

Projet Epuration
Mastère Spécialisé Eau Potable et Assainissement

**Proposition d'aménagement de la nouvelle station
d'épuration de Vrigne-aux-bois**

Dimensionnement et implantation des ouvrages

Réalisé par :

Olivier WENDLING
Sophie AIELLO
Patrick BONDA BALEMONI

Dirigé par :

M. LAURENT Julien
M. MAURICE Philippe
M. TRAUTMANN Mathieu

2012/2013

SOMMAIRE

I. INTRODUCTION	1
II. Présentation du site	2
III. Dimensionnement des ouvrages.....	2
1. Poste d'admission ou de refoulement	2
2. Etapes de prétraitement.....	3
a. Mesure de débit en entrée	3
b. Dégrillage.....	4
c. Dessablage-dégraissage	5
d. Aspect global du prétraitement.....	6
3. Le réacteur biologique	6
a. Zone de contact	7
b. Zone d'aération	7
c. Aspect global du bassin biologique	9
d. Système d'aération	9
4. Le Dégazeur	10
5. Le Clarificateur.....	11
6. Poste de recirculation des boues	11
7. Filière des boues	12
a. Centrifugation des boues	12
b. Stockage des boues	12
8. Poste toutes eaux	13
9. Mesure de débit en sortie	13
IV. Vérification hydraulique et implantation de la station.....	13
1. Etablissement du synoptique de la station	13
2. Etude des pertes de charge et ligne d'eau	14
3. Implantation de la station sur le site	15
V. CONCLUSION.....	16

ANNEXES

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Caractéristiques d'une des pompes de relevage (Cf Note de calcul n°2)	3
Tableau 2 : Caractéristiques de notre poste de refoulement (Cf Note de calcul n°2)	3
Tableau 3 : Caractéristiques de notre dégrilleur automatique courbe (Cf Note de calcul n°3)	4
Tableau 4 : Récapitulatif des paramètres associés à chaque débit	5
Tableau 5 : Caractéristiques de notre dessableur-dégraisseur combiné hors cone de stockage (Cf Note de calcul n°4)	5
Tableau 6 : Caractéristiques de la zone de biosorption (Cf Note de calcul n°5)	7
Tableau 7 : Caractéristiques de la zone d'aération (Cf Note de calcul n°5)	8
Tableau 8 : Caractéristiques des zones d'aération en accord avec les conditions de dépollution (Cf Note de calcul n°5)	8
Tableau 9 : Débit d'air de surpresseur aux conditions normales (Cf Note de calcul n°7)	9
Tableau 10 : Débit d'air de surpresseur aux conditions de fonctionnement (Cf Note de calcul n°7)	9
Tableau 11 : Puissance absorbée par surpresseur (Cf Note de calcul n°7)	9
Tableau 12 : Caractéristiques du dégazeur (Cf Note de calcul n°8)	10
Tableau 13 : Caractéristiques du clarificateur (Cf Note de calcul n°9)	11
Tableau 14 : Récapitulatif des pertes de charge associées aux ouvrages	14
Tableau 15 : Récapitulatif des débits transitant dans les ouvrages	14

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Plage de performance de la pompe 3153	
Figure 2 : Schématisation et dimensions de la	2
Figure 3 : Schématisation et critères de dimensionnement du Venturi 430 (extrait de l'information technique associée, d'après le site www.endress.com)	3
Figure 4 : Tableau récapitulatif des paramètres de dimensionnement en fonction du débit maximal transitant (extrait de l'information technique associée, d'après le site www.endress.com)	4
Figure 5 : Schématisation rapide de l'installation de prétraitement	6
Figure 6 : Caractéristiques d'un surpresseur de type GM7L-G5 (extrait de www.arzen.fr)	10
Figure 7 : Plage de performance de la pompe 7045	
Figure 8 : Schématisation de la pompe 7045	11
Figure 9 : Schéma de l'implantation de notre station	15

I. INTRODUCTION

Les eaux usées de Vigne-aux-bois et Vivier au Court sont actuellement traitées dans une station d'épuration dont la capacité et les performances sont jugées insuffisantes. Il a donc été décidé de construire une nouvelle station d'épuration qui respectera les nouvelles exigences réglementaires mais également pour contribuer à l'amélioration de la qualité des eaux traitées et des milieux récepteurs dans lesquels elles sont rejetées.

Cette nouvelle station sera construite sur une parcelle contiguë au site de la station actuelle.



Dans ce rapport nous avons donc décrit la filière de traitement que nous avons choisie, celle-ci nous paraissant la plus adaptée à la charge de pollution arrivant à la station d'épuration. Le descriptif de la filière de traitement comprend une description de tous les ouvrages à mettre en place ainsi que le dimensionnement de chacun d'eux.

Notre projet est également conçu afin de satisfaire aux différents impératifs fixés par le cahier des charges :

- Obtenir un traitement des eaux usées performant par temps sec et temps de pluie
- Bénéficier d'une installation fiable quant à ses résultats
- Réduire les nuisances sonores et olfactives
- Minimiser les coûts de fonctionnement
- Permettre une élimination rationnelle des déchets et boues produites par les installations

II. Présentation du site

Dans le contexte actuel de la mise en demeure de la station de traitement des eaux usées des communes de Vigne aux Bois et Vivier au Court par la Police de l'eau sur les exigences réglementaires de la qualité des eaux traitées et vu sa capacité de performances jugées insuffisantes par rapport au niveau des rejets desdites communes et de l'éventuel raccordement de la commune de Bosseval et Briancourt, il nous a été demandé de réaliser les études d'implantation des ouvrages, de concevoir et dimensionner une nouvelle station de traitement estimée à 8 000 EH, répondant aux exigences du cahier des clauses Techniques Générales fascicule n°81- Titre II.

Le site envisagé pour la construction de la nouvelle station de traitement des eaux usées est une parcelle contiguë au site de la station actuelle, située entre celle-ci et le Bois des Ourliquettes. A l'heure actuelle, ce site est occupé par des friches et des buissons ; avec une superficie d'environ 0.55 hectares.

D'après les informations tirées du site Cartorisque, le site retenu pour l'implantation de la future station traitement des eaux usées de Vigne aux Bois et Vivier au Court, est situé hors zones inondables définies par les PPRI. Face à cette problématique, une étude approfondie devra être prise en compte pour prévenir toute arrivée d'eau indésirable.

III. Dimensionnement des ouvrages

1. Poste d'admission ou de refoulement

Utilisation de 3 pompes dont 1 pompe de secours (conformément au cahier des charges), chaque pompe devra respecter une puissance maximale de **6,5 kW** pour une fréquence de démarrage de **8** et une HMT de **10m** (Cf Note de calcul n°2). Pour répondre à ces critères nous avons sélectionné des pompes immergées Flygt modèle 3153 dont la plage de performances et les caractéristiques sont définies d'après les figures suivantes :

Figure 1 : Plage de performance de la pompe 3153
(extrait de la fiche de présentation associée,
d'après le site www.flygt.com)

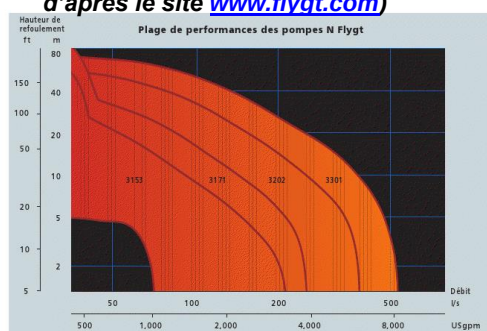
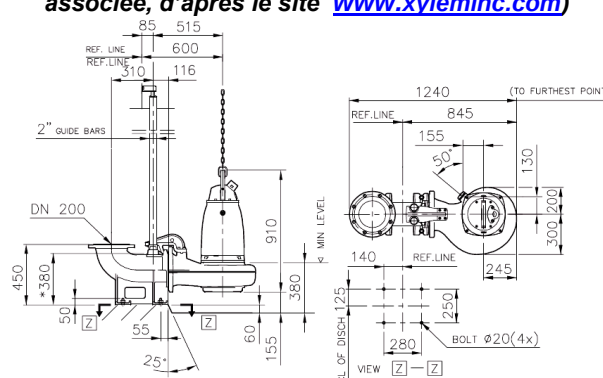


Figure 2 : Schématisation et dimensions de la pompe 3153 (extrait de l'instruction technique associée, d'après le site www.xyleminc.com)



Chaque pompe de refoulement devra donc respecter les caractéristiques suivantes :

Paramètres relatif à 1 pompe de relevage	
Puissance pompe (KW)	6.4
Fréquence	8
Longueur (m)	1.24
Largeur (m)	0.5
Hauteur (m)	1.65

Tableau 1 : Caractéristiques d'une des pompes de relevage (Cf Notre de calcul n°2)

A partir de ces critères nous obtenons donc le poste de refoulement suivant :

Paramètres relatif à la bache de relevage	
Largeur min de bache (m)	3.5
Longueur de bache retenue (m)	1
Hauteur de bache retenue (m)	4.0
Volume de bache retenu (m3)	14.0
Diamètre pour les canalisations (m)	0.2

Tableau 2 : Caractéristiques de notre poste de refoulement (Cf Note de calcul n°2)

Le diamètre des canalisations estimé est celui reliant les pompes directement au prétraitement et a été amplement majoré de par la présence de grosses matières en suspension (évite colmatage). En effet, étant donné que le poste de prétraitement est situé à une dizaine de mètres du refoulement, nous avons pris le parti de conserver ces 3 canalisations plutôt que de les faire se rejoindre en une seule (plus facile à gérer en cas de problème en aval).

Dans cette bache il nous faut également prévoir :

- Système de détection d'hydrocarbures avec un signal d'alarme (obligatoire)
- Echelle avec rail de sécurité (en cas de panne)
- Potences reliées aux pompes (en cas de panne)
- Surverse en cas de trop plein au niveau altimétrique de la canalisation d'arrivée

2. Etapes de prétraitement

a. Mesure de débit en entrée

L'opération de dégrillage sera précédée d'une mesure de débit via un venturi muni d'une sonde de niveau. Nous avons sélectionné un venturi type Endress&Hauser dont les spécificités de dimensionnement sont décrites dans les figures suivantes.

Figure 3 : Schématisation et critères de dimensionnement du Venturi 430 (extrait de l'information technique associée, d'après le site www.endress.com)

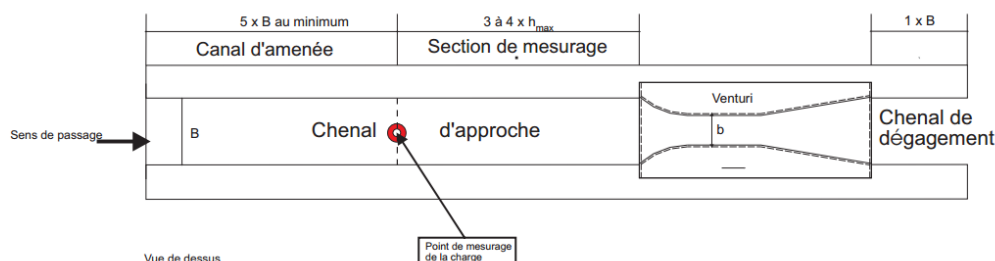


Figure 4 : Tableau récapitulatif des paramètres de dimensionnement en fonction du débit maximal transitant (extrait de l'information technique associée, d'après le site www.endress.com)

Type	Débit minimum (m³/h)	Débit nominal (m³/h)	Débit maximum (m³/h)	B (mm)	b (mm)	C (mm)	D (mm)	J (mm)	L (mm)	LT (mm)	LA (mm)	HT (mm)	Poids (kg)
415	5,2	30	42,5	150	75	200	225	100	300	625	250	250	3
425	8,6	90	130,3	250	125	300	375	165	450	990	350	350	6
430	13,6	180	322,2	400	200	400	600	265	600	1465	500	450	13
440	18,9	720	893,6	400	267	625	400	176	810	1386	500	675	16
450	23	1080	1318,9	500	333	700	500	221	1050	1771	600	750	32
480	32,9	1476	2200	800	480	800	960	423	900	2283	900	880	92

**Cotes d'encombrement spécifiées avec une tolérance de construction de +/- 1 %.*

Nous avons opté pour le Venturi 430 car il est le seul à entrer dans notre gamme de débit et permet une hauteur d'eau minimale mesurable de 12cm (valeur définie à partir du $Q_{\text{nocturne}} = 56,5 \text{ m}^3/\text{h}$). Cette hauteur sera à l'origine de la précision dans la lecture du débit (plus hauteur est importante plus l'effet de fluctuation de la surface est négligeable).

A partir de ces données nous avons défini un canal de comptage de **6m** de longueur depuis l'arrivée des eaux jusqu'à la grille de dégrillage, pour une largeur de canal de **0,5m**.

b. Dégrillage

Pour cette étape de dégrillage nous avons privilégié l'installation d'un dégrilleur automatique courbe. En effet, cet ouvrage est plus compact et nécessite peu d'entretien (contrairement à un dégrilleur à gradin par exemple). Il possède, en plus, l'avantage d'avoir un dénivelé amont/aval d'environ **30cm**, ayant une hauteur d'eau aval de 8cm (Cf note de calcul n°3), cela nous permet donc d'avoir une hauteur d'eau amont suffisante pour une bonne évacuation des matières flottantes (évite les risques de colmatage ou dépôts dans le canal).

Nous avons fixé l'épaisseur des barreaux et de l'espace libre entre ceux-ci à, respectivement, **10cm et 15cm** et une inclinaison de la grille de **26°**. Ces choix permettent d'obtenir un prétraitement plutôt fin sans néanmoins risquer de colmater la grille trop fortement (utilisation d'un coefficient de colmatage de 0.5, cas le plus défavorable pour ce genre d'ouvrage).

Nous nous sommes également basés sur une vitesse maximale admissible par le dégrilleur de **1,2 m/s** pour le débit maximum de **200 m³/h** (vitesse conseillée pour un ouvrage automatique afin d'éviter les dépôts de sable dans le caniveau).

A partir de ces critères nous avons dimensionné le dégrilleur selon les paramètres suivants :

Paramètres relatif au dégrilleur automatique	
Inclinaison de la grille (en degré)	26
Espace libre entre les barreaux (mm)	15
Epaisseur des barreaux (mm)	10
Surface degrilleur automatique (m²)	0.15
Longueur mouillée (m)	0.19
Largeur grille (m)	1
Largeur canal (m)	1
Tirant d'eau aval (m)	0.08

Tableau 3 : Caractéristiques de notre dégrilleur automatique courbe (Cf Note de calcul n°3)

La largeur de grille étant de **1m** (calculé à 0,8m mais majorée pour plus d'efficacité), nous avons opté pour une largeur de caniveau identique évitant ainsi les pertes de charge et risques de perturbation du régime hydraulique en cas de rétrécissement ou agrandissement.

A la suite du dégrilleur nous avons prévu une chute d'eau de 60cm avec arrivée dans une chambre d'environ **1m³** reliée à l'ouvrage de dessablage-dégraissage.

c. Dessablage-dégraissage

Nous avons choisi d'installer un système de dessablage-dégraisseur combinés, à cause de ces meilleures performances des prétraitements.

Le calcul du dégraissage est effectué pour trois débits suivants :

- le débit moyen de temps sec (Qmts) soit environ 10h/j
- le débit de pointe (Qpts) soit environ 6h/j
- le débit maximum (Qmax)

Pour chacun de ces débits, nous avons estimé les valeurs des charges hydrauliques et temps de séjour suivants :

	Qmts	Qpts	Qmax
Débit (m3/h)	100	158	200
Charge hydraulique (m3/m2/h)	10	15	30
Temps de séjour graisse combiné sable (min)	15	10	5

Tableau 4 : Récapitulatif des paramètres associés à chaque débit

Nous avons retenu une surface à partir du débit maximum admissible par la station (Qmax = 200 m³/h) avec une charge maximale de **30m³/m²/h** et un volume à partir du débit de pointe (Qpts = 158 m³/h) avec un temps de séjour moyen de **10min** (ce volume sera hors cône de stockage des sables).

A partir de tous ces choix nous avons dimensionné notre dessableur-dégraisseur selon les paramètres suivants :

Paramètres relatif au dessablage – dégraisseur combinés	
Surface (m2)	10
Volume (m3)	30
Vitesse ascensionnelle (m/h)	30
Temps de passage de l'eau (minutes)	10
Hauteur de l'ouvrage (m)	3

Tableau 5 : Caractéristiques de notre dessableur-dégraisseur combiné hors cone de stockage (Cf Note de calcul n°4)

Nous avons ajouté 1m à la hauteur de notre ouvrage pour tenir compte du cône de stockage des sables, soit une hauteur totale de l'ouvrage de **4m**. Ces sables seront justement extraits de l'installation par pompage et acheminé jusqu'à un classificateur à sable (permettant un égouttage partiel) avant d'être stockés dans une benne spécifique, soit environ **20m³** de sable par benne (pour une benne 5400x2500x1500). Une fois la benne remplie elle sera évacuée de la station par camion-benne, les sables seront alors retraités et très certainement recyclés dans les travaux publics (notamment pour remblayer les routes).

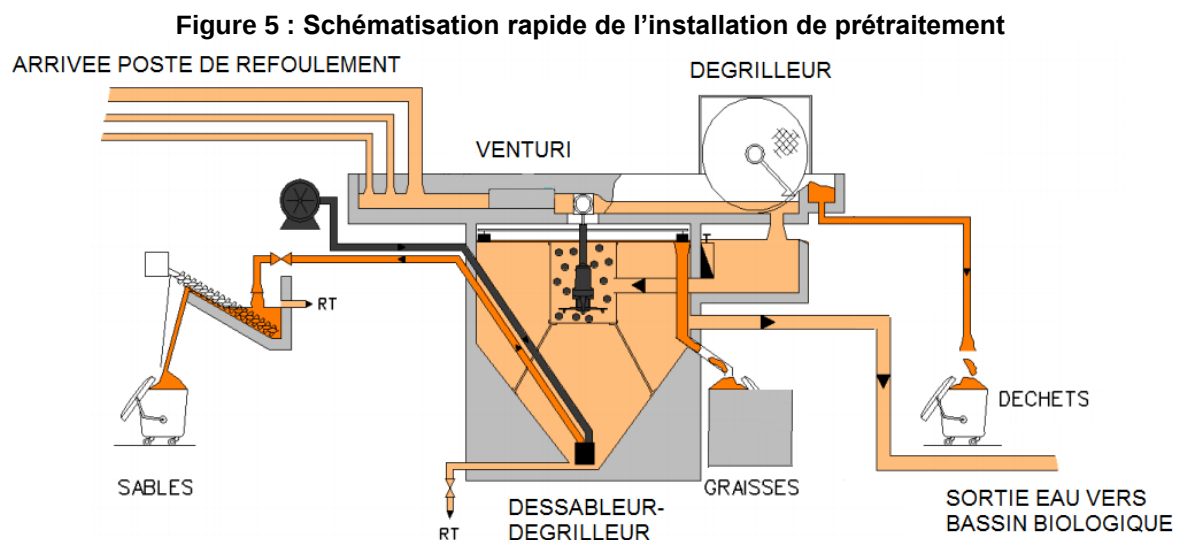
Les graisses quant à elles seront stockées sur site dans une cuve d'hydrolyse d'environ **20m³** également. Cette cuve sera dans notre cas accolée à notre dessableur-dégraisseur afin d'établir un accès par écoulement gravitaire (les graisses étant évacuées à la surface du dessableur-dégraisseur). Une fois stockées les graisses seront épaissies directement dans cette cuve puis évacuées vers une entreprise de traitement des ordures ménagères.

d. Aspect global du prétraitement

Notre poste de traitement est donc composé du dessableur-dégraisseur installé à même le sol (après terrassement), d'une hauteur de 3m et d'une largeur de 4m.

Le dégrilleur automatique sera positionné au-dessus de notre premier ouvrage avec un espacement de 60cm (espacement comblé par béton), soit une hauteur totale d'environ **5m**. De plus, il aura une longueur totale d'environ 10m (6m pour le venturi et 4m pour le dégrilleur), à opposer au 4m du dessableur-dégraisseur, d'où une largeur et une hauteur suffisantes pour y insérer la cuve d'hydrolyse des graisses et le classificateur en dessous.

La figure suivante schématise l'installation proposée :



Dans ces estimations (très majorées) nous avons également pris en compte le génie civil tel que les escaliers, les voies d'accès sur l'ouvrage, plate-forme, ect. D'où une surface de prise au sol d'environ **40m²**.

3. Le réacteur biologique

Nous avons dimensionné cet ouvrage en fonction de nos données en temps sec (avec charge de temps de pluie vérifiée). Cet ouvrage sera séparé en 2 zones distinctes (zone de contact et zone d'aération) avec une zone d'aération séparée en 2 bassins.

Nous avons choisi de ne pas installer de zone anaérobie car d'après nos estimations (Cf Note de calcul n°1) la diminution de la quantité de boues physico-chimiques et la quantité de fer à injecter, en présence de cette zone, est compensée lorsque l'on se trouve en temps de pluie. La station se trouvant sur une zone relativement pluvieuse et humide (Ardennes) nous avons jugé que la différence, entre avec ou sans anaérobie, était minime. Nous avons donc privilégié l'économie au niveau génie civil et contraintes d'exploitation.

a. Zone de contact

La zone de contact permet un premier contact entre l'effluent brut et les boues recirculées afin de régénérer la qualité des nutriments pour les bactéries présentes dans les boues et ainsi éviter le développement de bactéries filamenteuses. Elle permet également une première adsorption des acides gras volatils (non retenus dans dégraisseur) sur les floccs de boues.

De par le mélange avec les boues recirculées, cette zone possède une très forte charge massique, c'est pourquoi nous avons estimé une charge de **80mg de DCO/g de boue** et un temps de contact minimal de **13min** (assez important pour une bonne homogénéisation et assez court pour éviter la fermentation).

D'après ces hypothèses nous avons dimensionné notre zone de biosorption selon les paramètres suivants :

Paramètres relatifs à la zone de Biosorption	
Hauteur liquide (m)	5.0
Surface zone biosorption (m ²)	10
Diamètre zone biosorption (m)	3.5
Volume zone de biosorption (m ³)	50
Débit de boue recirculé injecté (m ³ /h)	25

Tableau 6 : Caractéristiques de la zone de biosorption (Cf Note de calcul n°5)

Nous avons choisi de majorer cette zone par rapport à nos calculs initiaux (Cf Note de calcul n°5) car, n'ayant pas de zone anaérobie, elle optimise le contact avec les boues et donc les possibilités de dépollution biologique. Le mélange effluent-boue sera acheminé vers le bassin d'aération par surverse.

b. Zone d'aération

La zone d'aération permet l'étape de nitrification/dénitrification et le captage du carbone par la biomasse. Une aération par diffuseur fines bulles est la solution que nous avons retenue car ce type de diffuseur permet de limiter la surface au sol par des hauteurs de bassin pouvant atteindre les 6m (contrairement au diffuseur par brosse ou turbine). Cette aération se fera par syncopage selon les cinétiques de nitrification/dénitrification établis (Cf Note de calcul n°6).

Afin d'optimiser cette zone d'aération nous avons séparé celle-ci en 2 bassins (proportion 1/3-2/3) communiquant par le fond (principe d'un fonctionnement par piston). Dans notre cas nous admettrons que, malgré la différence de charge entre ces 2 zones, nos cinétiques de dépollution calculées sur un bassin unique et homogène (Cf Note de calcul n°6) ne seront pas remises en cause, voire n'en seront que meilleures.

Pour dimensionner ce bassin nous avons défini la quantité de boue dans ce réacteur de par la différence entre la masse de boue totale (Cf note de calcul n°1) et celle du clarificateur (Cf note de calcul n°8). Puis nous avons imposé un temps de séjour de celles-ci d'environ **120min** (valeur préconisée pour des $C_m < 0.1$).

A partir de ces critères nous avons dimensionné notre zone d'aération selon les paramètres suivants :

Paramètres relatifs à la zone d'aération	
Hauteur liquide (m)	5
Volume total du bassin (m ³)	1500
Surface total du bassin (m ²)	300
Diamètre total du bassin (m)	19.5
Débit de boue recirculé injecté (m ³ /h)	175

Tableau 7 : Caractéristiques de la zone d'aération (Cf Note de calcul n°5)

Nous avons ensuite vérifié les cinétiques de nitrification/dénitrification correspondant à ces paramètres (Cf Note de calcul n°6) et remarqué que pour un bassin d'environ 1500m³ les temps de réaction étaient bons et bien inférieurs à 24h, pour une quantité entrante de 115kg/j de NGT (charge en temps de pluie).

Bien que les conditions de traitement de l'azote soient respectées dans notre zone d'aération, le traitement du carbone, lui, ne l'est pas puisque notre charge massique recalculé se trouve supérieure à 1 (en contradiction avec cahier des charges). Afin de respecter un $C_m < 1$ le volume d'aération devra être augmenté d'environ 1000 m³ (Cf Note de calcul n°5).

Afin de respecter le traitement de la DBO₅, nous avons à nouveau dimensionné notre zone d'aération selon les paramètres suivants :

Bassin biologique complet	
Hauteur liquide (m)	5
Volume total du bassin (m ³)	2300
Surface total du bassin (m ²)	460
Diamètre zone aération + biosorption (m)	24.5
Débit de boue recirculé injecté (m ³ /h)	175
1er bassin d'aération	
Surface corrigée 1er chenal (m ²)	150
Diamètre 1er chenal + zone biosorption (m)	14
Volume corrigé 1er chenal (m ³)	750
2e bassin d'aération	
Surface 2e chenal (m ²)	310
Volume 2e chenal (m ³)	1550

Tableau 8 : Caractéristiques des zones d'aération en accord avec les conditions de dépollution (Cf Note de calcul n°5)

Nous imposerons une durée d'arrêt de l'aération de **10h/j** et le reste du temps nous resterons en aération continue (Cf Note de calcul n°6). Il faudra également compter sur une consommation journalière d'environ **120kg de FeCl₃/j**, donc une cuve de chlorure ferrique d'environ **12m³** pour une réserve de **2mois** (Cf Note de calcul n°1).

c. Aspect global du bassin biologique

Ce bassin sera enterré à **4,5m** de profondeur (couche géologique stable la plus proche) car il nous faut prendre en compte une perte de charge d'environ 1,5m en plus (Cf IV.2. Etude des pertes de charge et ligen d'eau), d'où une hauteur d'ouvrage totale de plus de **6m** donc supérieur à notre poste de prétraitement (écoulement gravitaire ne pourra pas se faire à ce niveau). De plus, enterrer l'ouvrage nous permettra de minimiser la hauteur de chute vers le dégazeur qui y sera accolé.

Nous avons également tenue compte du volume d'eau provenant du poste toutes eaux pouvant être relargué dans notre bassin et confirmé que même en refoulement maximal, le bassin d'aération est suffisamment important pour supporter l'hydraulique. L'effluent du poste toutes eaux n'étant que légèrement chargée il n'y a pas d'influence de la charge massique (Cf III.6. Poste toutes eaux).

L'installation d'une plateforme d'accès à la surface de ce bassin de **2,5m** de large permettra le passage des canalisations de recirculation des boues (Cf III.5. Poste de recirculation des boues).

d. Système d'aération

Nous avons choisi d'installer un système d'aération par insufflation d'air fin bulle, à cause de ces meilleures performances sur la maîtrise de nuisance sonore et sa fiabilité de fourniture d'oxygène.

Pour bien analyser la demande en oxygène de la dégradation de la pollution carbonée et azotée, nous avons évalués séparément la demande en oxygène par temps sec, temps de pluie en jour moyen (Cf Note de calcul n°7). A partir de ces bilans nous avons estimé une consommation d'oxygène par jour de **20kh/j**.

Pour un débit **315 kg O₂/j** à nitrifier à temps sec, on trouve une durée d'aération de **16h**. A partir de ces données nous avons établis les caractéristiques du surpresseur selon les paramètres suivants :

Besoin en pointe (Kh O ₂ /h)	Rendement (%)	He (m)	Débit d'air (Nm ³ /h)	Débit d'air retenu (Nm ³ /h)
20	5.5%	5.85	377	400

Tableau 9 : Débit d'air de surpresseur aux conditions normales (Cf Note de calcul n°7)

Débit d'air (Nm ³ /h)	Température (°C)	P° atmos (mce)	Débit d'air (m ³ /h)	Débit d'air retenu (m ³ /h)
400	40	10.33	459	493

Tableau 10 : Débit d'air de surpresseur aux conditions de fonctionnement (Cf Note de calcul n°7)

Débit d'air (Nm ³ /h)	Perte de charges aval (m)	Puissance (KW)
493	6.6	15

Tableau 11 : Puissance absorbé par surpresseur (Cf Note de calcul n°7)

Nous installerons 3 surpresseurs de type GM7L-G5 (2 en services et 1 en réserve) dont les caractéristiques sont les suivantes :

Figure 6 : Caractéristiques d'un surpresseur de type GM7L-G5 (extrait de www.arzen.fr)

Type	Surpresseurs d'air et de gaz process			
Gamme	DELTA BLOWER Generation 5			
Exécution	Fonctionnement en vide , Fonctionnement en pression			
Cylindrée	14 (Fonctionnement en pression)			
Gaz	air , gaz neutres			
Transfert	exemple d'huile			

Performances				
Cylindrée	Pression différentielle max. mbar	Débit volumétrique max. m³/h	Puissance moteur max. kW	Niveau sonore max. dB(A)
GM 3 S-G5	900	247	7,5	70
GM 4 S-G5	1000	342	15	70
GM 7 L-G5	700	493	15	70
GM 10 S-G5 / DN 80	1000	542	30	70
GM 10 S-G5 / DN 100	1000	696	30	73
GM 15 L-G5	700	1038	30	73
GM 25 S-G5	1000	1452	55	73
GM 30 L-G5	700	2082	75	75
GM 35 S-G5	1000	2418	90	75
GM 50 L-G5 / DN 150	700	2610	75	75
GM 50 L-G5 / DN 200	700	3306	90	78
GM 60 S-G5	1000	3540	132	78
GM 80 L-G5	700	5034	160	80
GM 90 S-G5	1000	5418	200	81

Dimensions et poids					
Cylindrée	Largeur (A) mm	Profondeur (B) mm	Hauteur (C) mm	Diamètre nominal	Poids kg
GM 3 S-G5	800	800	1055	DN 50	220
GM 4 S-G5	925	1135	1280	DN 80	315
GM 7 L-G5	925	1135	1280	DN 80	320
GM 10 S-G5 / DN 80	925	1135	1280	DN 80	344
GM 10 S-G5 / DN 100	925	1135	1280	DN 100	344
GM 15 L-G5	1250	1350	1500	DN 100	523
GM 25 S-G5	1250	1350	1500	DN 125	580
GM 30 L-G5	1500	1800	1900	DN 150	980
GM 35 S-G5	1500	1800	1900	DN 150	1040
GM 50 L-G5 / DN 150	1500	1800	1900	DN 150	1130
GM 50 L-G5 / DN 200	1700	2055	2111	DN 200	1310
GM 60 S-G5	1700	2055	2111	DN 200	1460
GM 80 L-G5	1900	2200	2308	DN 250	3570
GM 90 S-G5	1900	2200	2308	DN 250	3630

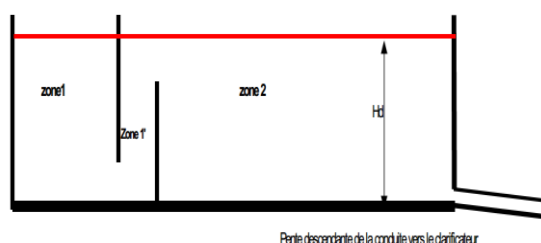
Dimensions (en mm) à titre indicatif. Masse env. kg sans moteur ni transmission.

Ces surpresseurs auront une avec une puissance absorbée de **45 KW** et devront être conditionné dans un local ventilé (Cf Note de calcul n°7).

4. Le Dégazeur

Le dégazeur permet de laisser reposer les boues et laisser s'échapper l'O₂ piégée dedans. Il sera dimensionné en fonction des caractéristiques du clarificateur et notamment par sa hauteur d'eau, ici de **3m** (exigée par le cahier des charges). Ce dégazeur sera également enterré (au même niveau radier que le bassin biologique), nous tiendrons compte d'une hauteur de chute d'environ 2m, d'où de forte turbulence.

Nous avons sélectionné un dégazeur 3 zones dont les spécificités sont les suivantes :



- Zone 1 ou zone agitée : reçoit les eaux directement après le bassin biologique avec une hypothèse d'un temps de séjour de **1min** (valeur préconisée pour une Hd < 6m)
- Zone 1' ou zone de transition
- Zone 2 ou zone calme : zone de repos de l'eau avant redirection vers le clarificateur avec une hypothèse de temps de séjour de **4min** (valeur préconisée pour une Hd < 6m)

Nous avons également pris en compte le débit de recirculation des boues pour dimensionner cet ouvrage (soir 2 fois le débit d'entrée). A partir de ces contraintes nous avons dimensionné notre dégazeur selon les paramètres suivants :

Paramètres relatifs au Dégazeur	
Débit en entrée (m³/h)	400
Hauteur liquide (m)	3.0
Surface zone 1 (m²)	2.2
Surface zone 1' (m²)	0.1
Surface zone 2 (m²)	18
Surface totale (m²)	20
Volume total (m³)	60

Tableau 12 : Caractéristiques du dégazeur (Cf Note de calcul n°8)

Lors de la dernière étape de repos des boues peuvent se déposer au fond de l'ouvrage, une canalisation reliant le fond de l'ouvrage au poste de recirculation des boues sera installée.

5. Le Clarificateur

Le clarificateur est l'ouvrage permettant de séparer la phase des boues de l'effluent dépollué. Il sera dimensionné en fonction des conditions hydrauliques les plus dégradées possibles (débit maximum, C_m de 0,1) et une vitesse ascensionnelle **0,6m/s** (valeur définie par le cahier des charges).

Nous avons également défini 2 temps de séjour différent : un temps de séjour hydraulique de **1h30** et un temps de séjour des boues de **2h** (valeurs préconisées pour une $C_m < 0,1$). La recirculation de ces boues nécessite un léger épaissement de celles-ci avec le calcul d'un Indice de Mohlmann.

A partir de ces conditions nous avons dimensionné notre clarificateur selon les paramètres suivants :

Paramètres relatifs au Clarificateur	
Hauteur liquide (m)	3.0
Surface du clarificateur (m ²)	335
Diamètre corrigée (m)	21
Volume corrigé total (m ³)	1005

Tableau 13 : Caractéristiques du clarificateur (Cf Note de calcul n°9)

Etant donné que le diamètre de notre clarificateur ne dépasse pas les 24m de diamètres, l'installation d'un pont lifté-raclé est suffisant pour collecter les boues et matière légère remontant à la surface du bassin. Ces boues flottantes ainsi que les boues décantées seront ensuite acheminée vers le poste de recirculation des boues avant d'être recirculées dans le bassin biologique ou envoyé dans la filière boue.

L'effluent traité sortant du clarificateur sera directement acheminée vers le Thywé.

6. Poste de recirculation des boues

Le poste de recirculation des boues permet de diriger les boues provenant du clarificateur en d'une part vers le bassin biologique (recirculation) et d'autre part vers la filière de traitement des boues. Ayant supposé une recirculation des boues de 100% et après analyse du débit de boue entrant dans la centrifugeuse (Cf Note de calcul n°10), ce poste doit prendre en charge environ 220m³/h. La recirculation sera prise en charge par 3 pompes (dont 1 de secours) de type colonne verticale 7045 (adapté à un débit maximum de 200m³/h).

Figure 7 : Plage de performance de la pompe 7045
(extrait de la fiche de présentation associé,
d'après le site www.flygt.com)

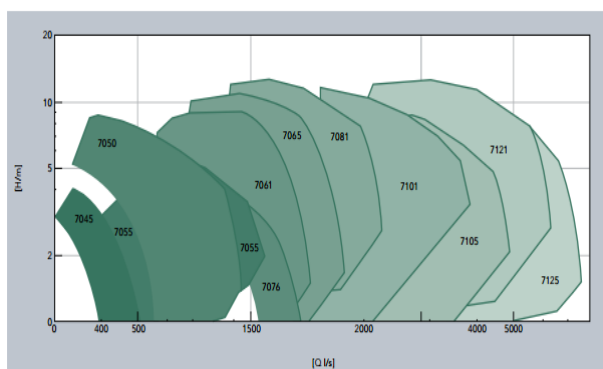
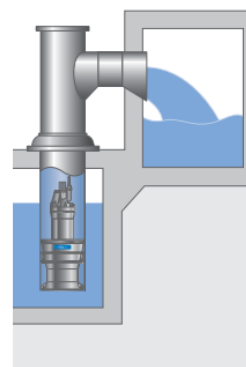


Figure 8 : Schématisation de la pompe 7045
(extrait de la fiche de présentation associé
d'après le site www.xylem-inc.com)



Cependant pour un débit de $200\text{m}^3/\text{h}$ il nous faut respecter une hauteur altimétrique de seulement 3 à 4m, sachant que la différence de hauteur d'eau entre le clarificateur et le bassin biologique n'est que de 2m, cette limite est largement atteinte (même ne prenant en compte les pertes de charge estimées à 0,2-0,3m).

Les canalisations de **DN700** (caractéristique de la pompe 7045) sortant du poste seront accolées au bassin biologique et passeront par la passerelle d'accès pour être dirigées vers les différentes zones. Afin de respecter les différents débits de boues à injecter dans ces différentes zones, nous imposerons 1 sortie au niveau de la zone de contact et 7 autres réparties le long de la zone d'aération pour une bonne homogénéisation.

Les boues non recirculées seront envoyées vers la filière de traitement des boues par une petite pompe à faible débit (**$25\text{m}^3/\text{h}$** maximum). Tout comme le poste de refoulement, l'installation d'une échelle avec rail de sécurité et potences reliées aux pompes devra être mises en place.

7. Filière des boues

D'après le cahier des charges, il nous est conseillé de mettre en place est une centrifugeuse comme ouvrage de déshydratation, solution que nous préconisons également au vu de ses nombreux avantages : traitement des boues rapides, dispositif compact, problèmes d'odeurs inexistants du fait de l'enceinte fermée dans laquelle elle se trouve. Le seul inconvénient majeur de ce type d'ouvrage étant son importante consommation d'énergie.

a. Centrifugation des boues

Pour une meilleure floculation des boues et une déshydratation plus efficace, celles-ci seront conditionnées avec du polymère avant leur entrée en centrifugeuse. Le polymère sera stocké dans une cuve de **2m^3** (Cf Note de calcul n°10), elle sera suffisamment grande pour n'être réapprovisionnée qu'une fois tous les 2 mois.

La centrifugeuse sera abritée dans un local ventilé. Elle fonctionnera **7h/j** et **5j/sem** pour la production de boues en pointe. La quantité de matière sèche à extraire par jour étant de 742kg et compte tenu du mode de fonctionnement de la centrifugeuse, celle-ci devra pomper **148kg de MS/h** et une quantité d'effluents de **$14\text{m}^3/\text{h}$** . Le diamètre du bol de la centrifugeuse devra donc être de **400mm** (Cf Note de calcul n°10).

La siccité des boues en sortie de centrifugeuse sera de 20% avant d'être chaulés pour atteindre une siccité minimale de 26%. La chaux sera stockée dans une cuve de **4m^3** suffisamment grande pour n'être réapprovisionnée également qu'une fois tous les 2 mois.

b. Stockage des boues

Les boues seront stockées dans une aire couverte constituée de trois compartiments :

- 1 compartiment de **1200m^3** pour une autonomie de **6 mois** de production destinée au stockage des boues conformes à la valorisation agricole (Cf Note de calcul n°10).
- 2 compartiments secondaires de **400m^3** chacun permettant le stockage provisoire de **2 mois** de production (Cf Note de calcul n°10).

Les boues stockées dans ces compartiments seront évacuées vers le compartiment principal en cas de conformité à la valorisation en épandage agricole ou hors du site vers une autre filière d'élimination. Une route bétonnée sera créée pour transférer les boues du compartiment secondaire vers le compartiment principal. Le transfert se fera avec un camion à bennes.

8. Poste toutes eaux

Le poste toutes eaux est l'ouvrage récupérant toutes les eaux polluées au sein de la station. Il comprend les différentes eaux suivantes :

- Eaux issues de la centrifugation, soit environ **20m³/h**
- Eaux issues du classificateur à sable, soit environ **30m³/h**
- Eaux de lavages des bâtiments, soit environ **10m³/h**
- Eaux de pluie tombant sur la station, soit environ **6m³/h**

Sachant que la probabilité que ces 4 événements surviennent au même moment est quasi nulle, nous nous sommes basé sur un débit de **50m³/h**. Nous ferons en sorte que ces 4 types d'eau soient acheminées gravitairement jusqu'à notre poste avant d'être redirigées vers le bassin biologique. L'acheminement au niveau du bassin biologique se fera au même niveau que l'arrivée du prétraitement grâce à l'installation de 2 pompes (dont 1 pompe de secours) de 50m³/h chacune.

Nous avons décidé d'installer notre poste toutes eaux à proximité de notre bassin biologique et de notre

9. Mesure de débit en sortie

Entant donnée que les fourchettes de débit restent les même en entrée et sortie de station, nous avons admis que le venturi utilisé possèdera les même caractéristiques et dimensions que celui en entée de station (Cf III.2.a. Mesure de débit en entrée de station). Soit un canal de comptage de **6m** de longueur pour une largeur de canal de **0,5m**.

La canalisation de sortie suivra donc la largeur du canal imposé par le venturi, soit un DN500.

IV. Vérification hydraulique et implantation de la station

1. Etablissement du synoptique de la station

Nous avons fait un rapide inventaire de tous les ouvrages présents sur la station et établis le synoptique suivant, via le logiciel AutoCad (Cf Annexe n°1).

Ce synoptique nous donne un aperçu des correspondances entre les ouvrages ainsi que du sens d'écoulement de l'effluent dans la filière eau et également en parallèle dans la filière des boues. A partir de ce modèle nous établirons plus précisément l'hydraulique de la station afin de valider les hypothèses faites dans la partie de dimensionnement et implanter nos ouvrages en conséquence.

2. Etude des pertes de charge et ligne d'eau

Pour assurer un écoulement gravitaire dans la dite filière de traitement d'eaux usées, nous avons considérés dans notre approche de calcul de la ligne d'eau les hypothèses et paramètres de dimensionnement suivants :

- Vitesse d'écoulement d'eau dans les conduites ($V=1\text{m/s}$) pour ne pas abimer les boues
- Côte de plus hautes eaux de l'exutoire par rapport au niveau de la mer ($Z=157\text{m}$)
- Coefficient de perte de charge entrée canalisations ($k=0.5$)
- Coefficient de perte de charge sortie canalisation ($k=1$)
- Coude à 90° ($k=1.5$)
- Pente canalisation (1%)
- Rugosité canal en béton armé ($K_s = 70$)
- Pertes des charges singulières dans différents ouvrages

Désignation	Pdcs
Venturi exutoire	0.2m
Chute d'eau sortie venturi du canal de rejet	0.3m
Chute d'eau dans le clarificateur	0.2m
Chute d'eau dans le dégazeur	0.2m
Dégrilleur	0.3m
Chute d'eau dans le dégrilleur	0.6m
Venturi canal d'eau prétraitement	0.2m
Venturi prétraitement	0.3m

Tableau 14 : Récapitulatif des pertes de charge associées aux ouvrages

- L'implantation du bassin d'aération se situe à une profondeur de 4.50 m par rapport au niveau du sol jugé très bon (substratum sain) Cf rapport géotechnique.
- L'implantation de clarificateur se situe à une profondeur de 2.00 m par rapport au niveau du sol (mais compte tenu de la mauvaise qualité du sol à cette profondeur, nous proposons l'utilisation d'un sol d'apport de très bonne qualité entre substratum et le niveau d'assise de la fondation).
- L'implantation de la poste de relevage se situe à une profondeur de 4 m du sol.

Nous avons pris en compte le bilan de débits de recirculations entre différents ouvrages de la filière pour dimensionner les canalisations. Le tableau suivant résume les estimations des différents débits :

Désignation	Débit (m3/h)
Eaux de pluie	10
Eau sortie centrifugeuse	10
Eau de lavage	6
Eau prétraitement	40
Total calculé eau sortie poste toutes eaux	66
Total retenu eau sortie poste toutes eaux	70
Eaux usées poste de relevage	200
Eaux sortie clarificateur vers bassin d'aération	200
Eaux sortie bassin d'aération vers clarificateur	470
Eau sortie clarificateur vers l'exutoire	270

Tableau 15 : Récapitulatif des débits transitant dans les ouvrages

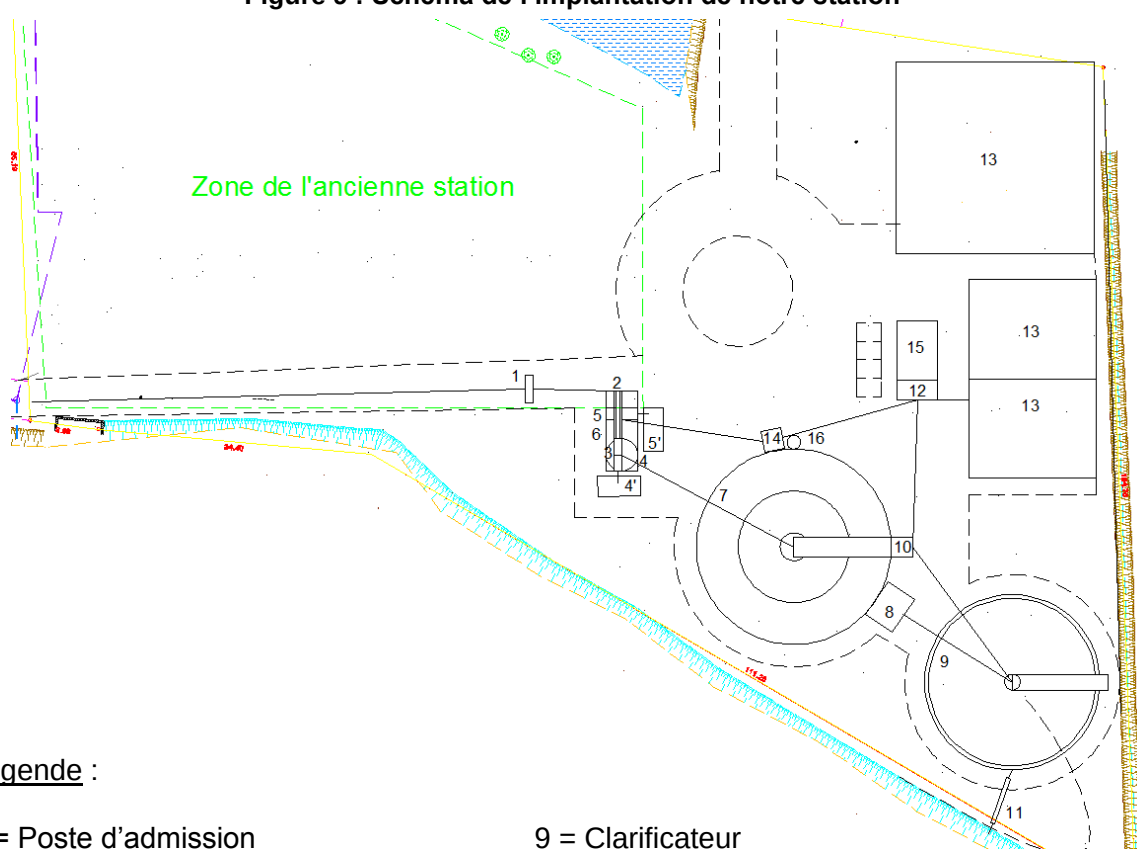
En comptabilisant la perte de charge totale et la différence topographique, nous avons observé une HMT d'environ 10m depuis le poste d'admission (Cf III.1. Poste d'admission).

Après avoir étudié nos pertes de charge et tracé notre ligne d'eau (Cf Annexe 2), pour assurer un écoulement gravitaire entre le prétraitement et l'exutoire, nous préconisons une charge hydraulique de 160m à la surface du plan d'eau du canal venturi prétraitement.

3. Implantation de la station sur le site

Nous avons effectué notre implantation en tenant compte de la topographie de notre terrain, ainsi la pente actuelle se fera du Nord au sud et de l'Ouest à l'Est. Nous avons donc essayé de faire un parallèle entre le sens d'écoulement de l'eau dans nos ouvrages et le sens de cette pente.

Figure 9 : Schéma de l'implantation de notre station



Légende :

- | | |
|-----------------------------|---|
| 1 = Poste d'admission | 9 = Clarificateur |
| 2 = Venturi d'entrée | 10 = Poste de recirculation des boues |
| 3 = Dégrilleur | 11 = Venturi de sortie |
| 4 = Déssableur/Dégraisseur | 12 = Centrifugeuse |
| 4' = Benne de dégrillage | 13 = Aires de stockage des boues |
| 5 = Classificateur à sable | 14 = Poste toutes eaux |
| 5' = Benne à sable | 15 = Bâtiment technique (avec cuve réactif) |
| 6 = Cuve d'hydrolyse à boue | 16 = Cuve à chlorure ferrique |
| 7 = Bassin d'aération | - - - = Délimitation de zone bétonnée |
| 8 = Dégazeur | |

Dans notre implantation nous avons tenu compte des voies d'accès pour les exploitants (avec présence de parking) et camion venant récupérer les déchets. La zone bétonnée a été conçue de façon circulaire afin de donner un sens de circulation unique sur notre station et préserver le côté urbanistique avec un espace vert au centre de ce pseudo « rond point ».

V. CONCLUSION

D'après les études réalisées dans le cadre du présent projet, nous avons constatés qu'il était possible d'implanter une nouvelle station de traitement répondant aux exigences du cahier des clauses Techniques Générales fascicules n°81 – Titre II, sur ce site d'environ 0.55 hectare.

Nous avons définies par ailleurs une ligne d'eau assurant un écoulement gravitaire du poste de prétraitement jusqu'à l'exutoire, en raison de la topographie du site du projet, à travers une filière de traitement classique des eaux usées.

En revanche nous avons proposés une variante de l'étude des voiries de desserte des différents ouvrages, y compris aires de manœuvre nécessaire pour permettre l'accès des engins de levage jusqu'à proximité des appareils électromécanique.

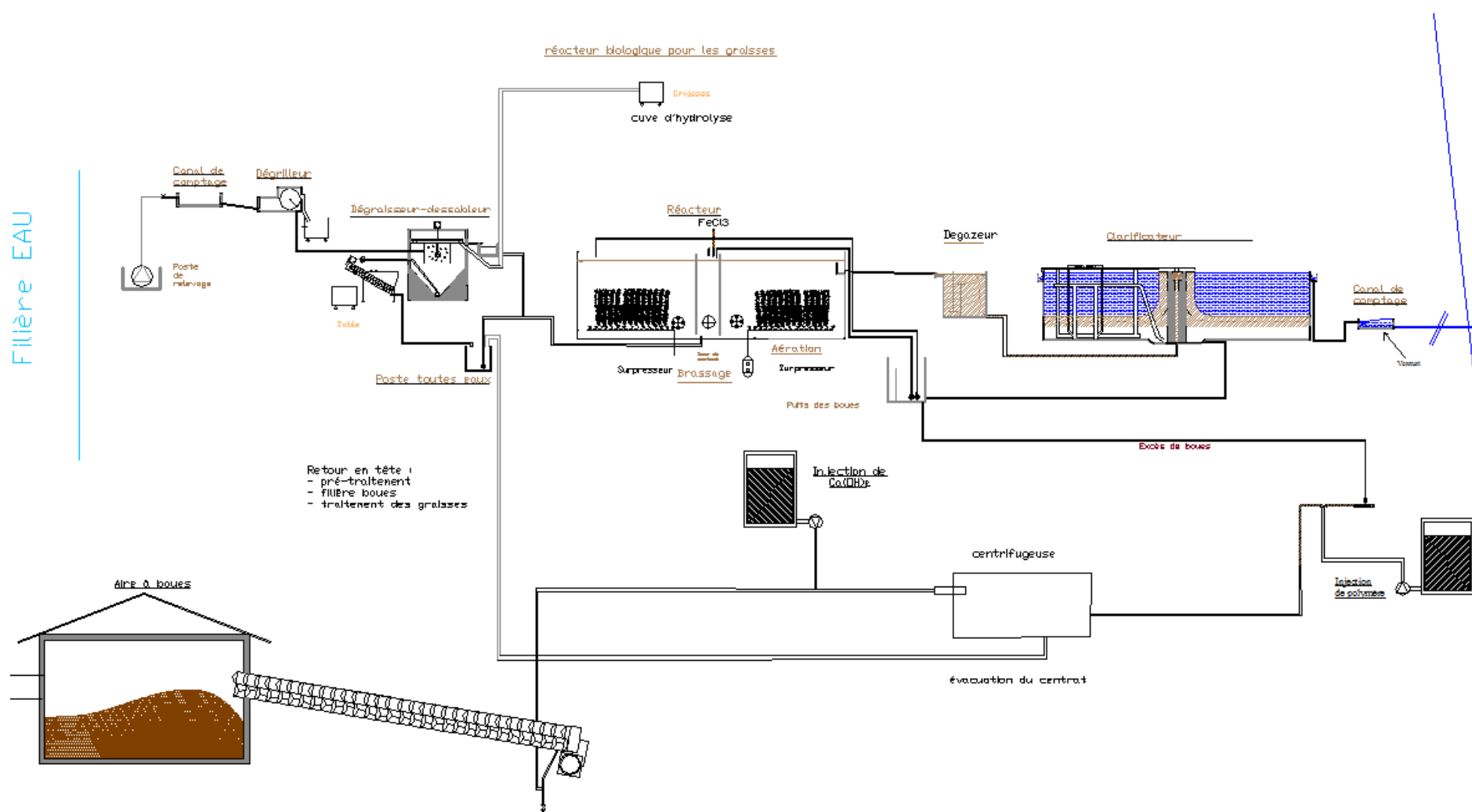
Il sera néanmoins intéressant d'envisager une étude approfondie pour prévenir toute arrivée d'eau.

SOMMAIRE DES ANNEXES

ANNEXE n°1 : Synoptique de notre station via le logiciel AutoCad

ANNEXE n°2 : Représentation de la ligne d'eau sur notre filière

ANNEXE n°1 : Synoptique de notre station via le logiciel AutoCad



ANNEXE n°2 : Représentation de la ligne d'eau sur notre filière

