



**HAL**  
open science

## Evaluation d'un bioréacteur à membrane en zone de montagne. Station de Gouaux de Larboust (31)

Jacky Vedrenne, Anne Emmanuelle Stricker, Yvan Racault

► **To cite this version:**

Jacky Vedrenne, Anne Emmanuelle Stricker, Yvan Racault. Evaluation d'un bioréacteur à membrane en zone de montagne. Station de Gouaux de Larboust (31). [0] Irstea. 2013. hal-03155781

**HAL Id: hal-03155781**

**<https://hal.inrae.fr/hal-03155781v1>**

Submitted on 2 Mar 2021

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Evaluation d'un bioréacteur à membranes en zone de montagne

## Station de Gouaux de Larboust (31)

BILAN DU SUIVI DE L'HIVER 2011/2012



DECEMBRE 2012

**VEDRENNE Jacky**  
**STRICKER Anne-Emmanuelle**  
**RACAULT Yvan**

Irstea centre de Bordeaux  
50, avenue de Verdun  
33612 Cestas cedex

Pour mieux  
affirmer  
ses missions,  
le Cemagref  
devient Irstea



AGENCE DE L'EAU  
**ADOUR-GARONNE**

ETABLISSEMENT PUBLIC DU MINISTÈRE  
DU DÉVELOPPEMENT DURABLE

# SOMMAIRE

---

<b>SOMMAIRE</b> .....	<b>2</b>
<b>I. REMERCIEMENTS</b> .....	<b>10</b>
<b>II. CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE</b> .....	<b>11</b>
<b>III. PRESENTATION DE L'INSTALLATION</b> .....	<b>13</b>
<b>III.1 Réseau et raccordements</b> .....	<b>13</b>
<b>III.2 Description de l'installation de traitement</b> .....	<b>14</b>
III.2.1 Niveaux de rejets.....	14
III.2.2 Bases de dimensionnement.....	15
III.2.3 Description de la file eau.....	15
III.2.4 Description de la file boue.....	25
<b>IV. PROTOCOLE DE SUIVI</b> .....	<b>26</b>
<b>IV.1 Récupération des informations de la STEP</b> .....	<b>26</b>
IV.1.1 Données exploitables de la supervision.....	26
IV.1.2 Relevés hebdomadaires de l'exploitant.....	26
<b>IV.2 Caractérisation des effluents et des boues</b> .....	<b>27</b>
IV.2.1 Collecte, préparation, conditionnement et expédition des échantillons.....	27
IV.2.2 Caractérisation des effluents d'entrée station.....	27
IV.2.3 Caractérisation des effluents du bassin tampon.....	27
IV.2.4 Caractérisation des boues des bassins biologiques et des compartiments membranaires.....	28
IV.2.5 Caractérisation des effluents de sortie station.....	28
IV.2.6 Caractérisation de l'eau potable.....	29
IV.2.7 Paramètres analysés.....	29
IV.2.8 Suivi des surverses du poste de relèvement n°2 et des by-pass externes de la station.....	29
IV.2.9 Pluviométrie.....	29
IV.2.10 Analyse de l'autosurveillance et de l'autocontrôle.....	29
IV.2.11 Observations microscopiques des boues et du perméat.....	30
<b>V. RESULTATS ENTREE-SORTIE</b> .....	<b>31</b>
<b>V.1 Etat initial et configuration adoptée lors du suivi</b> .....	<b>31</b>
<b>V.2 Débits entrée et sortie de la station</b> .....	<b>32</b>
<b>V.3 Débits et caractéristiques des eaux brutes en entrée de station</b> .....	<b>33</b>
V.3.1 Débits.....	33
V.3.2 Concentrations.....	35
V.3.3 Charges.....	36
<b>V.4 Débits et concentrations des effluents en entrée de bassins biologiques</b> .....	<b>36</b>
V.4.1 Débits.....	36
V.4.2 Concentrations.....	38
V.4.3 Charges.....	42

<b>V.5</b>	<b>Débits et caractéristiques du permeal</b>	<b>43</b>
V.5.1	Débits	43
V.5.2	Concentrations	44
V.5.3	Charges	48
<b>V.6</b>	<b>Débits et caractéristiques des eaux de sortie de station</b>	<b>49</b>
V.6.1	Débits	49
V.6.2	Concentrations	50
V.6.3	Charge	50
<b>V.7</b>	<b>Effet des rejets sur le milieu récepteur</b>	<b>51</b>
V.7.1	Physico-chimie	51
V.7.2	Hydrobiologie	54
<b>V.8</b>	<b>Rendements de dépollution</b>	<b>56</b>
<b>VI.</b>	<b>ANALYSE DU FONCTIONNEMENT</b>	<b>57</b>
<b>VI.1</b>	<b>Poste de relevage et by-pass</b>	<b>57</b>
<b>VI.2</b>	<b>Prétraitements</b>	<b>57</b>
<b>VI.3</b>	<b>Gestion du bassin tampon</b>	<b>57</b>
VI.3.1	Gestion du marnage	57
VI.3.2	Gestion de l'agitateur	59
VI.3.3	Evolution du pH	60
VI.3.4	Température des effluents	60
<b>VI.1</b>	<b>Temps de séjour hydraulique</b>	<b>61</b>
<b>VI.2</b>	<b>Bassins biologiques et compartiments membranaires</b>	<b>62</b>
VI.2.1	Agitation dans les bassins	62
VI.2.2	Température dans les bassins biologiques	63
VI.2.3	Evolution des concentrations en boue dans les bassins	63
VI.2.4	Charges volumiques appliquées	65
VI.2.5	Charges massiques appliquées	66
VI.2.6	Evolution du pH des boues, des effluents de sortie station et complémentation en TAC	67
VI.2.7	Evolution de l'oxygène dissous dans les bassins	70
VI.2.8	Analyse du traitement de l'azote	72
VI.2.9	Production de boue	75
VI.2.10	Age de boue	75
VI.2.11	Evolution de l'indice de boue	76
VI.2.12	Observations macroscopiques et microscopiques des échantillons	77
VI.2.13	Estimation des débits d'eaux industrielles	77
VI.2.14	Evolution de la perméabilité et du colmatage des membranes	77
<b>VI.3</b>	<b>Evaluation des coûts d'exploitation</b>	<b>81</b>
VI.3.1	Consommation électrique	81
VI.3.2	Consommation en réactifs et réensemencement en boue	83
VI.3.3	Evaluation du temps d'intervention de l'exploitant	83
VI.3.4	Bilan des coûts d'exploitation	83
<b>VII.</b>	<b>CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS</b>	<b>86</b>
	<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	<b>94</b>
	<b>ANNEXES</b>	<b>95</b>

## Liste des figures :

figure 1 : Schéma de la file eau .....	16
figure 2 : Débits cumulés en entrée et sortie de la station. ....	33
figure 3 : Evolution du débit en entrée de station. ....	34
figure 4 : Evolution du débit en entrée des deux bassins biologiques du 1/12/11 au 4/4/12 .....	37
figure 5 : Evolution de la concentration des échantillons sortie du bassin tampon (DCO, MES) .....	39
figure 6 : Evolution des charges polluantes en DCO et MES en entrée des bassins biologiques (kg/j et % nominal).....	42
figure 7 : Evolution des charges polluantes en NKJ en entrée des bassins biologiques (kg/j, % nominal).....	43
figure 8 : Evolution des débits sortie bêche perméat et entrée bassin biologique .....	44
figure 9 : Evolution de la concentration de l'échantillon moyen journalier perméat (DCOb, DCOs, DBO5, MES).....	46
figure 10 : Evolution de la concentration en azote de l'échantillon moyen journalier perméat .....	47
figure 11 : Evolution de la concentration en phosphore de l'échantillon moyen journalier perméat .....	48
figure 12 : Evolution des charges rejetées en sortie de bêche perméat (DCO, DBO5, MES) en 2012 .....	48
figure 13 : Evolution des charges rejetées en sortie de bêche perméat (azote) en 2012.....	49
figure 14 : Evolution des débits en sortie de station.....	49
figure 15 : Charges polluantes sortie station : sortie bêche perméat + surverses du bassin tampon ..	50
figure 16 : Evolution du marnage dans le bassin tampon, et surverse du bassin tampon.....	59
figure 17 : Evolution du pH dans le bassin tampon et des pH des échantillons (moyens et ponctuels).....	60
figure 18 : Evolution de la température des effluents du bassin tampon, et de l'air extérieur .....	61
figure 19 : Evolution des temps de séjour (agrandissement de la période au milieu).....	62
figure 20 : Evolution de la température des boues du bassin biologique n°1 .....	63
figure 21 : Evolution de la concentration en boue dans les bassins biologiques .....	65
figure 22 : Evolution de la charge volumique au cours du temps.....	66
figure 23 : Evolution de la charge massique au cours du temps.....	67
figure 24 : Evolution du pH dans les boues du BIO1 et dans les échantillons moyens journaliers sortie bêche perméat.....	69
figure 25 : Evolution de la concentration moyenne et minimale journalière en oxygène dissous.....	71
figure 26 : Evolution des temps d'anoxie journaliers dans les bassins biologiques et débit admis .....	72
figure 27 : Evolution de la charge nitrifiable, des cinétiques de nitrification estimées et du pH BIO1 ..	73
figure 28 : Evolution de la dénitrification estimée et de la concentration minimale en oxygène dissous .....	74
figure 29 : Evolution de l'âge de boue dynamique calculé (pour une valeur initiale de 400 j le 21/12/2012).....	76
figure 30 : Evolution des flux nets, de la perméabilité (ramenée à 20°C), des temps de filtration et dates des lavages de membranes .....	79
figure 31 : Répartition des coûts d'exploitation (en pointe et annuel) .....	84
figure 32 : Plan du réseau d'assainissement de la commune de Gouaux de Larboust.....	95
figure 33 : Schéma de la file boue.....	99
figure 34 : Répartition des capteurs .....	106
figure 35 : Comparaison des débits relevés par le poste de relevage n°2 et du débit admis sur la station .....	111
figure 36 : Evolution de la concentration de l'échantillon moyen journalier d'entrée station (DCO, DBO5, MES), sources : Irstea, Loïra, LDE31 depuis février 2011 .....	119
figure 37 : Evolution de la concentration de l'échantillon moyen journalier d'entrée station (NKJ et NH4), sources : Irstea, Loïra, LDE31 depuis février 2011 .....	120
figure 38 : Evolution des concentrations des échantillons moyens journaliers d'entrée station (PT, P-PO4), sources : Irstea, Loïra, LDE31 depuis février 2011 .....	120
figure 39 : Evolution des ratios des échantillons moyens journaliers d'entrée station (N-NH4/NKJ, DCO/NKJ), sources : Irstea, Loïra, LDE31.....	122
figure 40 : Evolution des ratios des échantillons moyens journaliers d'entrée station (PT/DCO, NKJ/PT) sources : Irstea, Loïra, LDE31 .....	122
figure 41 : Evolution des ratios des échantillons moyens journaliers d'entrée station (MES/DCO, DCO/DBO5), sources : Irstea, Loïra, LDE31.....	123
figure 42 : comparaison des débits admis en entrée de station (année 2011 et 2012).....	123
figure 43 : Evolution du nombre de forfaits journées vendus à la station de ski de Peyragudes par année.....	124
figure 44 : Evolution des charges polluantes en entrée de station (en 2011).....	124

figure 45 : Evolution de la concentration des échantillons du bassin tampon (NKJ) .....	125
figure 46 : Evolution des concentrations des échantillons du bassin tampon (PT, PO4) .....	128
figure 47 : Evolution des concentrations des échantillons du bassin tampon (DBO5).....	128
figure 48 : Concentration et flux en TAC sortie bassin tampon.....	129
figure 49 : Evolution des ratios des échantillons bassin tampon (MES/DCO, DCO/DBO5) .....	129
figure 50 : Evolution des ratios des échantillons du bassin tampon (NH4/NKJ) .....	130
figure 51 : Evolution des ratios des échantillons du bassin tampon (DCO/NKJ) .....	130
figure 52 : Evolution des ratios des échantillons bassin tampon (PT/DCO) .....	131
figure 53 : Evolution des ratios des échantillons bassin tampon (TAC/NKJ) .....	131
figure 54 : Evolution des cumuls de débits en entrée, en sortie du bassin tampon, et en sortie de station (du 17/12/11 au 3/4/12). .....	132
figure 55 : Evolution des charges polluantes (DBO5) en entrée des bassins biologiques .....	132
figure 56 : Evolution des charges polluantes (PT) en entrée des bassins biologiques.....	133
figure 57 : Comparaison des concentrations de sortie, 2011 et 2012.....	138
figure 58 : TAC, pH effluent de sortie bache perméat et pH BIO1 .....	138
figure 59 : Evolution des débits sortie bache perméat correspondant aux heures des échantillons moyens 24 heures (de 12h à 12h) .....	139
figure 60 : Evolution des charges rejetées en sortie de bache perméat (phosphore) en 2012 .....	139
figure 61 : Charges cumulées en DCO, MES, NKJ en entrée BIO et sortie perméat .....	140
figure 62 : Evolution du temps de fonctionnement des pompes et de l'agitateur du bassin tampon ..	140
figure 63 : Gradient vertical de concentration en boue (MES, MS), avec agitation continue de 1h30 (sans admission effluent) dans les BIO le 8/3/12 à 10h50.....	141
figure 64 : Evolution des ratios MVS/MES des boues des bassins.....	141
figure 65 : Evolution du ratio des boues au cours du suivi (mgDCOp/mgMES) .....	142
figure 66 : Evolution des ratios des boues au cours du suivi (mgNorgp/mgMES, mgPTp/mgMES, mgFerT/mgMES) .....	142
figure 67 : Evolution de la masse de fer et de PT dans les bassins aérés .....	143
figure 68 : Evolution du pH et de la respiration dans les bassins biologiques après ajout de bicarbonates le 15/2/12 .....	145
figure 69 : Evolution du pH et de la respiration dans les bassins biologiques après ajout de bicarbonates le 21/2/12 .....	145
figure 70 : Evolution du pH et de la respiration dans les bassins biologiques après ajout de bicarbonates le 28/2, le 29/2 et 1/3/12 .....	146
figure 71 : Evolution du pH et de la respiration dans les bassins biologiques après ajout de bicarbonates du 2/3 au 10/3/12 .....	146
figure 72 : Estimation de la quantité minimale de poudre commerciale de bicarbonates à ajouter par jour de décembre à avril (en fonction des conditions du suivi 2011-2012) .....	147
figure 73 : Relation entre le pH et le TAC des échantillons moyens journaliers de sortie bache perméat .....	149
figure 74 : Production de boue (kgMES/kgDCO) .....	149
figure 75 : Evolution de l'indice de boue .....	150
figure 76 : Evolution des temps de fonctionnement du tamis rotatif et du compacteur en fonction du débit admis .....	156
figure 77 : Evolution des différences de niveaux entre le bassin biologique n°2 et la cuve « TMP » .	157
figure 78 : Relation entre la consommation électrique inconnue et la température extérieure (°C) ...	157
figure 79 : Répartition des consommations électriques (%) du 3/1/12 au 3/4/12.....	158
figure 80 : Répartition des consommations électriques (%) du 3/1/12 au 3/4/12 sans chauffage.....	158

## Liste des tableaux :

tableau 1 : Comparaison des raccordements effectifs entre 2010 et 2012 et des estimations de charge utilisées pour le dimensionnement de la STEP.....	13
tableau 2 : Objectifs de traitement.....	14
tableau 3 : Bases de dimensionnement du constructeur .....	15
tableau 4 : Bases de dimensionnement du bassin tampon (société Loïra) .....	18
tableau 5 : Base de dimensionnement des bassins de traitement biologique (société Loïra) .....	19
tableau 6 : Données de dimensionnement de l'aération des bassins de traitement biologique (société Loïra) .....	20
tableau 7 : Données de dimensionnement de l'étape filtration membranaire (société Loïra) .....	21
tableau 8 : Caractéristiques des compartiments membranaires (plan Loïra) .....	22
tableau 9 : Débits observés durant la période de vacances scolaires de Noël (du 17/12/11 au 2/1/12) .....	34
tableau 10 : Débits observés durant la période de vacances scolaires d'hiver toutes académies confondues .....	35
tableau 11 : Débit en entrée des deux bassins biologiques lors de la période de pointe (1/12/11 au 31/3/12).....	37
tableau 12 : Débits observés durant les périodes de vacances scolaires (toutes académies confondues).....	38
tableau 13 : Concentration des effluents admis sur les bassins biologiques pendant la période de vacances scolaires d'hiver.....	40
tableau 14 : Ratios de concentration des effluents admis sur les bassins biologiques pendant la période de vacances scolaires d'hiver.....	41
tableau 15 : récapitulatif des campagnes effectuées sur du milieu récepteur "Gouté de Courbe" .....	51
tableau 16 : Estimation du débit du cours d'eau au droit du rejet de la STEP par bilan de flux matières pour les campagnes hiver 2012 .....	53
tableau 17 : Seuils de suivi du colmatage.....	80
tableau 18 : récapitulatif des coût d'exploitation.....	84
tableau 19 : Charge hydraulique et charge polluante estimées en novembre 2008 (rapport SOGREAH) .....	95
tableau 20 : Charge hydraulique et charge polluante estimées à court terme, 1000 couchages en plus sur la station des Agudes (rapport SOGREAH) .....	96
tableau 21 : Charge hydraulique et charge polluante estimée à long terme, 3000 couchages en plus sur la station des Agudes (rapport SOGREAH) .....	96
tableau 22 : Bases de dimensionnement des bassins de traitement biologique pour le traitement de l'azote (société Loïra) .....	97
tableau 23 : Bases de dimensionnement des bassins de traitement biologique pour le traitement du phosphore (société Loïra).....	98
tableau 24 : Estimation de la production de boue (société Loïra) .....	100
tableau 25 : Dimensionnement de la centrifugeuse (société Loïra).....	100
tableau 26 : Dimensionnement des polymères nécessaires à la centrifugation (société Loïra) .....	100
tableau 27 : Estimation de la quantité de boues déshydratées (société Loïra) .....	101
tableau 28 : Dimensionnement du stockage des boues déshydratées (société Loïra).....	101
tableau 29 : Estimation de la production de centrats et dimensionnement du poste toutes eaux (société Loïra).....	101
tableau 30 : Descriptions et puissances des appareillages utilisés sur la station de Gouaux de Larboust (partie 1) .....	102
tableau 31 : Descriptions et puissances des appareillages utilisés sur la station de Gouaux de Larboust (partie 2) .....	103
tableau 32 : Caractéristiques des membranes MFM300 .....	104
tableau 33 : Relevés ponctuels hebdomadaires effectués sur site par l'exploitant à partir du 2/1/12 .....	107
tableau 34 : Analyses effectuées sur les différents échantillons au laboratoire Irstea.....	107
tableau 35 : Echantillons du bassin tampon prélevés au cours de ce suivi .....	108
tableau 36 : Echantillons ponctuels prélevés dans les bassins biologiques et indices de boue mesurés au cours de ce suivi.....	109
tableau 37 : Références des méthodes analytiques utilisées au laboratoire Irstea de Bordeaux .....	110
tableau 38 : Fréquence des mesures d'autosurveillance à réaliser en entrée et sortie de la STEP de Gouaux de Larboust .....	111
tableau 39 : Résultats d'analyses des prélèvements ponctuels dans le bassin biologique n°1 .....	115
tableau 40 : Résultats d'analyses des prélèvements ponctuels dans le bassin biologique n°2 .....	116

<i>tableau 41 : Résultats d'analyses des échantillons ponctuels prélevés dans le bassin tampon et des échantillons moyens 24 heures de l'effluent brut sortie bassin tampon (1er partie) .....</i>	<i>117</i>
<i>tableau 42 : Résultats d'analyses des échantillons ponctuels prélevés dans le bassin tampon et des échantillons moyens 24 heures de l'effluent brut sortie bassin tampon (2ème partie) .....</i>	<i>118</i>
<i>tableau 43 : Résultats d'analyses de l'échantillon moyen journalier en entrée de station du 18/12 au 19/12/11.....</i>	<i>119</i>
<i>tableau 44 : Ratios de l'échantillon moyen journalier en entrée de station du 18/12 au 19/12/11.....</i>	<i>121</i>
<i>tableau 45 : Caractérisation des effluents admis sur la STEP lors du précédent suivi (ratios) .....</i>	<i>121</i>
<i>tableau 46 : Analyses de l'eau potable à la station de Gouaux de Larboust .....</i>	<i>121</i>
<i>tableau 47 : Ratios des échantillons ponctuels prélevés dans le bassin tampon et des échantillons moyens 24 heures de l'effluent brut sortie bassin tampon (1er partie) .....</i>	<i>126</i>
<i>tableau 48 : Ratios des échantillons ponctuels réalisés dans le bassin tampon et des échantillons moyens 24 heures de l'effluent brut sortie bassin tampon (2ème partie) .....</i>	<i>127</i>
<i>tableau 49 : Résultats d'analyses des effluents bruts de sortie bâche perméat (1er partie) .....</i>	<i>134</i>
<i>tableau 50 : Résultats d'analyses des effluents bruts de sortie bâche perméat (2ème partie) .....</i>	<i>135</i>
<i>tableau 51 : Résultats d'analyses des effluents bruts de sortie bâche perméat (3ème partie) .....</i>	<i>136</i>
<i>tableau 52 : Résultats d'analyses des effluents bruts de sortie bâche perméat (4ème partie) .....</i>	<i>137</i>
<i>tableau 53 : Comparaison des concentrations en boue dans les différents bassins .....</i>	<i>141</i>
<i>tableau 54 : Surfaces et volumes des bassins lors du suivi 2012 .....</i>	<i>143</i>
<i>tableau 55 : Synthèse des temps de séjour hydrauliques par période .....</i>	<i>144</i>
<i>tableau 56 : Quantités de bicarbonates de sodium ajoutées au cours de ce suivi .....</i>	<i>144</i>
<i>tableau 57 : Estimation de la quantité de bicarbonates de sodium (pureté 100 %) à ajouter lors des prochaines saisons hivernales en fonction des conditions du suivi 2011-2012.....</i>	<i>148</i>
<i>tableau 58 : Historique des lavages et tentatives de lavage des membranes .....</i>	<i>155</i>
<i>tableau 59 : Historique des vidanges de la cuve CIP.....</i>	<i>156</i>
<i>tableau 60 : Répartition des consommations électriques (en % et kWh) du 3/1/12 au 3/4/12 .....</i>	<i>159</i>



### **Liste des photos :**

*photo 1 : Implantation de la station d'épuration de Gouaux de Larboust et du poste de relevage n°2 (Google earth, 1/1/2006) ..... 97*

### **Liste des documents en annexe :**

*document 1 : Présentation de la file boue ..... 99*  
*document 2 : Note de synthèse pour estimer la quantité de boue à apporter à la station de Gouaux de Larboust avant les vacances de Noël 2011 ..... 112*  
*document 3 : Synthèse des observations macroscopiques et microscopiques ..... 151*  
*document 4 : Calcul des perméabilités ..... 154*

### Liste des notations :

<b>Notation</b>	<b>Signification</b>
<b>BAM</b>	Bioréacteur à membrane
<b>BDL</b>	Bagnères de Luchon
<b>BIO</b>	Bassin biologique
<b>BT</b>	Bassin tampon
<b>CM</b>	Compartiment membranaire
<b>DCE</b>	Directive cadre sur l'eau
<b>EH</b>	Equivalent habitant
<b>IBD</b>	Indice biologique diatomées
<b>IBGN</b>	Indice biologique global normalisé
<b>IBMR</b>	Indice biologique macrophytique en rivière
<b>IPS</b>	Indice de polluosensibilité spécifique
<b>SEQ</b>	Système d'Evaluation de la Qualité des cours d'eau
<b>STEP</b>	Station d'épuration
<b>VS</b>	Vacances scolaires
<b>VSH</b>	Vacances scolaires d'hiver
<b>VSN</b>	Vacances scolaires de Noël

## **I. REMERCIEMENTS**

---

Le suivi a pu être réalisé grâce à l'implication de la société Loïra ayant en charge l'exploitation de la station d'épuration de Gouaux de Larboust (STEP). Mme Dueso, Mr Lenoir et Mr. Pollet ont largement contribué à l'acquisition d'informations sur le fonctionnement.

Nous tenons également à remercier le maître d'ouvrage (Mr Arnauduc et Mr Salon) pour leur accueil, leur disponibilité, et le partage de documents et d'informations.

Cette étude n'aurait pu avoir lieu sans l'implication de nombreux agents d'Irstea que ce soit :

- pour leurs interventions sur site (Mr Gregoire, Mr Husson, Mr Sénéchal)
- pour les analyses réalisées au laboratoire (Mme Eon et Mme Madarassou)
- pour l'analyse des études sur le milieu récepteur (Mme Rosebery, Mr Chauvin)

## II. CONTEXTE ET OBJECTIFS DE L'ETUDE

---

Le SDAGE du bassin Adour Garonne qui couvre la période 2010-2015 met l'accent sur des enjeux et territoires prioritaires (hydro écorégions de montagne et les milieux littoraux). L'agence de l'eau Adour Garonne souhaite au travers du suivi de deux stations d'épuration (STEP) en exploitation pouvoir évaluer dans quelle mesure le bioréacteur à membrane (BAM) pourra répondre à différents critères tels que : l'emprise foncière, la variation de charge de pollution du fait de l'attrait touristique de ces régions, l'exigence du niveau de rejet à atteindre sur de très petites masses d'eau de montagne, la qualité bactériologique (zone de baignade, conchyliculture), l'intégration paysagère, et les contraintes financières des maîtres d'ouvrage de petites et moyennes collectivités. Il s'agira également d'évaluer les règles de conception et les conditions d'exploitation à mettre en œuvre pour que ce procédé réponde aux objectifs qui lui sont assignés. D'autre part, les bénéfices attendus sur le milieu seront évalués par un suivi des milieux récepteurs.

Deux stations d'épuration ont été retenues pour cette évaluation : un BAM en zone de montagne (constructeur Loïra) implanté sur la commune de Gouaux de Larboust (31) de capacité variable de 85 équivalents habitants (EH) à 3000 EH, et un BAM en zone littorale (constructeur STEREAU) implanté sur la commune de Marennes (17) de capacité 18000 EH avec variation de charge limitée.

Ce rapport concerne uniquement le BAM traitant les effluents de la commune de Gouaux de Larboust et de la station de ski des Agudes, mis en service le 25/11/2010. Cette installation bénéficie d'un programme de suivi pluriannuel (3 ans maximum) organisé autour de la notion de saison touristique hivernale. Chaque période de suivi doit englober 1 mois de fonctionnement en basse saison et 3 mois en haute saison. Le suivi comprendra en particulier l'analyse des caractéristiques de dimensionnement et de fonctionnement réel (file eau et boue), l'analyse des stratégies de transition entre basse et haute saison, et une analyse des coûts d'exploitation.

Le suivi 2011 a été réalisé du 10 février au 7 avril 2011 (8 semaines) englobant une période de charge plus élevée (vacances scolaires d'hiver "VSH") et une période à faible charge. Ce suivi reposait essentiellement sur l'utilisation du matériel d'autosurveillance de la STEP (préleveurs automatiques entrée et sortie station) complété d'un MESmètre Irstea, et sur les données collectées manuellement par l'exploitant. Ce suivi a fait l'objet d'un premier rapport (Vedrenne *et al.*, 2011).

Le suivi 2012 s'est déroulé du 13 décembre 2011 au 5 avril 2012 (16 semaines), recouvrant deux périodes de charge plus élevées (vacances scolaires de Noël "VSN" et d'hiver) et des périodes moins chargées. Irstea a mis en place une centrale d'acquisition de données autonome, de nombreux capteurs (MESmètre, oxymètres, pHmètre, pluviomètre, températures, spectrophotomètre immergé ...) et un préleveur automatique réfrigéré en sortie de bassin tampon. Le matériel d'autosurveillance de la STEP (préleveur de sortie) a été utilisé en sortie de bêche perméat. Les données de fonctionnement analysées proviennent des enregistrements de la supervision et de relevés manuels complémentaires effectués par l'exploitant.

Un état initial de la qualité physicochimique et biologique du milieu récepteur a été réalisé en septembre 2010 avant la mise en route de la STEP, en amont et en aval du futur point de rejet (EIMA *et al.*, 2010) pour caractériser le milieu récepteur et

déterminer l'impact des rejets non traités sur ce milieu. Après mise en fonctionnement de la STEP, 6 campagnes ponctuelles de 1 à 2 jours en saison estivale et hivernale ont été réalisées en 2011 (ASCONIT, 2011) et 2012 (ASCONIT, 2012) aux mêmes points que l'état initial, pour déterminer l'effet de la mise en place d'un traitement par la STEP et l'impact des rejets traités sur le milieu récepteur.

### III. PRESENTATION DE L'INSTALLATION

#### III.1 RESEAU ET RACCORDEMENTS

La mairie de Gouaux de Larboust a fourni l'ensemble des documents relatifs au réseau et au poste de relevage. Le réseau de collecte des eaux usées (figure 32 en annexe), réputé séparatif, a été légèrement développé depuis l'hiver 2011 avec quelques raccordements complémentaires.

Le tableau 1 compare les raccordements effectifs entre fin 2010 et fin 2012 aux estimations de charge utilisées pour le dimensionnement de la STEP, qui sont détaillées dans les tableau 19 à tableau 21 en annexe (SOGREAH consultants, 2008). Notons que les raccordements sont exprimés avec des unités d'occupation ou d'activité, tandis que les estimations ont été faites en équivalent habitant (EH).

Dans les prochaines années, la commune espère toujours faire réaliser un lotissement proche de la station de ski sur deux lots de 12000 m<sup>2</sup>, soit approximativement 1000 EH supplémentaires à court terme (dans 3 ans) et 2000 EH à long terme. Le projet à long terme (vallée blanche) a par contre été abandonné.

tableau 1 : Comparaison des raccordements effectifs entre 2010 et 2012 et des estimations de charge utilisées pour le dimensionnement de la STEP

	Raccordements effectifs			Estimations (EH) (SOGREAH consultants, 2008)					
	En décembre			Novembre 2008		Court terme		Long terme	
	2010	2011	2012	Basse saison	Haute saison	Basse saison	Haute saison	Basse saison	Haute saison
Village du haut (habitants)	non	110*	110	60	260	60	290	60	290
Colonie à l'année (lits)	non	75	75						
Village du bas (habitants)	non	non	non**	10	60	10	60	10	60
Station de ski Agudes (lits)	1110								
4 restaurants (couverts)	300 midi /50 soir			10	1400	25	2400	25	4400
Hôtel station de ski des Agudes (lits)	60								
Hameau des 3 colonies (lits)	non réalisé	non réalisé	240 (réalisé été 2012)		200		200		200
Projet Vallée blanche (lits)	Projet abandonné								800
<b>TOTAL</b>	<b>1170</b>	<b>1355</b>	<b>1595</b>	<b>80</b>	<b>1920</b>	<b>95</b>	<b>2950</b>	<b>95</b>	<b>5750</b>

EH : estimations réalisées avec 150L/EH et 60gDBO5/EH

\* réalisé dans l'été 2011

\*\* prévision pour décembre 2013 : 52 EH

## III.2 DESCRIPTION DE L'INSTALLATION DE TRAITEMENT

### III.2.1 Niveaux de rejets

Les objectifs de traitement initialement demandés dans le cahier des clauses techniques particulières (CCTP), et ceux garantis par le constructeur et repris par l'arrêté préfectoral, sont reportés dans le tableau 2.

tableau 2 : Objectifs de traitement

Paramètres	Garanties constructeur et arrêté préfectoral de 2008	
	CCTP	Concentrations maximales (mg/L)
DBO5 (mg/L)	25	5
DCO (mg/L)	125	30
MES (mg/L)	35	<5 <sup>1</sup>
NGL (mgN/L)	15	15
NKJ (mgN/L)	10	10
NH4 (mgN/L)	4	4
PT (mg/L) : période de pointe	2	2
pH	/	compris entre 6 et 8,5
Température	/	< 25°C

Le constructeur précise dans la notice d'exploitation (Loïra, 2010d) que les valeurs seront contrôlées sur un échantillon moyen journalier pour l'ensemble des paramètres à l'exception de l'azote NGL, garanti :

- en moyenne journalière pour une température d'effluent supérieure à 12°C
- en moyenne annuelle pour une température inférieure à 12°C.

Le constructeur limite de plus ses garanties aux conditions de charge suivantes :

- Les flux journaliers de DBO5 et DCO reçus sont compris entre 33 et 100 % des charges nominales
- Le débit journalier est compris entre 33 et 120 % du débit nominal.

L'arrêté préfectoral (Préfecture de la haute garonne, 2008), qui fera référence pour évaluer la conformité locale des rejets, reprend les valeurs de concentrations garanties par le constructeur énoncées au tableau 2, avec les précisions suivantes : ces performances sont à respecter tant que les charges hydrauliques et polluantes reçues ne dépassent pas 100% de la capacité nominale (tableau 3). Il n'y a cependant pas de limite basse.

Le nombre toléré d'échantillons non conformes sur les paramètres DCO, MES et DBO5 est limité à 2. Leurs concentrations devront toutefois être inférieures à 85 mgMES/L, 250 mgDCO/L et 50 mgDBO5/L.

<sup>1</sup> Inférieur au seuil de détection de l'analyse

Pour le paramètre NGL, les rejets sont considérés comme conformes si la concentration limite (15 mg/L) est respectée en moyenne annuelle, ou si aucun échantillon prélevé n'a une concentration supérieure ou égale à 20 mg/L quand la température dans le réacteur biologique est supérieure ou égale à 12°C.

### III.2.2 Bases de dimensionnement

Cette STEP est prévue pour fonctionner avec des variations de charge très importantes passant de 85 EH en période creuse à 3000 EH en période de pointe. Les données de dimensionnement utilisées par la société Loïra (Loïra, 2010b) (Loïra, 2010d) sont énoncées dans le tableau 3.

tableau 3 : Bases de dimensionnement du constructeur

	<b>Période creuse</b>	<b>Période de pointe</b>	Facteur
	Du 1/4 au 30/6 et du 1/9 au 30/11	Du 1/12 au 31/3 et du 1/7 au 31/8	
Equivalent Habitant (EH)	85	3000	x 35
<b>Charge hydraulique à traiter</b>			
Charge hydraulique journalière (m3/j)	13	450	x 35
Charge hydraulique moyenne horaire (m3/h)	0,7	19,2	x 27
Charge hydraulique de pointe horaire (m3/h)	2,1	60	x 29
<b>Charge polluante à traiter (kg/j)</b>			
DCO	12,5	432	x 35
DBO5	5,1	180	x 35
MES	6	207	x 35
NKJ	1,3	45	x 35
PT	0,2	5,9	x 35
<b>Concentrations effluents à traiter (mg/L)</b>			
DCO	960		
DBO5	400		
MES	460		
NKJ	100		
PT	13		

Température minimale du fluide en entrée de station : 6°C; Température minimale du fluide en entrée de traitement biologique : 8°C

Ce dimensionnement a été établi sur les bases du rapport SOGREAH de novembre 2008 (SOGREAH consultants, 2008) estimant les évolutions de charge à traiter dans les prochaines années comme l'indiquent les tableaux en annexe (tableau 19, tableau 20, tableau 21).

### III.2.3 Description de la file eau

La description de ces ouvrages a été réalisée à l'aide des différents documents techniques et plans fournis par la société Loïra. Un schéma de la file eau est présenté en figure 1



Dans ce rapport, le bassin tampon est dénommé "BT", les bassins biologiques (boues activées) sont dénommés "BIO" et les compartiments membranaires sont dénommés "CM".

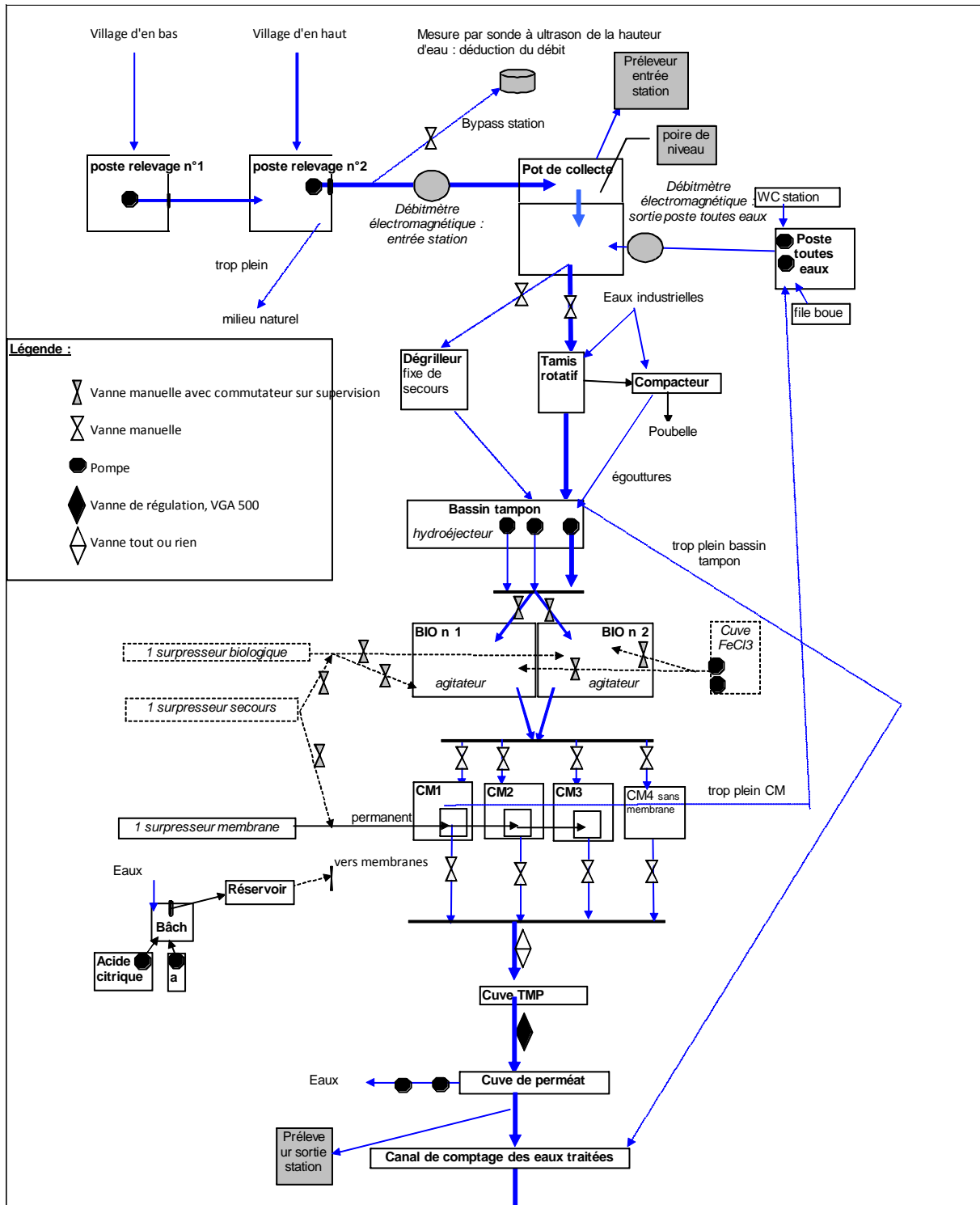


figure 1 : Schéma de la file eau

### III.2.3.1 En amont de la STEP

Les eaux usées sont acheminées vers la STEP à l'aide de deux postes de relevage, le premier de petite capacité (nommé poste de relèvement n° 1 dans ce rapport) équipé de deux pompes à débit nominal de 10 m<sup>3</sup>/h et le second (nommé poste de relèvement n° 2) situé près de la STEP (comme l'indique la photo 1 en annexe) équipé de deux pompes à débit nominal d'environ 60 m<sup>3</sup>/h chacune. Un panier dégrilleur permet de protéger ces pompes. Le poste n°2 est équipé d'un trop plein vers le milieu récepteur (Gouté de Courbe).

### III.2.3.2 Au niveau de la STEP

Les eaux brutes peuvent être bypassées par décision de l'exploitant à l'aide de vannes manuelles placées à l'intérieur de la STEP. Ce bypass externe est comptabilisé via un déversoir calibré spécifique (lame déversante) et une sonde de mesure de niveau d'eau<sup>2</sup> (Loïra, 2010d). Selon les préconisations du constructeur, après chaque by-pass ce regard devra être nettoyé pour éviter l'accumulation de matière en amont de la lame déversante.

Les eaux brutes admises sur la STEP sont comptabilisées à l'aide d'un débitmètre électromagnétique<sup>3</sup>.

#### III.2.3.2.1 Pot de collecte et prétraitement

Après comptabilisation les eaux brutes se déversent dans un premier compartiment d'un pot de collecte assurant le mélange de ces eaux. Dans le cadre du dispositif d'autosurveillance, l'aspiration d'un préleveur automatique<sup>4</sup> est placée au niveau de ce compartiment, il est asservi au débit d'entrée station et permet d'obtenir un échantillon moyen représentatif des effluents d'entrée bruts.

L'effluent s'écoule gravitairement vers un tamis rotatif<sup>5</sup> trommel à maille ronde de 1 mm, dimensionné pour recevoir jusqu'à 75 m<sup>3</sup>/h. Ce tamis est nettoyé régulièrement à l'aide d'une rampe de lavage intérieure fixe alimentée par les eaux industrielles. Les refus de tamisage sont compactés<sup>6</sup>, collectés puis évacués par sacs avec les déchets ménagers. Les égouttures sont évacuées vers le poste toutes eaux.

Une sonde de niveau<sup>7</sup> placée dans le pot de collecte permet de détecter les trop pleins du tamis rotatif (by-pass du tamisage fin) dû à un colmatage, de forcer le lavage du tamis et d'envoyer un signal d'alarme à la supervision. En cas de colmatage l'effluent est dirigé automatiquement (à l'aide d'une lame basculante) vers un dégrilleur fixe de secours (entre fer de 20 mm). Eventuellement, un jeu de vannes manuelles permet d'acheminer les effluents bruts sur le dégrilleur fixe.

---

<sup>2</sup> LIT-531, ENDRESS & HAUSER, Type sonde : Prosonic S FDU91, Type transmetteur : Prosonic S FMU90, échelle de mesure de 0 à 60 m<sup>3</sup>/h

<sup>3</sup> FIT-200, ENDRESS & HAUSER, Promag 10L1F, DN150, échelle de mesure de 0 à 60 m<sup>3</sup>/h

<sup>4</sup> PR-530, ENDRESS & HAUSER, ASP2000-RPS20, 4 flacons de 12 litres chacun

<sup>5</sup> TL-200, Rotosieve, RS 4024-51, moteur NORD SK71L/2

<sup>6</sup> Compacteur ensacheur, Rotosieve KP200

<sup>7</sup> LSH-201

### III.2.3.2.2 Bassin tampon

Le bassin tampon reçoit les effluents tamisés. Trois pompes à vitesse constante assurent l'alimentation simultanée des deux bassins biologiques avec possibilité d'isolement d'un bassin par un jeu de vannes manuelles. Une des pompes est à petit débit (débit maximum nominal : 11 m<sup>3</sup>/h), les deux autres pompes ont des débits nominaux de 34 m<sup>3</sup>/h (dont une en secours). Ces pompes sont asservies au niveau mesuré dans le bassin tampon. Cet ouvrage est également équipé : d'un agitateur (pour homogénéiser) et non d'un hydroéjecteur comme spécifié sur les descriptions techniques, d'une mesure de niveau (piézomètre<sup>8</sup>), de capteurs de température et de pH<sup>9</sup> permettant de suivre l'évolution de l'effluent stocké. Ce bassin tampon est couvert et l'air vicié est ventilé et désodorisé (charbon actif, III.2.3.2.10).

Un trop plein (surverse interne à la STEP) dirige les excédents gravitairement vers une fosse en amont du canal de comptage des eaux traitées de la station.

En période creuse ce bassin fonctionne comme un poste de relèvement, alors qu'en période de pointe la capacité du bassin tampon est utilisée. Les bases de dimensionnement de ce bassin sont reprises dans le tableau 4. Le volume utile de cet ouvrage est de 242 m<sup>3</sup>, son équipement permet un débit de vidange maximum de 34 m<sup>3</sup>/h.

tableau 4 : Bases de dimensionnement du bassin tampon (société Loïra)

	Unité	Période creuse	Période de pointe
Débit alimentation maximum du bassin tampon	m <sup>3</sup> /h	17,1	75
Hauteur liquide	m	5,5	5,5
Surface bassin tampon	m <sup>2</sup>	44	44
Débit maximum de reprise	m <sup>3</sup>	4	35
Nombre pompe de reprise		1	1 + 1 en secours
Capacité de stockage	h	Non utilisée	6,1

### III.2.3.2.3 Les bassins biologiques

Le réacteur biologique est constitué de deux bassins alimentés en parallèle et dimensionnés sur le principe de la boue activée faible charge pour un traitement de pollution carbonée ((Loïra, 2010d), (Loïra, 2010b)) comme l'indiquent le tableau 5 et le tableau 3. Les bases de dimensionnement correspondant au traitement de l'azote et du phosphore sont reprises dans le tableau 22 et le tableau 23 en annexe.

Le tableau 5 indique qu'il est prévu de fonctionner avec un bassin biologique en période creuse et avec deux en période de pointe. Le mode de passage de deux à un bassin (vidange, alimentation, aération ...) n'est cependant pas explicité.

<sup>8</sup> Lit-300, ENDRESS & HAUSER, FMX167, échelle de mesure de 0 à 6,2 m

<sup>9</sup> Ait-300, ENDRESS & HAUSER, Orbisint-CPS11D, échelle de mesure de 0 à 12 pH & 15 à 80°C

tableau 5 : Base de dimensionnement des bassins de traitement biologique (société Loïra)

		Période creuse	Période pointe
Nombre de bassin en fonctionnement		1	2
Volume utile	m <sup>3</sup>	237	473
Surface unitaire de bassin	m <sup>2</sup>	43	
Hauteur d'eau	m	5,5	
Hauteur totale	m	6	
Débit pointe horaire maximum eaux brutes	m <sup>3</sup> /h	60	
Température minimale	°C	8	
Age de boue retenu	jours	40	36,4
Charge massique appliquée	kgDBO5/kgMVS.j	0,003	0,054
Charge massique appliquée	kgDBO5/kgMES.j	0,002	0,038
Charge volumique appliquée	kgDBO5/m <sup>3</sup> .j	0,022	0,381
Concentration du bassin d'aération (à 12°C)	gMES/L	10	
MV/MS	%	70	

On relève une incohérence dans les âges de boue entre période creuse et de pointe annoncés au tableau 5 : si la charge reçue est multipliée par 35 (tableau 3) et la masse de boue multipliée par 2, l'âge de boue devrait être divisé par un facteur d'au moins  $35/2 = 18$  entre les 2 périodes. Si la valeur de 36 jours paraît réaliste pour la période de pointe, il est alors impossible de fonctionner à 40 jours en période creuse. Ceci est confirmé par les productions de boue exposées au tableau 24 en annexe, dont on peut déduire un âge de boue de 51 jours en période de pointe et d'environ 1000 jours en période creuse. Bien sûr cette valeur ne sera pas réellement atteinte en régime permanent puisque la période creuse elle-même ne dure que 3 mois soit 91 jours.

Les bassins biologiques sont équipés de mesure de niveau<sup>10</sup>, de mesure d'oxygène dissous<sup>11</sup>, d'un agitateur (fonctionnant en automatique sans défaut, marche continue). Les bassins sont alimentés en air par un surpresseur à vitesse variable (un principal et un en secours) dimensionné pour répondre aux demandes en oxygène du tableau 6. Les caractéristiques de ces surpresseurs sont données dans le tableau 31 en annexe.

On relève à nouveau une incohérence entre les demandes en oxygène prévues en période creuse et en période de pointe : si la charge reçue est multipliée par 35, il est impossible que la demande en oxygène n'augmente que d'un facteur 3,9. Si la valeur de 390 kg O<sub>2</sub>/j paraît réaliste pour la période de pointe, celle pour la période creuse est largement surestimée.

<sup>10</sup> Lit-401 & Lit-402, ENDRESS & HAUSER, FMX167, échelle de mesure de 0 à 6,5 m

<sup>11</sup> Ait-401 & AIT-402, ENDRESS & HAUSER, Oxymax W cos 41, échelle de mesure de 0,05 à 20 mgO<sub>2</sub>/L

tableau 6 : Données de dimensionnement de l'aération des bassins de traitement biologique (société Loira)

		Période creuse	Période de pointe
<b>Consommation en O2 réel (à 12°C)</b>			
O2 moyen	kgO <sub>2</sub> /j	100	390
O2 pointe par bassin– valeur calculée	kgO <sub>2</sub> /h	10	22,8
O2 pointe – coefficient de pointe		2,4	1,4
Coefficient de transfert (fines bulles) : CTG		0,4	
Durée aération	h/j	4,4	17,1
<b>Consommation en O2 conditions standards</b>			
Moyen journalier	kgO <sub>2</sub> /j	250	975
Pointe horaire	kgO <sub>2</sub> /h	25	56,9
Hauteur immersion retenue pour dimensionnement	m	5,25	
Rendement des diffuseurs	gO <sub>2</sub> /Nm <sup>3</sup> .m	14,5	
Débit d'air calculé	Nm <sup>3</sup> /h	328,4	747,1
Nombre de surpresseurs		1 + 1 secours	
Débit unitaire d'air retenu	Nm <sup>3</sup> /h	375	750

L'exploitant peut choisir pour chaque bassin le mode de fonctionnement en jouant sur des vannes manuelles. Le débit du surpresseur à vitesse variable sera automatiquement abaissé à son minimum dans le cas d'un fonctionnement sur un bassin. Les seuils d'asservissement de l'oxygène dissous peuvent être ajustés sur la supervision pour la mise en marche et l'arrêt du surpresseur. En cas de défaillance des sondes l'aération est basculée automatiquement en mode cadence / durée paramétrable en supervision par une grille horaire. La concentration en oxygène dissous utilisée pour l'asservissement est obtenue en faisant la moyenne arithmétique des deux concentrations mesurées sur chaque bassin. La mesure de niveau dans les bassins biologiques permet de réguler les débits via les vannes de régulation.

#### III.2.3.2.4 Filtration membranaire

Les données de dimensionnement de l'étape filtration membranaire sont regroupées dans le tableau 7.

tableau 7 : Données de dimensionnement de l'étape filtration membranaire (société Loïra)

		Période creuse	Période de pointe
Volume journalier maximum admissible	m3/j	13	450
Débit moyen journalier	m3/h	0,54	19
Durée de filtration (paramétrable en supervision)	mn	10	
Durée de relaxation diurne (paramétrable en supervision)	mn	2	
Total cycle filtration	mn	12	
Durée arrêt nocturne (paramétrable en supervision)	mn	20	
Temps réel de filtration	mn/j	1136	
Débit brut à traiter	m3/h	0,7	23,8
Débit maximum pompes alimentation étape biologique retenu	m3/h	4	35
Surface unitaire des modules de filtration	m2	462	
Nombre de modules en service		1	3
Surface membranaire totale	m2	462	1386
Flux brut	L/(m2.h)	1,5	17,1
Flux net	L/(m2.h)	1,2	13,5

#### III.2.3.2.4.1 Les compartiments membranaires

Cette installation comporte 4 compartiments membranaires, dont un n'a pas été équipé de membranes ni des équipements d'aération et de mesures associées (compartiment n°4). Ce compartiment contient de l'eau claire et est isolé des bassins biologiques.

La surface totale de membrane installée est actuellement de 1386 m<sup>2</sup> (tableau 7). Les modules membranaires (Alpha Laval, référence MFM300, tableau 32 en annexe) sont immergés dans trois CM, dont les caractéristiques sont rappelées dans le tableau 8, et sont alimentés gravitairement depuis les bassins biologiques. Chaque compartiment membranaire est équipé d'une mesure de niveau<sup>12</sup>. Les entrées et sorties des compartiments membranaires sont isolables par batardeaux manuels. Un trop plein est prévu pour diriger les éventuels excédents de liqueur vers le poste toutes eaux (déclenchement d'une alarme).

<sup>12</sup> Lit-501/502/503, ENDRESS & HAUSER, FMX167, échelle de mesure de 0 à 6,5 m

tableau 8 : Caractéristiques des compartiments membranaires (plan Loïra)

	Compartiment membranaire (CM)			
	n°1	n°2	n°3	n°4
Localisation	Fond du local (proche alimentation)	/	/	Proche entrée local
Dimensions (m)	2,4 x 2,2	2,4 x 1,8	2,4 x 1,8	2,4 x 2,2
Surface unitaire de bassin (m2)	5,3	4,3	4,3	5,3
Hauteur d'eau utile (m)	5,5	5,5	5,5	5,5
Volume utile (m3)	29	24	24	29

L'exploitant choisit le mode de fonctionnement pour chaque compartiment (filtration, lavage, arrêt) à l'aide d'un commutateur en supervision et d'un jeu de vannes manuelles.

L'injection d'air de décolmatage des trois modules membranes est assurée en permanence par un surpresseur à vitesse fixe de 340 Nm<sup>3</sup>/h ou en cas de défaillance (en jouant sur des vannes manuelles) par le surpresseur de secours ayant des capacités de 375 à 750 Nm<sup>3</sup>/h (tableau 6). Les caractéristiques des surpresseurs sont indiquées dans le tableau 31 en annexe.

Il est dommage que le débit d'air ne soit pas variable et asservi au flux brut de filtration. Cela aurait permis d'économiser de l'énergie lorsque le flux est très faible.

#### III.2.3.2.4.2 Les membranes

Ces membranes planes sont organisées en modules de 3 étages empilés et sont en PVDF avec une taille moyenne des pores de 0,2 micromètre. L'ensemble des caractéristiques de ces membranes est présenté dans le tableau 32 en annexe.

#### III.2.3.2.4.3 La régulation du débit de perméat

Les membranes planes utilisées sont conçues pour fonctionner avec des pressions transmembranaires faibles, de l'ordre d'une vingtaine de centimètres (Loïra, 2010a).

Une différence de plan d'eau est créée entre les bassins biologiques et un réservoir d'équilibrage dénommé « cuve TMP » équipée d'une mesure de niveau<sup>13</sup>. La différence de niveau est créée par une vanne de régulation dénommée « VGA-500<sup>14</sup> » (gérée en mode automatique en l'absence de défaut). Une vanne<sup>15</sup> (tout ou rien) en amont de la cuve TMP permet la filtration ou non. La vanne de régulation adapte son ouverture pour respecter une consigne de niveau dans les bassins biologiques en tenant compte de l'aération éventuelle dans ces bassins (élévation du niveau de liquide lors de l'aération). Le niveau des bassins biologiques pris en compte correspond à la moyenne arithmétique des deux niveaux de chaque bassin (Lit-401/402) dans le cas d'un fonctionnement sur les deux bassins biologiques. Ces électrovannes sont munies de capteurs de position dont les indications sont reportées sur la supervision.

<sup>13</sup> Lit-505, ENDRESS & HAUSER, FMX167, échelle de mesure de 0 à 1,8 m

<sup>14</sup> VGA500, AUMA, SA.07.5, diamètre 125 mm

<sup>15</sup> VGA501, AUMA, SA.07.5, diamètre 125 mm

#### III.2.3.2.4.4 La gestion du colmatage des membranes

A un pas de temps régulier des phases de relaxation interrompent les cycles de filtration. La vanne de régulation et la vanne tout ou rien sont fermées pour une durée paramétrable sur la supervision. La filtration est arrêtée mais l'air membrane continue d'être injecté.

Aucun rétrolavage à l'eau ni avec des réactifs n'est utilisé.

Tous les deux ou trois mois (consigne fournisseur de membrane), un lavage interne (face perméat) à l'hypochlorite de sodium est prévu pour éliminer la biomasse accrochée et éviter des colmatages à cœur irréversibles et des usures inutiles de la membrane. La possibilité de lavages à l'acide citrique est également prévue dans le cas de carbonatation des surfaces des membranes, mais il est peu probable que cela se produise sur ce site qui traite des eaux très douces. Les lavages doivent être effectués compartiment par compartiment.

Le suivi du colmatage des membranes est assuré en suivant la différence entre les niveaux des bassins biologiques et de la cuve TMP (seuil fixé en supervision et paramétrable), les principales régulations mises en œuvre sont :

- Seuil 1 : alarme déclenchée
- Seuil 2 : alarme déclenchée + lavage demandé
- Seuil 3 : Vanne de régulation fermée + pompes de relèvement bassin tampon arrêtées.

L'exploitant déclenche si nécessaire le lavage de membranes en actionnant un commutateur sur la supervision (compartiment en mode lavage) et en actionnant un jeu de batardeaux manuels pour isoler le CM. Ensuite, la préparation des réactifs de nettoyage peut commencer.

#### III.2.3.2.4.5 Préparation des réactifs de nettoyage des membranes

Une bûche de préparation de ces réactifs dénommée « bûche CIP » de 5 m<sup>3</sup> permet de préparer la solution de nettoyage d'acide citrique ou d'hypochlorite de sodium avant injection gravitaire dans les membranes. La bûche CIP peut être alimentée par une pompe<sup>16</sup> en hypochlorite de sodium (2,5 kg d'hypochlorite de sodium pur / lavage) ou par une pompe<sup>17</sup> en acide citrique depuis leurs cuves de stockage respectives. Une électrovanne devait permettre d'alimenter cette bûche en eau industrielle (en fait de l'eau potable est utilisée) et cette cuve est équipée d'une mesure de niveau<sup>18</sup>.

L'exploitant doit adapter le calibrage des pompes et la durée de pompage des réactifs à la concentration des réactifs (concentration d'eau de javel pure dans la solution de lavage : 500 mg/L). Lors de ce suivi, les réactifs ont été ajoutés manuellement dans la bûche CIP. De plus, 1 litre de soude est ajouté à chaque lavage à l'hypochlorite de sodium pour maintenir un pH basique.

#### III.2.3.2.4.6 Nettoyage des membranes

Une pompe à vitesse variable<sup>19</sup> envoie les réactifs de nettoyage contenus dans la bûche CIP dans un réservoir<sup>20</sup> (de 308 litres) de mise en charge équipé d'une

---

<sup>16</sup> PV-902

<sup>17</sup> PV-903

<sup>18</sup> Lit-506, ENDRESS & HAUSER, FMX167, échelle de mesure de 0 à 1,6 m

<sup>19</sup> PC-502



mesure de niveau<sup>21</sup>, jusqu'à épuisement du réactif (4,6 m<sup>3</sup>) contenu dans la bache CIP. Les mesures de niveau dans le réservoir de mise en charge et dans les compartiments membranaires permettent de réguler le débit de la pompe à vitesse variable. Une différence de niveau entre ce réservoir et le compartiment membranaire à nettoyer est maintenue constante (de l'ordre de 10 cm, paramétrable en supervision) et permet une alimentation en gravitaire. Les nettoyages s'effectuent module de membrane par module de membrane avec un débit de perméation de 10 L/m<sup>2</sup>.h.

#### III.2.3.2.5 Bâche eau traitée

Le perméat s'écoule gravitairement depuis la cuve TMP dans une bache. Par débordement, cette bache alimente une fosse de tranquillisation en amont du canal de comptage en sortie de station.

La bache permet de stocker les eaux nécessaires aux différentes utilisations d'eau industrielle sur la STEP, dont le lavage du tamis rotatif et du compacteur (ce dernier n'est pas effectif au cours de ce suivi). La centrifugeuse et la cuve de préparation des polymères de la file boue devraient également être alimentées par l'eau industrielle mais la file boue n'a jamais été utilisée depuis la mise en service de la STEP. L'eau potable est utilisée pour la préparation des réactifs de lavage des membranes.

#### III.2.3.2.6 Eau industrielle

Deux pompes centrifuges à vitesse variable<sup>22</sup> assurent l'alimentation en eau industrielle de la station via un groupe de surpression. En fonctionnement normal, les pompes maintiennent une pression constante dans le réseau de distribution de l'eau industrielle.

#### III.2.3.2.7 Canal de comptage de l'eau traitée et préleveur de sortie

Un canal venturi<sup>23</sup> équipé d'une mesure de niveau permet de mesurer le débit en sortie de station.

Dans le cadre du dispositif d'autosurveillance, l'aspiration d'un préleveur automatique<sup>24</sup> est placée dans la fosse en amont du canal de comptage de l'eau traitée. Il est asservi au débit de sortie de station et permet d'obtenir un échantillon moyen représentatif des effluents de sortie intégrant à la fois le perméat et les éventuelles surverses du bassin tampon (III.2.3.2.2).

#### III.2.3.2.8 Traitement du phosphore et poste d'injection du chlorure ferrique

Le traitement du phosphore est assuré par voie physicochimique avec du chlorure ferrique (FeCl<sub>3</sub>). La quantité à ajouter est adaptée en fonction des analyses (consignes en supervision). Un point d'injection de chlorure ferrique par bassin biologique est prévu.

Une cuve de 10 m<sup>3</sup> munie de 3 détecteurs de niveau contient ce réactif. Deux pompes doseuses injectent à débit fixe (réglage manuel) et en mode cadence-durée

---

<sup>20</sup> PI-502

<sup>21</sup> LIT-502

<sup>22</sup> Marque LOWARA FHE32-200/30/P

<sup>23</sup> CC-530 / FIT-530, ENDRESS & HAUSER, type canal : HQI-520N, type transmetteur : Prosonic S FMU90, type sonde : Prosonic S FDU 91, échelle de mesure de 1,6 à 90 m<sup>3</sup>/h

<sup>24</sup> PR-530, ENDRESS & HAUSER, ASP2000-RPS20, 4 flacons, flacon de 12 litres

en fonction du débit d'entrée station (paramétrable en supervision) dans les deux bassins biologiques. Un jeu de vannes manuelles et un commutateur en supervision permet d'alimenter un ou deux bassins biologiques (au choix). Lors de ce suivi ce poste n'a pas été utilisé pour éviter de diminuer l'alcalinité dans les bassins (VI.2.8).

#### III.2.3.2.9 Poste toutes eaux

Le poste toutes eaux reçoit les colatures de l'ensemble de l'installation (lors de ce suivi seules les eaux des sanitaires s'y déversaient, la filière boue n'étant pas utilisée). Deux pompes à vitesse fixe<sup>25</sup> (qui permutent en fonction du temps de fonctionnement) renvoient ces eaux vers le pot de collecte (dans un deuxième compartiment, cf. III.2.3.2.1) en amont des prétraitements et en aval du préleveur entrée station. Le suivi du débit de ces pompes est assuré par un débitmètre électromagnétique<sup>26</sup>.

#### III.2.3.2.10 Désodorisation

L'air vicié du local prétraitement/traitement des boues/bassin tampon/poste toutes eaux et du local benne à boues est extrait à l'aide d'un ventilateur<sup>27</sup> en fonctionnement continu et passé par un filtre à charbon actif<sup>28</sup>.

#### III.2.3.2.11 Eau potable

Le réseau d'eau potable alimente les locaux de la STEP et les douches de sécurité. La consommation est suivie par un compteur. Lors de ce suivi ce compteur a été endommagé par le gel, il devra être remplacé et mieux protégé à l'avenir.

### **III.2.4 Description de la file boue**

Cette file n'étant pas utilisée au cours de ce suivi, l'ensemble des informations a été reporté dans le document 1 en annexe.

---

<sup>25</sup> PC-170/171

<sup>26</sup> FIT-170, ENDRESS & HAUSER, Promag 10L65, échelle de mesure de 0 à 15 m3/h

<sup>27</sup> VE-001

<sup>28</sup> CA-001

## **IV. PROTOCOLE DE SUIVI**

---

Le suivi réalisé par Irstea sur cette 2<sup>ème</sup> saison hivernale s'est déroulé du 13 décembre 2011 au 5 avril 2012 (16 semaines). Contrairement au suivi précédent, il englobe à la fois la période des vacances scolaires de Noël (17/12 – 2/01) et d'hiver (11/02 - 11/03).

Le suivi a été renforcé cette saison par l'installation de capteurs (l'implantation et la profondeur d'immersion de ces capteurs est indiquée dans la figure 34 en annexe) avec enregistrement et télétransmission du signal dans le bassin tampon et dans les bassins biologiques, et par un échantillonnage moyen quotidien en sortie de la bâche perméat.

Afin de cerner au mieux le fonctionnement de l'installation, Irstea a suivi précisément les caractéristiques des effluents sortie bassin tampon (admis sur les bassins biologiques) et non l'effluent brut entrée station. Cela fut d'autant plus justifié lors de ce suivi au vu des temps de séjour dans le bassin tampon et des marnages observés. Pour cela Irstea a placé un préleveur automatique<sup>29</sup> permettant de réaliser des échantillons moyens journalier des effluents admis sur les bassins biologiques et un spectrophotomètre dans le bassin tampon permettant de mesurer en continu la DCO et les MES (IV.2.2. IV.2.3).

La qualité du perméat a été suivie en déplaçant le tuyau d'aspiration du préleveur de sortie de la STEP dans la bâche perméat pour s'affranchir des éventuelles surverses du bassin tampon.

Les enregistrements de la supervision, peu utilisés lors du premier suivi, ont été exploités au maximum (débits, capteurs analogiques, temps de marche des appareils,..). La combinaison de ces informations a permis de déterminer les charges admises et rejetées chaque jour, et de suivre l'évolution des caractéristiques principales de la boue activée (MES, pH, O<sub>2</sub>, température). Cette approche exhaustive avec un pas de temps journalier est nécessaire pour comprendre et interpréter le comportement fortement dynamique de cette installation.

### **IV.1 RECUPERATION DES INFORMATIONS DE LA STEP**

#### **IV.1.1 Données exploitables de la supervision**

Les données enregistrées sur la supervision de la STEP ont été extraites puis analysées par Irstea. Certaines informations complémentaires ont été récupérées à l'aide de relevés manuels.

#### **IV.1.2 Relevés hebdomadaires de l'exploitant**

A chaque visite de l'exploitant sur l'installation (1 visite hebdomadaire) un ensemble de mesures et relevés ponctuels a été réalisé en des points précis de l'installation : relevés des valeurs de certains capteurs de l'installation et d'Irstea (directement sur les transmetteurs des appareils ou sur la supervision), mesure de l'indice de boue.

---

<sup>29</sup> ENDRESS & HAUSER, ASP2000-RPS20, 4 flacons de 12 litres chacun

L'ensemble de ces relevés sont reportés dans le tableau 33 en annexe. A partir du 15/12/11, les principaux événements et interventions sur l'installation ont été consignés dans un fichier informatique (nettoyage des membranes, modification des asservissements, livraison réactifs, ...).

## **IV.2 CARACTERISATION DES EFFLUENTS ET DES BOUES**

### **IV.2.1 Collecte, préparation, conditionnement et expédition des échantillons**

L'ensemble des prélèvements a été envoyé par colis isotherme avec un délai de réception maximal de 24 heures au laboratoire de chimie d'Irstea de Bordeaux pour analyse.

### **IV.2.2 Caractérisation des effluents d'entrée station**

Afin de cerner la qualité de l'effluent d'entrée de la station en période creuse un prélèvement moyen journalier du 18/12 au 19/12/11 a été réalisé à l'aide du préleveur d'entrée de la station asservi au débit. Le tableau 34 en annexe indique les analyses effectués.

### **IV.2.3 Caractérisation des effluents du bassin tampon**

Pour mieux connaître les caractéristiques des effluents admis dans les bassins biologiques Irstea a mis en place un préleveur réfrigéré automatique (4 flacons) dont l'aspiration est placée au plus près du niveau des pompes du bassin tampon (soit 1 à 2 mètres au dessus des pompes) et asservi à leur temps de marche. Ainsi 11 prélèvements journaliers hebdomadaires quasi-proportionnels au débit ont pu être constitués et récupérés par l'exploitant.

Un spectrophotomètre<sup>30</sup> d'Irstea a été plongé dans le bassin tampon au plus près du niveau des pompes de relèvements (soit 1 mètre au dessus des pompes). Cet appareil, après étalonnage sur site, permet de connaître les caractéristiques de l'effluent (DCO et MES) à un pas de temps de 2 minutes. Ces valeurs ont été récupérées journalièrement par liaison téléphonique et stockées à Irstea de Bordeaux. L'exploitant a réalisé régulièrement le nettoyage de cette sonde. Les valeurs relevées par ce capteur sont régulièrement comparées avec tous les échantillons ponctuels réalisés dans le bassin tampon (environ une vingtaine d'échantillons ponctuels sur ce suivi). Ces prélèvements ponctuels ont été réalisés au plus près de l'aspiration des pompes à 5 m d'immersion après mise en marche forcée de l'agitateur durant plusieurs minutes.

L'ensemble des prélèvements effectués dans le bassin tampon sont recensés dans le tableau 35 annexe.

---

<sup>30</sup> S ::CAN Spectrolyser

#### **IV.2.4 Caractérisation des boues des bassins biologiques et des compartiments membranaires**

Afin de connaître les concentrations en boues des bassins biologiques, Irstea a équipé cette installation de deux MESmètres (un dans chaque BIO). Le matériel mis en place permet de réaliser assez aisément des mesures dans tous les bassins de l'installation en déplaçant un des capteurs.

Afin de vérifier et recalibrer les MESmètres mis en place par Irstea, des prélèvements ponctuels hebdomadaires ont été effectués par Irstea et l'exploitant dans chaque BIO, à une profondeur équivalente à la hauteur d'immersion de la sonde (soit 2 m d'immersion pour le BIO1 et 3 m pour le BIO 2) et après mise en marche forcée de 30 minutes des agitateurs de chaque bassin (tableau 36 en annexe).

Afin de comparer les concentrations en boues dans les bassins quelques prélèvements ponctuels ont été réalisés par Irstea dans les compartiments membranaires (CM). Un prélèvement effectué par Irstea le 13/12/11 dans le CM4 (sans membranes) confirme que ce bassin contient uniquement de l'eau claire.

Irstea et l'exploitant ont réalisé également une mesure d'indice de boue hebdomadaire sur le bassin biologique n°2 uniquement (tableau 36 en annexe). Le tableau 34 en annexe indique les analyses effectuées.

Des analyses de matières sèches avaient été prévues sur les boues déshydratées, mais n'ont pas été réalisées puisqu'il n'y a pas eu d'extraction de boue pendant le suivi.

#### **IV.2.5 Caractérisation des effluents de sortie station**

Dans le cadre de l'autosurveillance la crépine de ce préleveur était placée dans la fosse en amont du canal de comptage (pour suivre la qualité du perméat et éventuellement les surverses du bassin tampon, cf. III.2.3.2.2).

Pour ce suivi, la crépine de ce préleveur a été déplacée (après accord de l'exploitant, de la police des eaux et de l'Agence de l'eau) dans la bêche de perméat afin de suivre au mieux la qualité réelle du perméat produit. En effet, il a été constaté à plusieurs reprises des surverses du bassin tampon avant et pendant ce suivi. Le préleveur de sortie de la station est asservi au débit de sortie de l'installation (canal venturi). Les échantillons moyens 24 heures en sortie de station ont donc été collectés régulièrement (le préleveur a été équipé d'un distributeur 24 flacons pour collecter 3 flacons de 1 litre par jour). L'asservissement de ce préleveur a été adapté par l'exploitant il était de 60 mL d'effluent collectés tous les 3 m<sup>3</sup> enregistrés au niveau du débitmètre de sortie STEP en période de pointe.

Ce préleveur a fonctionné en quasi-continu du 19/12/11 au 4/4/12. Les 13, 14 et 16/12/11 quelques prélèvements ponctuels dans la bêche perméat ont permis d'estimer la qualité du rejet avant installation du préleveur (temps de séjour important dans cette bêche à cette période environ 50 jours, VI.1).

Une fois par semaine un ensemble complet d'analyses est effectué sur cet effluent et les 6 autres jours seules les formes azotées, pH, conductivité, DCO, TAC, TA ont été analysées (tableau 34 en annexe).

#### **IV.2.6 Caractérisation de l'eau potable**

Quatre prélèvements ponctuels ont été réalisés (par Irstea ou l'exploitant) au robinet du local d'exploitation les 14/12/11, 18/1, 8/3 et 4/4/12. Le tableau 34 en annexe indique les analyses effectués. L'objectif de ces prélèvements était de comparer la minéralisation des eaux usées à celle de l'eau potable de la commune de Gouaux de Larboust.

#### **IV.2.7 Paramètres analysés**

Les analyses effectuées sur l'ensemble des échantillons sont reportées dans le tableau 34 en annexe. Elles ont été effectuées au laboratoire de chimie d'Irstea de Bordeaux. Les références des méthodes analytiques sont listées dans le tableau 37 en annexe.

#### **IV.2.8 Suivi des surverses du poste de relèvement n°2 et des by-pass externes de la station**

Afin de suivre les potentielles surverses dans le Gouté de Courbe du poste de relevage n°2 en amont de l'installation et les by-pass de la station, Irstea a mis en place du 15/12/11 au 5/4/12 une centrale d'acquisition de données autonome permettant d'enregistrer les temps de fonctionnement de chacune des 2 pompes équipant ce poste. Le débit relevé par ce poste a été estimé par le temps de fonctionnement des pompes multiplié par un débit des pompes installées de 56 m<sup>3</sup>/h (document technique société Almson : 60 m<sup>3</sup>/h en nominal, le débit horaire estimé lors du précédent suivi était de 57 m<sup>3</sup>/h).

Sur l'ensemble du suivi, aucun by-pass de la station n'a été observé puisque l'on constate une parfaite adéquation entre les débits enregistrés en entrée de station et les débits relevés par ce poste (figure 35 en annexe), même au cours des journées de réensemencement en boues ou à forte pluviométrie. Les cycles de fonctionnement de chaque pompe sont courts (de 1 min à 1 min40) et n'indiquent pas de surverse de ce poste.

#### **IV.2.9 Pluviométrie**

Un pluviomètre a été installé sur l'aire de stationnement de la STEP. Ce pluviomètre n'est pas équipé d'un système de chauffage et n'est donc pas représentatif des précipitations neigeuse en temps réel. Cependant il permet de connaître les périodes à forte pluviométrie (figure 35 en annexe) expliquant les pointes de débits en entrée de STEP.

#### **IV.2.10 Analyse de l'autosurveillance et de l'autocontrôle**

L'arrêté préfectoral précise les fréquences de mesures à réaliser en entrée et sortie de la station (Préfecture de la haute garonne, 2008). Elles sont reportées dans le tableau 38 en annexe.

L'autosurveillance a été suspendue au cours de ce suivi (après accord de la police des eaux), au vu du contingent d'analyses effectués par Irstea.

#### **IV.2.11 Observations microscopiques des boues et du perméat**

De multiples observations microscopiques de prélèvements ponctuels de boue dans les bassins biologiques, et au niveau du perméat ont été ajoutées au protocole initial (VI.2.12). Elles se sont révélées utiles pour comprendre l'évolution de l'indice de boue, identifier les effets des variations de charge sur la biologie et comprendre la source des MES contenues dans le perméat.

## V. RESULTATS ENTREE-SORTIE

---

### V.1 ETAT INITIAL ET CONFIGURATION ADOPTEE LORS DU SUIVI

Au vu des résultats du précédent suivi (Vedrenne *et al.*, 2011), il était convenu<sup>31</sup>:

- de faire un diagnostic et de rechercher les solutions pour éviter le rejet de MES dans l'eau traitée
- de mettre en place une exploitation pérenne
- de mettre en place un report d'informations supervision pour l'exploitation courante et le suivi
- de lever la limitation de la capacité nitrification (pH, alcalinité ...) par ajouts de TAC
- d'adapter le fonctionnement de la STEP à la charge entrante et d'optimiser la dépense énergétique (étude réduction aération membranes)
- de réensemencer en boues avant l'ouverture de la station de ski et avant les vacances d'hiver

Finalement au cours de ce suivi :

- le diagnostic des rejets de MES n'a pas été effectué
- la récupération de toutes les informations de la supervision a été réalisée. Certaines données ne sont pas récupérables car non sauvegardées (cumuls journaliers de débits et de temps de fonctionnement)
- la complémentation en TAC n'était pas prévue au début du suivi. L'apport de TAC a été réalisé par ajouts manuels de bicarbonates de sodium entre le 15/2 et le 9/3/12, avec une fréquence variable.
- l'injection de chlorure ferrique a été totalement arrêtée afin de conserver un maximum d'alcalinité pour la nitrification.
- la réduction des temps d'aération des membranes n'a pas été étudiée. L'aération des membranes a été maintenue en continu et la filtration membranaire s'est effectuée simultanément sur les 3 compartiments membranaires
- des réensemencements en boue ont été effectués
- Le maître d'ouvrage n'ayant pas réussi à recruter un nouvel exploitant communal, il a confié l'exploitation à la société Loïra (constructeur). Celle-ci a effectué une visite hebdomadaire sur site.
- La configuration du système était la même que lors du suivi précédent, avec 2 bassins biologiques (fonctionnement en parallèle sur l'ensemble du suivi) et 3 compartiments membranaires en service.
- Quelques modifications ont été apportées au fonctionnement de l'installation, notamment la mise en service de l'agitation mécanique séquencée (15/15 min) dans les 2 bassins biologiques pour assurer une meilleure homogénéisation de la boue.

Afin de déterminer la masse de boue à introduire un prélèvement des boues de la STEP de Gouaux de Larboust et de la STEP de Bagnères de Luchon (31) ont été

---

<sup>31</sup> Réunion de synthèse du suivi précédent et réunion préparatoire de ce suivi, le 25/11/11 à l'Agence de l'eau Adour Garonne, en présence des représentants de Loïra, Mairie de Gouaux de Larboust, Irstea, Agence de l'eau



effectué le 6/12/11 et envoyé à Irstea pour effectuer des mesures de cinétiques maximales de nitrification. Les résultats de ces tests ont permis de réaliser une note portée à la connaissance de l'exploitant le 12/12/11 (document 2 en annexe).

Les boues de la STEP de Bagnères de Luchon (BDL) se sont révélées aptes à être utilisées pour le réensemencement. Il est précisé dans cette note que les conditions qui régneront dans les bassins de traitement auront une influence forte sur la capacité effective de nitrification (pH, température, concentration en oxygène dissous et concentration en NH<sub>4</sub>), avec une attention particulière à apporter sur le contrôle du pH (et l'alcalinité) au vu des observations réalisées lors du précédent suivi. Après avoir envisagé différents scénarios de charge reçue en azote et de conditions de fonctionnement, il a été décidé sur site le 13/12/11 (en fonction de l'enneigement observé et de la fréquentation touristique extrapolée) de prévoir le réensemencement avec 24 m<sup>3</sup> de boues de la STEP de Bagnère de Luchon (soit 3 camions, dans la même journée) avant les vacances scolaires de Noël. Ensuite une nouvelle réflexion était prévue en fonction des résultats obtenus avant les vacances scolaires d'hiver.

Différentes contraintes ont abouti à retarder et fractionner les apports (conditions climatiques, disponibilités simultanée des boues de BDL et de l'exploitant de Gouaux). Un premier réensemencement de seulement 7,5 m<sup>3</sup> de boues du silo de la STEP de Bagnères de Luchon a été apporté avant les vacances scolaires de Noël (le 19/12/11). A la livraison sur la STEP de Gouaux de Larboust ces boues ont d'abord été dépotées dans le poste de relèvement n°2 puis tamisées (tamisage fin) afin d'éliminer les plus grosses particules, puis envoyées dans le bassin tampon (BT). Les boues n'ont été effectivement introduites dans les bassins biologiques qu'à la fin des vacances scolaires (3 et 4 janvier) suite à un stockage involontaire dans le BT par décantation en l'absence d'agitation. Ce réensemencement représentait en théorie une augmentation de 0,2 gMS/L alors que l'on constate un saut de 0,6 gMES/L comme l'indique les capteurs de MES placés dans les bassins biologiques (figure 21) et les échantillons effectués (tableau 39 et tableau 40 en annexe). Ce complément en boue et la reprise des dépôts a permis de passer de 1,3 gMES/L (60% MVS) à 2,0 gMES/L (72% MVS). Des dépôts stockés dans ce bassin ont donc été pompés dans les bassins biologiques après mise en marche automatique de l'agitateur. Auparavant Irstea a constaté que la mise en marche de l'agitation du bassin tampon (environ 40 minutes) remettait en suspension une part importante de matières déposées au fond (sans agitation : 64 mgMES/L après agitation 645 mgMES/L, tableau 41 en annexe). La programmation de la marche de l'agitateur a donc été modifiée pour assurer la reprise des dépôts (20 minutes de marche et 20 minutes d'arrêt).

Deux autres complémentations en boue ont eu lieu le 17/1/12 (8 m<sup>3</sup>) et le 31/1/12 (8 m<sup>3</sup>) soit l'équivalent à chaque fois d'environ 0,2 gMS/L par bassin biologique (confirmé par les capteurs MES, cf. VI.2.3).

## **V.2 DEBITS ENTREE ET SORTIE DE LA STATION**

L'ensemble des débits journaliers présentés dans ce rapport sont exprimés de 00h00 à 23h59.

Les débits cumulés en entrée et sortie de l'installation collectés sur la supervision (figure 2) indiquent une bonne correspondance après application d'un facteur correctif de seulement 3% sur les débits de sortie. Ceci valide la mesure des débits.

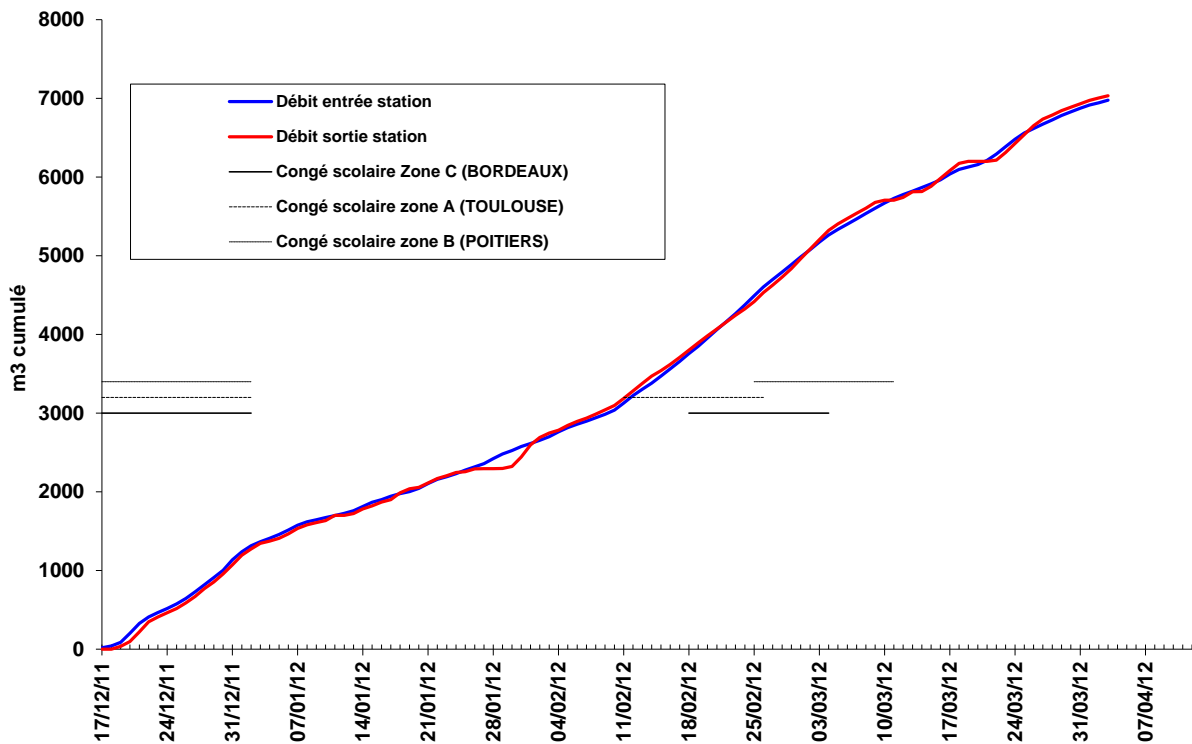


figure 2 : Débits cumulés en entrée et sortie de la station.

Les ruptures de pentes visibles fin décembre et vers la mi-mars marquent la fin de la période de fréquentation touristique.

## V.3 DEBITS ET CARACTERISTIQUES DES EAUX BRUTES EN ENTREE DE STATION

### V.3.1 Débits

Les débits mesurés en entrée de station étaient systématiquement inférieurs à 33 % du débit nominal comme l'indique la figure 3.

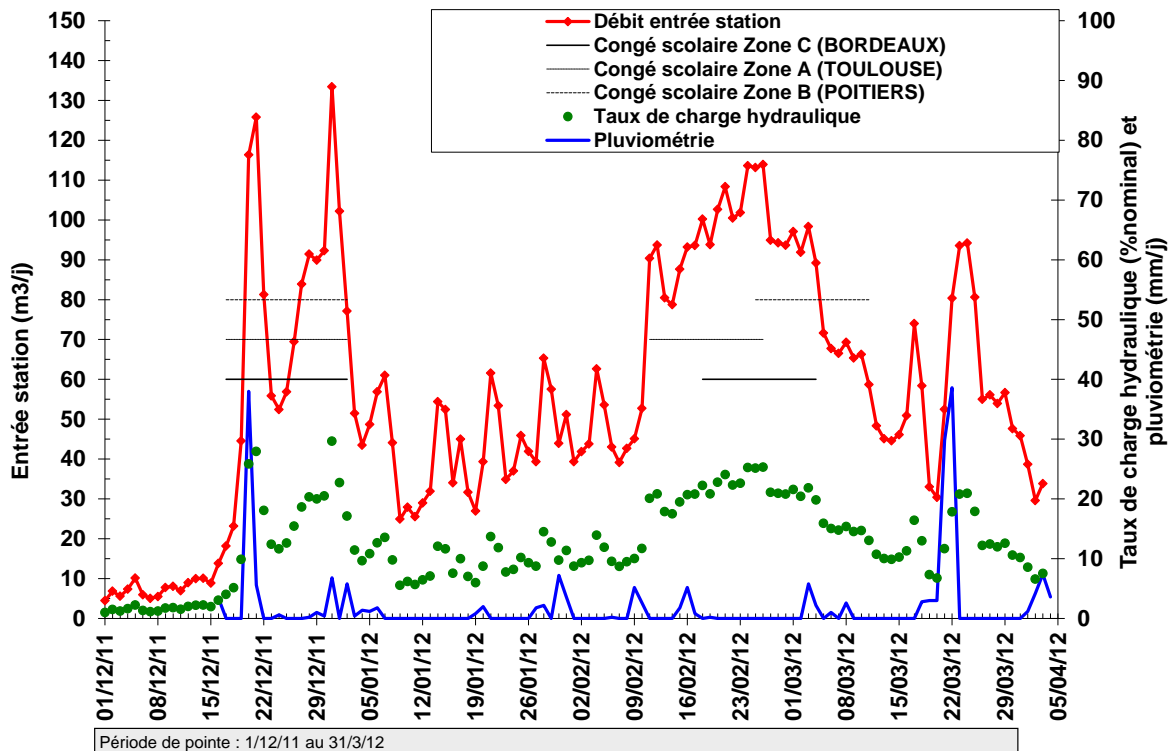


figure 3 : Evolution du débit en entrée de station.

Au cours de la période considérée de pointe dans la conception (du 1/12 au 31/3), nous distinguons deux périodes plus chargées correspondant aux vacances scolaires. Sur la totalité des données disponibles pendant la période de pointe, le débit moyen était de 57 m3/j soit 13 % du débit nominal (450 m3/j).

La première période correspond aux vacances scolaires (VS) de Noël communes aux trois zones (du 17/12/11 au 2/1/12), avec une montée en charge progressive jusqu'à culminer avec un pic de débit de 133 m3/j le samedi 31/12/11 (période du réveillon) soit 30% du débit nominal (tableau 9). Le premier pic observé le 20/12 correspond à une forte pluviométrie.

La deuxième période correspond aux vacances scolaires d'hiver (du 11/2 au 11/3/12) durant laquelle la STEP reçoit un débit plus stable, en moyenne 20% (90 m3/j) de son débit nominal, comme lors du précédent suivi de 2011 (tableau 10). Les trois jours de pics de débits à 114 m3/j soit 25% du débit nominal (observés du vendredi 24/2/12 au dimanche 26/2/12) correspondent à l'unique période des vacances de février commune aux trois zones.

tableau 9 : Débits observés durant la période de vacances scolaires de Noël (du 17/12/11 au 2/1/12)

	Suivi 2012 (du 17/12/11 au 02/1/12)	
	Débit journalier (m3/j)	% du débit nominal
Débit moyen	77	17
Débit minimal	18	4
Débit maximal	133	30

tableau 10 : Débits observés durant la période de vacances scolaires d'hiver toutes académies confondues

	Suivi 2012 (du 11/2 au 11/3/12)		Suivi 2011 (du 13/2 au 13/3/11)	
	Débit journalier (m3/j)	% du débit nominal	Débit journalier (m3/j)	% du débit nominal
Débit moyen	90	20	90	20
Débit minimal	59	13	42	9
Débit maximal	114	25	125	28

Entre les deux périodes de vacances scolaires, les weekends représentent entre 12 et 14% du débit nominal contre 6 à 10% la semaine. En dehors des vacances scolaires un pic de débit important est observé lors d'une forte pluviométrie (le 22/3/12). La figure 42 en annexe indique que les profils de débits sont très proches en 2011 et 2012 (hors périodes de forte pluviométrie). Il faut signaler qu'au cours de l'année 2011 la commune a réalisé des travaux pour essayer d'éliminer au maximum les admissions d'eaux pluviales parasites. De plus quelques raccordements supplémentaires au réseau ont été effectués (tableau 1).

La STEP a donc fonctionné en dehors de la plage de charge hydraulique pour laquelle le constructeur estime pouvoir tenir ses garanties de traitement (33 à 120% du débit nominal). Cependant l'arrêté préfectoral exige la conformité tant que le débit est inférieur à 100% du nominal, ce qui était le cas durant tout le suivi. Les volumes et charges réceptionnées sont étroitement liés à la fréquentation de la station de ski. La figure 43 en annexe indique le nombre total de journées forfait vendues par année qui semble se stabiliser autour de 105000. Une connaissance détaillée (au niveau journalier) de la fréquentation journalière permettrait de corréler les volumes réceptionnés à la fréquentation touristique.

### V.3.2 Concentrations

Au cours de ce suivi, seul un échantillon moyen 24 heures a été collecté en entrée de station (du 18/12/11 00h00 au 19/12/11 00h00). Les résultats détaillés figurent dans le tableau 43 en annexe. Ce dernier échantillon est concentré (750 mgDCO/L, 99 mgNKJ/L, 11 mgPT/L) indiquant l'apport d'effluent lié à une activité touristique (période de pointe), ces concentrations sont du même ordre de grandeur que de celles rencontrées lors du précédent suivi (période de vacances scolaires d'hiver en 2011). La figure 36, la figure 37 et la figure 38 en annexe reprennent l'ensemble des analyses effectuées sur les effluents bruts en entrée de station sur l'ensemble des suivis réalisés sur cette installation.

Les effluents sont globalement concentrés indiquant un réseau collectant peu d'eaux parasites (pluviales et claires).

L'ensemble des ratios de concentrations sont reportés dans tableau 44 en annexe. Globalement ces ratios indiquent que l'effluent est proche de celui rencontré en période de pointe hivernale (12/2/11 au 13/3/11) lors du précédent suivi (tableau 45 en annexe). En effet comme l'indique la figure 39 en annexe, les ratios NH4/NKJ

(0,64) et DCO/NKJ (7,6) sont proches de ceux rencontrés durant la pointe de fréquentation touristique de l'hiver précédent (février 2011), marquant des apports élevés en azote. Les caractéristiques de ces effluents correspondent à celles d'effluents « type de campings » (Boutin *et al.*, 2010), en particulier sur l'azote. Les campeurs ou skieurs préparent généralement des repas simples et génèrent moins d'eaux ménagères (peu d'eaux grises). La matière organique (DCO, DBO5) est donc rejetée en proportion réduite vis-à-vis de l'ammonium, qui provient majoritairement des urines. Le ratio PT/DCO de 0,01 (figure 40 en annexe) est également classique. Le ratio MES/DCO (0,41) est nettement plus faible qu'en 2011 (figure 41 en annexe) et correspond à celui d'un effluent urbain classique, l'amélioration du réseau de collecte au cours de l'année 2011 a certainement permis d'éviter des apports de matières particulières par ruissellement sur la chaussée.

### **V.3.3 Charges**

La charge admise sur cette installation est calculée avec les débits admis sur la STEP à partir des informations collectées sur la supervision, du début à la fin de l'échantillon moyen journalier.

Le seul échantillon moyen réalisé en entrée de station au cours de ce suivi (le 18/12/11, début vacances scolaires de Noël) indique une charge admise sur la station (bassin tampon) de 17,5 kgDCO/j, 8,0 kgMES/j, 2,3 kgNKJ/j, 0,25 kgPT/j. Cette période n'ayant pas été suivi en 2010, aucune comparaison ne peut être effectuée, toutefois la figure 44 en annexe indique une charge proche de celle observé fin mars 2011. Ces charges correspondent à 100 - 150 EH.

## **V.4 DEBITS ET CONCENTRATIONS DES EFFLUENTS EN ENTREE DE BASSINS BIOLOGIQUES**

### **V.4.1 Débits**

En absence de débitmètre en entrée des deux BIO (sortie du bassin tampon), ces débits ont été estimés à partir des temps de fonctionnement des trois pompes du bassin tampon et du marnage (données supervision). Irstea a effectué des mesures sur site permettant de calculer le débit de chacune des pompes, puis de comparer ces débits avec les débits nominaux du constructeur des pompes. Une relation en fonction de la hauteur d'effluent a été établie pour chaque pompe puis appliquée sur l'ensemble du suivi.

Le cumul de débit sortie bassin tampon a été comparé au cumul entrée station complété des effluents admis dans ce bassin via le poste toutes eaux (provenant du laboratoire et des sanitaires) et auquel a été retranché les surverses du bassin tampon. Un débitmètre placé sur la canalisation des deux pompes du poste toutes eaux permet de connaître précisément le volume admis, qui reste très faible au cours de ce suivi.

La figure 54 en annexe indique que l'estimation des débits en entrée des deux bassins biologiques est tout à fait correcte puisque le profil correspond également au débit de sortie de l'installation (aucune surverse des compartiments membranaires n'a eu lieu). De plus sur l'ensemble du suivi seul 2 % d'écart est observé entre le

débit cumulé en entrée des bassins biologiques et le débit cumulé en sortie de STEP.

Les débits mesurés en entrée des deux bassins biologiques fluctuent fortement de 0 à 131 m<sup>3</sup>/j (maximum : 29 % du nominal, le 1/2/12) comme l'indique le tableau 11. Les débits admis sont donc systématiquement inférieurs à 33 % du débit nominal comme l'indique la figure 4. Les deux périodes des vacances scolaires ont des caractéristiques très proches avec un débit moyen de 78 m<sup>3</sup>/j soit 17 % du nominal (fluctuant de 0 à 25-28 % du débit nominal) comme l'indique le tableau 12. Les réensemencements en boue entraînent des pics de débits par mise en marche forcée des pompes pour vidanger le bassin tampon (l'objectif étant de transférer rapidement les boues fraîches dans les bassins biologiques).

A certaines périodes le débit en entrée de BIO est supérieur au débit entrée STEP indiquant la vidange du BT, alors qu'à d'autres périodes le débit en entrée BIO est inférieur au débit entrée STEP à la suite de dysfonctionnements ou incidents sur la STEP empêchant la filtration et provoquant un stockage des effluents dans le BT.

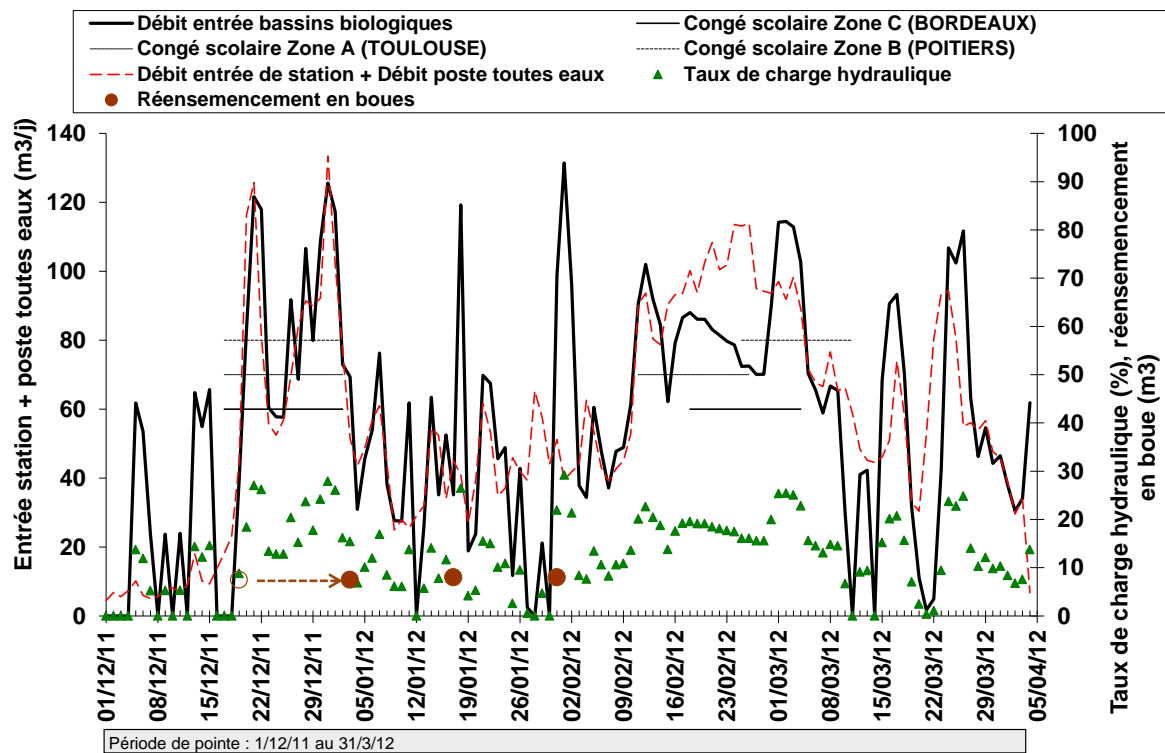


figure 4 : Evolution du débit en entrée des deux bassins biologiques du 1/12/11 au 4/4/12

tableau 11 : Débit en entrée des deux bassins biologiques lors de la période de pointe (1/12/11 au 31/3/12).

	Suivi 2012 (du 1/12 au 31/3/12)	
	Débit journalier (m <sup>3</sup> /j)	% du débit nominal
Débit moyen	57	13
Débit minimal	0	0
Débit maximal	131	29

tableau 12 : Débits observés durant les périodes de vacances scolaires (toutes académies confondues)

	Suivi 2012 (du 17/12 au 2/1/12)		Suivi 2012 (du 11/2 au 11/3/12)	
	Débit journalier (m3/j)	% du débit nominal	Débit journalier (m3/j)	% du débit nominal
Débit moyen	77	17	78	17
Débit minimal	0	0	0	0
Débit maximal	126	28	114	25

Les volumes admis sur les deux bassins biologiques ne sont pas répartis de façon équivalente. En effet par observation visuelle et sans ambiguïté lors du fonctionnement de la pompe petit débit, la plupart du flux est admis sur le bassin biologique n°1 contrairement aux périodes durant laquelle les pompes gros débits fonctionnent, où le flux est principalement admis sur le bassin biologique n°2.

#### V.4.2 Concentrations

Les concentrations de ces effluents au cours du suivi ont pu être estimées en continu pour les paramètres DCO et MES à partir des concentrations mesurées par le spectrophotomètre immergé (ajustées si nécessaire aux 20 échantillons ponctuels prélevés dans le bassin tampon et aux échantillons moyens en entrée des bassins biologiques). La figure 5 présente le profil de ces concentrations. L'ensemble des résultats détaillés des échantillons figurent dans les tableau 41 et tableau 42 en annexe. Les 11 échantillons moyens journaliers sortie bassin tampon proportionnels au débit qui ont été constitués sont certainement légèrement faussés par l'absence d'agitation au cours du pompage par la pompe petit débit du bassin tampon<sup>32</sup>.

Les 3 réensemencements ont provoqué des pics artificiels de concentration et de charge, et ont profondément modifié les caractéristiques des effluents du bassin tampon pendant quelques jours. La charge de ces boues ne représente cependant pas une charge à traiter. Elle se trouve essentiellement sous forme particulaire, et est directement assimilée dans la station sous forme de boues activées. Les réensemencements ont donc eu un impact significatif sur la production de boue, mais pas sur la demande en oxygène.

Les concentrations des effluents (DCO, MES) sont plus élevées au cours des périodes de vacances scolaires (figure 5) avec respectivement en moyenne pour les périodes de congés de Noël 870 mgDCO/L et 650 mgMES/L et 1040 mgDCO/L et 500 mgMES/L pour les vacances scolaires d'hiver.

<sup>32</sup>Au début du suivi, Irstea avait demandé qu'au niveau de la supervision soit programmé une agitation préalable à chaque mise en marche des trois pompes du bassin tampon de façon à : pomper les dépôts, obtenir un échantillon moyen le plus représentatif possible et comparable aux échantillons ponctuels. Ceci n'a jamais été obtenu durant tout le suivi (l'agitateur a fonctionné effectivement : 10 minutes toutes les 3h50 tant que le niveau dans ce bassin était supérieur au niveau bas et uniquement lors du fonctionnement des pompes gros débits).

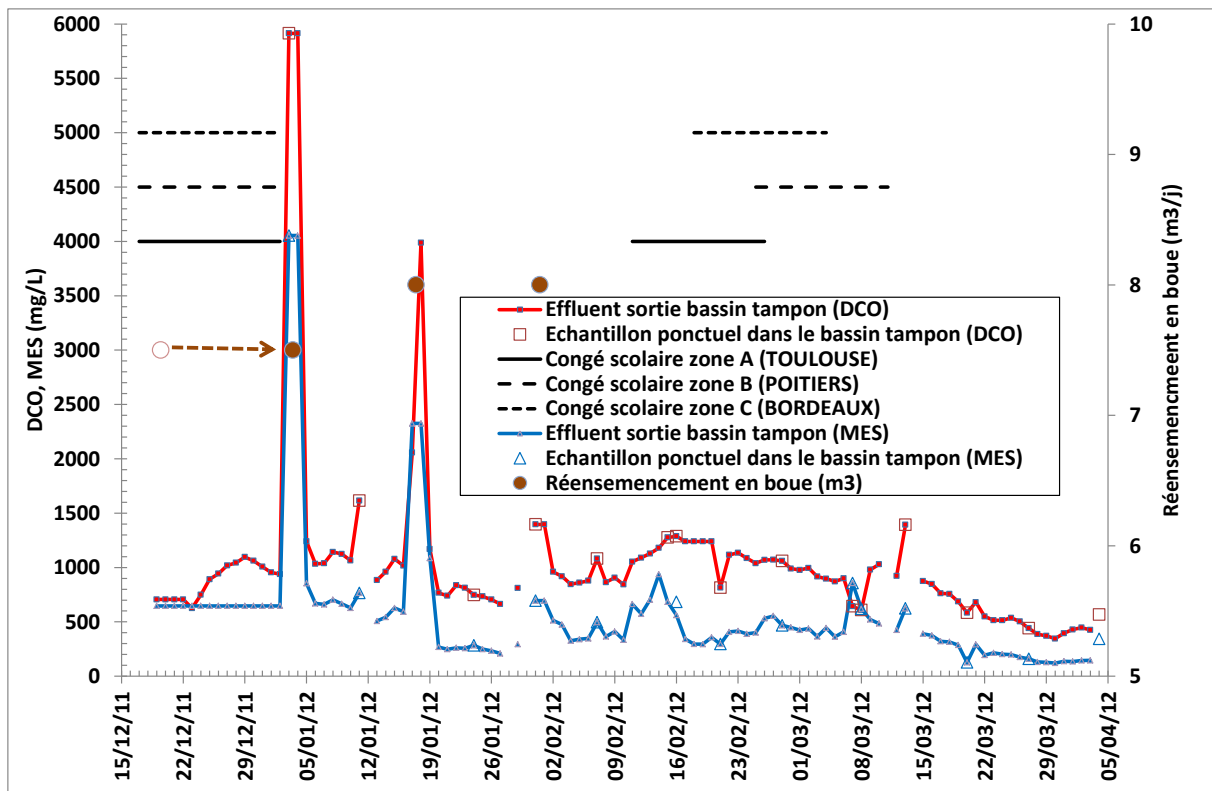


figure 5 : Evolution de la concentration des échantillons sortie du bassin tampon (DCO, MES)

Au début du suivi (13/12/11), Irstea a mis en évidence la présence de dépôts dans le BT (tableau 41 en annexe). De plus, l'agitation du BT n'a pas fonctionné du 16/12 au 2/1/12 (figure 76 en annexe). Ceci a engendré la formation de dépôts supplémentaires par décantation de la fraction particulaire des effluents ainsi que des boues de réensemencement apportées le 19/12/12. L'agitation a été remise en marche le 3/1/12. L'ensemble des dépôts et des boues ont été admis dans les BIO en l'espace de deux jours, ce qui explique l'amplitude du premier pic de concentration observé les 3 et 4/1/2012. Les deux pics suivants correspondent à des apports de boue seuls.

Le profil d'évolution des concentrations en azote (NKJ) a été estimé à partir de la DCO du spectrophotomètre et des ratios (DCO/NKJ) de l'ensemble des échantillons collectés. Ces concentrations sont représentées dans la figure 45 en annexe.

Les concentrations en phosphore et DBO5 sont présentées dans la figure 46 et la figure 47 en annexe. Hors réensemencement, les concentrations augmentent (pointe à 15,9 mgPT/L, 10,8 mgP-PO4/L et 380 mgDBO5/L) lors des vacances scolaires d'hiver (pas de données VS de Noël) puis chutent progressivement jusqu'à début avril (6,3 mgPT/L, 3,4 mg P-PO4/L et 160 mgDBO5/L).

Le tableau 13 présente les concentrations observées lors de la période de pointe des vacances scolaires d'hiver. Le dernier réensemencement en boue ayant eu lieu le 31/1/12, il n'a pas d'impact sur cette période. Les concentrations de sortie du bassin tampon en 2012 sont plus élevées que l'entrée de la station en 2011 sur les paramètres DCO, N, P, pH et conductivité. La plus faible concentration en MES observée pourrait s'expliquer par l'amélioration du réseau de collecte en 2012. Il faut noter que la moyenne est nettement plus représentative en 2012 sur les paramètres



DCO, MES et N grâce au suivi en continu avec une sonde immergée. Ces effluents sont nettement plus concentrés qu'un effluent de référence de camping.

tableau 13 : Concentration des effluents admis sur les bassins biologiques pendant la période de vacances scolaires d'hiver

	Période de pointe vacances scolaires						Référence		
	11/2 au 11/3/12 (Sortie bassin tampon)	n + p	11/2 au 11/3/12 (dans bassin tampon)	j	Suivi précédent : 12/2 au 13/3/11 Entrée station	n	Effluent de camping	Effluent urbain en réseau court non dilué par eaux claires	Effluent urbain classique
<b>DCO (mg/L)</b>	/	/	<b>1040</b>	<b>29</b>	840	6	840	800	700
<b>MES (mg/L)</b>	/	/	<b>490</b>	<b>29</b>	550	5	390	330	280
<b>NK (mg/L)</b>	/	/	<b>200</b>	<b>29</b>	117	6	120	65	75
<b>N-NH4 (mg/L)</b>	/	/	<b>140</b>	<b>29</b>	93,5	4	95	/	/
<b>PT (mg/L)</b>	<b>15,0</b>	<b>4</b>	/	/	13,2	6	16	13	environ 10
<b>Conductivité (µS/cm)</b>	<b>1500</b>	<b>7</b>	/	/	1340	3	/	/	/
<b>pH</b>	<b>7,9</b>	<b>7</b>	/	/	7,6	3	/	/	/

*n : nombre d'échantillons moyens 24 heures, p : nombre échantillons ponctuels, j : nombre de jour pour lesquels les concentrations ont pu être estimées*

Les concentrations en TAC (figure 48 en annexe) mesurées en entrée de bassins biologiques sont proches de celles retrouvées sur des eaux résiduaires urbaines (sans eaux parasites), bien que l'eau potable utilisée sur la commune soit particulièrement douce (tableau 46 en annexe).

L'ensemble des ratios de concentrations sont reportés dans le tableau 47 et le tableau 48 en annexe. Pour interpréter les valeurs il faut distinguer plusieurs cas : pointe de vacances scolaires, hors vacances scolaires, réensemencements en boue (avec ou sans dépôts supplémentaires).

Les ratios moyens durant la période des vacances scolaires d'hiver, non affectés par des apports de boues ni des dépôts, sont synthétisés dans le tableau 14, et comparés à ceux observés à la même période l'année précédente.

Le ratio moyen **DCO/DBO5** au cours des vacances scolaires d'hiver est de 2,5. Il est identique aux valeurs 2011, et proche des valeurs de référence.

L'état initial du 14/12/11 indique un ratio DCO/DBO5 de 5,1 qui s'explique par la forte fraction de matière particulaire (dépôts + boues), plus difficilement dégradable, et d'autre part par un stockage prolongé avec une dégradation partielle dans le bassin tampon. Sur le reste du suivi, le ratio fluctue autour de la valeur classique, entre 1,4 et 3,7 (figure 49 en annexe).

Le ratio moyen **MES/DCO** au cours des vacances scolaires d'hiver est de l'ordre de 0,7, que ce soit en 2011 ou 2012. Ces valeurs sont très supérieures aux valeurs de référence, pouvant indiquer un apport de MES non domestiques et/ou un court temps de séjour dans le réseau qui limite la transformation (solubilisation) de la matière organique au cours du transport.

La présence d'une fraction élevée de matière organique particulaire (état initial du 14/12/11 et réensemencement du 17/01/2012) fait logiquement augmenter le ratio MES/DCO. Sur le reste du suivi, le ratio se situe entre 0,3 et 0,7 (figure 49 en annexe), ce qui est plus en accord avec les valeurs classiques.

tableau 14 : Ratios de concentration des effluents admis sur les bassins biologiques pendant la période de vacances scolaires d'hiver

	Période de pointe						Référence	
	vacances scolaires d'hiver						Effluent de camping	Effluent urbain en réseau court non dilué par eaux claires
	11/2 au 11/3/12 (Sortie bassin tampon)	n	11/2 au 11/3/12 (dans bassin tampon)	p	Suivi précédente : 12/2 au 13/3/11 Entrée station	n		
DCO/DBO5	2,5	2	2,5	2	2,5	5	2,4	2,4
MES/DCO	0,76	2	0,74	5	0,68	5	0,43	0,41
NH4/NKJ	0,68	2	0,66	4	0,73	4	0,8+-0,1	0,75
DCO/NKJ	4,45	2	4,9	4	7,1	6	7,2	10-12
NKJ/PT	9,47	2	10,8	2	9,4	6	7,3	/
PT/DCO	0,025	2	0,017	2	0,018	6	0,019	0,013 – 0,022
DBO5/NKJ/PT	100/53/6	2	100/46/4	2	100/35/3	5	100/34/4	100/20/4
DBO5/N-NH4/P-PO4	100/37/4	2	100/31/3	2	100/29/2	3	/	/

*n* : nombre d'échantillons moyens 24 heures, *p* : nombre d'échantillons ponctuels

Le ratio moyen **DCO/NKJ** au cours des vacances scolaires d'hiver (environ 4,7) est encore plus faible qu'en 2011 (7,1). Ceci souligne les forts apports en azote par rapport à la DCO, marquant la prédominance des rejets métaboliques (eaux vanes) par rapport aux rejets d'activités domestiques (eaux grises) de la fréquentation touristique. Le ratio DCO/NKJ remonte aux environs de 7 en dehors des périodes de vacances (figure 51 en annexe) et se rapproche des valeurs rencontrées sur les effluents de camping.

La présence d'une fraction élevée de matière organique particulaire (état initial du 14/12/11 et les réensemencements des 3/01 et 17/01/2012) fait logiquement encore augmenter le ratio DCO/NKJ.

Le ratio moyen **NH4/NKJ** au cours des vacances scolaires d'hiver 2012 et 2011 (0,67 à 0,73) est en accord avec les valeurs de référence.

La présence d'une fraction élevée de matière organique particulaire (état initial du 14/12/11 et réensemencements en boues des 3/01 et 17/01/2012) fait logiquement diminuer le ratio NH4/NKJ, aux environs de 0,3 (figure 50 en annexe)

Le ratio moyen **PT/DCO** au cours des vacances scolaires d'hiver 2012 et 2011 (0,015 à 0,028) est proche des valeurs rencontrées sur les effluents de camping et se situe dans la fourchette haute des effluents urbains, indiquant de forts apports en phosphore par rapport à la DCO liés aux rejets métaboliques dominants (figure 52 en annexe). Le ratio DCO/PT augmente en présence d'une fraction élevée de particulaire (état initial du 14/12/11 et réensemencement du 17/01/2012), indiquant la présence de boues riches en phosphore. Il n'y a pas de traitement du phosphore par voie physicochimique sur la STEP de BDL. Par contre l'observation microscopique

de la boue de la STEP de BDL prélevée le 6/12/11 a mis en évidence la présence de nombreux granules de polyphosphates dans les floccs; indiquant une déphosphatation biologique involontaire.

Le ratio **DBO5/N/P** réaffirme la forte teneur en nutriments, et se rapproche des valeurs rencontrées sur les effluents de camping, comme l'indique le tableau 14.

En conclusion, l'effluent sortie bassin tampon est assez proche de l'effluent entrée de station du précédent suivi lors de la période vacances scolaire d'hiver. Il reste toujours plus concentré et plus riche en azote et phosphore qu'une eau usée urbaine "normale". A certains moments il est fortement marqué par une fraction particulière provenant de la reprise des dépôts du BT et/ou des réensemencements en boue.

### V.4.3 Charges

Les charges admises sur les deux bassins biologiques ont été calculées à partir des concentrations des effluents du bassin tampon (cf. IV.2.3) et des débits correspondants d'entrée des deux BIO (cf. V.4.1).

Les périodes les plus chargées en entrée des bassins biologiques correspondent aux périodes des trois réensemencements en boues.

Hors réensemencement, la montée en charge s'est faite progressivement aux VS de Noël pour culminer le 31 décembre à 30% de la capacité nominale en DCO (figure 6) et 40% en MES. Lors des vacances d'hiver le taux de charge s'est rapidement stabilisé à 23% du nominal et s'est maintenu durant 3 semaines. Les charges en DBO5 et PT suivent globalement le même profil que la charge en DCO, sans dépasser respectivement 17 % et 22% du nominal (figure 55 et figure 56 en annexe).

Hors période de réensemencement en boue, la STEP a donc fonctionné en dehors de la plage de charge polluante pour laquelle le constructeur estime pouvoir tenir ses garanties de traitement (33 à 100% des charges en DCO et DBO5). Cependant l'arrêté préfectoral exige la conformité tant que toutes les charges sont inférieures à 100% du nominal, ce qui était le cas durant tout le suivi.

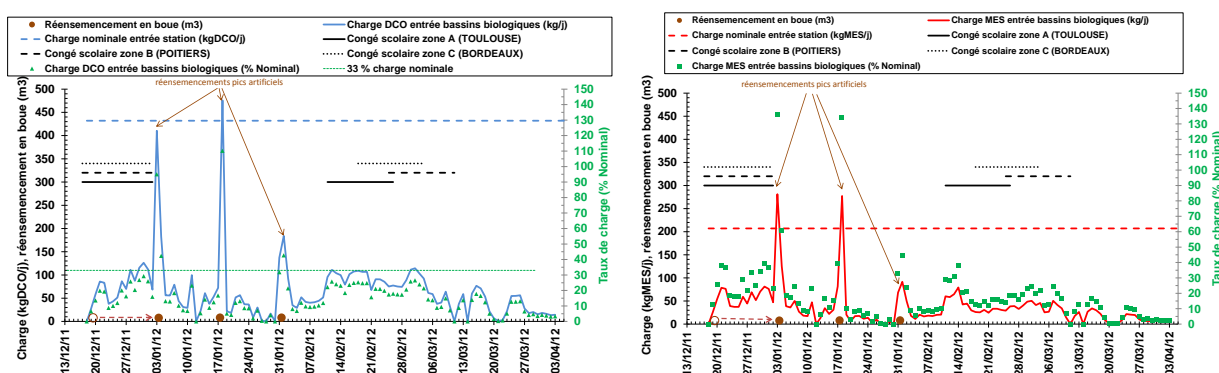


figure 6 : Evolution des charges polluantes en DCO et MES en entrée des bassins biologiques (kg/j et % nominal)

Les charges estimées en NKJ indiquent une augmentation progressive jusqu'à atteindre un maximum de 24 kgN/j au cours des VS d'hiver soit 53% du nominal (figure 7).

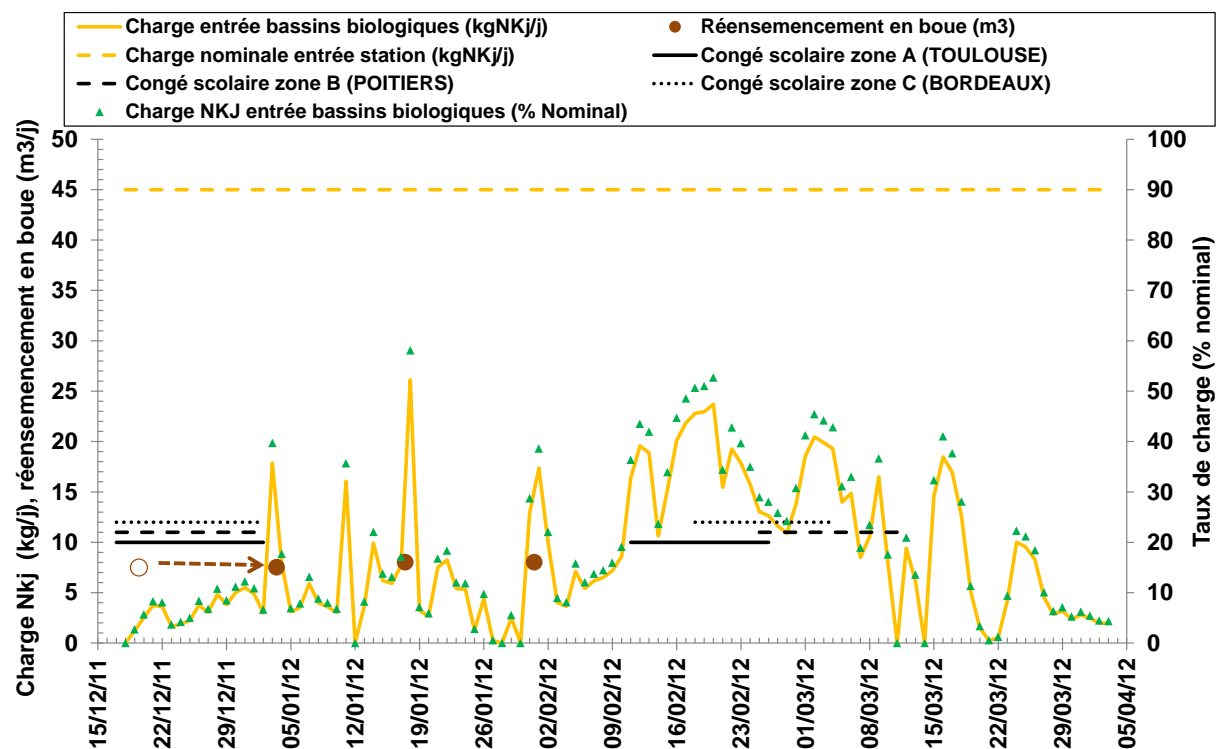


figure 7 : Evolution des charges polluantes en NKJ en entrée des bassins biologiques (kg/j, % nominal)

En conclusion les mesures mettent en évidence que les bassins biologiques reçoivent des charges (hormis les périodes de réensemencement) correspondant au maximum à 1000 EH (DCO), 800 EH (MES) et 1600 EH (NKJ) lors des vacances scolaires d'hiver. L'écart important constaté entre les EH (DCO) et (NKJ) provient du ratio DCO/NKJ, plus faible que sur un effluent urbain classique (cf. V.4.2).

Malgré quelques raccordements supplémentaires effectués en 2012 (cf. III.1), la STEP reste largement sous-chargée puisqu'elle est dimensionnée pour 3000 EH.

## V.5 DEBITS ET CARACTERISTIQUES DU PERMEAT

### V.5.1 Débits

Il faut distinguer les débits et charges sortie bêche perméat et sortie de station (canal de comptage). Le débit de sortie station correspond au débit sortie bêche perméat complétés des surverses du bassin tampon.

La figure 8 présente les débits journaliers sortie bêche perméat (calculés à partir des enregistrements de la supervision en sortie de station auxquels ont été retranchées les surverses). Les cumuls de débit (figure 8) sur l'ensemble du suivi valident ces calculs, avec moins de 1% d'écart sur plus de 7000 m³. Le profil indique que ces débits suivent plus ou moins l'évolution des débits en entrée des bassins biologiques. Les différences sont imputables à la marche effective des pompes eaux

industrielles, aux variations de niveaux des bassins, et aux lavages chimiques des membranes.

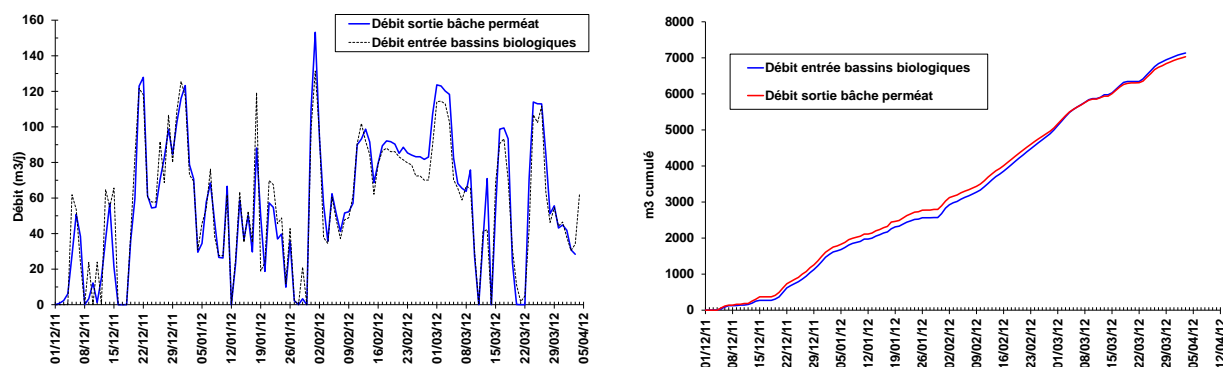


figure 8 : Evolution des débits sortie bache perméat et entrée bassin biologique

## V.5.2 Concentrations

Au cours de ce suivi 107 échantillons moyens 24 heures ont été prélevés (de 11h00 à 11h00) en sortie de bache perméat et analysés par le laboratoire des eaux d'Irstea. 6 échantillons ponctuels ont été prélevés dans la bache de perméat en l'absence d'échantillon moyen (au regard des temps de séjour dans la bache perméat, ces échantillons ponctuels sont représentatifs de la qualité des effluents moyens 24 heures). L'ensemble des résultats d'analyses est présenté dans les tableaux en annexe (tableau 49 à tableau 52).

Les concentrations du perméat ont dépassé les niveaux de rejets sur tous les paramètres et de manière durable.

### V.5.2.1 Paramètres organiques

Les concentrations en MES ont dépassé la limite de 5 mg/L (figure 9) à partir de fin janvier, et augmenté progressivement pour atteindre 70 mg/L début avril.

La présence de MES dans la cuve TMP avait été constatée lors d'une visite d'Irstea le 28/06/11. Les concentrations en MES observées en sortie de station en 2011 (figure 57 en annexe) sont nettement plus faibles (hors surverses bassin tampon), mais toutefois un pic de MES avait déjà été observé en mai et juin autour de 15 mgMES/L. Plusieurs hypothèses avaient été émises par l'exploitant avant ce suivi.

La présence de MES devrait être limitée en aval des membranes dont le seuil de coupure est estimé à 0,2  $\mu\text{m}$ . Afin de cerner au mieux l'origine des MES des observations microscopiques ont été exécutées. Elles ont été réalisées sur des prélèvements effectués à différentes périodes et en différents points (document 3 en annexe).

Les MES retrouvées en fond de cuve TMP au début du suivi le 14/12/11 sont constituées :

- de quelques champignons filamenteux et spores dont la présence pourrait s'expliquer par un développement local dans les tuyauteries ou dans la cuve TMP lors de période à faible débit (effluent stagnant), vu que ces éléments

biologiques ne sont pas observés dans les boues des BIO à cette date et n'ont jamais été observés ensuite au cours de ce suivi.

- de floccs (25-50  $\mu\text{m}$ ), d'organismes filamenteux (longueur 275  $\mu\text{m}$ ) et de particules non biologique (lignine) qui correspondent aux éléments observés dans les boues des BIO, indiquant l'existence d'une fuite.

Les observations suivantes effectuées chaque mois du suivi confirment la présence d'éléments dans le perméat provenant de la boue des BIO (floccs, microfaune identiques, fibres). Ces MES se sont accumulées dans la cuve TMP, jusqu'à atteindre la bache perméat qui s'est progressivement remplie de boues (malgré des lavages répétés de la cuve TMP). Ces MES ont donc été prélevées dans les échantillons moyens entraînant la dégradation de la qualité du perméat par l'augmentation des concentrations des autres paramètres ayant une composante particulaire (DCO, DBO<sub>5</sub>, NKJ, PT). Elles ont également représenté une perte de biomasse active. L'origine exacte (collecteurs de perméat, membrane,...) n'a cependant jamais pu être établie, malgré plusieurs tentatives de diagnostic de l'exploitant. A l'heure de la rédaction de ce rapport nous attendons les résultats.

La limite en DCO (30 mg/L) a été dépassée dès début janvier (figure 9). Ces concentrations augmentent progressivement jusqu'à atteindre 110 mgDCO/L le 31/3/12 et s'expliquent en partie par les pertes de MES. Afin de comprendre l'évolution de la DCO du perméat, nous avons réalisé une estimation de la DCOsoluble en retranchant la DCO particulaire estimée à partir du ratio DCO/MES mesuré sur les boues (tableau 40 en annexe). La concentration élevée des eaux usées reçues en saison de pointe explique la fraction de DCO soluble du perméat. En effet, la DCO d'entrée contient une fraction soluble inerte qui a été estimée à 3%, ce qui représente un talon de l'ordre de 30 mg/L pour une concentration totale de 1000 mg/L. Ce ratio rejoint les valeurs usuelles observées sur les eaux résiduaires urbaines classiques en France (2,5%).

La limite en DBO<sub>5</sub> (5 mg/L) a été dépassée sur tous les échantillons. Les concentrations estimées en DBO<sub>5</sub> soluble (5 à 12 mg/L) indiquent un rejet de substrat non dégradé, équivalant à une DCO soluble comprise entre 7 et 17 mg/L qui s'ajoute à la DCO inerte. Ces concentrations résiduelles assez élevées malgré une très faible charge massique et une aération suffisante suggèrent l'existence d'un court-circuit hydraulique entre l'admission des eaux usées dans les bassins biologiques et la filtration au niveau du compartiment membranaire le plus proche (CM1).

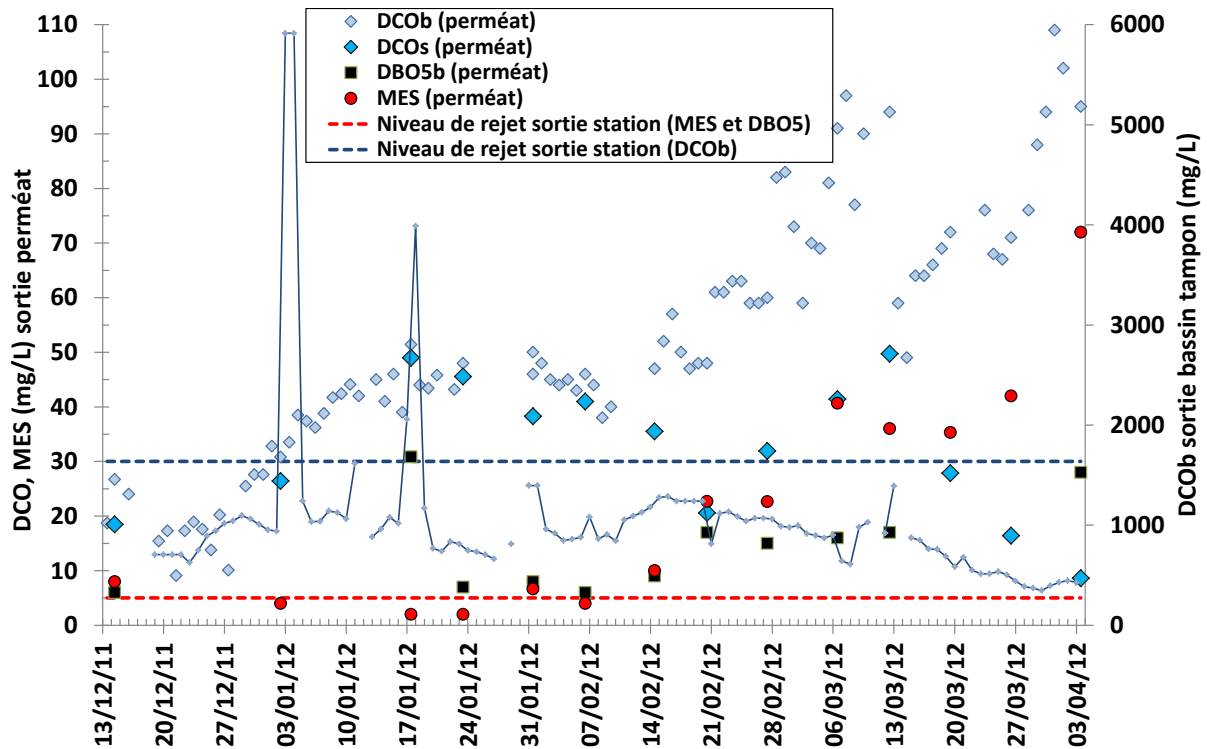


figure 9 : Evolution de la concentration de l'échantillon moyen journalier perméat (DCOb, DCOs, DBO5, MES)

### V.5.2.2 Azote

Les limites en  $\text{NH}_4$  (4 mg/L) et NKJ (10 mg/L) ont été dépassées de fin décembre à fin février (figure 10), principalement à cause de la limitation de la nitrification par manque de TAC (figure 58 en annexe). La complémentation temporaire en bicarbonates a permis de ramener les concentrations en azote réduit en sortie sous les valeurs limites, avec cependant un décalage de 2 semaines correspondant aux phénomènes de stockage/déstockage dans les bassins avec un temps de séjour hydraulique élevé ( $\geq 1$  semaine).

La concentration en NGL est limitée à 15 mg/L en moyenne annuelle. Sur la période suivie la moyenne s'élève à 85 mg/L. Même si les rejets en NGL étaient nuls le reste de l'année, la moyenne annuelle serait au minimum de 26 mg/L. Ces concentrations très élevées sont principalement dues aux nitrates produits par la nitrification, et qui ne sont pas dénitrifiés en l'absence de périodes d'anoxie.

Les concentrations en **nitrites** en sortie sont faibles (0,01 à 0,5 mg N- $\text{NO}_2$ /L) et systématiquement inférieure à 1% de NGL. Ceci confirme que les cinétiques des 2 étapes de la nitrification (nitritation et nitratation) sont cohérentes.

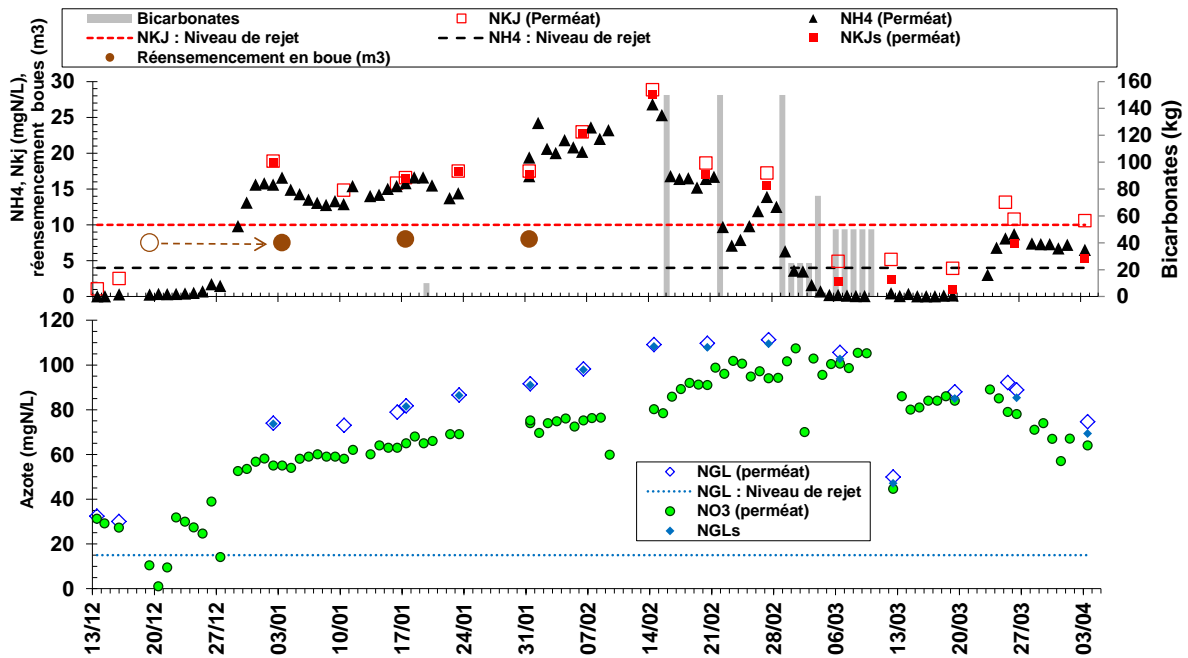


figure 10 : Evolution de la concentration en azote de l'échantillon moyen journalier perméat

### V.5.2.3 Phosphore

La limite en PT (2 mg/L) a été dépassée durant tout le suivi. Les concentrations augmentent progressivement au cours du suivi (figure 11) passant de 2,3 à 13 mgPT/L et s'expliquent en premier lieu par l'arrêt de l'ajout de FeCl<sub>3</sub> durant cette saison. Cette décision a été prise afin d'éviter des effets adverses sur le procédé, en particulier une chute de pH et de TAC qui auraient amplifié les limitations de la nitrification. Lors du précédent suivi, une concentration de l'ordre de 9 mgPT/L a été observée le 18/1/11 avant mise en route du traitement physicochimique. Ceci correspond à la concentration observée à la même période en janvier 2012.

Les boues contiennent cependant du fer (figure 67 en annexe) qui provient de l'injection de FeCl<sub>3</sub> durant l'hiver 2011. Une quantité d'environ 50 kg de fer se trouve ainsi sous forme de précipités dans les bassins aérés. Le ratio PT/Fe de la boue a évolué entre 1,0 et 2,2 mol/mol. Or le ratio théorique maximal pour les précipités de phosphate de fer est de 1. Ceci suggère que le fer présent dans la boue était déjà probablement saturé en phosphates en début de suivi, et qu'il n'a pas contribué à fixer du phosphore durant ce suivi. La seule voie d'élimination du phosphore était donc l'assimilation biologique. Le maintien de concentrations élevées en P-PO<sub>4</sub> (10-11 mgP/L) dans le perméat bien après la fin de la période des vacances d'hiver s'explique par le relargage de P assimilé dans les boues pendant la période de lyse endogène (cf. VI.2.3).



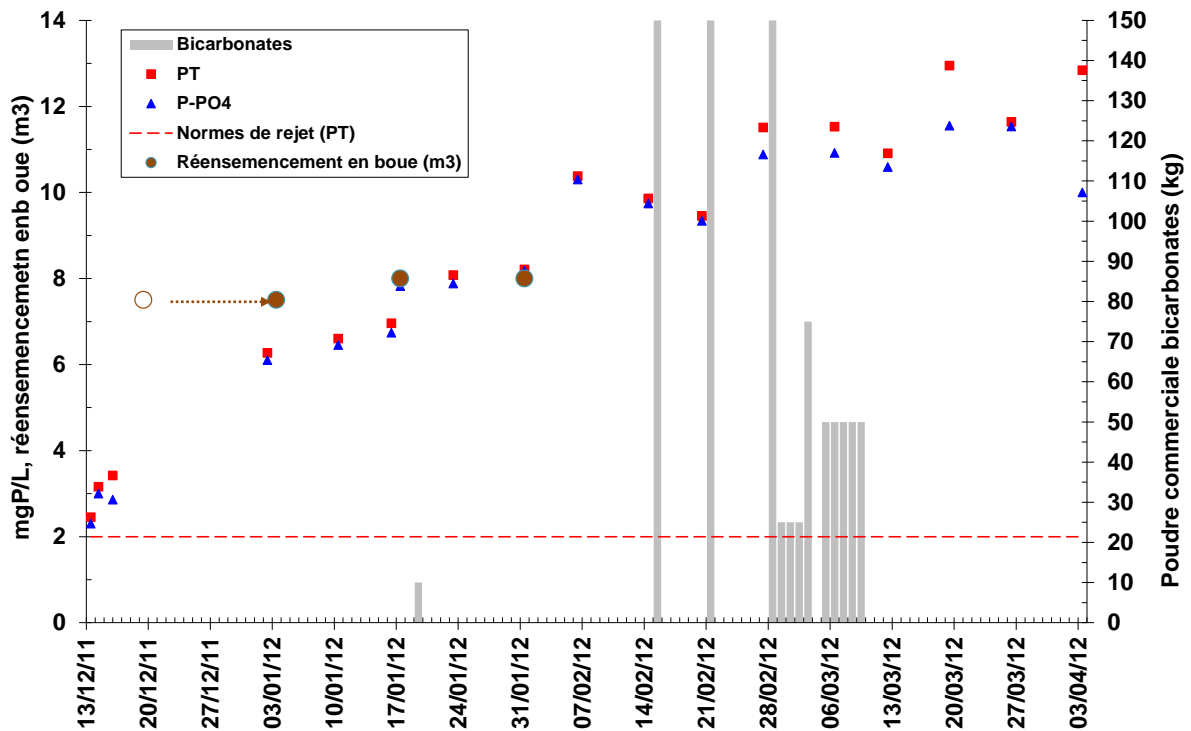


figure 11 : Evolution de la concentration en phosphore de l'échantillon moyen journalier perméat

### V.5.3 Charges

Les charges ont été calculées à partir des débits correspondants aux heures de prélèvements, reportés dans la figure 59 en annexe et des concentrations des échantillons moyens 24 heures. Les concentrations manquantes ont été interpolées. Les flux rejetés en sortie bêche perméat sont représentés dans la figure 12 et la figure 13. La figure 60 en annexe présente les charges rejetées en phosphore.

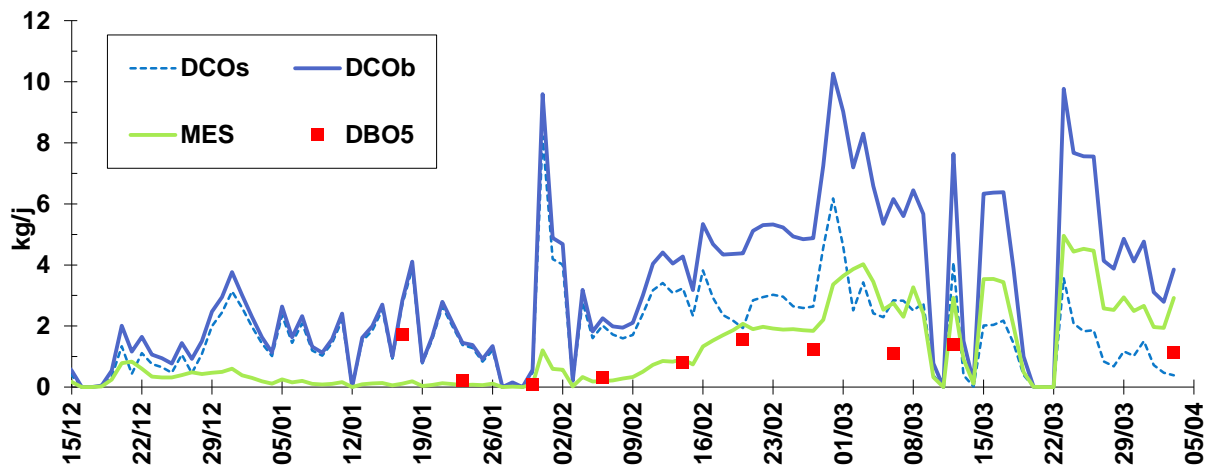


figure 12 : Evolution des charges rejetées en sortie de bêche perméat (DCO, DBO5, MES) en 2012

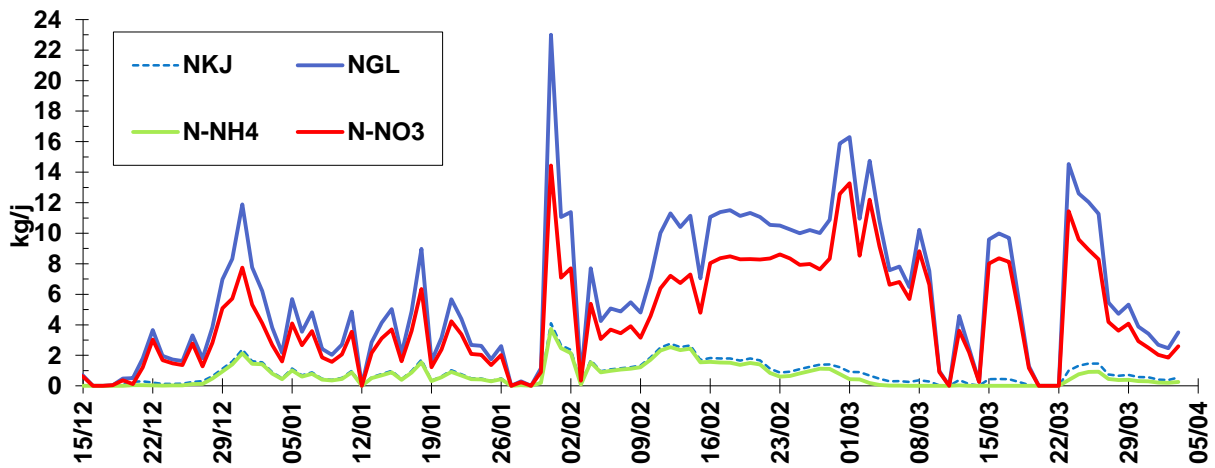


figure 13 : Evolution des charges rejetées en sortie de bâche perméat (azote) en 2012

## V.6 DEBITS ET CARACTERISTIQUES DES EAUX DE SORTIE DE STATION

### V.6.1 Débits

La figure 14 présente les débits journaliers enregistrés en sortie de station, qui intègrent les volumes surversés du bassin tampon (cf. VI.3.1). La comparaison avec les débits en entrée de station montre qu'il peut exister des décalages au niveau journalier s'expliquant par le marnage dans le bassin tampon (cf. VI.3). Un débit de sortie supérieur au débit d'entrée indique une vidange du BT, alors qu'un débit plus faible voire nul en sortie indique un dysfonctionnement de la filtration et un stockage dans le BT.

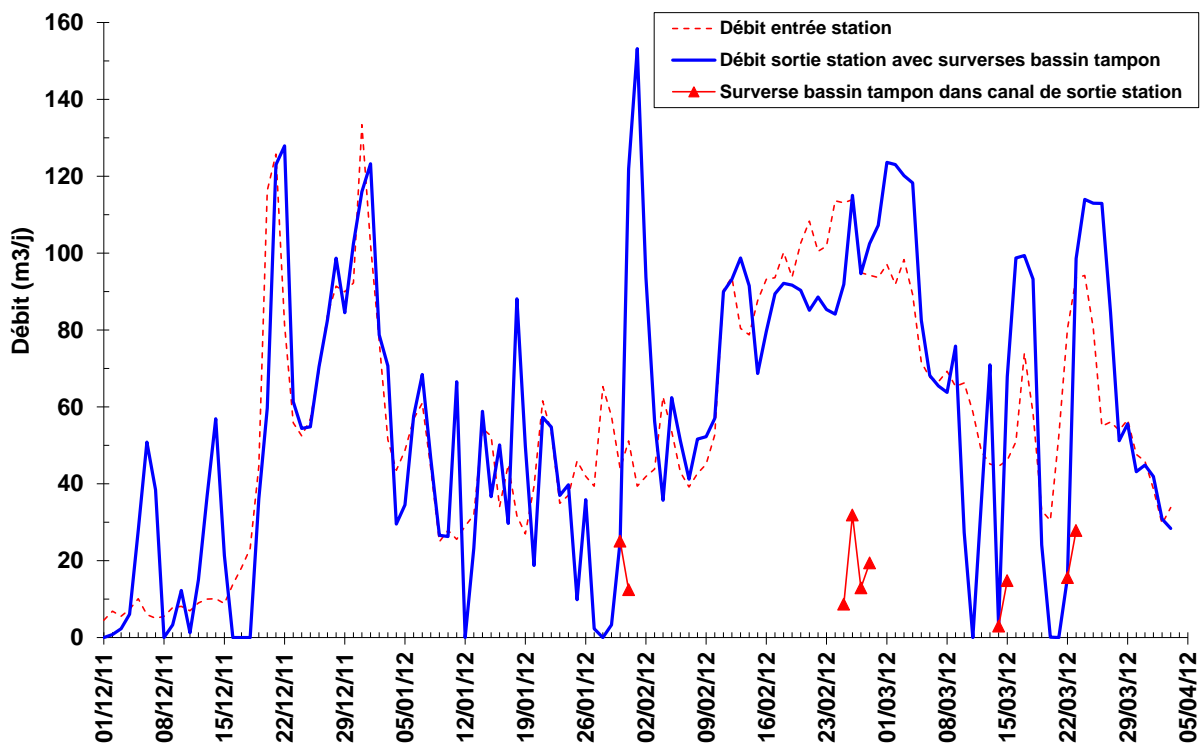


figure 14 : Evolution des débits en sortie de station

Les débits surversés du bassin tampon ont été estimés à partir des débits instantanés en sortie de station, de la hauteur de marnage dans le bassin tampon, et de l'ouverture effective de la vanne TMP indiquant les temps de filtration, enregistrés dans la supervision. Irstea a comptabilisé lors de ce suivi 4 épisodes de surverse du bassin tampon vers la sortie de station via le canal de comptage (cf. VI.3.1). Le volume cumulé surversé était de 171 m<sup>3</sup>, soit 2,5% du volume total reçu pendant le suivi.

## V.6.2 Concentrations

L'échantillonnage de sortie a été effectué pendant ce suivi en sortie de la bêche perméat et n'inclut donc pas les surverses, contrairement au dispositif d'autosurveillance.

## V.6.3 Charge

Les flux surversés peuvent être estimés (figure 15) à partir des concentrations des prélèvements effectués dans le bassin tampon et des débits surversés (figure 14, cf. VI.3.1). Au cours de ce suivi, le flux cumulé surversé était équivalent à la moitié des flux rejetés avec le perméat pour les MES et la DCO, et à un quart pour NKJ et NH4.

Ceci met en évidence une fois de plus la nécessité d'avoir un report des alarmes fiables (cf. VI.3.1), et/ou d'un contrôle visuel régulier de la hauteur du bassin tampon.

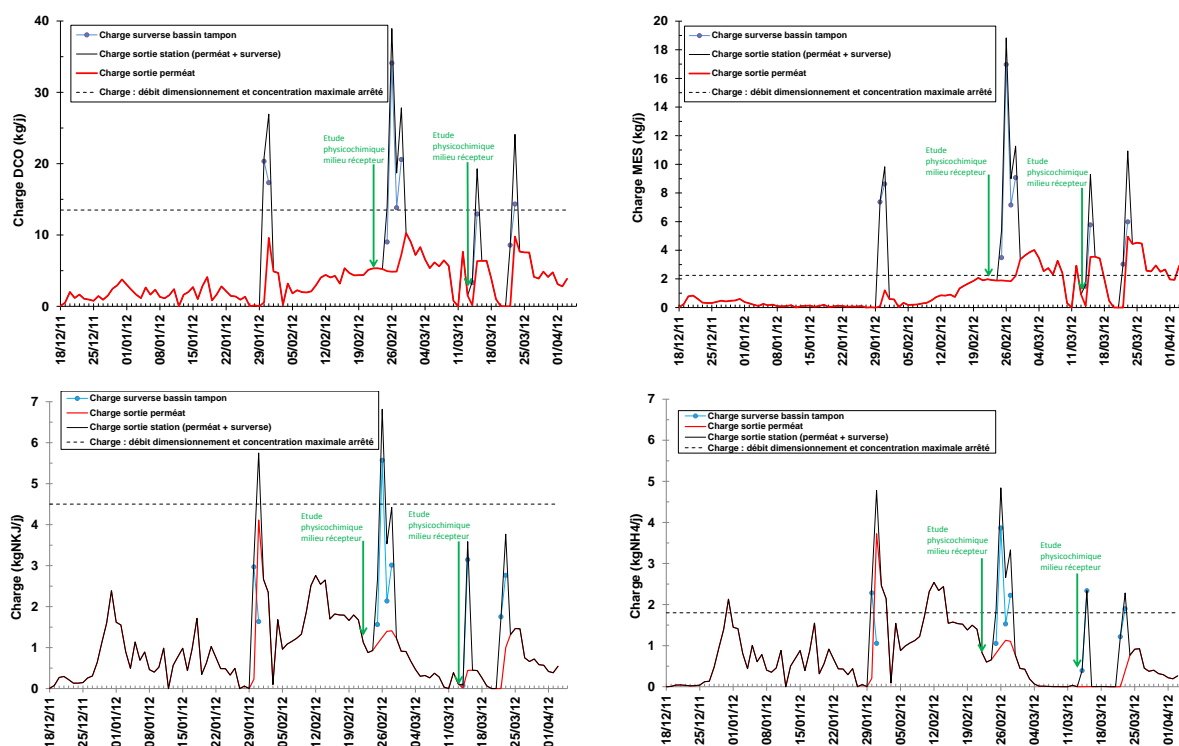


figure 15 : Charges polluantes sortie station : sortie bêche perméat + surverses du bassin tampon

L'arrêté préfectoral ne comporte pas de limite exprimée en flux rejeté. Cependant on a calculé un flux limite en multipliant les concentrations journalières maximales (tableau 2) par le débit de dimensionnement en période de pointe (450 m<sup>3</sup>/j). Ces flux sont systématiquement dépassés à chaque surverse du bassin tampon sur les

paramètres DCO, MES et NH<sub>4</sub>, et uniquement lors des deux premières surverses pour le paramètre NKJ. Les rejets de MES dépassent la limite même hors surverse au cours des VSH et du 13/3 au 3/4/12, à cause des fuites en MES avec le perméat.

## V.7 EFFET DES REJETS SUR LE MILIEU RECEPTEUR

En parallèle du suivi de la STEP, un suivi du milieu récepteur "Gouté de Courbe" a été effectué entre 2010 et 2012. Il s'est traduit par 7 campagnes ponctuelles de 1 à 2 jours en saison estivale et hivernale, récapitulées dans le tableau 15. Différents indicateurs normalisés ont été utilisés pour caractériser la qualité des compartiments physico-chimiques et biologiques par rapport à l'hydroécocorégion HER1 (Pyrénées). La station de référence pour le Gouté de Courbe (S1) se situe en amont de tout rejet, et la station S2 est située en aval des rejets, à environ 1 km de la STEP. Les objectifs sont de déterminer :

- l'impact des rejets (non traités puis traités), en comparant la qualité du milieu en S1 et S2
- l'effet de la mise en place du traitement des rejets, en comparant la différence de qualité entre S1 et S2 avant et après la mise en route de la STEP.

Malheureusement, on ne dispose que d'une seule campagne, effectuée en septembre 2010 en période creuse, pour établir l'état initial du milieu sans la STEP.

tableau 15 : récapitulatif des campagnes effectuées sur du milieu récepteur "Gouté de Courbe"

Saison	Dates	STEP	Physico-chimie	Diatomées	Invertébrés benthiques	Macrophytes	Références
			/	IBD/IPS	IBGN/IBG-DCE	IBMR	
Creuse	1-2/9/10	non *	X	X (en S2)	X	X	(EIMA <i>et al.</i> , 2010)
	16-17/10/11	oui	-	X	-	-	(ASCONIT, 2011)
Pointe	22/2/12		X	-	-	-	(ASCONIT, 2012)
	13/3/12		X	X	-	-	
Creuse	13/8/12		X	-	-	-	
	27-28/8/12		X	X	X	-	
	25-26/9/12	-	-	-	X		

\* mise en route effective de la STEP en décembre 2010

### V.7.1 Physico-chimie

La qualité de l'eau d'après ces paramètres physico-chimiques a été estimée d'après les éléments de classification disponibles actuellement (arrêté "évaluation" et le système d'évaluation de la qualité des cours d'eau "SEQ"), ce qui permet de rattacher les résultats à l'évaluation de l'ensemble des sites de surveillance suivis dans le cadre de la Directive cadre sur l'eau "DCE". Ces références sont bien utilisées, mais les valeurs elles-mêmes peuvent aussi être examinées, pour tirer une information plus précise que celle vue par les classes (qui sont assez larges dans cette gamme de qualité, globalement très bonne).

La physico-chimie est la seule approche pour laquelle il est possible d'établir un lien direct entre le suivi de la STEP et celui du milieu, du moins pour la période hivernale (22/2 et 13/3/2012) comme l'indique le tableau 15.

Concernant la méthodologie, il nous semble regrettable :

- que le débit du Gouté de Courbe n'ait pas été mesuré les jours de prélèvement, car cela ne permet pas de raisonner en flux ni de situer les apports de la STEP.
- qu'il ne soit pas précisé s'il s'agit de prélèvements ponctuels ou moyens. La pertinence d'échantillonnage ponctuel en particulier en aval est discutable, puisque les flux rejetés par une STEP sont susceptibles de varier considérablement au cours de la journée. Toutefois, il se trouve que les flux rejetés par la STEP ont été stables au cours des 2 journées de prélèvements, et que les prélèvements ponctuels sont donc représentatifs. Il s'agit cependant d'un cas particulier.
- que les dates de prélèvements n'aient pas été choisies en relation avec le fonctionnement réel de la station. Le 22/02 correspond bien à la période de pointe des vacances scolaires, mais le pic des rejets, en particulier en NH<sub>4</sub>, était passé. Le 13/03 se situe après la pointe, avec des charges à traiter nettement réduites, mais est aussi consécutive à une période d'arrêt complet de la STEP suite à une panne électrique (du 10 au 12/03).

Nous avons néanmoins tenté d'estimer le débit (Q) du Gouté de Courbe au point de rejet de la STEP à partir d'un bilan matière utilisant les concentrations mesurées en amont et aval et les flux (journaliers) rejetés par la STEP mesurés ou estimés aux mêmes dates. On peut considérer qu'il y a conservation des flux d'eau et de polluants dans le cours d'eau sur une courte distance. Par contre ce n'est pas le cas entre les stations S1 et S2, distantes de 2 km. En effet la seule mesure de débit du cours d'eau effectuée début septembre 2010 (EIMA *et al.*, 2010) a montré que le débit est multiplié par un facteur proche de 3 entre ces 2 points (2505 m<sup>3</sup>/j en amont, 7084 m<sup>3</sup>/j en aval), ce qui suppose la présence d'affluents ou de sources entre S1 et S2. Pour effectuer un bilan de flux au point de rejet de la STEP, on a dû faire les hypothèses suivantes :

- les concentrations dans le cours d'eau en amont immédiat du rejet sont égales à celles mesurées en S1. Ceci suppose que les affluents entre S1 et la STEP ont la même concentration que le cours d'eau principal, ce qui est acceptable.
- les concentrations dans le cours d'eau en aval immédiat du rejet sont égales à celles mesurées en S2. Ceci suppose que soit il n'y a pas d'affluent entre la STEP et S2, soit que les affluents apportent des concentrations identiques à celles de S2. Ces deux hypothèses sont en fait très discutables, et il est plus probable qu'il existe une certaine dilution des concentrations entre le point de rejet et S2.

Ces hypothèses reviennent à considérer que les différences de concentration entre S1 et S2 sont attribuables uniquement aux rejets de la STEP. Le calcul de débit du cours d'eau a été possible dès lors que l'on observe une différence significative entre S1 et S2, soit pour NH<sub>4</sub>, NO<sub>3</sub>, Pt, PO<sub>4</sub> et MES (tableau 16).

On notera que les unités de concentrations pour les formes azotées et phosphorées ne sont pas les mêmes entre le domaine de l'épuration (mgN/L ou mgP/L) et celui du milieu naturel (mgNH<sub>4</sub>/L, mgNO<sub>3</sub>/L, mgPO<sub>4</sub>/L). Le tableau 16 présente les concentrations et flux avec les unités du milieu naturel.

tableau 16 : Estimation du débit du cours d'eau au droit du rejet de la STEP par bilan de flux matières pour les campagnes hiver 2012

en vert		concentration < seuil de mesure, ramenée à seuil/2									
en bleu		valeur entrée									
en noir		valeur calculée									
Date		22/02/2012					13/03/2012				
		Amont step	Rejet Step	Aval step	Q calculé	contribution Step	Amont step	Rejet Step	Aval step	Q calculé	contribution Step
Débit jour	m3/j	6 048	87	6 135		1.4%	2 188	26	2 214		1.2%
	L/s	70.0	1.0	71.0			25.3	0.3	25.6		
Tx dilution			71					86			
NH <sub>4</sub>	mgNH <sub>4</sub> /L	0.03	12.47	0.44			0.03	0.06	0.03		
	kg/j	0.15	1.09	2.70	2 523	40%	0.05	0.00	0.06	#DIV/0!	3%
NO <sub>3</sub>	mgNO <sub>3</sub> /L	1.10	425.14	8.40			1.10	380.86	6.30		
	kg/j	6.65	36.99	51.53	4 967	72%	2.41	9.76	13.95	1 845	70%
Pt	mgP/L	0.01	10.00	0.14			0.01	10.91	0.13		
	kg/j	0.06	0.87	0.86	6 600	101%	0.02	0.28	0.29	2 301	97%
PO <sub>4</sub>	mgPO <sub>4</sub> /L	0.01	30.65	0.41			0.02	32.45	0.36		
	kg/j	0.06	2.67	2.52	6 577	106%	0.04	0.83	0.80	2 418	104%
MES	mg/L	1	23	3			1	36	2		
	kg/j	6.0	2.0	18.4	856	11%	2.2	0.9	4.9	719	19%

Les calculs effectués avec NO<sub>3</sub>, Pt et PO<sub>4</sub> donnent des résultats de débit cohérents entre eux, d'environ 6000 m<sup>3</sup>/j le 22/02 et de 2200 m<sup>3</sup>/j le 13/03. Le taux de dilution des rejets de la station serait alors entre 70 et 90, ce qui explique que les concentrations mesurées en aval restent très faibles et pas ou peu déclassantes malgré les concentrations élevées observées en sortie de STEP, en particulier en nitrates (environ 400 mgNO<sub>3</sub>/L).

L'estimation du débit du cours d'eau permet ensuite de calculer les flux véhiculés, et de situer la contribution des rejets de la STEP aux flux en aval. On trouve que les rejets de la STEP contribuent à la quasi totalité des flux aval en P et PO<sub>4</sub>, à 10 - 20% des flux en MES, et à 70% des flux en NO<sub>3</sub>. Pour le NH<sub>4</sub> les calculs pour le 22/02 sont incohérents et indiquent une possible surestimation de la concentration mesurée en S2, que nous estimons plus proche de 0,2 mg/L à partir les rejets de la STEP. Dans ce cas la STEP serait responsable de 80% du flux en NH<sub>4</sub>. Le 13/3 en revanche les rejets de NH<sub>4</sub> de la STEP sont négligeables, car la qualité du traitement était nettement améliorée sur ce paramètre, et les flux à traiter bien moindres.

Les bilans sur les MES donnent des résultats incohérents, qui montrent que les flux aval de MES ne peuvent pas être attribués aux seuls rejets de la STEP, mais aussi aux conditions hydrodynamiques dans le cours d'eau.

Pour la période estivale Irstea n'a aucun élément sur les rejets de la station.

Les seules données physicochimiques disponibles permettant d'estimer l'impact du traitement des rejets (c'est à dire avant et après mise en route de la STEP) entre des périodes comparables correspond à un flux très faible de pollution de quelques dizaines d'EH (début septembre 2010 et fin août 2012, tableau 15).

En septembre 2010 (sans STEP), les rejets directs dans le milieu naturel n'avaient semble t'il aucun impact négatif sur les concentrations observées. Seules les MES étaient plus élevées en aval (passant de 4 mgMES/L à 10 mgMES/L) mais cela n'est pas forcément attribuable aux rejets, car le point de prélèvement en aval est situé dans un secteur en forte pente (possible remise en suspension de sédiments).

La STEP n'apporte pas d'amélioration notable fin août 2012 sur les paramètres O<sub>2</sub>, pH, conductivité et NH<sub>4</sub>, car l'écart constaté amont/aval est le même qu'en 2010. Aucune conclusion sur les paramètres DBO<sub>5</sub>, PT et NKJ ne peut être présentée, car les seuils de quantification analytique ne sont pas comparables entre les deux études. Une dégradation très légère des concentrations en COD est observée : l'écart est de 0,1 mgC/L en 2010 (amont 1,1 mgC/L et aval 1,2 mgC/L) contre 0,5 mgC/L en 2012 (amont 0,5 mgC/L et aval 1 mgC/L). Les nitrates sont nettement plus élevés en 2012 (amont 0,5 mgNO<sub>3</sub>/L, aval 2,4 mgNO<sub>3</sub>/L) qu'en 2010 (amont <0,5 mgNO<sub>3</sub>/L, aval <0,5 mgNO<sub>3</sub>/L) et proviennent de la nitrification réalisée dans la STEP. Ces légères dégradations n'impactent pas la classification de ce cours d'eau en terme de qualité physicochimique sur ces paramètres, qui reste largement en deçà des limites de la très bonne qualité (<10mgNO<sub>3</sub>/L, <5mgC/L). L'impact (positif ou négatif) de la mise en place d'un traitement des rejets sur la qualité physicochimique du cours d'eau est donc très faible à cette période.

Seul le paramètre PO<sub>4</sub> est déclassant passant de très bon à bon état, la limite étant fixée à 0,1 mgPO<sub>4</sub>/L (en aval : 0,13 mgPO<sub>4</sub>/L en 2012, <0,05 mgPO<sub>4</sub>/L en 2010) mais comme la valeur en amont est également plus élevée qu'en 2010 (0,06 mgPO<sub>4</sub>/L en 2012 contre <0,05 mgPO<sub>4</sub>/L) il est difficile de conclure concernant l'impact du traitement sur ce dernier paramètre.

## **V.7.2 Hydrobiologie**

Ces paramètres donnent une appréciation de l'état biologique et écologique du cours d'eau. Il n'y a pas de relation avec le fonctionnement et le rejet instantané de la STEP, mais la comparaison entre amont et aval des points de rejets permet en principe de dégager la tendance quant à l'impact sur le long terme.

### **V.7.2.1 Diatomées**

Les indices IBD (indice biologique diatomées) et IPS (indice de polluosensibilité spécifique) ont été réalisés à différentes périodes comme l'indique le tableau 15

L'étude de l'état initial du Gouté de la Courbe avant mise en place de la STEP le 2/9/10 et après mise en fonctionnement de la STEP les 16/10/11 et 28/8/12 indique une très bonne qualité biologique selon l'indice IBD en amont et aval de la STEP.

L'indice IPS indique plutôt une bonne qualité biologique en aval et une très bonne qualité biologique en amont. Des impacts relativement faibles en aval pouvant être liés aux activités humaines sont observés. Un léger enrichissement en matière organique d'amont en aval est repéré, les espèces indicatrices de matière organique augmentent en fin d'été entre 2010 et 2012 en aval de la STEP. L'effet positif du traitement des rejets n'est donc pas confirmé à ce niveau. Les apports d'éléments eutrophisants sont faibles à modérés (en aval et amont), mais sont tout de même plus élevés à l'aval de la STEP (en 2010, 2011 et 2012). Les espèces eutrophes diminuent entre les étés 2010 et 2012, indiquant un effet positif du traitement des rejets à cette saison.

L'étude menée en hiver (13/3/12) indique une très bonne qualité biologique du Gouté de la Courbe selon les indices IBD et IPS en amont et aval de la STEP. L'état en hiver est donc meilleur qu'en fin d'été (moins de matière organique et de nutriments).

#### **V.7.2.2 Invertébrés benthiques**

Les indices IBGN (indice biologique global normalisé) et équivalent IBGN ont été réalisés à différentes périodes comme l'indique le tableau 15

Une très bonne qualité biologique est observée en amont et aval de la STEP que ce soit en fin d'été 2010 (indice équivalent IBGN amont 19 et aval 18) ou 2012 (amont 18 aval 19). L'état initial de 2010 ne met pas en évidence d'effet probant du rejet non traité sur le compartiment "invertébrés", sachant que d'autres facteurs comme la thermie (amplitude, températures estivales ...) et l'altitude interviennent sur la nature du peuplement benthique. Toutefois, on peut noter en 2012 l'amélioration d'un point de l'équivalent IBGN en aval après la mise en place de la STEP.

#### **V.7.2.3 Macrophytes**

Les indices IBMR (indice biologique macrophytique en rivière) ont été réalisés uniquement en fin d'été comme l'indique le tableau 15.

La différence entre amont et aval du rejet est significative. L'IBMR de l'état initial de septembre 2010 est de 15,89 en amont (niveau trophique très faible) et de 11,83 en aval (niveau trophique moyen). En septembre 2012 l'indice est de 16,48 en amont (niveau trophique très faible) et de 13,42 en aval (niveau trophique faible). On peut donc conclure à un effet positif mais modéré du traitement des rejets sur le niveau trophique en nutriments en fin d'été.

Aucun taxon d'algue n'est noté en amont, par contre leur présence en aval est très probablement significative de l'impact nutritionnel du rejet (phosphore, principalement), surtout dans ce contexte assez oligotrophe donc fragile et très sensible à un enrichissement même modéré.



## V.8 RENDEMENTS DE DEPOLLUTION

Le rendement entre l'entrée et sortie de la station n'a pas été estimé, les charges entrée station n'ayant pas été mesurées en continu lors de ce suivi. On a par contre essayé d'évaluer le rendement de l'étage biologique, c'est à dire entre les points de mesure **sortie bassin tampon** et **sortie bâche perméat**.

Les temps de séjour fluctuant fortement suivant la période (figure 19) l'estimation des **rendements journaliers** à partir des flux sortie bassin tampon et les flux sortie bâche perméat considérés le même jour est une représentation biaisée du fonctionnement de la STEP. Une autre approche serait de calculer les rendements en décalant les charges sortie perméat d'une durée équivalente au temps de séjour hydraulique. Cependant ce calcul n'est valable que si le système se comportait comme un réacteur piston, ce qui n'est pas le cas.

La seule approche valable selon nous est un **rendement global** sur toute la période du suivi, en cumulant sur tout le suivi (du 18/12 au 3/4/12) les charges admises sur les BIO et les charges sortie perméat (figure 61 en annexe). Cette approche n'est possible que sur les paramètres connus en continu, soit la DCO, les MES et NKJ. Les rendements obtenus représentent la proportion de rejets épargnée au milieu naturel durant la saison de pointe grâce à la mise en place du traitement.

Les rendements globaux obtenus en incluant les réensemencements de boue dans les charges entrées sont de 94,9 % sur la DCO, 96,6 % sur les MES et 89,7 % sur le NKJ. Cependant les réensemencements représentent un apport de charge artificiel, sans besoin réel de traitement (cf. V.4.2). Lorsqu'ils sont déduits de la charge entrée, les rendements calculés sur les charges apportées par les eaux usées seules sont réduits de 2 à 3 % par rapport aux résultats précédents.

## **VI. ANALYSE DU FONCTIONNEMENT**

---

### **VI.1 POSTE DE RELEVAGE ET BY-PASS**

L'ensemble du volume collecté par le réseau d'assainissement a été admis sur le bassin tampon (pas de surverse du poste de relevage n°2 ni de by-pass général de la STEP). Lors du précédent suivi, un signal erroné de by-pass était reporté sur la supervision, ceci a été résolu au cours de ce suivi.

### **VI.2 PRETRAITEMENTS**

Il faut insister sur le fait que le pot de collecte doit être nettoyé régulièrement par l'exploitant pour maintenir l'absence de dépôt dans cet ouvrage afin de ne pas perturber la représentativité de l'échantillon moyen d'entrée.

Il est nécessaire que l'exploitant de la station vérifie régulièrement que les pompes eaux industrielles sont susceptibles de fonctionner pour permettre le lavage du tamis rotatif (lors de la coupure électrique générale de l'installation, ces pompes ont dû être remises en fonctionnement par l'exploitant).

De plus l'absence d'eau potable (due au gel) n'a pas permis de réaliser des lavages manuels au niveau des prétraitements.

Il faudra à l'avenir trouver le moyen de protéger l'admission en eau potable sur l'installation d'autant plus que cette eau est également utilisée pour le lavage des membranes.

Le défaut signalé par le précédent exploitant (début 2011) concernant l'absence du fonctionnement effectif des buses de rinçage de la goulotte d'évacuation du compacteur n'a pas été résolu. Ceci entraîne de graves dysfonctionnements au niveau du compacteur à déchets entraînant l'arrêt du tamis rotatif. Ainsi au cours de ce suivi, à plusieurs reprises les effluents bruts ont été admis dans le bassin tampon (après dégrillage grossier effectué par le tamis fixe entre fer de 20 mm), ce qui a entraîné la présence de gros dépôts et flottants dans le bassin tampon. Ces éléments peuvent engendrer des problèmes au niveau des équipements électromécaniques en aval (pompes) et sont susceptibles d'endommager les membranes.

Les refus de tamisage compactés sont ensachés. La fréquence d'évacuation, assurée par l'exploitant lors du précédent suivi, est liée aux débits admis sur la station (1 sac évacué par jour à fort débit contre 1 par semaine en période à faible débit). Lors de ce suivi un agent communal se charge de la gestion des sacs de refus.

### **VI.3 GESTION DU BASSIN TAMPON**

#### **VI.3.1 Gestion du marnage**

Le bassin tampon doit permettre de réguler les débits admis sur les bassins de traitement (capacité : 242 m<sup>3</sup>, 44 m<sup>2</sup> de surface et 5,6 m de hauteur disponible pour stocker les effluents).

Pour ce suivi, le niveau bas a été augmenté pour assurer l'immersion du spectrophotomètre Irstea (entre 2 et 2,5 m). La figure 16 indique l'évolution du marnage observé dans ce bassin, contrairement au précédent suivi ce marnage a donc évolué fortement de 0,54 à 5,62 m. Les données relevées sur la supervision sous estiment la hauteur réelle de 0,12 m, selon les vérifications effectuées par Irstea.

Cette différence de niveau a un impact important sur la qualité de l'effluent de sortie, puisque dans certains cas des surverses de ce bassin tampon peuvent avoir lieu vers la sortie de station (amont canal de comptage). Un signal d'alarme doit être relayé auprès de l'exploitant quand la hauteur du liquide dans ce bassin atteint 5,7 m. Les plans indiquent également une surverse placée à environ 5,7 m aucune mesure sur site n'a été possible pour vérifier ce niveau. L'exploitation des données indique que cette surverse se situe plutôt autour de 5,55 à 5,6 m (niveau réel). Aucun signal d'alarme n'est reporté auprès de l'exploitant puisque le niveau réel de 5,82 m (5,7 m mesuré sur la supervision) n'est jamais atteint alors que des surverses ont lieu. Ceci explique d'autres surverses antérieures au suivi telle que celle observée début décembre dont la cause est inconnue (figure 16). **Tant que ce seuil d'alarme ne sera pas modifié et en l'absence d'exploitant, des surverses peuvent avoir lieu.**

Irstea a comptabilisé lors de ce suivi 4 épisodes de surverse du bassin tampon vers la sortie de station via le canal de comptage. Ces événements étaient dus à divers dysfonctionnements ayant empêché l'admission des effluents sur le traitement biologique pendant 4 à 20 heures combinés à l'absence de report d'alarme du niveau haut du bassin tampon. Les dysfonctionnements observés sont, par ordre chronologique (figure 16): un arrêt de la filtration et des pompes du bassin tampon suite à l'atteinte d'un seuil d'alarme de colmatage fin janvier (surverse n°1), la perméabilité trop faible des membranes lors de la pointe de charge de février (surverse n°2), l'arrêt des pompes du bassin tampon suite à une coupure électrique générale de l'installation (surverse n°3), et enfin la défaillance de la vanne guillotine en entrée de cuve TMP empêchant toute filtration (surverse n°4).

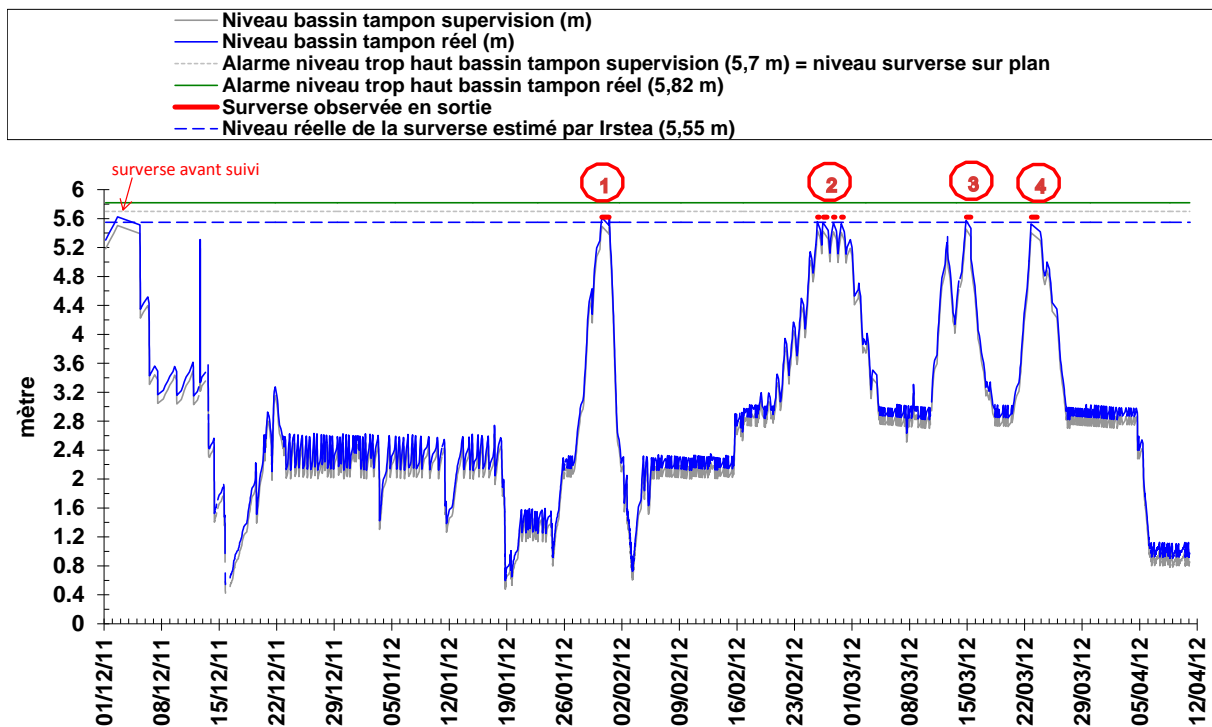


figure 16 : Evolution du marnage dans le bassin tampon, et surverse du bassin tampon

Contrairement au précédent suivi, les trois pompes ont fonctionné au cours de ce suivi (figure 62 en annexe). A certaines périodes "critiques" les pompes gros débits ont fonctionné. Une visite journalière d'un exploitant aurait certainement permis de lisser au mieux l'admission d'effluent sur les bassins biologiques. Le bassin tampon est particulièrement utile en l'absence d'un exploitant permanent sur site.

### VI.3.2 Gestion de l'agitateur

Irstea avait demandé que l'agitateur fonctionne dès qu'une des trois pompes du bassin tampon fonctionnait. Finalement, cela a été réalisé uniquement pour les pompes gros débits. Sans fonctionnement de ces deux pompes l'agitateur est piloté par horloge (10 minutes de marche toutes les 120 minutes soit 2 heures par jour au minimum).

Du 3/1 au 3/4/12, l'agitateur a fonctionné 424 heures (la pompe petit débit 321 heures, les deux pompes gros débits environ 16 heures chacune). Un asservissement tenant compte des marches effectives des trois pompes permettrait d'optimiser l'efficacité d'évacuation des dépôts sans surcoût énergétique (3% de la consommation énergétique totale de l'installation est attribuable à cet agitateur, cf. VI.3.1).

La figure 62 en annexe indique l'absence d'agitation fin décembre, ce qui est préjudiciable à l'évacuation des dépôts accumulés dans ce bassin avant le début de ce suivi. Il est particulièrement important d'agiter le bassin lors des périodes de réensemencement en boue.

### VI.3.3 Evolution du pH

La figure 17 indique l'évolution de la moyenne journalière du pH dans le bassin tampon. La mesure enregistrée par la supervision surestime semble t'il le pH de 0,8 comme l'indique les pH des échantillons.

Un pH de 9 a été fixé comme seuil de déclenchement d'alarme sur la supervision. La figure 17 indique que cette valeur n'a jamais été réellement atteinte. Durant la période de charge maximale (février) les pH ont fluctué de 8,3 à 7,9.

On observe d'autre part une réduction du pH sur le long terme après la période de pointe, pouvant indiquer une acidification par fermentation favorisée par l'augmentation du temps de séjour dans le bassin tampon. Il paraît difficile de contrôler l'évolution du pH des effluents du bassin tampon, l'agitateur n'étant pas équipé d'une prise d'air pour faire office d'hydroéjecteur (contrairement à ce qui était prévu dans le projet). Ce même phénomène d'acidification est observé début janvier après une période d'absence d'agitation et en présence de boue de réensemencement dans ce bassin (cf. V.4).

Contrairement au précédent suivi, la pluviométrie (nettement plus faible cette année) n'impacte pas le pH de ce bassin.

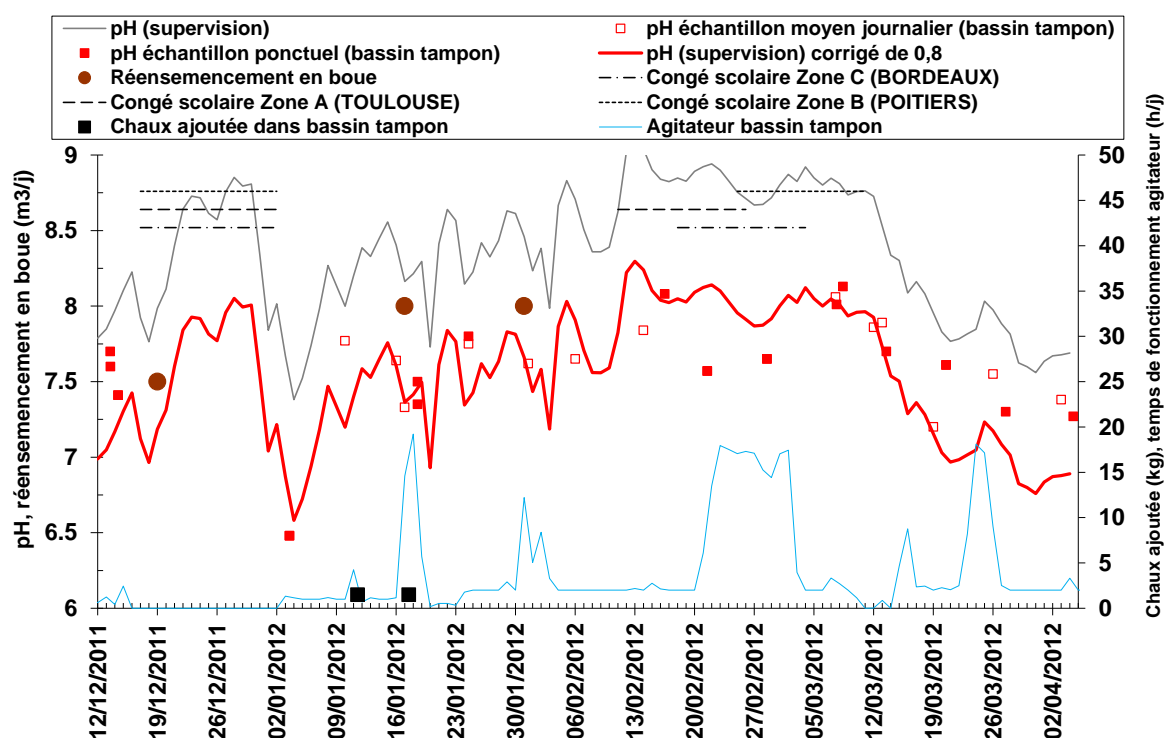


figure 17 : Evolution du pH dans le bassin tampon et des pH des échantillons (moyens et ponctuels)

### VI.3.4 Température des effluents

La température moyenne journalière évolue entre 5 et 11,5°C (moyenne 8,5°C) comme indiqué dans la figure 18. Cette température suit l'évolution de la température de l'air extérieur, du débit d'entrée et de la pluviométrie. Des chutes rapides de

température sont liés aux pointes de débit attribuées à des événements pluvieux (par exemple en mars), confirmant l'admission d'eaux pluviales dans le réseau.

Deux périodes sont répertoriées durant lesquelles la limite de température basse de l'effluent d'entrée indiquée par Loïra (6°C) a été franchie dans le bassin tampon (18/1 au 24/1/12 et du 7/2 au 11/2/12).

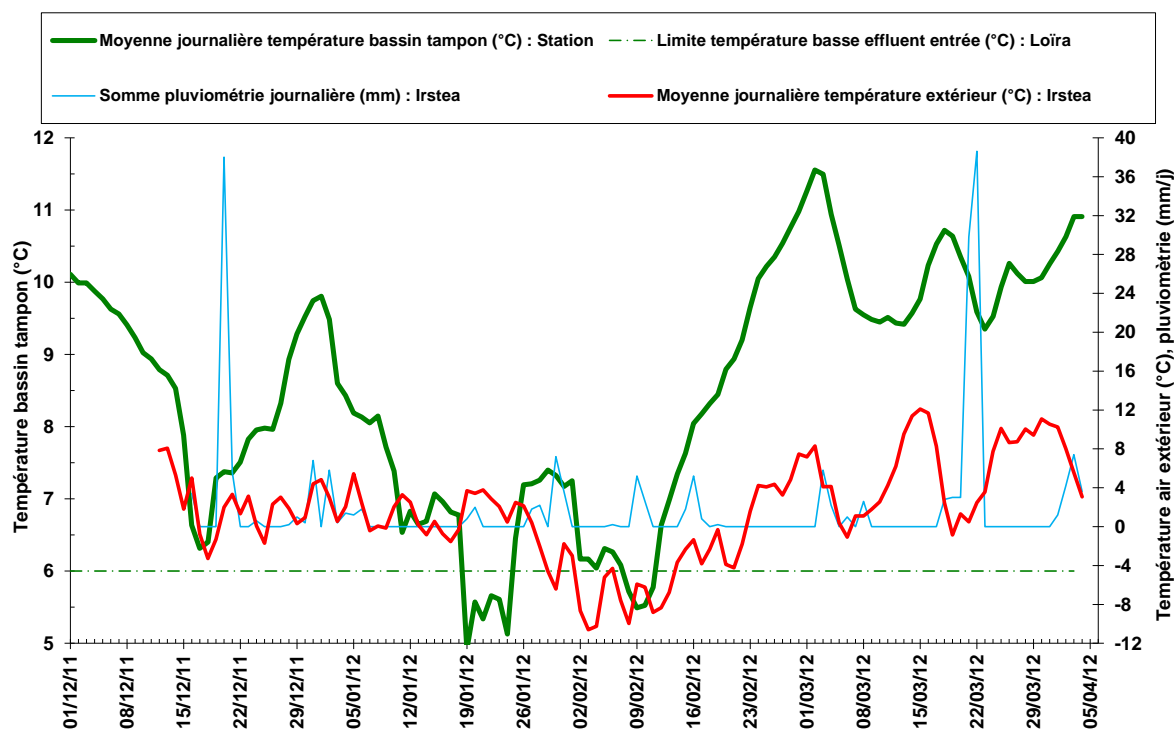


figure 18 : Evolution de la température des effluents du bassin tampon, et de l'air extérieur

## VI.1 TEMPS DE SEJOUR HYDRAULIQUE

Les temps de séjour hydraulique sur l'ensemble de l'installation ont été calculés à partir des débits entrée station et du volume total des bassins (778 m<sup>3</sup>, tableau 54 en annexe).

Avant le 16/12 (début vacances scolaires) les temps de séjour sur la STEP sont supérieurs à 56 jours (figure 19) puis inférieur à 42 jours tout le reste de ce suivi.

Ils sont de 14 jours en moyenne aux VS de Noël (fluctuant de 6 à 43 jours) et de 9 jours aux VS d'hiver (fluctuant de 7 à 13 jours) comme l'indique le tableau 55 en annexe. Les temps de séjour dans les bassins aérés et la bêche perméat sont de 8 jours aux mêmes périodes et 7 jours dans les bassins aérés seuls.

Ces temps de séjour sont très longs comparé aux autres BAM (compris entre 8 et 24 heures) et s'expliquent par la sous charge hydraulique. Ceci rend le calcul des rendements entrée sortie de la STEP sur 24 heures non valide (cf. V.8).

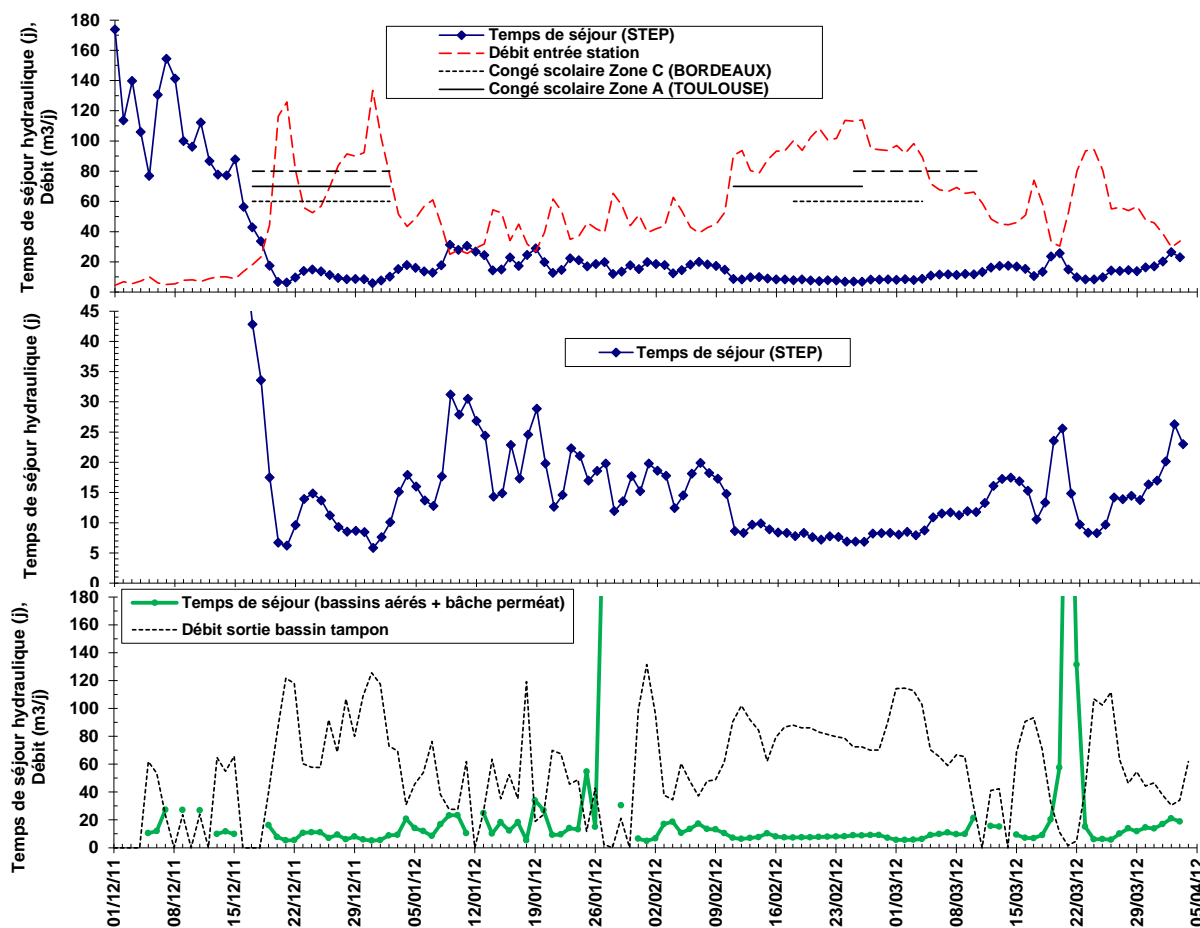


figure 19 : Evolution des temps de séjour (agrandissement de la période au milieu)

## VI.2 BASSINS BIOLOGIQUES ET COMPARTIMENTS MEMBRANAIRES

La configuration hydraulique adoptée depuis la mise en eau de l'installation et durant tout le suivi est de deux bassins biologiques fonctionnant en parallèle et de 3 compartiments membranaires également en parallèle avec filtration simultanée. Le compartiment membranaire n°4 n'a pas été équipé de membranes ni de système d'aération, et est rempli d'eau claire (confirmé par un prélèvement le 13/12/11).

### VI.2.1 Agitation dans les bassins

Les compartiments membranaires sont agités uniquement par l'aération des membranes, qui fonctionne en continu. L'agitation des bassins biologiques est assurée par un agitateur par bassin, par l'aération dans ces bassins (lorsqu'elle fonctionne) et par l'aération des membranes qui provoque des circulations. La société Alpha Laval indique que l'agitation de l'ensemble des bassins biologiques peut être assurée uniquement par l'aération des membranes.

Au cours de ce suivi, les agitateurs de chaque bassin ont fonctionné régulièrement (15 minutes de marche et 15 minutes d'arrêt) afin de trouver un compromis entre l'homogénéisation des boues et la réduction des coûts énergétiques (7% de la consommation énergétique totale est attribuable à ces agitateurs, cf. VI.3.1).

## VI.2.2 Température dans les bassins biologiques

La figure 20 présente l'évolution de la température des boues du bassin biologique n°1.

Dans les bassins biologiques la température minimale pour assurer les performances garanties est de 8°C, ce qui a été le cas sur l'ensemble de ce suivi malgré les faibles températures des effluents contenus dans le bassin tampon (du 18/1 au 24/1/12 et du 7/2 au 11/2/12, cf. VI.3.4). Le réchauffement moyen journalier entre le bassin tampon et les BIO est de 4°C grâce à l'aération. Cette différence évolue entre 1°C et 6°C avec le temps de séjour.

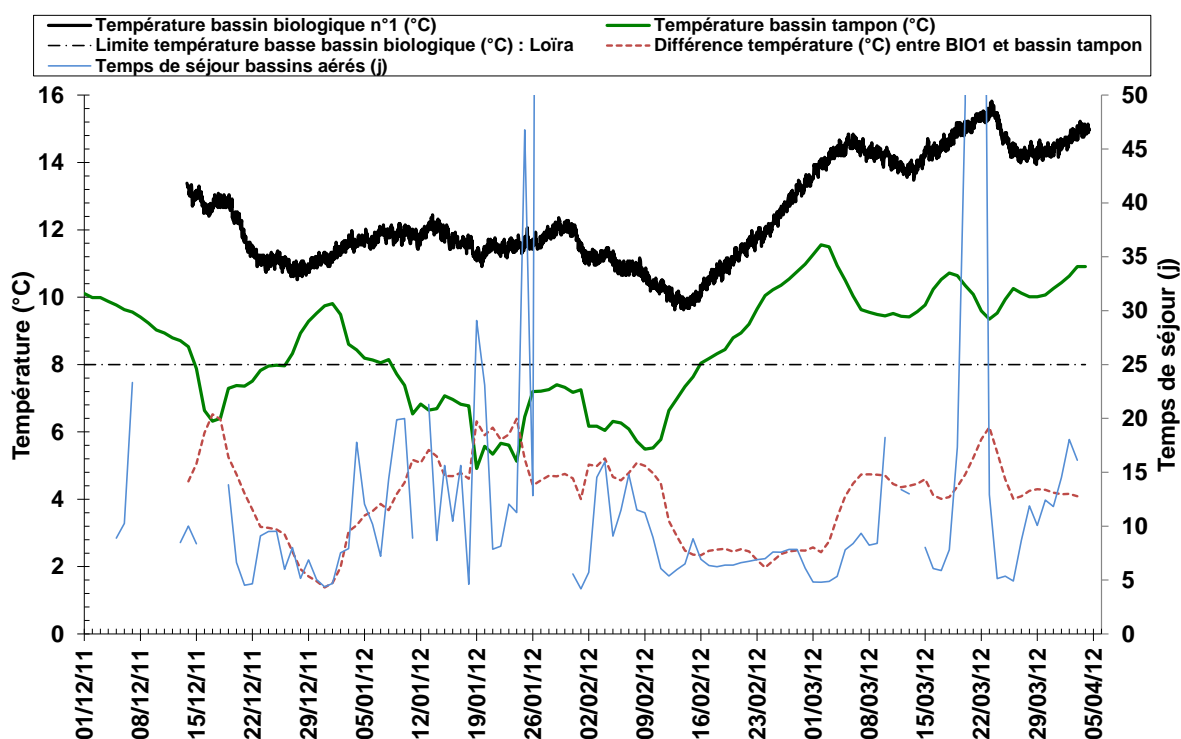


figure 20 : Evolution de la température des boues du bassin biologique n°1

## VI.2.3 Evolution des concentrations en boue dans les bassins

Le 13/12/11 Irstea a réalisé des prélèvements dans les différents bassins, afin de vérifier l'homogénéité des concentrations en boue de l'installation. Le tableau 53 en annexe indique qu'il n'a pas été décelé de différence notable entre les bassins. La filtration était arrêtée depuis 5 heures avant les prélèvements mais l'aération dans les CM était en continu ainsi que l'agitation des BIO. Ceci tend à prouver une bonne homogénéisation des boues grâce à l'aération des CM et la marche continue des agitateurs des BIO.

Le 18/1/12, Irstea effectue de nouveau ces prélèvements et constate que les concentrations dans les CM sont très proches (tableau 53 en annexe), par contre les concentrations dans les BIO sont nettement plus élevées alors que la filtration était en fonctionnement depuis 4 heures. Le réensemencement en boue réalisé la veille a pu perturber les prélèvements fait en surface des BIO et indique qu'il faut être



extrêmement prudent quand à la qualité du prélèvement dans les CM ainsi que dans les bassins biologiques. Lors des périodes d'ensemencement ce temps d'agitation devra être plus conséquent. Il semble qu'une agitation d'un quart d'heure permette d'avoir une bonne homogénéisation dans ces bassins.

Un gradient vertical de concentration a été observé le 8/3/12, comme l'indique la figure 63 en annexe. Chaque prélèvement de boues dans les bassins biologiques a été effectué à la même hauteur d'immersion (au niveau de chaque sonde MES mis en place par Irstea) après une agitation minimale d'environ 30 minutes (marche surpresseur + agitateur). Le gradient observé peut s'expliquer par la boucle de circulation verticale des boues entretenue par l'aération continue des CM : la boue est aspirée par les fenêtres basses des BIO vers les CM, et retourne des CM vers les BIO par les ouvertures hautes. Lors des cycles de filtration, la boue des CM légèrement plus concentrée se retrouve donc plutôt en surface dans les BIO avant d'être mélangée.

Les réensemencements en boue provoquent des sauts de concentration en MES, ce qui a pour effet d'entraîner une dérive des capteurs MES. Les périodes de forte variation de charge en entrée de bassins biologiques entraînent également une dérive des capteurs MES, du fait de la modification des caractéristiques optiques de la boue. Dans ce rapport figurent uniquement les concentrations en MES corrigées.

Les deux MESmètres mis en place ont permis de suivre l'évolution de la concentration moyenne journalière en boue des deux bassins biologiques (lors de la marche effective des agitateurs) au cours de ce suivi (figure 21).

Aucune extraction de boue (par la file boue), ni ajout de chlorure ferrique n'ont été réalisées au cours de ce suivi. L'évolution de la concentration en boue dans les bassins correspond donc à la production biologique nette de boue si l'on ajoute les flux de MES perdus en sortie de bêche perméat et en considérant que les concentrations en boue dans les CM sont du même ordre de grandeur que celles rencontrées dans les BIO. Au cours de ce suivi, les concentrations en MES des bassins biologiques ont augmenté régulièrement jusqu'à atteindre un maximum vers le 7/3/12 (4,3 gMES/L). Le capteur MES du BIO1 se trouve à proximité de l'admission de l'effluent contrairement au capteur MES du BIO2, ce qui explique les concentrations souvent plus faibles rencontrées sur le BIO1.

La concentration en boue prévue lors du dimensionnement de cette installation était de 10 gMES/L (Loïra, 2010d). Il est impossible d'atteindre une concentration aussi élevée à partir du taux de boue initial mi décembre (environ 1 gMES/L) avec les productions de boue faibles observées (cf. VI.2.9) et malgré les réensemencements.

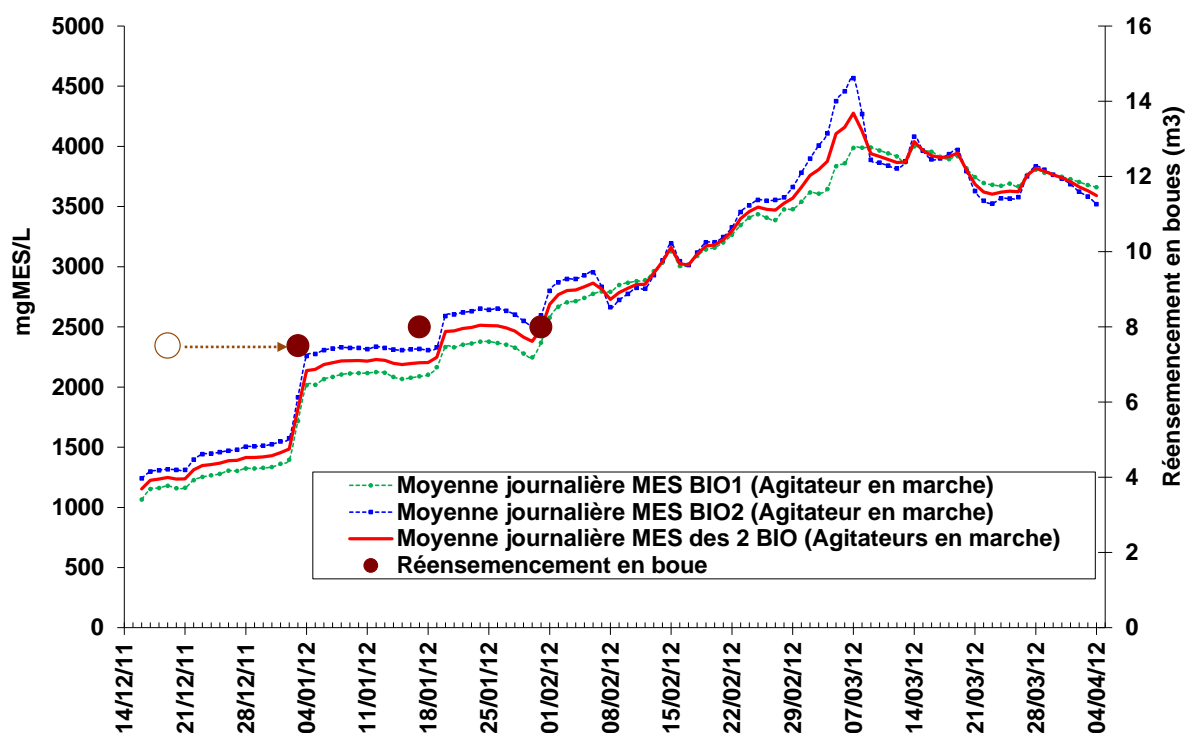


figure 21 : Evolution de la concentration en boue dans les bassins biologiques

Au cours du suivi le taux de MVS des boues a régulièrement augmenté (de 57% à 80% environ, en absence d'ajout de chlorure ferrique) grâce aux réensemencements en boue et à l'apport de charge (figure 64 en annexe).

Les concentrations des boues en DCO, NKJ, PT et fer ont été déterminées sur les boues mixées du BIO2 (tableau 40 en annexe). Ces concentrations ont servi à calculer des ratios (DCO particulaire/MES, FerTotal/MES, Norg particulaire/MES, PT particulaire/MES ...), qui évoluent en fonction des réensemencements en boue et de la charge admise (figure 65 et figure 66 en annexe). Nous avons pu déduire globalement qu'un mg de MES contenait entre 0,84 et 1,28 mgDCO particulaire et 0,05 à 0,084 mgNorg particulaire. La masse de fer piégée dans le système étant constante, la teneur des boues en fer évolue de manière inversement proportionnelle à la masse de MES dans les bassins. Le ratio molaire PT/fer (figure 67 en annexe) augmente progressivement jusqu'à mi mars, indiquant un enrichissement des boues en phosphore par assimilation (cf. V.5.2.3).

#### VI.2.4 Charges volumiques appliquées

Les charges volumiques ont été calculées à partir des charges journalières sortie bassin tampon (DCO et DBO5), du volume des 2 bassins biologiques (473 m3, tableau 54 en annexe) ou du volume total des bassins aérés (550 m3).

La société Loïra a prévu un dimensionnement en période de pointe de 0,381 kgDBO5/(m3BIO.j). La figure 22 indique que les charges volumiques sont nettement inférieures au dimensionnement, hors réensemencements en boues. Elles sont en moyenne 6 fois inférieures à la valeur de dimensionnement au plus fort de la période de pointe hors réensemencement en boue (vacances scolaires d'hiver).

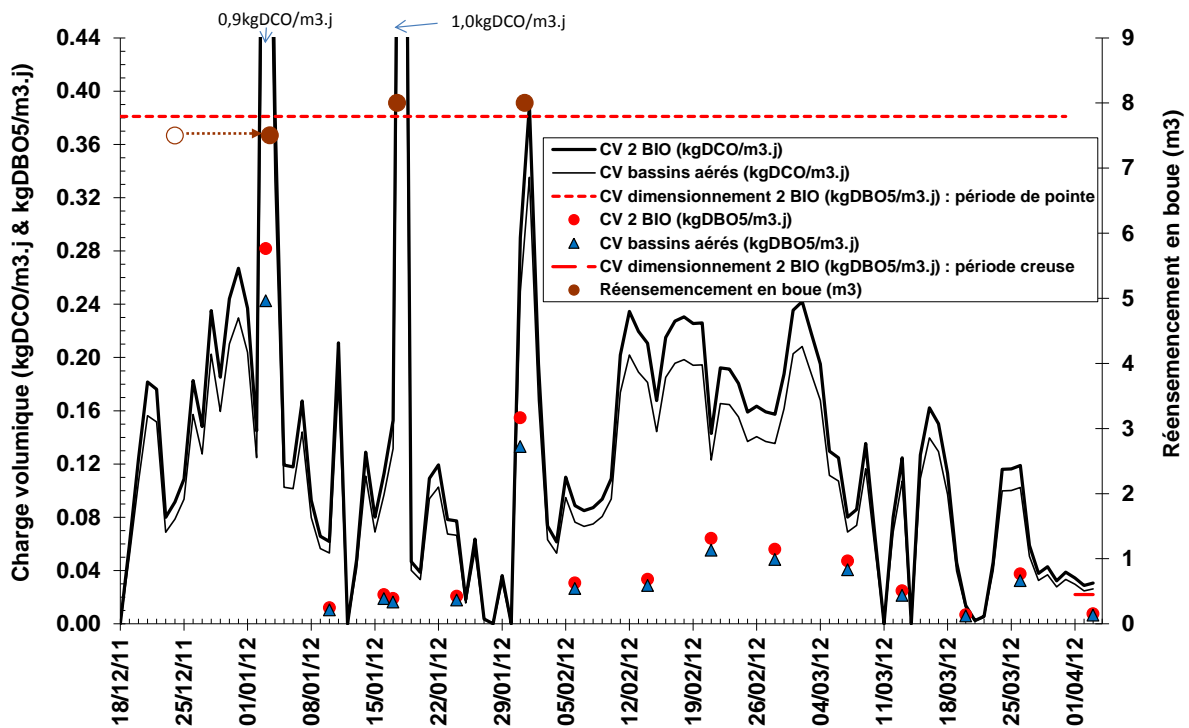


figure 22 : Evolution de la charge volumique au cours du temps

## VI.2.5 Charges massiques appliquées

La charge massique appliquée sur l'ensemble des bassins aérés a été calculée à partir de la charge polluante en sortie du bassin tampon (DCO et DBO<sub>5</sub>), du volume réel des bassins aérés (tableau 54 en annexe), de la moyenne des concentrations journalières en MVS dans les bassins biologiques (la concentration en boue est supposée homogène dans tous les bassins, y compris les 3 CM). La charge polluante en DCO est connue en continue (cf. V.4.3) alors que la charge en DBO<sub>5</sub> a été calculée pour chaque jour d'échantillonnage et extrapolée à partir de la charge en DCO et du ratio DCO/DBO<sub>5</sub> de 2,5 (tableau 14) pour les jours sans prélèvement.

La société Loïra a calculé la charge massique nominale en ne tenant compte que des deux bassins biologiques (soit 2 x 237 m<sup>3</sup>, comme l'indique le tableau 54 en annexe). La charge massique de dimensionnement prévue pour la période de pointe est de 0,054 kgDBO<sub>5</sub>/(kgMVS.j) (Loïra, 2010d).

La figure 23 indique l'évolution de la charge massique au cours du temps. On retrouve les 3 pics de charges artificiels observés lors des réensemencements en boue et lors de l'admission des dépôts du bassin tampon au début du suivi (cf.V.4.2).

Hors réensemencement, la charge massique moyenne au cours de ce suivi est de 0,07 kgDCO/(kgMVS.j) sur les deux bassins biologiques (0,06 kgDCO/kgMVS.j sur l'ensemble des bassins aérés). Pendant la période de pointe en vacances scolaires d'hiver, la charge massique maximale estimée est observée le 12/2/12 (0,043 kgDBO<sub>5</sub>/kgMVS.j), soit 80 % de la charge massique de dimensionnement en période de pointe.

Cette STEP fonctionne toujours en faible charge (<0,1 kgDBO<sub>5</sub>/kgMVS.j) (hors réensemencement et transfert des dépôts). La charge massique a progressivement

diminué au cours du suivi grâce à l'augmentation de la masse de boue dans les bassins aérés. A partir de mi mars la STEP fonctionne en sous-charge très prononcée.

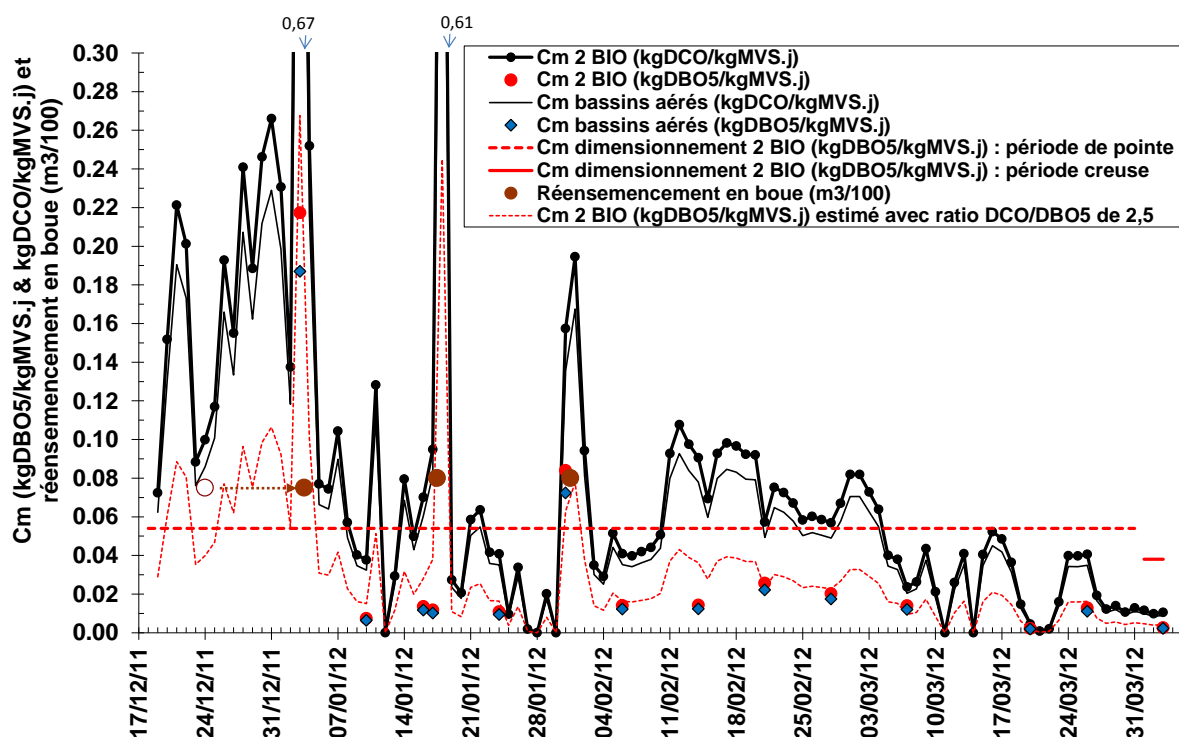


figure 23 : Evolution de la charge massique au cours du temps

## VI.2.6 Evolution du pH des boues, des effluents de sortie station et complémentation en TAC

La vitesse de nitrification est optimale dans une gamme de pH comprise entre 7,2 et 8,5. Un pH un peu plus acide (inférieur à 6,5) ou un peu plus basique peut la ralentir, bien que les bactéries puissent s'adapter à ces conditions sur le long terme. En deçà d'un pH de 6 cependant, la nitrification est en principe complètement inhibée (Deronzier *et al.*, 2002).

L'évolution des pH observés est reportée sur la figure 24. Afin de suivre au mieux l'évolution du pH dans le BIO1, l'acquisition de ce paramètre avait été modifiée à une valeur toutes les 10 minutes à partir du 27/1/12 (au lieu de 1 donnée par heure auparavant). La nitrification dans les bassins aérés (qui est un processus consommateur d'alcalinité) entraîne une acidification très importante malgré un pH en entrée des bassins relativement classique (cf. VI.3.3). Elle s'explique par le faible pouvoir tampon des boues (figure 58 en annexe) et par les caractéristiques particulières des effluents d'entrée. Leur ratio TAC/NKJ est faible et toujours inférieur ou égal à la valeur limite théorique de 5,7 mgHCO<sub>3</sub>/mgN permettant une nitrification complète sans limitation (figure 53 en annexe). Les seuils garantie de Loire et le niveau de rejet de l'arrêté concernant le pH de l'effluent de sortie sont de 6,0 et 8,5 (tableau 2). Des pH inférieurs à 6 sont couramment observés dans les bassins de traitement et périodiquement en sortie de STEP. C'est une cause de non conformité, et d'inhibition partielle de la nitrification (cf. V.5.2).

Afin de pallier au manque de TAC dans le système, des ajouts ponctuels de bicarbonates de sodium<sup>33</sup> ont été réalisés manuellement (cf. V.1), en fonction de l'approvisionnement en réactifs sur la station. Le tableau 56 en annexe indique les quantités ajoutées par bassin. En tout 860 kg ont été utilisés au cours de ce suivi. La complémentation automatique n'a pas été mise en place par l'exploitant au cours de ce suivi. Ces ajouts ont été réalisés précisément de la façon suivante :

- Le premier ajout de bicarbonates a été fait progressivement par Irstea (le 15/2/12 de 14h51 à 15h30) afin de suivre l'évolution du pH en fonction des ajouts (figure 68 en annexe). Cet essai confirme qu'il est nécessaire d'ajouter au moins 150 kg de réactifs sur l'ensemble des bassins afin de rétablir un pH proche de 7. Seul 150 kg de réactifs étaient disponibles sur site ce jour. En théorie, environ 180 kg de réactif auraient été nécessaires pour nitrifier le NH<sub>4</sub> résiduel dans le bassin (échantillon moyen de sortie 27 mgNH<sub>4</sub>/L). Ces ajouts ont été effectués en l'absence de filtration et peu de charge admise (seule la pompe petit débit a fonctionné) mais avec agitation continue (agitateurs BIO et parfois aération des bassins biologiques).
- L'exploitant a réalisé ensuite deux ajouts de 150 kg de réactifs les 21/2 et 28/2. Ces ajouts ont été réalisés rapidement dans chaque bassin (en quelques minutes), malheureusement seul 150 kg de réactifs étaient disponibles chaque jour ce qui a permis de remonter le pH qu'aux environs de 6,8. Ces ajouts ont été effectués sans tenir compte des périodes de filtration et de charge admise mais systématiquement avec agitation forcée (aération BIO + agitateurs). Le pH autour de 6,8 n'a été maintenu que très peu de temps, le retour au pH d'origine (pH inférieur à 5) est observé après 32 à 35 heures (cas des 15/2 et 21/2/12, figure 69 et figure 70 en annexe). Cette durée dépend de la charge admise et du NH<sub>4</sub> résiduel. Suite à l'introduction de ce réactif, les conditions du milieu deviennent plus favorables à la biomasse nitrifiante. Des respirations plus rapides sont observées (chute oxygène dissous dans les bassins, figure 69 et figure 70 en annexe) après l'ajout de réactifs et lors d'admission d'effluent (cas des 21/2 et 28/2/12). On observe que les respirations redeviennent nettement plus faibles dès que le pH chute en dessous de 5,0 (cas du 21/2/12).
- L'ajout quasi-journalier de réactifs (préconisé par Irstea dès le début du suivi) a été réalisé par un agent de la mairie du 29/2 au 9/3 et a permis de maintenir une respiration forte sur plusieurs jours (comme l'indique la figure 71 en annexe) même à des pH proches de 5 (lors de la période de pointe de charge des VSH du 28/2 au 4/3/12). Les derniers ajouts de réactifs (du 5/3 au 9/3/12 : 50 kg/j) ont été réalisés en dehors du pic de charge et ont permis d'approcher un pH de l'ordre de 6,6.

On observe donc un effet positif immédiat des ajouts sur le pH, le TAC (figure 24, figure 58 en annexe) et sur l'activité biologique (augmentation de la consommation d'O<sub>2</sub>), mais qui ne dure que 30 heures environ. Ceci confirme la nécessité d'ajouts quotidiens mise en évidence lors des simulations. L'ajout de bicarbonates dans les BIO (et dans une moindre mesure l'ajout de la chaux dans le BT) permet d'obtenir à certaines périodes des pH compris entre 6 et 8,5.

---

<sup>33</sup> Le réactif utilisé lors de ce suivi est du bicarbonate de sodium alimentaire en poudre (hydrogénocarbonate de sodium "food grade powder") avec une pureté proche de 100%, conditionné en sacs de 25 kg (1 kg de ce réactif contient 0,726 kg HCO<sub>3</sub>). Ce réactif a été épandu équitablement dans chaque bassin biologique par les trappes de visites (2 trappes par bassin).

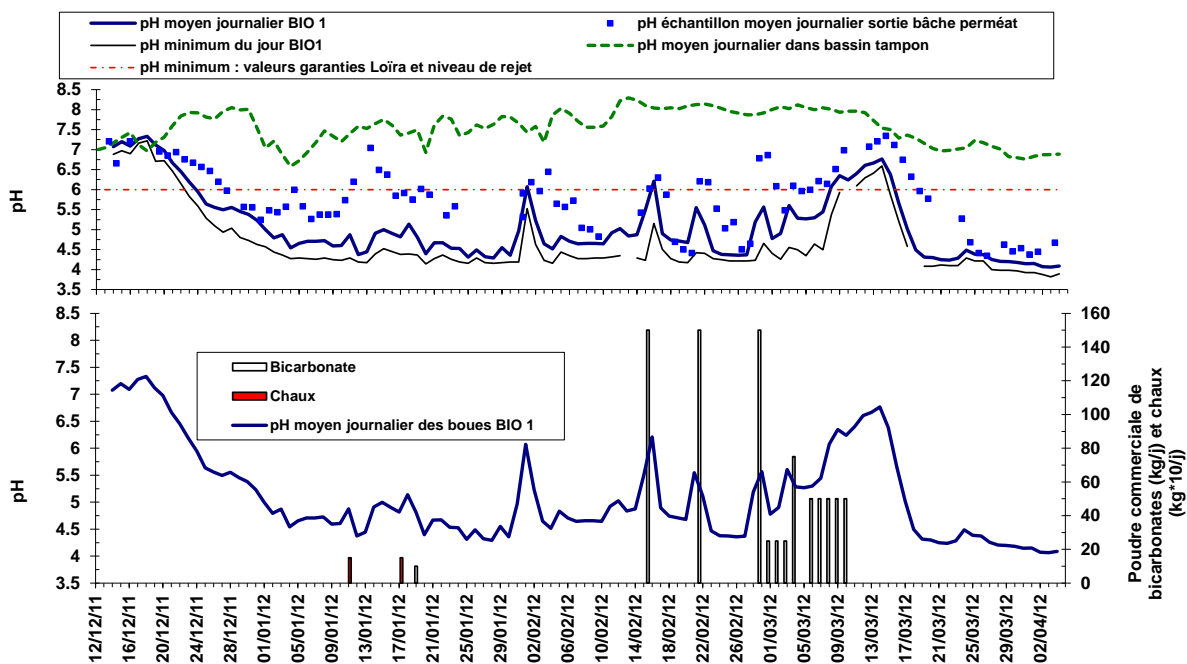


figure 24 : Evolution du pH dans les boues du BIO1 et dans les échantillons moyens journaliers sortie bêche perméat

Lors des prochaines saisons, idéalement il faudra gérer l'ajout de réactifs en fonction des charges admises en NKJ et du  $\text{NH}_4$  résiduel dans les bassins. Mais cette charge quotidienne étant inconnue, une autre approche est de maintenir une concentration minimale en TAC dans les bassins aérés de  $61 \text{ mg HCO}_3^-/\text{L}$ . La concentration en TAC, si elle n'est pas mesurée non plus, peut être estimée par le pH. En effet une relation TAC/pH a été établie par Irstea sur le perméat (figure 73 en annexe). Un pH de 7,3 doit être maintenu et ne doit jamais descendre en dessous de 6,7. Il faut prévoir l'installation d'un pHmètre immergé dans les BIO et relié à la supervision. Des tests rapides de type bandelettes (TAC, pH) peuvent être utilisés en attendant. Une quantité suffisante de réactifs doit être commandée avant le début de la saison touristique pour éviter toute rupture de stock.

Pour maintenir un pH proche de la neutralité il sera nécessaire d'effectuer des ajouts réguliers dès le début de la saison hivernale (VSN), afin d'éviter les dérapages observés lors du présent suivi. Considérant que les futurs débuts de saison (mi décembre) sont équivalents à ce qui a été observé lors de ce suivi (figure 58 en annexe), c'est-à-dire des bassins aérés contenant  $0,3 \text{ mg N-NH}_4/\text{L}$  et une réserve de TAC de l'ordre de  $40 \text{ mg HCO}_3^-/\text{L}$  (pH BIO1 et échantillon moyen de sortie de l'ordre de 7,1) comme l'indiquent les tableaux en annexe (tableau 49 à tableau 52), il faudrait admettre juste avant le début des VSN  $20 \text{ kg}$  de poudre commerciale afin d'assurer le maintien du pouvoir tampon et la nitrification du résiduel de  $\text{NH}_4$  contenu dans les bassins (un sac de  $25 \text{ kg}$  conviendrait donc). La figure 72 en annexe et le tableau 57 en annexe indiquent la quantité de réactifs à admettre par jour en fonction des charges admises en  $\text{N-NH}_4$  lors de ce suivi (la nitrification d' $1 \text{ mg N-NH}_4/\text{L}$  nécessite  $8,7 \text{ mg HCO}_3^-/\text{L}$ ), du débit traité (Flux TAC non utilisé) et en faisant abstraction de périodes d'anoxie. Cette quantité théorique est donnée à titre indicatif et devra être ajustée en fonction des pH observés dans les boues des bassins biologiques. En l'absence de dénitrification une quantité minimale de  $1000 \text{ kg}$  de

réactifs (soit 40 sacs de 25 kg) suffisent pour assurer l'équilibre en TAC de décembre à avril (période critique) et améliorer le traitement de l'azote.

### **VI.2.7 Evolution de l'oxygène dissous dans les bassins**

Les concentrations en oxygène dissous ont été suivies en continu aux deux extrémités de chaque bassin biologique (proche des CM, figure 34 en annexe) par des sondes de marques différentes. Les données des capteurs de la station sont enregistrées toutes les 15 secondes et toutes les 2 minutes pour les capteurs d'Irstea (systèmes d'acquisitions de données indépendants). La vérification de l'ajustage a été effectuée régulièrement par Irstea sur les capteurs mis en place pour ce suivi, et le 25/1/12 par Loïra sur les capteurs de la station.

La marche du surpresseur (secours) dédié aux bassins biologiques était asservie à la moyenne des concentrations d'oxygène dissous des deux bassins biologiques, avec un seuil bas de 0,5 mgO<sub>2</sub>/L et un seuil haut de 1,8 mgO<sub>2</sub>/L. Un fonctionnement régulier minimum du surpresseur après 12 heures d'arrêt continu a été programmé au niveau de l'automate quelque soit la concentration en oxygène dissous dans les bassins (du 18/12/11 au 23/3/12 : 10 minutes de marche forcée et du 24/3/12 au 4/4/12 : 5 minutes de marche forcée). L'objectif de ce fonctionnement régulier était avant tout d'éviter le colmatage des diffuseurs en l'absence de marche du surpresseur.

Globalement les profils de concentration d'oxygène dissous sont très proches dans les 2 BIO et en différents points du bassin (au niveau des trappes d'accès).

L'aération continue des 3 compartiments membranaires est suffisante pour couvrir toute la demande en oxygène à certaines périodes. En effet, des périodes de sur-oxygénation sont répertoriées, malgré des temps de fonctionnement de l'ordre de 20 minutes par jour du surpresseur biologique (temps minimal journalier de marche forcée).

Les concentrations d'oxygène dissous moyennes et minimales journalières sont présentées dans la figure 25. Des périodes d'anoxie ont eu lieu malgré des moyennes de l'ordre de 1 mgO<sub>2</sub>/L (figure 26). La période d'arrêt complet de la station, suite à une défaillance générale sur le réseau électrique de la vallée, a entraîné une période d'anoxie prolongée (arrêt de la station du 10/3/12 13h49 au 12/3/12 15h00). Des concentrations minimales inférieures à 0,1 mgO<sub>2</sub>/L (seuil susceptible de représenter des périodes d'anoxie) ont été observées du 28/2 au 18/3/12. Cette période correspond à l'ajout régulier de bicarbonates dans les bassins, les respirations (activités biologiques) observées sont nettement plus rapides à ces périodes de compléments (figure 68 à figure 71 en annexe). La figure 26 indique l'évolution de ces temps « d'anoxie » cumulés par jour. Hormis la période d'arrêt de l'installation, les temps d'anoxie dans le BIO1 sont nettement plus élevés que dans le BIO2, ce qui s'explique par la répartition non homogène des effluents suivant les pompes du bassin tampon utilisées (cf. V.4). En effet lors du fonctionnement de la pompe petit débit le BIO1 reçoit plus de charge que le BIO2.

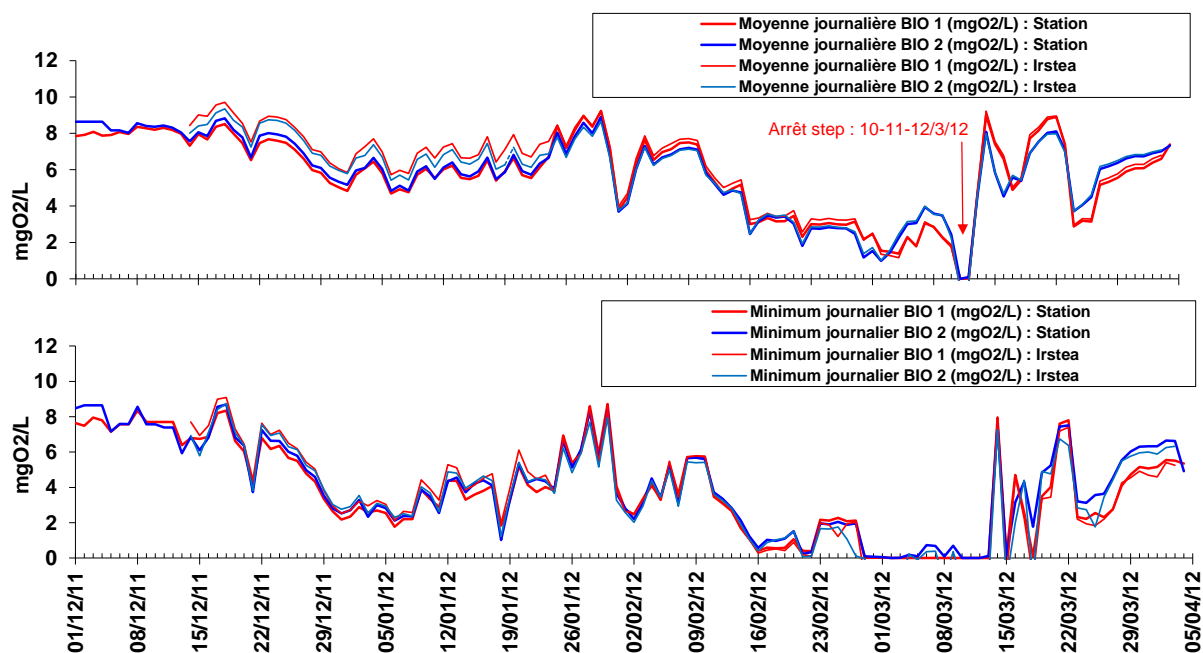


figure 25 : Evolution de la concentration moyenne et minimale journalière en oxygène dissous

A certaines périodes les concentrations dans le BIO1 étaient nettement inférieures à 0,1 mgO<sub>2</sub>/L alors que la moyenne des concentrations ponctuelles des deux bassins était supérieure à 0,5 mgO<sub>2</sub>/L. Par conséquent, l'asservissement en cours du surpresseur BIO n'a pas permis sa mise en route, malgré l'anoxie effective dans le BIO1. Cette régulation doit donc être révisée pour correspondre aux concentrations réelles d'oxygène dissous dans les BIO, en prenant en compte les concentrations minimales dans chaque bassin et non la moyenne des 2 BIO.

La présence quasi-permanente d'oxygène à des concentrations supérieures à 0,5 mgO<sub>2</sub>/L dans les bassins biologiques explique les faibles performances de dénitrification (cf. VI.2.8). Les seules périodes de dénitrification prolongées se trouvent donc lors des apports de bicarbonates. Ces périodes d'anoxies permettent de réduire les concentrations en nitrates en sortie de station (figure 10).



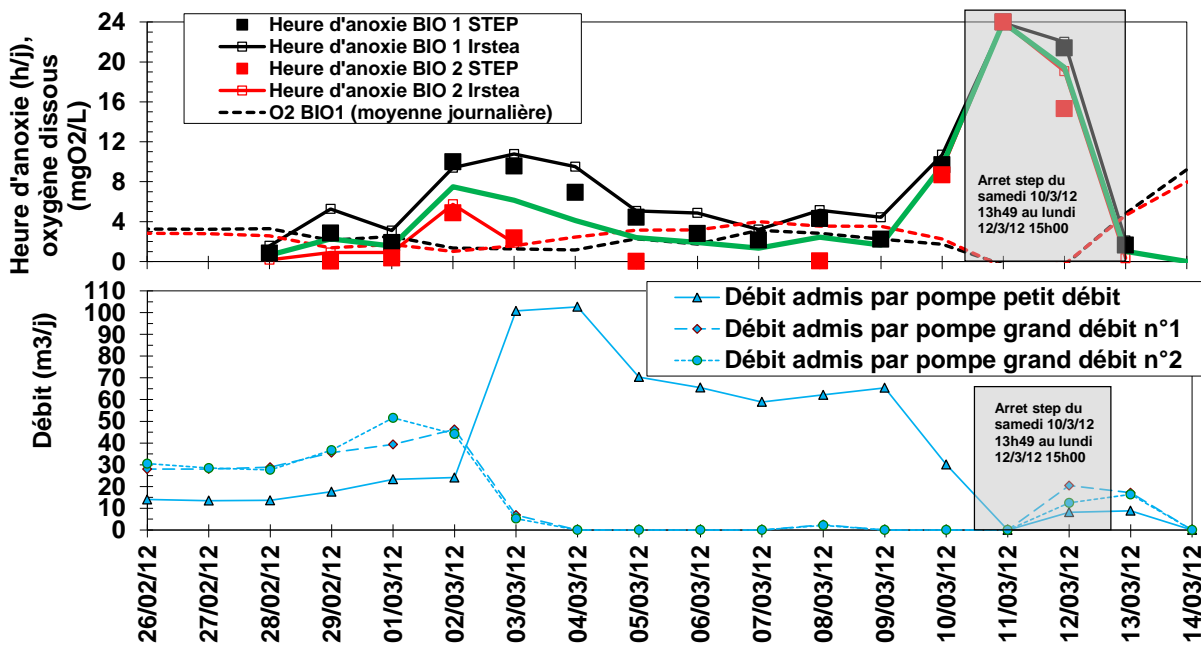


figure 26 : Evolution des temps d'anoxie journaliers dans les bassins biologiques et débit admis

## VI.2.8 Analyse du traitement de l'azote

Une approche complexe du type bilan de masse dynamique a permis de déterminer le devenir des flux d'azote (stockage particulière dans les boues par assimilation, stockage soluble dans le surnageant, dégradation par nitrification ou dénitrification, rejets avec le perméat) et les cinétiques de dégradation.

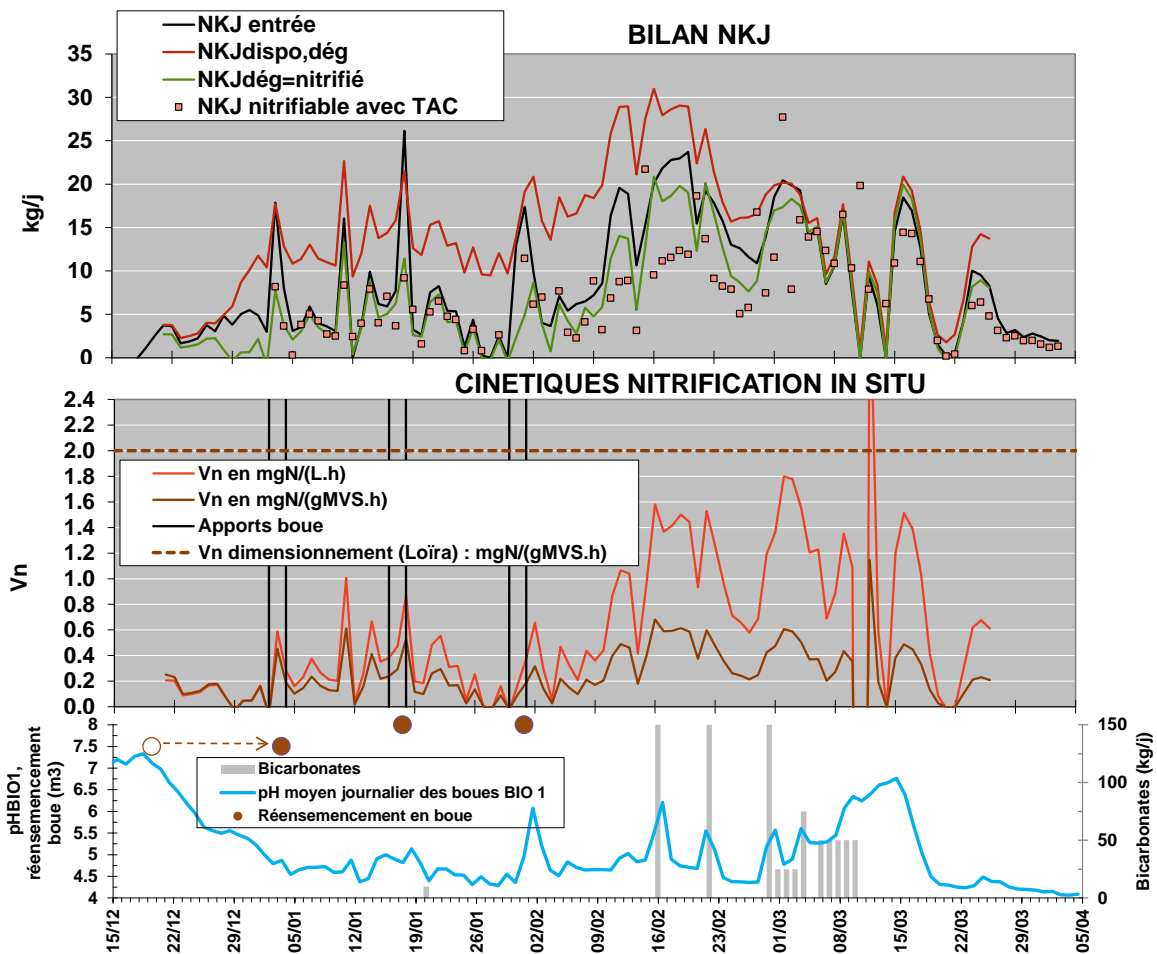


figure 27 : Evolution de la charge nitrifiable, des cinétiques de nitrification estimées et du pH BIO1

Les calculs montrent clairement (figure 27) que le premier facteur limitant pour la nitrification est le TAC. En effet, la quantité de TAC apportée par l'effluent est insuffisante pour nitrifier la charge nitrifiable en particulier durant les pointes des vacances scolaires. Ceci engendre le dépassement des niveaux de rejet en  $\text{NH}_4$ , mais également un retard dans le développement de la biomasse nitrifiante (la production de bactéries nitrifiantes étant proportionnelle à la charge nitrifiée). Des simulations ont montré qu'en l'absence totale de limitation par le TAC, la biomasse nitrifiante pourrait en fait se développer suffisamment pour faire face aux charges d'azote reçues sans aucun apport de boue extérieur. Il serait même possible de respecter les niveaux de rejet en NKJ en ménageant 8h/j d'anoxie dans les bassins biologiques pour dénitrifier, à condition d'éviter les à-coups de charge causés par la mauvaise gestion du bassin tampon. Ceci est cependant soumis à la condition absolue que les complémentations en TAC soient effectuées à une fréquence quotidienne. En effet chaque jour de limitation en TAC induit un manque à gagner dans le développement de l'activité nitrifiante.

Les meilleures performances de nitrification en termes de cinétique ( $1,8 \text{ mgN}/(\text{L.h})$ ) soit  $0,6 \text{ mgN}/(\text{gMVS.h})$ ) et de rendement (95%) ont été atteintes au cours de la période de complémentation (15/02 au 9/03). En absence de complémentation en TAC et/ou présence d'une charge azotée plus faible, ce rendement chute fortement. Dans son dimensionnement la société Loïra a tablé sur une vitesse de  $2 \text{ mgN}/(\text{gMVS.h})$  quelle que soit la période (tableau 22 en annexe). Les simulations

effectuées indiquent que même en l'absence de limitation par le TAC, les vitesses attendues en hiver ne dépasseront pas 1 mgN/(gMVS.h).

Les 3 réensemencements en boues ont été réalisés dans des conditions de pH et d'alcalinité défavorables, et en décalage avec les charges en NKJ. L'évolution estimée des cinétiques (figure 27) montre que le premier et le troisième ensemencement ont pu avoir un léger effet positif sur les capacités de nitrification, et que le second apport n'a servi à rien.

Malgré tout, 90% du NKJ admis sur le traitement biologique sur toute la période de suivi a été éliminé (95 kgNKJ rejetés sur 918 kg admis).

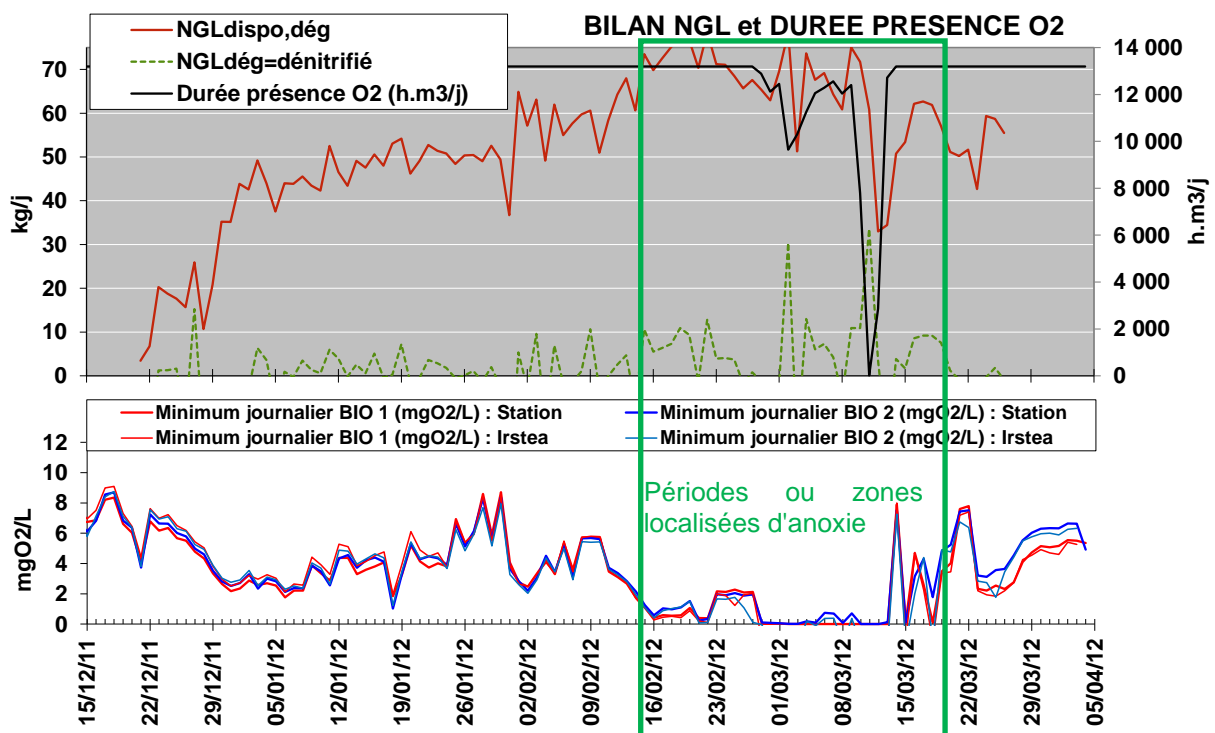


figure 28 : Evolution de la dénitrification estimée et de la concentration minimale en oxygène dissous

La dénitrification a été quasi-nulle jusqu'à mi février du fait de l'absence d'anoxie dans les bassins biologiques alors que le surpresseur associé n'a quasiment pas fonctionné. L'aération continue des cellules membranaires suffit en effet à apporter l'oxygène nécessaire à l'ensemble des bassins et à y maintenir un excès tant que la nitrification est restreinte par le TAC. Toutefois, l'apport de bicarbonates a également eu un effet positif sur la dénitrification. En effet l'augmentation de la consommation d'oxygène (respiration) due à l'accélération de la nitrification a fait chuter les concentrations en O<sub>2</sub> dans les bassins biologiques jusqu'à ménager de courtes périodes ou des zones localisées d'anoxie (cf. VI.2.7), permettant une dénitrification partielle (max. 20%). En retour, la dénitrification a un effet bénéfique sur la nitrification puisqu'elle restitue de l'alcalinité. Les cinétiques de dénitrification observées pendant ces périodes restreintes ne sont cependant pas extrapolables. Les simulations réalisées ne permettent pas de déterminer si 8h/j d'anoxie seraient suffisantes pour respecter le niveau de rejet en NGL. Le faible ratio DCO/N en période de pointe est en tous cas un élément défavorable à une dénitrification poussée.

## VI.2.9 Production de boue

Aucune extraction de boue n'a eu lieu sur l'installation depuis la mise en route de la STEP. L'évolution de la masse totale de boue de l'installation correspond donc directement à la production de boue à laquelle il faut cependant retrancher les apports des réensemencements, et ajouter les pertes de MES en sortie.

La figure 74 en annexe indique l'évolution des productions de boue en fonction de différentes périodes. Ces périodes ont été sélectionnées entre chaque réensemencement de boue et en tenant compte des périodes de vacances scolaires. Ces productions sont exprimées en fonction des charges admises en entrée de bassins biologiques et en fonction de la masse de DCO éliminée sur l'installation (en tenant compte ou non d'un temps de séjour moyen de 8 jours).

Les productions de boues rencontrées sont de 0,33 kgMES/kgDCOéliminée lors de la période de charge la plus élevée correspondante aux deux premières semaines des vacances scolaires d'hiver (soit 23 kgMESproduit/j contre l'estimation Loïra de 113 kgMES/j en pointe, tableau 24 en annexe) et de 0,14 kgMES/kgDCOéliminée lors de période des vacances scolaires de Noël. Entre ces deux périodes, la production s'établit entre 0,06 et 0,19 kgMES/kgDCOéliminée. Rapidement après la période la plus chargée, la production de boue devient négative à cause du phénomène de lyse endogène. Le manque de charge en période creuse entraîne une diminution de la concentration en boue dont il faudra tenir compte pour préparer la saison de pointe suivante.

Globalement, au cours de la période de pointe suivie (18/12 au 3/4/12), la production de boue observée est estimée à 0,17 kgMES/kgDCOéliminée (soit 10 kgMESproduit/j). Cette production de boue reste faible et peut s'expliquer par une charge massique faible (cf. VI.2.5). Sur les mêmes périodes étudiées lors du précédent suivi (du 22/2 au 30/3), nous obtenons des productions de boues un peu plus élevées soit 0,20 kgMES/kgDCOéliminée en 2012 et 0,14 kgMES/kgDCOéliminée en 2011.

L'expression de la production de boue par rapport au débit traité donne environ 0,13 kgMES/m<sup>3</sup> en 2012 (contre 0,10 kgMES/m<sup>3</sup> en 2011). Les résultats 2012 sont plus représentatifs car les deux bassins biologiques étaient agités, un capteur MES a été placé dans chaque BIO et la charge admise a été estimée chaque jour. L'estimation de la production de boue en 2012 est donc meilleure qu'en 2011.

## VI.2.10 Age de boue

En l'absence d'extraction de boue il est impossible d'utiliser la formule de calcul classique de l'âge de boue (division par zéro).

On peut toutefois utiliser la notion d'âge de boue dynamique (Takács *et al.*, 2008) qui est une approche dérivée de la vraie notion d'âge ou temps de séjour des particules. Elle consiste à calculer chaque jour un âge moyen des particules, en pondérant les âges réels des boues existantes la veille, des boues produites au cours de la journée, et des boues apportées pour les réensemencements par leurs masses respectives.

Cette méthode reposant sur des itérations numériques nécessite cependant de connaître l'âge de boue dans l'installation au début du suivi. On peut l'estimer à

plusieurs centaines de jours. On a testé l'impact de cette valeur sur une plage de 200 à 500 j, et retenu pour les calculs une valeur de 400 j.

L'âge des boues de réensemencement est également inconnu, mais elles provenaient d'une STEP (Bagnères-de-Luchon) fonctionnant dans le domaine de la faible charge massique, donc il peut être estimé entre 15 et 40 jours. On a retenu pour les calculs une valeur de 30 j. Enfin, l'âge des boues produites est de 1 j en fin de journée.

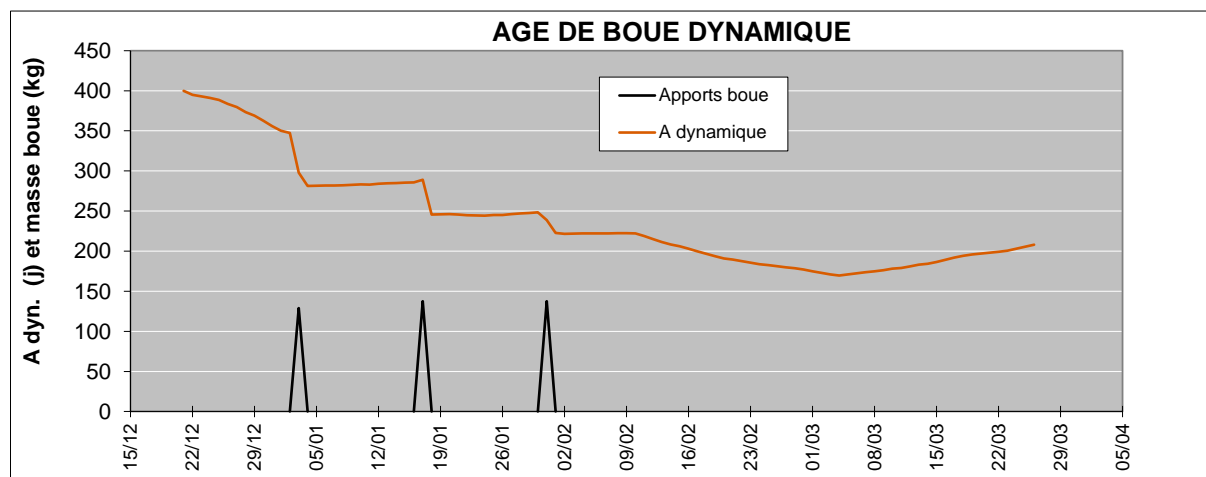


figure 29 : Evolution de l'âge de boue dynamique calculé (pour une valeur initiale de 400 j le 21/12/2012).

La figure 29 montre que l'âge de boue évolue fortement au cours du suivi. Les valeurs absolues obtenues ne sont pas fiables vue la grande incertitude sur l'âge de boue initial. Cependant on peut observer et interpréter les tendances, qui restent identiques pour une valeur initiale comprise entre 200 et 500 j.

On observe globalement une période de rajeunissement de Noël jusqu'à début mars, puis un vieillissement des boues. Les 3 épisodes de rajeunissement brutal sont liés aux réensemencements avec des boues beaucoup plus jeunes. Les deux autres périodes de rajeunissement plus progressif correspondent aux périodes de vacances scolaires, où les charges et donc les productions de boue sont les plus élevées. L'âge de boue dynamique tend à se stabiliser pendant les périodes intermédiaires entre les vacances scolaires, c'est à dire que la production de boue journalière compense exactement le vieillissement des boues existantes. Enfin l'inversion de la tendance à partir du 4/03/2012 correspond à la réduction des masses de boues par lyse endogène. Cette augmentation se poursuivra jusqu'à ce que l'âge de boue atteigne une nouvelle valeur d'équilibre correspondant à la saison creuse. Il est cependant impossible d'estimer cette valeur en l'absence de suivi des concentrations en boue et des charges traitées entre avril et novembre.

### VI.2.11 Evolution de l'indice de boue

L'indice de boue du bassin biologique n°2 (figure 75 en annexe) a augmenté progressivement passant de 70 mL/gMES le 14/12/11 (état initial des boues avant réensemencement, le dernier indice de boue du précédent suivi était du même ordre en avril 2011) à 90 mL/gMES après le premier ensemencement, jusqu'à atteindre 130 mL/gMES. Ce sont des indices de boue qui restent faibles malgré l'absence d'ajout de FeCl3.

L'apport d'organismes filamenteux par les boues de réensemencement explique cette légère augmentation (cf. VI.2.12), mais qui reste faible du fait des petits volumes de boues de réensemencement admis (environ 10 % de la masse de boues de la STEP, le jour du réensemencement).

### **VI.2.12 Observations macroscopiques et microscopiques des échantillons**

Au cours de ce suivi, 7 observations des boues activées ont été réalisées complétées de 7 observations du perméat (4 au niveau de la cuve TMP et 3 échantillons moyens de sortie bêche perméat) afin de comprendre au mieux la provenance des MES observées en sortie de station. L'ensemble des observations sont reportées dans le document 3 en annexe.

La microfaune présente confirme le fonctionnement de cette installation dans le domaine de la faible charge massique (aération prolongée, cf. VI.2.5) avec des âges de boue élevés, et une présence en excès d'oxygène dissous (hors incident électrique mi-mars). La microfaune reste très peu diversifiée (thécamébiens et rotifères principalement, quelques flagellés dont Bodo saltans, rares ciliés), les conditions du milieu (pH acide,...) ne permettent pas la diversification de la microfaune. La dernière observation réalisée le 5/4/12 ne met pas en évidence de défloculation par manque de charge polluante, contrairement à 2011.

### **VI.2.13 Estimation des débits d'eaux industrielles**

Sur la STEP il n'y a aucun compteur débitmétrique permettant de quantifier les eaux industrielles utilisées, de plus les temps de fonctionnement des pompes eaux industrielles ne sont pas connus. Afin d'estimer ces volumes les cumuls de débits entrée (débit entrée + débit poste toutes eaux - surverse) et les cumuls de débits sortie (débit de sortie – surverse + eau potable stockée dans la cuve CIP et utilisée pour les lavages de membranes + eau potable stockée et non utilisée pour les lavages de membranes et évacuée directement dans le canal de sortie de la station) ont été comparés sur une période suffisamment longue et pour laquelle le volume contenu dans le bassin tampon est proche en début et fin de période (dans le but de réduire au maximum les erreurs d'estimation de débit). La période sélectionnée s'étend du 21/12/11 au 28/3/12. Le volume estimé d'eaux industrielles utilisé est de 2,5 % du débit total filtré. Ce pourcentage est faible, en effet seul le tamis rotatif utilise ces eaux, la file boue n'ayant pas été utilisée. Il semble qu'avant le 15/12/11 les temps de fonctionnement du tamis rotatif soient excessifs par rapport au débit admis sur l'installation comme l'indique la figure 76 en annexe. Les nouveaux réglages effectués par Loïra le 15/12/11 ont réduit les temps de marche du tamis et donc permis de réduire les retours d'eaux industrielles dans le bassin tampon.

### **VI.2.14 Evolution de la perméabilité et du colmatage des membranes**

La surface membranaire installée dans les trois compartiments membranaires est de 1386 m<sup>2</sup>. La durée de filtration journalière maximale théorique est de 20 heures. En effet les phases de relaxation ont été fixées à 2 minutes toutes les 10 minutes de fonctionnement durant l'ensemble du suivi (tableau 7), ce qui représente 4 h de relaxation par jour.

### **VI.2.14.1 Flux de filtration**

Les flux nets sont estimés à partir des débits stables de sortie station lors des cycles de filtration auxquels on retranche les débits de surverse du bassin tampon. Les flux bruts qui représentent la totalité des flux passés par les membranes, correspondent aux flux nets majorés des flux d'eau industrielle soit 2,53% (cf. VI.2.13). La figure 30 montre l'évolution au cours de ce suivi des flux nets maximaux par cycle de filtration et la moyenne journalière des flux nets lors des cycles filtrations. Au cours de ce suivi, l'installation a fonctionné en moyenne avec des flux bruts moyens journaliers de 2 litres par m<sup>2</sup> de membrane et par heure (LMH) avec un maximum de 4,6 LMH, ce qui est très inférieur à la valeur prévue en nominal (17,1 LMH) et à celles observées par Irstea sur d'autres BAM à membranes planes (16 à 25 LMH). Les flux instantanés ont atteint 10 LMH.

### **VI.2.14.2 Perméabilité**

La perméabilité (LMH/bar) n'est pas disponible sur la supervision, et il est donc difficile d'apprécier le colmatage des membranes et l'efficacité des lavages chimiques. Une méthode a été développée par Irstea pour calculer la perméabilité globale des membranes à partir des informations enregistrées sur les ouvertures de vannes, le débit de sortie, et les niveaux dans les cuves et bassins (données acquises toutes les 15 secondes par la supervision de la station). La procédure de calcul est présentée dans le document 4 en annexe. Une discussion avec le fournisseur des membranes (Alpha Laval) a permis de valider cette approche, qui reste cependant fastidieuse et n'est pas applicable par un exploitant.

En l'absence des données réelles de mise en service, le fournisseur estime la perméabilité initiale des membranes propres à environ 1000 LMH/bar. Le nuage de points de la figure 30 indique les tendances d'évolution de cette perméabilité (LMH/bar). La perméabilité globale des 3 compartiments membranaires obtenue en début de ce suivi est d'environ 220 LMH/bar, ce qui peut indiquer un état d'encrassement avancé. Elle a progressivement diminué jusqu'à mi mars pour atteindre 110 LMH/bar. La période du 3eme réensemencement en boue (31/1/12) correspond à une chute de perméabilité (passage de 200 à 160 LMH/bar) plus marquée que lors des 2 précédents réensemencements. Le colmatage des membranes est la cause de la surverse du bassin tampon observé fin février (73 m<sup>3</sup>). Le pic de débit admis sur la station à cette période (114 m<sup>3</sup>/j pendant 3 jours) n'a pas pu être filtré en totalité malgré un temps de filtration journalier proche du maximum programmé en supervision (20 h/j), avec des conditions de filtration d'environ 3,5 LMH et 120 LMH/bar.

Un léger décolmatage spontané jusqu'à 140 LMH/bar est observé sur les 3 dernières semaines du suivi et s'explique par la diminution de la charge.

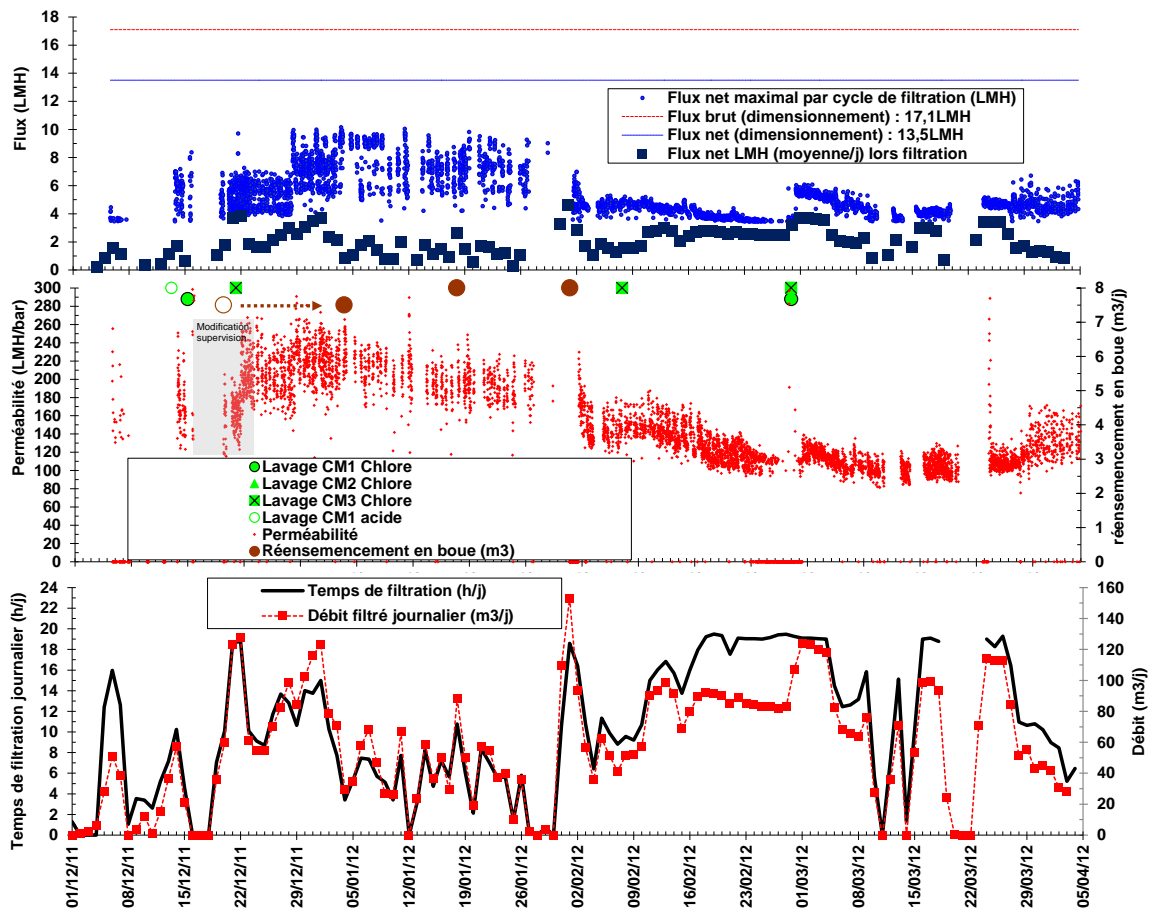


figure 30 : Evolution des flux nets, de la perméabilité (ramenée à 20°C), des temps de filtration et dates des lavages de membranes

### VI.2.14.3 Suivi du colmatage

Suivant la différence de niveau relevée entre les niveaux dans les bassins biologiques et la cuve « TMP », différentes alarmes ont été mises en place (cf. III.2.3.2.4.4) comme l'indique le tableau 17. La figure 77 en annexe indique les différences de niveau observée (le niveau du BIO2 a été pris comme référence, car ce capteur n'est décalé que de 0,02 m alors que le capteur de niveau du bassin BIO1 semble décalé de 0,16 m par rapport à la réalité selon une vérification sur site effectuée par Irstea).



tableau 17 : Seuils de suivi du colmatage

	Début Colmatage	Mise en place de lavage	Arrêt de la filtration
Différence de niveau entre la moyenne des hauteurs bassins biologiques et la cuve « TMP » (m)	Seuil 1 : alarme déclenchée	Seuil 2 : alarme déclenchée + lavage demandé	Seuil 3 : Vanne de régulation fermée + pompes de relèvement bassin tampon arrêtées
	0.5	0.55	0.75

Le seuil correspondant à la demande de lavage (0,55 m) est régulièrement atteint, mais les lavages ont été effectués en fonction de la disponibilité de l'exploitant.

En dehors des dates de visites de Loïra sur site (données non exploitables : vidange et nettoyage de la cuve TMP), le seuil d'arrêt de filtration a été dépassé une fois, les 30 et 31/1/12. Ce seuil déclenche l'arrêt de la filtration et des pompes du bassin tampon, ce qui a entraîné les surverses du bassin tampon de 25 m<sup>3</sup> (le 30/1) et 12 m<sup>3</sup> (le 31/1), tant que l'exploitant n'a pas acquitté ce défaut sur la supervision. Il faut noter que ce jour correspond à un réensemencement en boue et que la surverse était donc particulièrement chargée. A la reprise de la filtration, une chute de perméabilité assez importante est observée (figure 30).

#### VI.2.14.4 Gestion et impacts des lavages chimiques

Le fournisseur de membrane (Alpha Laval) préconise un nettoyage des membranes tous les deux mois, même en l'absence de signes de colmatage. L'historique des lavages et tentatives de lavages recensés par Irstea sont synthétisés dans le tableau 58 et le tableau 59 en annexe.

L'exploitant n'a pas pu respecter ce délai sur l'ensemble des membranes. En effet les membranes du CM2 n'ont jamais été lavées depuis le 20/7/11 (premier lavage des CM1 et CM2 effectué à cette date par Alpha Laval), il semble qu'il soit actuellement impossible de laver les membranes de ce compartiment (source exploitant). De plus, les ajouts de réactifs de lavages sont effectués manuellement (javel ou acide) dans la cuve CIP, l'automatisme ne semble pas fonctionner. La préparation de ces réactifs s'effectue à l'aide de l'eau potable, ce qui semble justifié au vu de la qualité du perméat à certaines périodes. Les périodes très froides (février) ont entraîné l'impossibilité d'effectuer les lavages car l'alimentation en eau potable de l'installation était gelée (cf. VI.3.4).

Les 3 lavages chimiques à l'hypochlorite de sodium effectués sur un compartiment membranaire à la fois n'ont eu aucun effet sensible sur la perméabilité globale. Un lavage effectué sur 2 compartiments le même jour a permis de récupérer 20 LMH/bar (figure 30). Selon le fournisseur il devrait cependant être possible de retrouver 70% à 90% de la perméabilité initiale, soit 700 à 900 LMH/bar, après lavage de l'ensemble des membranes. Ceci indique que les lavages chimiques effectués ont été inefficaces. Une révision complète du système et de la procédure de lavage semble nécessaire (vérification du circuit de lavage, ajustage des capteurs de niveau, réglage des hauteurs d'eau, pertinence d'enchaîner le lavage des 3 compartiments membranaires, adaptation de la fréquence de lavage en fonction du colmatage...).

## VI.3 EVALUATION DES COUTS D'EXPLOITATION

### VI.3.1 Consommation électrique

Les consommations électriques de l'installation ont été suivies par l'exploitant à l'aide de relevés quasi-hebdomadaires du compteur électrique à partir du 3/1/12. Les caractéristiques des appareillages utilisés sur cette installation sont données dans les tableaux 30 et tableau 31 en annexe. Les puissances absorbées réelles de la plupart des appareils ont été mesurées sur site le 8/3/12 par Irstea. En l'absence de mesures, les puissances nominales ont été utilisées pour les calculs. Notons que les ratios suivants calculés n'incluent pas la dépense énergétique de la filière boue puisqu'elle n'a pas fonctionné durant cette période de suivi.

Il faut noter que 66 % de la consommation électrique a lieu durant les heures pleines.

La consommation électrique spécifique s'établit à 16,4 kWh/m<sup>3</sup> de perméat du 3 janvier au 3 avril 2012 ce qui est nettement plus élevé que lors du précédent suivi (22/1 au 31/3/11 : 8,7 kWh/m<sup>3</sup>). Cette différence peut s'expliquer en partie par la présence journalière d'un exploitant en 2011 qui s'impliquait pour optimiser le chauffage des locaux (représentant une fraction élevée de la consommation énergétique de l'installation, comme indiqué ci après).

En comparant les consommations des appareils dont le temps de fonctionnement sont connus (reporté sur la supervision) ou estimables et les relevés d'énergie réalisés au niveau du compteur électrique de la station, on constate un écart de près de 46 % (42 500 kWh). Après étude de chaque poste consommateur d'énergie, cette consommation inconnue provient essentiellement des différents chauffages (chauffage local exploitation et 4 aérothermes) et pour une très faible partie des consommations de petits appareillage (petites électrovannes, préleveurs, capteurs ...).

Pour rappel, le précédent exploitant avait recherché à éliminer les sources de consommation énergétique inutiles. Dès le 1/2/11 il avait réglé le chauffage de chaque local (4 aérothermes) sur 6°C (position hors gel) au lieu de 19°C, ce qui avait permis d'abaisser la consommation journalière de 280 kWh (soit 8400 kWh/ mois de chauffage). Or le 8/3/12, nous constatons qu'un aérotherme du local prétraitement a une consigne à 15°C (les 3 autres aérothermes ont une consigne entre 5 et 8°C) ce qui pourrait représenter à lui seul une consommation de 6440 kWh du 1/3 au 3/4/12. L'hiver 2012 a été rude (température très faible, figure 18), la figure 78 en annexe indique la relation entre la température extérieure et cette consommation énergétique inconnue. Il apparaît nettement un lien fort entre une baisse de la température et une augmentation de la consommation inconnue ce qui prouve que le chauffage de l'installation a une forte influence sur la consommation de l'installation. L'équilibre entre énergie calculée et relevée est trouvé si l'on considère que : les aérothermes ont fonctionné 11 heures/j pour ceux réglés à une consigne de 8°C, environ 9 heures/j pour celui réglé à 5°C et 17 heures/j pour celui réglé à 15°C et les deux convecteurs de la salle supervision et sanitaire ont fonctionné 8 heures/j. A l'avenir une attention particulière devra être apportée sur le fonctionnement des 4 aérothermes.

Le ratio estimé par m<sup>3</sup> de volume chauffé est de 601 kWh/m<sup>3</sup>.j soit deux fois plus élevé qu'une autre installation suivie par Irstea en région parisienne (à température moyenne de l'air extérieur équivalente, soit 1,5°C). De plus le fait qu'un aérotherme soit réglé sur une consigne de 15°C a certainement amplifié le phénomène.

La figure 79 en annexe indique la répartition par poste de l'énergie consommée. L'ensemble des consommations pour chaque appareil est indiquée dans le tableau 60 en annexe. Le premier poste de consommation sur cette période est le chauffage (43 %). Il s'agit d'une spécificité du milieu de montagne, avec un climat rigoureux et une installation entièrement couverte. Le second poste de consommation est le surpresseur air membrane (32 %) La consommation totale d'énergie pour la fourniture d'air (membrane et process) est d'environ 34%. Ensuite les postes les plus consommateurs sont l'agitation des bassins biologiques (7 %), la désodorisation (6 %), les pompes et agitateurs du bassin tampon (3,5 %) dont 3,1% uniquement pour l'agitateur de ce bassin. Le surpresseur bassin biologique représente 2,2 % de la totalité.

La consommation spécifique hors chauffage est estimée à environ 9 kWh/m<sup>3</sup> sur cette même période, ce qui reste très élevé. Le premier poste devient alors l'aération de décolmatage des membranes (59%), comme l'indique la figure 80 en annexe. Son fonctionnement 24h/24 même en l'absence de filtration explique la prépondérance de ce poste.

Les derniers relevés réalisés par l'exploitant indiquent que la consommation spécifique annuelle (17 kWh/m<sup>3</sup> sur 12 mois du 3/01 au 3/01/2013) est cependant similaire à celle de la saison de pointe hivernale. La réduction, voire l'arrêt du chauffage en période creuse est en fait contrebalancée par une augmentation de la consommation spécifique du fait des très faibles volumes reçus en saison creuse (10 à 30 m<sup>3</sup>/j). Les faibles débits admis en entrée de station par rapport au débit nominal engendrent des ratios énergétiques particulièrement élevés, en effet certains appareillages fonctionnent sur des cadences non liées au volume admis, ce qui maintient une consommation de base indépendante du débit admis.

Ces consommations spécifiques sont 7 à 13 fois plus élevées que celles relevées par Irstea sur d'autres BAM (1,3 à 2,4 kWh/m<sup>3</sup> traité). Les principaux facteurs explicatifs sont la sous-charge extrême, l'importance du chauffage, et la gestion non optimisée de l'aération membranaire. Les consommations spécifiques exprimées par rapport à la DCO éliminée sont 5 à 11 fois plus élevées (16,4 kWh/kgDCO éliminée du 3/1 au 3/4/12) que celles relevées par Irstea sur d'autres BAM (1,5 à 3,1 kWh/kgDCOéliminée).

Les consommations énergétiques pour la fourniture d'air de décolmatage sont très importantes. Pour réduire la consommation énergétique de la STEP, il faut réduire les durées de marche et/ou le débit du surpresseur de l'aération membranaire. Le fournisseur des membranes confirme la faisabilité d'arrêter l'aération lors des périodes sans filtration. L'augmentation des flux de filtration, par amélioration de la perméabilité des membranes, permettrait de plus de réduire les temps de filtration journaliers et d'allonger ces périodes d'arrêt de l'aération. Une seconde source de gain envisageable serait la mise hors service d'un compartiment membranaire par rotation hebdomadaire. Cette solution réduirait le débit d'air requis d'environ un tiers, mais est subordonnée à l'ajout d'un variateur de fréquence, ou à la fermeture partielle de la vanne du circuit d'air si le surpresseur peut supporter l'augmentation de pression engendrée.

Ces modifications devront donc être mise en œuvre en concertation avec les fournisseurs des membranes et du surpresseur, et demanderont l'intervention d'un automaticien compétent. Elles entraîneraient également des effets bénéfiques sur la dénitrification (cf VI.2.8) et la réduction des doses de TAC à ajouter.

### **VI.3.2 Consommation en réactifs et réensemencement en boue**

Aucun ajout de chlorure ferrique n'a été réalisé au cours de ce suivi. 860 kg de réactifs de complément en TAC (bicarbonates de sodium) ont été consommés durant ce suivi. Il semblerait que 1000 kg/hiver suffise. Le coût est de 530 euros la tonne.

Du 15/12/11 au 2/5/12, 8 lavages au chlore ont été réalisés correspondant à 160 L de produit chloré et 8 L de soude (tableau 58 en annexe). Irstea estime à environ 270 euros la tonne d'hypochlorite de sodium à 12,5°Cl actif (47/58).

Un camion de 8 m<sup>3</sup> de boue pour réensemencement revient à 400 euros.

### **VI.3.3 Evaluation du temps d'intervention de l'exploitant**

La société Loïra a précisé dans ses documents techniques les différentes interventions de l'exploitant et les fréquences nécessaires pour un bon fonctionnement de l'installation (Loïra, 2010d), que ce soit au niveau de la maintenance des équipements, des analyses et autocontrôles et des relevés de compteurs.

Le temps d'intervention de l'exploitant pour le fonctionnement "normal" de la STEP n'est pas encore connu, par défaut cette année une visite hebdomadaire a été réalisée. Le temps passé lors de ce suivi fait abstraction du temps nécessaire si la filière boue devrait être utilisée. Le temps passé pendant la période de suivi a été allongé à cause des demandes engendrées par l'étude elle-même, estimé à 1 heure par semaine.

Une visite quotidienne d'un exploitant en saison de pointe hivernale semble indispensable pour garantir le respect des niveaux de rejet et la fiabilité du traitement. En particulier les prétraitements (tamis rotatif, marnage du bassin tampon) sont à surveiller chaque jour pour éviter toute surverse et permettre une alimentation régulière sans à-coups de charge.

### **VI.3.4 Bilan des coûts d'exploitation**

Les coûts d'exploitation ont pu être estimés de manière assez précise sur une période de 3 mois incluse dans le suivi (3/1 au 3/4/2012), puis ont été extrapolés sur un an à partir des quelques données disponibles et d'hypothèses sur le fonctionnement de l'installation en saison creuse (tableau 18). Le total annuel ainsi obtenu rejoint cependant bien l'estimation des coûts annuels faite par le maître d'ouvrage (~ 50 000 €/an), ce qui valide notre approche.

tableau 18 : récapitulatif des coût d'exploitation

		Coût unitaire HT	Du 3/1 au 3/4/12		Extrapolation de janvier à décembre	
			Quantité	Coût HT	Quantité	Coût HT
Evacuation des déchets	tamisages	0	0	0	0	0
	boues	0	0	0	0	0
Réactifs	NaHCO3	530€/t	1	530	1	530
	NaClO	270€/t	0.16	43	0.64	173
	NaOH	/	0.008	/	/	/
	FeCl3	150€/t	0	0	0	0
Réensemencement	Boues BDL	400€/8m <sup>3</sup>	3	1200	6	2400
Personnel exploitation	Contrat prestation de service	2500€/mois	3	7500	12	30000
Electricité		tarif jaune option base (UM)*	91461	8931	231735**	22631
<b>TOTAL</b>				<b>18204</b>		<b>55734</b>
<b>Coûts spécifiques</b>						
	€/m3traité			<b>3,26</b>		<b>4,20</b>
	€/kgDCO éliminée			<b>3,26</b>		<b>/</b>

\* taxes CTA, TLE, et CSPE comprises + prime fixe

\*\* consommation réelle du 1/1/12 au 31/12/12

Le premier poste de dépense est le contrat d'exploitation (54%), suivi de l'énergie (41%). Les réensemencements en boue représentent environ 4%, et les réactifs sont négligeables (figure 31).

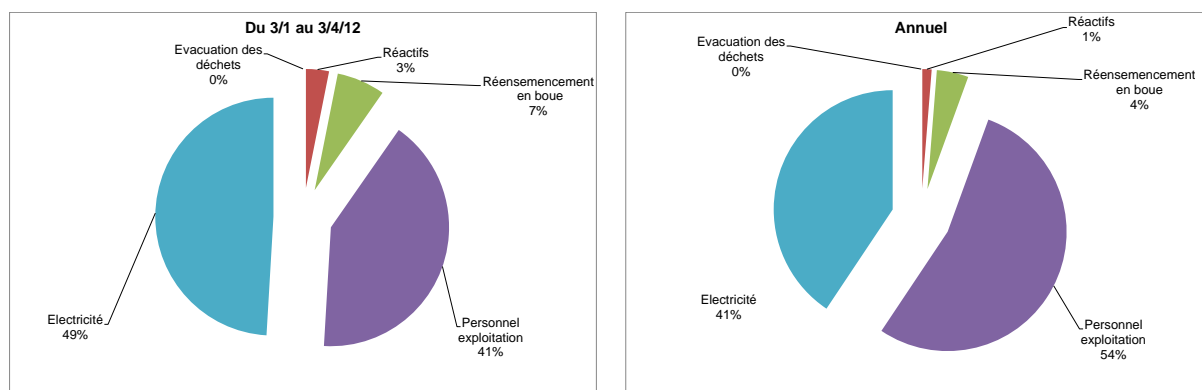


figure 31 : Répartition des coûts d'exploitation (en pointe et annuel)

Comme pour l'énergie, les coûts spécifiques obtenus sont très supérieurs à ceux observés sur d'autres BAM (cf. VI.3.1). Par exemple, on a observé un coût spécifique

de 0,30 à 0,45 €/m<sup>3</sup> et de 0,80 €/kgDCO éliminée sur un BAM du même type situé dans le bassin Adour Garonne et fonctionnant à une charge organique de 30% à 40% en moyenne annuelle. Les facteurs explicatifs des coûts spécifiques très élevés à Gouaux de Larboust sont :

- la petite taille de l'installation avec certains coûts non directement proportionnels à la capacité (ex : personnel d'exploitation)
- la sous-charge extrême
- le manque d'optimisation du procédé et en particulier de sa consommation électrique (cf. VI.3.1).

## VII. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

---

### Rappel des préconisations suite au premier suivi (hiver 2011) et à la réunion de restitution du 25 novembre 2011 à l'Agence de l'Eau (Toulouse)

- Diagnostic et recherche de solutions pour éviter le rejet de MES avec l'eau traitée
- Mise en place d'une exploitation pérenne (recrutement de personnel ou délégation de service)
- Amélioration du pilotage de la station et report d'informations utilisable pour l'étude et pour l'exploitation courante
- Lever les limitations de la capacité de nitrification par les conditions du milieu (pH, alcalinité ...) avec des ajouts de TAC
- Adaptation du fonctionnement de la station à la charge entrante et optimisation énergétique (étude de la possibilité de réduction de l'aération des membranes)
- Réensemencement en boues peu avant l'ouverture de la station de ski et avant les vacances d'hiver (quantités de boues à déterminer par Irstea)

### Conditions de fonctionnement et de suivi de l'installation au cours du second suivi

Le suivi réalisé par Irstea sur cette 2<sup>ème</sup> saison hivernale s'est déroulé du 13 décembre 2011 au 5 avril 2012 (16 semaines). Contrairement au suivi précédent, il englobe à la fois la période des vacances scolaires de Noël (17/12 – 2/01) et d'hiver (11/02 - 11/03).

Le suivi a été renforcé cette saison par l'installation de capteurs avec enregistrement et télétransmission du signal dans le bassin tampon et dans les bassins biologiques, et par un échantillonnage moyen quotidien en sortie de la bâche perméat. Les enregistrements de la supervision, peu utilisés lors du premier suivi, ont été exploités au maximum (débits, capteurs analogiques, temps de marche des appareils,..). La combinaison de ces informations a permis de déterminer les charges admises et rejetées chaque jour, et de suivre l'évolution des caractéristiques principales de la boue activée (MES, pH, O<sub>2</sub>, température). Cette approche exhaustive avec un pas de temps journalier a été nécessaire pour comprendre et interpréter le comportement fortement dynamique de cette installation.

La configuration du système était la même que lors du suivi précédent, avec 2 bassins biologiques et 3 compartiments membranaires en service. Quelques modifications ont été apportées au fonctionnement de l'installation, notamment la mise en service de l'agitation mécanique séquencée (15/15 min) dans les 2 bassins biologiques pour assurer une meilleure homogénéisation de la boue, et l'arrêt total de l'injection de chlorure ferrique afin de conserver un maximum d'alcalinité pour la nitrification.

Le maître d'ouvrage n'ayant pas réussi à recruter un nouvel exploitant communal, il a confié l'exploitation à la société Loïra (constructeur). Celle-ci a effectué une visite hebdomadaire sur site.

Début décembre 2011, la concentration en boue des bassins était d'environ 1,3 gMES/L (60 % MVS) et le potentiel de nitrification, mesuré par Irstea dans des conditions non limitantes à 12°C, était de 0,14 mgN/(gMVS.h). Cet état initial était insuffisant pour faire face à la charge reçue pendant les vacances de Noël. Le

potentiel de nitrification nécessaire pour la pointe observée le 31 décembre a été estimé à 0,4 mgN/(gMVS.h), soit 2,8 fois plus que la valeur constatée. Ceci a confirmé la nécessité d'effectuer des réensemencements avec des boues concentrées de la station de Bagnères de Luchon (BDL), dont la capacité de nitrification était 8 fois plus élevée (1,17 mgN/(gMVS.h)). Irstea a préconisé un premier réensemencement de 24 m<sup>3</sup> de boues du silo de BDL avant le pic de charge de décembre pour permettre de respecter le niveau de rejet en NKJ dans les conditions de fonctionnement réelles anticipées. Différentes contraintes (conditions climatiques, disponibilité simultanée des boues de BDL et de l'exploitant de Gouaux) ont abouti à retarder et fractionner les apports. Le premier réensemencement s'élevait à 8 m<sup>3</sup> seulement et n'a été effectivement introduit dans les bassins biologiques qu'à la fin des vacances scolaires (3 et 4 janvier) suite à un stockage involontaire de ces boues dans le bassin tampon. Deux autres apports de 8 m<sup>3</sup> chacun ont ensuite été effectués mi- et fin janvier. Ces 3 apports ont eu lieu dans des conditions défavorables pour la nitrification, les charges reçues en azote et en TAC, et le pH des boues étant tous limitant. Une complémentation en TAC par l'apport de bicarbonates de sodium en poudre directement dans les bassins de traitement a été mise en place, mais trop tardivement et sur une durée trop courte (15 février au 9 mars).

Les flux polluants de l'hiver 2012 (hors réensemencement en boues) ont été très proches de ceux observés pendant l'hiver 2011. Lors des vacances de Noël la montée en charge a été progressive, et a culminé le 31 décembre à 30% de la capacité nominale. Lors des vacances d'hiver le taux de charge s'est rapidement stabilisé vers 25% du nominal et s'est maintenu pendant 3 semaines.

### Performances de traitement

L'ensemble du volume collecté par le réseau d'assainissement a été admis sur le bassin tampon (pas de surverse du poste de relevage ni de by-pass général de la STEP).

Par contre Irstea a comptabilisé lors de ce suivi 4 épisodes de surverse du bassin tampon vers la sortie de station via le canal de comptage. Ces événements étaient dus à divers dysfonctionnements ayant empêché l'admission des effluents sur le traitement biologique pendant 4 à 20 heures, combinés à l'absence de report d'alarme du niveau haut du bassin tampon. Les dysfonctionnements observés sont, par ordre chronologique : un arrêt de la filtration et des pompes du bassin tampon suite à l'atteinte d'un seuil d'alarme de colmatage fin janvier, la perméabilité trop faible des membranes lors de la pointe de charge de février, l'arrêt des pompes du bassin tampon suite à une coupure électrique générale de l'installation, et enfin la défaillance d'une vanne.

L'échantillonnage de sortie a été effectué pendant ce suivi en sortie de la bêche perméat et n'inclut donc pas les surverses, contrairement au dispositif d'autosurveillance. Leur volume cumulé était de 171 m<sup>3</sup>, soit 2,5% du volume total reçu pendant le suivi. Leur flux cumulé, estimé à partir des concentrations dans le bassin tampon, était équivalent à la moitié pour les MES et la DCO, et à un quart pour NKJ et NH<sub>4</sub>.

Les concentrations du seul perméat ont dépassé les niveaux de rejets sur tous les paramètres et de manière durable. La limite en PT (2 mg/L) a été dépassée durant tout le suivi et s'explique en premier lieu par l'absence d'ajout de FeCl<sub>3</sub>. La limite en



DCO (30 mg/L) a été dépassée dès début janvier. La principale raison est la concentration élevée des eaux usées reçues en saison de pointe. La DCO d'entrée contient une fraction soluble inerte qui a été estimée à 3%, ce qui représente un talon de l'ordre de 30 mg/L pour une concentration totale de 1000 mg/L. Ce ratio rejoint les valeurs usuelles observées sur les eaux résiduaires urbaines classiques en France (2,5%). La limite en DBO<sub>5</sub> (5 mg/L) a été dépassée sur tous les échantillons. Les concentrations estimées en DBO<sub>5</sub> soluble (5 à 12 mg/L) indiquent un rejet de substrat non dégradé, équivalent à une DCO soluble supplémentaire comprise entre 7 et 17 mg/L. Ces concentrations résiduelles assez élevées malgré une très faible charge massique et une aération suffisante suggèrent l'existence d'un court-circuit hydraulique entre l'admission des eaux usées dans les bassins biologiques et la filtration au niveau du compartiment membranaire le plus proche (CM1).

Les limites en NH<sub>4</sub> (4 mg/L) et NKJ (10 mg/L) ont été dépassées de fin décembre à fin février, principalement à cause de la limitation de la nitrification par manque de TAC. La complémentation temporaire en bicarbonates a permis de ramener les concentrations en azote réduit en sortie sous les valeurs limites, avec cependant un décalage de 2 semaines correspondant aux phénomènes de stockage/déstockage dans les bassins avec un temps de séjour hydraulique élevé ( $\geq 1$  semaine). La concentration en NGL est limitée à 15 mg/L en moyenne annuelle. Sur la période suivie la moyenne s'élève à 85 mg/L. Même si les rejets en NGL étaient nuls le reste de l'année, la moyenne annuelle serait au minimum de 26 mg/L. Ces concentrations très élevées sont principalement dues aux nitrates produits par la nitrification, et qui ne sont pas dénitrifiés en l'absence de périodes d'anoxie.

Enfin, les concentrations en MES ont dépassé la limite de 5 mg/L à partir de fin janvier, et augmenté progressivement pour atteindre 70 mg/L début avril. Des observations microscopiques ont confirmé que ces particules proviennent de la boue activée (flocs et microfaune identiques), ce qui établit l'existence d'une fuite. Son origine exacte (collecteurs de perméat, membrane, ..) n'a cependant jamais pu être établie malgré plusieurs tentatives de diagnostic de l'exploitant. Ces entraînements de MES ont également contribué à l'augmentation des concentrations des autres paramètres ayant une composante particulaire (DCO, DBO<sub>5</sub>, NKJ, PT), et ont représenté une perte de biomasse active.

#### Analyse du traitement de l'azote

Une approche complexe du type bilan de masse dynamique a permis de déterminer le devenir des flux d'azote (stockage particulaire dans les boues par assimilation, stockage soluble dans le surnageant, dégradation par nitrification ou dénitrification, rejets avec le perméat) et les cinétiques de dégradation.

Les calculs montrent clairement que le premier facteur limitant pour la nitrification est le TAC. En effet, la quantité de TAC apportée par l'effluent est insuffisante pour nitrifier la charge nitrifiable en particulier durant les pointes des vacances scolaires. Ceci engendre le dépassement des niveaux de rejet en NH<sub>4</sub>, mais également un retard dans le développement de la biomasse nitrifiante (la production de bactéries nitrifiantes étant proportionnelle à la charge nitrifiée). Des simulations ont montré qu'en l'**absence totale de limitation par le TAC**, la biomasse nitrifiante pourrait en fait se développer suffisamment pour faire face aux charges d'azote reçues sans aucun apport de boue extérieur. Il serait même possible de respecter les niveaux de rejet en NKJ en ménageant 8h/j d'anoxie dans les bassins biologiques pour

dénitrifier, à condition d'éviter les à-coups de charge causés par la mauvaise gestion du bassin tampon. Ceci est cependant soumis à la condition absolue que les complémentations en TAC soient effectuées à une fréquence quotidienne. En effet chaque jour de limitation en TAC induit un manque à gagner dans le développement de l'activité nitrifiante.

Une complémentation en TAC est donc nécessaire dès le premier jour de la saison de pointe (vacances de Noël), et réalisable par des ajouts de bicarbonate de sodium ( $\text{NaHCO}_3$ ). Les meilleures performances de nitrification en termes de cinétique (1,8 mgN/(L.h) soit 0,6 mgN/(gMVS.h)) et de rendement (95%) ont été atteintes au cours de la période de complémentation (15/02 au 9/03). En absence de complémentation en TAC et/ou présence d'une charge azotée plus faible, ce rendement chute fortement. Le réactif a initialement été ajouté à une fréquence hebdomadaire (150 kg/sem.). On observe un effet positif immédiat sur le pH et sur l'activité biologique (augmentation de la consommation d' $\text{O}_2$ ), mais qui ne dure que 30 heures environ. Ceci confirme la nécessité d'ajouts quotidiens mise en évidence lors des simulations.

Les 3 réensemencements en boues ont été réalisés dans des conditions de pH et d'alcalinité défavorables, et en décalage avec les charges en NKJ. Aussi l'activité de nitrification apportée n'a pas pu être maintenue au niveau espéré. Malgré tout, 90% du NKJ admis sur le traitement biologique sur toute la période de suivi a été éliminé (94 kgNKJ rejetés sur 918 kg admis). Même si cela a été insuffisant pour respecter les niveaux de rejet (concentrations entre 10 et 30 mg/L NKJ pendant 2 mois), la capacité de nitrification résultant de la croissance *in situ* et des apports a permis de fortement limiter les flux d'ammoniaque vers le milieu naturel.

La dénitrification a été quasi-nulle jusqu'à mi février du fait de l'absence d'anoxie dans les bassins biologiques alors que le surpresseur associé n'a quasiment pas fonctionné. L'aération continue des cellules membranaires suffit en effet à apporter l'oxygène nécessaire à l'ensemble des bassins et à y maintenir un excès tant que la nitrification est restreinte par le TAC. Toutefois, l'apport de bicarbonates a également eu un effet positif sur la dénitrification. En effet l'augmentation de la consommation d'oxygène (respiration) due à l'accélération de la nitrification a fait chuter les concentrations en  $\text{O}_2$  dans les bassins biologiques jusqu'à ménager de courtes périodes ou des zones localisées d'anoxie, permettant une dénitrification partielle (max. 20%). En retour, la dénitrification a un effet bénéfique sur la nitrification puisqu'elle restitue de l'alcalinité. Les cinétiques de dénitrification observées pendant ces périodes restreintes ne sont cependant pas extrapolables. Les simulations réalisées ne permettent pas de déterminer si 8h/j d'anoxie seraient suffisantes pour respecter le niveau de rejet en NGL. Le faible ratio DCO/N en période de pointe est en tous cas un élément défavorable à une dénitrification poussée.

#### Production de boue

Le rendement de production de boue moyen sur l'ensemble de ce suivi est estimé à 0,17 kgMES/kgDCOéliminée, mais il a varié dans le temps en fonction de la charge massique. Un rendement maximal de 0,33 kgMES/kgDCOéliminée a été observé durant la pointe des vacances scolaires de février. Cette valeur correspond aux productions de boue biologique rencontrées sur d'autres BAM suivis par Irstea. Avant cette période, les productions observées sont plus faibles, entre 0,1 et 0,2 kgMES/kgDCOéliminée, et s'expliquent par les âges de boues particulièrement élevés. A partir de début mars, la production devient négative, et reflète une

minéralisation partielle des boues produites précédemment. La réduction de boues par lyse endogène durant toute la saison creuse précédente, d'avril à décembre 2011, a été estimée à environ 0,8 gMES/L.

Aucune extraction de boue n'a été effectuée (ni nécessaire) depuis la mise en route de l'installation.

### Fonctionnement de la filtration

L'installation a fonctionné avec des flux bruts moyens journaliers de 2 litres par m<sup>2</sup> de membrane et par heure (LMH) avec un maximum de 4,6 LMH, ce qui est très inférieur à la valeur prévue en nominal (17,1 LMH) et à celles observées par Irstea sur d'autres BAM à membranes planes (16 à 25 LMH). Les flux instantanés ont atteint 10 LMH.

La perméabilité n'est pas disponible sur la supervision, et il est donc difficile d'apprécier le colmatage des membranes et l'efficacité des lavages chimiques. Une méthode a été développée par Irstea pour calculer la perméabilité globale des membranes à partir des informations enregistrées sur les ouvertures de vannes, le débit de sortie, et les niveaux dans les cuves et bassins. La valeur obtenue a ensuite été corrigée avec la température de la boue pour être ramenée à 20°C. Une discussion avec le fournisseur des membranes (Alpha Laval) a permis de valider cette approche, qui reste cependant fastidieuse et n'est pas applicable par un exploitant.

En l'absence des données réelles de mise en service, le fournisseur estime la perméabilité initiale des membranes propres à environ 1000 LMH/bar. La perméabilité globale des 3 compartiments membranaires obtenue en début de ce suivi est d'environ 220 LMH/bar, ce qui peut indiquer un état d'encrassement avancé. Elle a progressivement diminué jusqu'à mi mars pour atteindre 110 LMH/bar. Ce colmatage est la cause de l'un des épisodes de surverse du bassin tampon (73 m<sup>3</sup>) observé fin février. Le pic de débit admis sur la station à cette période (114 m<sup>3</sup>/j pendant 3 jours) n'a pas pu être filtré en totalité malgré un temps de filtration journalier proche du maximum programmé en supervision (20 h/j), avec des conditions de filtration d'environ 3,5 LMH et 120 LMH/bar. Un léger décolmatage spontané jusqu'à 140 LMH/bar est observé sur les 3 dernières semaines du suivi et s'explique par la diminution de la charge.

Les 3 lavages chimiques à l'hypochlorite de sodium effectués sur un compartiment membranaire à la fois n'ont eu aucun effet sensible sur la perméabilité globale. Un lavage effectué sur 2 compartiments le même jour a permis de récupérer 20 LMH/bar. Selon le fournisseur il devrait cependant être possible de retrouver 70% à 90% de la perméabilité initiale, soit 700 à 900 LMH/bar, après lavage de l'ensemble des membranes. Ceci indique que les lavages chimiques effectués ont été inefficaces. Une révision complète du système et de la procédure de lavage semble nécessaire (vérification du circuit de lavage, ajustage des capteurs de niveau, réglage des hauteurs d'eau, pertinence d'enchaîner le lavage des 3 compartiments membranaires, adaptation de la fréquence de lavage en fonction du colmatage...).

### Consommation d'énergie

La consommation électrique spécifique s'établit à 16,4 kWh/m<sup>3</sup> de perméat (pareillement 16,4 kWh/kgDCO éliminée) du 3 janvier au 3 avril 2012. Le premier poste de consommation sur cette période est le chauffage (43 %). Il s'agit d'une spécificité du milieu de montagne, avec un climat rigoureux et une installation entièrement couverte. La consommation spécifique hors chauffage est estimée à

environ 9 kWh/m<sup>3</sup> sur cette même période, ce qui reste très élevé. Le premier poste devient alors l'aération de décolmatage des membranes (59%). Son fonctionnement 24h/24 même en l'absence de filtration explique la prépondérance de ce poste.

Les derniers relevés réalisés par l'exploitant indiquent que la consommation spécifique annuelle (17 kWh/m<sup>3</sup> sur 12 mois du 3/01/12 au 3/01/2013) est cependant similaire à celle de la saison de pointe hivernale. La réduction, voire l'arrêt du chauffage en période creuse est en fait contrebalancée par une augmentation de la consommation spécifique du fait des très faibles volumes reçus en saison creuse (10 à 30 m<sup>3</sup>/j).

Ces consommations spécifiques sont 7 à 13 fois plus élevées que celles relevées par Irstea sur d'autres BAM (1,3 à 2,4 kWh/m<sup>3</sup> traité). Les principaux facteurs explicatifs sont la sous-charge extrême, l'importance du chauffage, et la gestion non optimisée de l'aération membranaire.

### Recommandations de modifications

Une priorité serait de lever une série de défauts constatés ou suspectés qui sont préjudiciables au fonctionnement et à l'exploitation de la station, notamment :

- Diagnostic complet du système de filtration pour identifier puis supprimer la cause des fuites de MES et de l'inefficacité des lavages chimiques. Le fournisseur de membrane indique qu'il est prêt à apporter son soutien et son expertise au maître d'ouvrage.
- Recalage des capteurs de niveau de tous les bassins (dont le bassin tampon), et mise en œuvre des reports d'alarmes.

Le court-circuit hydraulique dans les bassins pourrait être limité soit en éloignant les points d'alimentation des bassins biologiques par rapport à l'entrée des compartiments membranaires, soit en mettant hors service le CM1 (le plus proche de l'alimentation) et en transférant ses membranes dans le CM4 (le plus éloigné). Ceci contribuerait à améliorer la qualité du perméat sur les paramètres DCO, DBO<sub>5</sub>, NH<sub>4</sub>, NKJ, et PT.

L'amélioration de la dénitrification pour réduire les concentrations en NGL passera obligatoirement par l'aménagement de périodes régulières d'anoxie dans les bassins biologiques, ce qui requiert des modifications du procédé et de l'automatisme. Il faudrait d'une part modifier la régulation de la marche du surpresseur de l'aération biologique, et d'autre part réduire les durées de marche et/ou le débit du surpresseur de l'aération membranaire. Le fournisseur des membranes confirme la faisabilité d'arrêter l'aération lors des périodes sans filtration. L'augmentation des flux de filtration, par amélioration de la perméabilité des membranes, permettrait de plus de réduire les temps de filtration journaliers et d'allonger ces périodes d'arrêt de l'aération. Une seconde source de gain envisageable serait la mise hors service d'un compartiment membranaire par rotation hebdomadaire. Cette solution réduirait le débit d'air requis d'environ un tiers, mais est subordonnée à l'ajout d'un variateur de fréquence, ou à la fermeture partielle de la vanne du circuit d'air si le surpresseur peut supporter l'augmentation de pression engendrée.

Ces modifications devront donc être mise en œuvre en concertation avec les fournisseurs des membranes et du surpresseur, et demanderont l'intervention d'un automaticien compétent. Elles entraîneraient également des effets bénéfiques sur les coûts de fonctionnement, avec la réduction de la consommation énergétique liée à l'aération, et la réduction des doses de TAC à ajouter grâce à la dénitrification.

## Recommandations d'exploitation courante

- Fréquence de passage

Une visite quotidienne d'un exploitant en saison de pointe hivernale semble indispensable pour garantir le respect des niveaux de rejet et la fiabilité du traitement. En particulier les prétraitements (tamis rotatif, marnage du bassin tampon) sont à surveiller chaque jour pour éviter toute surverse et permettre une alimentation régulière sans à-coups de charge.

- Ajout de bicarbonates en période de pointe

Il doit être effectué de manière quotidienne et dès le premier jour de la saison hivernale (ouverture de la station de ski). Les quantités à ajouter sont déterminées par la charge entrante en NKJ. Celle-ci n'étant pas mesurée, les ajouts peuvent être déterminés indirectement à partir du pH observé dans les bassins. Irstea a fourni un abaque à cet effet. Le pH peut être mesuré ponctuellement avec une sonde portable, mais il est serait plus simple et fiable d'installer un capteur fixe dans un bassin biologique et de le raccorder à la supervision. Ceci ouvrirait également la possibilité d'automatiser l'injection de réactif en installant un poste d'injection asservi au pH.

En l'absence de dénitrification, la masse totale de réactif à prévoir pour la saison de pointe est d'environ 1000 kg, avec des doses de 1 à 40 kg/j.

- Apport de boues en période de pointe

Il s'agit ici d'une sécurité dans le cas très probable où le contrôle du TAC sera non idéal. Le réensemencement doit impérativement être réalisé quelques jours avant le début de la montée en charge, avec une logistique prévue en conséquence. Il peut être fractionné en 2 apports (vacances de Noël puis d'hiver). Les boues doivent être admises via le tamis rotatif pour protéger les membranes. Cependant pour éviter qu'elles ne soient ensuite stockées dans le bassin tampon, il est impératif de vidanger cet ouvrage jusqu'au niveau bas après chaque apport.

- Maîtrise de la consommation énergétique

Un premier levier serait une meilleure régulation du chauffage, avec ajustement des consignes de température aux besoins réels. Une seconde cible est l'aération membranaire, avec les modifications décrites plus haut relatives à la dénitrification.

- Entretien et calage des capteurs

Chaque capteur analogique doit être vérifié à la fréquence adaptée au matériel, et recalé si la déviation est supérieure au seuil de tolérance. Une particularité de ce système de filtration, malgré sa relative simplicité par rapport à d'autres technologies BAM, est que son bon fonctionnement est directement lié à celui de plusieurs capteurs de niveau (bassins, cuve TMP).

- Surveillance de la qualité du perméat

La fréquence des analyses d'autosurveillance (1 à 2 fois/mois) est largement insuffisante pour le pilotage de la STEP. A défaut de pouvoir effectuer des analyses normalisées, l'exploitant pourra effectuer un suivi régulier des concentrations en  $\text{NH}_4$ ,  $\text{NO}_3$ ,  $\text{PO}_4$ , TAC,... avec des tests rapides type bandelettes

### Bilan sur la pertinence du procédé à l'issue de deux années de fonctionnement

La technologie membranaire mise en place a été annoncée comme simple à exploiter et fiable. Pour autant, les BAM ne fonctionnent jamais de manière autonome et nécessitent un personnel formé, impliqué et disponible.

Dans le cas de Gouaux de Larboust, l'exploitation est rendue plus délicate par les caractéristiques des eaux usées et les très fortes variations de charges, d'autant plus qu'elles ont été peu ou pas prises en compte lors de la conception (alcalinité et ratio DCO/N faibles, sous charge,...). A cela s'ajoutent des défauts de construction (configuration des batardeaux empêchant la vidange même partielle des compartiments membranaires, système de rails de guidage d'une pompe bassin tampon trop court,...) et une phase de mise en route peu soignée (réglages des automatismes, des capteurs, des alarmes, ...).

De telles pertes de MES dans le perméat sont anormales et n'ont jamais été observées jusqu'à maintenant par Irstea sur d'autres bioréacteurs à membranes. Elles ne peuvent s'expliquer que par un défaut d'étanchéité sur les collecteurs de perméat ou par une déchirure de membrane.

Le système s'est avéré peu modulable pour faire face à la sous charge chronique et aux variations de charge. Des améliorations notables seraient par exemples possibles en modulant l'aération des membranes et en sollicitant plus l'aération fines bulles des bassins biologiques en période de pointe.

La solution bioréacteur à membrane n'est pas à écarter, mais sa conception doit être adaptée au cas des eaux usées de zones montagneuses combinant des eaux très douces, un faible ratio DCO/N, et une forte variation de charge.

La mauvaise qualité du surnageant de décantation observée tout au long du suivi indique que d'autres systèmes de traitement avec séparation gravitaire (boues activées, SBR) auraient pu être confrontés à des problèmes de clarification, et également de décantation en cas de difficulté pour dénitrifier. Cependant pour ces procédés la police de l'eau aurait probablement maintenu les niveaux de rejets initiaux demandés dans le CCTP (35 au lieu de 5 mg/L MES).

## BIBLIOGRAPHIE

---

- Agence de l'eau Adour-Garonne. (2011) Indices diatomiques des cours d'eau "La Goute de Courbe" et "la Neste d'Oô". ASCONIT, c. Novembre 2011.
- Agence de l'eau Adour-Garonne. (2012) Suivi de l'état écologique de la Goute de Courbe et de la Neste d'Oô (Gouaux-de-Larboust, Oô-31) : Campagnes d'hiver et d'été 2012. ASCONIT, c. Novembre 2012.
- Cemagref, ONEMA, EPNAC, Conseil général de la Dordogne. (2010) Etude des filtres plantés de roseaux dimensionnés pour des campings. Boutin, C., Prost-Boucle, S. and Boucher, M.
- Agence de l'eau Adour-Garonne. (2010) Détermination de l'état initial de la Gouté de Courbe et de la Neste D'Oô avant le démarrage de la station d'épuration domestique de Gouaux-de-Larboust. EIMA, ASCONIT Consultants and ECOGEA.
- FNDAE, CEMAGREF, MAP-DERF. (2002) Traitement de l'azote dans les stations d'épuration biologique des petites collectivités. FNDAE, Deronzier, G., Schétrite, S., Racault, Y., Canler, J.P., Liénard, A., Héduit, A. and Duchène, P.
- GIS Biostep. (2009) Augmentation de la quantité de biomasse autotrophe par ajout d'alcali. GIS Biostep.
- (2010a) Commune de Gouaux de Larboust : construction d'une station d'épuration de 3000 EH extensible à 6000 EH. Document général : Notice de fonctionnement. Loira.
- (2010b) Commune de Gouaux de Larboust : construction d'une station d'épuration de 3000 EH extensible à 6000 EH. Note de calcul, traitement biologique. Loira.
- (2010c) Commune de Gouaux de Larboust : construction d'une station d'épuration de 3000 EH extensible à 6000 EH. Note de calcul, traitement des boues. Loira.
- (2010d) Commune de Gouaux de Larboust : construction d'une station d'épuration de 3000 EH extensible à 6000 EH. Notice d'exploitation. Loira.
- (2008) Arrêté préfectoral n°31-2008-00327 portant à déclaration au titre de l'article L 214-3 du code de l'environnement concernant la construction d'une station d'épuration de 3000 EH extensible à 6000 EH commune de Gouaux-de-Larboust. Préfecture de la haute garonne.
- (2008) Création d'une station d'épuration : dossier de déclaration au titre du code de l'environnement - note additionnelle. SOGREAH consultants.
- Takács, I., Stricker, A.E., Achleitner, S., Murthy, S., Barrie, A. and Rauch, W. (2008). Do You Know Your Sludge Age? . 81st Annual Water Environment Federation Technical Exhibition and Conference (WEFTEC.08).
- Cemagref. (2011) Station d'épuration par bioréacteur à membrane de la commune de Gouaux de Larboust. Vedrenne, J., Stricker, A.E. and Racault, Y.

## ANNEXES

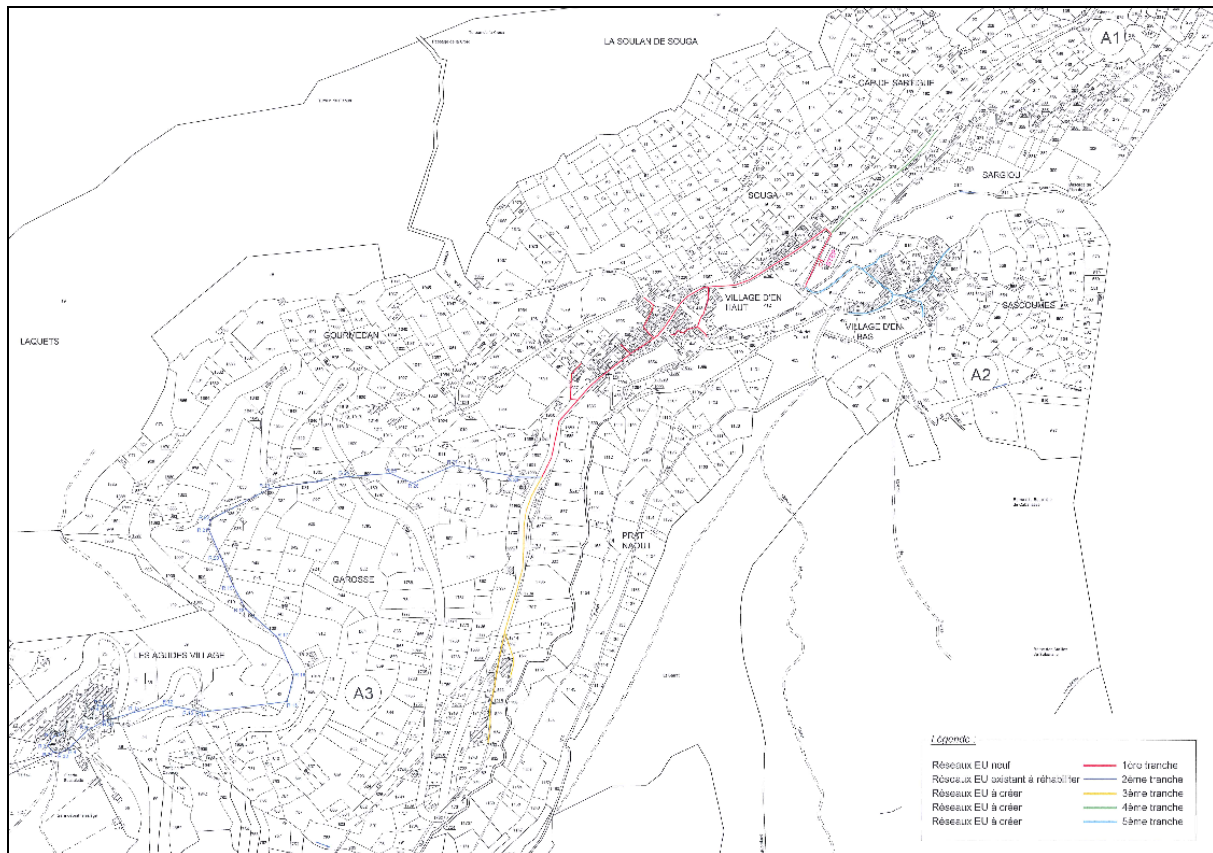


figure 32 : Plan du réseau d'assainissement de la commune de Gouaux de Larboust

tableau 19 : Charge hydraulique et charge polluante estimées en novembre 2008 (rapport SOGREAH)

	<b>Période creuse</b>	<b>Période pointe</b>	<b>Moyenne Annuelle</b>
	1/4 au 30/6 et du 1/9 au 30/11	1/12 au 31/3 et du 1/7 au 31/8	
<b>Charge hydraulique</b>			
Charge hydraulique (m3/j)	12	<b>288</b>	
Charge hydraulique moyenne (m3/h)	0,5	12	
Débit eaux claires parasites temps sec (m3/h)	0,21	0,21	
Débit eaux claires parasites temps de pluie (m3/h)	0,42	0,42	
Coef de pointe	3	3	
Charge hydraulique pointe (m3/h) = Débit de pointe de temps de pluie	2,1	36,6	
Débit (EH)	80	<b>1920</b>	470
<b>Charge polluante</b>			
kgDBO5	4,8	115,2	



tableau 20 : Charge hydraulique et charge polluante estimées à court terme, 1000 couchages en plus sur la station des Agudes (rapport SOGREAH)

	<b>Période creuse</b>	<b>Période pointe</b>	<b>Moyenne Annuelle</b>
	1/4 au 30/6 et du 1/9 au 30/11	1/12 au 31/3 et du 1/7 au 31/8	
<b>Charge hydraulique</b>			
Charge hydraulique (m3/j)	14	443	
Charge hydraulique moyenne (m3/h)	0,6	18,5	
Débit eaux claires parasites temps sec (m3/h)	0,21	0,21	
Débit eaux claires parasites temps de pluie (m3/h)	0,42	0,42	
Coef de pointe	3	3	
Charge hydraulique pointe (m3/h) = Débit de pointe de temps de pluie	2,4	58	
Débit (EH)	95	2920	710
<b>Charge polluante</b>			
kgDBO5	5,7	177	

La période de pointe hivernale est estimée à 15 jours en février soit 2950 EH et la période de pointe estivale est estimée également à 15 jours en août soit 2065 EH

tableau 21 : Charge hydraulique et charge polluante estimée à long terme, 3000 couchages en plus sur la station des Agudes (rapport SOGREAH)

	<b>Période creuse</b>	<b>Période pointe</b>	<b>Moyenne Annuelle</b>
	1/4 au 30/6 et du 1/9 au 30/11	1/12 au 31/3 et du 1/7 au 31/8	
<b>Charge hydraulique</b>			
Charge hydraulique (m3/j)	14	862	
Charge hydraulique moyenne (m3/h)	0,6	36	
Débit eaux claires parasites temps sec (m3/h)	0,21	0,21	
Débit eaux claires parasites temps de pluie (m3/h)	0,42	0,42	
Coef de pointe	3	3	
Charge hydraulique pointe (m3/h) = Débit de pointe de temps de pluie	2,4	108,4	
Débit (EH)	95	5750	1320
<b>Charge polluante</b>			
kgDBO5	5,7	345	

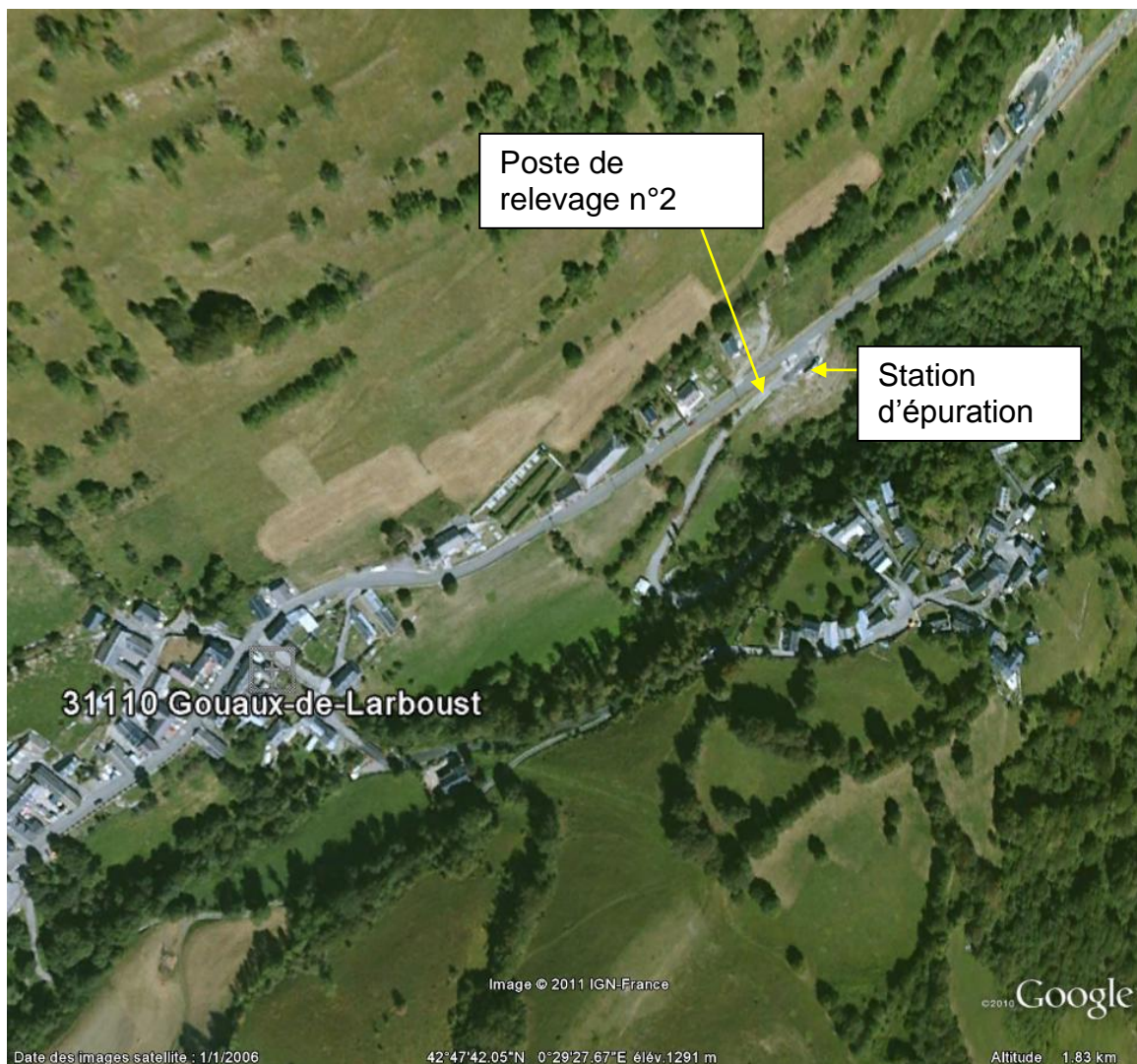


photo 1 : Implantation de la station d'épuration de Gouaux de Larboust et du poste de relevage n°2 (Google earth, 1/1/2006)

tableau 22 : Bases de dimensionnement des bassins de traitement biologique pour le traitement de l'azote (société Loïra)

		Période creuse	Période pointe
Azote assimilé par les boues	kg/j	0,3	8,3
N-NH4 maximum au rejet	mg/L	3	
N-NH4 maximum au rejet	kg/j	0,04	1,35
Azote à nitrifier	kg/j	0,96	35,35
Cinétique de nitrification	gN/kgMV/h	2	
Charge volumique sur l'azote	kgN/m3/j	0,01	0,1
N-NO3 maximum au rejet	mg/L	8	
N-NO3 maximum au rejet	kg/j	0,1	3,6
Azote à dénitrifier	kg/j	0,86	31,75
Cinétique de dénitrification	gN/kgMV/h	1,6	

tableau 23 : Bases de dimensionnement des bassins de traitement biologique pour le traitement du phosphore (société Loïra)

		Période creuse	Période pointe
PTotal entrée biologique	kg/j	0,2	5,9
Phosphore dans les boues	kg/j	0,1	2,3
PTotal au rejet	mg/L	7,7	2
PTotal au rejet	kg/j	0,1	0,9
Phosphore à éliminer	kg/j	0	2,7
Réactif de traitement		FeCl3 à 41%	
Densité		1,45	
Rapport molaire Fe/p		1,43	
Quantité FeCl3 à 41% à rajouter	kg/j	0	49,4
Quantité FeCl3 à 41% à rajouter	L/j	0	34,0
Durée de l'injection	h/j	0	10,0
Débit FeCl3 à 41% théorique	L/h	0	3,4
Nombre de pompe en fonctionnement		0	1
Nombre de pompe en secours		0	1
Débit retenu des pompes	L/h	0 à 20	
Volume cuve de stockage	m3	10	
Autonomie	mois	9,7	

## document 1 : Présentation de la file boue

### Principe

La déshydratation des boues se fait par centrifugation, dans un local ventilé et désodorisé. Les boues sont extraites des bassins biologiques (1 pompe d'extraction<sup>34</sup> dans chaque bassin biologique, fonctionnant en alternance selon un temps paramétrable) et directement envoyées par l'intermédiaire d'une pompe gavageuse<sup>35</sup> vers la centrifugeuse. Le débit d'alimentation de la centrifugeuse est suivi à l'aide d'un débitmètre électromagnétique<sup>36</sup>.

Le polymère nécessaire à la déshydratation est préparé dans une cuve compartimentée en deux. Une pompe d'injection<sup>37</sup> de la solution commerciale de polymère technique ainsi que 2 agitateurs<sup>38</sup> (un pour l'eau de dilution « eau industrielle », et un pour la solution finale) de préparation du polymère complètent cette installation. Cette solution finale de polymère (2 g/L en solution active) est ensuite injectée dans la conduite d'alimentation de la centrifugeuse à l'aide de deux pompes d'injection<sup>39</sup>. La centrifugeuse est alimentée en eau industrielle via une électrovanne pour le lavage. Le local de traitement des boues est équipé d'un détecteur H2S et CH4.

Les boues déshydratées sont pompées par une pompe de transfert<sup>40</sup> vers une benne située dans un local dédié ventilé et désodorisé. Le centrat est évacué gravitairement vers le poste toutes eaux. Le local de stockage des boues est équipé d'un détecteur de gaz H2S.

La filière de traitement des boues peut fonctionner à horaire paramétrable 5 jours sur 7, ou bien par commande manuelle depuis la supervision.

Un schéma de la file boue est présenté en figure 33.

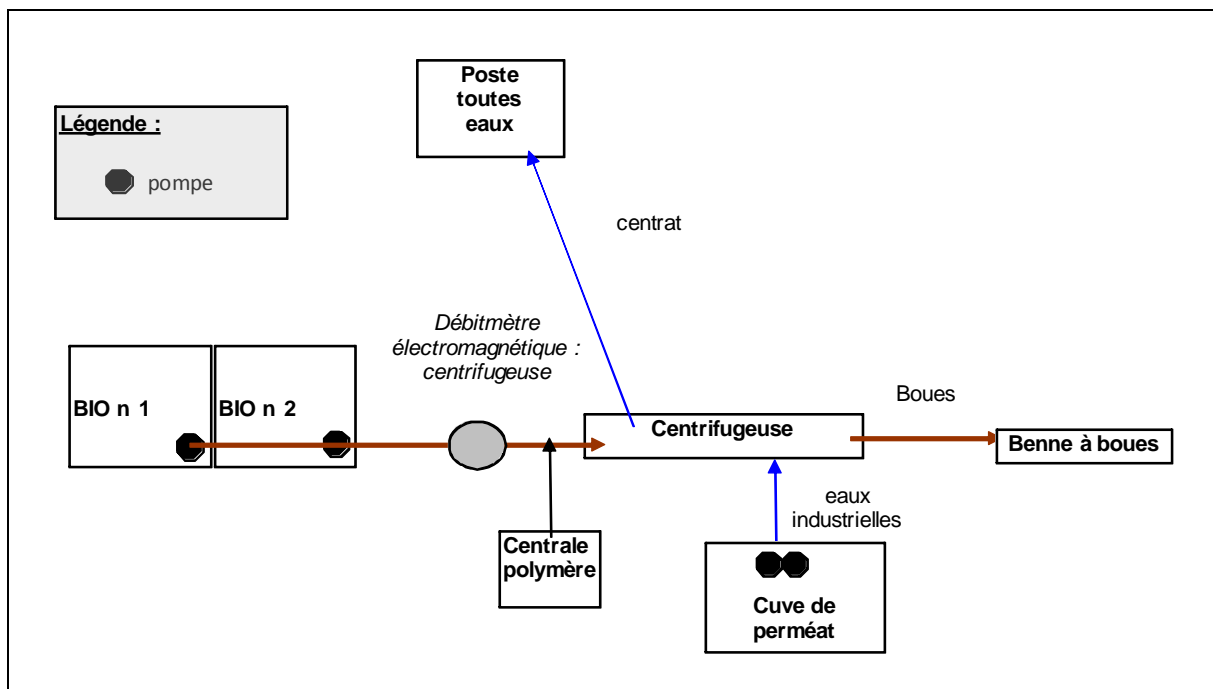


figure 33 : Schéma de la file boue

<sup>34</sup> PC-400/401

<sup>35</sup> P700

<sup>36</sup> FIT-700, ENDRESS & HAUSER, Promag 10L80, échelle de mesure de 0 à 15 m<sup>3</sup>/h

<sup>37</sup> PV 800

<sup>38</sup> AG 800 et AG 801

<sup>39</sup> PV 801 et PV 802

<sup>40</sup> PV-700

### **Dimensionnement de l'atelier traitement des boues**

La production de boue estimée par la société Loïra est présentée dans le tableau 24 ((Loïra, 2010a), (Loïra, 2010c)).

Le dimensionnement de l'atelier traitement des boues par la société Loïra ((Loïra, 2010a), (Loïra, 2010c)) est présentée dans différents tableaux (tableau 25 au tableau 29).

tableau 24 : Estimation de la production de boue (société Loïra)

		<b>Période creuse</b>	<b>Période pointe</b>
Production de boues biologiques	kgMS/j	3	113
Rapport MV/ MS boues biologiques	%	55	60
Boues physicochimiques	kgMS/j	0	17
Production totale de boues / Quantité de boues à déshydrater	kgMS/j	3	130
concentration	g/L	10	
Occurrence	j /an	275	90
Production annuelle de boues	T MS / an	12,5	
Débit volumique	m3/j	0,30	13
Débit volumique	m3 / sem.	2,1	91

tableau 25 : Dimensionnement de la centrifugeuse (société Loïra)

Nombre de centrifugeuse en fonctionnement	/	1	
Capacité hydraulique unitaire maximale centrifugeuse	m3/h	7	
Capacité massique unitaire maximale centrifugeuse	kg MS/h	70	
Capacité hydraulique unitaire de fonctionnement retenue	m3/h	6	
Nombre de pompe d'alimentation par centrifugeuse	/	1 par bassin biologique	
Débit unitaire pompes d'alimentation des centrifugeuses	m3/h	2 à 10	
Capacité massique unitaire de fonctionnement retenue	kgMS/h	60	
Temps de fonctionnement correspondant	h /semaine	0,35	15,2
Taux de capture centrifugeuse	%	90	
Siccité atelier de déshydratation	%	20	
Densité boues déshydratées		1	

Le calcul des temps de fonctionnement (Loïra, 2010c) a été réalisé sur la base de 60 kg MS/h (capacité de fonctionnement retenue), par contre les calculs concernant les périphériques ont été faits pour la capacité maximale de la centrifugeuse (70 kg MS/h).

tableau 26 : Dimensionnement des polymères nécessaires à la centrifugation (société Loïra)

Type de polymère		Emulsion
Pourcentage de Matière Active (M.A) de l'émulsion	%	50
Taux de traitement maxi	kg M.A/TMS	11
Taux de traitement	kg émulsion/TMS	22
Consommation horaire de matière active	kg M.A/h	0,77
Consommation horaire maximale de polymère	kg émulsion/h	1,5
Concentration de préparation (solution mère)	g émulsion/L	4
Concentration de préparation (solution mère)	g M.A/L	2
Consommation maximale par file (solution mère)	L/h	385
Nombre de pompe par file	/	1
Débit maximum pompe polymère retenu	L/h	500
Besoins eau potable (préparation solution mère)	L/h	385
Besoin en eau industrielle (post dilution)	L/h	385

tableau 27 : Estimation de la quantité de boues déshydratées (société Loïra)

		Période creuse	Période pointe
Quantité de boues en sortie par centrifugeuse	kg MS/h centrifugeuse	71	
Quantité de boues hebdomadaire sortie atelier	kg MS/semaine	21,2	920
Débit boues par centrifugeuse	m3/ h centrifugeuse	0,35	
Nombre de pompe de reprise	/	1	
Débit pompe de reprise retenu	m3/h	0,1 à 0,7	

tableau 28 : Dimensionnement du stockage des boues déshydratées (société Loïra)

		Période creuse	Période pointe
Volume de boues sortie atelier	m3/semaine	0,11	4,60
Quantité annuelle de boues	T/an	63,3	
Volume annuel moyen de boue	m3/an	63,3	
Volume moyen journalier	m3/j	0,17	
Capacité du stockage (2 bennes de 15 m3)	m3	15	
Autonomie de stockage (pour 1 benne)	j	86,5	

tableau 29 : Estimation de la production de centrats et dimensionnement du poste toutes eaux (société Loïra)

		Période creuse	Période pointe
Débit horaire par centrifugeuse	m3/h	6,6	
Volume journalier de centrats	m3/j	2,3	50,4
Débit pompe poste toutes eaux	m3/h	15	

tableau 30 : Descriptions et puissances des appareillages utilisés sur la station de Gouaux de Larboust (partie 1)

Désignation	Marque	Type	Puissance utile nominale	Puissance absorbée mesurée sur site le 8/3/12 par Irstea
			Pu,n (kW)	Pa,m (kW)
pompe poste de relevage n°1	inconnu	inconnu		
pompe n°1 poste de relevage n°2	WILO-EMU	T17-4/12HEX	4,50	6,89
pompe n°2 poste de relevage n°2	WILO-EMU	T17-4/12HEX	4,50	6,75
Hydroéjecteur Bassin tampon	FLYGT	NP3127H150	5,9	6,63
Pompe de reprise petit débit (bassin tampon)	FLYGT	DP 3057 MT	1,7	0,942
Pompe de reprise n°1 gros débit (bassin tampon)	FLYGT	DP 3068 HT	2,4	3,37
Pompe de reprise n°2 gros débit (bassin tampon)	FLYGT	DP 3068 HT	2,4	3,49
Tamis rotatif ROTOSIEVE RS4024-51	NORD	SK71L/2	0,55	0,19
Electrovanne de lavage du tamis	ASCO		0,005	
Compacteur ensacheur	ROTOSIEVE	KP 200	1,1	0,342
Electrovanne de rinçage des égouttures du compacteur	ASCO		0,005	
Pompe eaux industrielles	LOWARA	FHE32-200/30/P	3	
Pompe eaux industrielles	LOWARA	FHE32-200/30/P	3	
Vanne de régulation de débit	AUMA	SA.07.5	0,75	
Vanne tout ou rien	AUMA	SA.07.5	0,75	
Pompes FeCl3	OBL	MB2 3PP	0,2	0,1625
Pompes FeCl3	OBL	MB2 3PP	0,2	0,093
pompe injection acide citrique	GAMAR	XS 63 C4	0,3	
pompe injection eau de javel	GAMAR	XS 63 C4	0,3	
pompe alimentation cuve CIP	SOMOFU	HMPTS-32/125	0,75	0,347
Pompe n°1 toutes eaux	FLYGT	DP3068 HT	2,4	3,09
Pompe n°2 toutes eaux	FLYGT	DP3068 HT	2,4	3,07
Agitateur BIO1	FLYGT	4640	2,5	2,78
Agitateur BIO2	FLYGT	4640	2,5	2,82

tableau 31 : Descriptions et puissances des appareillages utilisés sur la station de Gouaux de Larboust (partie 2)

Désignation	Marque	Type	Puissance utile nominale	Puissance absorbée mesurée sur site le 8/3/12 par Irstea
			Pu, n (kW)	Pa, m (kW)
Surpresseur air process (principal) ROBUSCHI ES65/2P	ROBUSCHI		37	
Surpresseur air process (secours)	WEG	IEC 200 L	37	19,4
Ventilateur Capot Surpresseur air secours ROBUSCHI ES65/2P	FAN	CLU 250	0,137	0,0491
Surpresseur air membranes ROBUSCHI ES45/2P	WEG	IEC 160 M	15	13,36
Ventilateur Capot Surpresseur air membrane	FAN	CLU 250	0,137	0,163
Pompes extraction de boues	FLYGT	DP 3057 MT	1,7	
Pompes extraction de boues	FLYGT	DP 3057 MT	1,7	
Centrifugeuse ALPHA LAVAL ALDEC20	ABB	Cage écureuil	15	
Pompe gaveuse	SEEPEX	BTHE 5-12	3	
pompe polymère	OBL	RBB 16 HV 50 DV	0,2	
Agitateurs cuve préparation polymère	/		0,18	
Agitateurs cuve préparation polymère	/		0,18	
Pompes injection polymère	SEEPEX	BW1	0,55	
Pompes injection polymère	SEEPEX	BW1	0,55	
Ballon eau chaude exploitation	ARISTON Thermo S.p.A	F2000 30 SRE	2	
convecteur local exploitation (supervision)	Applimo	ref 1319-7-FB-15	2	
convecteur local exploitation (vestiaire)	Applimo	ref 1319-3-FB-15	1	
Ventilateur muraux d'extraction d'air n°1 - local membranes	ZHIEL-ABEGG	Hélicoïde A0350 4PL30 TF030W04 230/400	0,22	0,0476
Ventilateur muraux d'extraction d'air n°2 - local membranes	ZHIEL-ABEGG	Hélicoïde A0350 4PL30 TF030W04 230/400	0,22	0,0489
Ventilateur mural d'extraction d'air (local surpresseur)	ZHIEL-ABEGG	Hélicoïde A0450 4PL30 TX040P04 230/400	0,5	0,444
Ventilateur désodorisation	SBPI	Charbon dopé KOH	5,5	4,95
Aérotherme n°1 Prétraitement	FALCO	C-9	9	
Aérotherme n°2 Prétraitement	FALCO	C-9	9	
Aérotherme n°1 Filtration	FALCO	C-9	9	
Aérotherme n°1 Réactifs	FALCO	C-9	9	



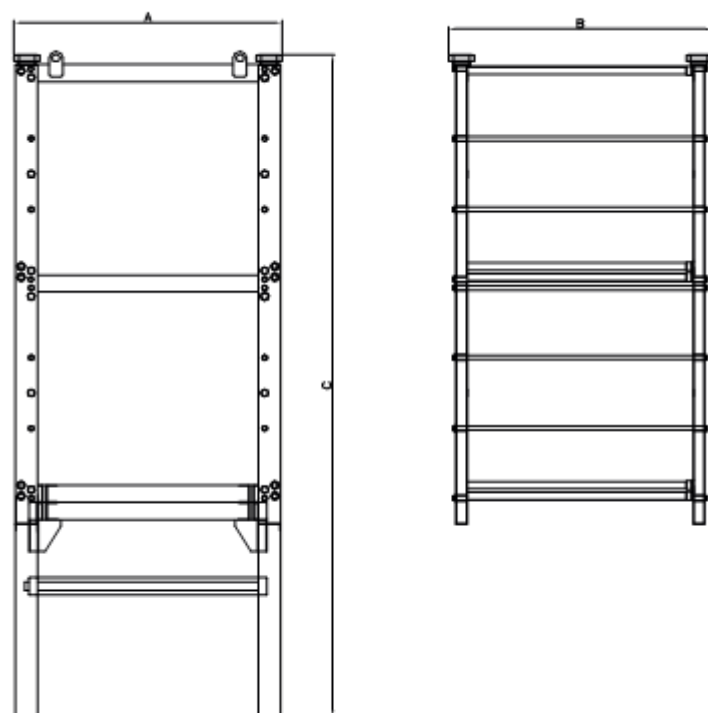
tableau 32 : Caractéristiques des membranes MFM300

Alfa Laval Membrane Filtration Modules for membrane bioreactors are available in the following standard sizes:

Module designation	MFM 100	MFM 200	MFM 300
Membrane area m <sup>2</sup> (ft <sup>2</sup> )	154/1658	308/3315	462/4973
Number of stacked sections	1	2	3
Liquid capacity l (gallons)	336/89	672/178	1008/266
Weight (empty) kg (lbs)	352/776	640/1411	928/2046
Packing density ratio m <sup>2</sup> membrane/m <sup>2</sup> footprint – (ft <sup>2</sup> /ft <sup>2</sup> )	111	221	331

**Dimensions**

	MFM 100	MFM 200	MFM 300
Width, A mm – (inches)	1194/47	1194/47	1194/47
Depth, B mm – (inches)	1172/46.1	1172/46.1	1172/46.1
Height, C mm – (inches)	1988/78.3	3080/121.3	4171/164.2



### Module data

Membrane type	MFP2
Membrane pore size	0.20 $\mu\text{m}$

### Operating data

Typical TMP during operation	0.01-0.04 bar / 0.15-0.58 psig
Typical net flux range	10-30 LMH*/6-18 gfd*
Maximum temperature	50°C / 122 °F
pH range	1-11

\*Depending on actual wastewater conditions and composition

### Materials data

Module frame	AISI 316 stainless steel
Permeate and aerator piping	AISI 316 stainless steel
Membrane element and spacer	Polypropylene (PP)
Membrane	Polyvinylidene fluoride (PVDF)
Aerator type	Stainless steel piping – diffuser of the coarse bubble type
Connection at air inlet	2 inch BSP/NPT
Connection at permeate outlet	2 inch BSP/NPT

Copie du site : <http://www.alfalaval.com/solution-finder/products/hollow-sheet-membrane/pages/documentation.aspx?Source=http%3a%2f%2fwww.alfalaval.com%2fsolution-finder%2fproducts%2fpages%2fdefault.aspx%3ftype%3dProductCategory%26firstItemID%3db37e0d67-8541-49dd-8783-0ee0ab3f32aa>

figure 34 : Répartition des capteurs

	Légende	Hauteur immersion (m)
Oxymètre BIO1 (EH) : station	△	2
Oxymètre BIO2 (EH) : station	△	2
MESmètre BIO1 (Royce) : Irstea	⊙	2
MESmètre BIO2 (Royce) : Irstea	⊙	3
Oxymètre BIO1 (WTW) : Irstea	△	2
Oxymètre BIO2 (WTW) : Irstea	△	2
pHmètre BIO1 : WTW : Irstea	○	2
Température BIO1 : Irstea	□	2
Préleveur réfrigéré (EH) : Irstea	■	5
Spectrophotomètre (S ::CAN) : Irstea	●	5

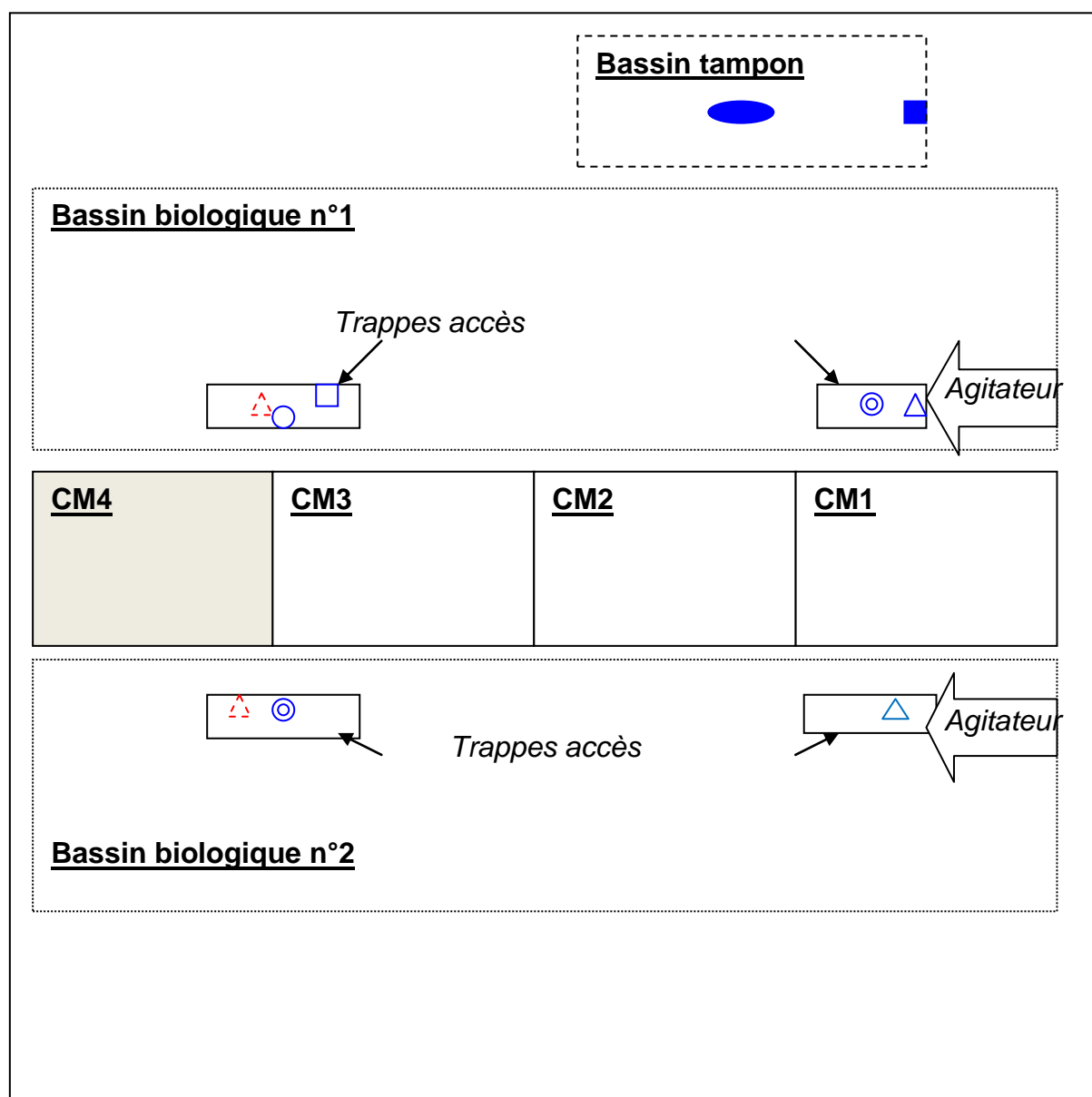


tableau 33 : Relevés ponctuels hebdomadaires effectués sur site par l'exploitant à partir du 2/1/12

Volume journalier admis sur l'installation (Débitmètre eaux brutes)
Volume journalier sortie de l'installation (Débitmètre eaux traitées)
Compteur de by-pass de la STEP
Débitmètre poste toutes eaux
Temps de fonctionnement tamis rotatif et compacteur
Temps de fonctionnement des trois pompes et de l'agitateur du bassin tampon
Temps de fonctionnement des deux agitateurs BIO1 & BIO2
Temps de fonctionnement du surpresseur dédié BIO1 & BIO2
Temps de fonctionnement du surpresseur air membranes (CM1, CM2 & CM3). <i>Fonctionne en continu sauf incident particulier</i>
Temps de fonctionnement des deux pompes FeCl3
Temps de fonctionnement du ventilateur désodorisation
Temps de fonctionnement des deux pompes du poste toutes eaux
Niveau de boues dans les bassins : BT, BIO1, BIO2, CM1, CM2, CM3, Cuve TMP
Teneur en oxygène dissous dans les bassins : BIO1 & BIO2
pH et température des effluents du bassin tampon
Relevés des informations et mesures du spectrophotomètre d'Irstea dans le bassin tampon
Relevés des valeurs des MESmètres Irstea des BIO 1 et BIO 2
Suivi des informations des préleveurs sortie bassin tampon et de sortie station
Relevé du compteur d'énergie consommée
Relevé du compteur d'eau potable

tableau 34 : Analyses effectuées sur les différents échantillons au laboratoire Irstea

Echantillon \ Paramètres	Entrée station	Bassin tampon	Sortie bassin tampon	Eau potable	BIO 1	BIO2	Indice de boue BIO 2	CM1, CM2 & CM3	Sortie station	Sortie station
type échantillon	Ech. moyen 24h **	ponctuel	Ech. moyen 24h	ponctuel	ponctuel	ponctuel	ponctuel	ponctuel	Ech. moyen 24h Complet	Ech. moyen 24h Réduit
pH	X	X	X	X					X	X
Conductivité	X	X	X	X					X	X
DCO	X	X	X			X (mixé)			X	X
DBO <sub>5</sub>			X						X	
MES	X	X	X		X	X	X	X	X	
%MVS	X	X*	X		X	X		X		
MS					X	X		X		
N-NKJ	X	X*	X			X (mixé)			X	
N-NH4	X	X*	X						X	X
N-NO3									X	X
N-NO2									X	X
P-PT	X		X			X (mixé)			X	
P-PO4	X		X						X	
TA	X	X*	X	X					X	X
TAC	X	X*	X	X					X	X
fer total						X (mixé)				
Potassium				X*					X	

\* à certaines périodes du suivi ;\*\* uniquement le 18/12/11 ; L'analyse du potassium n'était pas prévu initialement.

tableau 35 : Echantillons du bassin tampon prélevés au cours de ce suivi

Date du prélèvement	Echantillons moyens 24 heures sortie bassin tampon	Prélèvements ponctuels dans le bassin tampon à défaut d'un échantillon moyen journalier	Date du prélèvement ponctuel	Prélèvements ponctuels dans bassin tampon pour ajustage spectrophotomètre
14/12/11		X	13/12/11	X + X
03/01/12		X	/	
10/01/12	X		11/01/12	X
16/01/12	X		18/01/12	X + X
17/01/12	X		/	
24/01/12		X	/	
31/01/12		X	/	
06/02/12	X		07/02/12	X
14/02/12	X		15 & 16/2/12	X + X
21 & 28/2/12		X + X	/	
7 & 12/3/12	X + X		7 & 8/3/12	X + X
13/03/2012	X (12 heures)		13/03/2012	X
19/03/2012	X		/	
20/03/2012		X	/	
26/3/12 & 3/4/12	X + X		27/3/12 et 4/4/12	X

tableau 36 : Echantillons ponctuels prélevés dans les bassins biologiques et indices de boue mesurés au cours de ce suivi

Date du prélèvement ponctuel	Prélèvement ponctuel dans le bassin biologique n°1 (BIO1)	Prélèvement ponctuel dans le bassin biologique n°2 (BIO2)	Indice de boue réalisé sur les boues du bassin biologique n°2 (BIO2)	Prélèvement ponctuel dans le compartiment membranaire n°1 (CM1)	Prélèvement ponctuel dans le compartiment membranaire n°2 (CM2)	Prélèvement ponctuel dans le compartiment membranaire n°3 (CM3)
06/12/11		X				
13/12/11	X	X + X le 14/12	X le 14/12	X	X	X
19/12/11	X	X				
03/01/12	X	X	X			
11/01/12	X	X	X			
17/1 & 18/1/12	X + X	X + X		X le 18/1	X le 18/1	X le 18/1
19/01/12	X + X	X				
24/01/12	X	X	X			
31/01/12	X	X	X			
07/02/12	X	X	X le 6/2			
15/02/12	X	X	X			
21 & 28/2/12	X + X	X	X			
7 & 8/3/12	X + X	X + X	X le 7/3			
13/03/2012	X	X				
20/03/2012	X	X	X			
27/03/2012	X	X	X			
04/04/2012	X + X le 5/4	X	X			

tableau 37 : Références des méthodes analytiques utilisées au laboratoire Irstea de Bordeaux

MESURE	Principe de la méthode	Référence de la méthode
pH	Potentiométrie	NF T 90-008
Conductivité	Méthode à la sonde	NF EN 27888 (T 90-031)
Ammonium	Spectrométrie visible WTW photolab S12	WTW 14739 0.010 – 2.000 mg/L NH4-N WTW 14544 0.5 – 16.0 mg/L NH4-N WTW 14559 4.0 – 80.0 mg/L NH4-N
nitrates	Spectrométrie visible WTW photolab S12	WTW 14556 0.10 – 3.00 mg/L NO3-N WTW 14764 1.0 – 50.0 mg/L NO3-N
nitrites	Spectrométrie visible WTW photolab S12	WTW N5/25 0.010 – 0.700 mg/L NO2-N
orthophosphates	Spectrométrie visible	NF T 90-023
phosphore total	Spectrométrie visible	NF T 90-023
Azote Kjeldahl	Volumétrie	NF EN 25663 (T 90-110)
DBO5	Electrochimie	NF EN 1899-1 (T90-103-1)
DCO boues et entrées station	Volumétrie	NF T 90-101
DCO sortie STEP	Spectrométrie visible WTW photolab S12	WTW 14560 4.0 – 40.0 mg/L WTW C3/25 10 – 150 mg/L
Matières en suspension	Gravimétrie	NF EN 872 (T 90-105-1)
Matières volatiles en suspension	Perte au feu	NF EN 12879
Matières sèches	séchage	NF EN 12880
TAC	Potentiométrie	NF EN 9963-1 (T90-036)
TA	Potentiométrie	NF EN 9963-1 (T90-036)
K+	Spectrométrie visible WTW photolab S12	MERCK 5.0-50.0 mg/L K
fer total	Spectrométrie visible WTW photolab S12	WTW 0.05 – 4.00 mg/L MERCK 1.0 – 50.0 mg/L (utilisation de crack set 10 MERCK)

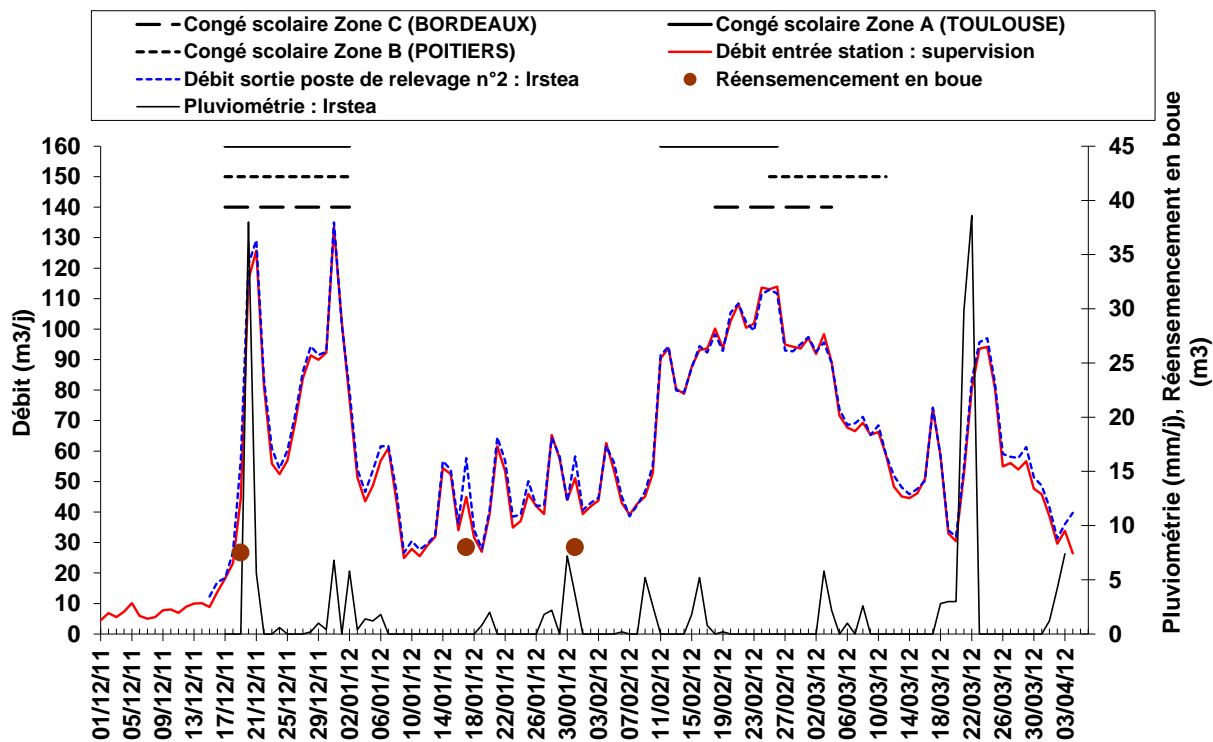


figure 35 : Comparaison des débits relevés par le poste de relevage n°2 et du débit admis sur la station

tableau 38 : Fréquence des mesures d'autosurveillance à réaliser en entrée et sortie de la STEP de Gouaux de Larboust.

Paramètres	Fréquence de mesures (nombre de jours/an)
Débit	365
MES	12
DBO5	12
DCO	12
NKJ	4
NGL	4
Boues*	4

\* quantités et matières sèches



## Estimation de la quantité de boue à apporter à la station de Gouaux de Larboust avant les vacances de Noël 2011

### 1. Potentiel maximal de nitrification

Le potentiel de nitrification des boues des stations de Gouaux de Larboust (GDL) et de Bagnères de Luchon (BDL) prélevées le 6/12/2011 par la société Loira a été évalué par l'Irstea de Bordeaux le 7/12/2011. Le Tableau 1 indique les résultats des essais de nitrification conduits en réacteurs fermés de 1 L dans des conditions semi-contrôlées de température, pH et oxygène. Les cinétiques obtenues correspondent à un potentiel maximal de nitrification, qui ne peut être atteint que dans les conditions les plus favorables.

La boue de GDL avait été pré-concentrée d'un facteur 2 par décantation, afin de limiter l'incertitude de mesure pendant l'essai (concentration réelle BA1 = 1 819 mgMES/L). L'essai sur la boue de BDL a par contre été réalisé directement à la concentration du BA de cette station (2 835 mgMES/L).

Tableau 1. Résultats des mesures de potentiel maximal de nitrification

	Conditions moyennes des essais					Vitesse maximale de nitrification	
	Conc. boue	MVS	pH	temp.	O <sub>2</sub>	dans les conditions du test	à pH = 7,3 et 12°C
	mgMES/L	%	-	°C	mg/L	mgN/(gMVS.h)	mgN/(gMVS.h)
GDL	3 545	59,5%	7,3	14,8	7,7	0,17	0,14
BDL	2 835	83,8%	7,3	16,1	5,7	1,54	1,17

Le potentiel de nitrification des boues de GDL est extrêmement faible comme on pouvait s'y attendre. Le potentiel de nitrification des boues de GDL est 8 fois plus élevé (pour 1 g MVS). Les boues de BDL sont aptes à être utilisées pour l'ensemencement.

### 2. Capacité de nitrification réelle dans les bassins de Gouaux

Dans les bassins de GDL, la capacité réelle de nitrification sera réduite par rapport au potentiel maximal par les 4 facteurs listés dans le Tableau 2. Le pH et la température étant ceux qui ont la plus forte influence sur la capacité de nitrification résultante, on prévoit 2 scénarios pour la période des vacances de Noël :

Tableau 2. Estimation de la capacité de nitrification réelle de la station de Gouaux (Noël 2011)

		Scénario favorable	Scénario défavorable
température	°C	12	10
pH	-	6,0	5,0
concentration en O <sub>2</sub> (24h/j)	mg/L	3,5	3,5
concentration en NH <sub>4</sub>	mgN/L	2	2
Facteur de réduction global du potentiel de nitrification	-	0,83	0,40
Vitesse réelle de nitrification de la boue de GDL	mgN/(gMVS.h)	0,12	0,05
Flux nitrifiable par la boue de GDL	kgN/j	1,6	0,8

On voit donc que les conditions qui règneront dans les bassins (biologiques + membranaires) de GDL auront une influence forte sur la capacité effective de nitrification. En particulier le passage d'un pH 6 à un pH 5 pourra diviser par 2 la capacité de nitrification.

### 3. Charge à traiter vacances de Noël 2011

Il s'agit maintenant d'estimer la charge d'azote à nitrifier pendant la période de Noël. On ne dispose d'aucune mesure sur la période Noël 2010. On établira donc des hypothèses à partir de la charge moyenne mesurée pendant la période des vacances scolaires d'hiver (VSH) de 2011 (1 mois du 12/2 au 13/3/2011). On peut supposer raisonnablement que le taux de fréquentation de la station de ski pendant les vacances scolaires de Noël (VSN) est inférieur à celui des VSH, mais il est très difficile d'en savoir plus. Aussi on étudiera un intervalle de possibilités très large, avec une fréquentation à Noël comprise entre 20% et 80% de celle de février. Ceci équivaudrait à une charge en entrée de station comprise entre 2,2 et 8,8 kgN/j, soit 150 à 590 EH.

### 4. Estimation de la masse de boue à apporter du silo de BDL

La masse de boue à apporter est déterminée par un "bilan azote". La charge totale à nitrifier est la différence entre les charges reçues, et les charges assimilées et rejetées. La masse de boue apportée doit pouvoir couvrir la différence entre la charge totale à nitrifier, et la charge nitrifiable par les boues de Gouaux déjà en place. La masse de boue à apporter (kg MES) est enfin convertie en volume (m3) en supposant qu'elle sera prélevée à partir du silo de BDL, dont la concentration est estimée à 15 gMES/L.

Ce calcul est effectué pour les 2 scénarios du Tableau 2. Les résultats sont représentés sous forme d'abaque (Figure 1), avec les masses à gauche et les volumes à droite.

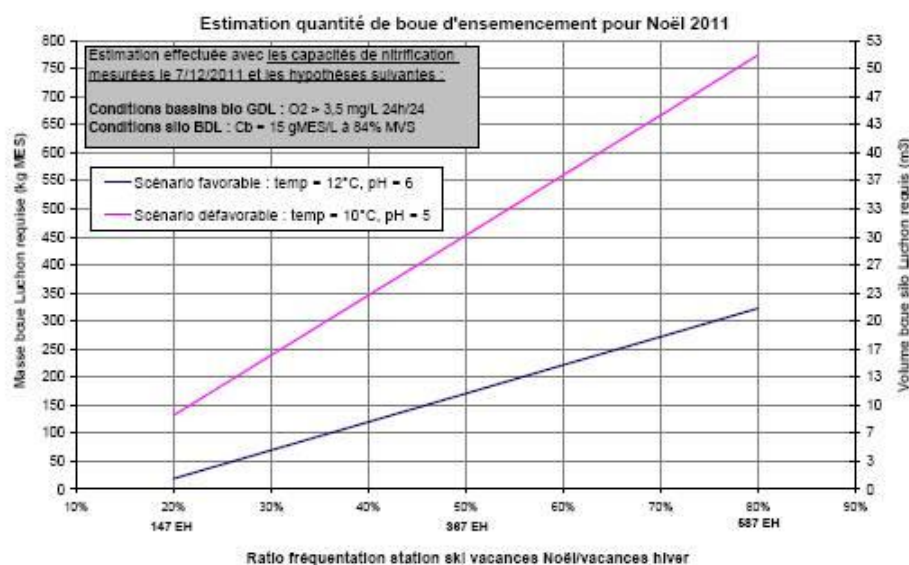


Figure 1. Estimation de la masse et du volume de boue du silo de BDL à apporter selon la charge attendue en entrée et les conditions dans les bassins à GDL.

Dans le scénario favorable, un apport de 11 m<sup>3</sup> de boues permettrait d'assurer un taux de fréquentation d'environ 50% de la station (Noël/février). Un apport de 20 m<sup>3</sup> de boues permettrait d'assurer un taux de fréquentation d'environ 75%.

Dans le scénario défavorable, les volumes nécessaires sont multipliés par 2,5 environ (30 m<sup>3</sup> pour 50%, 48 m<sup>3</sup> pour 75% de fréquentation Noël/février). Ceci souligne la nécessité de contrôler le pH (et l'alcalinité) afin d'éviter qu'il ne descende en dessous de 6 dans les bassins.

Notons que dans les 2 scénarios on a supposé un temps de présence d'oxygène de 24h/j dans les bassins. Si la gestion de l'aération membranaire est modifiée afin d'aménager des vraies périodes anoxies, les quantités de boue à apporter seront augmentées d'un facteur 24/(24-durée anoxie journalière).

## 5. Calendrier des opérations d'ensemencement

On propose un ensemencement fractionné en deux apports :

1. avant les VSN, selon les calculs ci-dessus
2. avant les VSH : un nouveau calcul sera effectué à partir des performances de nitrification des 2 boues observées fin janvier.

Cette procédure permettra d'optimiser les apports de boue et d'éviter des ajouts inutiles.

Pour l'apport avant Noël, l'Irstea recommande la date du **mercredi 14 décembre**, pour les raisons suivantes :

- Le silo de BDL est habituellement rempli en boues le lundi et mardi, puis les boues sont déshydratées le mercredi et jeudi (information exploitant). Le mercredi est donc le meilleur compromis pour s'assurer d'avoir des boues assez fraîches, mais ayant eu le temps de décanter et épaissir.
- L'équipe de l'Irstea sera sur place et pourra calibrer le capteur de MES dans le BA2 afin qu'il prenne en compte les caractéristiques du mélange des 2 boues. Si la boue de BDL était apportée après le départ de notre équipe, les mesures du MESmètre, calé sur la boue de Gouaux seule, seront erronées jusqu'à la prochaine visite du site en janvier. Le suivi de la période de Noël serait donc compromis.

tableau 39 : Résultats d'analyses des prélèvements ponctuels dans le bassin biologique n°1

Date et heure	BIO1 : mgMES/L	BIO 1 : % MVS	BIO1: mgMS/L
13/12/11 10:48	1302	61,1	1698
19/12/11 13:00	1308	64,8	1731
03/01/12 15:28	2052	70,2	2376
11/01/12 12:10	2219	74,1	2811
17/01/12 11:30	2172	73,1	2975
18/01/12 12:15	*	*	*
19/01/12 16:30	*	*	*
19/01/12 18:30	*	*	*
24/01/12 11:45	2475	75,3	3501
31/01/12 12:20	2744	74,3	3472
07/02/12 12:15	2815	75,1	3534
15/02/12 12:07	3285	76,3	3982
21/02/12 10:30	3572	77,5	4467
28/02/12 12:33	3753	78,4	4718
07/03/12 16:11	4305	79,0	5098
08/03/12 10:50	4432		5140
13/03/12 12:25	3860	78,8	4498
20/03/12 11:40	**	79,6	4660
27/03/12 12:12	3760	82,4	4545
04/04/12 10:04	3560	79,8	4220
05/04/12 00:00	4325	78,7	4840

\* le prélèvement n'était pas représentatif car les boues de réensemencement flottaient, \*\* valeur aberrante

tableau 40 : Résultats d'analyses des prélèvements ponctuels dans le bassin biologique n°2

Date + heure	BIO2 : mgMES/L	BIO2 : % MVS	BIO2 : mgMS/L	BIO2 : mgDCOm <sub>x</sub> /L	BIO2 : mgNKJm <sub>x</sub> /L	BIO2 : mgPTm <sub>x</sub> /L	BIO2 : mgFerTotalm <sub>x</sub> /L
06/12/11 11:30	1819	57,3	2170				
13/12/11 10:48	1325	64,3	1703	1368,2	68,6	44,2	24,5
14/12/11 10:19	1384	62,7					58,5
19/12/11 13:00	1424	66,3	1776	1205,5	74,2	52,7	76,3
03/01/12 15:49	2128	72,6	2530	2357,1	137,2	77,1	72,8
11/01/12 12:10	2400	74,5	2810	3090,7	173,6	188,5	87,5
17/01/12 12:10	2310	73,2	3079	2804,0	168,0	85,8	87,5
18/01/12 12:15	*	*	*	5538,5	355,6	149,5	132,5
19/01/12 18:30	*	*	*				
24/01/12 11:45	2733	75,4	3341	3369,2	196,0	100,0	84,3
31/01/12 12:36	2466	74,1	3214	2880,0	557,2	67,9	82,8
07/02/12 12:15	3035	77,1	3922	3831,2	218,4	106,8	92,3
15/02/12 11:57	3268	76,7	3904	3752,7	66,5	93,7	81,0
21/02/12 10:46	3430	77,3	4268	4158,5	266,0	106,0	80,5
28/02/12 12:36	3747	78,4	4501	4646,6	288,4	118,3	87,8
07/03/12 16:07	4690	79,0	5392	5742,9	330,4	134,3	93,5
08/03/12 10:50	4311		4790				
13/03/12 12:25	3780	78,7	4296	4659,0	291,2	111,1	80,5
20/03/12 11:42	3817	79,5	4730	4776,8	322,0	108,1	86,5
27/03/12 12:13	3746	79,7	4760	4868,9	308,0	100,4	95,0
04/04/12 10:05	3653	79,7	4370	4388,6	274,4	92,7	89,0

*mx : mixé; \* le prélèvement n'était pas représentatif car les boues de réensemencement flottaient*

tableau 41 : Résultats d'analyses des échantillons ponctuels prélevés dans le bassin tampon et des échantillons moyens 24 heures de l'effluent brut sortie bassin tampon (1er partie)

	début prélèvement	Fin prélèvement /ou temps brassage (mn)	pH	Condu ctivité	DCO	DBO5	MES	MVS	MVS	NKJ	N- NH4	PT	P- PO4	TA	TAC	TAC
			/	µS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	%	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/ L	mmol H+/L	mmol H+/L	mg HCO3/L
SCAN	13/12/2011 11:06	avant agitation	7.7	620	166		64									
SCAN	13/12/2011 12:02	après agitation 54'	7.6	620	543		366									
p	14/12/2011 09:20	après agitation 10'	7.4	613	705	138	646	73.9	477	74.2	23.0	18.5	4.9	0.0	4.8	292
p	03/01/2012 12:00	après agitation 10'	6.5	1156	5914	1921	4054	86.3	3499	257.6	62.8	44.8	19.2	0.0	8.5	519
<b>24H</b>	<b>10/01/2012 00:00</b>	<b>11/01/2012 00:00</b>	<b>7.8</b>	<b>1267</b>	<b>693</b>	<b>209</b>	<b>234</b>	<b>88.9</b>	<b>208</b>	<b>111.0</b>		<b>8.4</b>	<b>8.1</b>	<b>0.0</b>	<b>9.0</b>	<b>547</b>
SCAN	11/01/2012 12:20	après agitation 110'	7.4	1125	1615		765									
<b>24H</b>	<b>16/01/2012 00:00</b>	<b>17/01/2012 00:00</b>	<b>7.6</b>	<b>1264</b>	<b>684</b>	<b>197</b>	<b>258</b>	<b>93.2</b>	<b>240</b>	<b>112.7</b>		<b>12.8</b>	<b>8.0</b>	<b>0.0</b>	<b>10.5</b>	<b>639</b>
<b>24H*</b>	<b>17/01/2012 00:00</b>	<b>18/01/2012 00:00</b>	<b>7.3</b>	<b>1175</b>	<i>600*</i>	<b>255</b>	<b>2325</b>	<b>89.0</b>	<b>2070</b>	<b>219.1</b>	<b>74.0</b>	<b>33.2</b>	<b>7.5</b>	<b>0.0</b>	<b>9.7</b>	<b>592</b>
SCAN	18/01/2012 12:10	après agitation 1320'	7.5	1094	1403		361									
SCAN	18/01/2012 12:30	après agitation 1340	7.4	1122	2285		1692									
p	24/01/2012 10:24	après agitation 30'	7.8	1238	748	200	284	95.8	272	109.2	84.0	12.6	8.7	0.0	9.2	560
p**	31/01/2012 10:37	après agitation 24'	7.6	1350	1396	741	695	89.1	619	131.6	85.0	23.6	12.8	0.0	9.3	569
<b>24H</b>	<b>06/02/2012 00:00</b>	<b>07/02/2012 00:00</b>	<b>7.7</b>	<b>1508</b>	<b>757</b>	<b>304</b>	<b>332</b>	<b>95.2</b>	<b>316</b>	<b>113.4</b>	<b>84.0</b>	<b>13.8</b>	<b>8.2</b>	<b>0.0</b>	<b>9.9</b>	<b>602</b>
SCAN	07/02/2012 12:20	après agitation 10'	7.7	1487	1083		496									
<b>24H</b>	<b>14/02/2012 00:00</b>	<b>15/02/2012 00:00</b>	<b>7.8</b>	<b>1428</b>	<b>672</b>	<b>187</b>	<b>326</b>	<b>91.4</b>	<b>298</b>	<b>126.0</b>	<b>95.0</b>	<b>14.1</b>	<b>8.3</b>	<b>0.0</b>	<b>9.8</b>	<b>596</b>
SCAN	15/02/2012 12:10	après agitation 60'			1276											
SCAN	16/02/2012 12:15	après agitation 65'	8.1	1515	1287		684	74.9								

24H : Echantillon moyens 24 heures, SCAN : échantillon ponctuel dans la bassin tampon pour ajustage de la sonde SCAN, p : échantillon ponctuel réalisé (défaillance asservissement du préleveur), \* : effluent particulier et gluant (3640 mgMES/l lors d'une première analyse, valeur DCO semble incohérente)

\*\* : ensemencement en boue en cours

tableau 42 : Résultats d'analyses des échantillons ponctuels prélevés dans le bassin tampon et des échantillons moyens 24 heures de l'effluent brut sortie bassin tampon (2ème partie)

	début prélèvement	Fin prélèvement /ou temps brassage (mn)	pH	Condu ctivité	DCO	DBO5	MES	MVS	MVS	NKJ	N- NH4	PT	P- PO4	TA	TAC	TAC
			/	µS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	%	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/ L	mmol H+/L	mmol H+/L	mg HCO3/L
p	21/02/2012 11:33	après agitation 10'	7.6	1565	814	365	296	90.5	268	186.2	112.2	15.6	10.6	0.0	11.7	713
p	28/02/2012 12:05	après agitation 15'	7.7	1480	1060	378	468	90.6	424	155.4	114.8	15.9	10.8	0.0	10.2	621
<b>24H</b>	<b>07/03/2012 13:00</b>	<b>08/03/2012 09:45</b>	<b>8.1</b>	<b>1481</b>	<b>514</b>	<b>379</b>	<b>535</b>	<b>89.7</b>	<b>480</b>	<b>144.2</b>	<b>88.4</b>	<b>14.4</b>	<b>9.9</b>	<b>0.0</b>	<b>12.9</b>	<b>785</b>
SCAN	07/03/2012 15:45	après agitation 80'	8.0	1532	643		857			141.4	95.6					
SCAN	08/03/2012 09:40	après agitation 50'	8.1	1517	609		620			158.2	99.0					
<b>24H</b>	<b>12/03/2012 00:00</b>	<b>13/03/2012 00:00</b>	<b>7.9</b>	<b>1509</b>	<b>584</b>		<b>170</b>									
<b>24H</b>	<b>13/03/2012 00:00</b>	<b>13/03/2012 12:00</b>	<b>7.9</b>	<b>1542</b>	<b>584</b>	<b>277</b>	<b>162</b>	<b>95.1</b>	<b>154</b>	<b>144.2</b>	<b>109.2</b>	<b>11.8</b>	<b>9.3</b>	<b>0.0</b>	<b>11.5</b>	<b>702</b>
SCAN	13/03/2012 12:00	après agitation 30'	7.7	1521	1393		624									
<b>24H</b>	<b>19/03/2012 00:00</b>	<b>20/03/2012 00:00</b>	<b>7.2</b>	<b>1356</b>	<b>1187</b>		<b>502</b>							<b>0.0</b>	<b>10.6</b>	<b>646</b>
p	20/03/2012 11:50	après agitation 8'	7.6	1414	584	288	126	99.0	126	135.8	96.6	11.6	8.5	0.0	9.7	594
<b>24H***</b>	<b>26/03/2012 00:00</b>	<b>27/03/2012 00:00</b>	<b>7.6</b>	<b>888</b>	<b>450</b>	<b>159</b>	<b>170</b>	<b>96.5</b>	<b>164</b>	<b>74.2</b>	<b>49.2</b>	<b>7.3</b>	<b>4.2</b>	<b>0.0</b>	<b>6.3</b>	<b>384</b>
SCAN	27/03/2012 12:00	après agitation 25'	7.3	863	441		160							0.00	7.10	433
<b>24H</b>	<b>03/04/2012 00:00</b>	<b>04/04/2012 00:00</b>	<b>7.4</b>	<b>764</b>	<b>393</b>		<b>186</b>	<b>92.5</b>	<b>172</b>	<b>57.4</b>	<b>36.8</b>	<b>6.3</b>	<b>3.4</b>	<b>0.0</b>	<b>5.3</b>	<b>326</b>
SCAN	04/04/2012 10:09	après agitation 35'	7.3	670	567		343									

24H : Echantillon moyens 24 heures, SCAN : échantillon ponctuel dans la bassin tampon pour ajustage de la sonde SCAN, p : échantillon ponctuel réalisé (défaillance asservissement du préleveur), \*\*\* : analyses effectuées 24 heures plus tard

tableau 43 : Résultats d'analyses de l'échantillon moyen journalier en entrée de station du 18/12 au 19/12/11

		pH	Conductivité	DCO	MES	%MVS	NKJ	N-NH4	PT	P-PO4	TA	TAC
date début	date fin		μS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mgN/L	mgN/L	mgP/L	mgP/L	mmol H+/L	mmol H+/L
18/12/11	19/12/11	7.7	1300	754	308	88.6	99.4	63.2	10.9	6.54	0	8.8

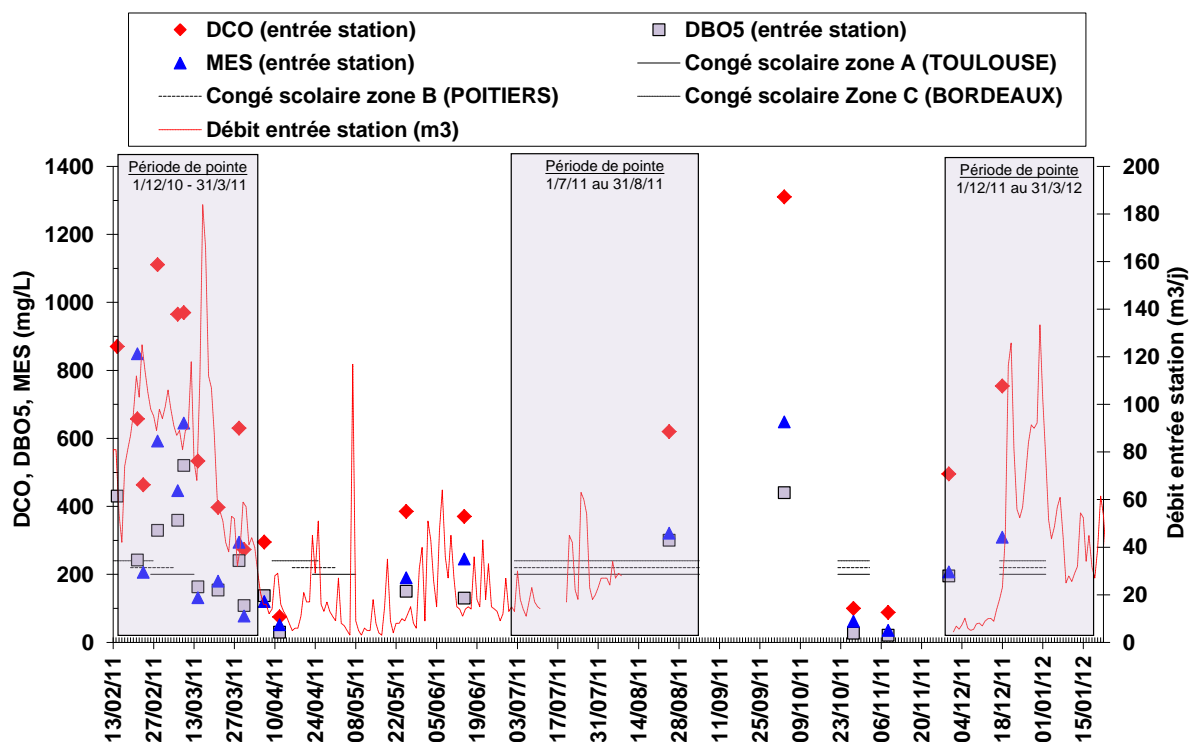


figure 36 : Evolution de la concentration de l'échantillon moyen journalier d'entrée station (DCO, DBO5, MES), sources : Irstea, Loira, LDE31 depuis février 2011



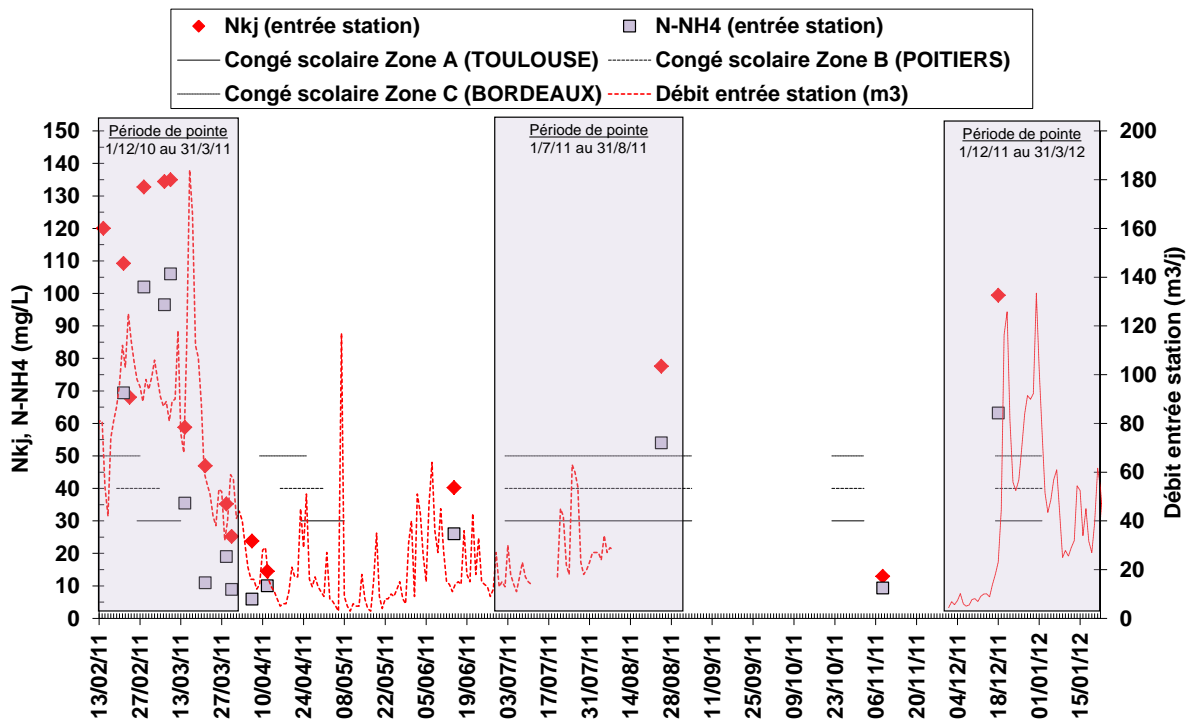


figure 37 : Evolution de la concentration de l'échantillon moyen journalier d'entrée station (NKJ et  $NH_4$ ), sources : Irstea, Loïra, LDE31 depuis février 2011

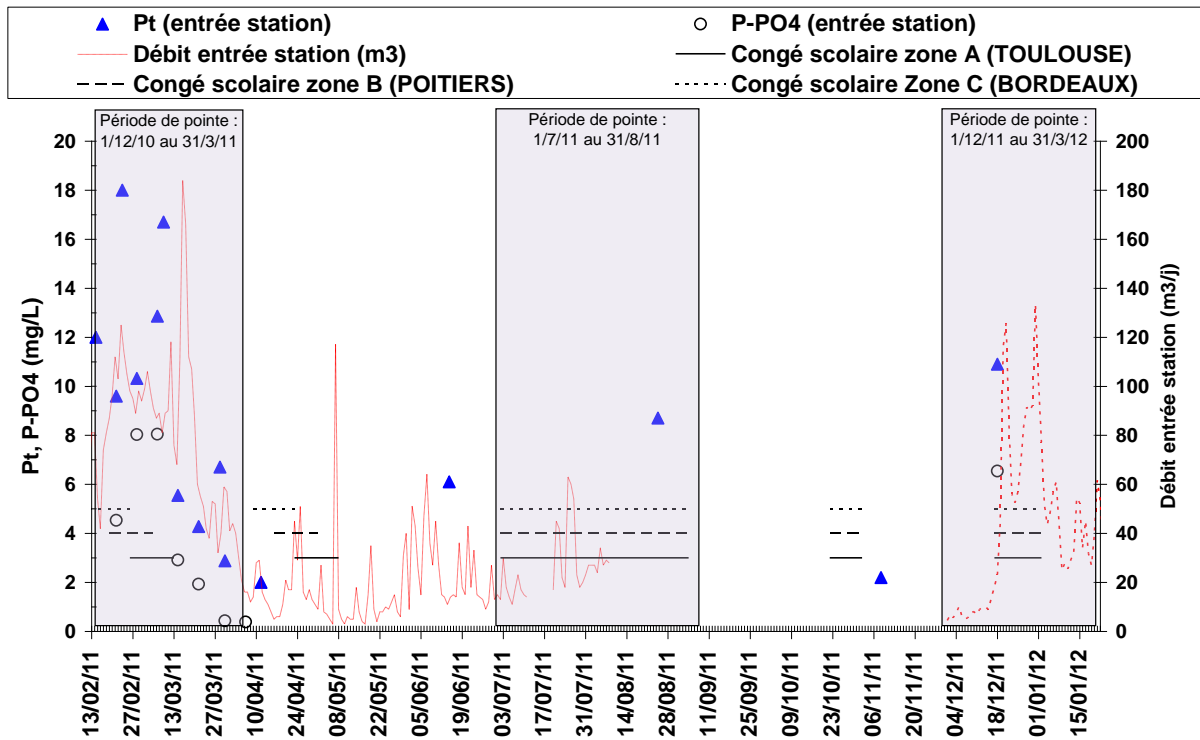


figure 38 : Evolution des concentrations des échantillons moyens journaliers d'entrée station ( $PT$ ,  $P-PO_4$ ), sources : Irstea, Loïra, LDE31 depuis février 2011

tableau 44 : Ratios de l'échantillon moyen journalier en entrée de station du 18/12 au 19/12/11

date début	date fin	MES/ DCO	N-NH4/ NKJ	DCO/ NKJ	PT/ DCO
18/12/11	19/12/11	0.41	0.64	7.59	0.014

tableau 45 : Caractérisation des effluents admis sur la STEP lors du précédent suivi (ratios)

	Période de pointe				Période creuse		Référence	
	vacances scolaires		hors vacances scolaires		1/4 au 30/6/11	n	Effluent de camping	Effluent urbain en réseau court non dilué par eaux claires
	12/2 au 13/3/11	n	14/3 au 31/3/11	n				
DCO/DBO5	2,5	5	2,8	4	2,5	4	2,4	2,4
MES/DCO	0,68	5	0,36	4	0,56	4	0,43	0,41
N-NH4/NKJ	0,73	4	0,43	4	0,53	3	0,8+-0,1	0,75
DBO5/NKJ/PT	100/35/3,3	5	100/26/2,9	4	100/32/5,7	3	100/34/4	100/20/4
DCO/NKJ	7,1	6	11,6	4	8,9	3	/	10-12
NKJ/PT	9,4	6	8,9	4	6,9	2	/	/
PT/DCO	0,018	6	0,011	4	0,022	2	/	0,013 – 0,022

*n : nombre d'échantillons moyens 24 heures*

tableau 46 : Analyses de l'eau potable à la station de Gouaux de Larboust

	pH	Conductivité	TA	TAC	TAC
		µS/cm	mmol H+/L	mmol H+/L	mgHCO3-/L
mer 14/12/2011 09:10	7.3	132	0	2.25	137
mer 18/01/2012 12:30	7.7	133	0	1.60	98
jeu 08/03/2012 17:15	8.0	163	0	1.96	120
mer 04/04/2012 11:00	6.8	135	0	1.23	75

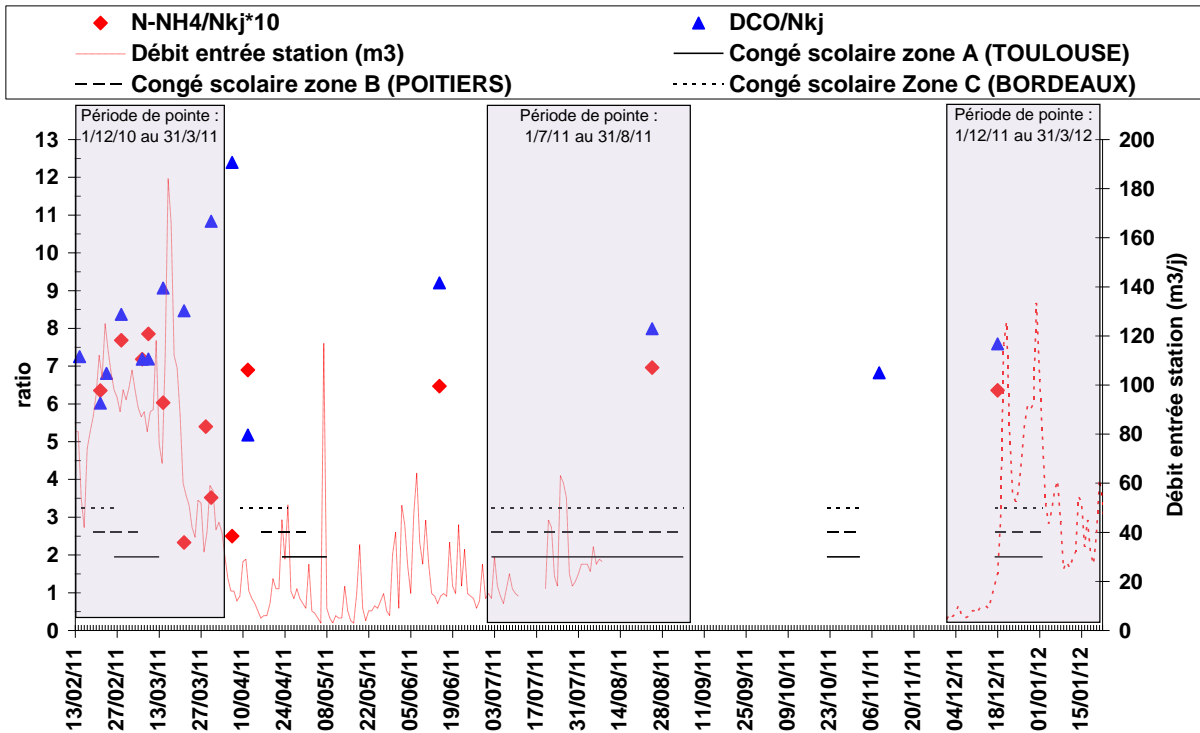


figure 39 : Evolution des ratios des échantillons moyens journaliers d'entrée station (N-NH4/NKJ, DCO/NKJ), sources : Irstea, Loira, LDE31

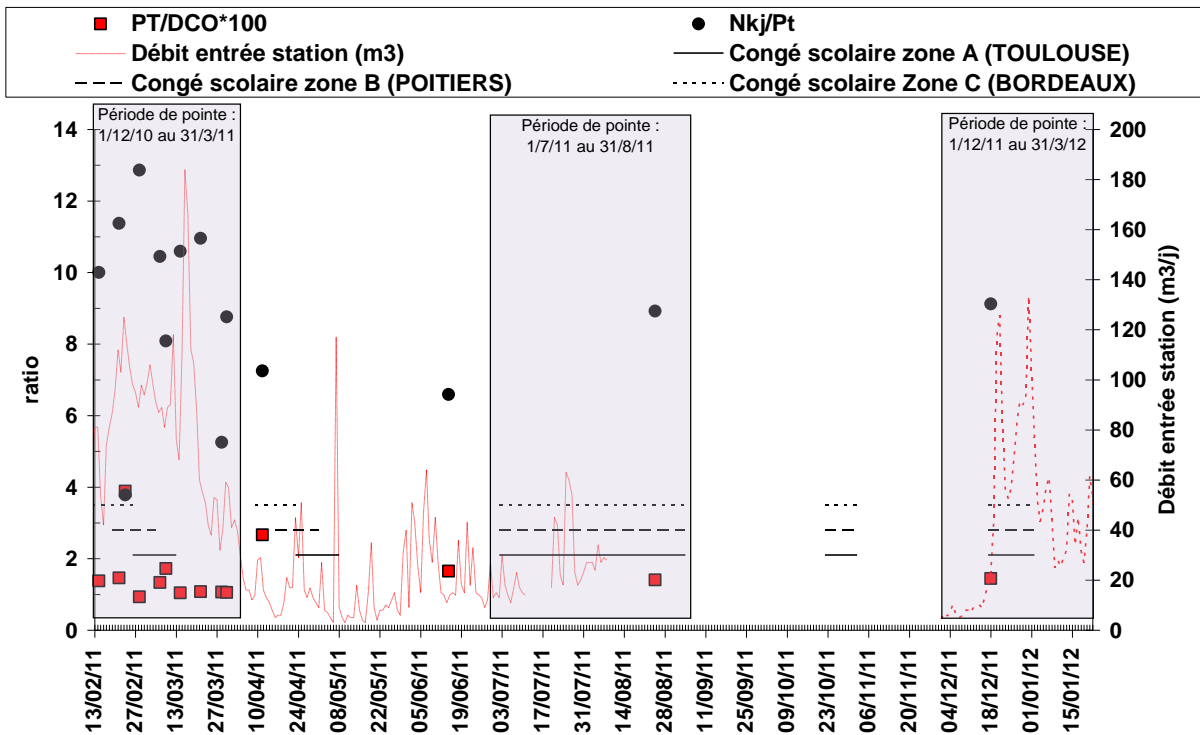


figure 40 : Evolution des ratios des échantillons moyens journaliers d'entrée station (PT/DCO, NKJ/PT) sources : Irstea, Loira, LDE31

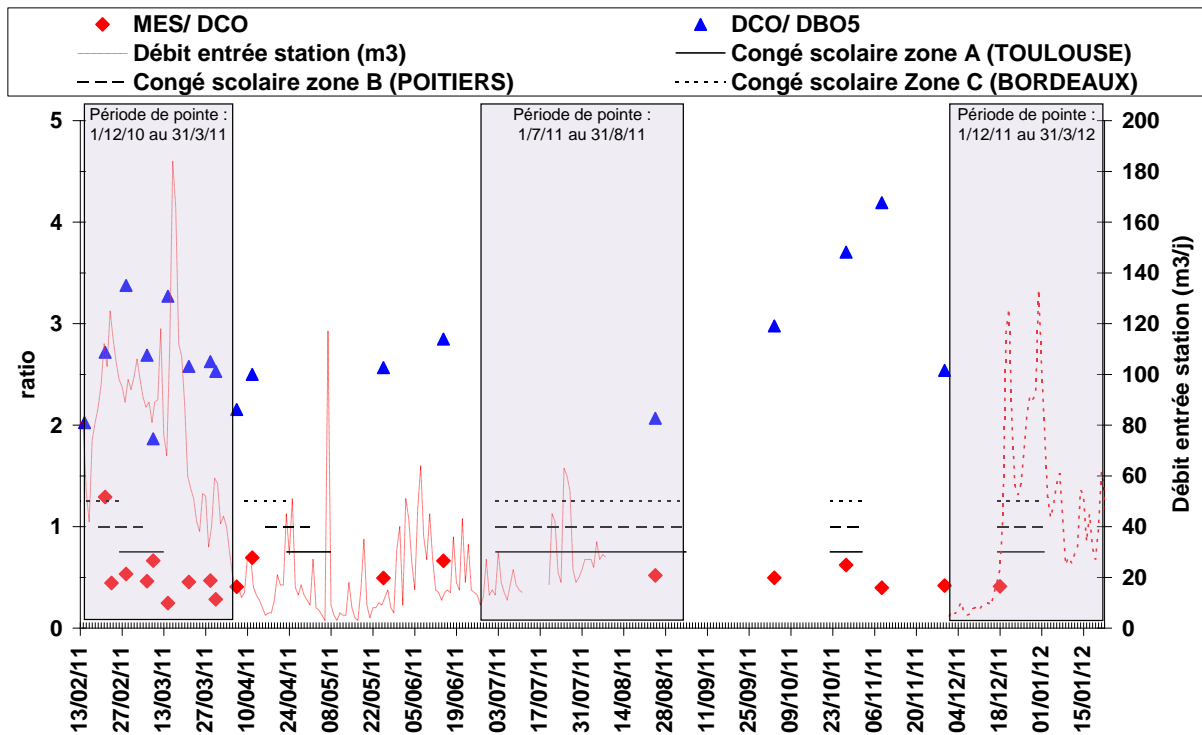


figure 41 : Evolution des ratios des échantillons moyens journaliers d'entrée station (MES/DCO, DCO/DBO5), sources : Irstea, Loira, LDE31

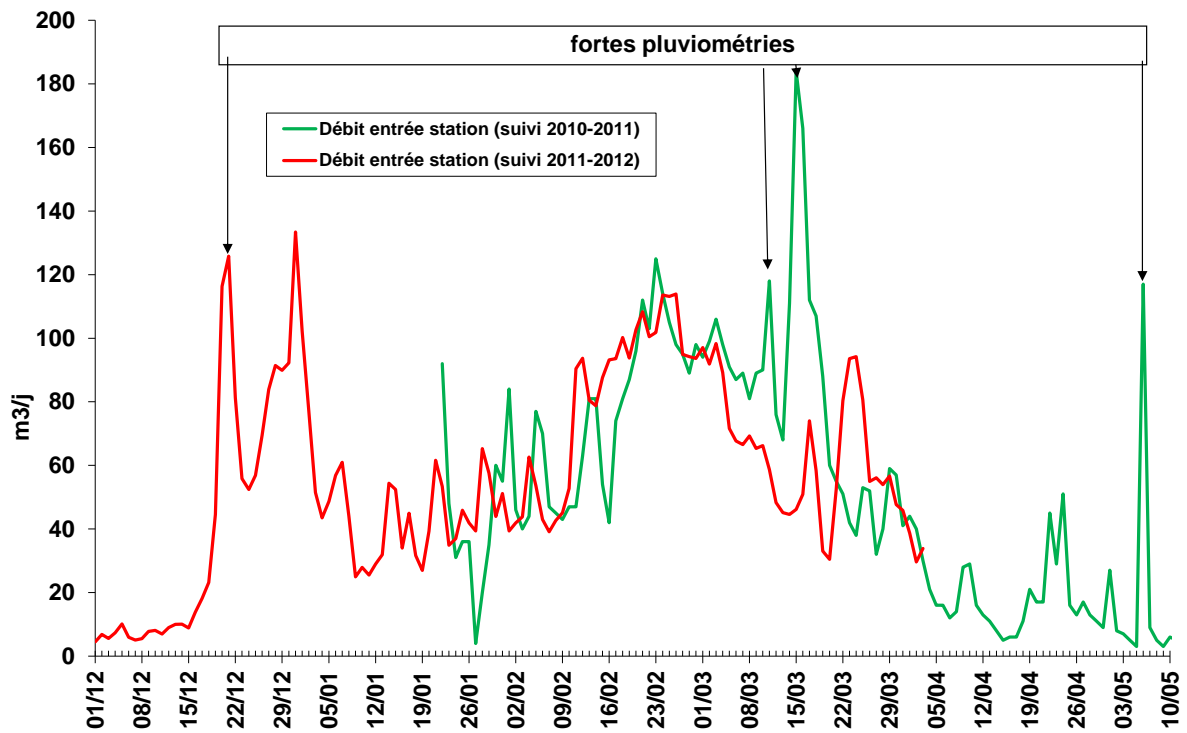


figure 42 : comparaison des débits admis en entrée de station (année 2011 et 2012)

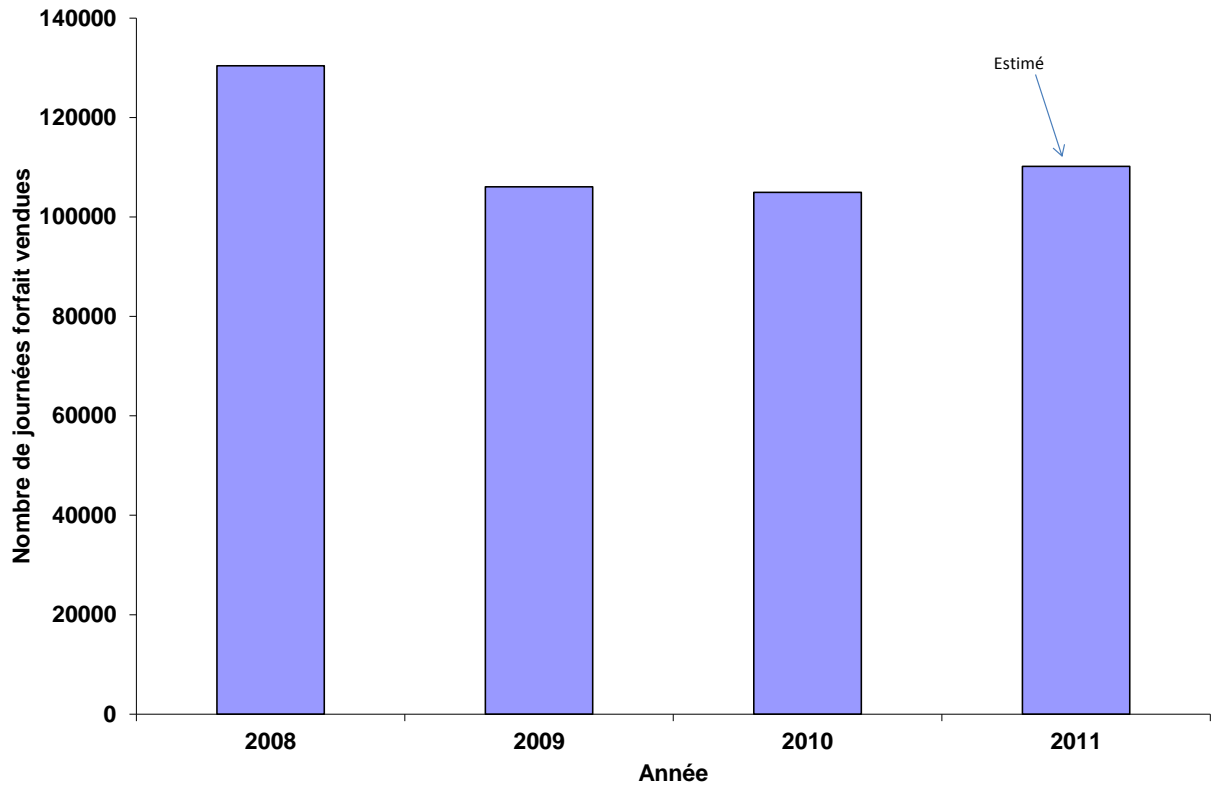


figure 43 : Evolution du nombre de forfaits journées vendus à la station de ski de Peyragudes par année

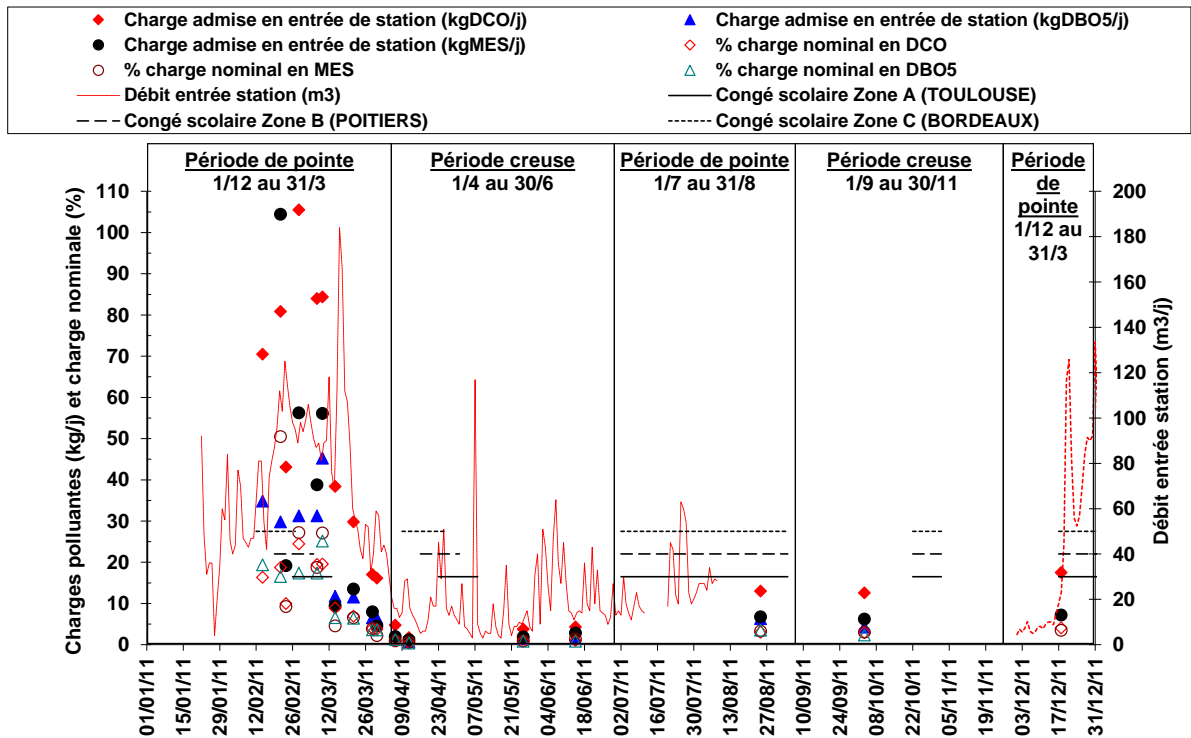


figure 44 : Evolution des charges polluantes en entrée de station (en 2011)

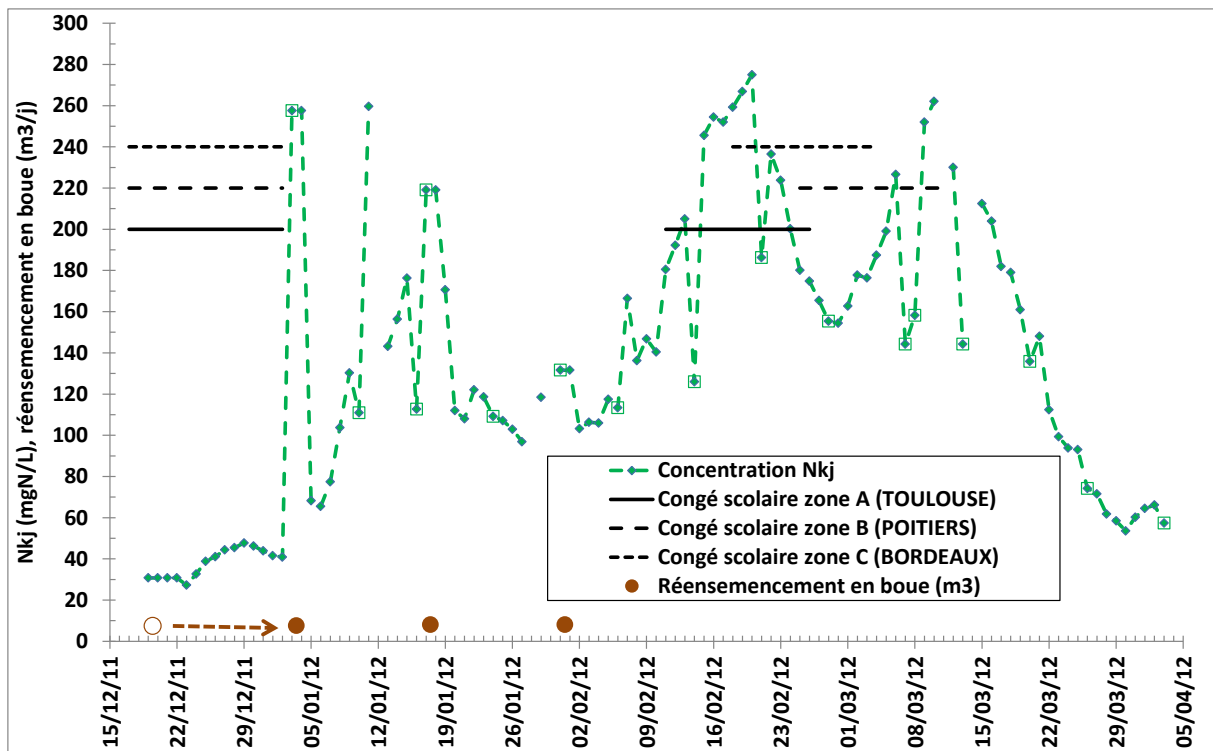


figure 45 : Evolution de la concentration des échantillons du bassin tampon (NKJ)

tableau 47 : Ratios des échantillons ponctuels prélevés dans le bassin tampon et des échantillons moyens 24 heures de l'effluent brut sortie bassin tampon (1er partie)

	début prélèvement	Fin prélèvement /ou temps brassage (mn)	DCO/DBO5	MES/DCO	N-NH4/NKJ	DCO/NKJ	PT/DCO
SCAN	13/12/2011 11:06	avant agitation		0.39			
SCAN	13/12/2011 12:02	après agitation 54'		0.67			
p	14/12/2011 09:20	après agitation 10'	5.11	0.92	0.31	9.51	0.026
<b>réensemencement en boue le 19/12/11 : 7,5 m3</b>							
p	03/01/2012 12:00	après agitation 10'	3.08	0.69	0.24	22.96	0.008
<b>24H</b>	<b>10/01/2012 00:00</b>	<b>11/01/2012 00:00</b>	<b>3.32</b>	<b>0.34</b>		<b>6.25</b>	<b>0.012</b>
SCAN	11/01/2012 12:20	après agitation 110'		0.47			
<b>24H</b>	<b>16/01/2012 00:00</b>	<b>17/01/2012 00:00</b>	<b>3.47</b>	<b>0.38</b>		<b>6.07</b>	<b>0.019</b>
<b>réensemencement en boue le 17/01/12 : 8 m3</b>							
<b>24H*</b>	<b>17/01/2012 00:00</b>	<b>18/01/2012 00:00</b>	2.35*	3.88*	<b>0.34</b>	2.74*	0.055*
SCAN	18/01/2012 12:10	après agitation 1320'		0.26			
SCAN	18/01/2012 12:30	après agitation 1340'		0.74			
p	24/01/2012 10:24	après agitation 30'	3.74	0.38	0.77	6.85	0.017
p**	31/01/2012 10:37	après agitation 24'	1.88	0.50	0.65	10.61	0.017
<b>réensemencement en boue le 31/01/12 : 8 m3</b>							
<b>24H</b>	<b>06/02/2012 00:00</b>	<b>07/02/2012 00:00</b>	<b>2.49</b>	<b>0.44</b>	<b>0.74</b>	<b>6.68</b>	<b>0.018</b>
SCAN	07/02/2012 12:20	après agitation 10'		0.46			
<b>24H</b>	<b>14/02/2012 00:00</b>	<b>15/02/2012 00:00</b>	<b>3.59</b>	<b>0.49</b>	<b>0.75</b>	<b>5.33</b>	<b>0.021</b>
SCAN	15/02/2012 12:10	après agitation 60'					
SCAN	16/02/2012 12:15	après agitation 65'		0.53			
p	21/02/2012 11:33	après agitation 10'	2.23	0.36	0.60	4.37	0.019
p	28/02/2012 12:05	après agitation 15'	2.80	0.44	0.74	6.82	0.015
<b>24H</b>	<b>07/03/2012 13:00</b>	<b>08/03/2012 09:45</b>	<b>1.36</b>	<b>1.04</b>	<b>0.61</b>	<b>3.56</b>	<b>0.028</b>
SCAN	07/03/2012 15:45	après agitation 80'		1.33	0.68	4.55	

24H : Echantillon moyens 24 heures, SCAN : échantillon ponctuel dans la bassin tampon pour ajustage de la sonde SCAN, p : échantillon ponctuel réalisé (défaillance asservissement du préleveur), \* : effluent particulier et gluant (3640 mgMES/l lors d'une première analyse, valeur DCO semble incohérente), \*\* : ensemencement en boue en cours

tableau 48 : Ratios des échantillons ponctuels réalisé dans le bassin tampon et des échantillons moyens 24 heures de l'effluent brut sortie bassin tampon (2ème partie)

	début prélèvement	Fin prélèvement /ou temps brassage (mn)	DCO/DBO5	MES/DCO	N-NH4/NKJ	DCO/NKJ	PT/DCO
SCAN	08/03/2012 09:40	après agitation 50'		1.02	0.63	3.85	
<b>24H</b>	<b>12/03/2012 00:00</b>	<b>13/03/2012 00:00</b>		<b>0.29</b>			
<b>24H</b>	<b>13/03/2012 00:00</b>	<b>13/03/2012 12:00</b>	<b>2.11</b>	<b>0.28</b>	<b>0.76</b>	<b>4.05</b>	<b>0.020</b>
SCAN	13/03/2012 12:00	après agitation 30'		0.46			
<b>24H</b>	<b>19/03/2012 00:00</b>	<b>20/03/2012 00:00</b>		<b>0.42</b>			
p	20/03/2012 11:50	après agitation 8'	2.03	0.22	0.71	4.30	0.020
<b>24H***</b>	<b>26/03/2012 00:00</b>	<b>27/03/2012 00:00</b>	<b>2.83</b>	<b>0.38</b>	<b>0.66</b>	<b>6.06</b>	<b>0.016</b>
SCAN	27/03/2012 12:00	après agitation 25'		0.36			
<b>24H</b>	<b>03/04/2012 00:00</b>	<b>04/04/2012 00:00</b>		<b>0.47</b>	<b>0.64</b>	<b>6.85</b>	<b>0.016</b>
SCAN	04/04/2012 10:09	après agitation 35'		0.60			

24H : Echantillon moyens 24 heures, SCAN : échantillon ponctuel dans la bassin tampon pour ajustage de la sonde SCAN, p : échantillon ponctuel réalisé (défaillance asservissement du préleveur), \*\*\* : analyses effectuées 24 heures plus tard



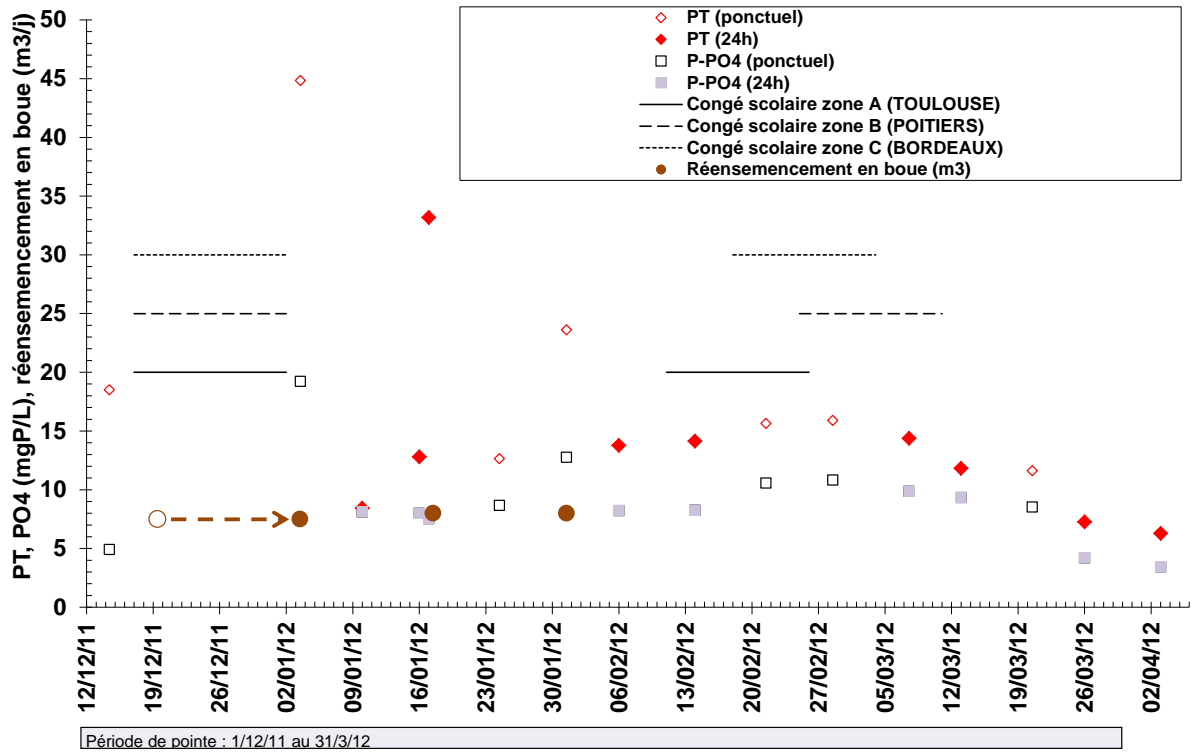


figure 46 : Evolution des concentrations des échantillons du bassin tampon (PT, PO4)

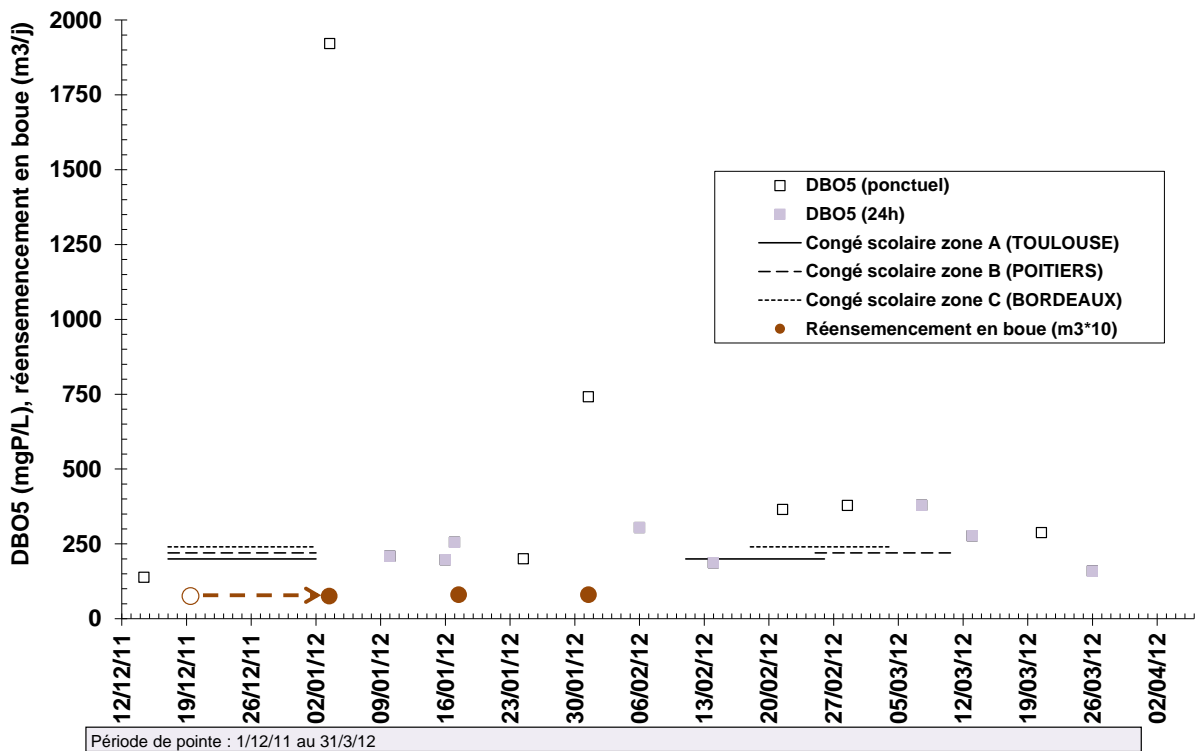


figure 47 : Evolution des concentrations des échantillons du bassin tampon (DBO5)

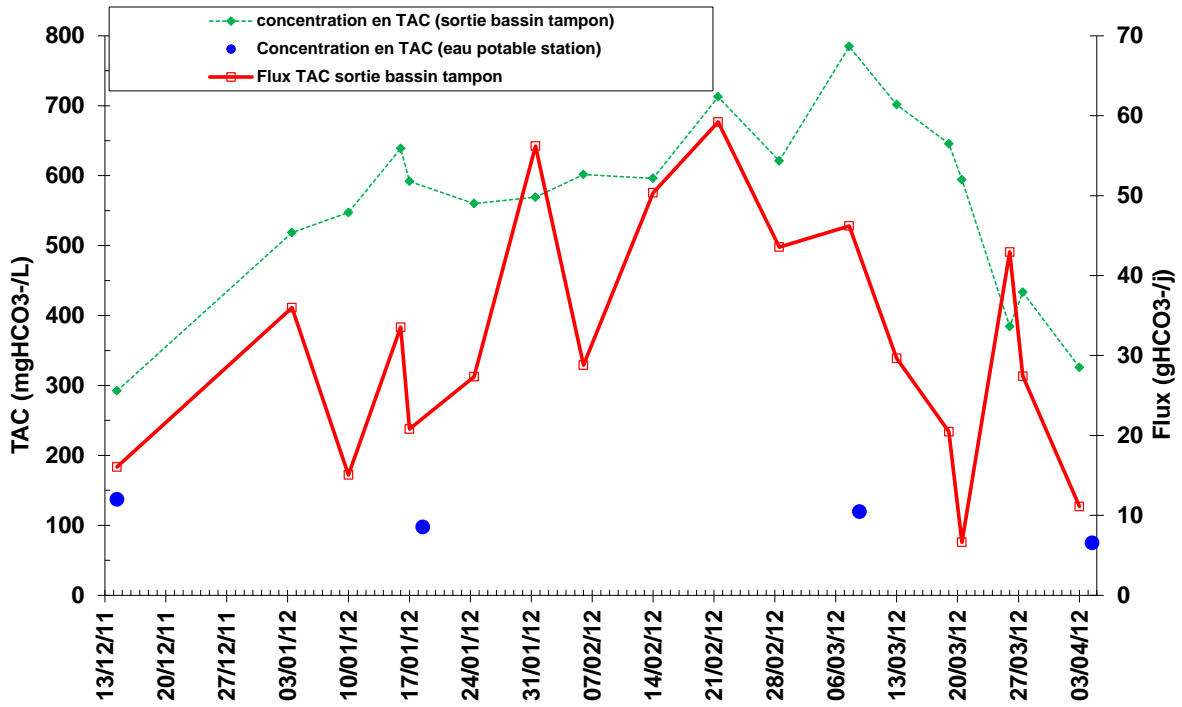


figure 48 : Concentration et flux en TAC sortie bassin tampon

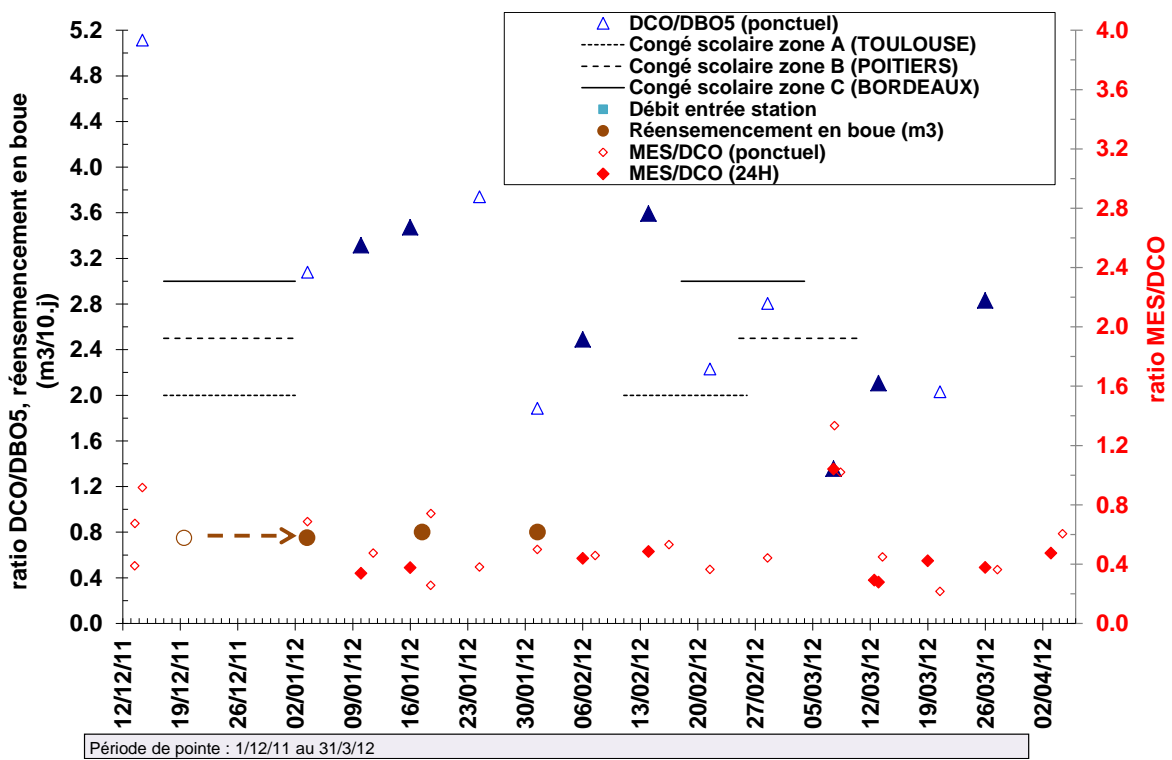


figure 49 : Evolution des ratios des échantillons bassin tampon (MES/DCO, DCO/DBO5)

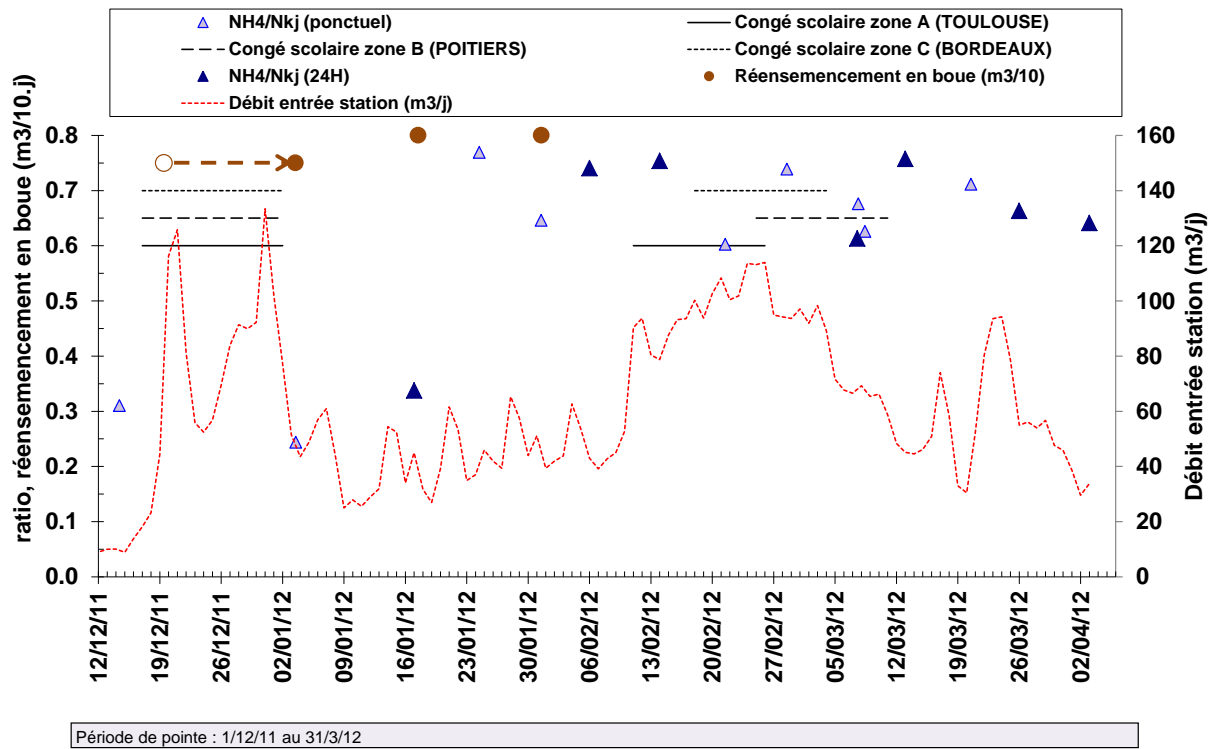


figure 50 : Evolution des ratios des échantillons du bassin tampon (NH4/NKJ)

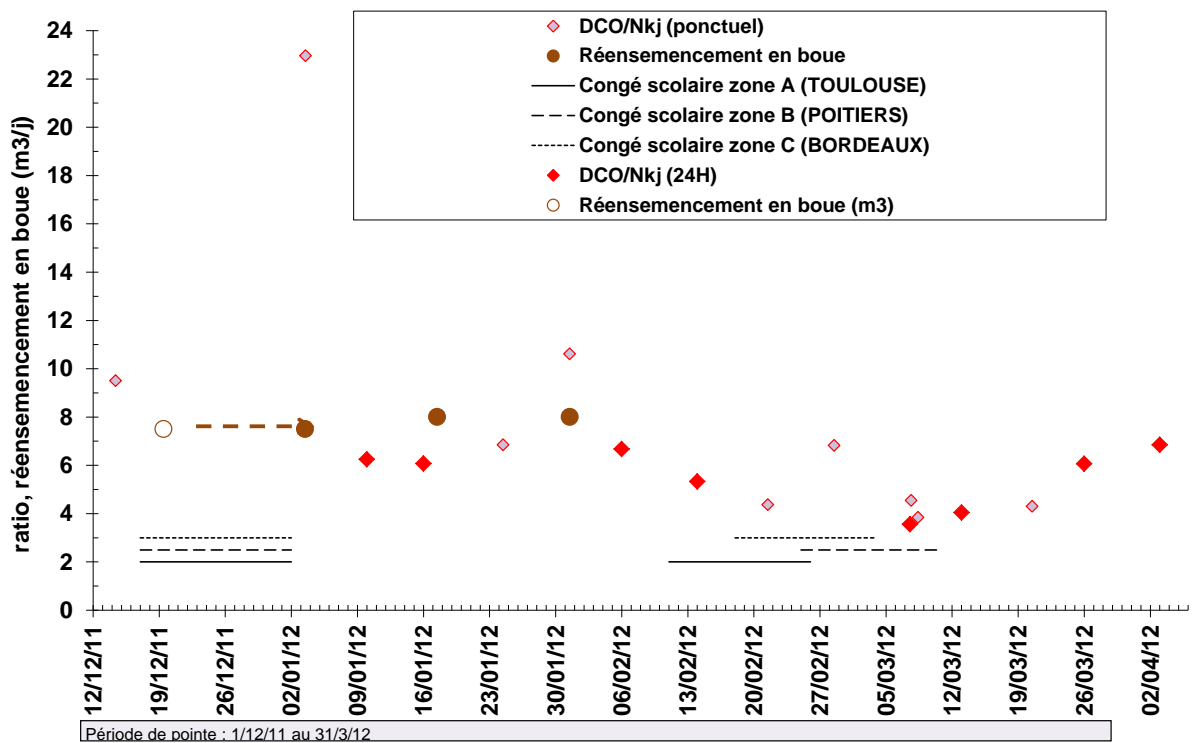


figure 51 : Evolution des ratios des échantillons du bassin tampon (DCO/NKJ)

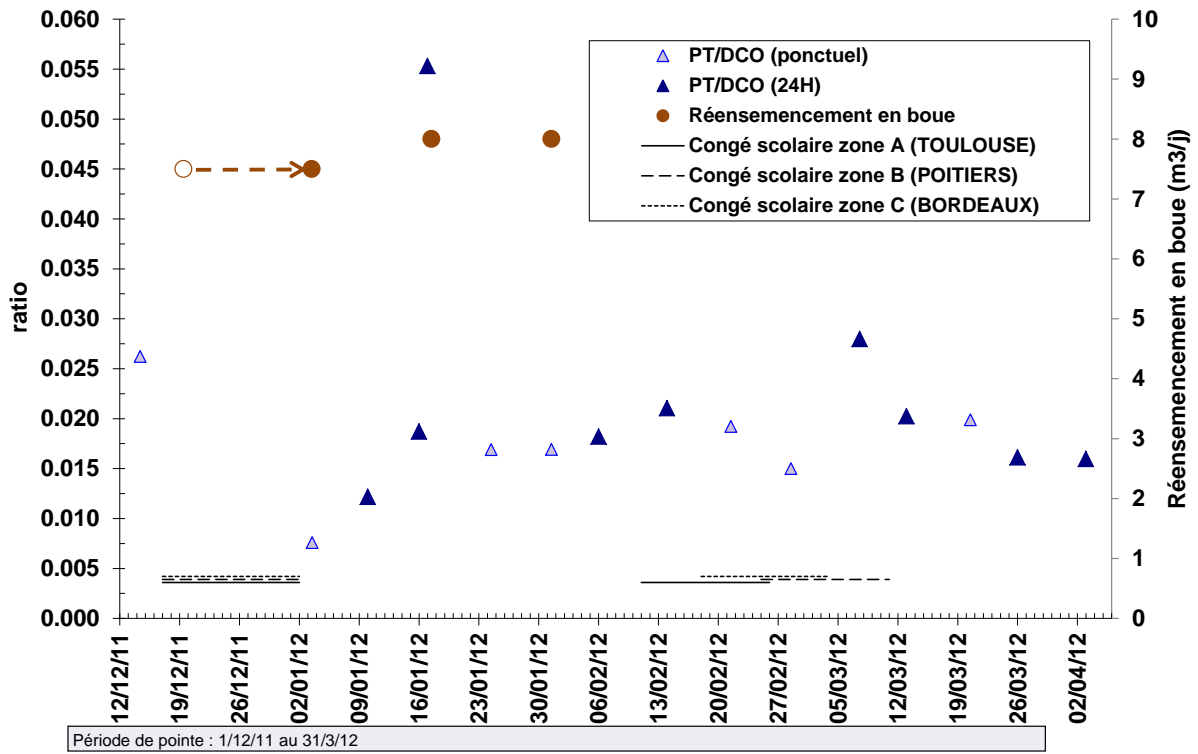


figure 52 : Evolution des ratios des échantillons bassin tampon (PT/DCO)

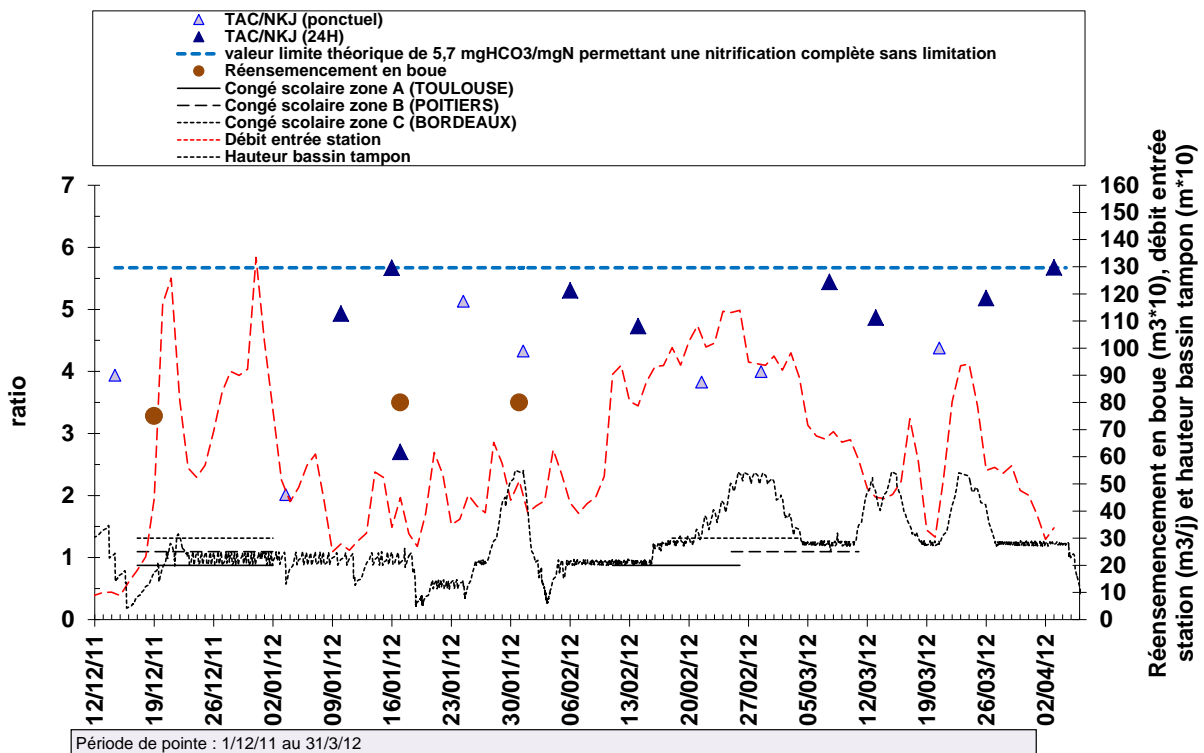


figure 53 : Evolution des ratios des échantillons bassin tampon (TAC/NKJ)

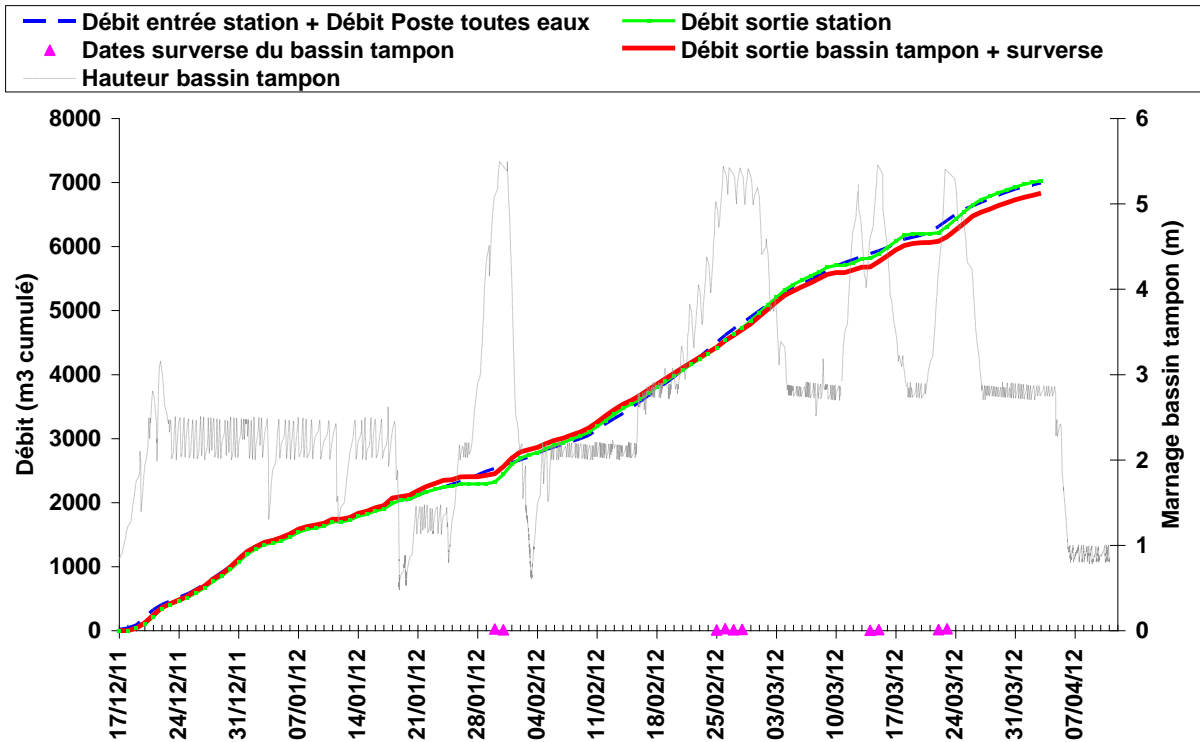


figure 54 : Evolution des cumuls de débits en entrée, en sortie du bassin tampon, et en sortie de station (du 17/12/11 au 3/4/12).

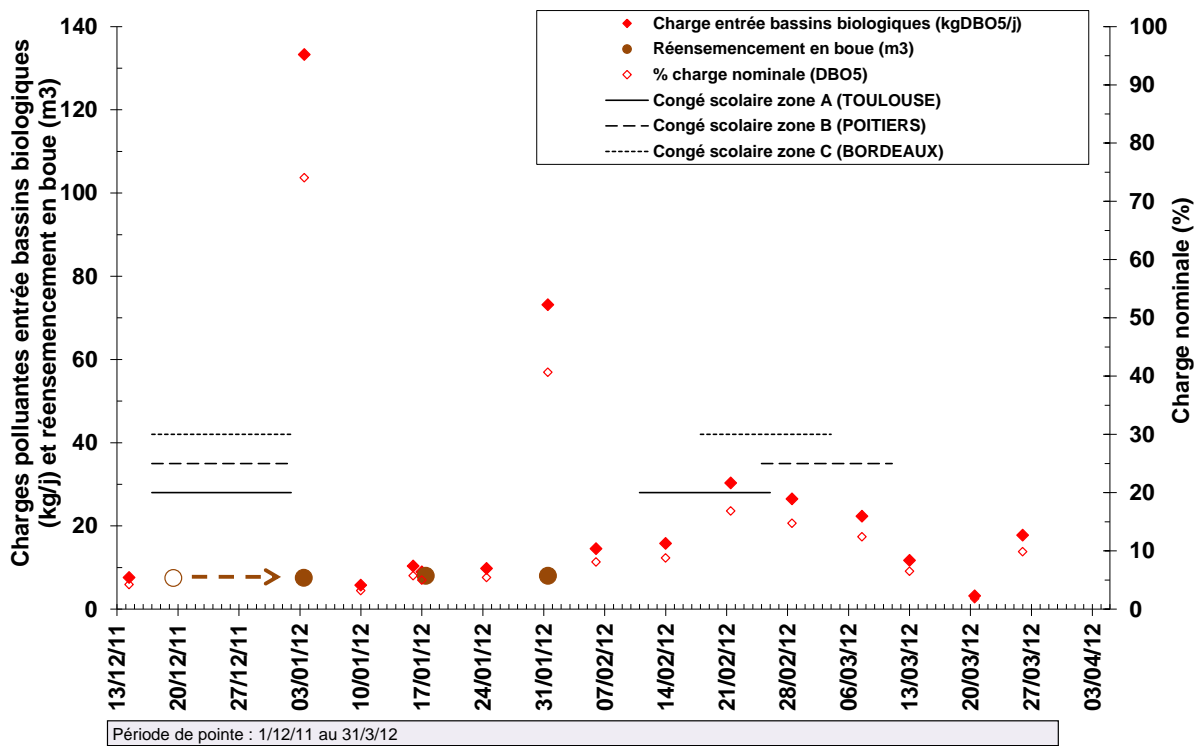


figure 55 : Evolution des charges polluantes (DBO5) en entrée des bassins biologiques

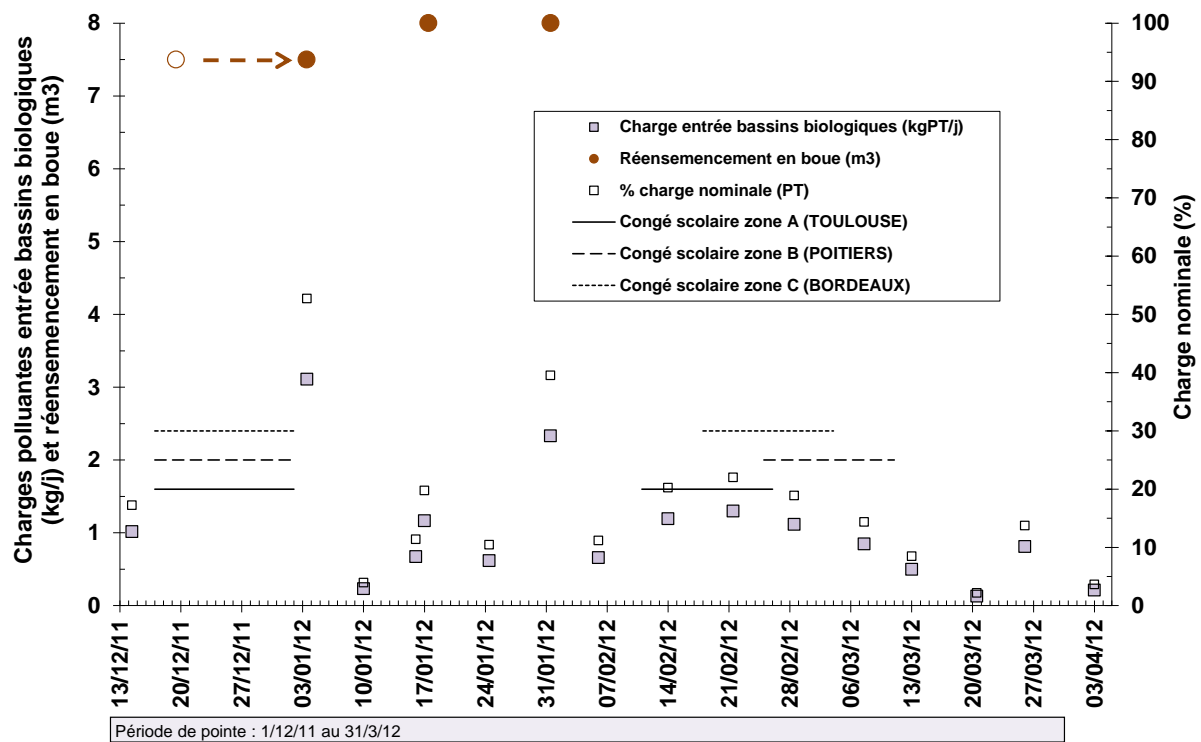


figure 56 : Evolution des charges polluantes (PT) en entrée des bassins biologiques

tableau 49 : Résultats d'analyses des effluents bruts de sortie bache perméat (1er partie)

date début échantillon moyen (11h-11h)	pH	Condu-	DCO	DBO5	MES	N- NO3	N- NO2	N- NH4	NKJ	PT	P-PO4	TA	TAC	TAC	K+
		ctivité											mmolH+/L	mgHCO3-/L	
		µS/cm	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mmolH+/L	mmolH+/L	mgHCO3-/L	mg/L
13/12/11**	7,2	531	19			31,2	0,1	0,0	1,05	2,45	2,3	0	0,65	40	1,1
14/12/11**	6,7*	519	27	6	8	29,2	0,2	0,0		3,16	3,0	0	0,66	40	
16/12/11**	7,2	536	24			27,3	0,2	0,3	2,52	3,42	2,9	0	1,03	63	
19/12/11	7,0	255	15			10,4	0,4	0,2							15,5
20/12/11	6,9	255	17			1,0	0,1	0,4							
21/12/11	6,9	184	9			9,5	0,1	0,3							
22/12/11	6,8	559	17			31,8	0,5	0,4							
23/12/11	6,7	545	19			29,9	0,4	0,4							
24/12/11	6,6	471	18			27,4	0,2	0,5							
25/12/11	6,5	415	14			24,6	0,2	0,7							
26/12/11	6,2	615	20			38,9	0,2	1,7							
27/12/11	6,0	227	10			14,1	0,1	1,5							
29/12/11	5,6	735	26			52,6	0,2	9,8							
30/12/11	5,6	799	28			53,5	0,2	13,1							
31/12/11	5,2	840	28			56,7	0,2	15,6							
1/1/12	5,5	863	33			58,1	0,1	15,8							
2/1/12	5,4	862	31		4,0	55,0	0,1	18,9	15,61	6,27	6,1	0	0,31	19	26,2
3/1/12	5,6	858	34			55,0	0,0	16,6				0	0,06		
4/1/12	6,0	831	39			54,0	0,1	14,9				0	0,13		
5/1/12	5,6	860	37			58,0	0,0	14,3				0	0,08		
6/1/12	5,3	857	36			59,0	0,0	13,5				0	0,09		
7/1/12	5,4	895	39			60,0	0,0	13,1				0	0,09		
8/1/12	5,4	882	42			59,0	0,0	12,8				0	0,09		
9/1/12	5,4	888	42			59,0	0,1	13,3				0	0,11		
10/1/12	5,7	877	44			58,0	0,1	12,9	14,84	6,60	6,45	0	0,21	13	27,4

\* : lavage des membranes, \*\* : échantillons ponctuels dans bache perméat

tableau 50 : Résultats d'analyses des effluents bruts de sortie bache perméat (2ème partie)

date début échantillon moyen (11h-11h)	pH	Condu-	DCO	DBO5	MES	N- NO3	N- NO2	N- NH4	NKJ	PT	P-PO4	TA	TAC	TAC	K+
		ctivité													
11/1/12	6,2	905	42			62,0	0,0	15,4				0	0,26	16	
13/1/12	7,0	910	45			60,0	0,2	14,0				0	0,56	34	
14/1/12	6,5	934	41			64,0	0,1	14,2				0	0,30	18	
15/1/12	6,4	910	46			63,0	0,1	15,0				0	0,26	16	
16/1/12	5,8	906	39			63,0	0,1	15,4	15,82	6,96	6,74	0	0,22	13	26,6
17/1/12	5,9	936	51	30,9	2,0	65,0	0,1	15,8	16,59	8,07	7,82	0	0,15	9	26,8
18/1/12	5,8	955	44			68,0	0,1	16,6				0	0,15	9	
19/1/12	6,0	934	43			65,0	0,1	16,6				0	0,17	10	
20/1/12	5,9	949	46			66,0	0,1	15,5				0	0,18	11	
22/1/12	5,4	955	43			69,0	0,1	13,7				0	0,13	8	
23/1/12	5,6	969	48	7,0	2,0	69,0	0,1	14,4	17,5	8,08	7,88	0	0,09	5	27,8
30/1/12**	5,3	992,5	46	8,0	6,7	74,0	0,0	16,8	17,5	8,21	8,18	0	0,15	9	30,4
31/1/12	5,9	1083	50			75,2	0,3	19,4							
1/2/12	6,2	1110	48			69,6	0,1	24,2							
2/2/12	6,0	1131	45			74,0	0,1	20,6							
3/2/12	6,4	1070	44			74,8	0,0	20,0							
4/2/12	5,6	1162	45			76,0	0,1	21,8							
5/2/12	5,6	1173	43			72,4	0,1	20,8							
6/2/12	5,7	1177	46	7,0	4,0	75,2	0,1	20,2	22,96	10,38	10,3	0	0,09	5	28,0
7/2/12	5,0	1210	44			76,2	0,0	23,6				0	0,05	3	
8/2/12	5,0	1218	38			76,4	0,0	22,0				0	0,00	0	
9/2/12	4,8	1196	40			59,8	0,0	23,2				0	0,03	2	
14/2/12	5,4	1203	47	9,0	10,0	80,2	0,0	26,8	28,84	9,86	9,74	0	0,00	0	46,4
15/2/12	6,0	1200	52			78,4	0,1	25,3				0	0,26	16	
16/2/12	6,3	1280	57			85,8	0,2	16,8				0	0,38	23	

\*\* : échantillons ponctuels dans bache perméat



tableau 51 : Résultats d'analyses des effluents bruts de sortie bache perméat (3ème partie)

date début échantillon moyen (11h-11h)	pH	Condu-	DCO	DBO5	MES	N- NO3	N- NO2	N- NH4	NKJ	PT	P-PO4	TA	TAC	TAC	K+
		ctivité													
17/2/12	5,9	1310	50			89,2	0,1	16,4				0	0,25	15	
18/2/12	4,7	1368	47			92,0	0,0	16,5				0	0,00	0	
19/2/12	4,5	1328	48			91,2	0,0	15,2				0	0,00	0	
20/2/12	4,4	1332	48	17,0	22,7	91,0	0,0	16,4	18,62	9,45	9,34	0	0,00	0	34,8
21/2/12	6,2	1372	61			98,8	0,1	16,7				0	0,27	16	
22/2/12	6,2	1403	61			96,0	0,1	9,7				0	0,23	14	
23/2/12	5,5	1403	63			101,8	0,0	7,1				0	0,00	0	
24/2/12	5,0	1403	63			100,6	0,0	7,9				0	0,09	5	
25/2/12	5,2	1352	59			94,8	0,0	9,8				0	0,09	5	
26/2/12	4,5	1391	59			97,2	0,0	11,9				0	0,00	0	
27/2/12	4,6	1320	60	15,0	22,7	94,0	0,0	13,9	17,22	11,51	10,88	0	0,00	0	38,2
28/2/12	6,8	1455	82			94,2	0,0	12,5				0	0,59	36	
29/2/12	6,9	1451	83			101,6	0,1	6,3				0	0,49	30	
1/3/12	6,1	1412	73			107,4	0,0	3,6				0	0,33	20	
2/3/12	5,5	1406	59			70,0	0,0	3,5				0	0,12	7	
3/3/12	6,1	1382	70			102,8	0,1	1,6				0	0,23	14	
4/3/12	6,0	1349	69			95,6	0,0	0,7				0	0,20	12	
5/3/12	6,0	1322	81			100,4	0,0	0,2				0	0,25	15	
6/3/12	6,2	1334	91	16,0	40,7	100,6	0,1	0,2	4,90	11,527	10,92	0	0,27	16	36,4
7/3/12	6,1	1327	97			98,6	0,0	0,1				0	0,83	51	
8/3/12	6,5	1322	77			105,4	0,0	0,0				0	0,37	23	
9/3/12	7,0	1343	90			105,2	0,1	0,0				0	0,63	38	
12/3/12	7,1	1337	94	17,0	36,0	44,6	0,1	0,4	5,18	10,91	10,59	0	1,14	70	35,2
13/3/12	7,2	1300	59			86,0	0,1	0,0				0	1,13	69	
14/3/12	7,3	1275	49			80,0	0,3	0,4				0	1,30	79	

tableau 52 : Résultats d'analyses des effluents bruts de sortie bache perméat (4ème partie)

date début échantillon moyen (11h-11h)	pH	Condu-	DCO	DBO5	MES	N- NO3	N- NO2	N- NH4	NKJ	PT	P-PO4	TA	TAC	TAC	K+
		ctivité													
15/3/12	7,1	1268	64			81,0	0,0	0,0				0	0,90	55	
16/3/12	6,7	1236	64			84,0	0,0	0,0				0	0,69	42	
17/3/12	6,3	1180	66			84,0	0,0	0,0				0	0,32	20	
18/3/12	6,0	1201	69			86,0	0,0	0,1				0	0,18	11	
19/3/12	5,8	1192	72		35,3	84,0	0,0	0,1	3,92	12,947	11,55	0	0,16	10	35,8
23/3/12	5,3	1253	76			89,0	0,0	3,0				0	0,03	2	
24/3/12	4,7	1244	68			85,0	0,0	6,8				0	0,04	2	
25/3/12	4,4	1174	67			79,0	0,0	8,1	13,16			0	0,00	0	
26/3/12	4,3	1126	71		42,0	78,0	0,0	8,7	10,78	11,64	11,53	0	0,00	0	31,2
28/3/12	4,6	1022	76			71,0	0,0	7,4				0	0,00	0	
29/3/12	4,5	1010	88			74,0	0,0	7,3				0	0,00	0	
30/3/12	4,5	983	94			67,0	0,0	7,3				0	0,00	0	
31/3/12	4,4	976	109			57,0	0,1	6,7				0	0,00	0	
1/4/12	4,4	936	102			67,0	0,0	7,2				0	0,00	0	
3/4/12	4,7	931	95	28,0	72,0	64,0	0,1	6,5	10,57	12,84	10	0	0,00	0	27,4

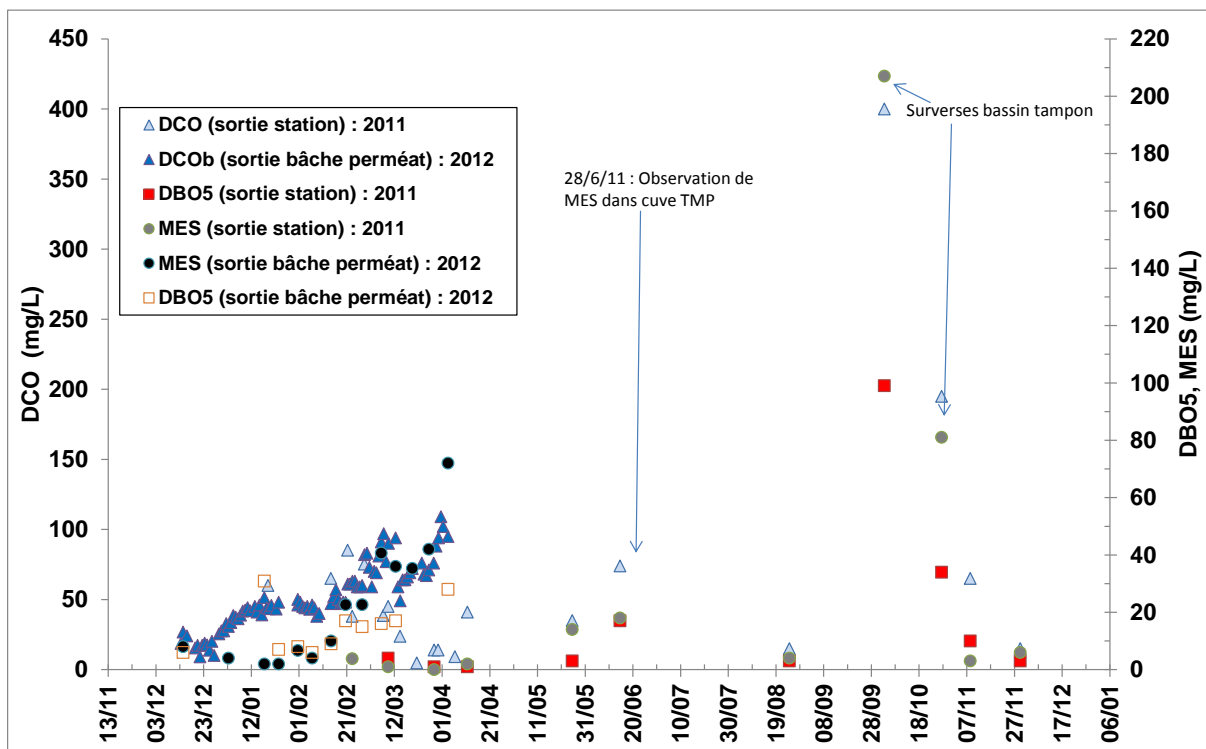


figure 57 : Comparaison des concentrations de sortie, 2011 et 2012

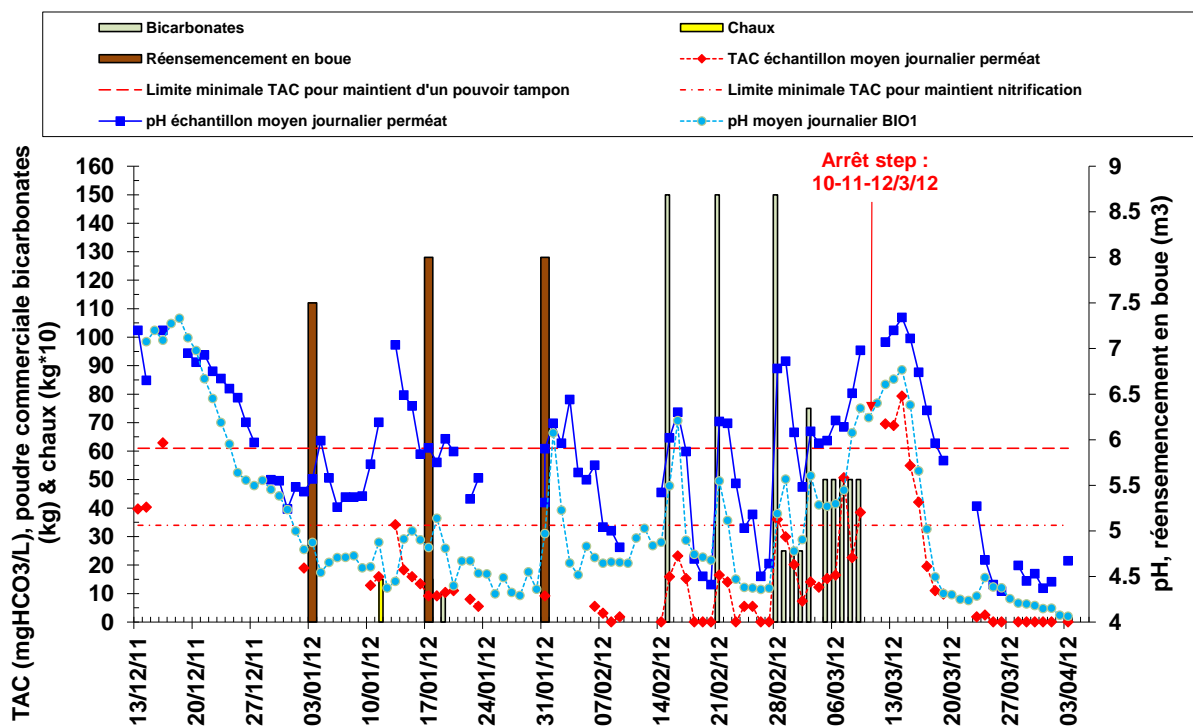


figure 58 : TAC, pH effluent de sortie bache perméat et pH BIO1

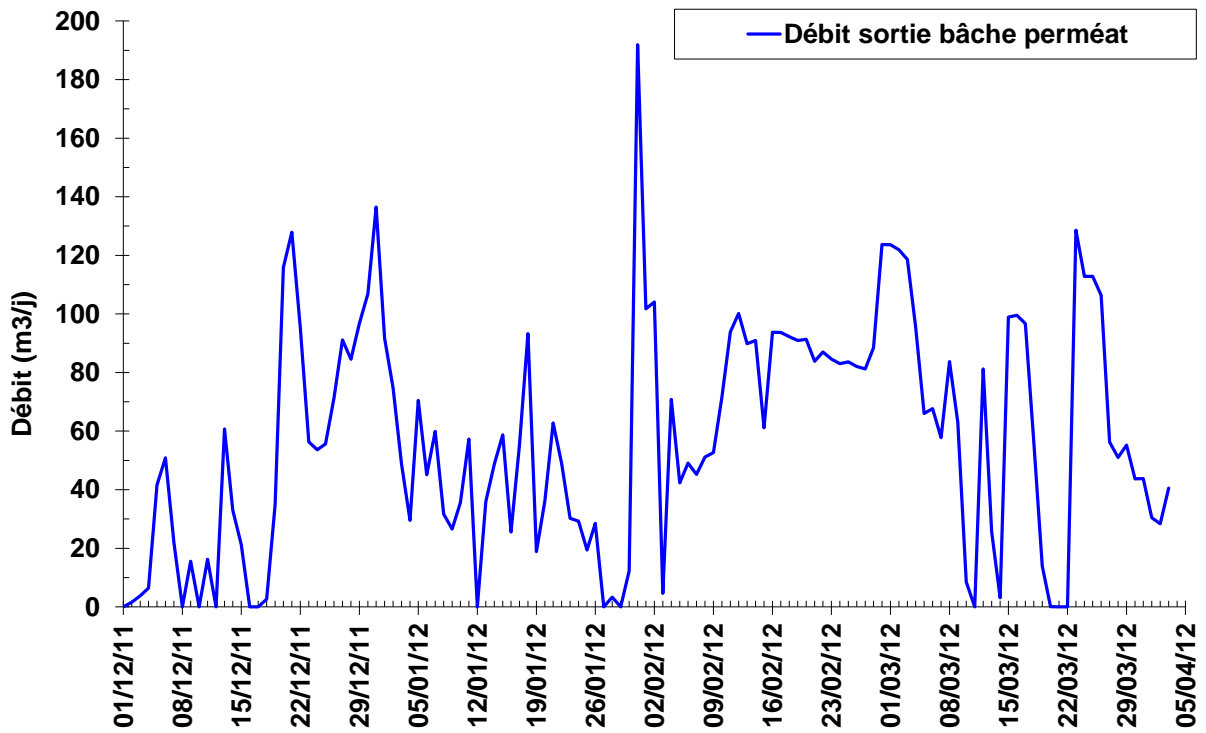


figure 59 : Evolution des débits sortie bache perméat correspondant aux heures des échantillons moyens 24 heures (de 12h à 12h)

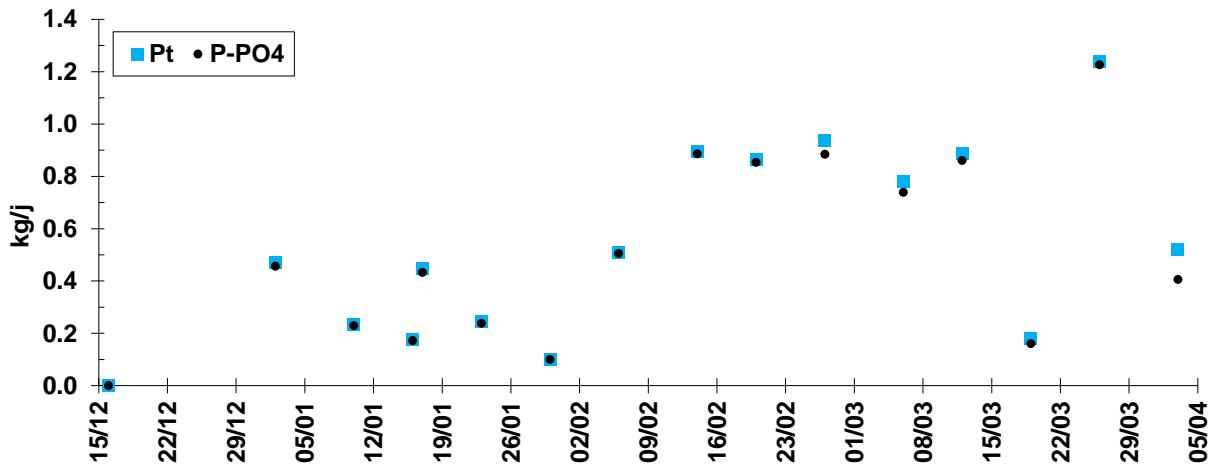


figure 60 : Evolution des charges rejetées en sortie de bache perméat (phosphore) en 2012

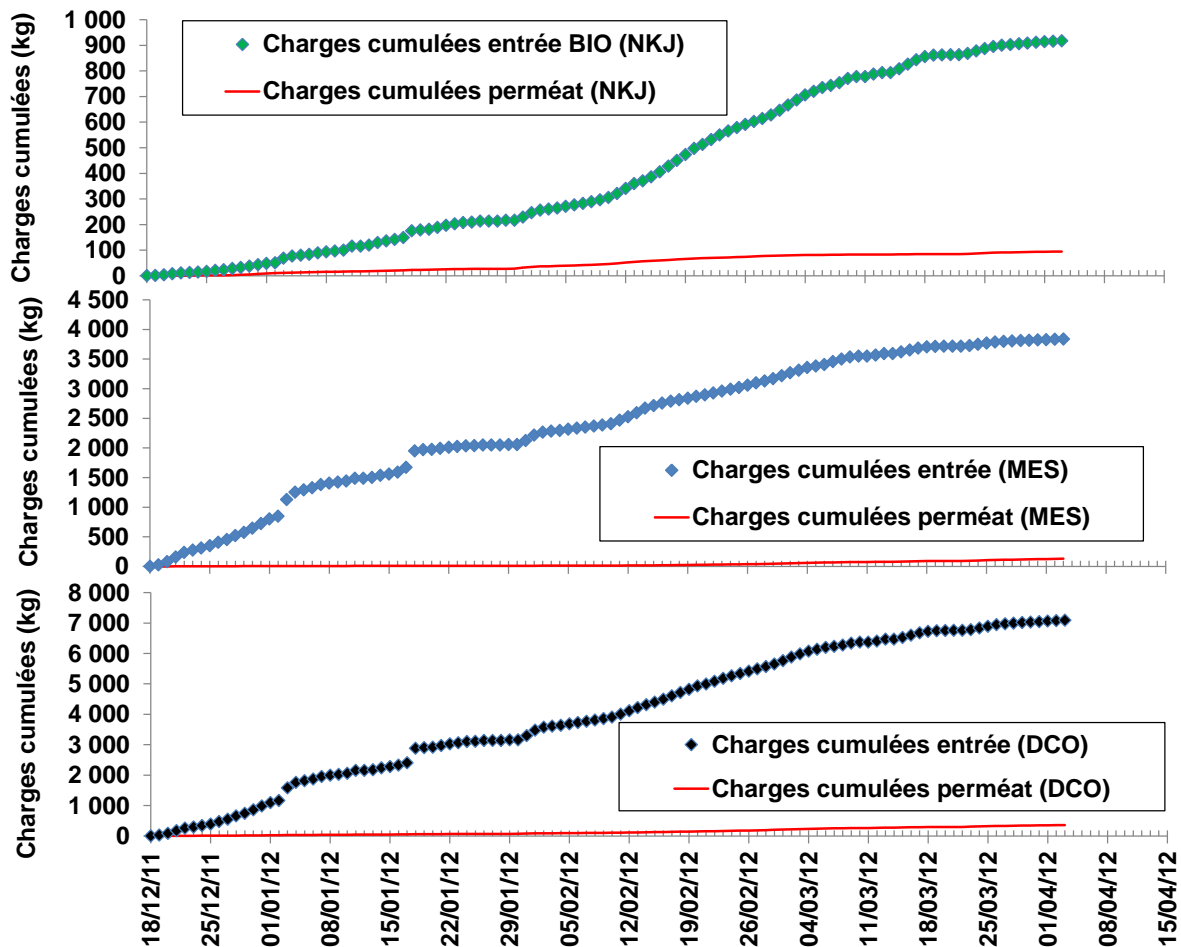


figure 61 : Charges cumulées en DCO, MES, NKJ en entrée BIO et sortie perméat

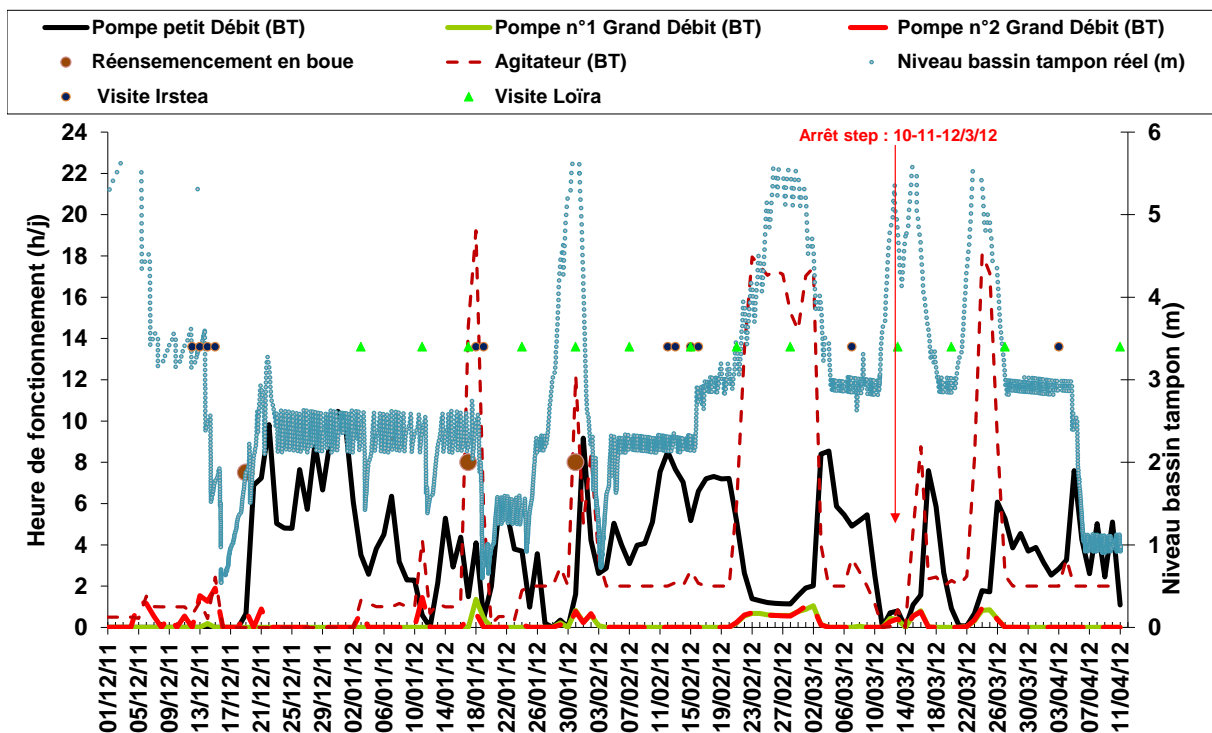


figure 62 : Evolution du temps de fonctionnement des pompes et de l'agitateur du bassin tampon

tableau 53 : Comparaison des concentrations en boue dans les différents bassins

		Compartment membranaire n°1	Compartment membranaire n°2	Compartment membranaire n°3	Bassin Biologique n°1	Bassin Biologique n°2
Le 13/12/11 10h48	mgMES/L	1298	1356	1614	1308	1325
	%MVS	*	64,0	64,9	64,8	64,3
	mgMS/L	1714	1696	2021	1731	1703
Le 18/01/12 12h45	mgMES/L	2480 - 2360	2460 - 2360	2480 - 2513	/	/
	%MVS	75,3	74,3	76,4	/	/
	mgMS/L	3300	2960	2995	/	/

\* aberrant

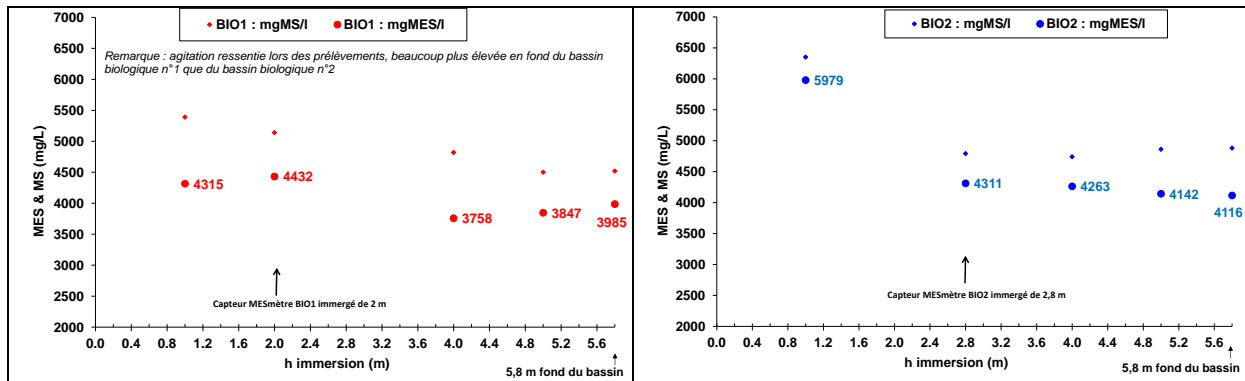


figure 63 : Gradient vertical de concentration en boue (MES, MS), avec agitation continue de 1h30 (sans admission effluent) dans les BIO le 8/3/12 à 10h50

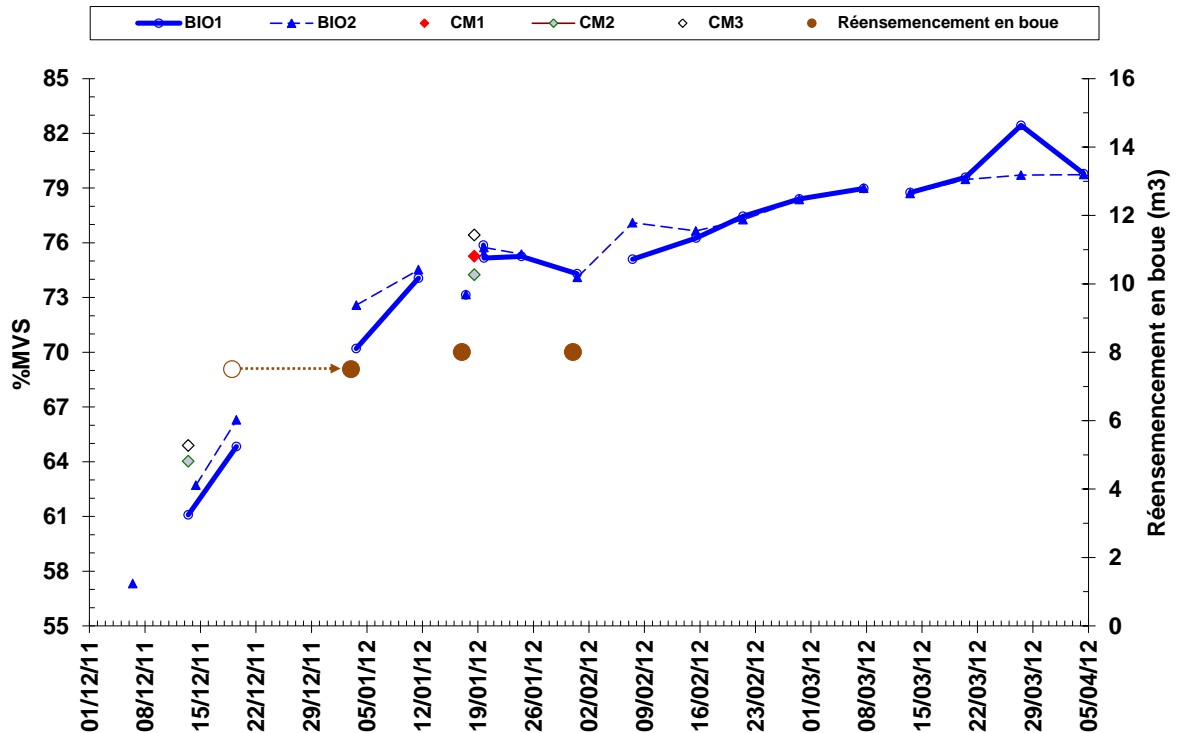


figure 64 : Evolution des ratios MVS/MES des boues des bassins

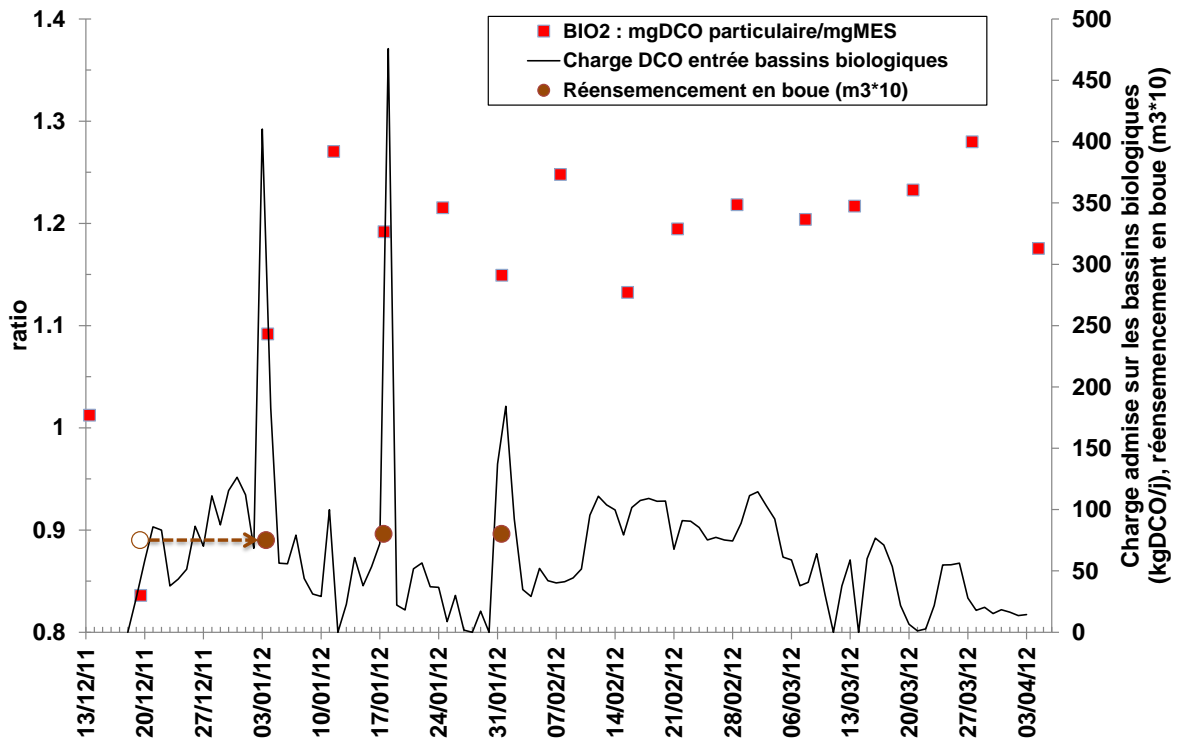


figure 65 : Evolution du ratio des boues au cours du suivi (mgDCOp/mgMES)

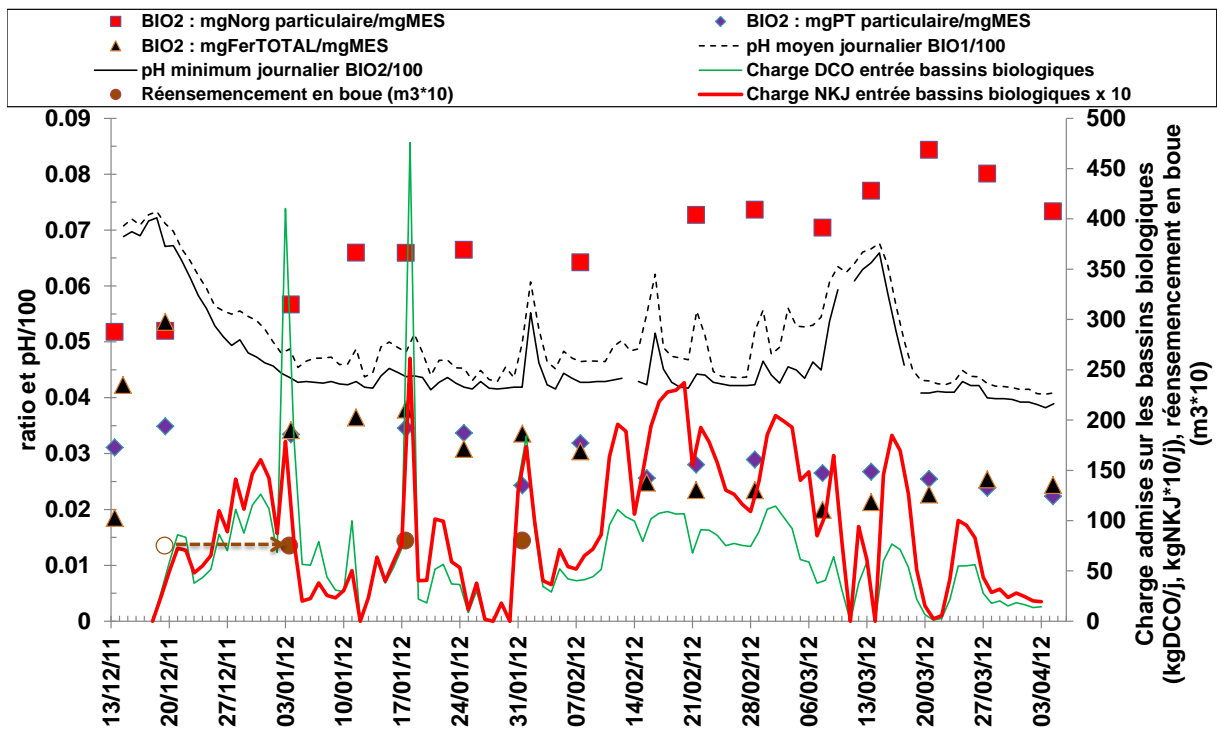


figure 66 : Evolution des ratios des boues au cours du suivi (mgNorgp/mgMES, mgPTp/mgMES, mgFerT/mgMES)

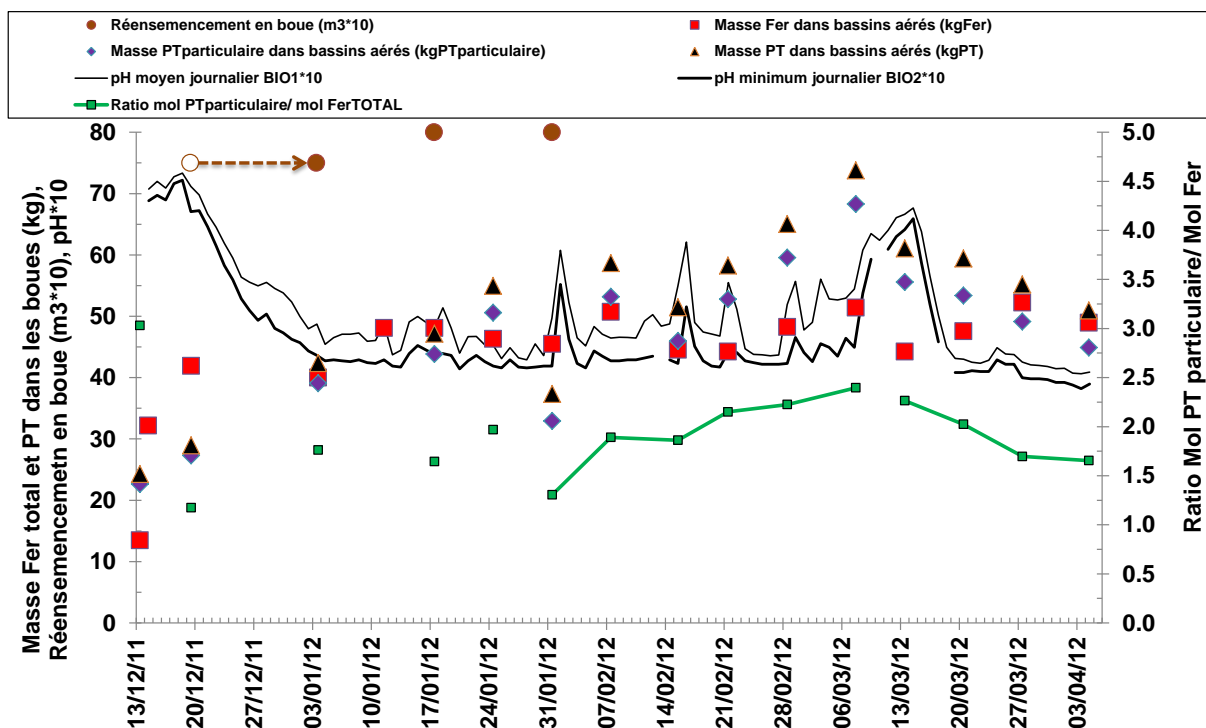


figure 67 : Evolution de la masse de fer et de PT dans les bassins aérés

tableau 54 : Surfaces et volumes des bassins lors du suivi 2012

	Longueur plan (m)	Largeur plan (m)	Surface plan (m <sup>2</sup> )	Niveau moyen suivi 2012 (m)	Volume suivi 2012 (m <sup>3</sup> )	Somme (m <sup>3</sup> )		
Bassin tampon	6,9	6,5	44,9	3,03	135,9	777,5	641,7	549,6
BIO1	8,6	5,0	43,0	5,50	236,5			
BIO2	8,6	5,0	43,0	5,50	236,5			
CM1	2,2	2,4	5,3	5,50	29,0			
CM2	1,8	2,4	4,3	5,50	23,8			
CM3	1,8	2,4	4,3	5,50	23,8			
Bâche perméat :	8,6	5,1	43,4	2,1	92,1			
Fosse amont canal de comptage	3,5	0,8	2,8	1,4	4,1			
Poste toutes eaux	1,5	2,0	2,9	4,6	13,5			
CM4 (non utilisé)	2,2	2,4	5,3	5,5	29,0			



tableau 55 : Synthèse des temps de séjour hydrauliques par période

		Du 1/12/11 au 31/3/12	Du 17/12/11 au 2/1/12	Du 11/2/12 au 11/3/12
		Période de pointe	VS de Noël	VS d'hiver
	<b>m3 admis sur station (m3/j)</b>	<b>56,8</b>	<b>77,31</b>	<b>89,67</b>
Installation	Minimum (j)	6	6	7
	Maximum (j)	174	43	13
	<b>moyenne (j)</b>	<b>13,7</b>	<b>10,0</b>	<b>8,7</b>
	<b>m3 admis sur BIO (m3/j)</b>	<b>56,3</b>	<b>77,30</b>	<b>78,54</b>
Bassins aérés + bâche perméat	minimum (j)	5	5	6
	maximum (j)	386	16	21
	<b>moyenne (j)</b>	<b>11,4</b>	<b>8,3</b>	<b>8,2</b>
Bassins aérés seuls (BIO+ CM)	minimum (j)	4	4	5
	maximum (j)	331	14	18
	<b>moyenne (j)</b>	<b>9,8</b>	<b>7,1</b>	<b>7,0</b>

tableau 56 : Quantités de bicarbonates de sodium ajoutées au cours de ce suivi

date et heure	Quantité de poudre bicarbonates dans BIO1 (kg)	Quantité de poudre bicarbonates dans BIO2 (kg)
Jeu 19/01/2012 11:00:00	<b>5</b>	<b>5</b>
mer 15/02/2012 14:51:00	<b>50,0</b>	
mer 15/02/2012 15:03:00		<b>50,0</b>
mer 15/02/2012 15:03:30	<b>12,5</b>	
mer 15/02/2012 15:04:00	<b>12,5</b>	
mer 15/02/2012 15:30:00	<b>12,5</b>	
mer 15/02/2012 15:30:30		<b>12,5</b>
mar 21/02/2012 12:45:00	<b>75,0</b>	
mar 21/02/2012 12:50:00		<b>75,0</b>
mar 28/02/2012 14:40:00	<b>75,0</b>	
mar 28/02/2012 14:45:00		<b>75,0</b>
mer 29/02/2012 08:30:00	<b>12,5</b>	<b>12,5</b>
jeu 01/03/2012 08:30:00	<b>12,5</b>	<b>12,5</b>
ven 02/03/2012 08:30:00	<b>12,5</b>	<b>12,5</b>
sam 03/03/2012 08:30:00	<b>37,5</b>	<b>37,5</b>
lun 05/03/2012 08:30:00	<b>25,0</b>	<b>25,0</b>
mar 06/03/2012 08:30:00	<b>25,0</b>	<b>25,0</b>
mer 07/03/2012 08:30:00	<b>25,0</b>	<b>25,0</b>
jeu 08/03/2012 08:30:00	<b>25,0</b>	<b>25,0</b>
ven 09/03/2012 08:30:00	<b>25,0</b>	<b>25,0</b>
<b>TOTAL</b>	<b>442,5</b>	<b>417,5</b>

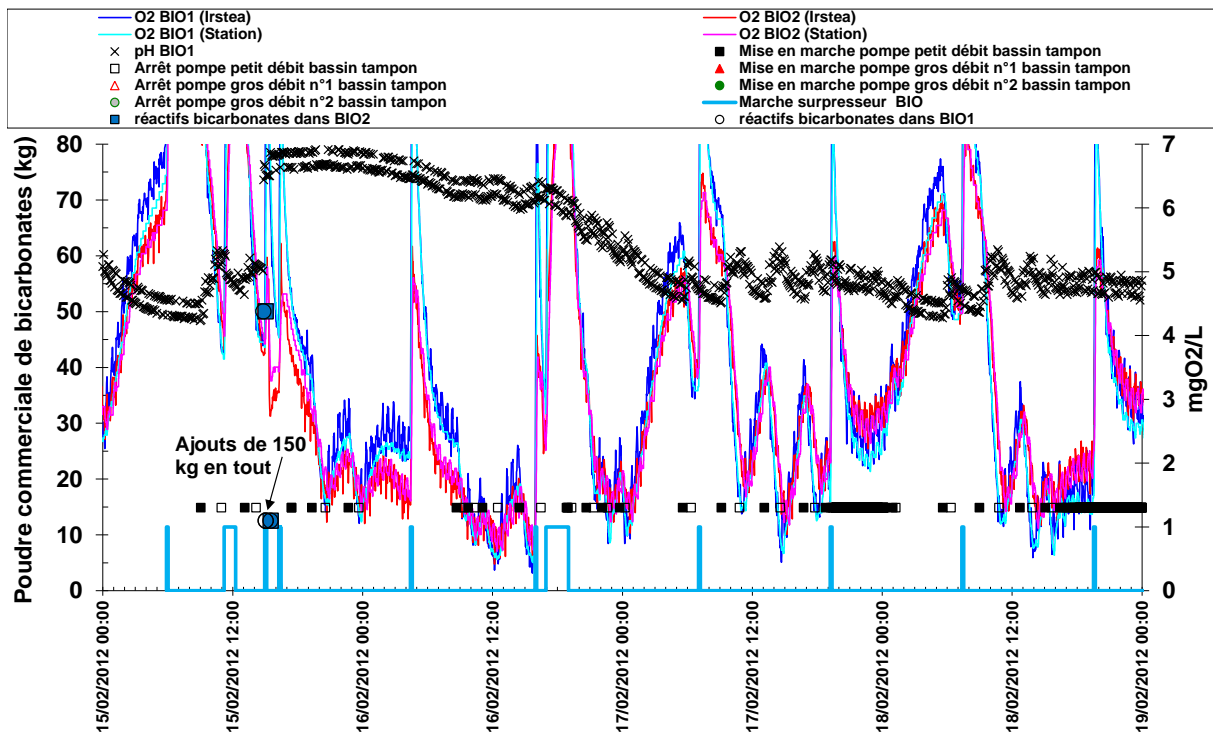


figure 68 : Evolution du pH et de la respiration dans les bassins biologiques après ajout de bicarbonates le 15/2/12

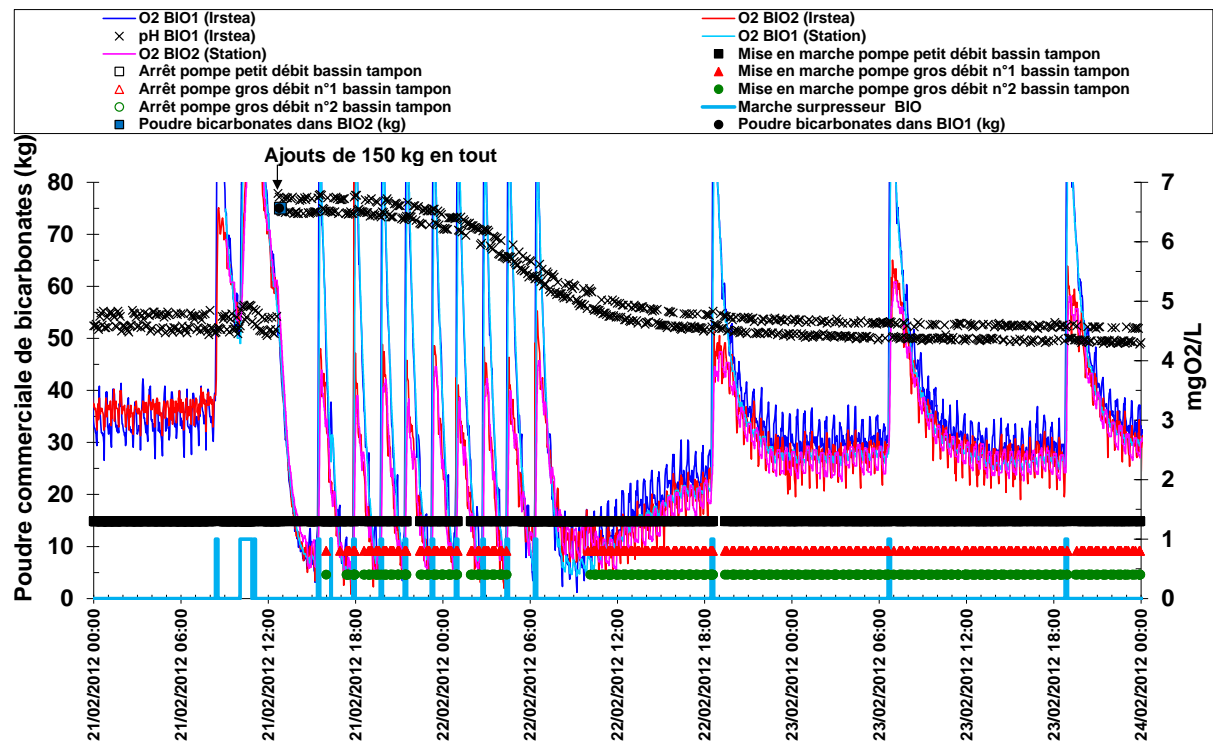


figure 69 : Evolution du pH et de la respiration dans les bassins biologiques après ajout de bicarbonates le 21/2/12

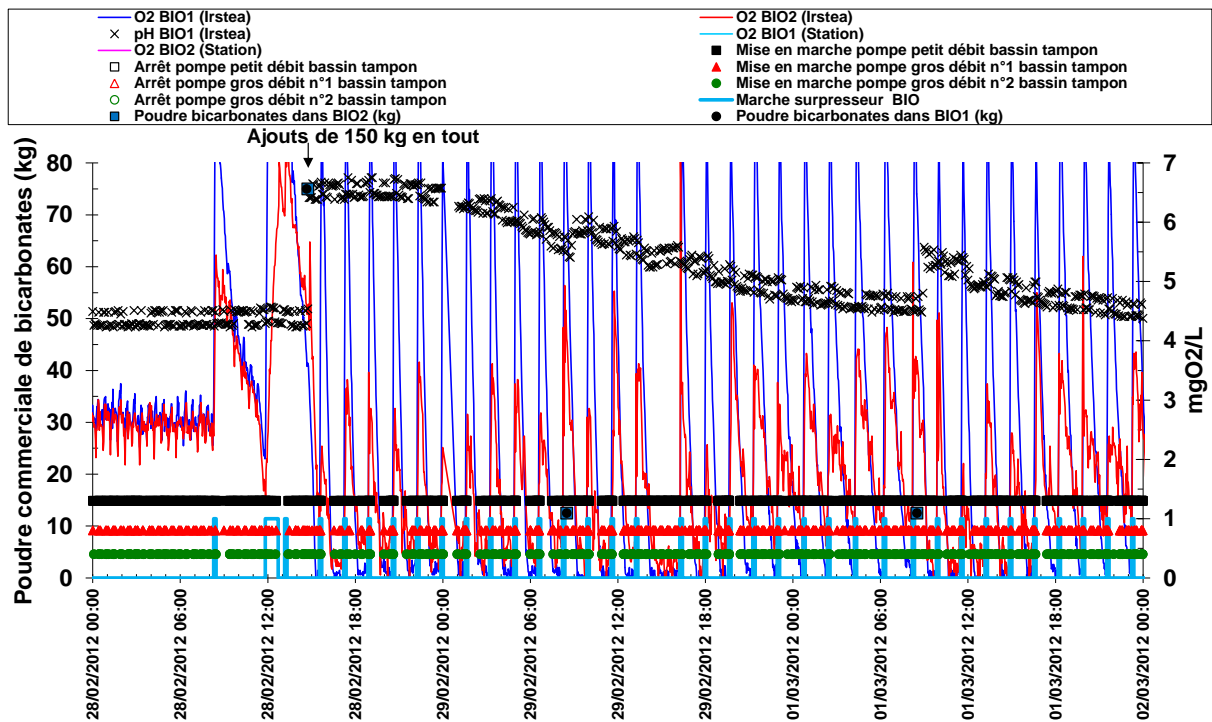


figure 70 : Evolution du pH et de la respiration dans les bassins biologiques après ajout de bicarbonates le 28/2, le 29/2 et 1/3/12

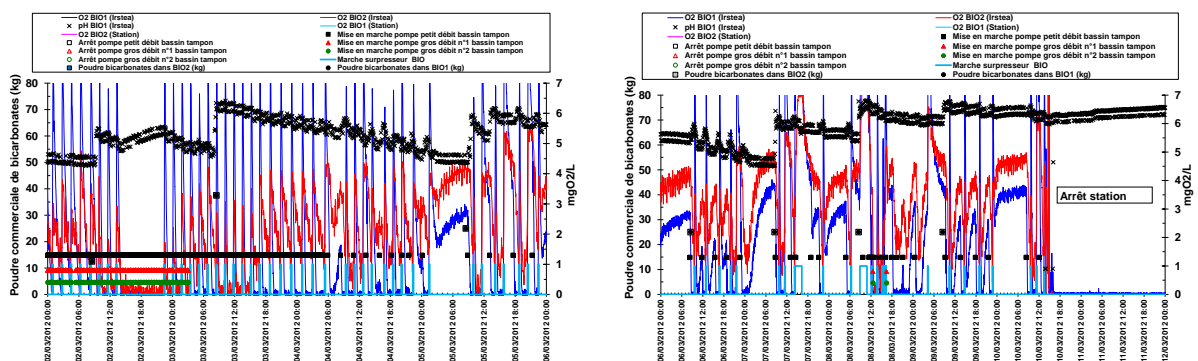


figure 71 : Evolution du pH et de la respiration dans les bassins biologiques après ajout de bicarbonates du 2/3 au 10/3/12

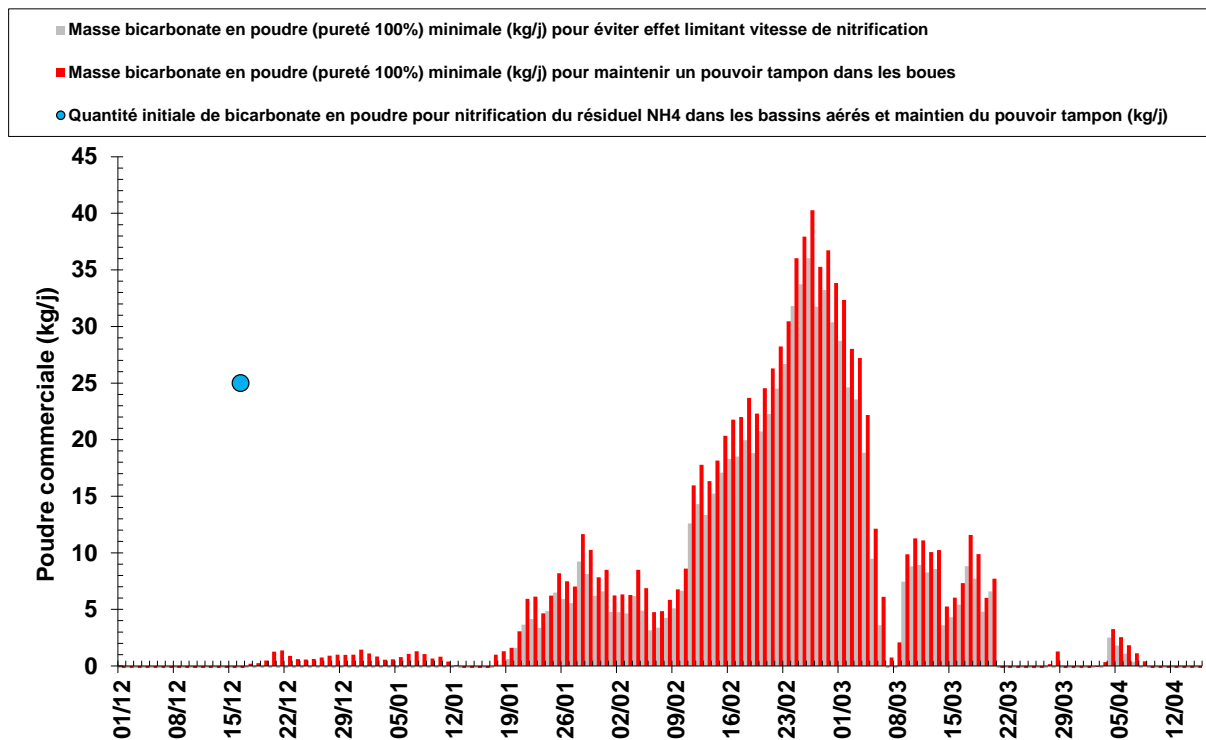


figure 72 : Estimation de la quantité minimale de poudre commerciale de bicarbonates à ajouter par jour de décembre à avril (en fonction des conditions du suivi 2011-2012)

tableau 57 : Estimation de la quantité de bicarbonates de sodium (pureté 100 %) à ajouter lors des prochaines saisons hivernales en fonction des conditions du suivi 2011-2012

*M1 : Masse bicarbonate en poudre (kg/j) minimale pour éviter effet limitant vitesse de nitrification (TOTAL 751 kg)*

*M2 : Masse bicarbonate en poudre (kg/j) minimale pour maintenir un pouvoir tampon dans les boues (TOTAL 933 kg)*

date	M1 (kg/j)	M2 (kg/j)	date	M1 (kg/j)	M2 (kg/j)
sam 17/12/11		0,20	jeu 09/02/12	5,09	6,77
dim 18/12/11		0,25	ven 10/02/12	6,65	8,61
lun 19/12/11		0,48	sam 11/02/12	12,60	15,96
mar 20/12/11		1,26	dim 12/02/12	14,30	17,78
mer 21/12/11		1,37	lun 13/02/12	13,34	16,33
jeu 22/12/11		0,88	mar 14/02/12	15,23	18,16
ven 23/12/11		0,61	mer 15/02/12	17,08	20,34
sam 24/12/11		0,57	jeu 16/02/12	18,30	21,76
dim 25/12/11		0,62	ven 17/02/12	18,51	21,99
lun 26/12/11		0,75	sam 18/02/12	19,96	23,68
mar 27/12/11		0,91	dim 19/02/12	18,81	22,30
mer 28/12/11		0,99	lun 20/02/12	20,74	24,55
jeu 29/12/11		0,98	mar 21/02/12	22,26	26,29
ven 30/12/11		1,00	mer 22/02/12	24,51	28,24
sam 31/12/11		1,45	jeu 23/02/12	26,68	30,46
dim 01/01/12		1,11	ven 24/02/12	31,82	36,04
lun 02/01/12		0,84	sam 25/02/12	33,73	37,94
mar 03/01/12		0,56	dim 26/02/12	36,03	40,27
mer 04/01/12		0,59	lun 27/02/12	31,73	35,26
jeu 05/01/12		0,79	mar 28/02/12	33,22	36,72
ven 06/01/12		1,07	mer 29/02/12	30,37	33,85
sam 07/01/12		1,31	jeu 01/03/12	28,73	32,34
dim 08/01/12		1,06	ven 02/03/12	24,61	28,03
lun 09/01/12		0,67	sam 03/03/12	23,56	27,21
mar 10/01/12		0,82	dim 04/03/12	18,85	22,17
mer 11/01/12		0,39	lun 05/03/12	9,47	12,13
jeu 12/01/12		0,05	mar 06/03/12	3,60	6,11
mar 17/01/12		1,01	mer 07/03/12		0,74
mer 18/01/12	0,12	1,29	jeu 08/03/12		2,09
jeu 19/01/12	0,60	1,60	ven 09/03/12	7,44	9,87
ven 20/01/12	1,60	3,06	sam 10/03/12	8,80	11,27
sam 21/01/12	3,65	5,94	dim 11/03/12	8,92	11,10
dim 22/01/12	4,15	6,13	lun 12/03/12	8,27	10,06
lun 23/01/12	3,36	4,66	mar 13/03/12	8,57	10,25
mar 24/01/12	4,85	6,22	mer 14/03/12	3,60	5,26
mer 25/01/12	6,48	8,19	jeu 15/03/12	4,32	6,03
jeu 26/01/12	5,92	7,48	ven 16/03/12	5,42	7,31
ven 27/01/12	5,56	7,02	sam 17/03/12	8,82	11,57
sam 28/01/12	9,22	11,65	dim 18/03/12	7,71	9,88
dim 29/01/12	8,12	10,26	lun 19/03/12	4,79	6,01
lun 30/01/12	6,21	7,84	mar 20/03/12	6,59	7,72
mar 31/01/12	6,59	8,49	mar 27/03/12		0,16
mer 01/02/12	4,77	6,23	mer 28/03/12		1,28
jeu 02/02/12	4,76	6,32	mar 03/04/12		0,33
ven 03/02/12	4,65	6,28	mer 04/04/12	2,51	3,26
sam 04/02/12	6,17	8,50	jeu 05/04/12	1,80	2,54
dim 05/02/12	4,88	6,87	ven 06/04/12	1,09	1,83
lun 06/02/12	3,15	4,75	sam 07/04/12	0,37	1,12
mar 07/02/12	3,38	4,84	dim 08/04/12		0,41
mer 08/02/12	4,26	5,84			

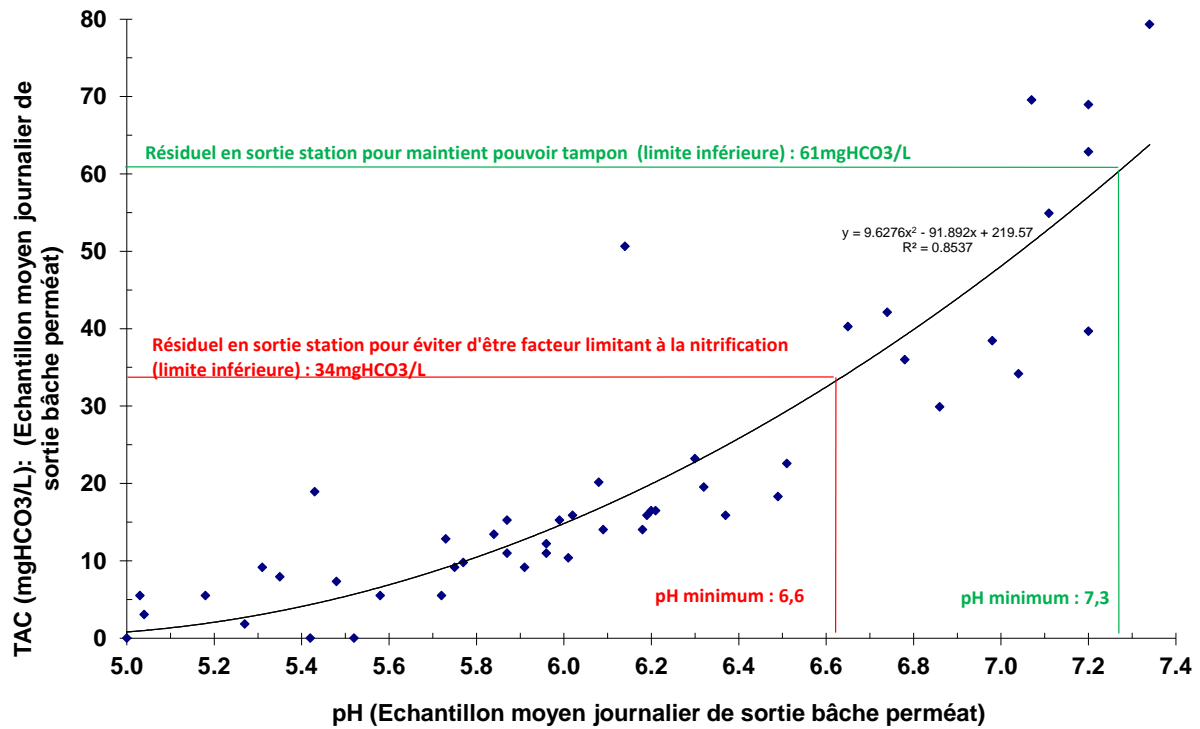


figure 73 : Relation entre le pH et le TAC des échantillons moyens journaliers de sortie bache perméat

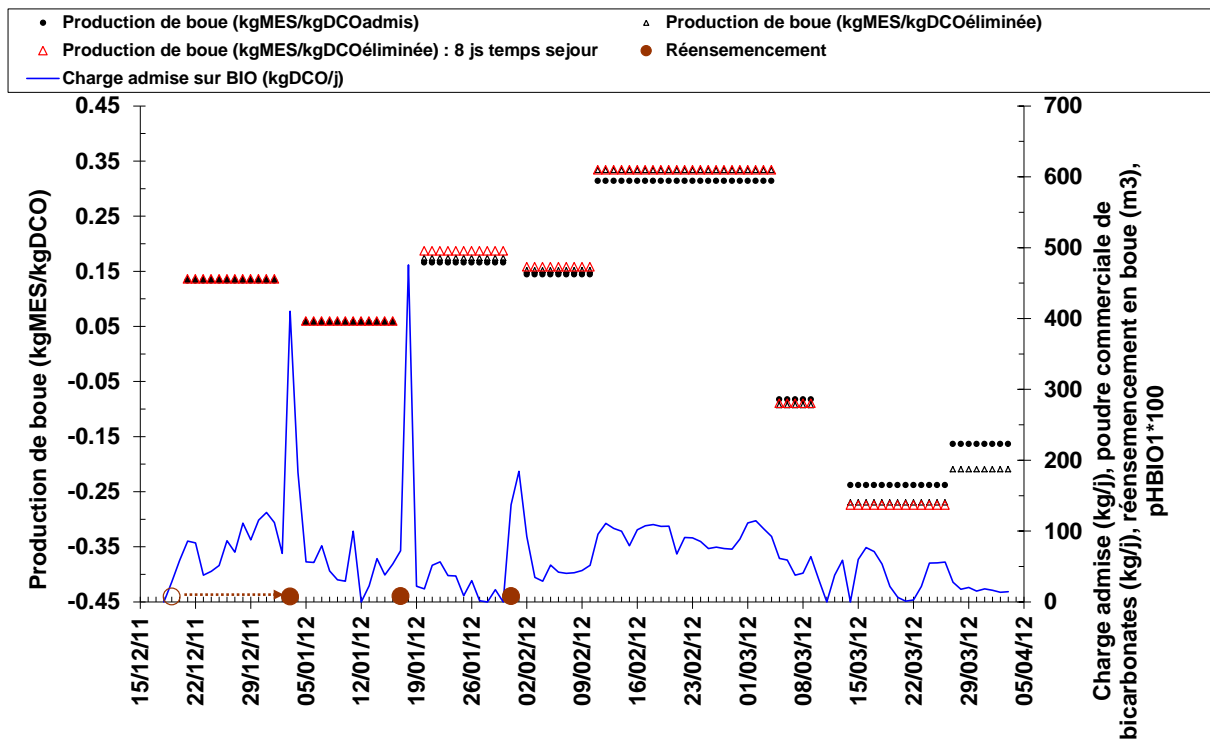


figure 74 : Production de boue (kgMES/kgDCO)

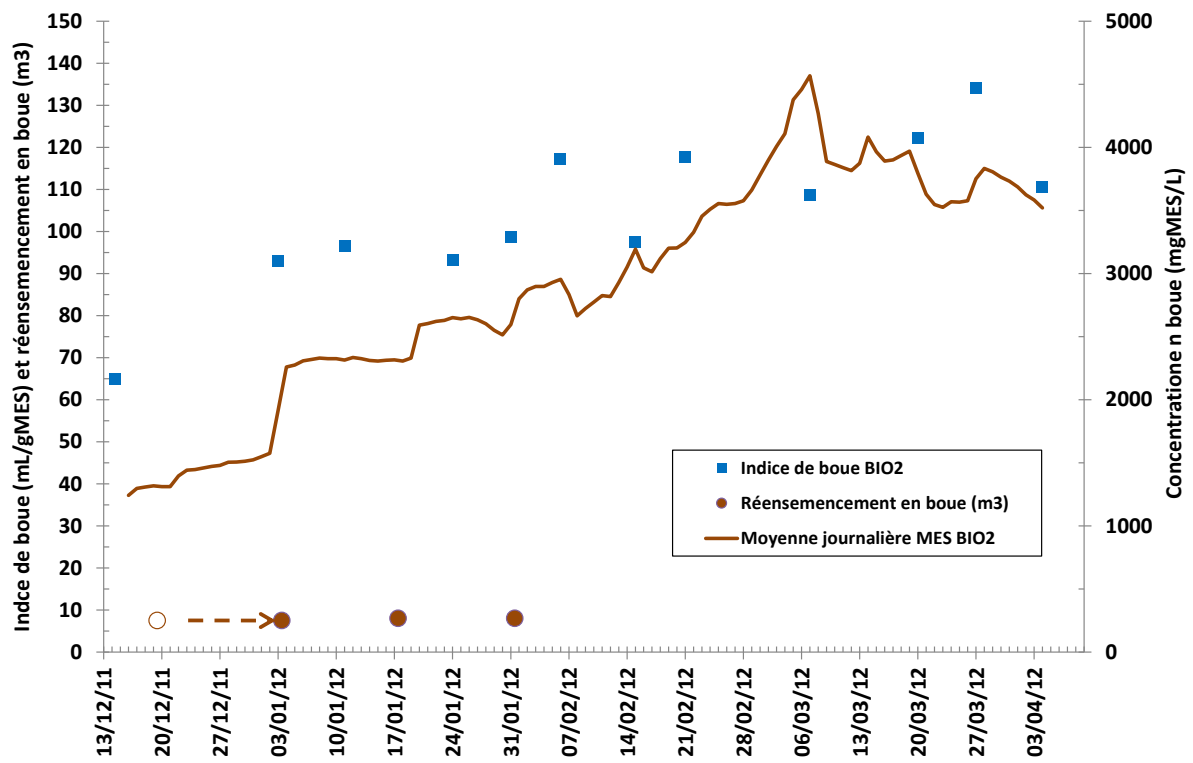


figure 75 : Evolution de l'indice de boue

### document 3 : Synthèse des observations macroscopiques et microscopiques

#### Observation des effluents contenus dans le bassin tampon

Le prélèvement du 4/1/12 confirme la présence de floccs en grande quantité, de nombreuses bactéries libres et d'une microfaune (les boues de réensemencement n'ayant pas toutes été transférées dans les bassins biologiques), Ce bassin a fonctionné sans aération et sans agitation du 15/12 au 3/1/12, A cette période, ce bassin est l'équivalent d'une zone d'anaérobie,

#### Observations des boues des bassins biologiques

Les deux observations initiales (boues du 6/12/11, photographie 1) ont été réalisées sur les boues de la STEP de Bagnères de Luchon et de Gouaux de Larboust au cours de la mesure de la vitesse de nitrification (document 2 en annexe),

Les boues de la station de Bagnères de Luchon contiennent des floccs ouverts (de 200 à 800 µm) dû à la présence d'un mélange d'organismes filamenteux (indice filamenteux global de 4 à 5) dont *Microthrix parvicella*, type 1851, type 0041, Mycolata, type 0092, L'eau interstitielle n'est pas chargée (rares bactéries libres), des spirochètes sont observés, La microfaune présente est représentée par des métazoaires (rotifères) et des protozoaires dont principalement des petites vorticelles, *Prorodon*, *Aspidisca costata*, *Epistylis rotans*, L'ensemble de ces informations indiquent que ces boues fonctionnent dans le domaine de la faible charge massique (sans dysfonctionnement particulier hormis les organismes filamenteux) et peuvent donc être utilisées pour le réensemencement de la STEP de Gouaux de Larboust,

L'état initial de la boue de la STEP de Gouaux de Larboust (boue prélevée après agitation et aération d'une heure) indique une boue peu concentrée et fortement minéralisée (1,8 gMES/L à 57%MVS), avec une capacité à décanter rapidement, La boue est constituée de très petits floccs (denses) de 10 à 40 µm et confirme la sous charge de l'installation, Cette sous charge entraîne une défloculation, que l'on observe dans le surnageant de décantation qui est marron et qui contient des particules en suspension (débris de 2 à 3 µm, petits floccs de 10-20 µm), Cette boue contient principalement l'organisme filamenteux du type 0041, La microfaune est principalement représentée par des thécamébiens (*Euglypha* dominant) et des flagellés, elle est très peu diversifiée, Ces diverses informations confirment un fonctionnement en sous charge massique et un âge de boue particulièrement élevé,

Malgré le réensemencement du 19/12/11 (mais en absence d'agitation dans le bassin tampon), l'état des boues du 3/1/12 est relativement proche de l'état initial du 6/12/11 (les boues n'ayant été transférées qu'en partie dans les bassins biologiques), peu de bactéries libres sont présentes, L'indice de boue a tout de même évolué de 65 mL/gMES (15/12/11) à 90 mL/gMES (il y a une augmentation de la diversité d'organismes filamenteux dû à l'apport des boues de Bagnères de Luchon), L'indice filamenteux global de 2/5 explique les bons indices de boues, Le surnageant de décantation reste marron opaque s'expliquant par la présence de petits floccs (de 15 à 60 µm),

Les boues des 24/1/12, 13/3/12 et 5/4/12, sont constitués de floccs de 20 à 300 µm (photographie 2), La présence de bactéries libres nettement plus fréquentes (les 24/1 et 13/3) dans l'eau interstitielle s'explique par les à-coups de charge polluante dû aux charges admises plus élevées lors des vacances scolaires d'hiver, Le surnageant de décantation reste trouble tout au long du suivi (petits floccs, bactéries libres), La microfaune reste très peu diversifiée (thécamébiens et rotifères principalement, quelques flagellés dont *Bodo saltans*, rares ciliés), les conditions du milieu ne permettent pas la diversification de la microfaune (pH dans le BIO1 est de 5,3 à certaines périodes), L'indice de boue évolue peu, passant de 90 à 130 mL/gMES, Du 3/1 au 13/3/12, les organismes filamenteux sont de plus en plus rares (passant d'un indice filamenteux de 2 à 1), Par contre l'observation du 5/4/12 met en évidence une recrudescence de Mycolata expliquant la formation de mousses biologiques en surface des bassins biologiques (cet organisme n'a pas d'impact fort sur l'indice de boue, mais est très hydrophobe), L'absence d'oxygène dissous (production d'acide gras) due à la coupure électrique générale de l'installation (mi-mars) peut expliquer cette recrudescence,



### Observation des effluents admis dans la cuve TMP et les dépôts

L'exploitant a émis l'hypothèse qu'un développement de microorganismes avait lieu dans la cuve TMP et la bâche de perméat lors de temps de séjour extrêmement long, entraînant la dégradation de la qualité de l'effluent de sortie, Irstea a donc réalisé également des observations du dépôt récupéré en fond de cuve TMP,

Le 14/12/11, ce dépôt contenait de petits floccs de 25 à 50 µm, des débits minéraux (12 µm), des champignons filamenteux de 75 µm, des levures ou spores (2-3 µm), quelques organismes filamenteux type 0041 et de la lignine (275 µm), Aucun de ces éléments ne devrait être présent en sortie de membranes (porosité nominale des membranes 0,2 µm), de plus les floccs retrouvés correspondent à ceux observés dans les bassins biologiques, Une fuite de MES peut déjà être suspectée à cette période, Par contre la présence d'organismes du type fongique pourrait provenir d'un développement (biofilm) dans les canalisations dans des conditions particulières de fonctionnement (débit trop faible et pas assez fréquent, temps de séjour très long, pH faible ..), il faudra donc être vigilant sur ce point pour contrôler le développement de ces organismes fongiques dans les périodes de faible débit admis, L'ensemble de ces dépôts se cumulent dans la cuve TMP puis sont admis dans la bâche perméat,

Le 11/1/12 et 27/3/12, le fond de cuve TMP contient des floccs de grosses tailles jusqu'à 600 µm et l'ensemble des thécamébiens observé dans les bassins biologiques, ce qui confirme la fuite de MES au niveau des compartiments membranaires (photographie 3), Les champignons filamenteux précédemment observés sont absents,

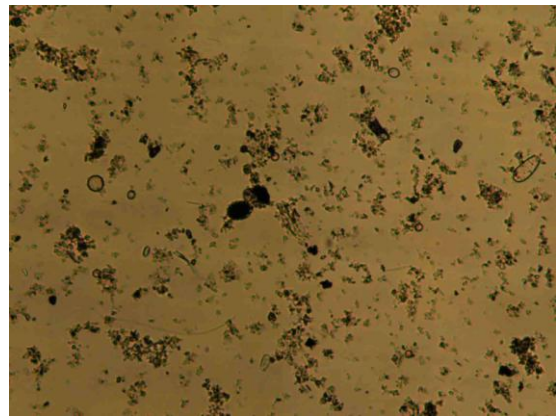
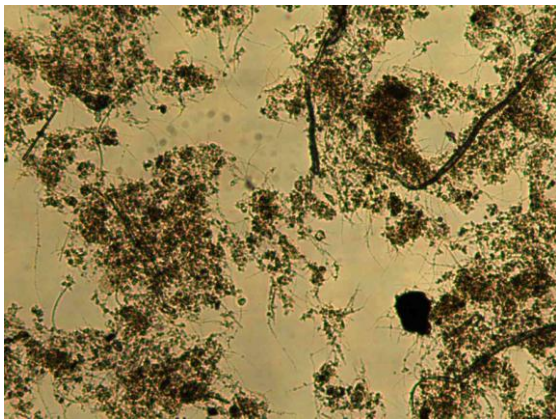
Le 19/1/12 et 16/2/12, des prélèvements ont été réalisés en surface de la cuve TMP (au cours d'un cycle de filtration), Ces effluents sont chargés en floccs de 25 à 1000 µm, de thécamébiens, de fibres de 250 µm et de rares levures (spores ?) confirmant une fois de plus une fuite en MES,

### Observation des effluents de sortie bâche perméat

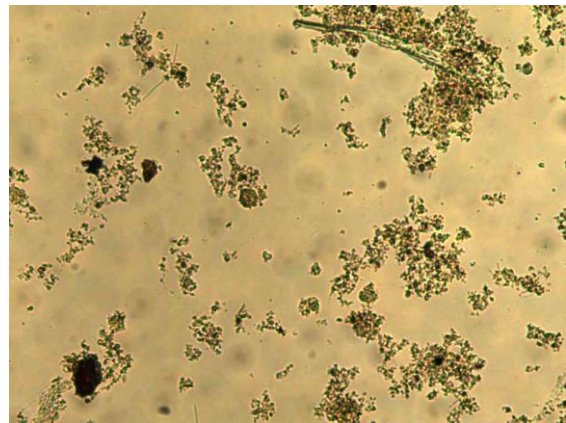
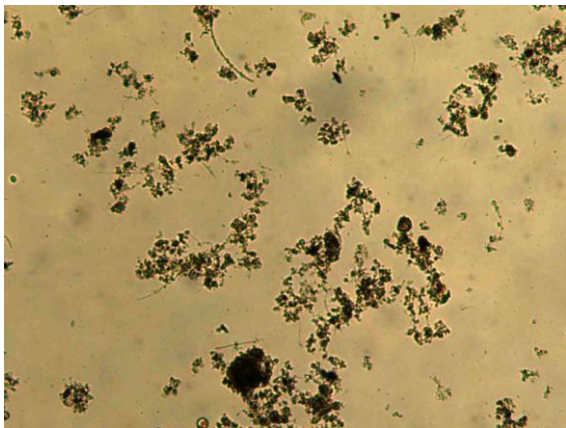
L'échantillon moyen du 1/1/12 est visuellement le plus chargé en MES de la semaine, L'observation de ces MES indique la présence fréquente de floccs de 40 à 600 µm, d'une microfaune (flagellés, thécamébiens ..), Aucun champignon et bactéries libres ne sont visibles, L'échantillon moyen journalier du 2/1/12 contient 4 mgMES/L, Le débit important filtré le 31/12/11 (136 m3/j, volume de la bâche perméat 90 m3), peut avoir entraîné la remise en suspension de dépôts contenus dans la bâche de perméat, Une fois de plus ces MES observées contiennent des éléments des boues des bassins biologiques du 3/1/12 (floccs et thécamébiens),

L'échantillon moyen du 17/2/12 confirme également la présence de floccs de 12 à 500 µm et de protozoaires des bassins biologiques, sans présence importante de bactéries libres (échantillon moyen du 14/2 : 10 mgMES/L et du 20/2 : 23 mgMES/L),

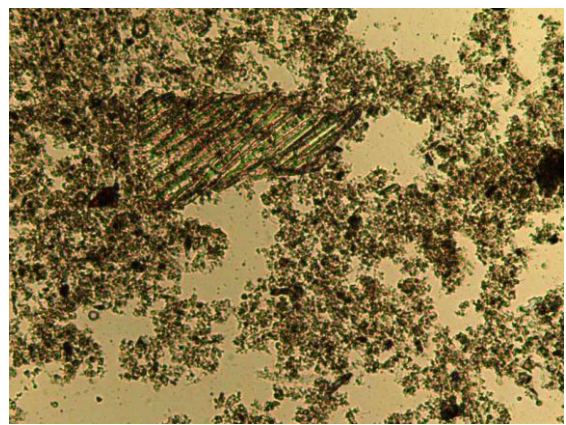
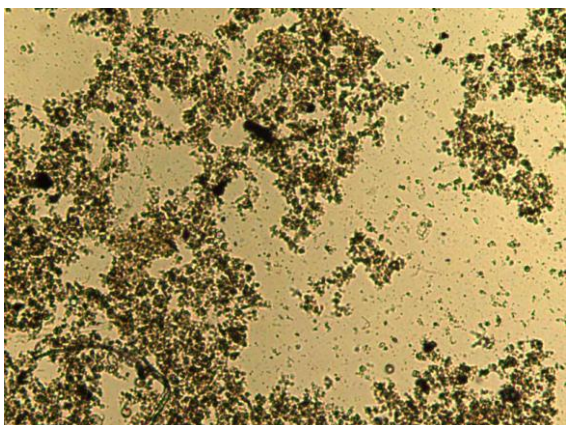
L'état de l'effluent de la bâche perméat le 8/6/12 confirme la présence d'une grande quantité de MES (déposées) qui provoquent des dégagements de gaz (bulles observées en surface) par fermentation,



photographie 1 : Floccs des boues du bassin biologique de la STEP de Bagnères de Luchon (à gauche) et du bassin biologique n°2 de la STEP de Gouaux de Larboust (à droite), du 6/12/11 (X50 fond clair)



photographie 2 : Floccs des boues du bassin biologique n°2 de la STEP de Gouaux de Larboust (à gauche 24/1/12, à droite 13/3/12), (X50 fond clair)



photographie 3 : Dépôts contenus dans la cuve TMP, le 27/03/2012 (X50BF)

#### document 4 : Calcul des perméabilités

Les perméabilités (LMH/bar) ont été calculées à partir de données acquises toutes les 15 secondes par la supervision de la station, La surface des membranes utilisées dans les 3 compartiments membranaires (« CM ») est de 1386 m<sup>2</sup> (les 3 CM ont filtré simultanément durant ce suivi),

Pour chaque cycle de filtration<sup>41</sup>, le débit de sortie station maximal (sans surverse) a été isolé, Il correspond à l'ouverture maximale de la vanne de régulation en aval de la cuve TMP (dénommée VTMP), Après avoir comparé sur toute la période de suivi les débits de perméat (V.5.1) et les ouvertures de vannes de régulation en aval de la cuve TMP (III.2.3.2.4.3), un décalage de 30 secondes est observé entre le maximum de débit enregistré sur la supervision et l'ouverture maximale de la vanne de régulation, Le débit pris en compte pour ces calculs correspond donc au débit enregistré 30 secondes après l'ouverture maximale de la vanne. Ce débit est nommé Qsortie et est exprimé en litre/heure,

Au moment précis où la VTMP est ouverte au maximum, le niveau du CM3 a été isolé, Ce niveau est considéré comme représentatif des niveaux des 3 CM (le pas de temps d'acquisitions de données sur les autres CM est beaucoup trop long, de plus ce CM3 est placé au centre des bassins de traitement), Le décalage exact du capteur de niveau du CM3 a été mesuré sur site par Irstea le 8/3/12 : il faut retrancher 10 mm aux mesures enregistrées sur la supervision. Ce niveau est nommé NCM3 et est exprimé en mètre,

Au moment précis où la VTMP est ouverte au maximum, le niveau dans la cuve TMP a été isolé tel quel sans ajustage, la société Loïra ayant calibré ce capteur le 15/12/11. Ce niveau est dénommé NTMP et est exprimé en mètre,

La perméabilité est définie par : J/PTM  
avec

J : flux surfacique en LMH

PTM : pression transmembranaire en bar

Ceci se traduit pour cette installation par :

$J = Q_{Sortie} / 1386$

$PTM = (NCM3 - NTMP) \times 1,013 / 10,33$

**Perméabilité exprimée en litre/(m<sup>2</sup>,h,bar) = (Qsortie/1386)/((NCM3-NTMP)\*1,013/10,33)**

Cette perméabilité a été corrigée par la température mesurée par Irstea dans le BIO1 afin de ramener la perméabilité à une température de référence (20°C), Cette température nommée T est exprimée en degré Celsius,

La perméabilité corrigée à 20°C est calculée suivant la formule :

<b>Perméabilité corrigée (LMH/bar) = Perméabilité en litre/(m<sup>2</sup>,h,bar)*1,78*exp<sup>(-0,04*T exp0,875)</sup></b>
--

Seule cette dernière perméabilité corrigée en température est présentée dans ce rapport.

---

<sup>41</sup> 10 minutes de filtration et 2 minutes de relaxation tant que les niveaux bas dans les bassins d'aération ne sont pas atteints

tableau 58 : Historique des lavages et tentatives de lavage des membranes

Date de visite	Opérateur	CM1	CM2	CM3
12/05/11	Alpha Laval	impossible : pompe lavage bloquée et manque de matériel		
19 & 20/7/11	Alpha Laval	Acide + Chlore	Acide + Chlore	
13/12/2011	Loïra	Acide		
15/12/2011	Loïra	Chlore (x2)		
19/12/2011	Loïra		Lavage impossible	
21/12/2011	Loïra			Chlore
03/01/2012	Loïra			
11/01/2012	Loïra		Lavage impossible	
17/01/2012	Loïra			
24/01/2012	Loïra			
31/01/2012	Loïra			
07/02/2012	Loïra			Chlore
21/02/2012	Loïra			
28/02/2012	Loïra	Chlore	Lavage impossible	Chlore
06/03/2012	Loïra			
13/03/2012	Loïra			
20/03/2012	Loïra			
27/03/2012	Loïra		Lavage impossible	
04/04/2012	Loïra		Lavage impossible	
12/04/2012	Loïra			
02/05/2012	Loïra	Chlore		Chlore

tableau 59 : Historique des vidanges de la cuve CIP

Date de visite	Opérateur	Lavage membranes par cuve CIP (déversement dans CM)	Tentative lavage membranes par cuve CIP (déversement dans canal sortie station)
		m3 eau potable	m3 eau potable
13/12/2011	Loïra	5	
15/12/2011	Loïra	10	
21/12/2011	Loïra	5	
07/02/2012	Loïra	5	
28/02/2012	Loïra	10	
27/03/2012	Loïra		5
04/04/2012	Loïra		5

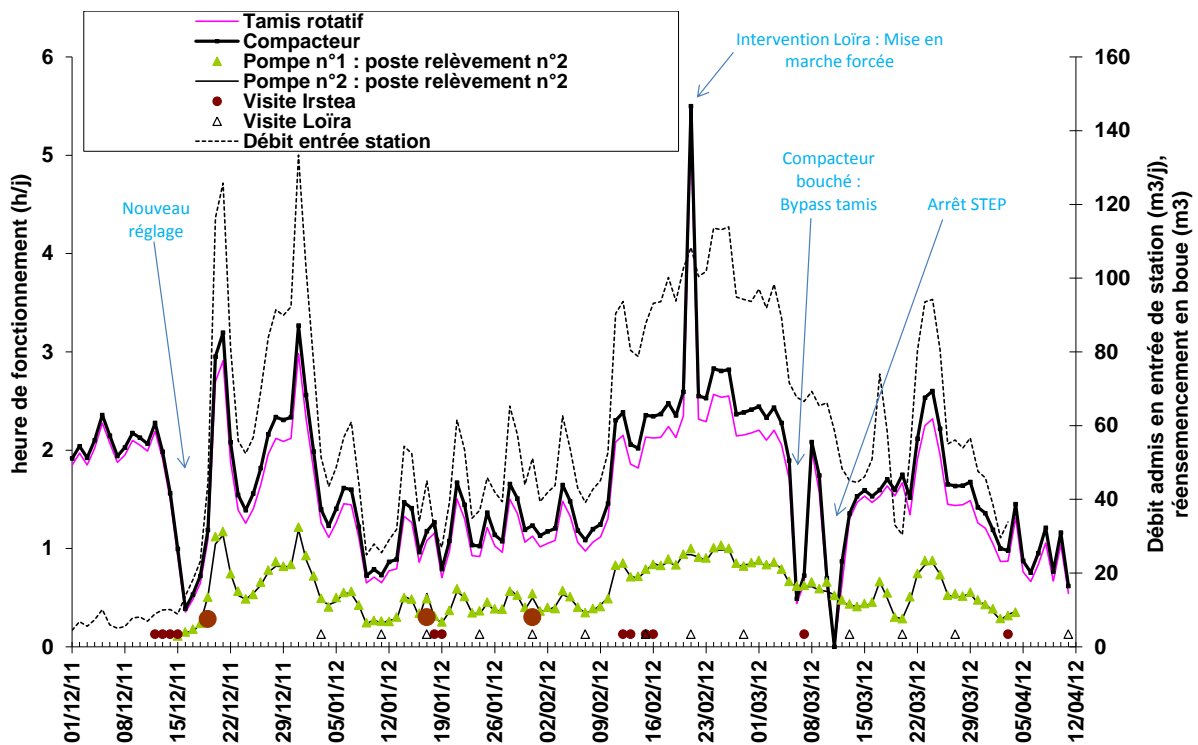


figure 76 : Evolution des temps de fonctionnement du tamis rotatif et du compacteur en fonction du débit admis

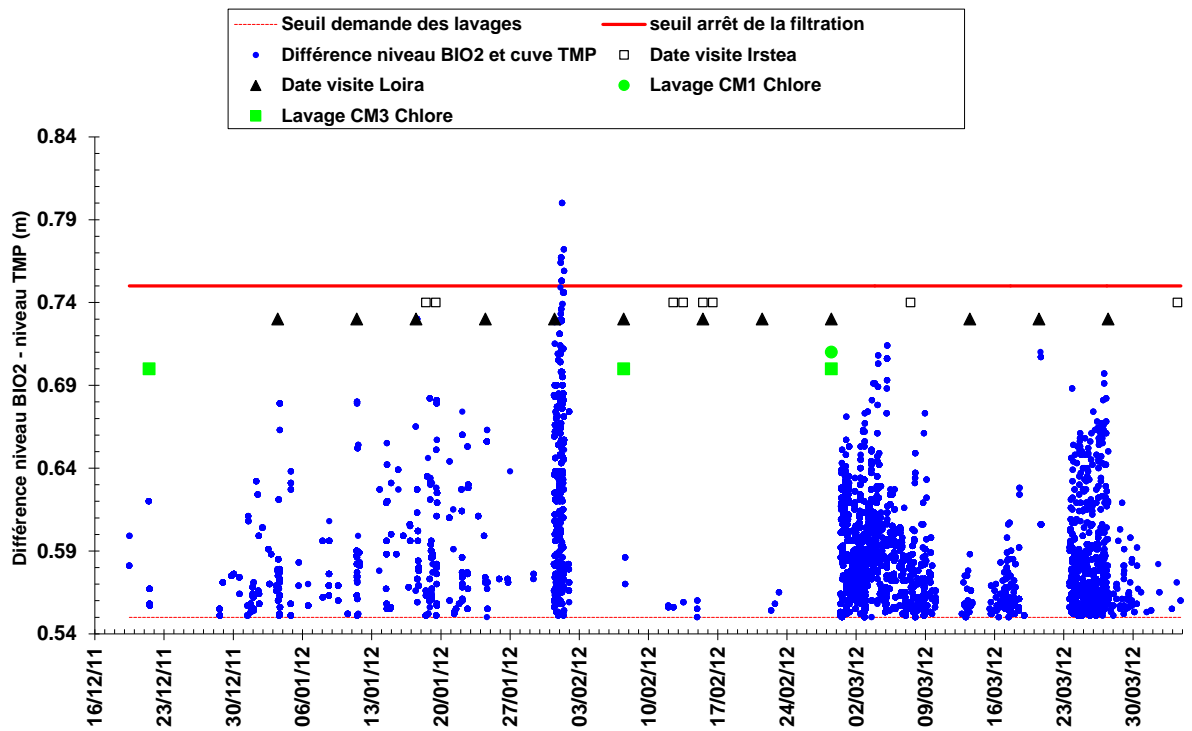


figure 77 : Evolution des différences de niveaux entre le bassin biologique n°2 et la cuve « TMP »

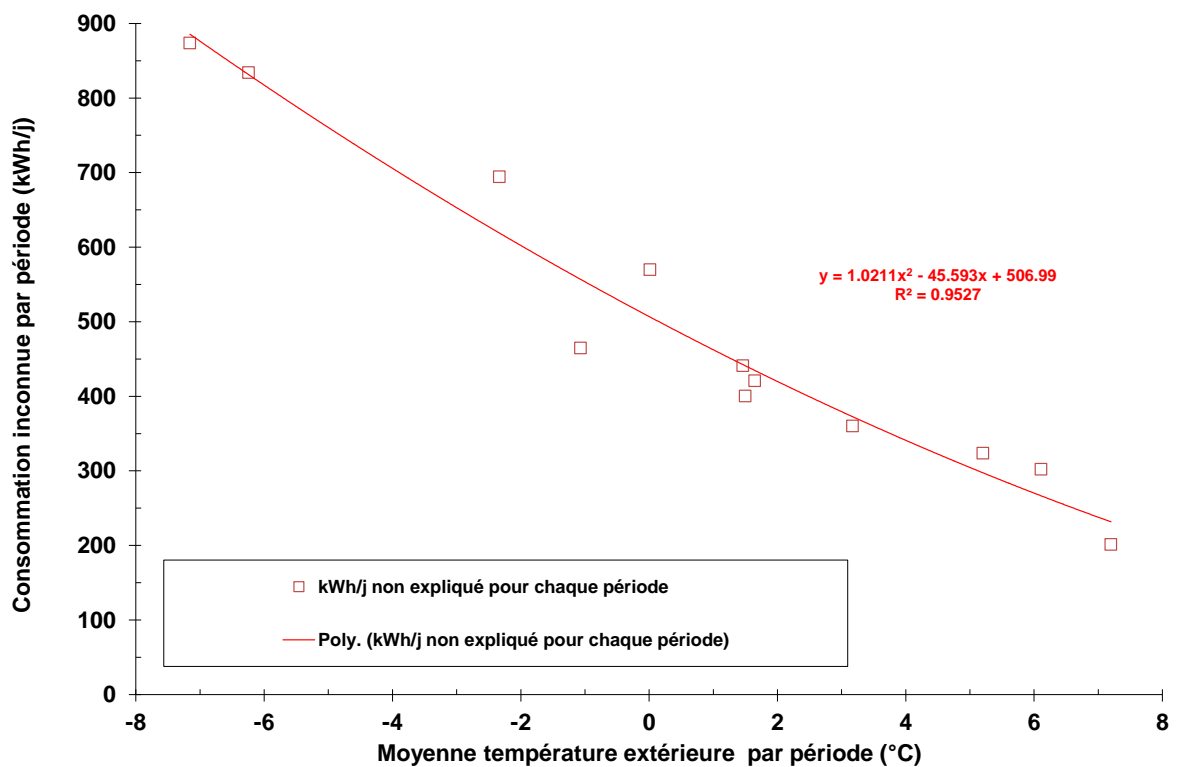


figure 78 : Relation entre la consommation électrique inconnue et la température extérieure (°C)

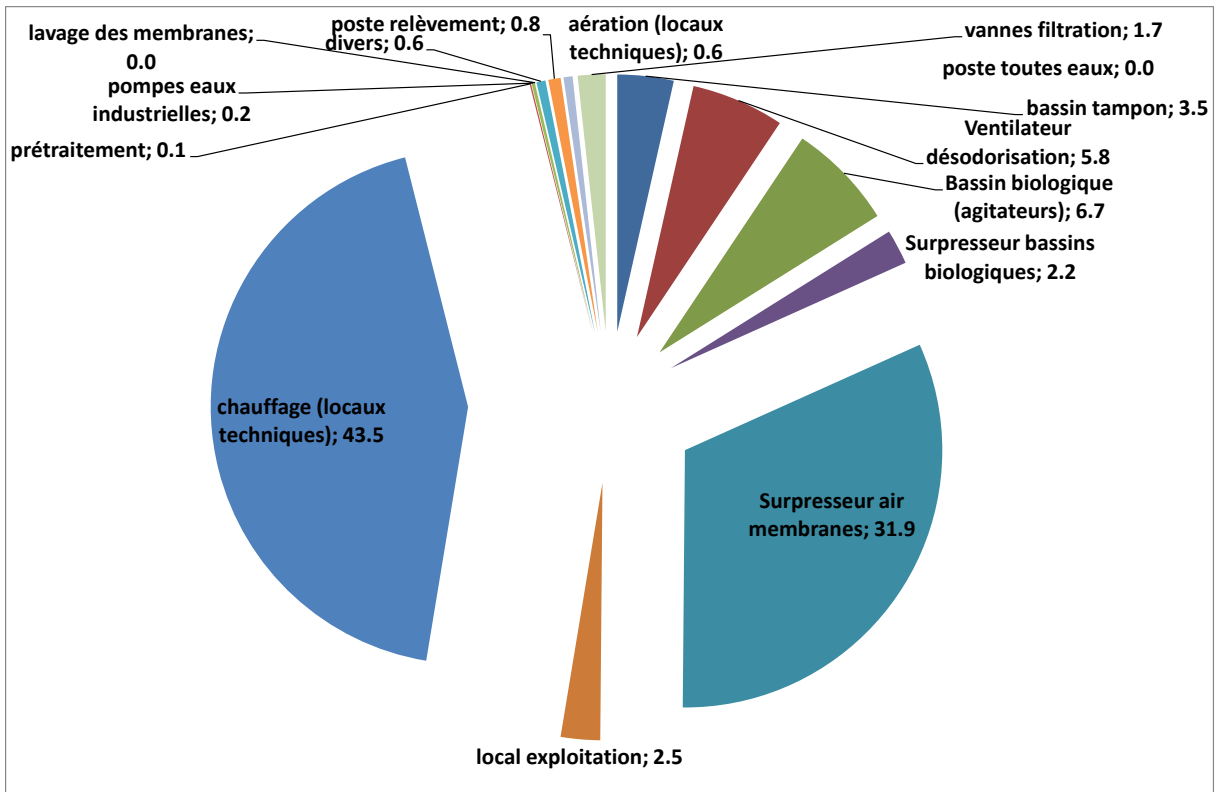


figure 79 : Répartition des consommations électriques (%) du 3/1/12 au 3/4/12.

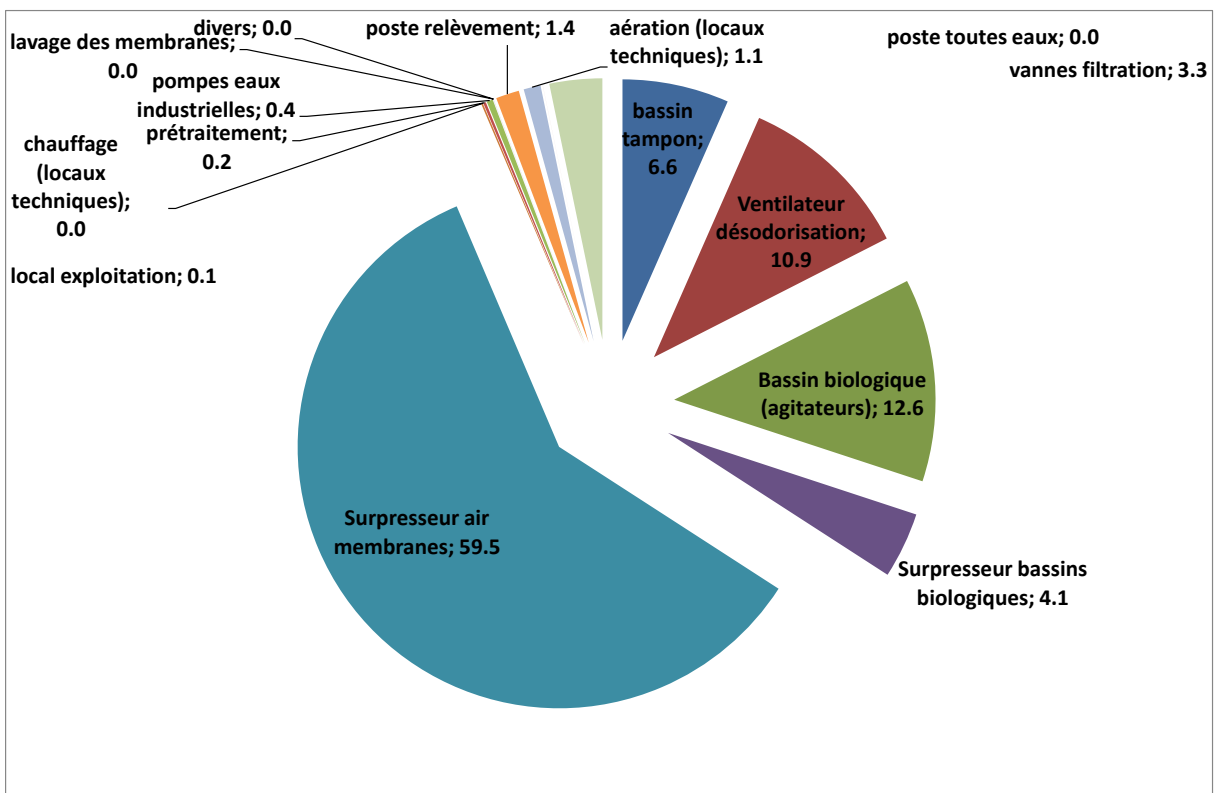


figure 80 : Répartition des consommations électriques (%) du 3/1/12 au 3/4/12 sans chauffage

tableau 60 : Répartition des consommations électriques (en % et kWh) du 3/1/12 au 3/4/12

	kWh	% consommation
Surpresseur air membranes	29132,6	31,85
aérotherme n°2 prétraitement	14076,0	15,39
aérotherme n°1 prétraitement	9108,0	9,96
aérotherme filtration	9108,0	9,96
aérotherme réactifs	7452,0	8,15
Ventilateur désodorisation	5341,8	5,84
Agitateur BIO2	3097,0	3,39
Agitateur BIO1	3054,8	3,34
Agitateur bassin tampon	2813,8	3,08
Chauffage local exploitation	2208,0	2,41
Surpresseur air secours	1998,3	2,18
Vanne de régulation de débit TMP	1595,9	1,74
inconnu (dont capteurs, préleveurs, petites électrovannes ...)	516,8	0,57
Pompe n°1 : poste relèvement n°2	361,4	0,40
Pompe n°2 : poste relèvement n°2	345,5	0,38
Ventilateur local surpresseur	306,1	0,33
Pompe petit débit bassin tampon	302,7	0,33
Ventilateur n°2 local membrane	106,0	0,12
Ventilateur n°1 local membrane	103,2	0,11
Pompe eau industrielle n°1	93,3	0,10
Pompe eau industrielle n°2	93,3	0,10
pompe grand débit n°2 bassin tampon	60,5	0,07
pompe grand débit n°1 bassin tampon	53,3	0,06
Compacteur	51,8	0,06
réfrigérateur	36,8	0,04
Tamis rotatif	26,1	0,03
Ballon eau chaude	6,4	0,01
ordinateur supervision	6,4	0,01
Pompe lavage CIP	2,9	0,00
Pompe n°1 poste toutes eaux	2,0	0,00
Pompe n°2 poste toutes eaux	0,1	0,00
Surpresseur air process	0,0	0,00
Pompe Chlorure ferrique n°1	0,0	0,00
Pompe Chlorure ferrique n°2	0,0	0,00
Pompe acide citrique	0,0	0,00
Pompe javel	0,0	0,00
filière boue	0,0	0,00
Vanne tout ou rien TMP	0,0	0,00



**Résumé :**

L'Agence de l'Eau Adour-Garonne a confié à Irstea une étude sur le fonctionnement et les performances de la station de traitement des eaux usées de la commune de Gouaux de Larboust (31). Outre l'utilisation d'un procédé de séparation membranaire, la particularité de cette station est de desservir une très petite commune de montagne comptant quelques dizaines d'habitants en période creuse, et de recevoir en hiver les effluents d'une station de ski représentant jusqu'à 1000 équivalents-habitants supplémentaires. Elle subit donc une variation de charge extrême. Ce rapport expose les résultats obtenus au cours de son deuxième hiver de fonctionnement (2012).

**Abstract :**

In this report the operation and performance of a membrane bioreactor treating the municipal effluents of a small mountain village (Pyrénées range) is analysed. The plant was monitored by Irstea during its second winter of operation (2012). A special feature of this plant is that for most of the year it receives a very low loading generated by a few dozen inhabitants; but in the winter time it also receives the wastewater from a ski resort representing up to 1000 additional person-equivalent.