



A/TO: Yves BAILLY – Denis BOURNAT-QUERAT
DE/FROM: Laurence BARILLOT
DIRECTION: Support Technique Assainissement
DATE: 06 02 12
PAGES: 7
TITRE/TITLE: STEP de la BRIDOIRE-AIGUEBELETTE
Note de calcul de la capacité de traitement

NOTE

NOTE DE CALCUL DE LA CAPACITE DE TRAITEMENT DE LA STATION D'EPURATION DE LA BRIDOIRE-AIGUEBELETTE

Cette note a pour but de justifier la capacité de traitement recalculée lors de l'audit de 2004 et de faire un point sur la situation actuelle par rapport à cette capacité recalculée.

1. Capacité des ouvrages existants

La capacité d'une station à maintenir son niveau de rejet est liée, entre autre, au dimensionnement du couple Bassin Aération-Clarificateur. L'élimination de la pollution jusqu'aux exigences imposées nécessite de travailler dans le bassin d'aération avec une quantité de biomasse bien définie. Plus cette quantité de biomasse doit être importante, plus le clarificateur doit être largement dimensionné pour contenir le lit de boue généré et éviter des fuites de MES au rejet.

L'aptitude des boues à la décantation (appréciée à partir de l'Indice de Mohlman IM) est un facteur qui impacte également sur la hauteur du lit de boue à contenir donc sur le dimensionnement du clarificateur.

1.1 Capacité théorique

En l'absence du dossier du constructeur et de l'arrêté préfectoral, la capacité théorique énoncée ci-dessous est celle figurant dans des documents de référence tels que les courriers ou rapports du SATESE, Police de l'Eau...

Capacité théorique :	13 500 eh
Année de mise en service :	1975
Débit journalier :	2000 m ³ /j
DBO ₅ :	800 kg/j (soit 60 g/eh)
MES :	945 kg/j (soit 70 g/eh)

1.2 Capacité réelle

La station d'épuration ayant pratiquement 30 ans, il est important de recalculer sa capacité réelle avec les bases de dimensionnement actuelles et ses propres caractéristiques.

Caractéristiques principales :

Volume bassin aération = 640 m³

Puissance Nominale Aérateurs = 2 x 22 KWh inst

Surface Clarificateur = 177 m²

Hauteur droite utile du clarificateur = 1,7 m

Indice de Mohlman * = 170 ml/gMS

* L'indice de Mohlman est faible (150 à 170 pour usuellement 200) ce qui traduit une très bonne aptitude des boues à la décantation et à l'épaississement. C'est le chlorure ferrique utilisé sur le réseau et sur la station pour le traitement de l'H₂S (odeurs) qui donne aux boues cet effet de « lestage ». Or, plus les boues décantent rapidement au fond du clarificateur, moins il y a de risques de fuites de MES avec le rejet traité, donc plus le clarificateur va pouvoir accepter une hydraulique importante ce qui aura, au final, un impact positif sur la capacité de traitement de la station.

Dans le dimensionnement qui suit, il a donc été pris en compte cette particularité de la boue propre à la station. Mais rappelons que l'usage du chlorure ferrique, pour le cas présent, ne fait pas partie des conditions « normales » d'exploitation ; c'est un remède utilisé pour traiter un problème déjà existant (H₂S).

Bases de dimensionnement

✓ Niveau de rejet retenu

En l'absence d'un arrêté préfectoral, c'est le minimum réglementaire défini dans l'arrêté du 22 juin 2007 qui s'applique, soit des seuils de rejet imposés uniquement sur la pollution carbonée (pas d'exigence sur l'azote ni le phosphore) :

DBO₅ = 25 mg/l ou 70% (valeur rédhibitoire = 50 mg/l)

DCO = 125 mg/l ou 75% (val. rédhib. = 250 mg/l)

MES = 35 mg/l ou 90% (val. rédhib. = 85 mg/l)

✓ Débit par équivalents Habitants

Les bilans d'autosurveillance sur 3 ans (2009 à 2011) conduisent à un ratio de 200 L/EH.j dans les conditions de nappe haute et temps sec, ce qui est dans les fourchettes habituellement prises pour les dimensionnements de stations.

✓ Charge massique retenue

Elle représente la quantité de biomasse active (bactéries ou MVS) à maintenir dans les bassins par rapport à la quantité de pollution biodégradable à traiter (DBO₅).

Pour respecter un niveau de rejet carboné sans contrainte azote, la station pourrait travailler en moyenne ou forte charge. Mais, les risques de fermentation des boues (odeurs) sont importants d'autant plus que la station ne dispose pas d'un traitement de stabilisation des boues*. Nous limiterons donc volontairement la charge massique à une valeur maximale pour réduire, autant se faire que peut, les risques d'odeurs soit :

$$C_m \text{ max} = 0,25 \text{ kgDBO5 / kg MVS.j}$$

** Compte tenu de l'inefficacité de la stabilisation aérobie, le bassin qui avait été conçu à l'origine de la station a été converti successivement en silo de stockage des boues puis en bassin d'orage.*

✓ **Capacité d'oxygénation**

La quantité d'oxygène fournie par les 2 turbines de surface devra être suffisante pour répondre aux besoins journaliers et en pointe.

D'autre part, à une charge massique de 0,25, une partie de l'azote NTK sera transformé en nitrate dans le bassin d'aération. Il est important d'éliminer au maximum ces nitrates dans le bassin d'aération en préservant des temps d'arrêt des aérateurs suffisamment longs (au moins 8 h/j), au risque de dénitrifier dans le clarificateur ce qui pourrait être préjudiciable pour la qualité du rejet traité (entraînement de MeS avec des microbulles d'azote). Soit :

$$\text{Temps d'aération} < 16 \text{ h/j}$$

✓ **Vitesse ascensionnelle**

C'est la vitesse maximale admissible des effluents entrant dans le clarificateur pour éviter un entraînement du lit de boue avec l'eau traitée. Soit, pour respecter un niveau de rejet carboné :

$$\text{Vit. asc. Admissible} = 0,8 \text{ m/h}$$

✓ **Hauteur du lit de boue dans le clarificateur**

Compte tenu de la faible profondeur droite du clarificateur (1,70m), il faudra limiter la hauteur du lit de boue pour éviter des fuites de MeS avec le rejet traité. C'est le point limitant dans la capacité de la station, soit :

$$H \text{ boue moyenne} \leq 0,20 \text{ m}$$

$$H \text{ boue max (en pointe)} = 0,5 \text{ m}$$

$$H \text{ eau claire} = 1,20 \text{ m}$$

Les simulations de la capacité de traitement jointes au rapport conduisent donc à une capacité de **8 000 EH** (60 gDBO5/eh/j) :

Débit journalier (temps sec) : 1600 m³/j

Débit journalier (temps de pluie) : 2000 m³/j (bassin d'orage en tête)

Débit de pointe : 120 m³/h

DBO5 : 480 kg/j

DCO* = 3 x DBO5 = 1200 kg/j

MES* = 1,5 x DBO5 = 720 kg/j

** Le ratio DCO/DBO5 de 3 correspond à celui usuellement pris pour caractériser un effluent biodégradable donc compatible avec la filière de traitement de la station.*

* Le ratio MeS/DBO5 pris à 1,5 correspond au ratio moyen actuellement observé sur la station.

Dans ces conditions de fonctionnement, la qualité du rejet en azote global serait de 20 à 50 mgN/l en fonction de la température des effluents (12 à 20°C).

2. Autosurveillance

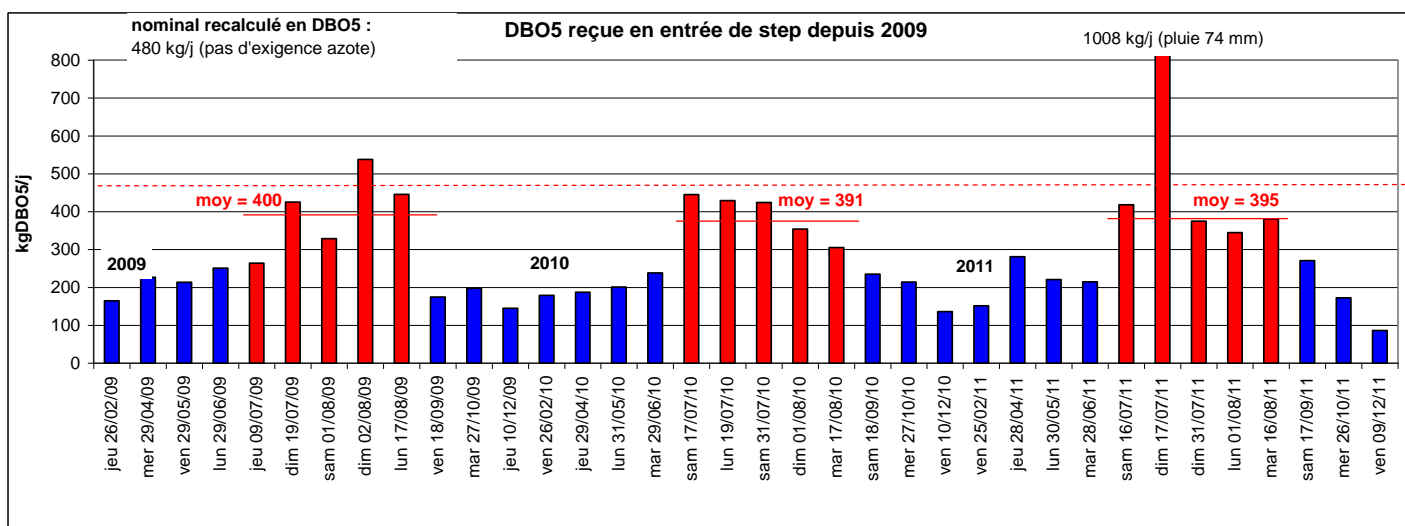
Réglementairement, la capacité d'une station d'épuration en DBO5 notamment doit rester en cohérence avec la pollution qu'elle reçoit sinon les ouvrages pourront être considérés incompatibles à une bonne épuration, même si le rejet traité est conforme. La station pourra être alors déclarée non-conforme « structurellement » avec une obligation d'une remise à niveau. Ce point est regardé lors du jugement de la conformité annuelle par la police de l'eau et par la commission européenne.

Ce paragraphe vise donc à faire un point sur la situation actuelle pour mettre en évidence le risque que peut conduire le déclassement de la capacité de la station d'épuration à 8000 EH.

2.1 Flux DBO5 en Entrée station

Compte tenu des incertitudes de mesure du débit d'entrée (turbulences), les flux reçus ont été calculés à partir du débit de sortie et du débit du déversoir en tête.

Le graphe ci-dessous donne l'évolution journalière de la DBO5 reçue sur la step depuis 2009 avec en rouge la période estivale (juillet/août).

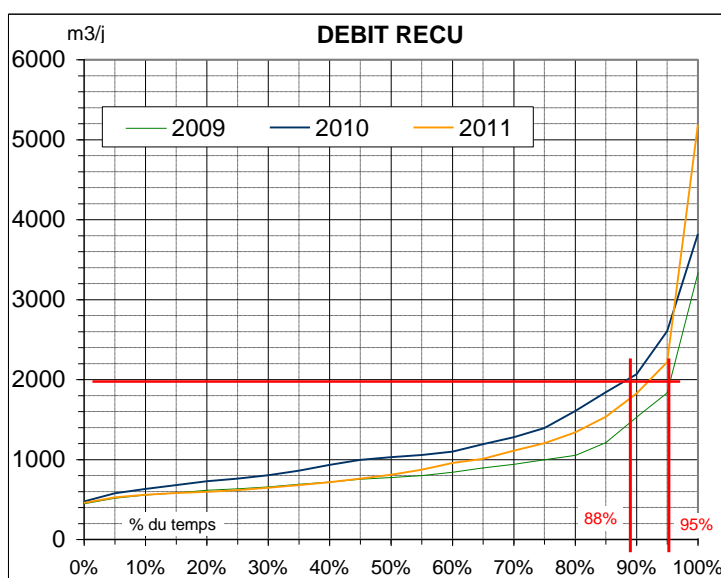


Commentaire : Le bilan du dimanche 17/7/2011 correspond à une journée de très forte pluie (74 mm) qui a conduit à un déversement en tête de station de plus de la moitié de la pollution reçue. Cet événement pourra être considéré, au vue de la réglementation, comme «exceptionnel» et le bilan devrait être écarté du jugement de la conformité.

Même si les moyennes des flux DBO5 reçus en été évoluent peu depuis 3 ans (respectivement 400, 391, 395 hors bilan exceptionnel du 17/7, soit environ 6700 eh), la capacité recalculée (480 kg/j) peut être dépassée épisodiquement (flux du di 2/8/09 à 538 kgDBO5/j) avec un risque potentielle sur la conformité structurelle de la station. Cette surcharge n'a pas eu cependant d'impact sur la qualité du rejet traité lors du bilan.

2.2 DEBIT reçu en Entrée station

Le graphe ci-dessous fait un classement des débits reçus par ordre croissant sur 3 ans.



Le débit nominal de 2000 m3/j est dépassé pendant 5 à 12% du temps selon les années considérées. Ces surcharges hydrauliques sont quasiment toutes observées en temps de pluie et conduisent à des déversements en tête de station.

Or une tolérance de dépassement de 5% est en général accordée par la police de l'eau pour tenir compte des évènements exceptionnels, auquel cas, la station ou le réseau pourrait être considéré non-conforme.

Conclusion

Pour limiter la fermentation des boues (odeurs), on limitera la charge massique à 0,25 ce qui reste compatible avec un traitement du carbone uniquement (DBO5, DCO, MeS). En prenant en compte les caractéristiques de la station et les bases de dimensionnement actuelles (station datant de 30 ans), **la capacité recalculée serait de 480 kg DBO5/j soit 8000 EH au lieu des 13500 EH théorique.** Après avoir exclu les évènements exceptionnels en DBO5 (1 bilan sur 3 ans), l'autosurveillance de la station depuis 3 ans (2009 à 2011) montre que cette capacité est dépassée de manière très épisodique (1 bilan sur 35) pouvant conduire malgré tout à une non-conformité structurelle selon les règles européennes. La pointe de pollution estivale se stabilise depuis ces 3 dernières années autour de ~ 400 kgDB5/j soit 6700 eh.

Station d'épuration de la Bridoire - Aiguebelette

Simulation	8 000 EH							
Débit journalier	1 600 m3/j		200 L/EH.j					
Débit moyen	65 m3/h							
Débit de pointe	120 m3/h							
D.C.O.	775 mg/l	1 200 kg/j						
D.B.O.5	310 mg/l	480 kg/j						
M.E.S.	465 mg/l	720 kg/j						
dont M.V.S.		77 %						
NTK	93 mg/l	133 kg/j						
dont N-NH4	59,5 mg/l	64 %						
P total	13,5 mg/l	20,9 kg/j						
P-PO4	10,8 mg/l	16,7 kg/j						

Jour 12 h	Pointe 4 h	Nuit 8 h	Cp
65 m3/h	120 m3/h	34 m3/h	1,93
20kgDBO/h	36kgDBO/h	12kgDBO/h	1,80
30 kgMeS/h	54 kgMeS/h	18 kgMeS/h	1,80
6kgNK/h	11kgNK/h	3kgNK/h	1,80
0,9 kgPT/h	1,6 kgPT/h	0,5 kgPT/h	1,80

DCO/DBO	2,5
MES/DBO	1,50
DBO/NTK	3,60
DBO/Pt	23
P-PO4/Pt	80%

Cm	0,25 kg DBO5/kg MVS
Température	12 °C
a'	0,66 kg O2/kg DBO5
b'	0,082 kg O2/kg MV

Vitesse de nitrification	0,46 g N/kg MV
Vit dénitri. sur C	2,42 g N/kg MV
Vit dénitri. endogène	1,28 g N/kg MV
Indice de Mohlmann	170 ml/g
Age de boues	4,4 j

Volume d'anoxie	m3
Volume d'aération	640 m3 tot
Hauteur d'eau BA	2,70 m
Volume biologique	640 m3
Puissance aération	36,0 kW abs tot
Capa O2 total (boue)	45,8 kg O2/h
Capa aérateur (boue)	1,27 kgO2/Kwabs
Surface clarificateur	177 m2
	15,0 m diam
Volume clarificateur	334 m3
Débit liqueurs mixtes	m3/h
Capacité Recirculation	150 m3/h

Choix du rejet	
D.B.O.5	25 mg/l
DCO	125 mg/l
M.E.S.	35 mg/l
N-NTK	45 mg/l
N- NH4	27 mg/l
N-NO3	5 mg/l
N-NGL	50 mg/l
P total	

Aérateur : turbine
 Nb total : **2**
 Nb secours : **0**
 Pabs aé unit : **18,0 KW**

Pente radier clarif : 5,0%
 Hclarif moyen (diam/4) : 1,89 m
 H périph : 1,70 m
 H centrale (hors cône) : 2,08 m

Production de boues biologiques

S minérales	23% des MES	166 kg/j
S dures	20% des MVS	111 kg/j
S biologiques	0,68 x DBO5	326 kg/j
		603 kg/j à 73% de MVS

Masse totale de boues	2 647 kg
Masse totale de MVS	1 920 kg
Age de boues	4,4 j

	Jour (Moyenne)	Pointe
Concentration des boues	3,6 g/l	3,5 g/l
Concentration des MV	2,6 g/l	2,5 g/l

Clarificateur

	120%	120%
Taux de recirculation	120%	120%
Débit Recirculation	78 m3/h	150 m3/h
Concentration de la recirculation	6,5 g/l	6,4 g/l
Temps de séjour des boues	43 mn	39 mn
Masse de boues du clarificateur	360 kg	630 kg
Hauteur de boues moyenne	0,37 m	0,66 m
Hauteur de boues périph	0,18 m	0,47 m
Masse de boues des bassins biologiques	2287 kg	2017 kg
Cba	3,6 g/l	3,2 g/l
Nouveau Cba	3,6 g/l	3,5 g/l
Hauteur d'eau claire périph	1,52 m	1,23 m
Vitesse ascensionnelle	0,36 m/h	0,68 m/h

Itération en cours !

Elimination de l'azote

Azote entrant	133,0 kg/j	
Azote assimilé (6,7% des MV en excès)	29,3 kg/j	20% de NTKeb
Azote N-NH4 rejeté	69,7 kg/j	
Azote N-NO3 rejeté	7,7 kg/j	
Azote à nitrifier	34,4 kg/j	
Azote à dénitrifier	26,6 kg/j	

Besoins en oxygène

	Journalier	Pointe
Elimination de la DBO5	319 kg/j	23,9 kg/h
Respiration endogène	158 kg/j	6,6 kg/h
Nitrification	165 kg/j	12,4 kg/h
Dénitrification	-72 kg/j	
Besoins totaux	570 kg/j	42,9 kg/h
Capacité totale de l'aération (boue)	45,8 kg O2/h	
Fonctionnement aération	12,4 h/j/aér	

NOTE

Station d'épuration de la Bridoire - Aiguebelette

Simulation	8 000 EH							
Débit journalier	1 600 m3/j		200 L/EH.j					
Débit moyen	65 m3/h							
Débit de pointe	120 m3/h							
D.C.O.	775 mg/l	1 200 kg/j		Jour	Pointe	Nuit	Cp	
D.B.O.5	310 mg/l	480 kg/j		12 h	4 h	8 h		
M.E.S.	465 mg/l	720 kg/j		65 m3/h	120 m3/h	34 m3/h	1,93	DCO/DBO 2,5
dont M.V.S.		77 %		20kgDBO/h	36kgDBO/h	12kgDBO/h	1,80	MES/DBO 1,50
				30 kgMeS/h	54 kgMeS/h	18 kgMeS/h	1,80	
NTK	93 mg/l	144 kg/j		6kgNK/h	11kgNK/h	3kgNK/h	1,80	DBO/NTK 3,60
dont N-NH4	59,5 mg/l	64 %						
P total	13,5 mg/l	20,9 kg/j		0,9 kgPT/h	1,6 kgPT/h	0,5 kgPT/h	1,80	DBO/Pt 23
P-PO4	10,8 mg/l	16,7 kg/j						P-PO4/Pt 80%

Cm 0,25 kg DBO5/kg MVS
Température 20 °C
a' 0,66 kg O2/kg DBO5
b' 0,082 kg O2/kg MV

Vitesse de nitrification 2,64 g N/kg MV
Vit dénitriif. sur C 2,42 g N/kg MV
Vit dénitriif. endogène 1,28 g N/kg MV
Indice de Mohlmann 170 ml/g
Age de boues 4,4 j

Volume d'anoxie m3
Volume d'aération 640 m3 tot
Hauteur d'eau BA 2,70 m
Volume biologique 640 m3
Puissance aération 36,0 kW abs tot
Capa O2 total (boue) 45,8 kg O2/h
Capa aérateur (boue) 1,27 kgO2/Kwabs
Surface clarificateur 177 m2 15,0 m diam
Volume clarificateur 334 m3
Débit liqueurs mixtes m3/h
Capacité Recirculation 150 m3/h

Choix du rejet	
D.B.O.5	25 mg/l
DCO	125 mg/l
M.E.S.	35 mg/l
N-NTK	15 mg/l 83%
N- NH4	9 mg/l
N-NO3	5 mg/l
N-NGL	20 mg/l 77%
P total	

Aérateur : turbine
Nb total : 2
Nb secours : 0
Pabs aér unit : 18,0 KW

Pente radier clarif : 5,0%
Hclarif moyen (diam/4) : 1,89 m
H périph : 1,70 m
H centrale (hors cône) : 2,08 m

Production de boues biologiques

S minérales 23% des MES 166 kg/j
S dures 20% des MVS 111 kg/j
S biologiques 0,68 x DBO5 326 kg/j
603 kg/j à 73% de MVS

Masse totale de boues 2 647 kg
Masse totale de MVS 1 920 kg
Age de boues 4,4 j

	Jour	Pointe
Concentration des boues	3,6 g/l	3,50 g/l
Concentration des MV	2,6 g/l	2,5 g/l

Clarificateur

	120%	Itération en cours !
Taux de recirculation	120%	120%
Débit Recirculation	78 m3/h	150 m3/h
Concentration de la recirculation	6,5 g/l	6,4 g/l
Temps de séjour des boues	43 mn	39 mn
Masse de boues du clarificateur	360 kg	630 kg
Hauteur de boues moyenne	0,37 m	0,66 m
Hauteur de boues périph	0,18 m	0,47 m
Masse de boues des bassins biologiques	2287 kg	2017 kg
Cba	3,6 g/l	3,2 g/l
Nouveau Cba	3,6 g/l	3,5 g/l
Hauteur d'eau claire périph	1,52 m	1,23 m
Vitesse ascensionnelle	0,36 m/h	0,68 m/h

Elimination de l'azote

Azote entrant 133,3 kg/j
Azote assimilé (6,7% des MV en excès) 29,3 kg/j 22% de NTKeb
Azote N-NH4 rejeté 23,2 kg/j
Azote N-NO3 rejeté 7,7 kg/j
Azote à nitrifier 80,8 kg/j
Azote à dénitrifier 73,1 kg/j

Besoins en oxygène

	Journalier	Pointe
Elimination de la DBO5	319 kg/j	23,9 kg/h
Respiration endogène	158 kg/j	6,6 kg/h
Nitrification	388 kg/j	29,1 kg/h
Dénitrification	-197 kg/j	
Besoins totaux	667 kg/j	59,6 kg/h
Capacité totale de l'aération (boue)	45,8 kg O2/h	Risque d' insuffisante en pointe de 30 %
Fonctionnement aération	14,6 h/j/aér	