

Projet Epuration
Mastère Spécialisé Eau Potable et Assainissement

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

Notes de calcul associées au rapport

Réalisé par :

Olivier WENDLING
Sophie AIELLO
Patrick BONDA BALEMONI

Dirigé par :

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

2012/2013

SOMMAIRE DES NOTES DE CALCUL

Note de calcul n°1 : Détermination des masses de boue	1
Note de calcul n°2 : Dimensionnement du Poste de refoulement.....	3
Note de calcul n°3 : Dimensionnement du Dégrilleur courbe automatique.....	4
Note de calcul n°4 : Dimensionnement du Dégraisseur-déssableur.....	5
Note de calcul n°5 : Dimensionnement du Réacteur biologique.....	6
Note de calcul n°6 : Cinétiques de nitrification/dénitrification	7
Note de calcul n°7 : Dimensionnement du système d'aération du bassin biologique	8
Note de calcul n°8 : Dimensionnement du Dégazeur.....	11
Note de calcul n°9 : Dimensionnement du Clarificateur	12
Note de calcul n°10 : Dimensionnement de la filière de traitement des boues .	13
Note de calcul n°11 : Calculs des pertes de charge.....	16

Note de calcul n°1 : Détermination des masses de boue

Récapitulatif des paramètres de dimensionnement utilisés :

Paramètres de dimensionnement				Justifications de nos valeurs
	TS	TP	MOY	
Débit (m3/j)	2400	4800	3090	
Cm	0.1			Valeur maximale
Température (°C)	10			Condition dégradée
Age de boues (jour) > 10 jours	11.06			$A = 6,5 \times 0,914^{T-20}$

Calculs pour définir la masse de boues biologique à traiter :

Masse de boue cellulaire				
	TS	TP	MOY	
Masse DBO5 entrée (kg/j)	480	720	549	
Rendement DBO5 = f(Cm)	95%			Préconisé pour Cm=0,1
Hétérotrophe (kg MS/j)	287.28	430.92	328.58	$(0.83+0.2\log 0.1)+(M_{DBO5} \times R_{DBO5})$
Masse NTK (kg/j)	96	115	101	
Rendement nitrification	70%			Préconisé pour Cm=0,1
Autotrophe (kg MS/j)	11.42	13.69	12.02	$0.17 \times M_{NTK} \times R_{NTK}$
Masse de déchet				
Masse MES entrée (kg/j)	560	1120	720	
MES minéral/MES entrée	30%			Valeur moyenne constatée
MES minéral (kg MS/j)	168	336	216	
MVS refractaire/MES entrée	21%			Valeur moyenne constatée
MVS refractaire (kg MS/j)	117.6	235.2	151.2	
Masse de boue biologique totale				
MBBPe (kg MS/j)	584.3	1015.8	707.8	Somme de toutes les masses
MVS boues (kg MS/j)	416.3	679.8	491.8	MBBPe - MVSrefractaires

Calculs pour définir la masse de boues physico chimiques à traiter et comparaison avec ou sans zone anaérobie :

Masse boues physico-chimiques sans zone anaérobie			
	TS	TP	MOY
Bilan entré			
Masse P entrée (kg/j)	20	27	22
P soluble/P entrée	85%		
P soluble entrée (kg/j)	17	23	18.7
P particulaire entrée (kg/j)	3	4.05	3.3
Bilan sortie			
P sortie (kg/j) normatif	4.8	9.6	6.2
P particulaire/MES sortie	4%		

Masse boues physico-chimiques avec zone anaérobie			
	TS	TP	MOY
Bilan entré			
Masse P entrée (kg/j)	20	27	22
Bilan sortie			
P sortie (kg/j) normatif	4.8	9.6	6.18
P particulaire/MES sortie	4%		
MES sortie (kg/j) normatif	72	144	92.7
P particulaire sortie (kg/j)	2.88	5.76	3.708
P soluble sortie (kg/j)	1.92	3.84	2.472

MES sortie (kg/j) normatif	72	144	92.7
P particulaire sortie (kg/j)	2.88	5.76	3.7
P soluble sortie (kg/j)	1.92	3.84	2.5
Assimilation par bactéries			
P assimilé/DBO5 éliminée	1.0%		
P assimilé (kg/j)	4.6	6.8	5.2
P à précipiter (kg/j)	10.5	12.3	11.0
Traitement par le Fer			
Rdt déphosphatation	85%	76%	82%
Rapport molaire Fe/P	2.13	1.60	1.93
P à précipiter (mol/j)	339.4	395.8	355.2
Fe à injecté (mol/j)	722.0	632.9	684.9
Fe à injecté (kg/j)	40.3	35.3	38.2
FeCl3 à injecté (kg/j)	117.2	102.7	111.2
FePO4 formé (mol/j)	339.4	395.8	355.2
FePO4 formé (kg/j)	51.2	59.7	53.6
Fe(OH)3 formé (mol/j)	382.6	237.0	329.6
Fe(OH)3 formé (kg/j)	40.9	25.3	35.2
Masse de boue physico-chimique totale			
MBPC (kg/j)	92.0	85.0	88.8

Assimilation par les bactéries			
Masse DCO entrée (kg/j)	1040	1560	1190
DCO soluble/DCO entrée	39%		
DCO réfr/DCO entrée	6%		
DCO assimilable (mg/l)	143.0	107.3	127.1
TSH zone anaerobie (h)	3	1.5	
P assimilé (kg/j)	10.4	10.2	11.0
P à précipiter (kg/j)	7.7	13.0	8.5
Traitement par le Fer			
Rdt déphosphatation	80%	77%	77%
Rapport molaire Fe/P	1.82	1.66	1.67
P à précipiter (mol/j)	247.5	419.4	274.2
Fe à injecté (mol/j)	450.7	694.6	458.2
Fe à injecté (kg/j)	25.1	38.8	25.6
FeCl3 à injecté (kg/j)	73.1	112.7	74.4
FePO4 formé (mol/j)	247.5	419.4	274.2
FePO4 formé (kg/j)	37.3	63.2	41.3
Fe(OH)3 formé (mol/j)	203.2	275.2	184.1
Fe(OH)3 formé (kg/j)	21.7	29.4	19.7
Masse de boue physico-chimique totale			
MBPC (kg/j)	59.0	92.6	61.0

Calcul de la cuve de chlorure ferrique à prévoir pour traiter nos boues (sans zone anaérobie) :

cuve FeCl3	
Quantité FeCl3 consommée / jour (kg)	120
Durée de réapprovisionnement (mois)	2
Quantité FeCl3 totale dans la cuve (kg)	7200
Masse volumique de FeCl3 commercial (kg/m3)	582.2
Volume cuve (m3)	12

Calculs de la masse de boue totale à traiter par la station avec le choix de n'avoir pas installé de zone anaérobie sur le site :

Masse boues produites totale			
	TS	TP	MOY
MBT (kg MS/j)	676.3	1100.8	796.6
% MVS dans boue	62%	62%	62%
MBT par cycle (kg MS)	7480.3	12174.8	8810.0

Comparaison avec masse MVS calculé dans MBBPe
Masse de boue total pour l'âge de boue souhaitée

Note de calcul n°2 : Dimensionnement du Poste de refoulement

Paramètres de dimensionnement		Justifications de nos valeurs
Nombre de pompes prévues	3	
Nombre de pompe en fonctionnement simultanée	2	
Qmax (m3/h)	200	
HMT (m)	10	
		Valeur définie à partir du calcul de la piézométrie
Puissance de la pompe		
Puissance pompe (KW)	10.7	$P = HMT \times 9.81 \times Q_{max} / R_{pompe}$
Fréquence	8	Préconisé pour $P < 8KW$
Rendement pompe	0.5	Préconisé pour tout type de pompe
Caractéristiques de pompe 3153		
Longueur (m)	1.24	Défini à partir des fiches techniques de ce type de pompe (site www.flygt.com)
Largeur (m)	0.5	
Hauteur (m)	1.65	
Dimensionnement de la bache		
Volume utile (m3)	3.1	$V_u = Q_{max} / (4 \times F \times n_b \text{ pompe active})$
Espacement entre les pompes (m)	0.5	
Largeur min de bache (m)	3.5	$l = \text{largeur } 3 \text{ pompe} + \text{espacements}$
Longueur de bache retenue (m)	1	$L = V_u / (l \times H_u)$
Surface utile (m2)	3.5	$S_u = l \times L$
Hauteur utile (m)	1	$H_u = V_u / S_u$
Hauteur minimale à respecter (m)	0.4	
Marge à respecter jusque canalisation (m)	0.2	
Diamètre de la canalisation d'entrée (m)	0.3	Hypothèses de hauteur émises pour atteindre une couche géologique stable
Hauteur entre canalisation et sol (m)	2.0	
Hauteur bache (m)	3.4	
Hauteur de bache retenue (m)	4.0	Addition de toutes les hauteurs
Volume de bache retenu (m3)	14.0	$V_b = H_b \times l \times L$
Dimensionnement des canalisations		
Vitesse arrivée (m/s)	1.8	Défini par le cahier des charges
Section de bache (m2)	0.03	$S = Q_{max} / V_{arrivée}$
Diamètre pour 3 canalisations (m)	0.11	$D = \sqrt{4 \times S / 3 \times \pi}$
Diamètre retenu (m)	0.2	Majoration pour laisser passer les gros flottants

Note de calcul n°3 : Dimensionnement du Dégrilleur courbe automatique

Paramètres de dimensionnement	
Vitesse max. adm. (m/s) pour Qmax	1.2
Débit horaire max (m3/h)	200
Débit max (m3/s)	0.06
Inclinaison de la grille (en degré)	26
Inclinaison de la grille (en radian)	0.45

Préconisé en unitaire

Longueur et largeur de la grille	
Espace libre entre les barreaux (mm)	15
Epaisseur des barreaux (mm)	10
Entrefer	0.6
Coef de colmatage (grille manuelle)	0.5
Surface degrilleur automatique (m2)	0.15
Longueur mouillée (m)	0.19
Largeur grille (m)	0.8
Largeur grille retenue (m)	1

Préconisé pour une efficacité de dégrillage moyenne

Préconisé pour un dégrilleur automatique

$$S = Q / (C \times V \times O)$$

$$L_m = t / \sin \alpha$$

$$l = S / L_m$$

Dimensionnement du Canal rectangulaire	
Coef. de Manning Strickler	70
Pente du canal (i) = 1%	0.01
Largeur canal (m)	1
Rayon hydraulique (m)	0.07
Tirant d'eau aval (m)	0.08

Préconisé pour du béton

Choix pour limiter la vitesse

$$R_h = S_m / P_m$$

Note de calcul n°4 : Dimensionnement du Dégraisseur-déssableur

Hypothèse sur la répartition des débits sur une journée :

Plage horaire de débit	
Qmts	10h/j
Qpts	6h/j
Qnortune	8h/j

Calculs de dimensionnement à partir d'hypothèses vérifiées sur la charge hydraulique et le temps de séjour optimal :

Paramètres de dimensionnement			
	Qmts	Qpts	Qmax
Débit nominal (m ³ /h)	100	158	200
Charge hydraulique (m ³ /m ² /h)	10	15	30
Temps de séjour graisse combiné sable (min)	15	10	5

Surface et Volume			
Surface (m²)	10.0	10.5	6.7
Volume (m³)	25	26.3	16.7
Hauteur avec Smini et Vmaxi (m)	3.95		

Vérification des conditions de charge hydraulique pour un débit nocturne :

Vérification pour Qnocturne	
Débit moyen nocturne	56.5
Charge hydraulique pour Smini (m ³ /m ² /h)	8.5

> 4 m³/m²/h = ok

Note de calcul n°5 : Dimensionnement du Réacteur biologique

Récapitulatif des paramètres de dimensionnement utilisés :

Paramètres de dimensionnement		
	TS	TP
Débit nominal (m ³ /h)	100	200
Age de boues (jour) > 10 jours	11.1	
TSB (min)	120.0	
Sr (g/l)	8.0	10.0
Sa (g/l)	4.0	5.0
Hauteur liquide mini insuffl fine bulle (m)	5.0	

Calcul de dimensionnement de la zone de contact d'après les paramètres précédents :

Zone de biosorption		
	TS	TP
Tc ZB (min)	13	
DCO soluble assimilable (mg/l)	143.0	107.3
Charge de boue (mg DCO/g boue)	80	
Débit zone biosorption (m ³ /h)	22.3	26.8
Volume zone biosorption (m³)	26.5	49.1

Préconisé pour un bon contact effluent/biomasse

Calculé dans Note calcul n°1

Valeur moyenne constatée

Calcul de dimensionnement de la zone d'aération initiale et correction du volume pour le respect d'un $C_m < 0.1$:

Dimensionnement initial du Bassin biologique		
	TS	TP
Masse boue système (kg MS)	7480.3	12174.8
Masse boue clarificateur (kg MS)	4000.0	4000.0
Masse boue dans réacteur (kg MS)	3480.3	8174.8
Volume zone aération (m³)	843.6	1585.8
Entrée DBO5 (kg/j)	480	720
Pourcentage MVS	65%	61%
C_m (m³/m²/h)	0.22	0.15

Correction du Vaéro	
TS	TP
7480.3	12174.8
4000.0	4000.0
3480.3	8174.8
2300.0	2300.0
480	720
65%	61%
0.08	0.10

Calcul total du volume du bassin biologique :

Volume total du réacteur		
	TS	TP
Volume total du réacteur (m³)	2326.5	2349.1
Surface du réacteur (m²)	465.3	469.8
Diamètre (m)	24.3	24.5

Note de calcul n°6 : Cinétiques de nitrification/dénitrification

Vérification des cinétiques lors de la Nitrification/Dénitrification dans le bassin d'aération		
	TS	TP
Paramètres de dimensionnement		
Sa (g/l)	4.0	5.0
Débit nominal (m3/j)	2400	4800
Température (°C)	10	
Age de boues (jour) > 15 jours	11.1	
Cinétique Nitrification (sans zone anaéro)		
NTK entrée (kg/j)	96	115
N assimilé/MVS boue	6.8%	
% MVS dans boue	62%	62%
MBT (kg/j)	676.3	1100.8
N assimilé (kg/j)	28.3	46.2
N refractaire soluble/N entrée	3%	
N refractaire soluble (kg/j)	2.88	3.45
N refractaire particulaire/N entrée	3%	
N refractaire particulaire (kg/j)	2.88	3.45
N refractaire tot (kg/j)	5.8	6.9
N-NH4 rejet (kg/j)	2.4	4.8
Masse de N-NH4 à nitrifier (kg/j)	59.5	57.1
K nitrif (mg N-NO3/l boue/h)	5.0	
Volume réacteur aéro (m3)	1585.8	1585.8
Temps de nitrification (h/j)	7.5	7.2
Cinétique Dénitrification (sans zone anaéro)		
N sortie (kg/j) normatif	36	72
MES sortie (kg/j) normatif	72	144
N MES (kg/j)	3.0	6.0
N-NO3 rejet (kg/j)	24.8	54.3
Masse N-NO3 à dénitrifier (kg/j)	34.7	2.8
K dénitrif (mg N-NO3/g MVS/h)	1.6	
Volume réacteur aéro (m3)	1585.8	1585.8
Temps de dénitrification (h/j)	5.8	0.4
Cinétique Nitrification/Dénitrification (sans zone anaéro)		
Temps de nitrif/dénitrif (h/j)	13.1	7.6

Vérification du dimensionnement TS avec charge en TP	
4.0	
2400	
10	
11.1	
115	
6.8%	
62%	
1100.8	
46.2	
3%	
3.45	
3%	
3.45	
6.9	
2.4	
59.6	
5.0	
1585.8	
7.5	
36	
72	
3.0	
23.7	
35.9	
1.6	
1585.8	
5.8	
13.3	

Note de calcul n°7 : Dimensionnement du système d'aération du bassin biologique

Dans ce qui suit nous utiliserons les notations suivantes :

- Le = DBO5 à dégrader (le rendement est négligé) ;
- a' = quantité oxygène nécessaire pour oxyder 1 kg de DBO5.
- b' = quantité oxygène nécessaire eu métabolisme endogène de 1 kg de MVS par jour.
- SV = masse de MVS dans le réacteur biologique (hors. zone d'anoxie + zone aération + clarif.)
- C' = taux de conversion de l'Azote ammoniacal (N-NH4) en azote nitrique (N-NO3)
- C'' = taux de conversion de l'azote nitrique en azote gazeux en considérant que la fraction de l'oxygène récupéré par dénitrification est total.

NB : le besoin en oxygène se compose de la quantité d'oxygène à fournir pour éliminer la pollution carbonée plus quantité d'oxygène à fournir pour éliminer la pollution azotée.

Hypothèses de calcul et paramètres de dimensionnement :

On prendra **C' = 4.53 kg O2/kg N-NH4 nitrifié** et **C'' = 2.86 kg O2/kg N-NO3 dénitrifié**.
Un rendement d'abattement de **98 %** est retenu dans le calcul de bilan journalier d'oxygène pour la dégradation de la pollution carbonée et azotée.

Les paramètres techniques retenus pour le dimensionnement du système d'aération sont les suivants :

Débit d'air de surpresseur aux conditions normales	
Hauteur liquide maxi (m)	6
Hauteur entre diffuseur et radier du bassin (m)	0.15
Masse volumique d'O2 (g/m3)	0.3
CGT (coefficient de transfert global)	0.55
Rendement (%)	5.5
Débit unitaire d'air par diffuseur tubulaire (Nm3/h)	7
Débit d'air de surpresseur aux conditions de fonctionnement	
Température d'air aspiré en période estivale (°K)	40
Pression atmosphérique (mce)	10.33
Pression normale : PN (kg/Nm3)	1.123
(PN*Qd'air)/T °K	cte
Puissance absorbée aux bornes de surpresseur	
Puissance absorbée aux bornes d'un surpresseur de type roots (Watt/Nm ³ h/Ce)	4.5
Température de l'air aspiré (°C)	30
Perte de charge aval (m)	6.6
Débit de ventilation du local de surpresseur	
Température de l'air aspiré (°C)	30
Température maxi acceptée dans le local (°C)	40
Longueur de la nourrisse d'air principal (m)	8
Pertes thermiques du surpresseur (%)	20
Ventilation à prévoir dans le local des surpresseurs	
Chaleur spécifique de l'air kcal/kg °C	0.24
Nourrice d'air non calorifugée (Watt)	6
Pression atmosphérique (mce)	10.33

A partir de ces paramètres nous avons calculés les différents besoin en oxygène :

Bilan Journalier d'oxygène /pollution carbonée							
Besoin pour la dégradation de la pollution carbonée /temps sec							
R	DBO5 (kg/j)	Le (kg/j)	SV kg de MVS/j	Cm	a'	b'	Q _{O2/J} en kh O2/J
0.981	480.000	9.316451206	416	0.08	0.704520256	0.06547709	34
Besoin pour la dégradation de la pollution carbonée /temps de pluie							
R	DBO5 (kg/j)	Le (kg/j)	SV kg de MVS/j	Cm	a'	b'	Q _{O2/J} en kh O2/J
0.981	720	13.97467681	680	0.08	0.704520256	0.06547709	54
Besoin pour la dégradation de la pollution carbonée /jour moyen							
R	DBO5 (kg/j)	Le (kg/j)	SV kg de MVS/j	Cm	a'	b'	Q _{O2/J} en kh O2/J
0.981	549	10.65569107	500	0.08	0.704520256	0.06547709	40

Formule utilisée pour le calcul de besoin en oxygène de dégradation de la pollution carbonée : $Q_{O2/j} = a' \times Le + b' \times SV$

$$a' = 0.7272 - 0.2889 \times Cm + 0.06754 \times Cm^2 \quad \text{et} \quad b' = 0.023 - 0.32547 \times Cm + 0.2292 \times Cm^{1.5} \times 0.2239 \times Cm^{0.5}$$

Besoin pour la dégradation de la pollution azotée /temps sec				
N à nitrifier	N à dénitrifier	C' kgO2/Kg N-NH4 nitrifié	D' kgO2/Kg N-NO3 dénitrifié	QkgO2/J
59.5	31.8	4.57	2.86	215
Besoin pour la dégradation de la pollution azotée /temps de pluie				
N à nitrifier	N à dénitrifier	C' kgO2/Kg N-NH4 nitrifié	D' kgO2/Kg N-NO3 dénitrifié	QkgO2/J
57.1	0	4.57	2.86	315
Besoin pour la dégradation de la pollution azotée /jour moyen				
N à nitrifier	N à dénitrifier	C' kgO2/Kg N-NH4 nitrifié	D' kgO2/Kg N-NO3 dénitrifié	QkgO2/J
58.4	22	4.57	2.86	244

Formule utilisée pour le calcul de besoin en oxygène de dégradation de la pollution azotée : $Q_{O2/j} = a' \times Le + b' \times SV + 4.53 \text{ N Nnitrif} - 2.86 \text{ N dénitrif}$

Besoins en pointe horaire en oxygène /Temps sec ou Qj kg O2/h

Le (kg DBO5 dégradée)	a'	b'	SV kg de MVS	Qj (m3/j)	Qp (m3/h)	N-NH4	Qj kg O2/h
9.316451206	0.704520256	0.065477087	416	2400	158	60	19 (valeur retenue 20)

$$QO2\ pointe = a' \times \frac{Le}{QjTS} \times QpTS + b' \times \frac{SV}{24} + \frac{4.57N-NH4}{QjTS} \times QpTS$$

Débit d'air de surpresseur aux conditions normales

Besoin en pointe horaire d'O ₂	Rendement	CGT	Masse volumique O2	He (m)	Débit d'air (Nm3/h)
20	0.055	0.55	0.3	5.85	377 (valeur retenue 400)

$$Qd'air = \frac{QO2/h}{Rdt \times CGT \times O2(g/m^3) \times He}$$

Débit d'air de surpresseur aux conditions de fonctionnement

Débit d'air (Nm3/h)	Température (°C)	Préssion atmosphérique	Débit d'air (m3/h)
400	40	10.33	459

$$Qd'air = Q(en Nm3/h) \times \frac{273^{\circ}K + T^{\circ}}{273^{\circ}K} \times \frac{Pn}{Pn + p}$$

On prendra 493 m3/h

Puissance absorbée aux bornes de surpresseur

Débit d'air (Nm3/h)	Perte de charges aval (m)	Puissance (KW)
570	7.85	20

Débit de ventilation du local de surpresseur

Puissance dégagée par le surpresseur en KW	Puissance dégagée par les conduites en KW	Puissance totale dégagée en KW	Calorie à évacuer en Kcal/h
4.02705	4.642176	9	7457

Note de calcul n°8 : Dimensionnement du Dégazeur

Paramètres de dimensionnement	
	TP
Débit nominal (m3/h)	200
H clarif (m)	3.0

Zone 1 (agitée)	
TSH (min)	1
Qe+Qr (m3/h)	400
Surface zone 1 (m2)	2.22
Volume zone 1 (m3)	6.67

Préconisé pour Hliq de clarif < 6m

Zone 1' (transition)	
Surface zone 1' (m2)	0.11
Volume zone 1' (m3)	0.33

Zone 2 (calme)	
TSH (min)	4
Vitesse max. ascensionnelle (m/h)	90
Surface zone 2 (m2)	18.00
Volume zone 2 (m3)	54.00

Préconisé pour Hliq de clarif < 6m

Préconisé pour Hliq de clarif < 6m

Volume total du dégazeur	
Surface totale du dégazeur (m2)	20.3
Volume total du dégazeur (m3)	61.0

Préconisé pour Hliq de clarif < 6m

Note de calcul n°9 : Dimensionnement du Clarificateur

Paramètres de dimensionnement		
Cm (charge massique)	0.10	
IMréf (ml/g)	151.8	IMref =80+227x(Cm^(0.5))
Mki	1	Préconisé pour bassin bio fine bulle
IM (ml/g)	151.8	IM = IMref x Mki
Taux de recirculation (%)	100	
Température (°C)	10	
Age de boues (jour) > 15 jours	11.06	
Temps de séjour (heures)	1.5	
Vitesse max. ascensionnelle (m/h)	0.6	Imposé par le cahier des charges
Surface et volume utile		
Débit maximum (m3/h)	200	
Surface clarificateur (m²)	333	
Diamètre clarificateur (m)	20.6	
Volume utile (m³)	300	
Hauteur liquide (m)	0.90	
Volume lit de boue		
TSB (min) pour Cm = 0.06-0,07	120	
Sr (g/l)	10.00	
Sa (g/l) pour recircu 100%	5.00	
MBT clarif (kg MS)	4000	
Concentration du lit de boue (g/l MS)	8.33	
Volume du lit de boue (m3)	480	
Hauteur lit de boue (m)	1.44	
Volume total du clarificateur		
Volume total du clarificateur (m3)	780	
Hauteur total du clarificateur (m)	2.3	

Note de calcul n°10 : Dimensionnement de la filière de traitement des boues

Paramètres de dimensionnement	
Coeff de foisonnement	0.8
Densité	1.1
Taux de conditionnement	% des MS
Masse de chaux/Masse de boue à centri	0.3
Masse de polymere/Masse de boue à centri	0.05
Durée de stockage (mois)	6
Durée de stockage compartiments secondaires (mois)	2

La densité correspond à la densité du cake, 1.1 dans notre cas.

$\frac{\text{Masse de chaux}}{\text{Masse de boue}} = 0.3$ signifie que pour 1 kilo de boue, 0.3 kilo de chaux doit être injecté dans la boue.
L'injection se fait en ligne.

$\frac{\text{Masse de polymère}}{\text{Masse de boue}} = 0.05$ signifie que pour 1 kilo de boue, 0.05 kilo de polymère doit être injecté dans la boue. L'injection se fait en ligne.

La durée de stockage des boues dans le compartiment principal est 6 mois et de 2 mois dans les compartiments secondaires.

Calcul du volume de stockage	
Quantité de boues à extraire (kg/j)	1101
Quantité de boues à extraire (kg/sem)	7705.7
Masse de boue conditionnée avant centri (kg/j)	1156
Masse de boue conditionnée après centri (kg/j)	1503
Masse de boue évacuée (kg/j)	5779
Volume de boues à stocker (m3/j)	7
Volume de stockage secondaire (2mois) (m3)	394
Volume de stockage secondaire (2mois) (m3)	394
Volume de stockage principal (6mois) (m3)	1182

Quantité de boues à extraire = Quantité de boues produites – charge en MES sur l'effluent traité

Masse de boues conditionnées avant centri
= quantité de boues à extraire + 0.05 * quantité de boues à extraire

Masse de boues conditionnées après centri
= masse de boues conditionnée avt centri + 0.3
* masse de boues conditionnée avt centri

Masse de boues évacuée par jour = $\frac{\text{masse de boues conditionnées}}{\text{siccité}}$

$$\text{Volume de boues à stocker par jour} = \frac{\text{masse de boue}}{\text{densité} \times \text{coefficient de foisonnement}}$$

$$\text{Volume de stockage secondaire} = \text{volume de boues à stocker par jour} \times 30 \text{ jours} \times 2 \text{ mois}$$

$$\text{Volume de stockage principal} = \text{volume de boues à stocker par jour} \times 30 \text{ jours} \times 6 \text{ mois}$$

Le volume de stockage principal sera de 1200 m3 et les volumes de stockage secondaire seront de 400m3 chacun.

Bilan masse	
Concentration en entrée de centri (g/l)	10
Fonctionnement de la centri (h/sem)	35
Pompage de la centri (kg MS/h)	220
Hydraulique (m3/h)	21
Concentration en sortie de centri (g/l)	200
Calcul du débit en sortie de centri (m3/h)	1.1
Calcul du centrat évacué en tete de station (m3/h)	20

$$\text{Pompage de la centri (kg MS/h)} = \frac{\text{durée de fonctionnement de la centri}}{\text{quantité de boues à extraire}} = 220 \text{ kgMS /h}$$

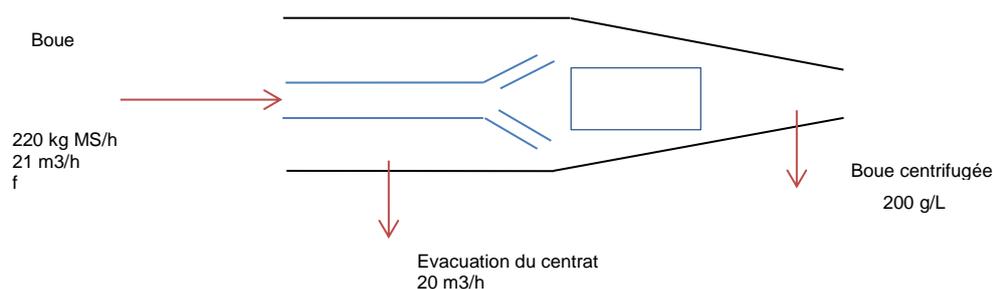
$$\text{Quantité d'effluents arrivant à la centri (m3/h)} = \frac{\text{quantité de MS pompé par la centri}}{\text{concentration en entrée de centri}} = 21 \text{ m3/h}$$

Avec un débit hydraulique de 21m3/h arrivant à la centrifugeuse, ce sont 20m3 qui sont évacués (le centrat) et redirigés en tête de station.

Caractéristiques de la centrifugeuse à installer	
Diamètre du bol (mm)	400
Limite massique (kg MS/h)	400
Limite hydraulique (m3/h)	30

Avec de 220 kg MS / heure pompé, et une quantité d'effluents arrivant à la centrifugeuse de 21m3 / heure, la centrifugeuse sélectionnée devra posséder un bol de 400 mm de diamètre.

Bilan masse de la centrifugeuse



cuve polymère	
quantité polymère consommée / jour (kg)	55
durée de réapprovisionnement (mois)	2
quantité polymère totale dans la cuve (kg)	3302
masse volumique du polymère (kg/m ³)	1170
volume cuve (m³)	3

$$\text{Volume de la cuve} = \frac{\text{quantité de polymère totale}}{\text{masse volumique du polymère}} = 3\text{m}^3$$

cuve chaux	
quantité chaux consommée / jour (kg)	347
durée de réapprovisionnement (mois)	2
quantité polymère totale dans la cuve (kg)	20805
masse volumique de la chaux (kg/m ³)	3400
volume cuve (m³)	6

$$\text{Volume de la cuve} = \frac{\text{quantité de chaux totale}}{\text{masse volumique de la chaux}} = 6\text{m}^3$$

Les volumes des cuves de polymère et de chaux devront respectivement faire 3 et 6 m³.

Note de calcul n°11 : Calculs des pertes de charge

Pertes des charges Linéaires (PDCL)						
Tronçon	Débit (m3/s)	Longueur (m)	Vitesse (m/s)	Diamètre calculé	Diamètre retenu	PDCL(m)
Exutoire- venturi	0.075	5	1	0.309	DN300	0.023
Venturi-clarificateur	0.075	5	1	0.309	DN300	0.023
Clarificateur – réacteur	0.13	9	1	0.407	DN400	0.027
Réacteur - prétraitement	0.05	22.5	1	0.252	DN250	0.118
TOTAL						0.190

Pertes des charges singulières (PDCS)			
Tronçon	Vitesse (m/s)	Nombre de coude	PDCS (m)
Venturi-Clarificateur	1	1	0.07
Clarificateur – Réacteur biologique	1	1	0.08
Réacteur- Prétraitement	1	3	0.23
TOTAL			0.382

Pertes des charges singulières /conduites de refoulement						
Tronçon	Débit (m3/s)	Longueur (m)	Vitesse (m/s)	Diamètre (m)	Diamètre retenu (m)	PDCL(m)
Poste de refoulement - Prétraitement	0.075	20.8	1.8	0.230	0.250	0.242

Pertes des charges singulières entrée- sortie				
Tronçon	Type	K	Vitesse (m/s)	PDCS (m)
DN250-Prétraitement	divergent	1	1	0.051
DN400-Réacteur	divergent	1	1	0.051
DN250 - Prétraitement	divergent	1	1	0.051
Réacteur- DN250	convergent	0.5	1	0.025
Clarificateur - DN300	convergent	0.5	1	0.025
TOTAL				0.20

Formules utilisées :

Perte de charge linéaire : Lechapt et Calmon : $Pdcl = L \times \frac{Q^M}{D^N}$

Perte de charge singulière : $Pdcs = K \times \frac{V^2}{2g}$

Perte de charge sur le canal à ciel ouvert : $j = \frac{Q^2}{K_S \times S^2 \times R^{4/3}}$

Formule de Bernoulli : $HA + \frac{V^2}{2g} + \frac{P}{\gamma} = HB + \frac{V^2}{2g} + \frac{P}{\gamma}$