www.swisstopo.admin.ch/content/swisstopo-internet/fr/topics/survey/reference-systems/switzerland/_jcr_content/contentPar/tabs/items/dokumente_publication/tabPar/downloadlist/downloadItems/518_1459343215319.download/Brosch_LV95_fr_www.pdf) >
- [9] Confédération suisse. *Ordonnance sur la protection des eaux (OEaux) du 28 octobre 1998*. [En ligne]. [s.l.] : [s.n.], 1998. Disponible sur : < <https://www.admin.ch/opc/fr/classified-compilation/19983281/index.html> >
- [10] OFEV. *Plan d'action national en faveur du Doubs. Catalogue de mesures - version 2018. Réponse à la recommandation N° 169 du Comité permanent de la Convention de Berne. Avec la collaboration des cantons de Neuchâtel et du Jura et de l'Office fédéral de l'énergie (OFEN)*. Berne : OFEV, 2018.
- [11] Kevin H., Blaise Z. *OFEV - Assainissement des éclusées. Planification stratégique*. [En ligne]. Neuchâtel : AQUARIUS, Environnement et sciences aquatiques, 2014. Disponible sur : < [https://www.ne.ch/autorites/DDTE/SENE/eaux/Documents/RF\\_Eclusees\\_NE.pdf](https://www.ne.ch/autorites/DDTE/SENE/eaux/Documents/RF_Eclusees_NE.pdf) > (consulté le 16 novembre 2018)
- [12] Jérôme P., Blaise Z. *OFEV - Rétablissement de la migration du poisson. Planification stratégique*. [En ligne]. Neuchâtel : AQUARIUS, Environnement et sciences aquatiques, 2015. Disponible sur : < <https://www.ne.ch/autorites/DDTE/SFFN/faune/Documents/Libre%20migration%20piscicole.pdf> > (consulté le 16 novembre 2018)

- [13] Dominguez D., Diggelmann V., Binggeli S. *Élimination des composés traces organiques dans les stations d'épuration. Financement des mesures*. Berne : OFEV, 2016. (L'environnement pratique).
- [14] World Meteorological Organization. *Manual on low-flow estimation and prediction*. Geneva, Switzerland : World Meteorological Organization, 2008. ISBN : 978-92-63-11029-9.
- [15] *CH2018 - scénarios climatiques pour la Suisse*. Berne : National Centre for Climate Services (NCCS), 2018.
- [16] VSA. *Recommandation VSA. Volume d'eaux usées à traiter et redondance des étapes de traitement des micropolluants*. [En ligne]. [s.l.] : [s.n.], 2015. Disponible sur : < [https://www.micropoll.ch/fileadmin/user\\_upload/Redaktion/Dokumente/03\\_Vollzugshilfen/20151102\\_Empfehlung\\_f.pdf](https://www.micropoll.ch/fileadmin/user_upload/Redaktion/Dokumente/03_Vollzugshilfen/20151102_Empfehlung_f.pdf) > (consulté le 28 avril 2017)
- [17] Michael Thomann et al. *Débit de dimensionnement et redondances de l'étape de traitement des micropolluants*. [s.l.] : Holinger SA & Hunziker Betatech AG, 2015.
- [18] VSA. *Définition et standardisation d'indicateurs pour l'assainissement*. [s.l.] : [s.n.], 2016.
- [19] Rusten B. et al. « Design and operations of the Kaldnes moving bed biofilm reactors ». *Aquac. Eng.* [En ligne]. mai 2006. Vol. 34, n°3, p. 322-331. Disponible sur : < <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2005.04.002> >
- [20] Borkar R. P., Gulhane M. L., Kotangale A. J. « Moving Bed Biofilm Reactor. A New Perspective in Wastewater Treatment ». *IOSR J. Environ. Sci. Toxicol. Food Technol.* [En ligne]. 2013. Vol. 6, n°6, p. 15-21. Disponible sur : < <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2005.04.002> >
- [21] Hoang V. et al. « Nitrifying moving bed biofilm reactor (MBBR) biofilm and biomass response to long term exposure to 1 °C ». *Water Res.* [En ligne]. février 2014. Vol. 49, p. 215-224. Disponible sur : < <https://doi.org/10.1016/j.watres.2013.11.018> >
- [22] Ødegaard H. « The Moving Bed Biofilm Reactor ». *Water Environ. Eng. Reuse Water* [En ligne]. 1999. p. 250-305. Disponible sur : < <https://doi.org/10.1016/j.aquaeng.2005.04.002> >
- [23] Confédération suisse. *Ordonnance du DETEC concernant la vérification du taux d'épuration atteint avec les mesures prises pour éliminer les composés traces organiques dans les stations d'épuration des eaux usées*. [En ligne]. [s.l.] : [s.n.], 2016. Disponible sur : < <https://www.admin.ch/opc/fr/classified-compilation/20160123/201612010000/814.201.231.pdf> > (consulté le 22 août 2017)
- [24] Ribi SA. *Traitement des micropolluants par dosage de CAP dans la boue activée d'un MBBR. Rapport final sur les essais pilotes à l STEP du Locle*. Lausanne : Service de l'Energie et de l'Environnement du Canton de Neuchâtel , avec le soutien de Wabag SA et de la Haute Ecole Spécialisée de Suisse Occidentale de Fribourg, 2014.

- [25] Ville de Lausanne. *Traitement des micropolluants dans les eaux usées – Aide à la conception des ouvrages*. Lausanne : Ville de Lausanne, 2011.
- [26] OFEV (éd). *Seuils quantitatifs selon l'ordonnance sur les accidents majeurs (OPAM). Un module du manuel de l'ordonnance sur les accidents majeurs. 3e édition actualisée, février 2017; 1re édition 2006*. Berne : OFEV, 2017.
- [27] Collectif. *Elimination des composés traces par filtration au charbon actif en granulés (CAG) : essais menés à l'échelle industrielle à la STEP de Bülach-Furt*. Dübendorf : EAWAG, 2017.

**10. ANNEXE 1 : courrier de l'autorité cantonale**

**11. ANNEXE 2 : budget**

**12. ANNEXE 3 : planification**

**13. ANNEXE 4 : filière proposée**



RÉPUBLIQUE ET CANTON DE NEUCHÂTEL

DÉPARTEMENT DU DÉVELOPPEMENT  
TERRITORIAL ET DE L'ENVIRONNEMENTSERVICE DE L'ÉNERGIE ET DE  
L'ENVIRONNEMENTVille du Locle  
Direction du service de l'urbanisme  
M. Cédric Dupraz  
Ave de l'Hôtel-de-Ville 1  
2400 Le Locle

N/RÉF.: /PWY

V/RÉF.:

Peseux, le 7 décembre 2018

**STEP du Locle – validation des bases de dimensionnement**

Monsieur le conseiller communal, directeur du service de l'urbanisme,

Suite à la présentation du 25 octobre dernier concernant les études pour l'assainissement de la STEP et l'intégration du traitement des micropolluants ainsi qu'à votre note du 27 novembre 2018, nous pouvons prendre position sur les hypothèses retenues.

Initialement le projet de la nouvelle STEP devait regrouper la Mère Commune et les Brenets et se situer sur le site des Brenets. Afin de rendre les installations de traitement le plus compact possible, des essais pilotes ont été effectués afin de démontrer la pertinence de certaines techniques novatrices. Pour rappel, ces derniers ont été entièrement pris en charge par le fonds cantonal des eaux. Finalement, le projet commun a été abandonné au profit d'une revue de concept du traitement des eaux usées pour les Brenets et d'une nouvelle STEP sur le site actuel pour la Ville du Locle.

L'avant-projet élaboré pour le Locle par la maison Alpha Wassertechnik a permis de pré-dimensionner les installations utiles au traitement de l'eau ainsi que définir le procédé de traitement des micropolluants. Une nouvelle étape dans l'étude de l'assainissement de la STEP a débuté avec la revue du projet, y compris la reconsidération des valeurs de dimensionnement et des normes de rejets. Ces dernières doivent faire l'objet de notre validation.

En premier lieu, il est nécessaire d'évaluer la population à raccorder à l'horizon 2050. La tendance de l'évolution démographique du Locle est depuis de nombreuses années à la baisse. Cependant, la révision actuelle du plan directeur cantonal prévoit une densification des zones déjà bâties. Cela a pour conséquence une augmentation du nombre d'habitants à prévoir. Pour cela, nous proposons de retenir une population équivalente à **18'000 EH** comme valeur cible de dimensionnement et non pas 20'000 EH comme proposé dans la note du 27.11.2018. Ce chiffre tient compte d'une augmentation des habitants raccordés, mais également des industries et de son personnel et d'une certaine réserve. Par contre, il ne tient pas compte du raccordement de la population brenassienne.

Il faut souligner que les eaux claires parasites (ECP) sont encore et toujours trop importantes dans le réseau d'évacuation de la ville du Locle et doivent être sorties de ce dernier afin de ne pas péjorer le traitement à la STEP. Les eaux claires ne nécessitent nullement de transiter par la STEP, de plus les eaux de fonte de neige inhibent fortement l'activité des bactéries nitrifiantes.

Les paramètres de dimensionnement pour les eaux brutes retenus découlent en partie des directives et des indicateurs du VSA que vous avez reprises dans votre note. Nous proposons de retenir les valeurs suivantes :

EH hydraulique :	250 l/j/EH (valeur cible pour le Locle)
EH DBO <sub>5</sub> :	60 g O <sub>2</sub> /EH/j
EH DCO :	120 g O <sub>2</sub> /EH/j
EH N-NH <sub>4</sub> :	6.5 g N-NH <sub>4</sub> /EH/j
EH N <sub>tot</sub> :	10 g N <sub>tot</sub> /EH/j
EH P <sub>tot</sub> :	1.8 g P <sub>tot</sub> /EH/j
MES :	60 g MES/EH/j (valeur cible avec la mise en séparatif du réseau)

De plus, la STEP doit répondre en tout temps aux exigences de rejets fixées dans l'OEaux avec les dépassements admissibles selon le chiffre 4 de l'annexe 3.

La nitrification devra être réalisée dans la nouvelle STEP. D'une part, cela assure un impact moins important pour le milieu récepteur et d'autre part cela devrait vous affranchir d'une qualité d'eau convenable pour garantir le traitement des micropolluants. Ce traitement additionnel implique également une norme de rejet supplémentaire. La valeur de la concentration pour l'ammonium est définie dans l'OEaux pour des températures de l'eau supérieures à 10°C. Initialement, nous voulions également édicter des valeurs (ou une fourchette) pour des températures inférieures. Suite à différents contacts avec des spécialistes, nous renonçons provisoirement à cela, du moins aussi longtemps que de nouvelles normes ou recommandations ne voient le jour à ce sujet.

Les principaux paramètres de contrôle en sortie de la future STEP sont donc, selon l'OEaux, les suivants :

DBO <sub>5</sub> :	15 mg/l O <sub>2</sub>	( $\eta$ =90%)
DCO :	45 mg/l O <sub>2</sub>	( $\eta$ =85%)
P <sub>tot</sub> :	0.8 mg/l P	( $\eta$ =90%)
N-NH <sub>4</sub> et N-NH <sub>3</sub> :	2 mg/l N	( $\eta$ =90%) pour T>10°C
MES :	15 mg/l	


De plus, le traitement des composés traces organiques (micropolluants) sera mis en place dans le cadre des travaux futurs. Dès lors, le taux de rabattement de ces substances devra être de **80%**, conformément à l'OEaux. La liste définitive des substances retenues sera établie après que l'OFEV ait validé le projet, y compris le procédé de traitement au charbon actif en grain.

En espérant avoir répondu à vos attentes, nous vous prions d'agréer, Monsieur le conseiller communal, directeur du service de l'urbanisme, nos salutations distinguées.

Service de l'énergie et de l'environnement



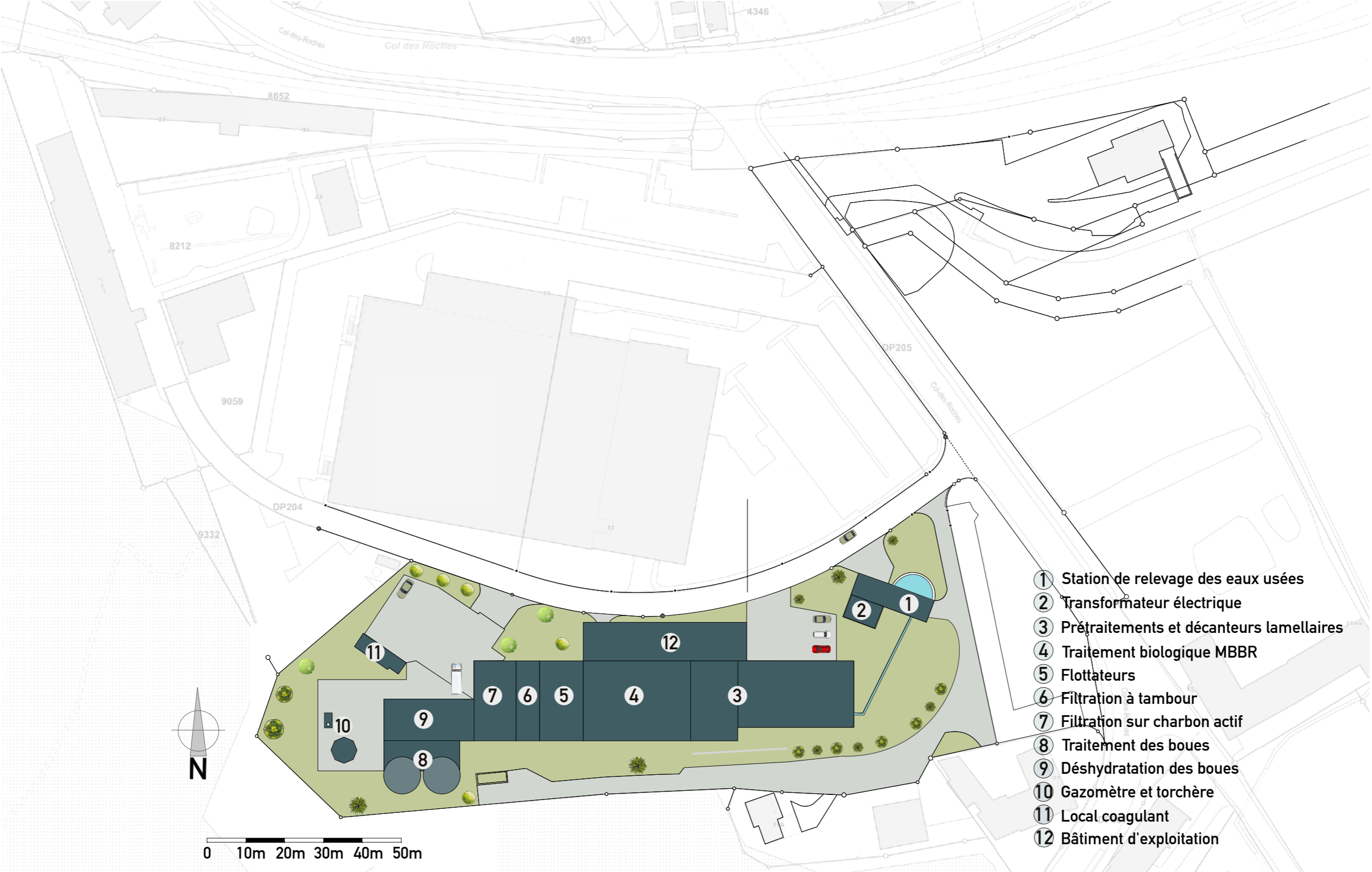
Yves Lehmann  
chef de service

 <div>VILLE DU LOCLE</div>		Budget provisoire				Nouvelle STEP
		Génie civil	Équipements EM	MCC-MCR	Prestations	Total HT
0.00	Administration et mandats spécifiques					
0.01	Taxe, permis de construire, notice d'impact	CHF 0	CHF 0	CHF 0	CHF 0	CHF 0
0.02	Assurances	CHF 0	CHF 0	CHF 0	CHF 0	CHF 0
0.03	Géomètre	CHF 0	CHF 0	CHF 0	CHF 0	CHF 0
0.04	Communication	CHF 0	CHF 0	CHF 0	CHF 0	CHF 0
0.05	Architecte (mandat partiel)	CHF 0	CHF 0	CHF 0	CHF 0	CHF 0
0.06	Études préliminaires	CHF 0	CHF 0	CHF 0	CHF 0	CHF 0
0.07	Prestations internes	CHF 0	CHF 0	CHF 0	CHF 0	CHF 0
	Total administration et mandats spécifiques	CHF 0	CHF 0	CHF 0	CHF 0	
				CHF 0		
1.00	Terrain, préparation, démontage					
1.01	Évacuation des terres polluées (traitement des matériaux)	CHF 548'250	CHF 0	CHF 0	CHF 0	CHF 548'250
1.02	Fondations	CHF 560'000	CHF 0	CHF 0	CHF 0	CHF 560'000
1.03	Démontage des installations existantes	CHF 450'000	CHF 100'000	CHF 100'000	CHF 0	CHF 650'000
1.04	Aménagements extérieurs (accès, éclairage, voiries, canalisations, etc)	CHF 490'000	CHF 50'000	CHF 60'000	CHF 0	CHF 600'000
	Total terrain, préparation, démontage	CHF 2'048'250	CHF 150'000	CHF 160'000	CHF 0	
				CHF 2'358'250		
2.00	Bâtiments, traitement primaire					
2.01	Nouveau local transformateur	CHF 64'000	CHF 20'000	CHF 100'000	CHF 0	CHF 184'000
2.02	Poste de pompage existant	CHF 50'000	CHF 100'000	CHF 30'000	CHF 0	CHF 180'000
2.03	Bâtiment d'exploitation (rez de chaussée)	CHF 862'500	CHF 300'000	CHF 280'000	CHF 0	CHF 1'442'500
2.04	Bâtiment d'exploitation (sous-sol)	CHF 840'000	CHF 200'000	CHF 100'000	CHF 0	CHF 1'140'000
2.05	Prétraitements	CHF 1'120'000	CHF 450'000	CHF 30'000	CHF 0	CHF 1'600'000
2.06	Dessableur, déshuileur	CHF 658'350	CHF 300'000	CHF 30'000	CHF 0	CHF 988'350
2.07	Décanteur primaire (décanteur lamellaire)	CHF 973'560	CHF 300'000	CHF 40'000	CHF 0	CHF 1'313'560
2.08	Local surpresseur	CHF 600'000	CHF 350'000	CHF 100'000	CHF 0	CHF 1'050'000
2.09	Local coagulant	CHF 40'000	CHF 60'000	CHF 20'000	CHF 0	CHF 120'000
2.10	Chauffage et eau	CHF 10'000	CHF 300'000	CHF 60'000	CHF 0	CHF 370'000
2.11	CCF (couplage chaleur-force)	CHF 10'000	CHF 160'000	CHF 100'000	CHF 0	CHF 270'000
2.12	Traitement des centrats	CHF 141'600	CHF 50'000	CHF 20'000	CHF 0	CHF 211'600
2.13	Eau industrielle	CHF 6'000	CHF 100'000	CHF 40'000	CHF 0	CHF 146'000
2.14	Dispositif de sécurité (barrières, échelles, escaliers)	CHF 0	CHF 400'000	CHF 0	CHF 0	CHF 400'000
2.15	Équipements analytiques	CHF 0	CHF 30'000	CHF 200'000	CHF 0	CHF 230'000
2.16	Ventilation	CHF 30'000	CHF 200'000	CHF 50'000	CHF 0	CHF 280'000
2.17	Parties provisoires	CHF 40'000	CHF 100'000	CHF 40'000	CHF 0	CHF 180'000
	Total bâtiments, traitement primaire	CHF 5'446'010	CHF 3'420'000	CHF 1'240'000	CHF 0	CHF 10'106'010
				CHF 10'106'010		
3.00	Traitement des boues					
3.01	Épaississement et déshydratation des boues	CHF 960'000	CHF 500'000	CHF 100'000	CHF 0	CHF 1'560'000
3.02	Bâche à boues amont et aval	CHF 90'000	CHF 100'000	CHF 40'000	CHF 0	CHF 230'000
3.03	Digestion (avec annexes)	CHF 972'000	CHF 600'000	CHF 100'000	CHF 0	CHF 1'672'000
3.04	Gazomètre	CHF 319'200	CHF 200'000	CHF 10'000	CHF 0	CHF 529'200
3.05	Torchère	CHF 20'000	CHF 60'000	CHF 10'000	CHF 0	CHF 90'000
	Total traitement des boues	CHF 2'361'200	CHF 1'460'000	CHF 260'000	CHF 0	CHF 4'081'200
				CHF 4'081'200		
4.00	Traitement biologique des eaux					
4.01	4 files MBBR (2500 m³)	CHF 2'193'000	CHF 500'000	CHF 120'000	CHF 0	CHF 2'813'000
4.02	Flottateurs	CHF 756'000	CHF 400'000	CHF 80'000	CHF 0	CHF 1'236'000
4.03	Évacuation des terres polluées	CHF 216'750	CHF 0	CHF 0	CHF 0	CHF 216'750
4.04	Fondations	CHF 560'000	CHF 0	CHF 0	CHF 0	CHF 560'000
4.05	Média MBBR	CHF 0	CHF 892'500	CHF 0	CHF 0	CHF 892'500
4.06	Couverture des clarificateurs	CHF 0	CHF 125'000	CHF 20'000	CHF 0	CHF 145'000
4.07	Conduites	CHF 0	CHF 400'000	CHF 40'000	CHF 0	CHF 440'000
4.08	Provisoires (installations)	CHF 40'000	CHF 80'000	CHF 80'000	CHF 0	CHF 200'000
	Total traitement biologique des eaux	CHF 3'765'750	CHF 2'397'500	CHF 340'000	CHF 0	CHF 6'503'250
				CHF 6'503'250		
5.00	Traitement des micropolluants					
5.01	Filtres à charbon actif en grain	CHF 579'600	CHF 700'000	CHF 200'000	CHF 0	CHF 1'479'600
5.02	Filtres à tambour	CHF 198'000	CHF 240'000	CHF 40'000	CHF 0	CHF 478'000
	Total traitement des micropolluants	CHF 777'600	CHF 940'000	CHF 240'000	CHF 0	CHF 1'957'600
				CHF 1'957'600		
	Récapitulatif complet					
	Administration et mandats spécifiques	CHF 0	CHF 0	CHF 0	CHF 0	CHF 0
	Terrain, préparation, démontage	CHF 2'048'250	CHF 150'000	CHF 160'000	CHF 0	CHF 2'358'250
	Bâtiments, traitement primaire	CHF 5'446'010	CHF 3'420'000	CHF 1'240'000	CHF 0	CHF 10'106'010
	Traitement des boues	CHF 2'361'200	CHF 1'460'000	CHF 260'000	CHF 0	CHF 4'081'200
	Traitement biologique des eaux	CHF 3'765'750	CHF 2'397'500	CHF 340'000	CHF 0	CHF 6'503'250
	Traitement des micropolluants	CHF 777'600	CHF 940'000	CHF 240'000	CHF 0	CHF 1'957'600
	Divers et imprévus (montant sans%)	CHF 200'000	CHF 200'000	CHF 200'000	CHF 0	CHF 600'000
	Honoraires globaux				CHF 2'800'000	
	Total	CHF 14'598'810	CHF 8'567'500	CHF 2'440'000	CHF 2'800'000	CHF 28'406'310.00
	Divers et imprévus (10 % de la somme)	CHF 1'459'881	CHF 856'750	CHF 244'000	CHF 280'000	CHF 2'840'631.00
						CHF 31'246'941.00
	Partie micropolluant seule					
	Traitement des micropolluants	CHF 777'600	CHF 940'000	CHF 240'000	CHF 0	CHF 1'957'600
	Honoraires (10%)	CHF 77'760	CHF 94'000	CHF 24'000	CHF 0	CHF 195'760
	Divers et imprévus (10 % de la somme)	CHF 85'536	CHF 103'400	CHF 26'400	CHF 0	CHF 215'336
	Total micropolluants	CHF 940'896	CHF 1'137'400	CHF 290'400	CHF 0	CHF 2'368'696.00

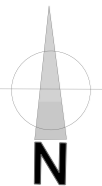
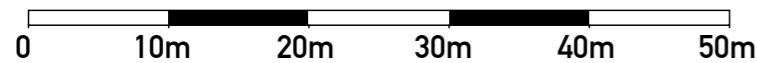


Plan de situation  
Vue générale de la station d'épuration





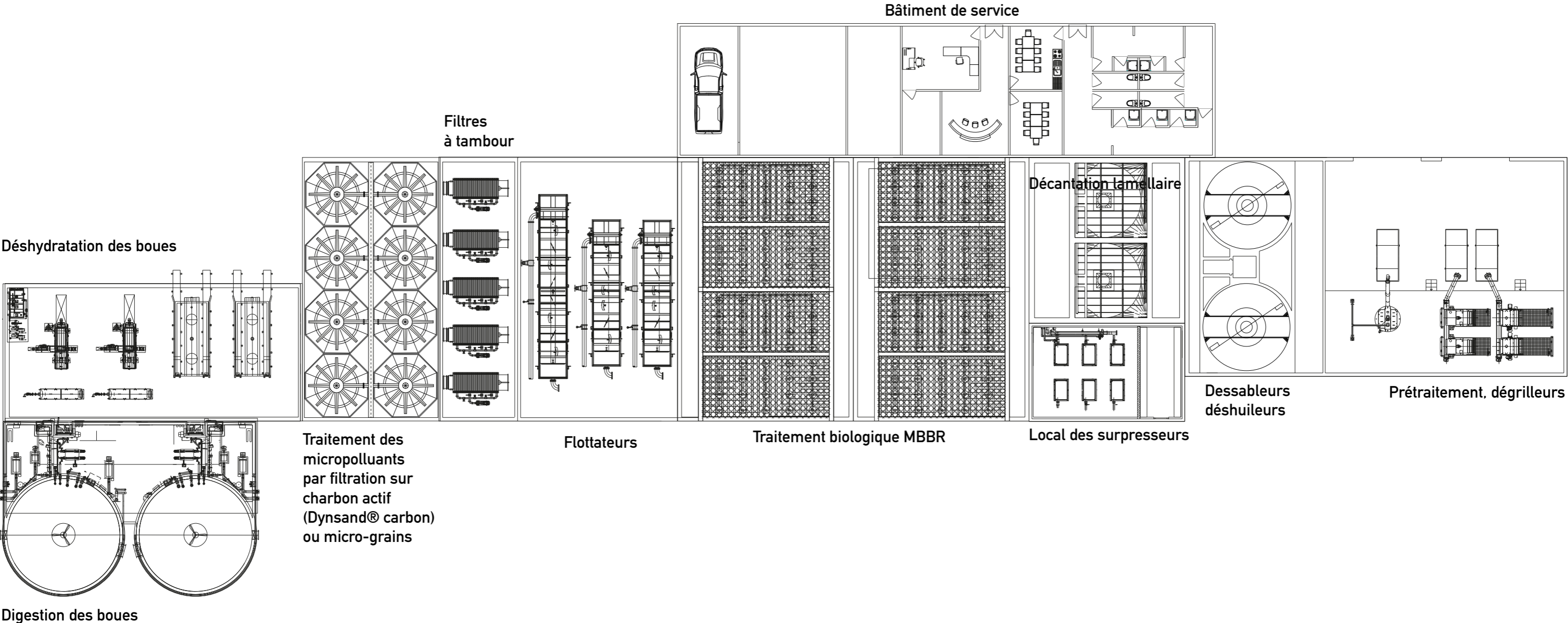
Vue générale du projet de station d'épuration



- ① Station de relevage des eaux usées
- ② Transformateur électrique
- ③ Prétraitements et décanteurs lamellaires
- ④ Traitement biologique MBBR
- ⑤ Flottateurs
- ⑥ Filtration à tambour

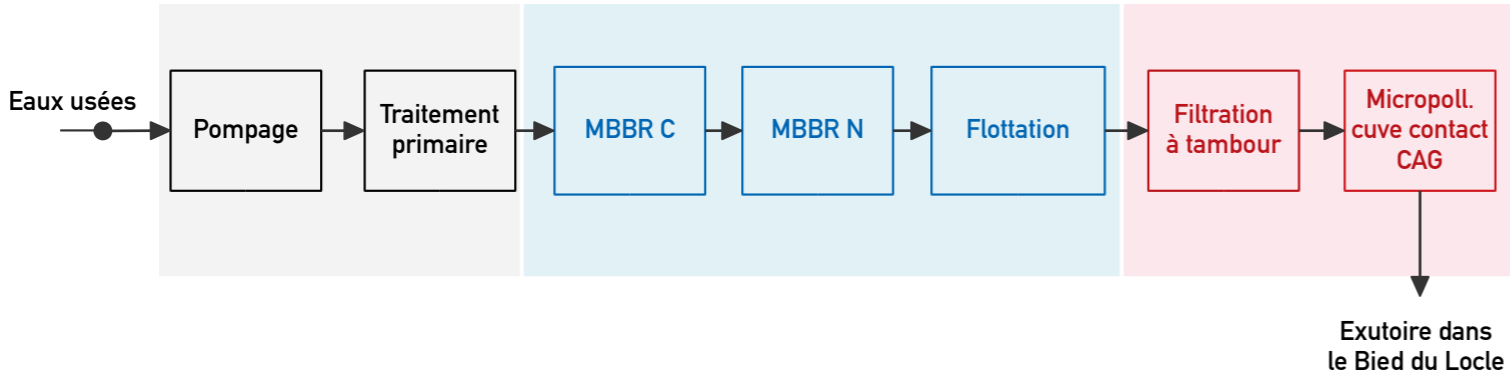
- ⑦ Filtration sur charbon actif
- ⑧ Traitement des boues
- ⑨ Déshydratation des boues
- ⑩ Gazomètre et torchère
- ⑪ Local coagulant
- ⑫ Bâtiment d'exploitation

Vue de la chaîne de traitement sans le gazomètre



Filière de traitement de l'eau

Filière « eau »



Coupe longitudinale (tiré de [1])

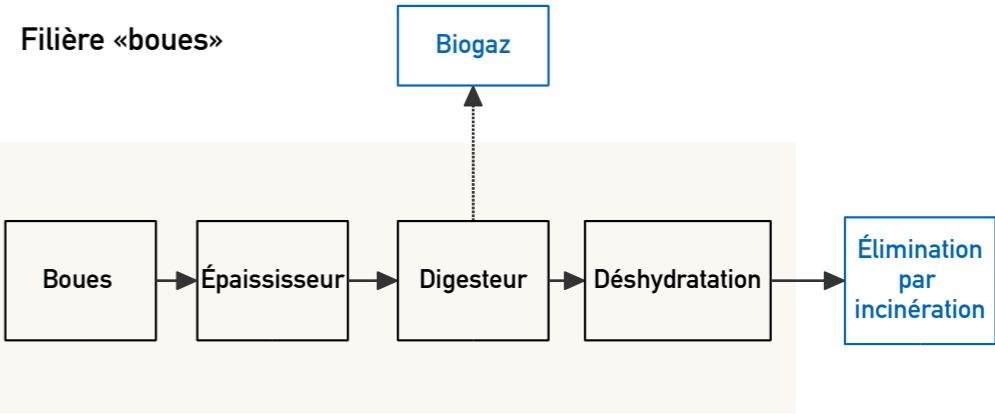


Photomontage de l'implantation (tiré de [1])



Filière de traitement des boues

Filière «boues»



Exemple de configuration des filtres à CAG (tiré de la documentation de Nordic Water)

