



HAL
open science

Evaluation d'un bioréacteur à membranes en zone littorale Station de Marennes (17)

Alain Husson, Yvan Racault, Jacky Vedrenne, Anne Emmanuelle Stricker

► **To cite this version:**

Alain Husson, Yvan Racault, Jacky Vedrenne, Anne Emmanuelle Stricker. Evaluation d'un bioréacteur à membranes en zone littorale Station de Marennes (17). [0] Irstea. 2013, 106 p. hal-03155791

HAL Id: hal-03155791

<https://hal.inrae.fr/hal-03155791v1>

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 littorale

Station de Marennes (17)

BILAN DU SUIVI D'OCTOBRE 2011 A SEPTEMBRE 2012



JUIN 2013

HUSSON Alain
RACAULT Yvan
VEDRENNE Jacky
STRICKER Anne-Emmanuelle

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 MINISTERE
DU DEVELOPPEMENT DURABLE

SOMMAIRE

| | |
|---|-----------|
| LISTE DES FIGURES | 4 |
| LISTE DES TABLEAUX | 6 |
| LISTE DES NOTATIONS | 7 |
| REMERCIEMENTS..... | 8 |
| SYNTHESE | 9 |
| 1. Contexte et objectifs de l'étude | 10 |
| 2. Présentation de la station de Marennes..... | 11 |
| 2.1. Choix du procédé | 11 |
| 2.2. Caractéristiques de l'installation | 11 |
| 2.2.1. Bases de dimensionnement | 11 |
| 2.2.2. Objectif de traitement (arrêté préfectoral du 4 juillet 2008 en annexe1) | 13 |
| 2.3. Description de la station | 14 |
| 2.3.1. File eau | 14 |
| 2.3.1.1. Prétraitements | 16 |
| 2.3.1.2. Matières de vidange (MV) | 17 |
| 2.3.1.3. Traitement biologique | 17 |
| 2.3.1.4. Filtration membranaire | 18 |
| 2.3.1.5. Stockage des eaux traitées | 21 |
| 2.3.1.6. Bassin tampon | 21 |
| 2.3.2. File boues | 21 |
| 2.3.2.1. Traitement des boues en excès | 23 |
| 2.3.2.2. Evacuation des boues | 24 |
| 3. Méthodologie du suivi de la station | 24 |
| 3.1. Acquisition de données | 24 |
| 3.2. Prélèvements | 24 |
| 3.3. Exploitation des données..... | 25 |
| 3.4. Fonctionnement du bassin d'aération..... | 25 |
| 4. Résultats | 28 |
| 4.1. Evolution des charges en entrée station | 28 |
| 4.1.1. Débits | 28 |
| 4.1.2. Caractéristiques des eaux usées..... | 31 |
| 4.1.2.1. DCO et MES en entrée station | 31 |
| 4.1.2.2. Flux d'azote et de phosphore en entrée station | 34 |
| 4.1.2.3. Matières de vidange..... | 35 |
| 4.1.2.4. Principaux ratios en entrée station..... | 35 |
| 4.2. Analyse du fonctionnement..... | 36 |
| 4.2.1. Production de boue..... | 36 |
| 4.2.2. Paramètres de fonctionnement | 38 |
| 4.2.3. Caractéristiques biologiques des boues du bassin d'aération..... | 39 |
| 4.2.3.1. Observations macroscopiques | 39 |
| 4.2.3.2. Observations microscopiques..... | 40 |
| 4.3. Capacité d'oxygénation des systèmes d'aération..... | 42 |
| 4.3.1. Transfert en eau claire | 42 |
| 4.3.2. Mesures du transfert en boues par la méthode de réoxygénation..... | 42 |
| 4.3.3. Validation par la méthode des bilans massiques | 43 |
| 4.3.4. Estimation des transferts d'oxygène | 44 |
| 4.4. Filtration | 47 |
| 4.4.1. Caractéristiques de la boue et du surnageant | 47 |
| 4.4.2. Evolution de la perméabilité des membranes..... | 48 |
| 4.5. Coût d'exploitation..... | 56 |
| 4.5.1. Consommation énergétique..... | 57 |

| | |
|--|------------|
| 4.5.2. Elimination des boues | 59 |
| 4.6. Qualité des eaux épurées | 61 |
| 5. Conclusions et recommandations | 67 |
| Liste des références bibliographiques | 71 |
| ANNEXES..... | 72 |
| Annexe 1 – Arrêté préfectoral..... | 73 |
| Annexe 2 - Calcul production de boues physico chimique | 92 |
| Annexe 3 - Indice filamenteux..... | 93 |
| Annexe 4 – Répartition des consommations énergétiques..... | 94 |
| Annexe 5 – Analyse des boues de la station de Marennes | 95 |
| Annexe 6 – Résultats des analyses bactériologiques au point de rejet de la station..... | 103 |

LISTE DES FIGURES

| | |
|--|----|
| Figure 1 : Vue de la station : bassins concentriques groupant zone anoxie, bassin d'aération et membranes | 14 |
| Figure 3 : Arrivée des effluents + prétraitement | 16 |
| Figure 4 : Tamis rotatifs | 16 |
| Figure 5 : Zone anoxie | 17 |
| Figure 6 : Bassin d'aération | 18 |
| Figure 7 : Réacteurs membranaires couverts et vue de dessus..... | 19 |
| Figure 8 : Modules membranaires (Photos Kubota) | 19 |
| Figure 9 : Bâche perméat | 21 |
| Figure 11 : Pompes d'extraction des boues..... | 23 |
| Figure 12 : Aire de stockage couverte..... | 23 |
| Figure 13 : Plan de localisation des raquettes de diffuseurs et des capteurs d'oxygène | 26 |
| Figure 14 : Comparaison oxymètres aux points A et B | 27 |
| Figure 15 : Evolution des débits journaliers d'octobre 2011 à septembre 2012 | 29 |
| Figure 16 : By-pass des eaux usées tamisées vers les lagunes..... | 29 |
| Figure 17 : Fonctionnement du by-pass (détail sur un jour) | 30 |
| Figure 18 : Vanne by-pass station à l'aval des tamis | 30 |
| Figure 19 : Débits de filtration (détail d'un jour avec by-pass) | 31 |
| Figure 20 : Evolution des concentrations en DCO et MES en entrée station | 31 |
| Figure 21 : Concentrations journalières en DCO et pluviométrie..... | 32 |
| Figure 22 : Flux DCO en entrée station (flux DCO retenu= flux spectro corrigé) | 33 |
| Figure 23 : Flux de MES en entrée station (flux MES retenu= flux spectro corrigé)..... | 33 |
| Figure 24 : Flux NKJ en entrée station | 34 |
| Figure 25 : Flux de phosphore en entrée station | 35 |
| Figure 26 : Evolution de la concentration en boues dans les réacteurs membranaires | 36 |
| Figure 27 : Production de boues..... | 37 |
| Figure 28 : Evolution de la concentration en boues et de la charge massique | 38 |
| Figure 29 : Production de boues et âge de boues | 39 |
| Figure 30 : Evolution de l'indice de boue..... | 40 |
| Figure 31 : Principe du bilan de masse sur la DCO et l'azote..... | 43 |
| Figure 32 : Adéquation fourniture et demande en oxygène par période de 24h | 45 |
| Figure 33 : Part de l'oxygène apporté par l'air membrane..... | 46 |
| Figure 35 : TEP en fonction de la DCO interstitielle | 48 |
| Figure 36 : Evolution des perméabilités sur la STEP de Marennes pendant 27 mois..... | 49 |
| Figure 37 : Colmatage progressif de la membrane..... | 50 |
| Figure 38 : Colmatage accidentel de la membrane puis stabilisation de la perméabilité..... | 50 |
| Figure 39 : Limitation du débit spécifique | 51 |
| Figure 40 : Comparaison STEP Marennes et Aqua RM2 | 52 |
| Figure 41 : Fréquence des lavages STEP Marennes et Aqua RM2 | 53 |
| Figure 42 : Corrélation vitesse de colmatage vs paramètres de fonctionnement de la station de Marennes | 54 |
| Figure 43 : Influence des flux de filtration sur le colmatage entre deux lavages de régénération... | 55 |
| Figure 44 : Perméabilité et DCO interstitielle..... | 55 |
| Figure 45 : Coûts de fonctionnement spécifiques simplifiés | 56 |
| Figure 46 : Répartition des coûts de fonctionnement simplifiés..... | 56 |
| Figure 47 : Evolution de l'énergie de l'air membrane en fonction du débit sortie station..... | 57 |
| Figure 48 : Répartition des consommations énergétiques..... | 58 |
| Figure 49 : DCO et MES en sortie station sur échantillons moyens 24h..... | 61 |
| Figure 50 : Concentration en MES en sortie de station sur échantillons moyens 24h..... | 61 |
| Figure 51 : Azote global en sortie station sur échantillons moyens 24h..... | 62 |
| Figure 52 : Concentration moyennes journalières en NO ₃ et NH ₄ en sortie de station | 63 |

| | |
|---|----|
| Figure 53 : Concentration en phosphore en sortie de station sur échantillons moyens 24h | 64 |
| Figure 54 ; Bactériologie à l'exutoire sur échantillons ponctuels | 66 |
| Figure 55 : Bactériologie de juillet à novembre 2011 | 66 |

LISTE DES TABLEAUX

| | |
|---|----|
| Tableau 1 : Bases de dimensionnement – débits admis sur la station..... | 11 |
| Tableau 2 : Bases de dimensionnement – Flux à traiter sur la station | 12 |
| Tableau 3 : Qualité des eaux au rejet station..... | 12 |
| Tableau 4 : Qualité de l’effluent épuré..... | 13 |
| Tableau 5 : Qualité microbiologique de l’effluent épuré | 13 |
| Tableau 6 : Charge hydraulique de référence..... | 13 |
| Tableau 7 : Charges organiques de référence..... | 13 |
| Tableau 8 : Ratios DCO/MES et DCO/Pt | 14 |
| Tableau 9 : Flux au nominal dans les conditions de fonctionnement actuelles : | 20 |
| Tableau 10 : Normes utilisées au laboratoire d’Irstea..... | 25 |
| Tableau 11 : estimation des k_{la} eau claire en fonction du nombre de diffuseurs en service | 28 |
| Tableau 12 : Volumes journaliers en entrée station | 28 |
| Tableau 13 : Flux en DCO et MES | 34 |
| Tableau 14 : Flux de NKJ | 34 |
| Tableau 15 : Apports matières de vidange | 35 |
| Tableau 16 : Principaux ratios de l’effluent d’entrée station | 36 |
| Tableau 17 : Paramètres de fonctionnement | 39 |
| Tableau 18 : Caractéristiques de l’aération et du transfert d’oxygène en eau claire dans le bassin d’aération et les réacteurs membranaires | 44 |
| Tableau 19 : Caractéristiques comparées des deux bioréacteurs : Marennes et Aqua RM2..... | 52 |
| Tableau 20 : évolution vitesse de colmatage en fonction des paramètres de fonctionnement..... | 54 |
| Tableau 21 : Ratios consommation énergétique : | 57 |
| Tableau 22 : Ratios consommation d’énergie hiver / été | 58 |
| Tableau 23 : Apports aux cultures..... | 59 |
| Tableau 24 : Bilan analyses des boues avant épandages de janvier 2011 à juin 2012..... | 60 |
| Tableau 25 : Elimination du phosphore | 63 |
| Tableau 26 : Résultats sur 1 an des analyses bactériologiques | 65 |

LISTE DES NOTATIONS

| Notation | Signification |
|-----------------|--|
| STEP | Station d'épuration |
| EH | Equivalent Habitant |
| BRM | Bioréacteur à membrane |
| Kla | Coefficient de transfert en oxygène (h^{-1}) |
| RO | Rendement d'Oxygénation (%/m) |
| AH | Apport Horaire en oxygène (kgO_2/h) |
| BA | Bassin d'Aération |
| RM | Réacteur Membranaire |
| FB | Aération Fines Bulles |
| GB | Aération Grosses Bulles |
| BT | Bassin Tampon |
| Cm | Charge massique ($kgDBO_5/kgMVS.j$) |
| If | Indice Filamenteux |
| rpm | Nombre de tours par minute |
| Qspe | Débit spécifique de filtration ($l/m^2/h$) |

REMERCIEMENTS

Nous souhaitons remercier :

- le Syndicat des Eaux de Charente Maritime, maître d'ouvrage, pour la mise à disposition du site d'étude et des dossiers d'appels d'offre de la station ;
- la Compagnie des Eaux de Royan (CER) exploitant de la station, en la personne de Jean Baptiste Fagalde pour avoir mis tout en œuvre pour nous permettre de réaliser dans les meilleures conditions cette étude en collaboration avec l'Agence de l'Eau Adour Garonne. Des remerciements particuliers à Jean-François Lagrange responsable de la station pour sa disponibilité, ses compétences et sa collaboration sans faille malgré toutes nos sollicitations.

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

- Mr Gregoire et Mr Vedrenne pour leurs interventions sur site ;
- Mme Eon et Mme Madarassou pour les analyses réalisées au laboratoire ;
Mr Sénéchal et Mr Daval, stagiaires en 2012 pour l'étude des coûts d'exploitation et de la consommation énergétique de la station de Marennes.

SYNTHESE

L'Agence de l'Eau Adour-Garonne a confié à Irstea une étude technico économique sur le fonctionnement et les performances de la station de traitement des eaux usées du syndicat intercommunal d'assainissement de Marennes Bourcefranc (17). Outre l'utilisation d'un procédé de séparation membranaire, la particularité de cette station est le rejet en milieu littoral avec les contraintes liées aux activités de baignade et aux exploitations conchylicoles. La station d'une capacité de 18 000 EH a fait l'objet d'un suivi d'un an d'octobre 2011 à septembre 2012. Le choix de la solution BRM se justifie essentiellement par le niveau d'exigence en termes de qualité bactériologique.

Globalement le procédé membranaire retenu permet d'assurer largement la qualité physicochimique des eaux de rejets demandée dans son arrêté préfectoral. Le seuil de coupure des membranes propres (0,4 μm), renforcé par la fine couche colmatante présente sur le matériau filtrant doit normalement garantir le maintien des objectifs de qualité bactériologique au niveau de la sortie station. Toutefois, nous avons pu observer pendant ce suivi quelques pertes de MES qui pourraient expliquer certaines valeurs non conformes en bactériologie.

Ce suivi a permis de mettre en évidence des pistes d'améliorations pour optimiser le fonctionnement de cette installation et le niveau de performances attendu. Il s'agit notamment de mettre en œuvre :

- un audit du système de filtration en vue de la limitation du colmatage prématuré (meilleure gestion de la zone anoxie, des flux et caractéristiques de matières de vidange...)
- une meilleure protection des membranes de l'abrasion dû au sable
- une amélioration de la gestion du volume tampon de la station afin de pouvoir traiter le débit de pointe initialement prévu dans le projet
- une augmentation du flux spécifique de filtration pour une optimisation énergétique.

1. 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 en exploitation pouvoir évaluer dans quelle mesure le bioréacteur à membrane (BRM) 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'ouvrages 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.

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

Ce rapport concerne le BRM de Marennes, qui a été mis en service en août 2009 pour traiter les effluents des communes de Marennes et de Bourcefranc le Chapus, en remplacement de l'ancienne station, une boue activée conventionnelle complétée par un traitement tertiaire par lagunage. Le suivi du fonctionnement de l'installation par Irstea s'est déroulé sur une période de 11 mois d'octobre 2011 à septembre 2012, pour couvrir basse et haute saison touristique et quantifier un éventuel impact des variations de charges résultantes sur les rejets de la station.

2. PRESENTATION DE LA STATION DE MARENNES

2.1. Choix du procédé

Construite en 1976, la station d'épuration par boues activées de Marennes était prévue pour une capacité nominale de 13 000 EH. Un traitement tertiaire par lagunage a complété l'installation en 1996. Cependant, les problèmes de fonctionnement dus notamment aux surcharges hydrauliques ont conduit la collectivité à lancer un appel d'offre pour renouveler la station.

A la solution de base (boues activées + lagune existante en traitement tertiaire), a été préféré un bioréacteur à membranes avec rejet direct dans le milieu naturel, les lagunes étant conservées uniquement en secours.

L'installation proposée présentait l'avantage d'offrir de meilleures garanties de traitement et un système compact simplifiant le phasage des travaux (maintien de l'ancienne station en service jusqu'à la fin des travaux).

2.2. Caractéristiques de l'installation

La station a été construite par la société Stereau et mise en service en 2009. Elle est dimensionnée pour recevoir les eaux usées urbaines de 18 000 EH en saison estivale. 5 postes de relèvement collectent les effluents des communes de Marennes et Bourcefranc et les refoulent directement à l'entrée de la station.

2.2.1. Bases de dimensionnement

Le réseau de type séparatif draine une part importante d'eaux parasites. Les débits retenus pour le dimensionnement sont détaillés dans le tableau ci-après :

Tableau 1 : Bases de dimensionnement – débits admis sur la station

| | PERIODE ESTIVALE 18 000 EH | PERIODE HIVERNALE 14 100 EH |
|------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| Volumes et débit | | |
| Eaux usées | 2 000 à 2 500 m ³ /j | 1 500 à 2 000 m ³ /j |
| Eaux parasites et pluviales | 0 à 500 m ³ /j | 500 à 1 500 m ³ /j |
| Volume total journalier | 2 000 à 3 000 m ³ /j | 2 000 à 3 500 m ³ /j |
| Débit horaire de pointe | 235 m ³ /h | 230 m ³ /h |
| Débit de pointe exceptionnel | 350 m ³ /h | |

La station est située dans un secteur touristique et subit des variations de charge saisonnières qui sont détaillées dans le tableau suivant :

Tableau 2 : Bases de dimensionnement – Flux à traiter sur la station

| | PERIODE ESTIVALE 18 000 EH | PERIODE HIVERNALE 14 100 EH |
|--|-------------------------------|--------------------------------|
| Charge moyenne quotidienne de la semaine de pointe | | |
| DBO₅ kg/j | 1 080 | 846 |
| DCO kg/j | 2 160 | 1 692 |
| MES kg/j | 1 296 | 1 015 |
| N kg/j | 270 | 211 |
| P kg/j | 45 | 35.2 |
| Charge moyenne quotidienne sur l'année | | |
| DBO₅ kg/j | 888 | |
| DCO kg/j | 1 775 | |
| MES kg/j | 1 065 | |
| N kg/j | 222 | |
| P kg/j | 37 | |

La qualité des eaux traitées respectera les valeurs indiquées dans le tableau suivant :

Tableau 3 : Qualité des eaux au rejet station

| | Concentration maximale admissible (moyenne 24 heures) | Rendement épuratoire (moyenne 24 heures) |
|------------------|---|--|
| DBO ₅ | 125 mg/L | 75 % |
| DCO | 25 mg/L | 80 % |
| MES | 35 mg/L | 90 % |
| NGL | 40 mg/L | |
| P | 15 mg/L | 30 % |
| E. Coli | 1 000/100 mL | |
| Strepto. fécaux | 1 000/100 mL | |

2.2.2. Objectif de traitement (arrêté préfectoral du 4 juillet 2008 en annexe1)

L'arrêté préfectoral du 4 juillet 2008 autorisant le Syndicat des Eaux de la Charente-Maritime à gérer et exploiter la station de Marennes fixe les conditions du rejet dans le milieu naturel. En complément des paramètres classiques (voir Tableau 4), des contraintes sur la qualité bactériologique du rejet ont été imposées (voir Tableau 5).

Tableau 4 : Qualité de l'effluent épuré

| Paramètres | Concentration indicative en entrée (moyenne 24h) (mg/L) | Concentration maximale en sortie (moyenne 24h) (mg/L) | Rendement épuratoire (minimal 24h) % | Règles de conformité | |
|--------------------------------------|---|---|--------------------------------------|---|--------------------------|
| | | | | Nombre de dépassements autorisé u/an ⁽⁴⁾ | Valeurs réductrices mg/L |
| MES⁽¹⁾ | 460 | 150 | 90 | 3 | 150 ⁽²⁾ |
| DBO₅⁽¹⁾ | 310 | 25 | 80 | 2 | 50 ⁽²⁾ |
| DCO⁽¹⁾ | 620 | 125 | 75 | 3 | 250 ⁽²⁾ |
| Ngj⁽³⁾ | 80 | 40 | 50 | 1 | |
| Pt⁽³⁾ | 20 | 15 | 30 | 1 | |

(1) : Un échantillon moyen journalier prélevé au rejet est déclaré conforme si l'une au moins des deux valeurs (concentration au rejet – rendement épuratoire) figurant dans l'autorisation est respectée.

(2) : Parmi les échantillons moyens journaliers déclarés non conformes, aucun d'entre eux ne doit dépasser les valeurs réductrices.

(3) : Valeurs à respecter en moyenne annuelle (en concentration ou en rendement).

(4) : Le nombre de dépassements autorisés est établi par rapport au nombre de prélèvements imposés pour la capacité de la station par l'arrêté du 22 juin 2007.

Tableau 5 : Qualité microbiologique de l'effluent épuré

| Paramètres | Valeur « objectif » | Valeur « impérative » |
|----------------------------------|---------------------|-----------------------|
| Escherichia coli – u/L | 1000 | 20 000 |
| Streptocopes fécaux - u/L | 1000 | 4 000 |

Les charges de référence retenues sont reprises pour la partie hydraulique dans le Tableau 6 et pour la partie organique dans le Tableau 7 :

Tableau 6 : Charge hydraulique de référence

| | |
|------------------------------------|------------------------|
| Débit journalier par temps sec | 3500 m ³ /j |
| Débit de pointe par temps sec | 275 m ³ /h |
| Débit de pointe par temps de pluie | 350 m ³ /h |

Tableau 7 : Charges organiques de référence

| Paramètres | Concentration indicative en entrée échantillon moyen 24 heures (mg/L) | Flux journalier 24 heures (Kg/j) |
|------------------|---|----------------------------------|
| DCO | 620 | 2160 |
| DBO ₅ | 310 | 1080 |
| MES | 460 | 1620 |
| NK | 80 | 270 |
| Pt | 20 | 72 |

Le débit journalier temps sec (3 500 m³/j) défini dans l'arrêté préfectoral correspond en réalité au débit de référence (débit journalier à traiter par temps de pluie). C'est ce débit qui est retenu pour le dimensionnement de la station (saison hivernale, temps de pluie).

Concernant les charges organiques de référence, la station est bien dimensionnée sur les charges en DCO, DBO₅ et NK, mais pas sur les MES et Pt de l'arrêté. Les charges retenues par le constructeur sur ces deux paramètres sont plus en cohérence avec les ratios usuels (cf Tableau 8) et les résultats obtenus (cf Tableau 16) :

Tableau 8 : Ratios DCO/MES et DCO/Pt

| Ratio | Valeur arrêté | Valeur usuelle | Valeur constructeur |
|---------|---------------|----------------|---------------------|
| DCO/MES | 1,33 | 2 | 1,66 |
| DCO/Pt | 30 | 70 | 48 |

2.3. Description de la station

2.3.1. File eau

L'installation réalisée par l'entreprise Stereau est de type AQUA-RM®. Le traitement reprend les principes des boues activées pour la partie biologique, mais la séparation des matières en suspension n'est plus assurée par un décanteur, mais par des membranes. Les installations gagnent ainsi en compacité (voir Figure 1). La Figure 2 présente le schéma de principe de la file eau.



Figure 1 : Vue de la station : bassins concentriques groupant zone anoxie, bassin d'aération et membranes

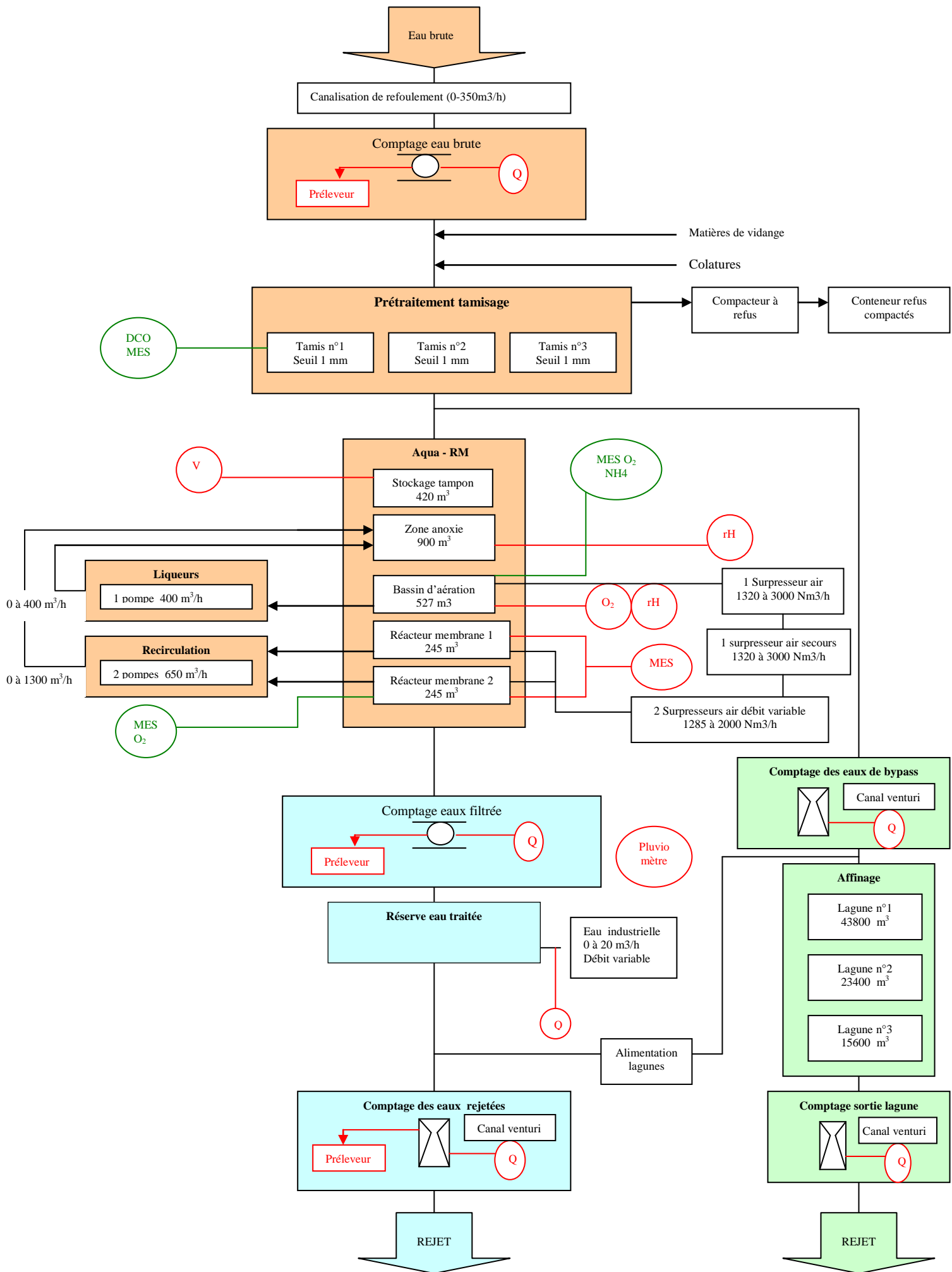


Figure 2 : File eau (schéma Stereau) et points de mesures (en rouge dispositif autosurveillance, en vert capteurs supplémentaires Irstea)

2.3.1.1. Prétraitements

A leur arrivée sur la station, les eaux brutes sont comptabilisées par un débitmètre électromagnétique et dirigées vers les prétraitements (voir Figure 3). Un préleveur est asservi au débit entrée station pour reconstituer les flux entrants sur la station.

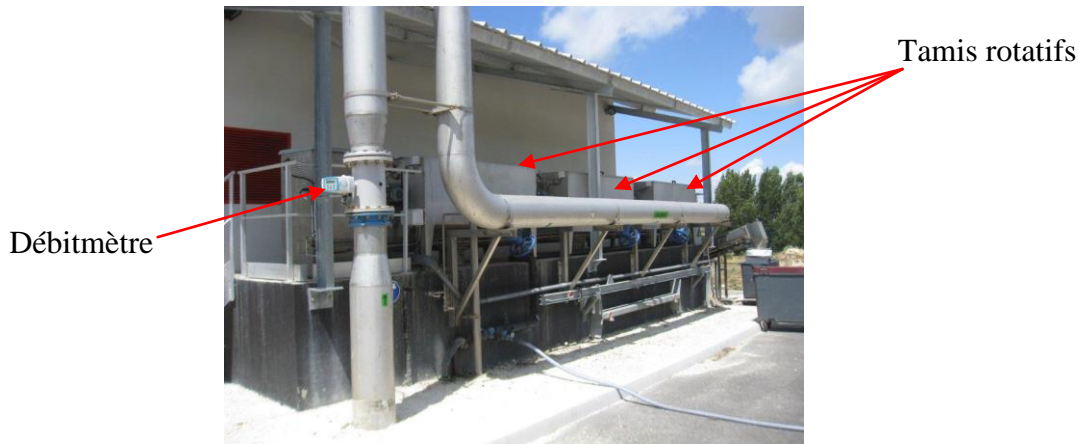


Figure 3 : Arrivée des effluents + prétraitement

Trois tamis rotatifs en parallèle, dont un en secours, assurent le tamisage des eaux à une maille de 1 mm. Ils sont dimensionnés pour un débit de pointe de 400 m³/h. Les eaux brutes transitent de l'extérieur vers l'intérieur des tamis, une rampe de lavage à l'eau industrielle assurant le nettoyage de la grille (voir Figure 4).

Les refus de tamisage sont acheminés par une vis de convoyage vers un compacteur à piston puis ensachés.

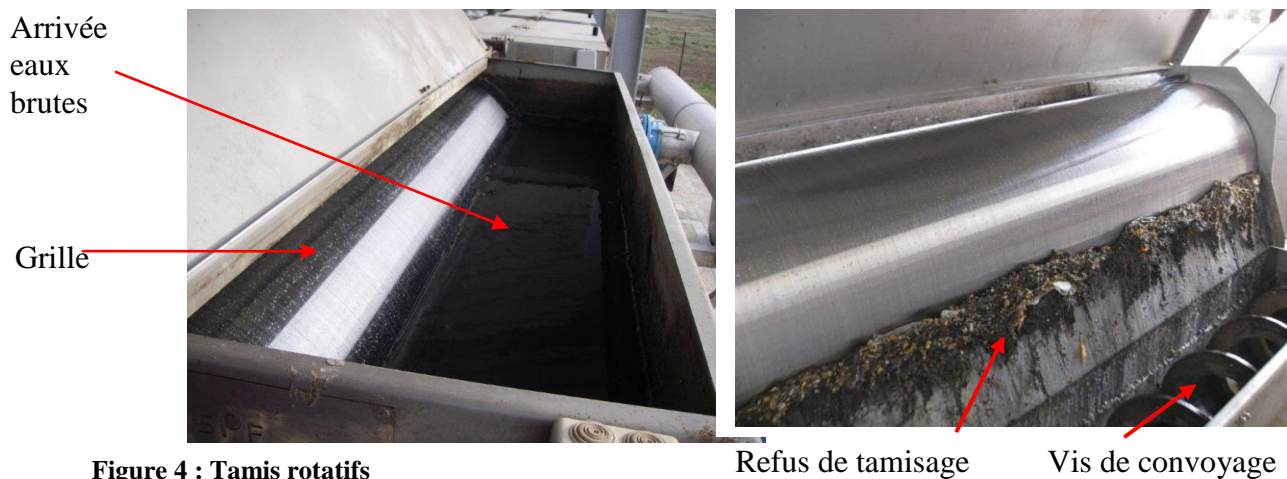


Figure 4 : Tamis rotatifs

Refus de tamisage

Vis de convoyage

Immédiatement à l'aval des tamis, sur la conduite de liaison avec le traitement biologique un jeu de vanne permet en cas de problème sur la station, de by-passer les eaux brutes tamisées directement vers les lagunes qui ont été conservées en secours. Des débitmètres en entrée et sortie de lagune contrôlent les débits transités.

La sortie des lagunes est normalement fermée. Elle n'est ouverte que manuellement par l'exploitant après un contrôle sur les paramètres bactériologiques.

En cas de baisse excessive des niveaux dans les bassins par évaporation ou infiltration, la sortie station est court-circuitée vers les lagunes.

2.3.1.2. Matières de vidange (MV)

Les matières de vidange sont dégrillées à leur arrivée, stockées dans une bache de 30 m³, puis refoulées à l'amont des tamis rotatifs. La bache reçoit également les retours de la centrifugeuse. Les apports extérieurs (matières de vidanges) ne sont pas pris en compte dans le dimensionnement de l'installation.

2.3.1.3. Traitement biologique

Zone d'anoxie

La zone anoxie et le bassin d'aération sont des bassins circulaires concentriques. La zone anoxie est agitée 24 heures sur 24, son volume est de 900 m³ avec une profondeur de 4m80.



Figure 5 : Zone anoxie

Bassin d'aération

Le bassin d'aération a la forme d'un chenal circulaire de 527 m³ et est équipé de diffuseurs fines bulles de types Oxyflex disposés en fond de bassin (voir Figure 6). L'agitation ne fonctionne que pendant les phases de non aération jusqu'en février 2012, puis à la demande d'Irstea en continu (cf détails en 3.4).

Les boues sont admises dans le bassin d'aération par des lucarnes dans le voile de béton. La recirculation vers la zone anoxie est assurée par une pompe de traversée de paroi d'un débit de 420 m³/h.



Figure 6 : Bassin d'aération

Aération process

2 surpresseurs bi-vitesse (dont un en secours commun avec les membranes) permettent l'insufflation de l'air en fond de bassin. Les diffuseurs sont répartis sur 5/6^{ième} de la surface du plancher en 5 rampes de 63 Oxyflex MF 650 (soit un total de 315 diffuseurs).

Caractéristiques des surpresseurs :

- Marque : Pedrogil
- Type : PG 30.F1/ RNT 34.20
- Débit d'air : 1320/3000 Nm³/h
- Puissance : 30/80 kW

2.3.1.4. Filtration membranaire

Filtration sur membranes planes Kubota RW 400

Deux cellules de filtration indépendantes de 245 m³ chacune sont installées au centre du bassin d'aération (voir Figure 7). Des vannes murales permettent leur isolation pour maintenance.

Compte tenu de la configuration retenue pour cette station, les bassins ne sont pas rectangulaires, mais forment deux demi-cylindres (vue de dessus Figure 7).

La filtration au travers des membranes s'effectue de l'extérieur vers l'intérieur de plaques d'une superficie unitaire utile de 1,45 m² et dont le diamètre des pores est de 0.4 µm. Ces plaques sont regroupées dans un module de 400 plaques réparties sur deux étages, soit 580 m² de surface de membranes par module (voir Figure 8). L'espace inter plaques est de 8 mm.

A raison de 7 modules par cellule, la superficie totale de membranes de la station de Marennes est de 8 120 m². Le projet initial prévoyait 7 000 m² de membranes (EW 400), mais la nouvelle génération de membranes a été installée permettant un gain de surface de filtration de 16 %.

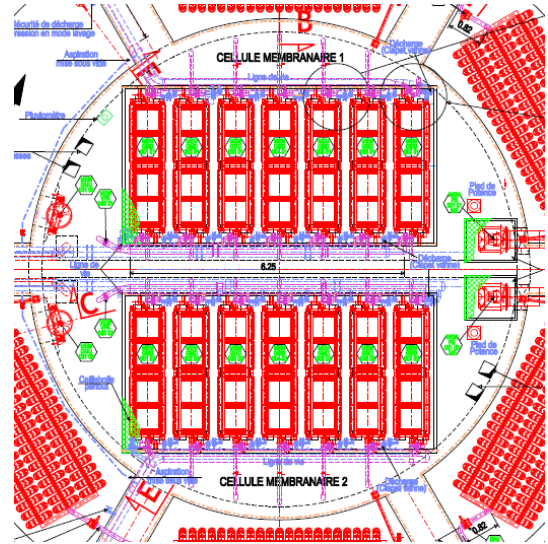


Figure 7 : Réacteurs membranaires couverts et vue de dessus



Figure 8 : Modules membranaires (Photos Kubota)

La pression nécessaire à la filtration est dans le cas de Marennes obtenue uniquement par la différence de niveau entre les cellules de filtration et la bêche perméat. 4 vannes de régulation motorisées permettent d'ajuster en continu le débit de perméat.

Pour limiter le colmatage, les cycles de filtration comprennent des phases successives de filtration et de relaxation (toutes les 20 à 27 mn de filtration, 2 à 3 mn de relaxation, soit 87 à 90 % du temps consacré à la filtration). Pendant ces cycles, de l'air grosses bulles est insufflé à la base de chaque module pour limiter la formation de gâteau de boue sur les membranes et pour assurer la circulation des boues à proximité des membranes.

Cependant, plusieurs fois par an, des lavages chimiques sont nécessaires pour régénérer les membranes. Le lavage s'effectue en boues, par l'injection successive à contre courant par le circuit perméat de javel (colmatage organique) et d'acide (colmatage minéral).

La station de Marennes fonctionne actuellement sur des cycles de 15 mn de filtration suivie de 2mn30 de relaxation, soit une disponibilité des membranes pour filtrer de 85 % du temps). Dans ces conditions le fonctionnement à débit nominal est estimé dans le tableau suivant sur la base des données constructeur :

Tableau 9 : Flux au nominal dans les conditions de fonctionnement actuelles :

| | Période estivale | Période hivernale |
|----------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Débit nominal | 3 000 m ³ /j | 3 500 m ³ /j |
| Débit moyen brut (net +5%) | 154 m ³ /h | 180 m ³ /h |
| Temps de filtration | 20,4 h | 20,4 h |
| Flux moyen brut | 19 L/h.m ² | 22,2 L/h.m ² |
| Débit de pointe | 166 m ³ /h | 308 m ³ /h |
| Temps de filtration | 20,4 h | 12 h |
| Flux de pointe brut | 20,5 L/h.m ² | 37,9 L/h.m ² |

Les flux de filtration augmentent par pallier à chaque franchissement d'un seuil de niveau dans les bassins membranaires. L'exploitant cale les flux en fonction des niveaux franchis, la gestion est ensuite prise en charge par la supervision. Les cycles de filtration-relaxation s'enchaînent jusqu'au retour au niveau bas dans les bassins membranaires.

On distingue le flux net, qui correspond au débit de référence et le flux brut, qui inclut les eaux industrielles (lavages membranes, tamis, centrifugeuse, ..) recyclées dans la station.

Les deux réacteurs membranaires fonctionnent en parallèle et en simultané.

Chaque cellule dispose d'une pompe de recirculation vers la zone anoxie d'un débit de 650 m³/h, pour permettre la déconcentration des boues et participer à la dénitrification. Le débit réel transitant par le type de pompe installé (pompe de paroi à hélice) est difficile à évaluer.

Aération de décolmatage

L'aération grosses bulles est assurée par un surpresseur à fréquence variable (1 par cellule).

Le débit d'air par plaque est variable en fonction du flux en principe entre 7 et 10 L/mn. Les surpresseurs retenus permettent d'assurer un débit par plaque variant de 7,6 à 12 L/mn :

Caractéristiques des surpresseurs :

- Marque : Pedrogil
- Type : PG 30.F1/ RNT 33.20
- Variateur fréquence : 33/50 Hz
- Débit d'air : 1285/2000 Nm³/h
- Puissance : -/42 kW

Dans la pratique, les surpresseurs fonctionnent en permanence à la fréquence maximum de 50 Hz, soit $0,49 \text{ Nm}^3/\text{h.m}^2$ (SADm) depuis juin 2011.

Un surpresseur de secours bi vitesse est commun à l'aération membrane et à l'aération process. En cas d'utilisation dans les réacteurs membranaires, le surpresseur de secours est bridé en petite vitesse, soit $1320 \text{ Nm}^3/\text{h}$.

2.3.1.5. Stockage des eaux traitées

Avant rejet, les eaux traitées transitent dans une bache de 10 m^3 (voir Figure 9). Des pompes permettent de réutiliser ces eaux dans la file de traitement pour le nettoyage afin de limiter la consommation en eau potable sur le site.

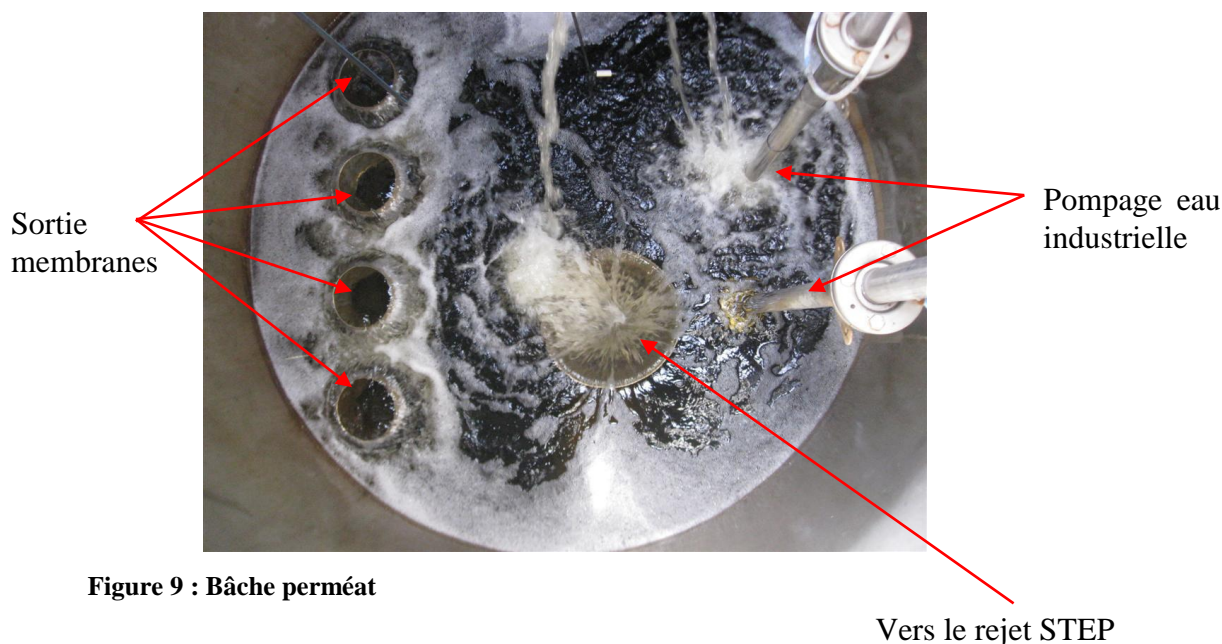


Figure 9 : Bâche perméat

2.3.1.6. Bassin tampon

Le choix a été fait d'utiliser le marnage des bassins (biologiques et membranaires) pour écrêter les pointes de débit. Un volume tampon de 420 m^3 est ainsi disponible (marnage d'environ 1m).

2.3.2. File boues

Pendant les phases de filtration, la concentration en boues dans les réacteurs membranaires augmente, elle est contrôlée par les recirculations vers la zone anoxie, mais reste supérieure aux concentrations dans les autres bassins. Pour bénéficier de cette pré concentration, les boues sont extraites simultanément en fond des deux réacteurs. Les boues extraites sont ensuite centrifugées, chaulées et stockées avant épandage.

Le schéma complet de la file boues est repris Figure 10.

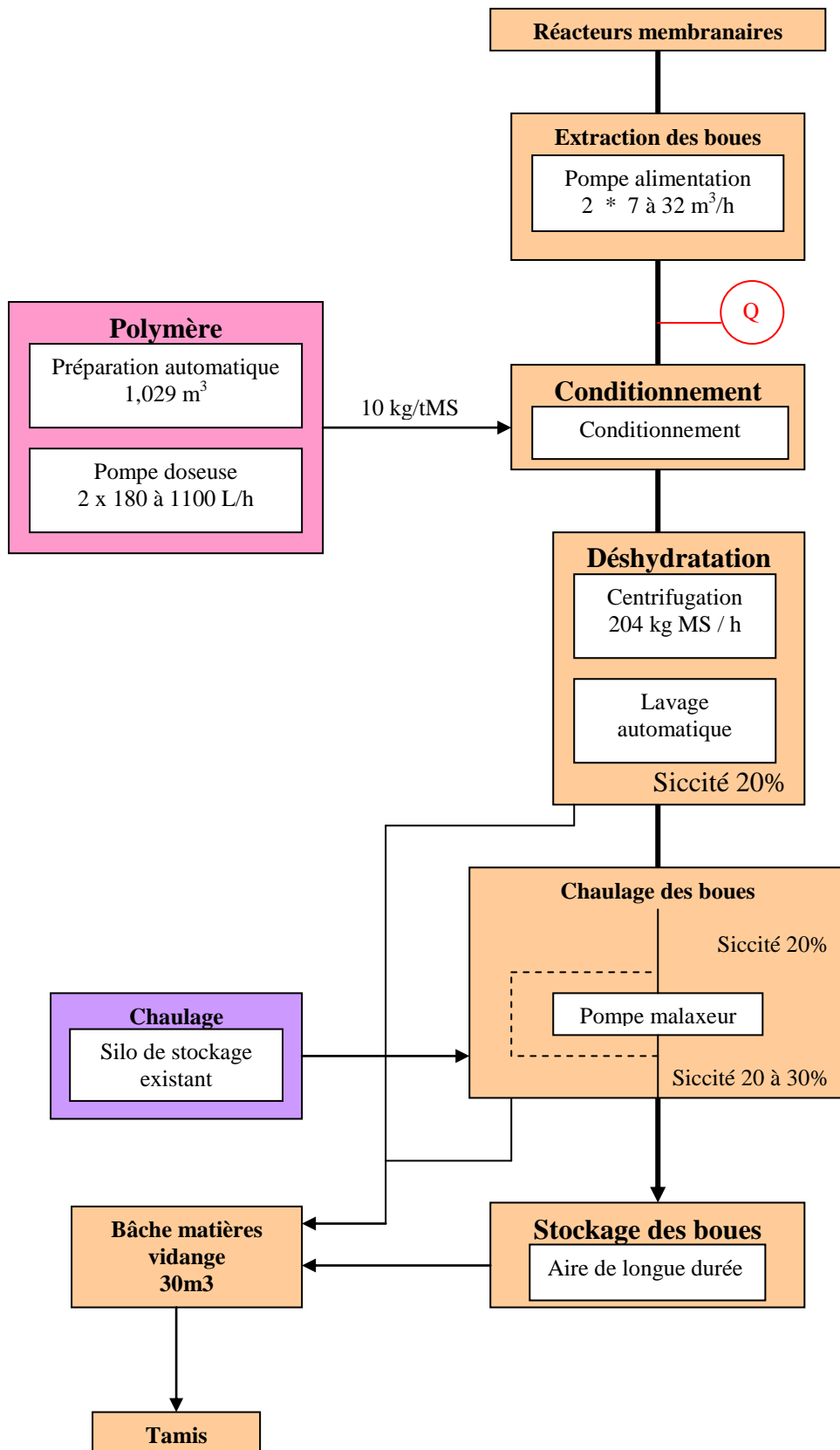


Figure 10 : File boues (schéma Stereau)

2.3.2.1. Traitement des boues en excès

2 pompes d'extraction à fréquence variable alimentent alternativement la centrifugeuse (voir Figure 11).



Figure 11 : Pompes d'extraction des boues

Une injection de polymère est effectuée en entrée de centrifugeuse. Les boues extraites, d'une concentration moyenne de 8 à 9 g/L (concentration dans les réacteurs membranaires) ressortent à une siccité de 20%. Elles sont ensuite chaulées avant d'être stockées à l'extérieur sur une aire couverte (voir Figure 12). La siccité des boues peut alors atteindre 30 %.



Figure 12 : Aire de stockage couverte

Les centrats et eaux de lavage (eau industrielle) sont récupérés au niveau de la bêche des matières de vidanges et renvoyés à l'amont des tamis.

2.3.2.2. Evacuation des boues

Les boues sont évacuées en agriculture 3 fois par an suivant un plan d'épandage. Des analyses sont réalisées dans le cadre de l'autocontrôle sur leur valeur agronomique, la présence d'éléments traces métalliques et organiques.

3. METHODOLOGIE DU SUIVI DE LA STATION

L'installation de Marennes a bénéficié d'un suivi continu d'octobre 2011 à septembre 2012 à l'aide de la supervision en place et du dispositif supplémentaire de transfert de données mis en place par Irstea. Les données historique de la supervision sur l'ensemble de l'année 2010 et 2011 ont aussi été utilisées pour l'étude sur le long terme de paramètres spécifiques comme l'énergie et la perméabilité des membranes.

3.1. Acquisition de données

Irstea a installé sur le site son propre matériel de mesure et d'acquisition¹ de données. L'ensemble du système de saisie de données mis en place par Irstea sur cette installation était télégéré avec des boîtiers PERAX et un transfert des informations deux fois par jour par ligne GSM. Ce système a permis de suivre en continu l'essentiel du process biologique.

Les capteurs complémentaires installés par Irstea sont les suivants :

- Un spectromètre immergé UV-visible² permettant l'acquisition en continu des paramètres DCO et MES en entrée de station, à l'amont du tamis 1 (pas de temps d'acquisition 2 mn). La combinaison de ce signal avec le débit admis sur la station permet de calculer le flux de pollution journalier ;
- un oxymètre³ dans le bassin d'aération (diamétralement opposé à l'oxymètre de la station à 1,00 m de profondeur) avec acquisition des concentrations d'oxygène dissous toutes les 1 mn ;
- Un MESmètre⁴ à 1,00 m d'immersion disposé au milieu du bassin d'aération avec acquisition toutes les 5 mn ;
- Un NH4mètre⁵ dans le bassin d'aération (pas de temps d'acquisition 2 mn) ;
- Un oxymètre⁶ dans le réacteur membranaire n°2 (pas de temps d'acquisition 2 mn).

3.2. Prélèvements

Les échantillonnages sur 24 heures ont été réalisés avec les préleveurs entrée et sortie de la station. Le point de prélèvement en entrée station est situé près de la sonde spectrométrique de façon à pouvoir comparer les flux de pollution calculés à partir des valeurs du capteur (combinaison des débits instantanés et des concentrations) et ceux calculés à partir de l'échantillon moyen prélevé et analysé hebdomadairement. Les matières de vidange sont injectées à l'aval du préleveur mais à l'amont de la sonde spectrométrique.

¹ Marque : PERAX, type : P200Xm

² Marque : S::can, type : cons::tat. Sonde : Specto lyser

³ Marque : Dr Lange type SC200. Sonde : LDO/TM

⁴ Marque : Royce, type : 7011A. Sonde : B

⁵ Marque : Dr Lange type SC200. Sonde : NH4D

⁶ Marque : WTW, type : Ecoline 170. Sonde : sensolytsea

Les différents échantillons collectés sur la station ont été conservés à 4°C. Les échantillons hebdomadaires ont été envoyés par colis isothermes (Emballinfor) au laboratoire d'Irstea Bordeaux. La qualité de l'isolation des colis a été mesurée par le Cemafruid : le coefficient isotherme est 0,482 W/(m².°C) soit une valeur correcte pour un colis isotherme. Après transport par Chronopost (24 heures), les échantillons arrivaient à une température d'environ 8°C.

Les analyses ont été réalisées suivant les normes en vigueur (Tableau 10).

Tableau 10 : Normes utilisées au laboratoire d'Irstea

| Paramètre | Méthode | Paramètre | Méthode |
|------------------|--------------|-------------------------------------|---------------|
| pH | NF T 90-008 | NKJ | NF EN 25663 |
| Conductivité | NF EN 27888 | NH ₄ ⁺ | Micro-méthode |
| DCO | NF T 90-101 | NO ₂ ⁻ | Micro-méthode |
| DBO ₅ | NF EN 1899-1 | NO ₃ ⁻ | Micro-méthode |
| MES | NF EN 872 | Pt et PO ₄ ³⁻ | NF T 90.023 |
| MVS | NF EN 12879 | DCO sortie | Micro-méthode |

3.3. Exploitation des données

Les données utilisées proviennent de la supervision de la station (enregistrements compteurs, capteurs, démarrage-arrêt moteurs, ...) et des capteurs complémentaires installés sur site.

A partir de l'ensemble des données collectées (fonctionnement de tous les appareils, capteurs, ...) et des résultats d'analyse, des bilans massiques journaliers ont été établis sur la totalité de la période de suivi. Les bilans concernent :

- les flux de DCO, MES, Azote et Phosphore en entrée et sortie de l'installation ;
- les masses de boue présentes dans les bassins et les masses de boue extraites ;
- les masses de boues recirculées ;
- les volumes d'air insufflés et les temps d'aération dans le bassin d'aération et dans les réacteurs membranaires ;
- les volumes filtrés et les perméabilités ;
- l'énergie consommée.

Ces informations et ces flux ont ensuite été exploités pour calculer quotidiennement les paramètres de fonctionnement (production de boue, âge de boue, temps de présence d'oxygène, masse d'azote nitrifiée et dénitrifiée,...) et calculer les consommations d'oxygène théoriques (cf chapitre 4.3).

3.4. Fonctionnement du bassin d'aération

Le bassin d'aération (BA) de la STEP de Marennes est un chenal étroit de 3,25 m de large dans lequel l'aération est assurée par 5 raquettes de 63 diffuseurs Oxyflex. Une des raquettes étant proche de l'agitateur, l'automatisme régissant le fonctionnement de ce dernier empêche son fonctionnement simultané avec le surpresseur de l'aération du bassin boues activées.

Cette disposition évite la cavitation au niveau des pales de l'agitateur, mais présente l'inconvénient de nuire au mélange dans le réacteur biologique et conduit à des temps d'aération majorés par rapport à ce qui est nécessaire. En effet, le fonctionnement de l'insufflation d'air provoque des « spiral flow » au dessus de chaque raquette qui réduisent la circulation horizontale de l'eau dans le chenal et rendent ce bassin très hétérogène. Ainsi, les mesures de l'oxygène dissous et du potentiel redox dont les valeurs déterminent le fonctionnement de l'aération (Figure 13 : mesure au point A)

ne sont pas représentatives du volume total du bassin et conduisent souvent à des temps d'aération excessifs. Ce phénomène a pu être bien identifié en mesurant l'oxygène en 2 points diamétralement opposés avec d'une part l'oxymètre de la station (point A) régissant le fonctionnement de l'aération et d'autre part un oxymètre supplémentaire (point B). Les concentrations d'oxygène obtenues sont très sensiblement différentes comme l'indique la Figure 14.

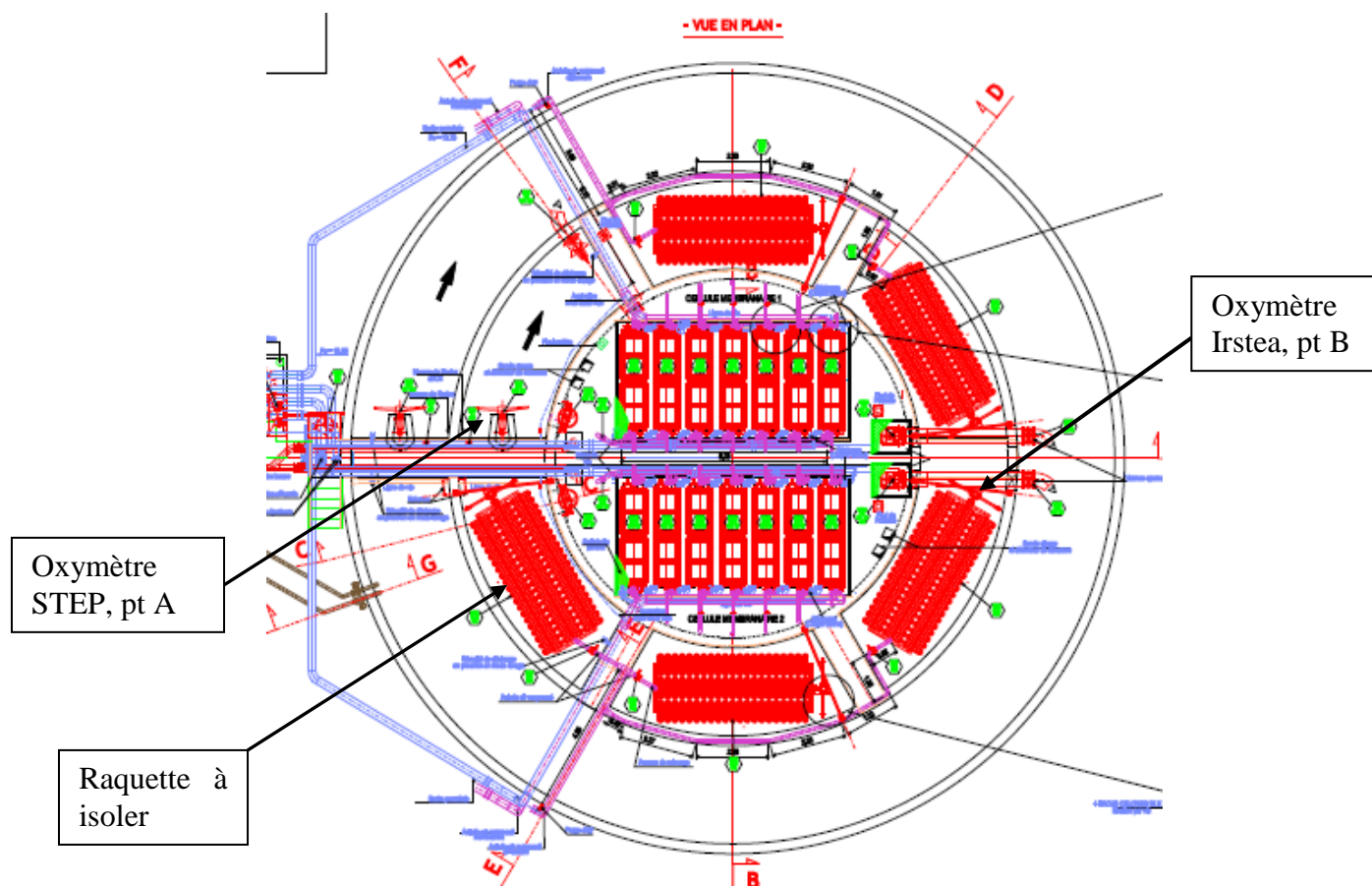


Figure 13 : Plan de localisation des raquettes de diffuseurs et des capteurs d'oxygène

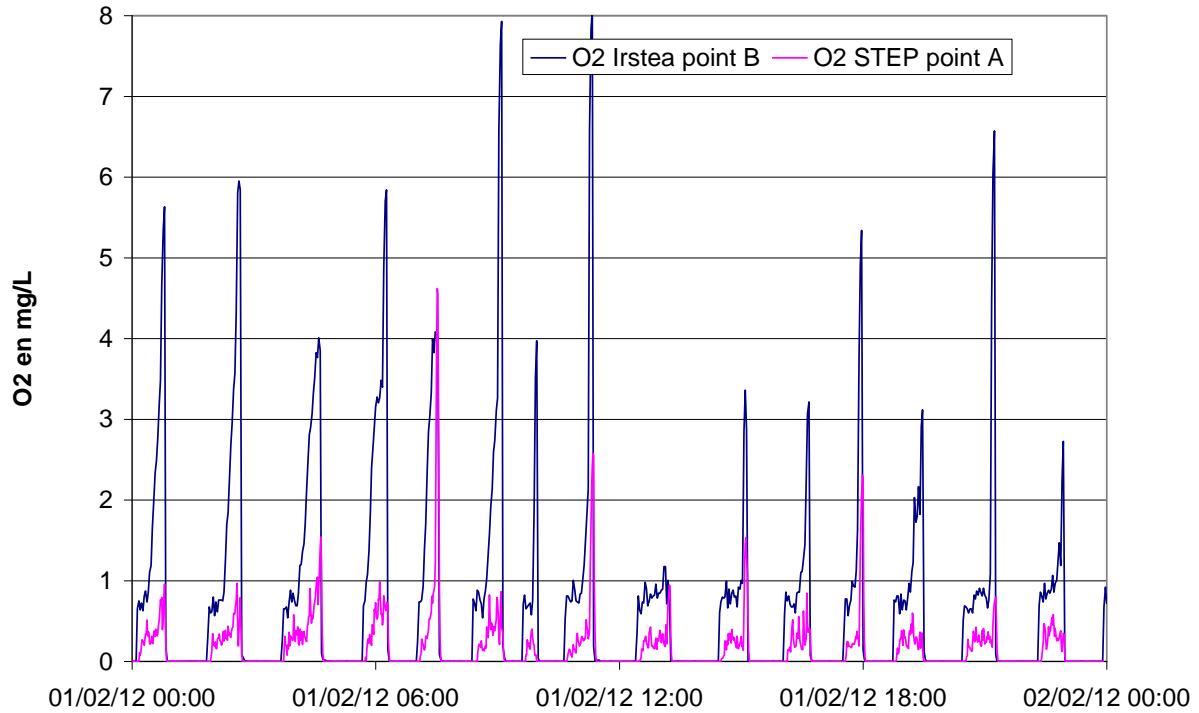


Figure 14 : Comparaison oxymètres aux points A et B

Modification du fonctionnement du bassin d'aération

Afin de pouvoir coupler fonctionnement du surpresseur et de l'agitateur, l'automatisme de la station a été modifié. L'alimentation en air de la raquette la plus proche de l'agitateur a été condamnée et ce dernier a été mis en marche continue à partir du 23 février 2012. Cette configuration a pour effet d'augmenter le débit d'air par diffuseur sur les quatre raquettes restantes ce qui est un facteur pénalisant du transfert d'oxygène, mais est compensé par le gain de transfert dû à la mise en rotation de l'eau (allongement des temps de contact des bulles) et par l'amélioration de la représentativité de la mesure d'oxygène de la STEP qui conduit à la réduction des temps d'aération.

Le transfert d'oxygène en boue a été estimé à partir de l'exploitation de quelques résultats de reoxygénation dans le bassin d'aération. Les résultats sont cohérents avec les valeurs de transfert estimées en eau claire et l'application du coefficient alpha correspondant à la concentration de boue présente (cf chapitre 4.3).

Le tableau ci-après rassemble les résultats estimés de transfert d'oxygène en eau claire pour la situation avec 5 raquettes et les résultats attendus pour 4 raquettes avec l'agitateur en fonctionnement.

Tableau 11 : estimation des kla eau claire en fonction du nombre de diffuseurs en service

| Nb raquettes en fonctionnement | | unité | surpr BA PV | surpr BA GV |
|-----------------------------------|---|--------------------------------------|--------------|--------------|
| | Débit air surpresseur refoulé (données Pedro Gil) | (Nm ³ /h) | 1320 | 3000 |
| 5 raquettes sans agitateur | Nb diffuseurs (5 raquettes) | | 315 | 315 |
| | Débit air par diffuseur | Nm ³ /(diff .h) | 4,19 | 9,52 |
| | Débit surfacique | Nm ³ /(m ² .h) | 17,6 | 40,0 |
| | RO estimation à partir données Irstea | %/m | 4,30 | |
| | AH _{(eau claire) 20°C} évalué | kgO ₂ /h | 74,92 | |
| | k _L a _(eau claire, 20°C) évalué | h ⁻¹ | 13,26 | |
| 4 raquettes sans agitateur | Nb diffuseurs (4 raquettes) | | 252 | 252 |
| | Débit air par diffuseur | Nm ³ /(diff .h) | 5,24 | 11,9 |
| | Débit surfacique | Nm ³ /(m ² .h) | 22,0 | 50,0 |
| | RO estimation à partir données Irstea | %/m | 4,10 | |
| | AH _{(eau claire) 20°C} évalué | kgO ₂ /h | 71,44 | |
| | k _L a _(eau claire, 20°C) évalué | h ⁻¹ | 12,65 | |
| 4 raquettes avec agitateur | Nb diffuseurs (4 raquettes) | | 252 | 252 |
| | Débit air par diffuseur | Nm ³ /(diff .h) | 5,24 | 11,9 |
| | Débit surfacique | Nm ³ /(m ² .h) | 22,0 | 50,0 |
| | RO estimation à partir données Irstea | %/m | 4,70 | 3,85 |
| | AH _{(eau claire) 20°C} évalué | kgO ₂ /h | 81,89 | 152,46 |
| | k _L a _(eau claire, 20°C) évalué | h ⁻¹ | 14,5 | 26,99 |

4. RESULTATS

4.1. Evolution des charges en entrée station

4.1.1. Débits

Le réseau d'assainissement est sensible aux épisodes pluvieux. Les eaux usées admises sur la station sont amenées par une conduite de refoulement groupant 5 postes de relèvement. En cas de surcharge hydraulique, un stockage tampon est prévu par marnage des bassins. Sur les 11 mois de suivi, le débit nominal a été dépassé une fois avec 3 900 m³/j le 28 avril 2012 pour une capacité maximum de 3500 m³/j (voir Figure 15).

La charge hydraulique moyenne d'octobre 2011 à septembre 2012 est de l'ordre de 1400 m³/j, soit 40% de la charge nominale. On note une faible variation saisonnière de la charge hydraulique avec une augmentation estivale d'environ 10% par rapport à la saison hivernale, portant la charge hydraulique à 50% du nominal (du 14/07 au 27/08/2012).

Tableau 12 : Volumes journaliers en entrée station

| | |
|----------------|--|
| Entrée station | Octobre 2011 à septembre 2012 |
| Débit moyen | 1 405 m ³ /j (40% du nominal) |
| Débit minimum | 961 m ³ /j |
| Débit maximum | 3 925 m ³ /j |

Dans le cas d'une surcharge hydraulique ou d'un dysfonctionnement station, un by-pass à l'aval des tamis permet d'évacuer les eaux brutes tamisées vers les lagunes. Pendant la période de suivi, le by-pass a fonctionné à plusieurs reprises (voir Figure 16). En février 2012, deux pannes successives ont conduit à la dérivation des eaux usées. La pointe du 28 avril 2012, au-delà des capacités de la station a été également écrêtée. Hors ces deux incidents, **on constate des by-pass dans des conditions normales de fonctionnement de la station.**

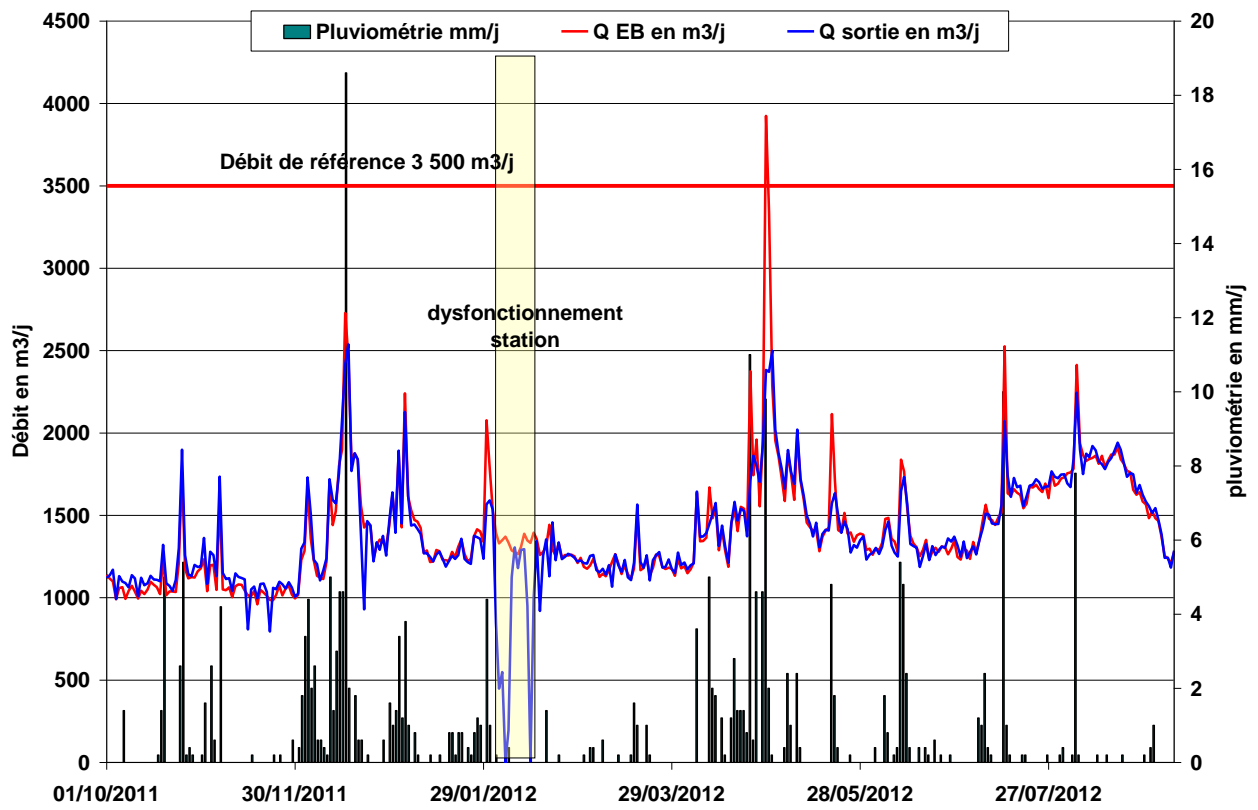


Figure 15 : Evolution des débits journaliers d'octobre 2011 à septembre 2012

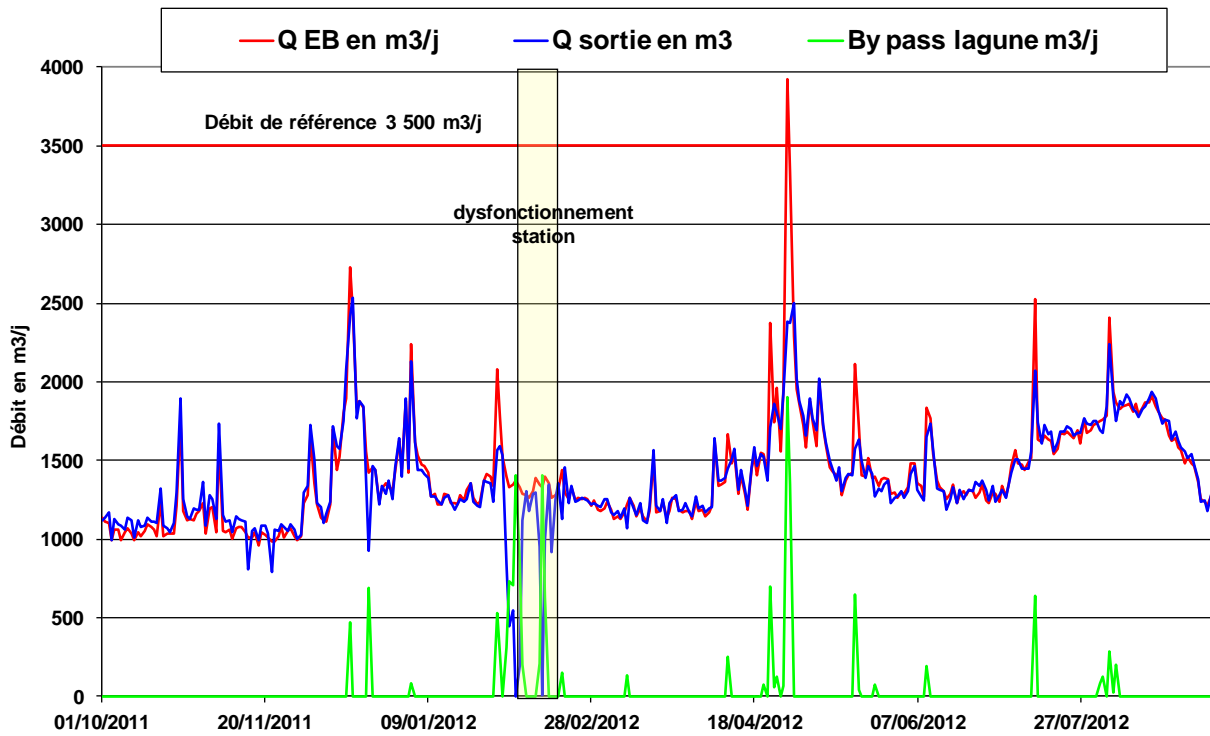


Figure 16 : By-pass des eaux usées tamisées vers les lagunes

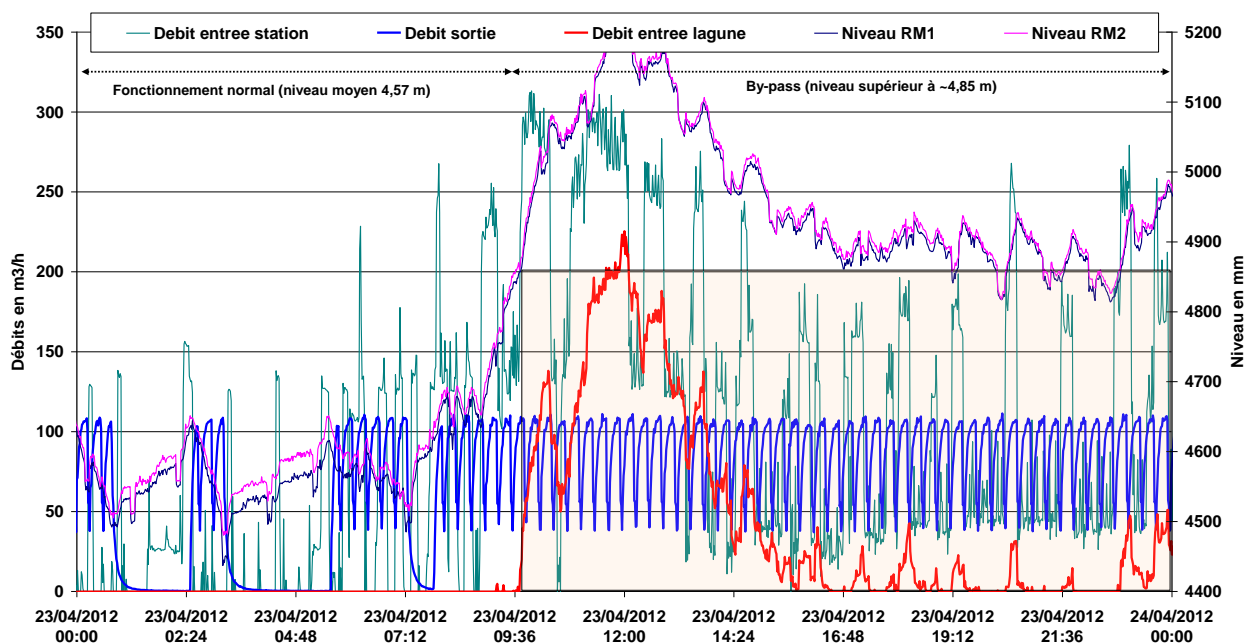


Figure 17 : Fonctionnement du by-pass (détail sur un jour)

Fonctionnement normal

En fonctionnement normal, le niveau d'eau dans la station varie d'environ 0,20 m autour de la cote de 4,57 m.

Quand le débit entrée station augmente, le niveau monte dans la station. Le débit de filtration est alors ajusté par paliers successifs jusqu'à retour à une situation normale.

Cette augmentation de niveau est prévue et limitée à environ 1 m, elle correspond au stockage tampon de 420 m3.

Fonctionnement actuel (Figure 18)

Actuellement, les deux vannes, vers la station et vers les lagunes, sont ouvertes en permanence (vanne vers station bloquée ouverte). Dès que la côte de 4,85 m est atteinte dans la station, on constate un écrêtage du débit vers les lagunes (Figure 17). La capacité tampon entre 4,60 m et 4,80 m ne représente que le quart du volume initialement prévu.

Lorsque le niveau monte dans la station, il n'y a pas augmentation des débits de filtration (Figure 19). Le débit reste fixé à 15 l/h.m², soit environ 120 m3/h de perméat produit, ce qui autorise au mieux 2400 m3/j en sortie de station.

Au final, le volume by-passé vers les lagunes sur la durée du suivi (soit pratiquement 1 an) est de 3,3 % du débit entrée station.

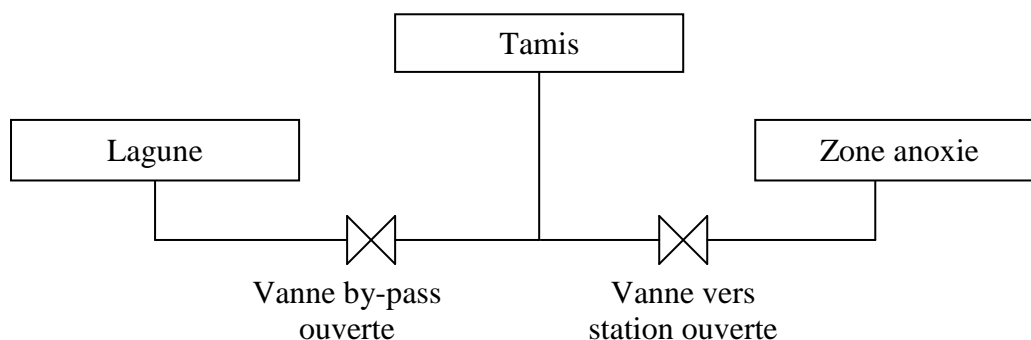


Figure 18 : Vanne by-pass station à l'aval des tamis

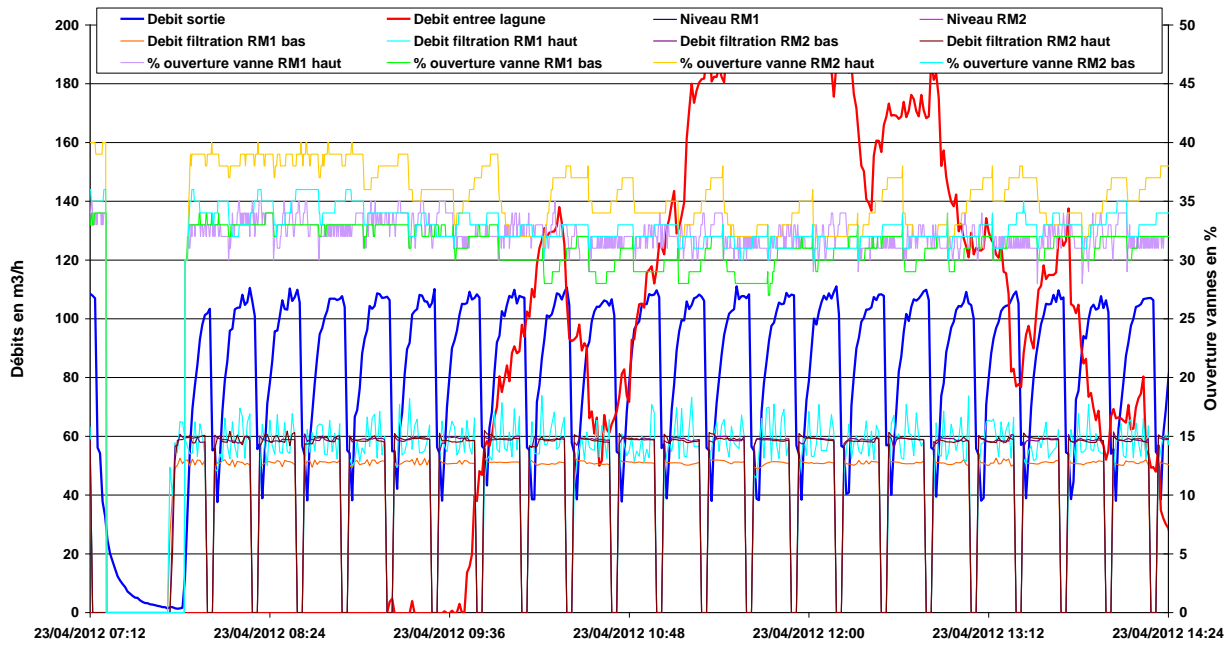


Figure 19 : Débits de filtration (détail d'un jour avec by-pass)

4.1.2. Caractéristiques des eaux usées

4.1.2.1. *DCO et MES en entrée station*

Le spectromètre immergé installé à l'amont des tamis a enregistré en continu les valeurs des concentrations en DCO et MES sur la période de suivi. Le calage du spectromètre est assuré par le résultat des analyses ponctuelles réalisées par Irstea.

On note les variations journalières des concentrations et l'influence des pluies, tant sur le paramètres DCO que sur les MES (Figure 20).

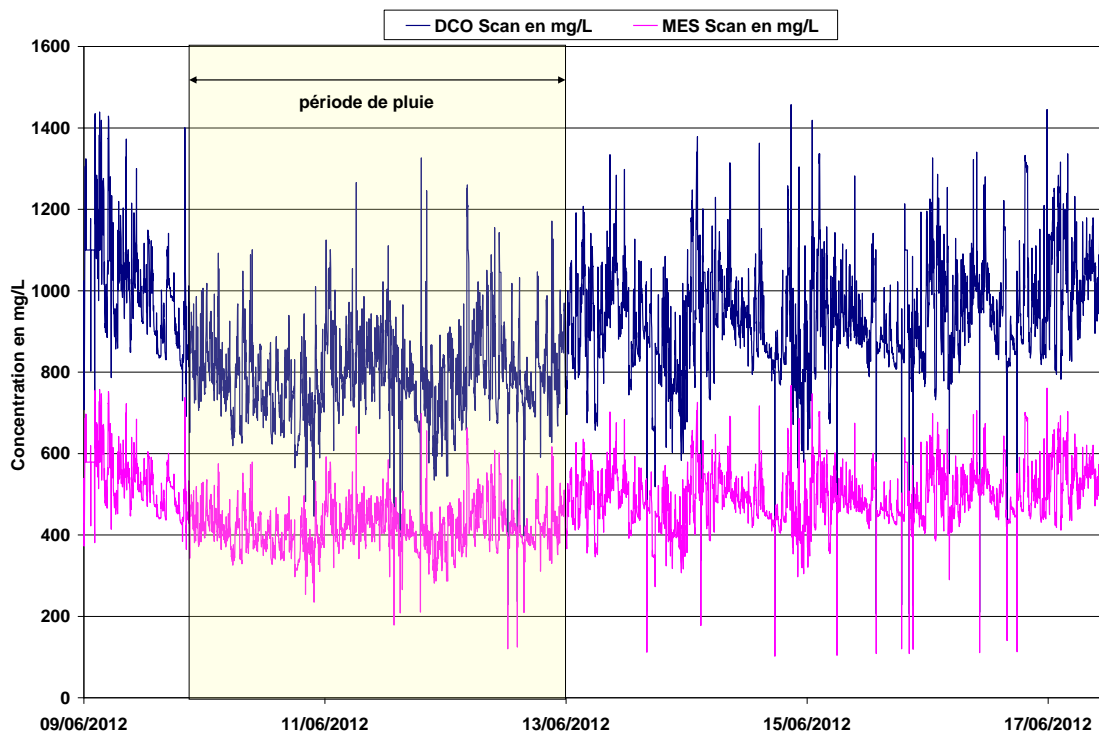


Figure 20 : Evolution des concentrations en DCO et MES en entrée station

La concentration moyenne journalière en DCO est fortement influencée par la pluviométrie. Par temps sec, les valeurs moyennes mesurées sont aux alentours de 1 000 mg/L, alors que l'effet de la dilution par temps de pluie peut faire chuter la concentration sous le seuil des 500 mg/L (voir Figure 21). Ces valeurs sont supérieures aux valeurs retenues pour le dimensionnement de la station, cependant aucune conséquence n'est prévue sur le fonctionnement futur de la station, il semble que les entrées d'eaux parasites soient en diminution par rapport aux prévisions initiales

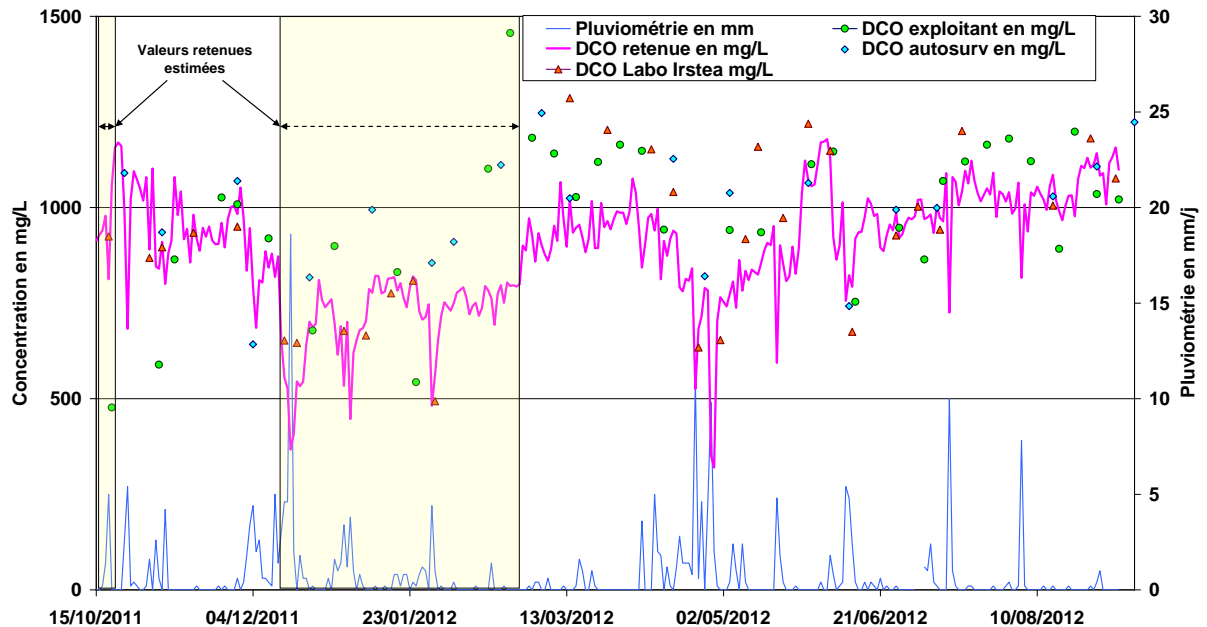


Figure 21 : Concentrations journalières en DCO et pluviométrie

Les flux journaliers en MES et DCO sont calculés à partir des concentrations enregistrées par le spectromètre toutes les deux minutes et des débits d'entrée relevés par la supervision toutes les minutes. Ces flux calculés sont les flux retenus pour les calculs de bilan effectués dans la suite de l'étude du fonctionnement de la station.

Ces flux sont ensuite comparés au bilan 24 heures réalisés à partir du préleveur entrée station pour les valider. 5 sources de données sont croisées :

- les bilans 24 heures de l'exploitant (35 analyses) ;
- les bilans 24 heures de l'autocontrôle (24 analyses) ;
- les bilans 24 heures du laboratoire d'Irstea (39 analyses) ;
- les échantillons ponctuels réalisés par Irstea ;
- les données du spectromètre.

Les valeurs extrêmes ont été considérées comme aberrantes ; elles n'ont pas de justification logique par rapport aux enregistrements du spectromètre, ou par rapport aux consommations d'oxygène de la journée considérée.

On note une bonne cohérence entre les différentes sources de mesures (Figure 22 pour les flux de DCO et Figure 23 pour les MES).

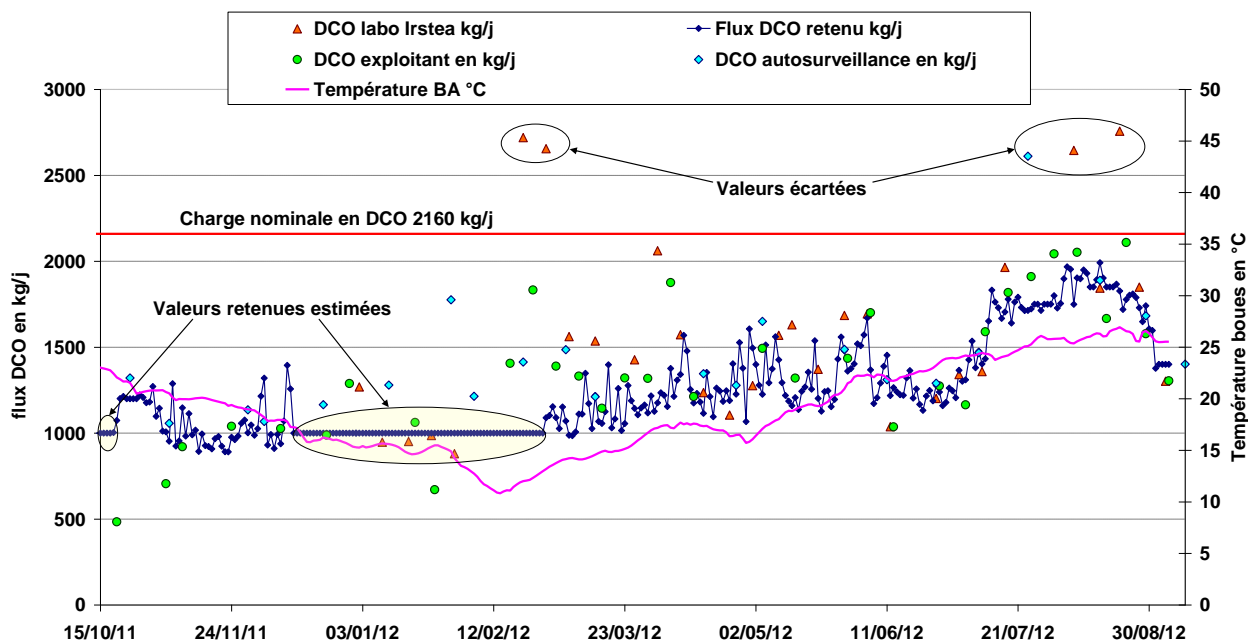


Figure 22 : Flux DCO en entrée station (flux DCO retenu= flux spectro corrigé)

La variation saisonnière de la charge en entrée de station est loin d'être négligeable. On peut distinguer une saison hivernale où les flux sont proches de 50% du nominal pour la DCO (45% pour les MES), et une saison estivale, du 14 juillet au 27 août 2012, où la station est à plus de 80% de sa charge nominale en DCO et 75% en MES (Figure 22 et Figure 23).

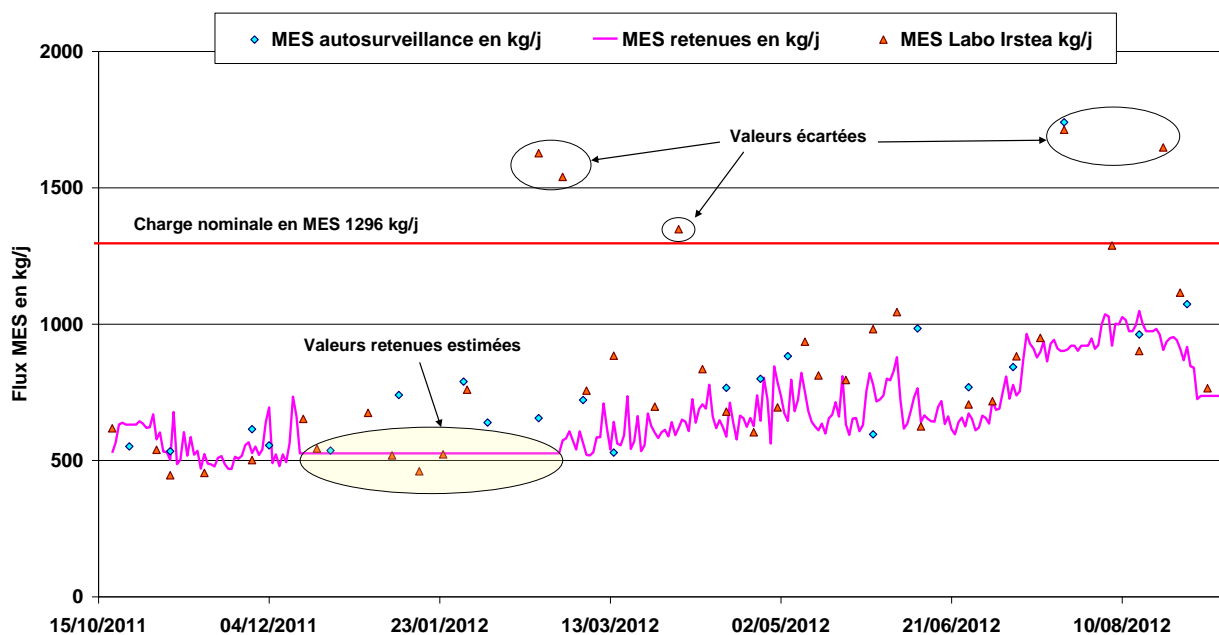


Figure 23 : Flux de MES en entrée station (flux MES retenu= flux spectro corrigé)

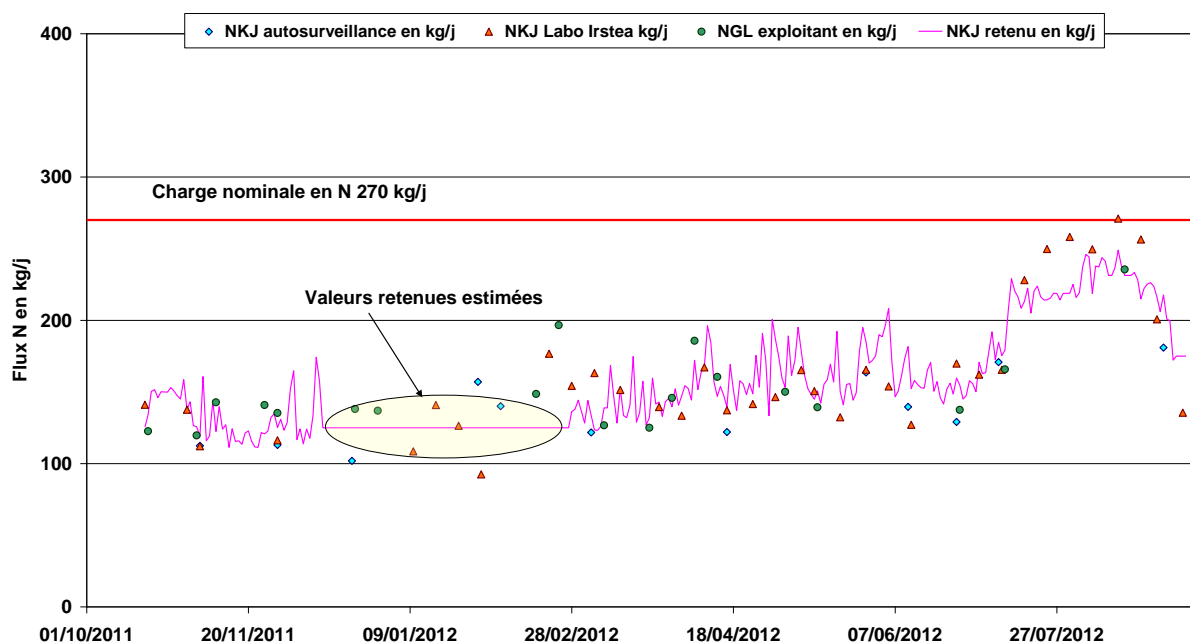
Le tableau suivant reprend les valeurs moyennes des flux relevés en entrée de station pour la DCO et les MES.

Tableau 13 : Flux en DCO et MES

| | Octobre 2011 à septembre 2012 | |
|----------------|-------------------------------------|-------------------------------------|
| Entrée station | DCO | MES |
| Flux moyen | 1 238 kg/j (57% du nominal) | 651 kg/j (50% du nominal) |
| Flux minimum | ~ 900 kg/j (environ 40% du nominal) | ~ 470 kg/j (environ 35% du nominal) |
| Flux maximum | 2000 kg/j (plus de 90% du nominal) | 1050 kg/j (plus de 80% du nominal) |

4.1.2.2. Flux d'azote et de phosphore en entrée station

Les flux d'azote en entrée station sont estimés à partir des résultats des bilans 24 heures et reconstitués à partir des flux de DCO et du ratio DCO/N (Tableau 16), qui reste relativement stable durant la période. Les flux d'azote sont inférieurs au flux nominal, avec toujours l'effet des variations saisonnières (Figure 24). Les maximums enregistrés en été sont proches des 90% du nominal, pour des valeurs moyennes hivernales proches de 50% du nominal (Tableau 14).

**Figure 24 : Flux NKJ en entrée station****Tableau 14 : Flux de NKJ**

| Entrée station | Octobre 2011 à septembre 2012 |
|------------------|-------------------------------------|
| Flux NKJ moyen | 154 kg/j (57% du nominal) |
| Flux NKJ minimum | ~ 111 kg/j (environ 40% du nominal) |
| Flux NKJ maximum | 249 kg/j (plus de 90% du nominal) |

Les apports de phosphore sur la période de suivi varient entre 10 kg/j au minimum et 40 kg/j maximum en été (Figure 25). Le traitement du phosphore n'est pas prévu sur la station, pourtant on observe un rendement d'élimination de plus de 90%, attribuée à la fois à l'assimilation, le chlorure ferrique injecté dans le réseau et la déphosphatation biologique involontairement favorisée par les temps de séjour dans la zone anoxie.

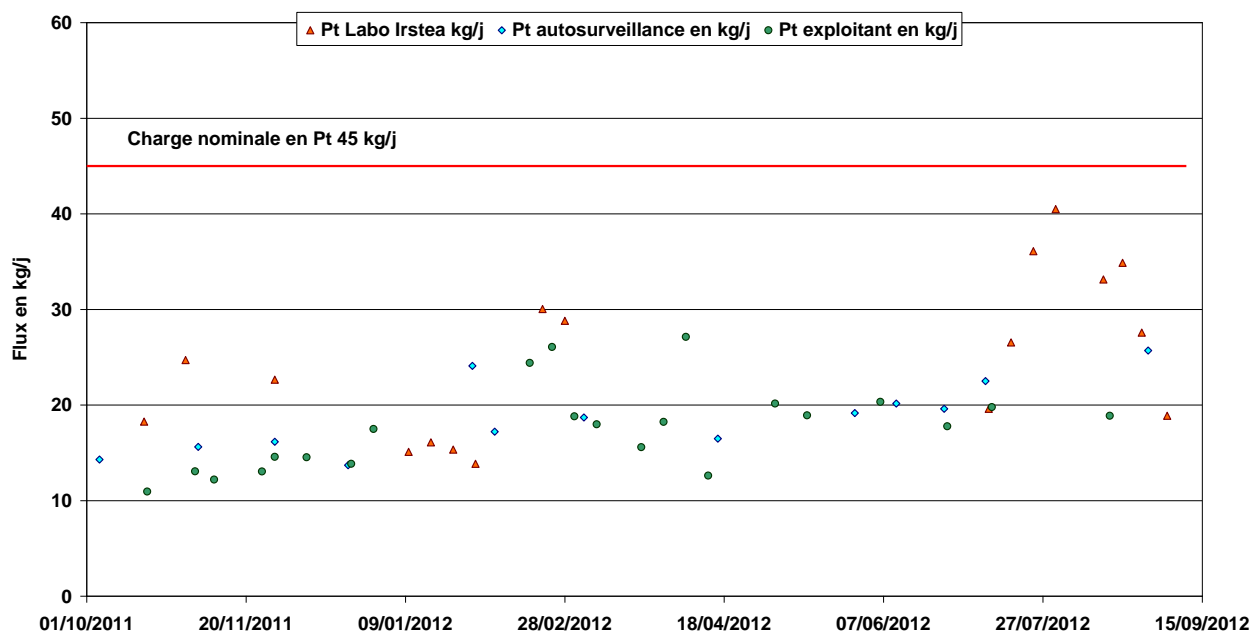


Figure 25 : Flux de phosphore en entrée station

4.1.2.3. Matières de vidange

Les matières de vidanges sont injectées à l’amont des tamis, mais à l’aval du préleveur, donc pas incluses dans les échantillons moyens. Les quantités estimées sont de l’ordre de 8 m³ par jour en 2012, hors déversements sauvages. Il n’y a aucun prélèvement sur ces apports.

A partir des valeurs de concentration par défaut des matières de vidanges (Canler, 2010), on peut évaluer les flux supplémentaires générés en entrée station, et qui sont loin d’être négligeables (cf Tableau 15). Cependant, une grande hétérogénéité des matières de vidange est constatée en fonction de leur provenance (fosse septique, curage de réseau, ...).

Tableau 15 : Apports matières de vidange

| | Concentration par défaut (Canler, 2010) | Flux pour 2 camions (10 m ³) | Surcharge journalière |
|------|---|--|-----------------------|
| DCO | 30g/L | 300 kg/j | ~ 23 % |
| DBO5 | 5,8 g/L | 58 kg/j | ~ 11 % |
| MES | 30 g/L | 300 kg/j | ~ 44 % |
| NKJ | 0,9 g/L | 9 kg/j | ~ 6 % |
| Pt | 0,43 g/L | 4,3 kg/j | ~ 17 % |

Il faut noter que les retours de la centrifugeuse de la file boues transitent par la bâche de stockage des matières de vidange (de l’ordre de 100 m³ par jour pour une bâche de 30 m³). Leur volume est tel qu’il entraîne le lessivage de la bâche, ne permettant pas d’envisager le stockage des matières de vidange pour une injection dans la file biologique pendant les périodes creuses.

4.1.2.4. Principaux ratios en entrée station

Les principaux ratios relevés en entrée de station correspondent aux caractéristiques d’une eau usée urbaine classique (Tableau 16).

Tableau 16 : Principaux ratios de l'effluent d'entrée station

| Entrée station | Octobre 2011 à septembre 2012 | Valeurs par défaut (Stricker et Héduit, 2010) |
|----------------------|-------------------------------|---|
| DCO/DBO ₅ | 2,4 | 2,4 |
| DCO/MES | 1,9 | 1,9 |
| % MVS | 88 | - |
| DCO/NKJ | 8 | 10 |
| DCO/Pt | 68 | 70 |

4.2. Analyse du fonctionnement

4.2.1. Production de boue

La production de boues globale sur la période est déterminée par la quantité cumulée de boues extraites, corrigée de la variation de masse de boues présente dans la station. Cette production globale est ensuite rapportée au flux global de DCO éliminé sur la même période pour obtenir la production de boue spécifique exprimée en kg MES / kg DCO éliminé.

Les boues sont extraites en fond de chacun des deux réacteurs membranaires. Leur concentration en MES peut varier dans le temps en fonction des cycles de filtration.

Pendant les phases de filtration, les réacteurs sont agités par l'air membrane, le mélange est considéré comme homogène. La variation de concentration résulte alors à la fois de l'extraction du perméat qui entraîne une augmentation de la concentration en boues et de la recirculation qui a l'effet inverse (Figure 26).

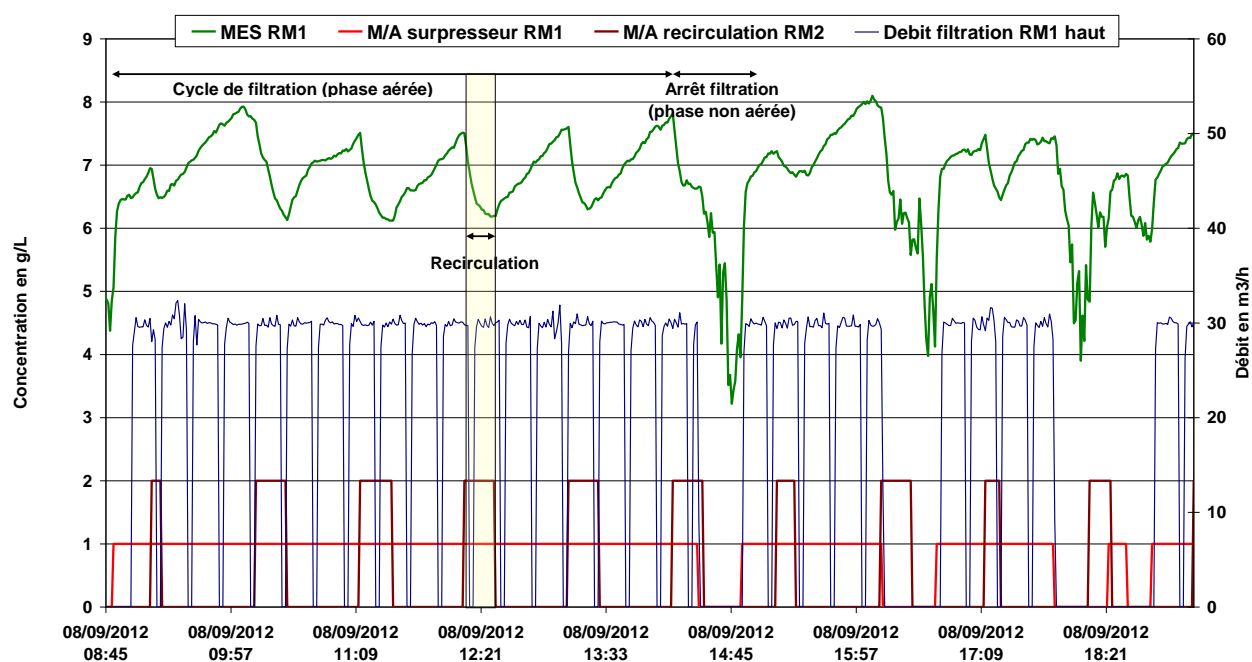


Figure 26 : Evolution de la concentration en boues dans les réacteurs membranaires

Hors filtration, le bassin n'est pas aéré ni agité, les boues décantent et la concentration en MES à l'extraction est difficilement extrapolable.

Dans ces conditions, la concentration en boues retenue pour évaluer les quantités de boues extraites est la moyenne journalière des valeurs constatées pendant les périodes où le mélange est homogène, soit pendant les phases de fonctionnement de l'aération membrane.

La production de boues a été estimée par deux méthodes différentes :

1 - A partir de l'augmentation de la masse totale de boue pendant une période sans extraction ;
 La masse de boues accumulée est mesurée dans la station pendant une période suffisamment longue pour être significative. Une période de 13 jours sans aucune extraction (du 20/01/2012 au 01/02/2012) a été retenue et a conduit à un résultat de **0,36 kg MES/kg DCO éliminé** (voir Figure 27).

La concentration en MES dans le bassin d'aération est passée de 7,8 à 10,4 g/L pendant cette période, avec un âge de boues moyen (SRT) de 44 jours.

2 - A partir des quantités de boues extraites des réacteurs membranaires ;

Du 18/02/2012 au 05/09/2012, on obtient ainsi **0,38 kg MES/kg DCO éliminé**.

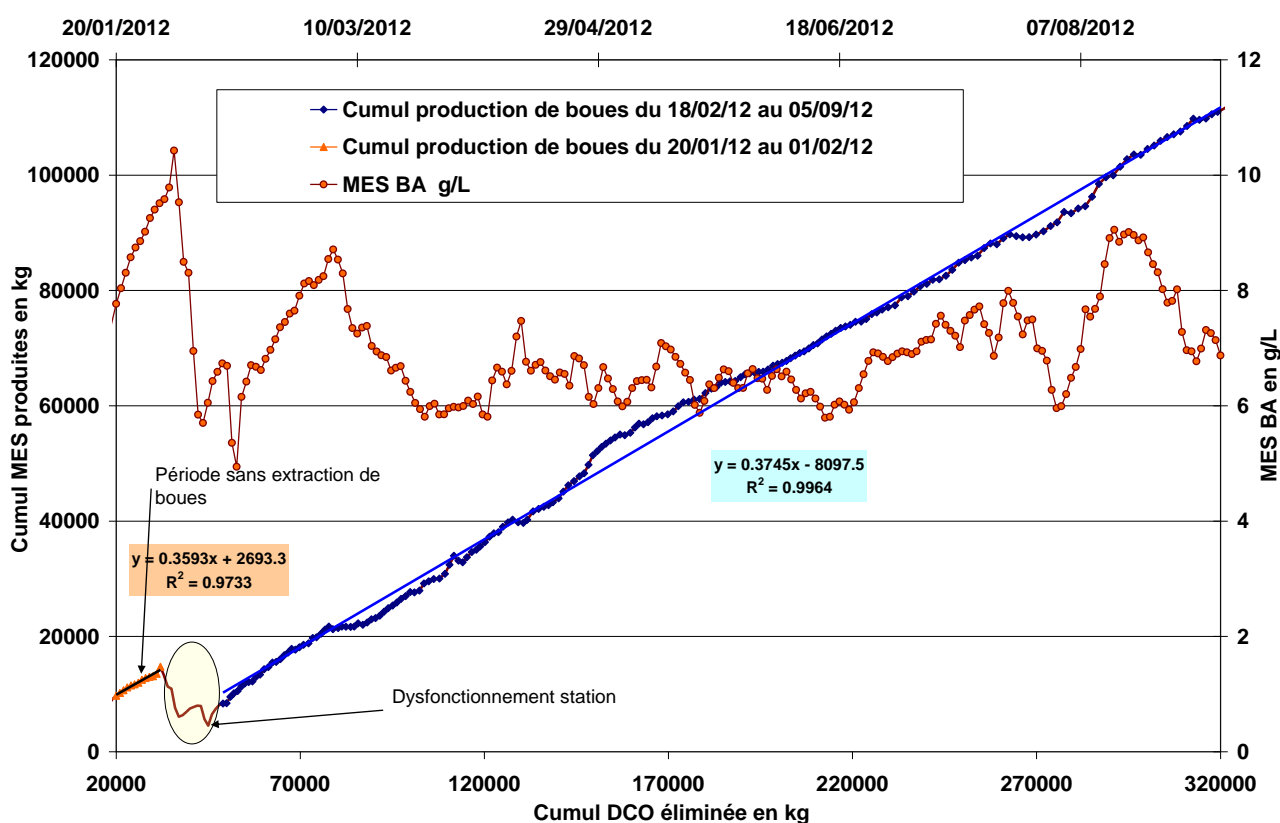


Figure 27 : Production de boues

In fine, les résultats obtenus par les deux méthodes sont très proches, la valeur retenue pour l'ensemble de la période est de **0,38 kg MES/kg DCO éliminé**.

Une part négligeable de cette production provient de boues physico-chimiques liées à l'introduction de chlorure ferrique sur le réseau (évaluée à environ 3%, cf annexe 2). Le résultat obtenu la station de Marennes est comparable à la production de boues biologiques rencontré sur d'autres installations, entre 0,26 à 0,43 kg MES/kg DCO éliminé (Racault, 2010).

4.2.2. Paramètres de fonctionnement

La connaissance en continu des paramètres de fonctionnement de la station à partir des données de la supervision et de nos propres capteurs a permis de calculer pour chaque jour les paramètres conventionnels de traitement.

La concentration en boues dans le bassin d'aération évolue pendant la période entre 5,8 et 9,1 g/L (Figure 28). Parallèlement, la charge organique relativement stable en hiver a fortement augmenté pendant la saison estivale.

La charge massique a donc évolué de façon inversement proportionnelle à la concentration en boues pour augmenter en juillet-août avec l'accroissement de charge. A une concentration en boues de 8 g/L, elle est passée de 0,04 à 0,08 kgDBO₅/kgMVS.j en été. Le taux de MVS moyen sur la période de suivi est de 79 %.

Les temps de séjour hydrauliques évoluent entre un et deux jours ; les débits entrée station sont influencés ponctuellement par les épisodes pluvieux, mais également en été par l'augmentation de la population.

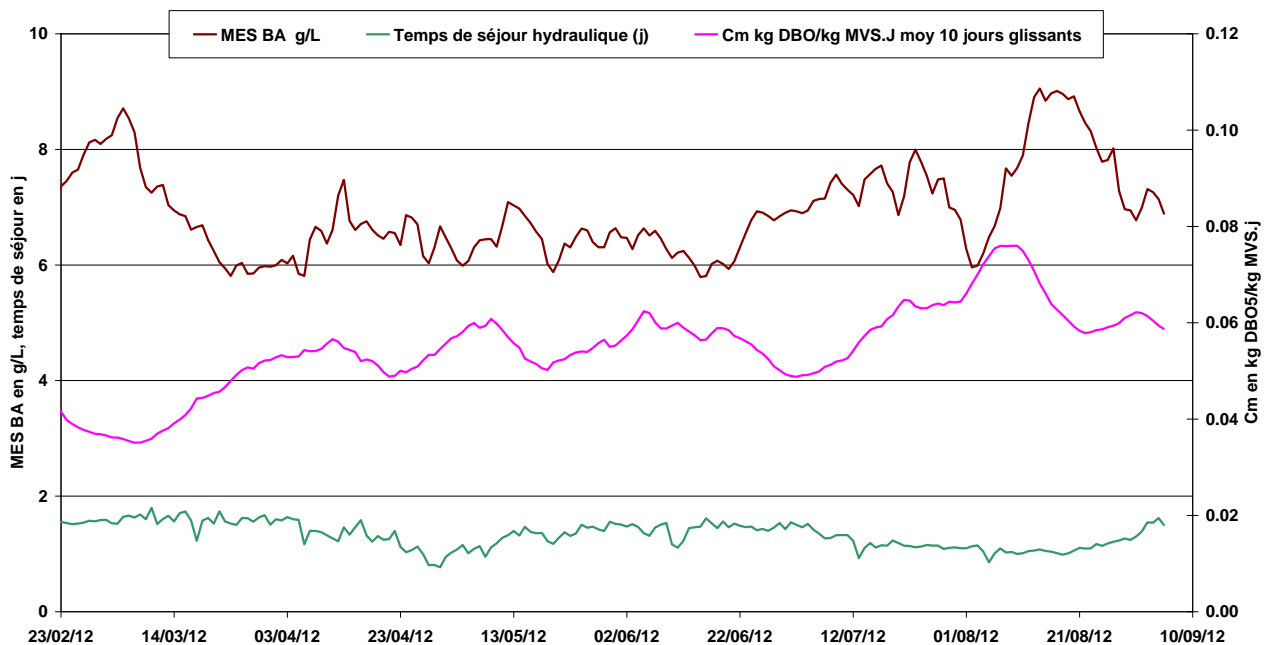


Figure 28 : Evolution de la concentration en boues et de la charge massique

Les âges de boues sont liés à la quantité de boues présente dans la station et à la charge admise. On constate une baisse de l'âge de boues, de 40 à 20 jours, avec l'augmentation estivale de la charge entrée et de la production de boues (Figure 29) sans influence sur la qualité du rejet.

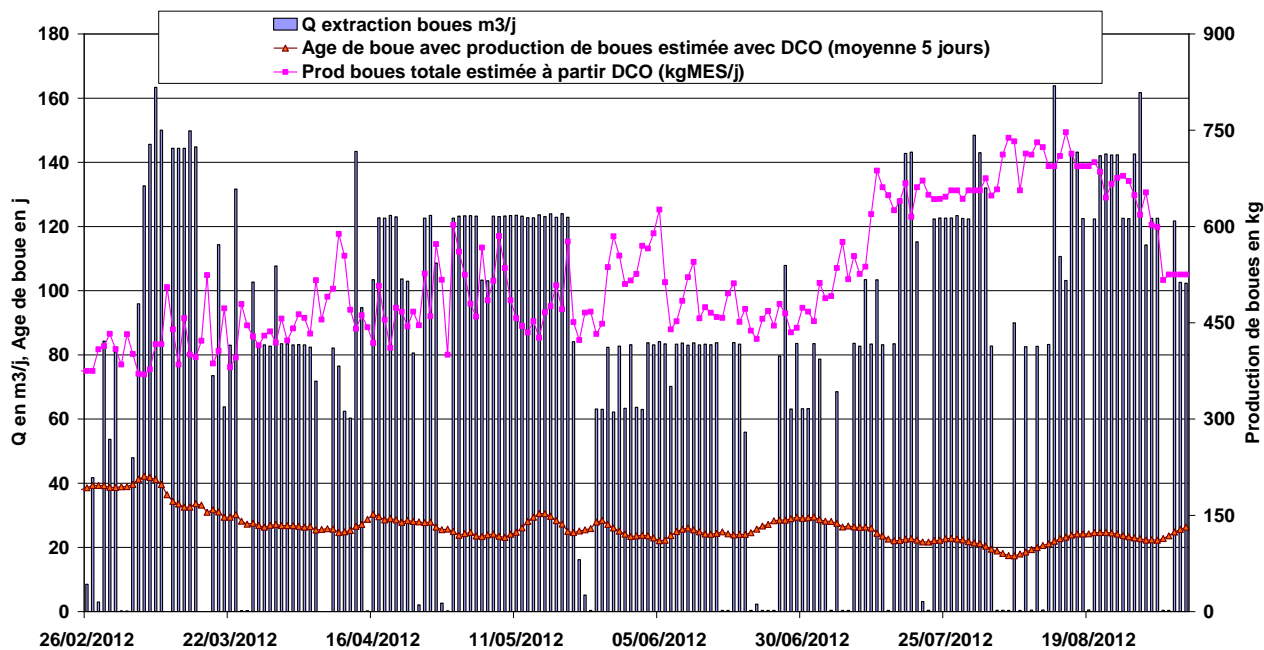


Figure 29 : Production de boues et âge de boues

Les principales conditions de fonctionnement couvrant le suivi détaillé d'Irstea sont rassemblées dans le Tableau 17.

Tableau 17 : Paramètres de fonctionnement

| | Période du 01/01/2012 au 05/09/2012 | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-------|--------------|
| | mini | maxi | moyenne |
| Température (°C) | 10,8 | 26,9 | 19,1 |
| Concentration boues BA (g/L) | 5,8 | 9,1 | 6,9 |
| MVS (%) | 74,7 | 80,7 | 78,7 |
| Cm en kgDBO ₅ /(kgMVS.j) | 0.031 | 0.083 | 0,055 |
| Age de boue (j) | 17 | 42 | 27 |
| Temps de séjour hydraulique (j) | 0,8 | 2,1 | 1,4 |

4.2.3. Caractéristiques biologiques des boues du bassin d'aération

4.2.3.1. Observations macroscopiques

L'évolution de l'indice de boue est présentée dans la Figure 30. Cet indice assez stable n'indique pas de problème important de décantation malgré la présence relativement importante d'organismes filamenteux (comme l'indique le paragraphe suivant).

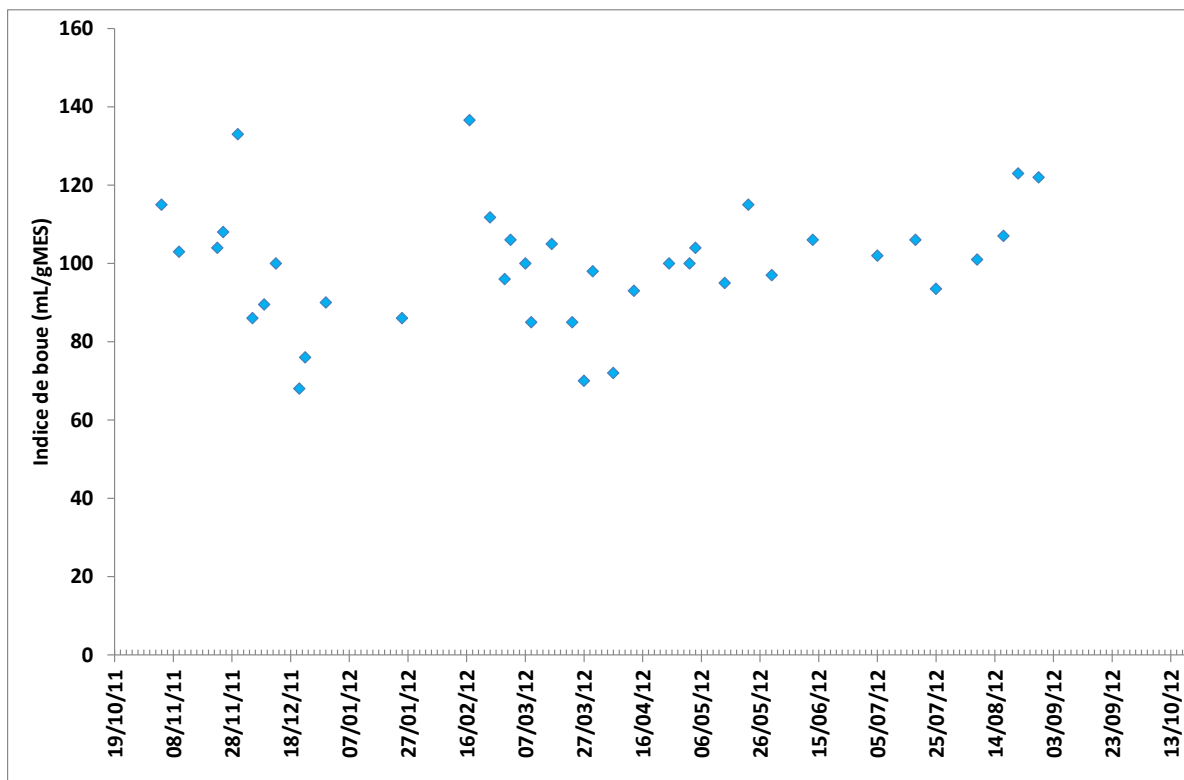


Figure 30 : Evolution de l'indice de boue

4.2.3.2. Observations microscopiques

De multiples observations microscopiques de prélèvements ponctuels de boue (du 20/10/11 au 12/9/12) dans le bassin aéré, le réacteur membranaire 2 (RM2), et en surface des capteurs d'Irstea ont été ajoutées au protocole initial. Elles se sont révélées utiles pour comprendre l'évolution de l'indice de boue, de la qualité du floc, de la microfaune présente et pour identifier les organismes qui étaient contenus dans les biofilms repérés sur les capteurs d'Irstea.

Observations microscopiques des boues

Les boues présentes dans la boue activée ou le bioréacteur à membrane n°2 sont très proches (flocs, microfaune, organismes filamenteux). Globalement sur tout le suivi, la microfaune présente confirme le fonctionnement de cette installation dans le domaine de la faible charge massique (aération prolongée) avec des âges de boues élevés, et une présence conséquente d'oxygène dissous.

Des organismes filamenteux sont présents dans et autour des flocs. L'indice filamenteux (If) permet d'apprécier de façon subjective l'abondance des filaments présents dans les boues (échelle de 0 à 6 en annexe 3). L'If global de ces boues fluctue entre 3 et 5 suivant la période. Nous constatons que ces organismes ont un faible impact sur la dégradation de l'indice de boue. Le filament dominant est *Microthrix parvicella* et les filaments les plus fréquents sont le type 0092 et le type 0803. Ces individus filamenteux confirment également le fonctionnement dans le domaine de la faible charge massique (aération prolongée).

Il faut noter la présence de quelques individus bioindicateurs de septicité. Il faudra être vigilant concernant les différentes sources de septicité au sein de cette installation (réseau, matières de vidanges, dépôts dans les bassins, phase d'anaérobiose dans la zone d'anoxie).

L'eau interstitielle est chargée de spirochètes, de quelques bactéries filamenteuses libres (fragments de Mycolata) et de rares bactéries libres.

Les colorations cytoplasmiques ont mis en évidence dans les floes, la présence significative d'amas de biomasse stockant des polyphosphates, confirmant la présence d'une déphosphatation biologique involontaire dans cette installation.

Observations microscopiques du biofilm

Les capteurs mis en place par Irstea dans les bassins ont été colonisés par deux types de biofilm.

Le capteur NH₄ placé dans le bassin d'aération a été colonisé par un biofilm gluant et blanchâtre (mi avril et début juin). Ce biofilm était constitué en juin (pas d'observation en avril) presque uniquement de protozoaires péritriches (*Epistylis rotans*). Dans les boues activées leur développement est généralement corrélé à de longues périodes d'anoxie associées dans l'ensemble à une fourniture d'oxygène suffisante. Le même type de biofilm avait été identifié lors du suivi par Irstea d'un autre BRM du même constructeur.

Autour de la sonde oxymétrique du réacteur membranaire 2 un biofilm (substance gluante, colorée rouge) s'est développé après un mois d'immersion du capteur et a été mis en évidence à plusieurs reprises. Ce biofilm est constitué principalement d'une biomasse très dense d'Oligochètes (jamais observée auparavant par Irstea), individus (de quelques mm) que l'on ne retrouve ni dans la liqueur du RM2 ni dans le BA. Ce qui laisse supposer que les parois et membranes peuvent être aussi colonisées par ce métazoaire. Généralement les Oligochètes se développent dans les boues activées à âge de boue élevé, bien stabilisés et de très faible charge. Ils sont indicateur d'une bonne qualité de l'eau de sortie, d'une sur-oxygénation et de la présence de nitrates. Ils sont connus pour dévorer la biomasse et les protozoaires et donc minéraliser les boues. On les retrouve en quantité considérable dans les lits bactériens et les lits à cultures fixées (Vedry, 1996). Il a été noté que ces individus Oligochètes adultes sont peu évacués lors des lavages de biofiltres immergés parce qu'ils s'accrochent aux supports au moyen de leur corps enveloppant et au moyen de leurs faisceaux de petits crochets. Leurs excréments sont évacués dans l'eau.

Si la présence de ce métazoaire était confirmée sur les membranes, son impact sur le colmatage pourrait ne pas être négligeable (Menniti, 2010).

4.3. Capacité d'oxygénation des systèmes d'aération

L'aération est un poste de consommation énergétique particulièrement important dans les bioréacteurs à membrane du fait de la présence de deux sources d'aération : les fines bulles dans le bassin d'aération et les grosses bulles dans les réacteurs membranaires. Par ailleurs, la concentration élevée des boues dans les bioréacteurs à membrane agit fortement sur le transfert d'oxygène et la connaissance des performances du système d'aération est un point très important de conception et d'exploitation.

4.3.1. Transfert en eau claire

Aucune mesure n'a été réalisée en eau claire et les transferts ont du être **estimés** à partir de courbes établies par Irstea dans des conditions proches. Pour estimer les apports d'oxygène en eau claire, on a donc utilisé les données de l'installation disponibles : caractéristiques des compresseurs, configuration des diffuseurs d'air dans les bassins et caractéristiques des agitateurs (FNDAE n°31).

4.3.2. Mesures du transfert en boues par la méthode de réoxygénation

Pour évaluer l'apport d'oxygène en boue, nous avons utilisé les données d'oxygène dissous enregistrées lors de séquences de réoxygénation sélectionnées, le plus souvent en fin de nuit, période où la charge organique reçue est très faible ce qui induit une respiration relativement constante.

La méthode consiste à suivre l'évolution de la concentration en oxygène dissous dans le bassin d'aération pendant une phase de réoxygénation des boues en vérifiant que la respiration a peu varié entre le début et la fin de la séquence. Dans les conditions idéales, avec respiration constante, l'aération est mise en fonctionnement continu jusqu'à obtention d'un palier correspondant à la concentration d'équilibre. L'évolution de la concentration en oxygène dissous lors de la phase de réoxygénation s'exprime alors par l'équation suivante :

$$\frac{dC}{dt} = K_L a' (C_s^* - C)$$

Avec,

C = Concentration en oxygène dissous

$K_L a'$ = Coefficient de transfert d'oxygène en boues

C_s^* = Concentration de saturation apparente d'oxygène dissous à l'équilibre

Afin de s'assurer que la respiration a peu varié, on la mesure immédiatement avant et après la séquence de réoxygénation en utilisant les données d'oxygène dissous du bassin d'aération, surpresseur à l'arrêt et agitation en fonctionnement. Pour éviter de biaiser la mesure du coefficient de transfert calculé par cette méthode, il est recommandé d'utiliser des courbes de réoxygénation succédant à une période où la concentration d'oxygène dissous n'est pas redescendue à une valeur nulle. La demande en oxygène peut en effet être plus importante après une période d'anoxie et modifier sensiblement la courbe de réoxygénation.

Dans le cas du bassin d'aération du BRM de Marennes, les conditions de respiration lors des séquences de réoxygénation ne sont pas idéales car on ne peut pas réguler le flux polluant admis (donc la respiration) et par ailleurs les courbes utilisables démarrent souvent à une concentration d'oxygène dissous nulle. En conséquence, les valeurs de coefficient de transfert calculées ne constituent qu'une estimation.

4.3.3. Validation par la méthode des bilans massiques

La méthode des bilans permet la validation des données (sur une base journalière) par la confrontation entre d'une part la demande en oxygène calculée à partir des flux de DCO et d'azote et d'autre part la fourniture en oxygène calculée à partir des transferts en oxygène des dispositifs d'aération et des concentrations en oxygène dissous mesurées dans les bassins.

Calcul de la demande en oxygène

La consommation d'oxygène de l'ensemble de l'installation peut se calculer en utilisant des bilans massiques sur la DCO et l'azote (Figure 31) sur une série de plages de temps de 24h. Les équations sont adaptées des équilibres en état stationnaire avec ajout d'un terme de variation de masse. La consommation totale d'oxygène (CO_{tot}) est la somme de l'oxygène utilisé pour l'oxydation de la matière organique (CO_{DCO}) en conditions aérobies et pour l'oxydation de l'azote (CO_{Nox}). CO_{DCO} est la différence entre la DCO oxydée ($DCO_{ox,tot}$) et la DCO utilisée pour la dénitrification ($DCO_{ox,DN}$).

$$CO_{tot} = CO_{DCO} + CO_N = DCO_{ox,tot} - DCO_{ox,DN} + CO_{Nox} \quad [kg O_2/j] \quad Eq. (1)$$

Sur une période de 24h, la variation de masse de la DCO sur la totalité du système (ΔM_{DCO}) peut s'écrire de la manière suivante:

$$\Delta M_{DCO} = DCO_{inf} - DCO_{eff} - DCO_{Extraction} + DCO_{XA} - DCO_{ox,tot} \quad [kg DCO/j] \quad Eq. (2)$$

DCO_{XA} , petite fraction du total, correspond à la DCO introduite dans le système par la croissance des bactéries autotrophes qui utilisent le CO_2 comme source de carbone. Elle est proportionnelle au flux d'azote nitrifié selon l'équation 3.

Les flux nitrifiés et dénitrifiés (N_{OX} and N_{DN}) sont obtenus à partir d'un bilan sur l'azote en état non stationnaire.

$$DCO_{XA} = Y_A N_{ox} \quad \text{avec le rendement } Y_A = 0,24 \text{ g DCO/g Nox} \quad Eq. (3)$$

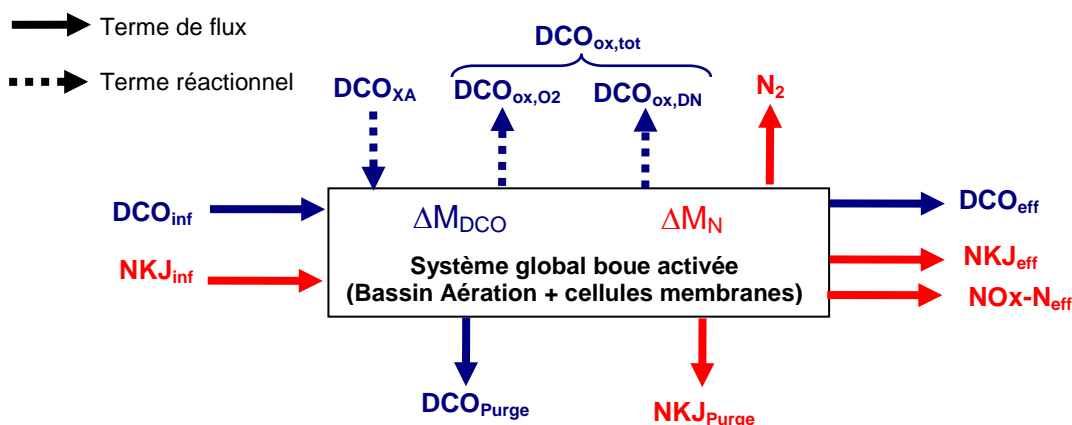


Figure 31 : Principe du bilan de masse sur la DCO et l'azote

La production journalière de boue (PB_{MES}) a été calculée en additionnant la masse de boue extraite depuis les réacteurs membranaires à la variation de la masse totale de boue dans le système « bassin d'aération + réacteurs membranaires ». Le tracé de la production de boue cumulée en

fonction de la DCO cumulée introduite a permis de dégager une production de boue spécifique (Y_{PB}) (Figure 27). Convertie en DCO, la production de boue (PB_{DCO}) est exprimée comme suit :

$$PB_{DCO} = DCO_{Purge} + \Delta M_{DCO} = (DCO:MVS) \cdot (MVS:MES) \cdot Y_{PB} \cdot DCO_{inf} \quad [kg \text{ DCO}/j] \quad \text{Eq. (4)}$$

La consommation journalière finale est obtenue en combinant l'équation 1 avec l'équation 4:

$$CO_{tot} = DCO_{inf} - DCO_{eff} - PB_{DCO} + Y_A N_{ox} - 2,86 \cdot N_{DN} + (4,57 - Y_A) \cdot N_{ox} \quad [kg \text{ O}_2/j] \quad \text{Eq. (5)}$$

Fourniture en oxygène

Pour calculer l'oxygène transféré par l'ensemble de l'air introduit dans le système en boue (AH'_{tot}) il faut prendre en compte l'oxygène transféré par les fines bulles (FB) dans le bassin d'aération (AH'_{FB}) et l'oxygène transféré par les grosses bulles (GB) dans l'ensemble des réacteurs membranaires (AH'_{GB}). Les deux AH' (FB et GB) varient avec la concentration en boue présente dans chacun des bassins. Le calcul des transferts fait appel aux conditions opératoires présentes dans les différents bassins (temps d'aération, débit d'air, concentration en boue, concentration moyenne d'oxygène lors de la marche des suppresses, ...).

La demande en oxygène du système peut alors être confrontée à la fourniture d'oxygène pour valider l'ensemble des données.

4.3.4. Estimation des transferts d'oxygène

Partant des débits d'air théoriques délivrés par les surpresseurs et des conditions d'insufflation d'air (type de diffuseur, profondeur d'immersion, vitesse de l'eau dans le chenal, ...) il est possible d'estimer les rendements d'oxygénation en eau claire et les coefficients de transfert dans le bassin d'aération et dans les cellules membranaires (Tableau 18) (FNDAE n°31).

Tableau 18 : Caractéristiques de l'aération et du transfert d'oxygène en eau claire dans le bassin d'aération et les réacteurs membranaires

| | Bassin aération Surpresseur PV | Bassin aération Surpresseur GV | Réacteur membrane 33 Hz | Réacteur membrane 50 Hz |
|---|-----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Débit air (Nm ³ /h) | 1320 | 3000 | 1285 | 2000 |
| Rendement oxygénation (%) | 4,7 ⁽¹⁾ | 3,85 ⁽¹⁾ | 2,1 | 1,9 |
| $K_{La_eau \text{ claire } 20^\circ C}$ (h ⁻¹) | 14,5 | 26,5 | 14,7 | 20,6 |

(1) Bassin d'aération avec la configuration 4 raquettes et agitateurs en fonctionnement (estimations selon données Irstea)

Pour obtenir le transfert d'oxygène en boue à partir des valeurs estimées en eau claire et pour les différentes concentrations de MES rencontrées sur l'installation, nous avons utilisé les valeurs de facteur alpha provenant de relations établies par Irstea à la suite d'études de transfert sur une autre installation Aqua-RM (Racault, 2010). Les deux relations décrivant alpha en fonction des MES (dans la gamme 6-12 g/L) sont, respectivement pour les fines bulles et les grosses bulles:

$$\alpha_{FB} = 1,026 e^{-0,095 \cdot MES} \quad (\text{fines bulles}) \quad \text{et} \quad \alpha_{GB} = 1,28 e^{-0,08 \cdot MES} \quad (\text{grosses bulles})$$

Les coefficients de transfert en boue k_{La}' sont obtenus par les relations :

$$k_{La}'_{FB, 20^\circ C} = \alpha_{FB} K_{La}_{FB_eau \text{ claire } 20^\circ C} \quad \text{et} \quad k_{La}'_{GB, 20^\circ C} = \alpha_{GB, 20^\circ C} K_{La}_{GB_eau \text{ claire } 20^\circ C}$$

Afin de valider ces transferts en boue, **estimés** à partir de résultats théoriques en eau claire, nous avons comparé les coefficients k_{La} calculés en utilisant le facteur alpha et les transferts en eau claire, avec les coefficients k_{La} obtenus par réoxygénation suivant la méthode décrite précédemment en 4.3.2. Cette comparaison n'est possible que dans le cas des fines bulles, où des données appropriées existent. Les courbes de réoxygénation exploitables au cours du suivi de la STEP sont peu nombreuses pour les raisons évoquées antérieurement mais on dispose cependant de quelques résultats à des concentrations en MES allant de 6 à 7,2 g/L et avec le surpresseur en petite vitesse. Deux résultats sont aussi disponibles avec le surpresseur en grande vitesse et à une concentration en MES de 6,3 g/L. On constate une bonne cohérence des valeurs des coefficients de transferts obtenues sur les fines bulles par les deux approches et aux deux débits d'air. L'évaluation des performances théoriques en eau claire semble cependant surestimée d'environ 10 % pour les fines bulles dans le cas du surpresseur en petite vitesse, sans que l'on puisse l'attribuer préférentiellement à un débit d'air un peu majoré par rapport à la réalité ou à un rendement d'oxygénation surestimé. Une légère correction des transferts en eau claire a donc été prise en compte pour les calculs bilans quand le surpresseur du BA est en petite vitesse ($K_{La_{FB_eau\ claire_20^{\circ}C}} = 13.5\ h^{-1}$).

La méthode des bilans journaliers qui reprend l'ensemble des apports d'oxygène provenant des réacteurs membranaires et du bassin d'aération, calculés pour chacune des vitesses de rotation des surpresseurs appliquées, a permis de valider l'ensemble des transferts d'oxygène. En effet, comme le montre la Figure 32, les apports globaux journaliers d'oxygène calculés apparaissent en bonne concordance avec la consommation totale résultant de l'ensemble des processus biologiques.

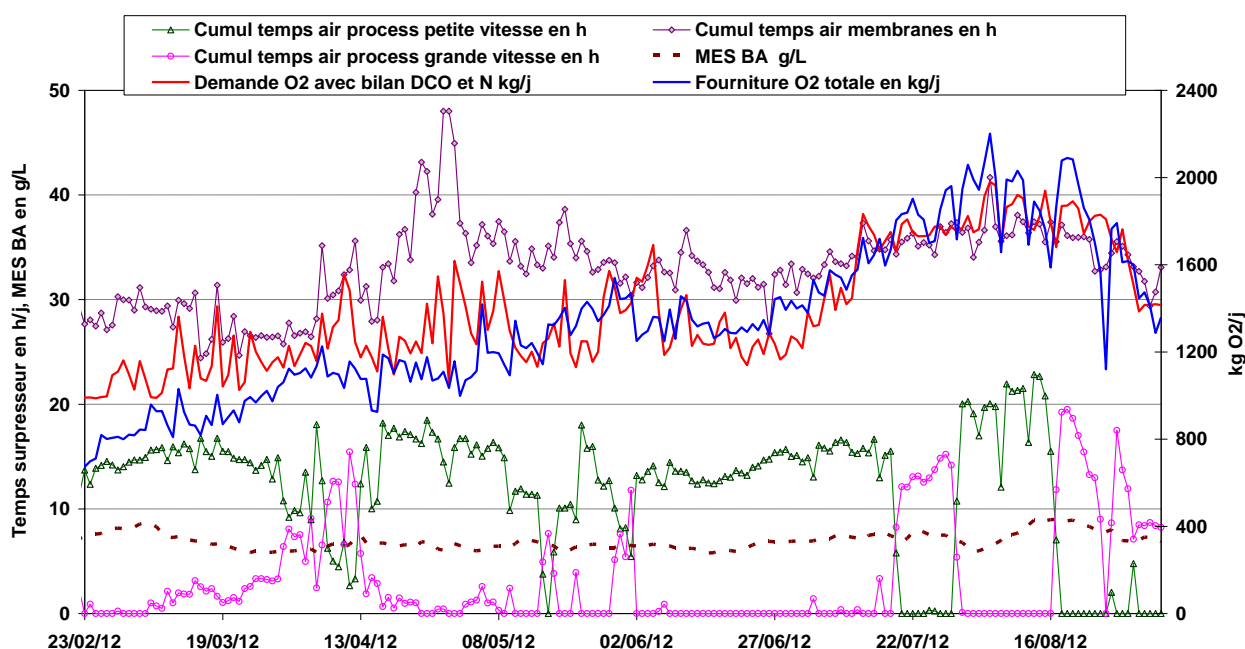


Figure 32 : Adéquation fourniture et demande en oxygène par période de 24h

Cette méthode a aussi permis d'évaluer la part de l'oxygène apportée quotidiennement par les réacteurs membranaires (Figure 33). On constate que **sur l'ensemble du suivi, l'aération dans les réacteurs membranaires contribue à plus de la moitié de l'oxygène total introduit ce qui est une caractéristique de ce type de bioréacteur à membranes.**

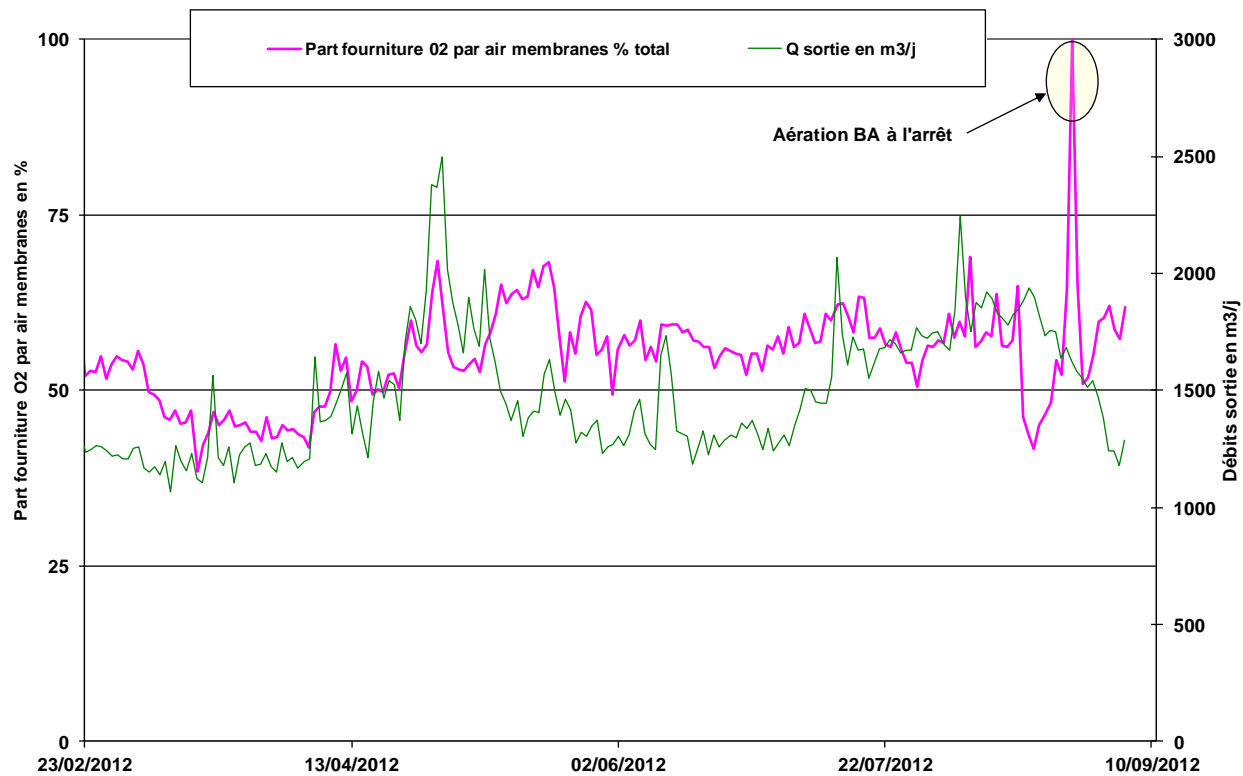


Figure 33 : Part de l'oxygène apporté par l'air membrane

4.4. Filtration

4.4.1. Caractéristiques de la boue et du surnageant

Pendant les cycles de filtration, la membrane agit comme une barrière pour les éléments particulaires et colloïdaux (Figure 34). La dépression créée par le flux de perméat provoque en surface de la membrane la formation d'un gâteau qui constitue le colmatage dit réversible ou court terme. Il est maîtrisé par les phases de relaxation et par l'injection d'air grosses bulles qui décolle régulièrement le gâteau ou en limite l'expansion par effet de cisaillement.

Une partie des colloïdes du surnageant, pénètre au cœur de la membrane et se retrouvent bloqués. Ils réduisent mécaniquement la taille des pores et font chuter la perméabilité de la membrane, constituant le colmatage dit irréversible ou long terme. Seul un lavage chimique (javel et acide) permet un nettoyage en profondeur de la membrane.

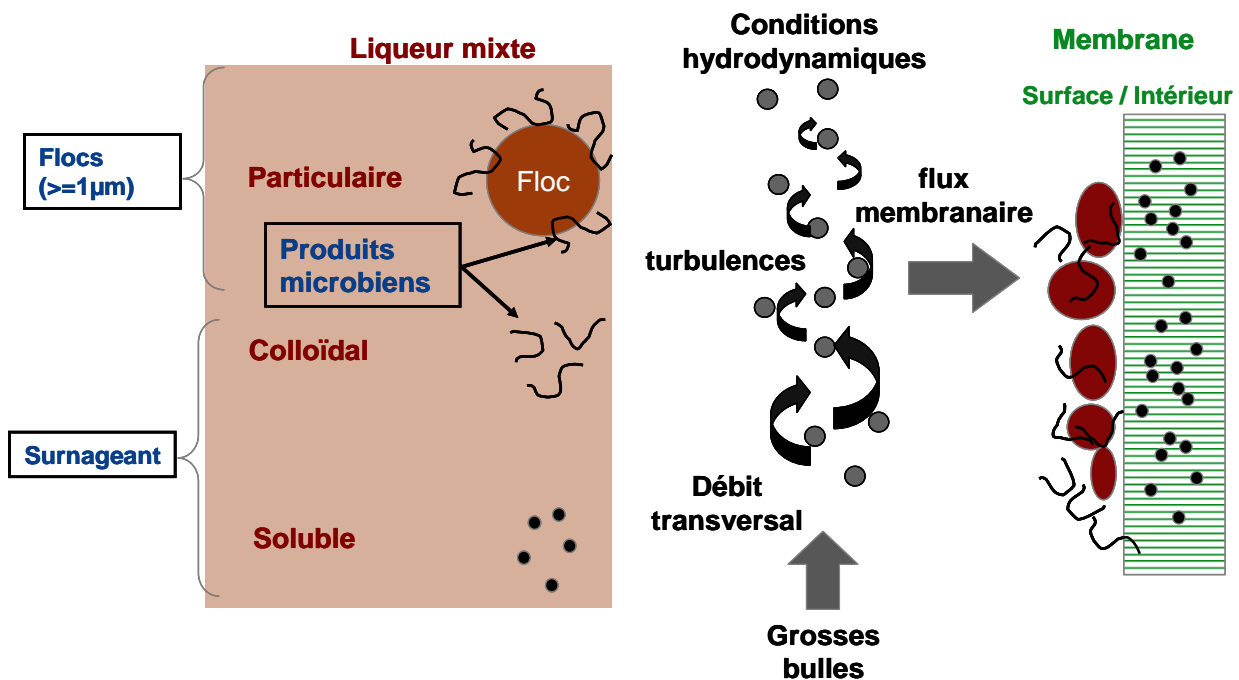


Figure 34 : Mécanismes de colmatage des membranes

Les particules d'exopolymères transparentes, de l'anglais transparent exopolymer particles (TEP), sont des polysaccharides très collants (mucopolysaccharides) excrétées au cours du métabolisme bactérien et dont la concentration peut être corrélée avec le colmatage des membranes (De la Torre et al, 2008).

Ce sont des colloïdes qui sont impliqués dans la cohésion du biofilm, augmentant sa résistance au cisaillement. Ils participent donc à la formation du colmatage de surface des membranes et également au colmatage long terme de la membrane en pénétrant dans les pores.

Les résultats de la mesure des TEP ont été comparés à ceux de la mesure de la DCO interstitielle réalisée par l'exploitant pour le suivi de la qualité de la boue et de son potentiel colmatant.

Méthodologie de mesure des TEP (Hymno de Souza, 2011)

Sur site, la méthode adaptée des travaux de Hymno de Souza (2011) consiste en la centrifugation de boues extraites d'un réacteur membranaire à 3000 rpm pendant 30 mn, suivi de la filtration de 50 mL de centrifugat sur préfiltres fibre de verre après un rinçage par 200 mL d'eau déminéralisée.

Au laboratoire, les TEP du filtrat obtenu sur site, sont colorés au bleu alcian à 0,055% (m/v) dans un milieu tamponné par une solution tampon d'acétate à pH 4. Le colorant cationique dans ces conditions se lie aux mucopolysaccharides acides pour former des complexes insolubles qui sont séparés par centrifugation à une vitesse de 15300 rpm (~23300 xG). Après séparation, l'absorbance du surnageant est mesurée à 602 nm par spectrophotométrie et comparée avec des solutions étalon de gomme de xanthane soumises aux mêmes conditions pour obtenir la quantité de TEP en équivalent de gomme xanthane.

Méthode de mesure de la DCO intersticielle

Un échantillon de boues extraites d'un réacteur membranaire est filtré sur papier filtre avec seuil de coupure de 17 à 30 µm. La DCO est ensuite mesurée sur le filtrat.

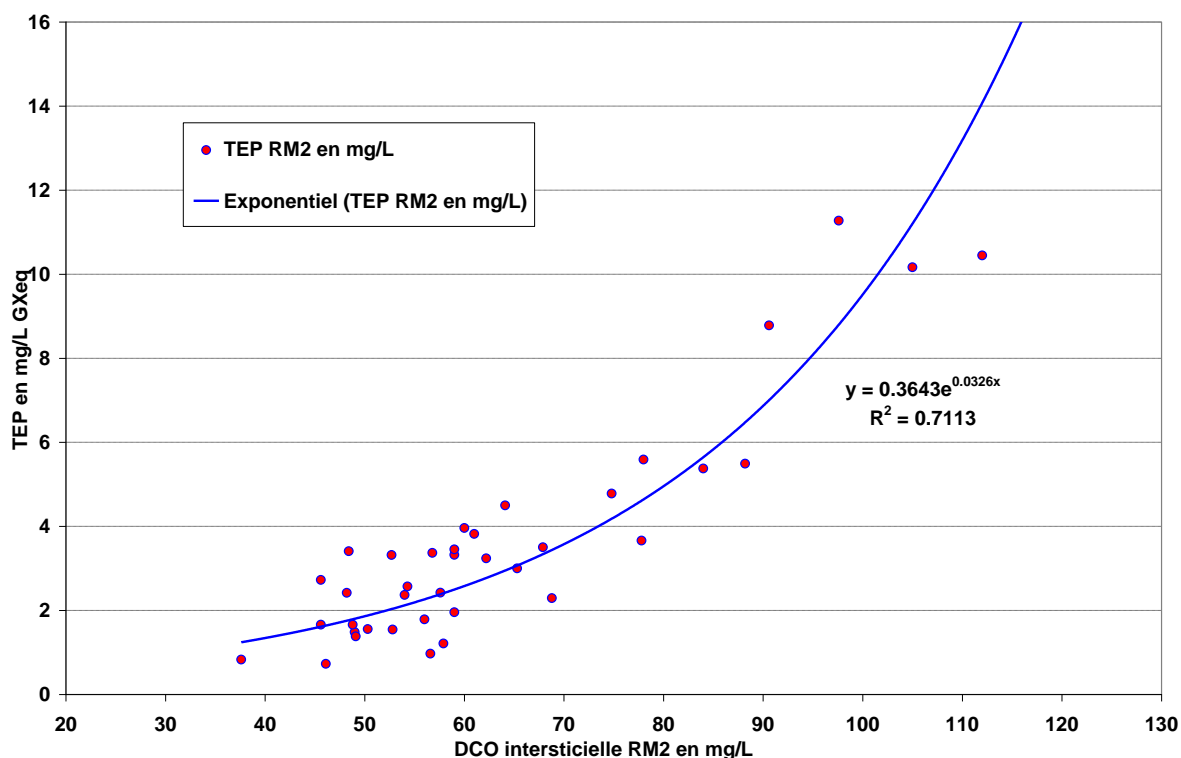


Figure 35 : TEP en fonction de la DCO intersticielle

Au final, les résultats obtenus lors du suivi montrent une bonne corrélation, mais non linéaire, entre les données provenant de la méthode globale de mesure de DCO intersticielle et celles provenant de la méthode mesurant uniquement les TEP (Figure 35). La méthode utilisée par l'exploitant et recommandée par le constructeur de l'installation se révèle pertinente pour un suivi de routine. Le lien avec l'évolution des perméabilités se révèle cependant difficile à établir (cf Figure 42).

4.4.2. Evolution de la perméabilité des membranes

Les deux réacteurs membranaires sont indépendants mais dans la pratique, ils fonctionnent en parallèle et en simultané sauf pendant les phases de maintenance et de lavages. Pour chaque réacteur, deux circuits distincts permettent de réguler le débit de perméat extrait des étages haut ou bas des modules membranaires. Pendant les cycles de filtration, le colmatage externe des membranes est limité par l'aération grosses bulles et les phases de relaxation. Par contre, l'effet cumulatif du colmatage interne des membranes (colmatage long terme) ne peut être maîtrisé que par un lavage chimique de la membrane.

Lorsque les perméabilités mesurées sont trop basses (environ 200 LMH/bar), un cycle de nettoyage est déclenché. Les deux circuits perméat (haut et bas) sont alors utilisés à contre courant pour injecter alternativement les solutions de nettoyage (javel et acide). Le lavage, s'il est correctement réalisé permet de récupérer une perméabilité proche de la perméabilité initiale.

Les données de la supervision de la station de Marennes ont permis d'étudier les variations de la perméabilité des quatre étages de membranes pendant 27 mois. La perméabilité est calculée à partir des pressions transmembranaires (PTM) moyennes journalières pendant les phases de filtration, corrigées de la pression transmembranaire à flux nul (PTM₀), puis ramenée à 20°C :

$$L_p = \frac{\mu_p}{\mu_p^{20}} \cdot \frac{J}{PTM_{\text{mesurée}} - PTM_0}$$

avec

J : flux de filtration en (L.h⁻¹.m⁻² ou LMH)

μ_p : viscosité dynamique du perméat

L_p : perméabilité en LMH/bar ramenée à 20°C

Sur la Figure 36, on peut distinguer les phases successives de décroissance de la perméabilité entre deux lavages ainsi que la grande homogénéité de comportement de chaque étage de membranes dans les deux réacteurs.

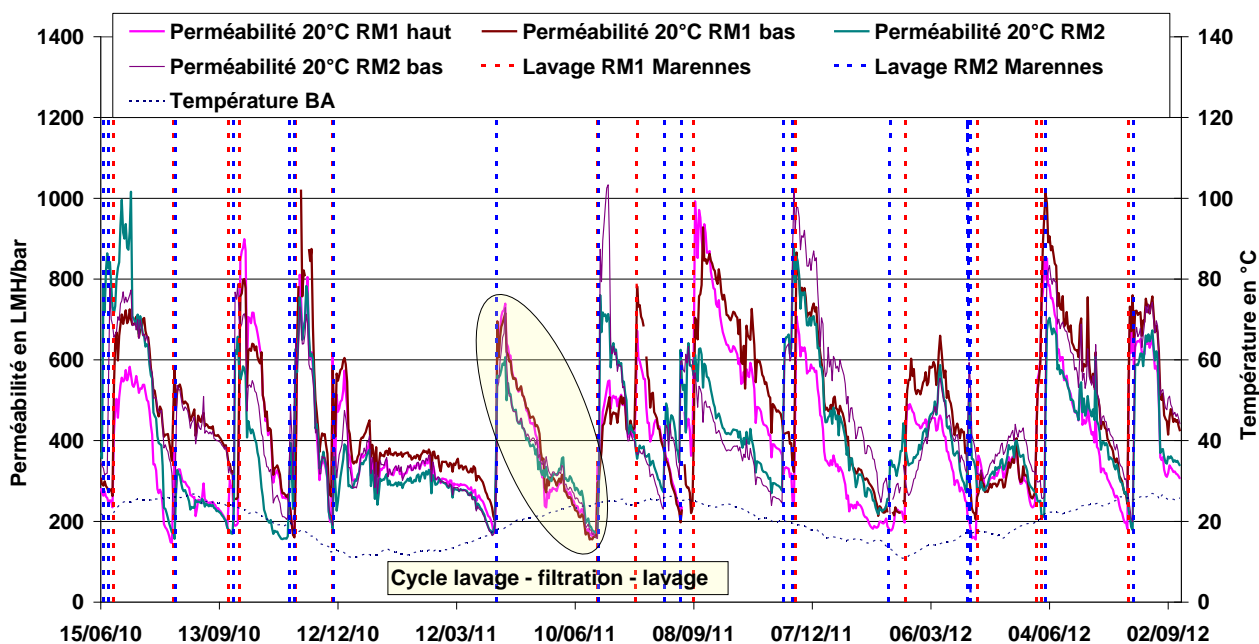


Figure 36 : Evolution des perméabilités sur la STEP de Marennes pendant 27 mois

Entre deux lavages, les perméabilités décroissent au cours du temps. La perte de perméabilité peut être régulière, comme on peut le constater sur la Figure 37, la baisse enregistrée est de 200 LMH/bar en 24 jours.

Des modifications significatives du fonctionnement de la station peuvent cependant entraîner une chute plus rapide et non récupérable de la perméabilité, par exemple Figure 38, l'arrêt de l'aération process pendant deux jours provoque une chute de 300 LMH/bar. On peut estimer faute d'analyse réalisée pendant l'évènement survenu un weekend qu'en l'absence d'oxygène, la mortalité de la biomasse a pu provoquer un relargage de Produits Microbiens Solubles (PMS), ainsi qu'une dégradation moins efficace de la DCO soluble de l'influent, voir une dégradation de la qualité du

floc, et donc une augmentation de la DCO interstitielle provoquant un colmatage irréversible des membranes.

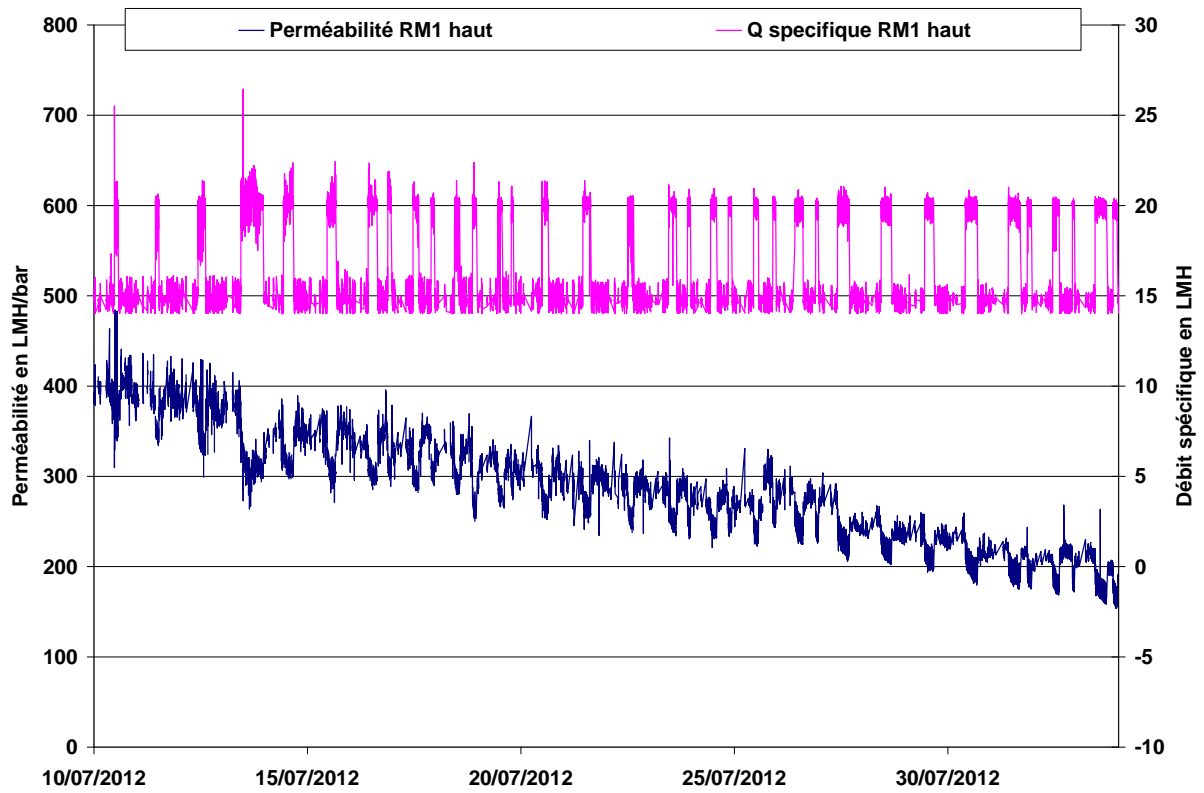


Figure 37 : Colmatage progressif de la membrane

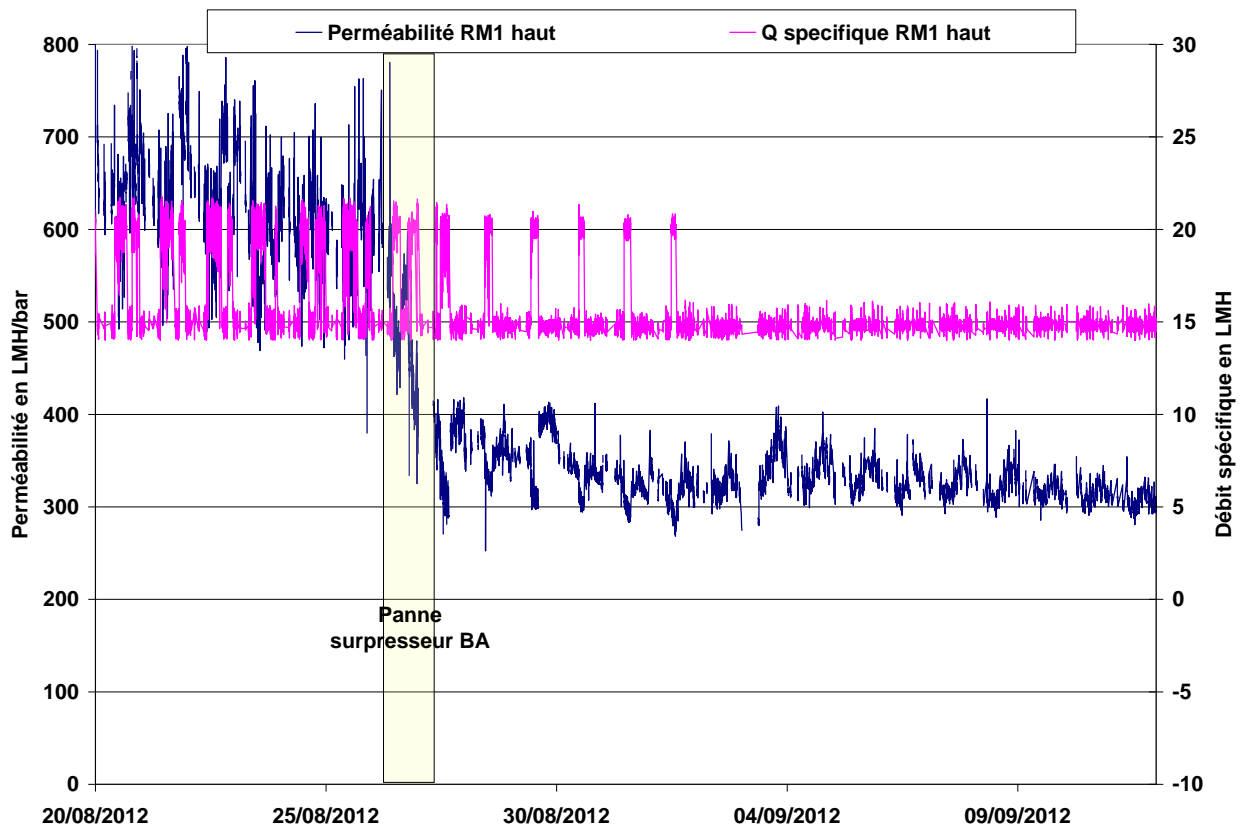


Figure 38 : Colmatage accidentel de la membrane puis stabilisation de la perméabilité

La perte de perméabilité peut également avoir pour origine une augmentation du flux transmembranaire par exemple Figure 39, le flux est porté de 20 à 35 LMH pour faire face à l'augmentation du niveau d'eau dans les bassins. La conséquence en est une chute rapide de la perméabilité (courbe bleue) le 22/12/2010, nécessitant d'augmenter régulièrement l'ouverture de la vanne de régulation de 40 à 60% (courbe verte) en 6 heures pour maintenir le flux à 35 LMH. Le lendemain, la chute de perméabilité se poursuit imposant une augmentation de l'ouverture de la vanne de 60 à 80% en 3 heures. Le 25/12/2010, malgré des flux moins importants pendant une vingtaine d'heure (20 à 25 LMH), le passage au flux de 35 LMH impose l'ouverture rapide de la vanne de régulation à 80%, la perméabilité n'ayant pas été récupérée. On constate donc une perte de 100 LMH/bar en 3 jours et l'impossibilité de maintenir un débit de 35 LMH.

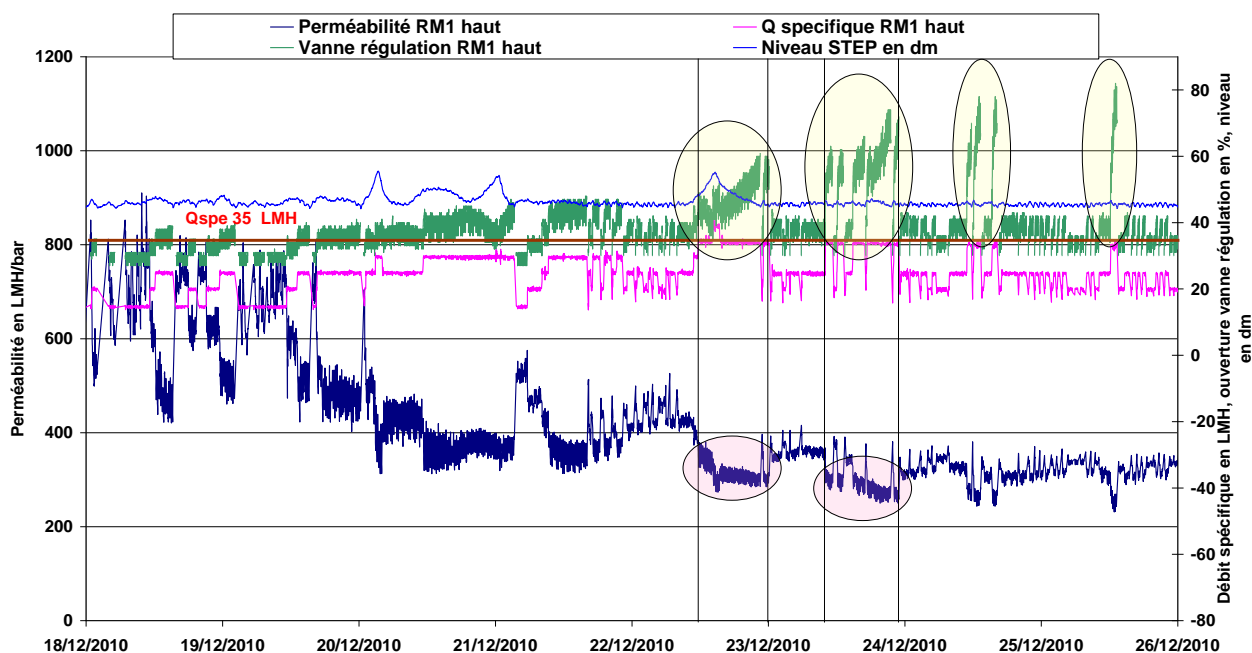


Figure 39 : Limitation du débit spécifique

Comparaison sur le long terme des caractéristiques de filtration de 2 BRM de même type

Irstea ayant eu l'opportunité de suivre l'évolution des caractéristiques de la filtration sur 2 BRM à membranes planes de type Aqua RM (noté Aqua RM2), il était intéressant de comparer leur comportement sur le long terme.

Les caractéristiques des deux BRM sont résumées dans le Tableau 19. Les membranes de Marennes sont d'une génération plus récente que celles de l'Aqua RM2, mais les conditions de fonctionnement sont relativement proches en termes de débit d'air spécifique pour le décolmatage (SADm, SADp).

Sur les deux installations, les surpresseurs d'air de décolmatage sont à fréquence variable, la fréquence étant adaptée en fonction des flux de filtration (fréquence maximum pour flux supérieur à un seuil fixé par l'exploitant). A Marennes, les surpresseurs sont continuellement à la fréquence maximum de 50 Hz pour prévenir le colmatage, alors que sur l'Aqua RM2, il fonctionne la plupart du temps à 35 Hz.

Tableau 19 : Caractéristiques comparées des deux bioréacteurs : Marennes et Aqua RM2

| | MARENNES | Aqua RM2 |
|---|--|--|
| Type membranes | Kubota EW400 | Kubota EK400 |
| Surface totale membranes | 8120 m ² | 3200 m ² |
| Volume réacteur membranaires | 490m ³ | 284m ³ |
| Taille des pores des membranes | 0,4 μm | 0,4 μm |
| Densité m ² membrane/Volume réacteur | 16,6 m ² /m ³ de réacteur | 11,3 m ² /m ³ de réacteur |
| Débit d'air total installé | 4000 Nm ³ /h | 2400 Nm ³ /h |
| Débit d'air total réel | 4000 Nm ³ /h | 1800 Nm ³ /h |
| Ratio air installé/surface membrane SADm | 0,49 (Nm ³ /h)/m ² _{MB} | 0,75 (Nm ³ /h)/m ² _{MB} |
| Ratio air réel/surface membrane SADm | 0,49 (Nm ³ /h)/m ² _{MB} | 0,56 (Nm ³ /h)/m ² _{MB} |
| Ratio air réel/volume perméat SADp | 68,1 (Nm ³ /h)/m ³ perméat | 68,9 (Nm ³ /h)/m ³ perméat |
| Ratio air/volume réacteur (énergie spécifique) | 8,16 (Nm ³ /h)/m ³ réacteur | 6,34 (Nm ³ /h)/m ³ réacteur |

Afin de pouvoir comparer les deux bioréacteurs sur le long terme, la perméabilité est exprimée en fonction du volume filtré cumulé par m² de membranes. Sur la Figure 40, on remarque que les débits moyens spécifiques journaliers de filtration de l'Aqua RM2 sont plus importants qu'à Marennes, 25 contre 16 LMH (moyenne de juin 2010 à septembre 2012), avec cependant des pentes de décroissance de la perméabilité beaucoup plus faibles.

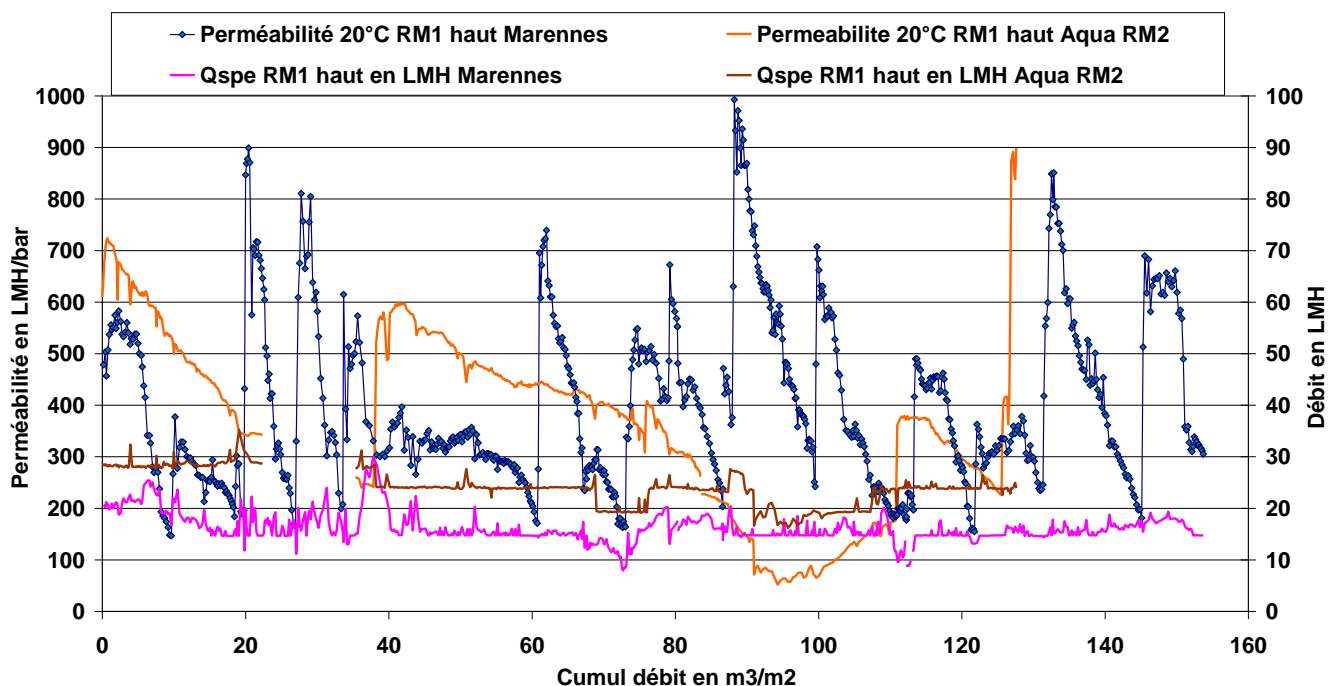


Figure 40 : Comparaison STEP Marennes et Aqua RM2

La conséquence est visible sur la Figure 41 : les lavages étaient beaucoup plus fréquents à Marennes. En effet, pour filtrer 130 m³ par m² de membranes à Marennes, il a fallu effectuer plus de 10 lavages chimiques, alors que sur l'Aqua RM2, seul 5 lavages ont été nécessaires pour le même volume cumulé. Il faut en plus noter que sur l'Aqua RM2, deux lavages n'avaient pas été correctement réalisés.

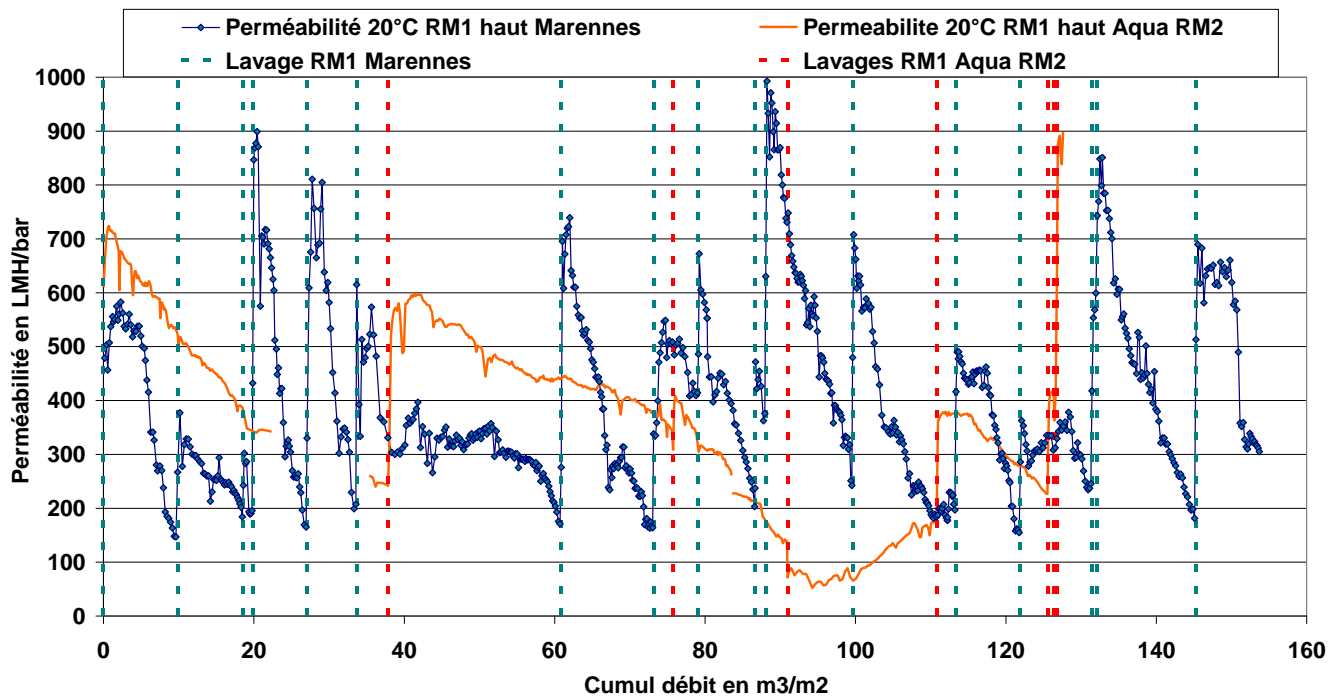


Figure 41 : Fréquence des lavages STEP Marenes et Aqua RM2

Même si les installations ne peuvent être comparées en tous points, la vitesse de colmatage des membranes à Marenes est atypique et problématique. Elle impose à l'exploitant des lavages fréquents et une limitation des flux de filtration qui sont en deçà des valeurs moyennes rencontrées sur d'autres installations.

L'historique des données supervision de juin 2010 à septembre 2012 permet d'évaluer l'évolution de la vitesse de colmatage des membranes en fonction de différents paramètres de fonctionnement de la station :

- température de la boue ;
- flux moyen et maximum par jour ;
- débit filtré par jour ;
- temps de filtration à flux supérieur à 10, 16, 20 et 25 LMH ;
- temps de relaxation et temps de filtration journalier
- Concentration en MES dans le bassin d'aération ;
- Concentration en DCO interstitielle ;
- Fréquence de variation des surpresseurs membranes.

Ainsi Figure 42, sont représentées les valeurs du coefficient de corrélation de Pearson r_p (corrélation linéaire) entre la vitesse de colmatage et les différents paramètres de fonctionnement sur l'ensemble de la période.

On note le peu d'influence de la température, de la concentration des boues (MES) et de la fréquence des surpresseurs traduisant le débit d'air (très souvent à 50Hz). Par contre, comme on pouvait s'y attendre, l'augmentation des flux moyens ou des flux maximum, l'augmentation du temps de filtration journalier sont corrélés avec une augmentation de la vitesse de colmatage. A contrario, l'augmentation du temps de relaxation s'accompagne d'une diminution de la vitesse de colmatage (Tableau 20).

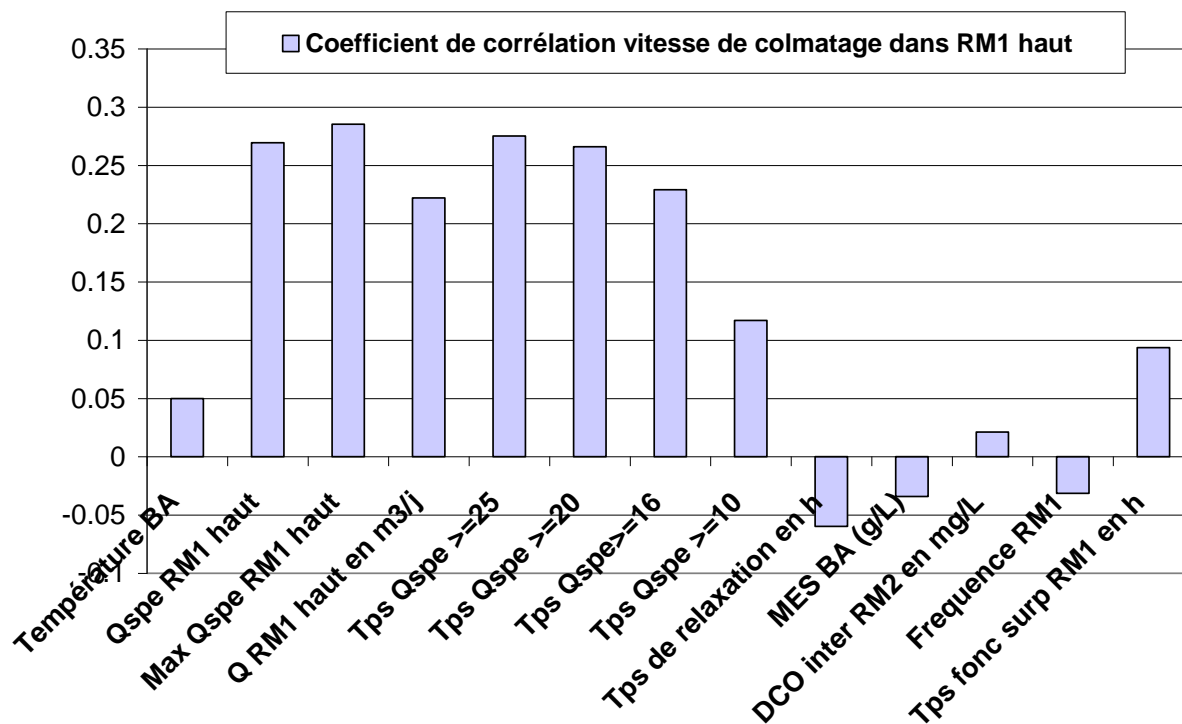


Figure 42 : Corrélation vitesse de colmatage vs paramètres de fonctionnement de la station de Marennes

Tableau 20 : évolution vitesse de colmatage en fonction des paramètres de fonctionnement

| Sens de variation | Vitesse de colmatage |
|--|----------------------|
| Température de la boue | Pas d'effet |
| Flux moyen jour en LMH ↗ | ↗ |
| Flux maximum jour en LMH ↗ | ↗ |
| Débit filtré jour en m ³ /j ↗ | ↗ |
| Temps de relaxation en h/j ↗ | ↘ |
| Temps de filtration en h/j ↗ | ↗ |
| MES dans le bassin d'aération | Pas d'effet |
| DCO interstitielle ↗ | Pas d'effet |

Sur la Figure 43, les corrélations entre les temps de filtration à débit spécifique supérieur à 10, 16, 20 et 25 LMH et la vitesse de colmatage sont représentées pour chaque période entre deux lavages de régénération des membranes. Cette représentation permet de mettre en évidence l'influence du flux de filtration dans le colmatage des membranes ; plus le flux est important, plus son impact est représentatif. L'impact des flux supérieurs à 25 LMH est important, même si les temps de filtration sont faibles.

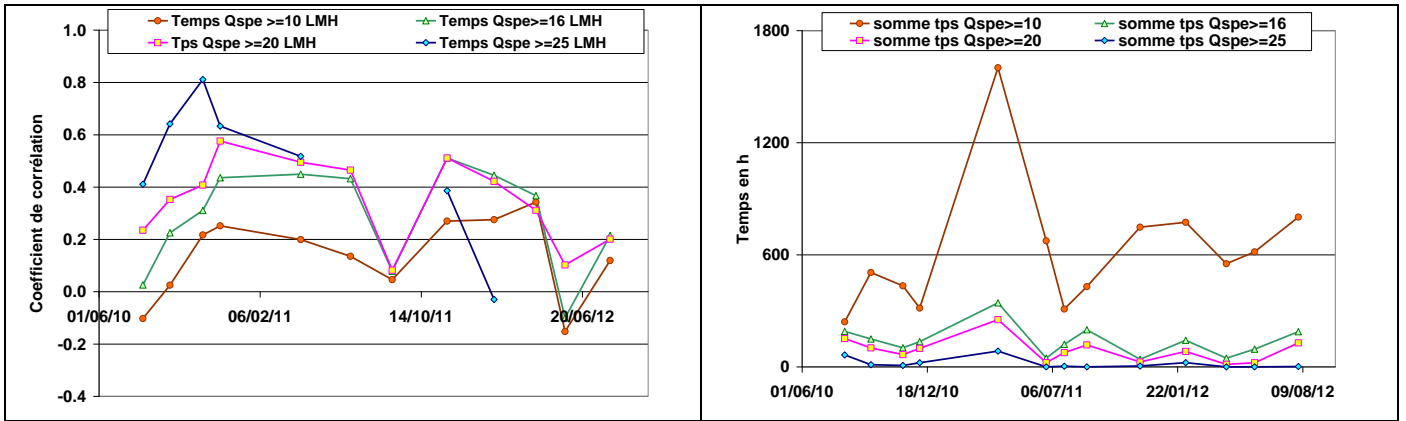


Figure 43 : Influence des flux de filtration sur le colmatage entre deux lavages de régénération

La DCO interstitielle, si elle est bien corrélée avec les TEP (Figure 35), ne suffit pas à expliquer les vitesses de colmatage. Figure 44, on distingue une chute de perméabilité rapide en juin 2012, alors que les concentrations en DCO interstitielle sont plus faibles qu'en février 2012, période pendant laquelle la perméabilité a été relativement stable.

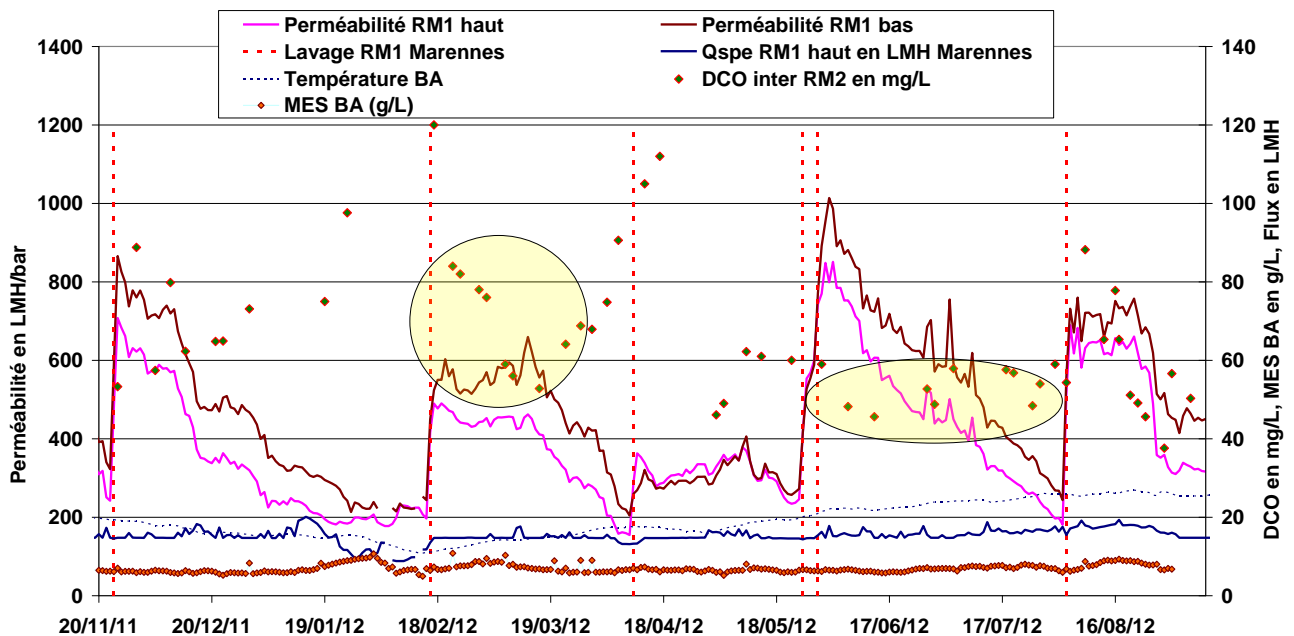


Figure 44 : Perméabilité et DCO interstitielle

Aucun paramètre étudié ne semble être déterminant dans le colmatage accéléré des membranes. L'historique des données de supervision ne débute qu'en mai 2010, ce qui ne permet pas de déceler un problème qui aurait pu impacter les membranes entre août 2009 (date de mise en service) et mai 2010.

Il faut en particulier s'interroger sur l'impact qu'a pu avoir la tempête Xynthia en février 2010 sur les installations, notamment avec les apports importants de sable par le réseau. Les conséquences peuvent être importantes notamment par abrasion de la surface des membranes, ce qui pourrait expliquer les fuites de MES en sortie de station (cf Figure 50). La modification de la surface membranaire peut également impacter les propriétés intrinsèques de la membrane et induire une sensibilité accrue au colmatage.

Concernant la période suivie, on constate à chaque lavage une bonne récupération de la perméabilité, laissant supposer que le colmatage des membranes n'est pas irréversible, et orientant plutôt les explications du problème de colmatage vers :

- la qualité de la boue ;
- une aération de décolmatage d'une efficacité insuffisante (buse ensablée, ...) ;
- une dégradation de la surface des membranes.

En tout cas, la présence de sable en fond de bassin sur une épaisseur de 20 à 30 cm est confirmée par l'exploitant. Nous avons pu constater sa mise en suspension dans les bassins par l'accumulation dans nos supports de capteurs même à faible profondeur (moins d'un mètre).

4.5. Coût d'exploitation

Les coûts d'exploitation hors maintenance et renouvellement (coûts de fonctionnement simplifiés CFS) des années 2010 et 2011 ont été analysés et comparés aux bilans prévisionnels du marché constructeur, ainsi qu'aux coûts relevés dans la bibliographie (Brepols, 2010).

Les coûts spécifiques simplifiés obtenus sont cohérents avec la bibliographie (Figure 45), mais il devrait baisser avec l'augmentation tant de la charge hydraulique que de la charge organique.

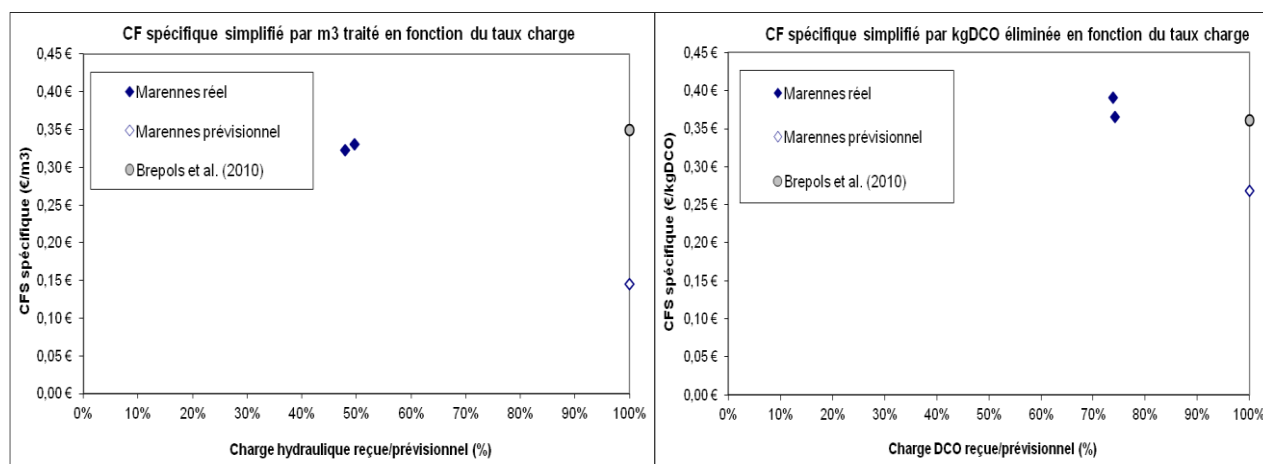


Figure 45 : Coûts de fonctionnement spécifiques simplifiés

La répartition des coûts par postes fait apparaître la part importante du poste personnel par rapport au prévisionnel (Figure 46). Avec l'augmentation de la charge, la part de ce poste devrait diminuer au profit de l'énergie, de l'évacuation des déchets et des réactifs.

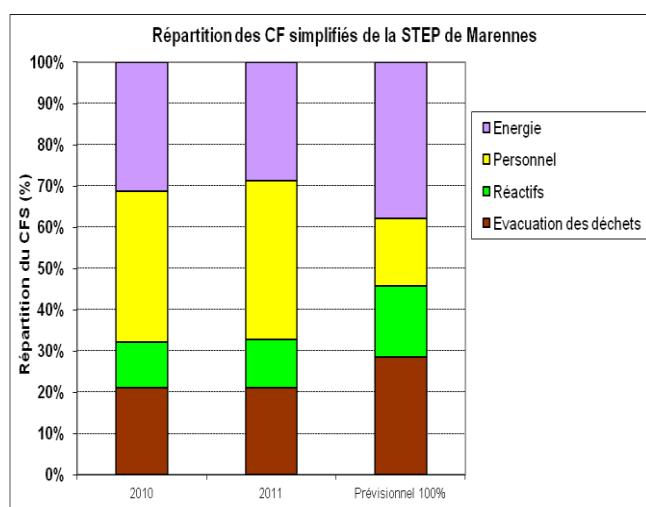


Figure 46 : Répartition des coûts de fonctionnement simplifiés

4.5.1. Consommation énergétique

La dépense énergétique des BRM constitue un point clef de leur développement. En effet comparé à des procédés conventionnels, les BRM exigent une dépense énergétique plus importante du fait de l'aération grosses bulles nécessaire pour le décolmatage des membranes.

Dans le procédé à membranes planes Aqua RM, les membranes sont aérées uniquement pendant les phases de filtration. Il en résulte un lien direct entre la consommation énergétique et les débits traités (Figure 47).

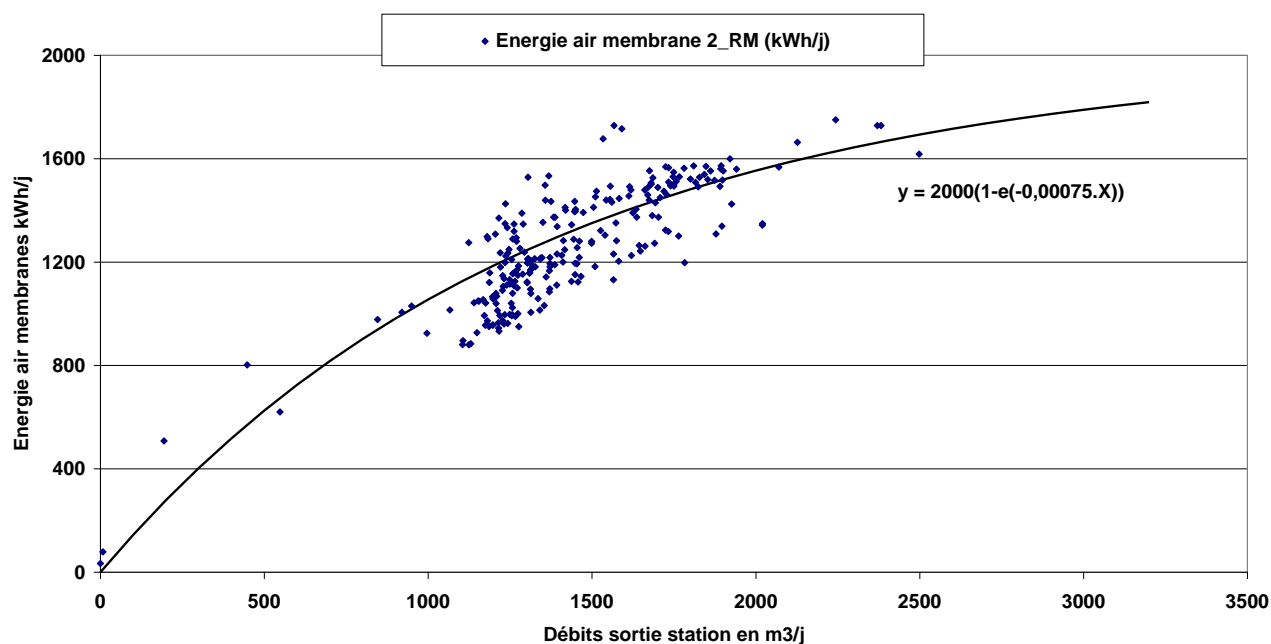


Figure 47 : Evolution de l'énergie de l'air membrane en fonction du débit sortie station

Les ratios d'énergie spécifique ont été calculés sur plusieurs années. Les valeurs obtenues sont sensiblement supérieures à celles des boues activées conventionnelles

Il faut cependant prendre en compte la qualité supérieure du traitement obtenue sur BRM, ainsi que la sous charge de la station, 43% du nominal en débit et 62% en charge organique (DCO).

Tableau 21 : Ratios consommation énergétique :

| | Q traité en m ³ /j | kWh/m ³ traité | Kg DCO _{éliminée} /j | kWh/kg DCO _{éliminée} |
|----------------------------|-------------------------------|---------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| 2010 | 1650 | 1,46 | 1180 | 2,19 |
| 2011 | 1410 | 1,67 | 1140 | 2,00 |
| 2012 (janvier à août) | 1420 | 1,70 | 1460 | 1,74 |
| Période complète 2010-2012 | 1500 | 1,60 | 1330 | 1,88 |

Les ratios d'énergie spécifique ont été calculés en séparant les saisons hivernales et estivales, afin de caractériser les effets de la variation de charge saisonnière (Tableau 22). Les variations de débits ne sont pas significatives et n'ont pas d'incidence sur les ratios. Par contre l'augmentation de charge organique (de 55 à 85 % du nominal en DCO) s'accompagne d'une baisse de 22% de la consommation en kWh/kg de DCO éliminé.

Tableau 22 : Ratios consommation d'énergie hiver / été

| Période complète 2010-2012 | % du débit nominal traité | kWh/m ³ traité | % du flux nominal en DCO | kWh/kg DCO éliminé |
|-------------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------------------|--------------------|
| Hiver | 40 | 1,61 | 55 | 1,95 |
| Eté | 50 | 1,57 | 85 | 1,51 |
| Prévisionnel (appel d'offres) | 86 | 0,79 | 82 | 1,45 |

Les valeurs prévisionnelles de consommation énergétique sont proches des valeurs réellement relevées pendant la saison estivale pour le ratio consommation énergétique en fonction de la DCO éliminée (à charge organique similaire).

Cependant, les conditions hydrauliques de fonctionnement sont éloignées des conditions prévisionnelles, aussi les ratios sont difficilement comparables.

La décomposition des dépenses énergétiques a été réalisée d'abord par files, puis par poste à partir des temps de marche et des puissances consommées de chaque appareil.

Avec 94 % du total de l'énergie consommée sur la station, la part de la file eau est prépondérante. Cette énergie est utilisée essentiellement pour l'aération (Figure 48 et annexe 4). L'« air membrane » et l'« air process » sont en effet à l'origine de 80% de la consommation.

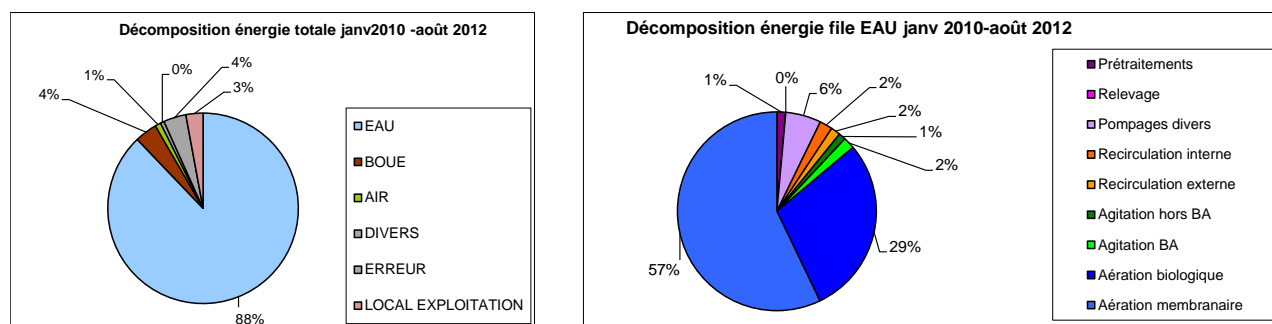


Figure 48 : Répartition des consommations énergétiques

On remarque la part très importante de l'aération de décolmatage.

En fait, la limitation des flux de filtration à 16 LMH (valeur moyenne) impose l'allongement des temps de filtration et donc des temps de fonctionnement de l'« air membranes ».

La simple augmentation des flux de filtration devrait permettre une diminution des apports d'air de décolmatage (36% en passant à 25 LMH), et un rééquilibrage avec l'air process (augmentation de l'air process).

4.5.2. Elimination des boues

Les boues après avoir été centrifugées et chaulées sont stockées sous abri en attente de reprise pour épandage en agriculture.

Elles sont analysées régulièrement pour évaluer à la fois leur valeur agronomique, les flux d'éléments traces métalliques ainsi que la présence d'éléments traces organiques.

Valeur agronomique

Les boues ont une teneur en matières sèches de 24,7%, elles sont pâteuses et faciles à manipuler pour l'épandage.

La part de matières organiques est de 52,3%, soit une forte minéralisation liée au chaulage des boues, avec des teneurs en azote de l'ordre de 5% en moyenne. La part d'azote disponible pour la plante est estimée à 40% pour le calcul des apports fertilisants (Tableau 23).

Les teneurs en phosphore (P_2O_5) sont de l'ordre de 5,4% avec une disponibilité retenue pour la plante de 85%.

Tableau 23 : Apports aux cultures

| | Apports pour 1t MS/ha en kg | Disponible pour la plante 1 ^{ère} année | Disponible pour la plante en kg par t MS |
|----------|--------------------------------|---|---|
| NKJ | 51 | 40% | 20 |
| P_2O_5 | 54 | 85% | 46 |
| K_2O | 7.7 | 100% | 7.7 |
| CaO | 215 | 100% | 215 |

La Chambre d'Agriculture de Charente Maritime assure le suivi des épandages en appui aux agriculteurs, les doses étant adaptées en fonction des cultures (blé, blé dur et maïs) et des périodes d'épandage. Les quantités d'azote et de phosphore apportées par les boues doivent en effet être comptabilisées dans la gestion des apports aux cultures par les exploitants.

Eléments traces (voir résumé dans le Tableau 24 et résultats complets en annexe 5)

Chaque parcelle fait l'objet d'un suivi pluriannuel pour évaluer la quantité totale de matières sèches épandues et l'effet cumulatif des doses appliquées.

La possibilité d'épandre des boues en agriculture est conditionnée à une valeur maximum de concentration sur des éléments traces métalliques ou organiques (par exemple pour le cadmium, le seuil est de 10 mg/kg pour une moyenne observée de 0,8 mg/kg), mais également une valeur de flux maximum à l'hectare (pour le cadmium, la valeur maximum est de 150g/ha, ce qui limite les épandages à la parcelle à 184 tonnes de MS pour les boues de Marennes).

La station de Marennes reçoit très peu d'effluents d'origine industrielle, ce qui se confirme dans les résultats des analyses de boues. Pour les composés organiques (PCB et HAP), les teneurs sont à la limite ou inférieures au seuil de détection. Les concentrations et les flux en éléments métalliques restent inférieurs aux seuils réglementaires. Le cuivre est l'élément le plus pénalisant, limitant les épandages à moins de 30 tonnes de matière sèche par hectare, aussi un bilan pluriannuel est établi pour chaque parcelle. A titre d'exemple, la campagne 2011 a donné lieu à un flux de 3 tonnes de matière sèche par hectare (pour une surface totale concernée en 2011 de 67,32 hectares).

La qualité agronomique et les faibles teneurs en éléments traces des boues de la station de Marennes sont des atouts pour la valorisation agricole.

Tableau 24 : Bilan analyses des boues avant épandages de janvier 2011 à juin 2012

| | Nombre d'analyses | | Valeur moyenne | | | | Valeur maximum | | | | Seuil (*) | | |
|--|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------|-----------------------------|------|-----------------------------|-------|-----------------------------|------|---------------------------------|----------------------|-----------------------------|
| | Résultats sur Matière Sèche | Résultats sur Matière Brute | Résultats sur Matière Sèche | | Résultats sur Matière Brute | | Résultats sur Matière Sèche | | Résultats sur Matière Brute | | Seuil pour pâturage en mg/kg MS | Flux maximum en g/ha | Epandage maxi/ha en t de MS |
| Analyse physico-chimique | | | | | | | | | | | | | |
| Carbone organique (calcul) | 15 | | 26.2 | % | | | | | | | | | |
| * Humidité | | 15 | | | 75.4 | % | | | | | | | |
| * Matière minérale | 15 | 15 | 47.7 | % | 120.0 | kg/t | | | | | | | |
| * Matière Organique | 15 | 15 | 52.3 | % | 126.8 | kg/t | | | | | | | |
| * Matière Sèche | | 15 | | | 24.7 | % | | | | | | | |
| * pH | | 15 | | | 11.2 | | | | | | | | |
| Analyse de la valeur agronomique | | | | | | | | | | | | | |
| Azote ammoniacal (N-NH4) | 15 | 15 | 4.8 | g/kg | 1.2 | kg/t | | | | | | | |
| * Azote Kjeldhal | 15 | 15 | 51.1 | g/kg | 12.4 | kg/t | | | | | | | |
| Azote nitrique (N-NO3) | 15 | 15 | 0 | g/kg | 0 | kg/t | | | | | | | |
| Azote nitreux (N-NO2) | | | | | | | | | | | | | |
| * CaO | 15 | 15 | 215.5 | g/kg | 54.7 | kg/t | | | | | | | |
| Rapport C/N | 15 | 0 | 4.9 | g/kg | | | | | | | | | |
| * K2O | 15 | 15 | 7.7 | g/kg | 1.9 | kg/t | | | | | | | |
| * MgO | 15 | 15 | 7.4 | g/kg | 1.8 | kg/t | | | | | | | |
| * Na2O | 15 | 15 | 1.5 | g/kg | 0.4 | kg/t | | | | | | | |
| * P2O5 | 15 | 15 | 54.5 | g/kg | 13.3 | kg/t | | | | | | | |
| Oligo-éléments | | | | | | | | | | | | | |
| Bore | 15 | 15 | 30.8 | mg/kg | 7.6 | g/t | | | | | | | |
| * Cobalt | 10 | 10 | | | | | | | | | | | |
| * Cuivre | 10 | 10 | 484.0 | mg/kg | 122.3 | g/t | | | | | | | |
| * Fer | 15 | 15 | 22 009.7 | mg/kg | 5 435.4 | g/t | | | | | | | |
| * Manganèse | 15 | 15 | 115.7 | mg/kg | 28.5 | g/t | | | | | | | |
| * Molybdène | 10 | 10 | 5.1 | mg/kg | 1.3 | g/t | | | | | | | |
| * Zinc | 10 | 10 | 409.9 | mg/kg | 103.7 | g/t | | | | | | | |
| Éléments traces métalliques | | | | | | | | | | | | | |
| * Cadmium | 10 | 10 | 0.8 | mg/kg | 0.2 | g/t | 0.9 | mg/kg | 0.2 | g/t | 10 | 150 | 184 |
| * Chrome | 10 | 10 | 19.7 | mg/kg | 5 | g/t | 28.1 | mg/kg | 6.9 | g/t | 1000 | 15000 | 763 |
| * Cuivre | 10 | 10 | 484.0 | mg/kg | 122.3 | g/t | 615.4 | mg/kg | 144.5 | g/t | 1000 | 15000 | 31 |
| * Mercure | 10 | 10 | 0.6 | mg/kg | 0.2 | g/t | 1.7 | mg/kg | 0.4 | g/t | 10 | 150 | 250 |
| * Nickel | 10 | 10 | 12.0 | mg/kg | 3.1 | g/t | 14.3 | mg/kg | 3.7 | g/t | 200 | 3000 | 249 |
| * Plomb | 10 | 10 | 20.8 | mg/kg | 5.3 | g/t | 24.3 | mg/kg | 6.0 | g/t | 800 | 15000 | 720 |
| * Zinc | 10 | 10 | 409.9 | mg/kg | 103.7 | g/t | 1 149.0 | mg/kg | 240.5 | g/t | 3000 | 45000 | 95 |
| Cr + Cu + Ni + Zn | 10 | 10 | 925.5 | mg/kg | 234.0 | g/t | 1 100.0 | mg/kg | 271.6 | g/t | 4000 | | |
| Teneur en composés-traces organiques | | | | | | | | | | | | | |
| PolyChloro Biphényles (PCB) | | | | | | | | | | | | | |
| Somme des 7 PCB | 5 | 5 | 0.1 | mg/kg | | mg/t | | mg/kg | | mg/t | 0.8 | 12 | 120 |
| Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) | | | | | | | | | | | | | |
| Fluoranthène | 5 | 5 | 0.1 | mg/kg | | mg/t | 0.144 | mg/kg | 35.5 | mg/t | 4 | 75 | 521 |
| Benzo (B) Fluoranthène | 5 | 5 | 0.1 | mg/kg | | mg/t | | mg/kg | | mg/t | 2.5 | 40 | 400 |
| Benzo (A)Pyrène | 5 | 5 | 0.1 | mg/kg | | mg/t | | mg/kg | | mg/t | 1.5 | 30 | 300 |

*Arrêté du 08/01/98 fixant les prescriptions techniques applicables aux épandages de boues sur les sols agricoles pris en application du décret n° 97-1133 du 08/12/97 relatif à l'épandage des boues issues du traitement des eaux usées

4.6. Qualité des eaux épurées

Les résultats des analyses sur les bilans 24 heures effectués en sortie de station indiquent une très bonne qualité de traitement sur la plupart des paramètres. Le préleveur automatique de sortie réalise son échantillonnage dans la bache d'eau traitée. Seules les analyses bactériologiques sont effectuées sur des échantillons prélevés ponctuellement à l'exutoire de la station, soit une centaine de mètres à l'aval de la bache d'eau traitée.

DCO et MES (Figure 49)

Les concentrations en DCO et MES imposées par l'arrêté préfectoral, respectivement 125 et 150 mg/L correspondent aux valeurs exigées pour un traitement par lagunage. Ces limites de rejets ne sont pas compatibles avec les objectifs définis en termes de qualité microbiologique de l'effluent épuré.

En sortie du BRM de Marennes, la qualité de traitement est excellente sur la DCO, le plus souvent inférieure à 40 mg/L (proche DCO réfractaire). Il faut noter cependant que les valeurs de concentrations en MES, même si elles sont très inférieures aux objectifs de traitement (150 mg/L), sont élevées pour un BRM. Les valeurs restent faibles, la plupart du temps, inférieures à 10 mg/L, mais elles devraient le plus souvent être à la limite de détection (Figure 50).

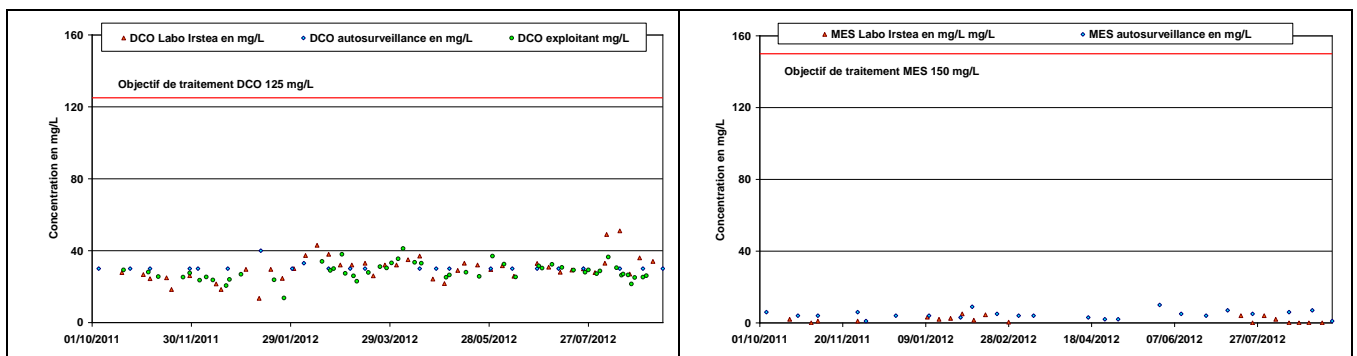


Figure 49 : DCO et MES en sortie station sur échantillons moyens 24h

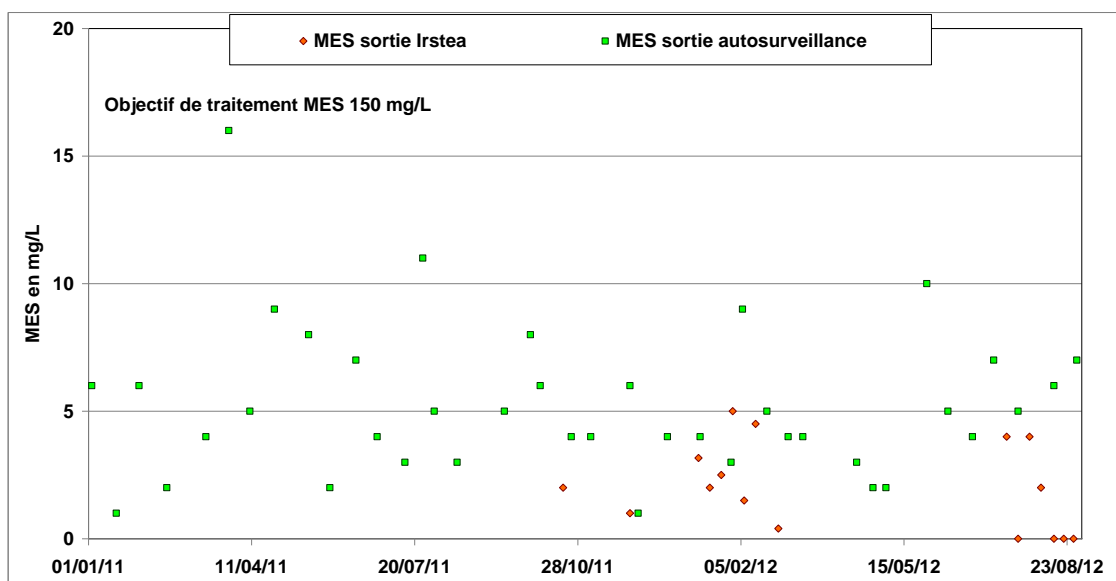


Figure 50 : Concentration en MES en sortie de station sur échantillons moyens 24h

Azote

L'arrêté préfectoral impose des contraintes sur l'azote global en sortie station, qui sont largement respectées, avec des concentrations qui restent en dessous de 20mg/L pour une limite fixée à 40 mg/L.

Cependant, on observe un dépassement des objectifs de traitement avec une valeur de la concentration en NGL de 50 mg/L (40 mg/L en N-NH₄) fin août 2012. Il a pour origine un incident sur les surpresseurs, qui a entraîné l'arrêt de l'aération process pendant le weekend du 25 au 26 août 2012 impactant directement les sorties en azote, sans affecter la sortie en DCO (Figure 51).

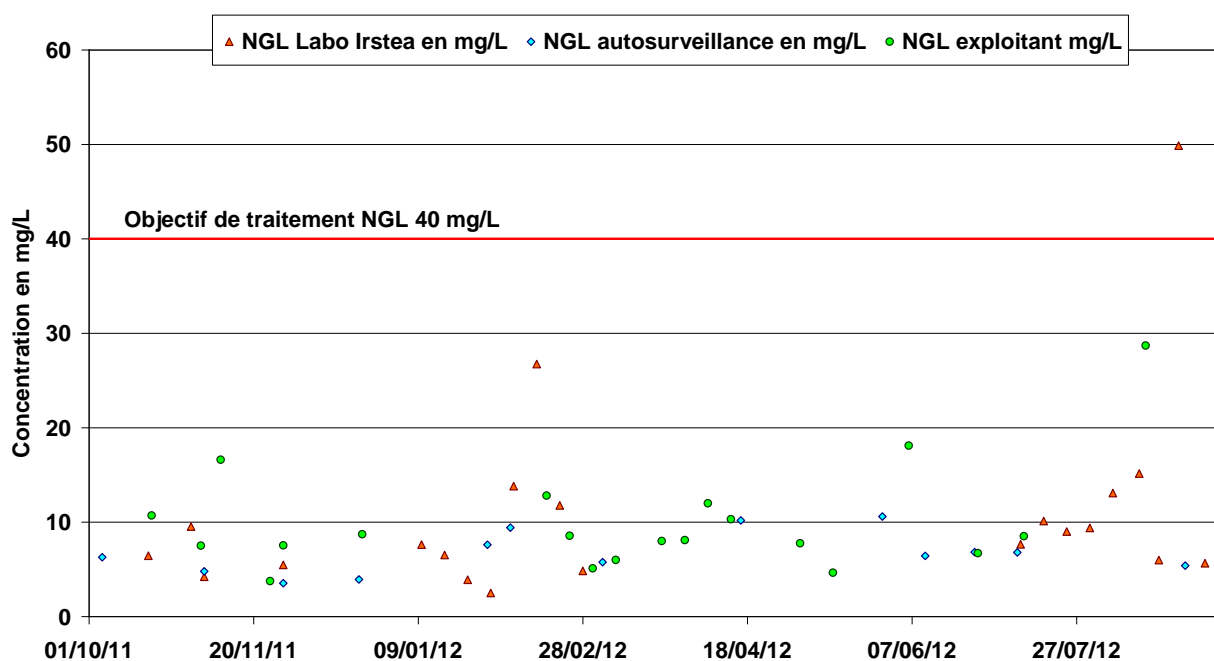


Figure 51 : Azote global en sortie station sur échantillons moyens 24h

Les dysfonctionnements de la station se répercutent sur les rejets en azote ammoniacal, qui restent en moyenne inférieurs à 1,4 mgN/L (Figure 52) :

- En février 2012, panne d'un surpresseur membrane sans bascule sur secours, puis arrêt station suite au gel d'une conduite d'eau industrielle ;
- Mi août 2012, fonctionnement surpresseur process bloqué en petite vitesse alors que l'on est en période de pointe estivale pour la charge organique et que les réceptions de matières de vidange atteignent leur maximum (140 m³/j du 13 au 17 août) ;
- Fin août 2012, arrêt aération process pendant un weekend.

Les concentrations de sortie en nitrate sont relativement stables et en moyenne inférieures à 5 mg/L, attestant d'une bonne dénitrification dans la station.

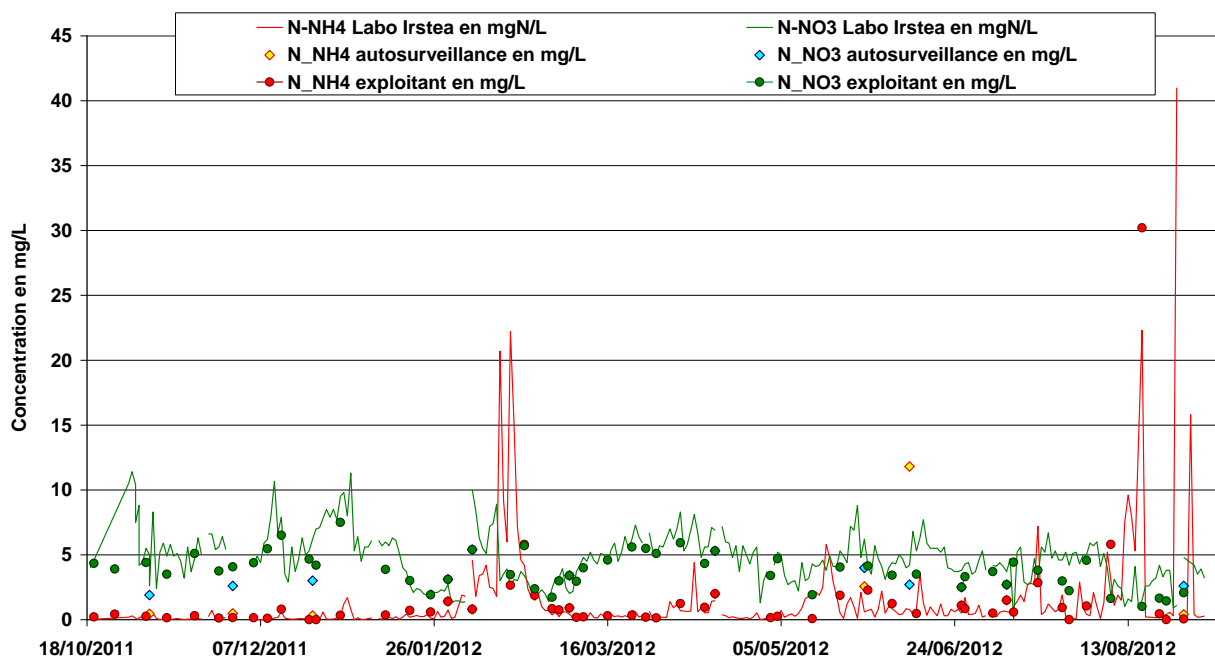


Figure 52 : Concentration moyennes journalières en NO3 et NH4 en sortie de station

Phosphore

A priori, la station n'est pas dimensionnée pour traiter le phosphore par voie biologique, cependant les rendements d'élimination atteignent en moyenne 90%, or les seules assimilations naturelles et précipitations par le chlorure ferrique introduit dans le réseau d'assainissement ne suffisent pas à expliquer un tel rendement.

En fait, le volume important de la zone anoxie, 47 % du volume total de la station, autorise le développement de bactéries déphosphatantes confirmé par les observations microscopiques (cf 4.2.3.2). Elles sont responsables de pratiquement la moitié de l'abattement du flux de phosphore (Tableau 25).

Tableau 25 : Elimination du phosphore

| Bilan de flux d'octobre 2011 à septembre 2012 | | | |
|--|--------------------|--------------------|----------------------|
| | Flux entrée | Flux sortie | Flux éliminés |
| | kg/j | kg/j | kg/j |
| DBO5 | 516 | 5,1 | 510,9 |
| P | 20,2 | 2,1 | 18,1 |
| Fe | 6,8 | 0,2 | 6,6 |

| Valeurs par défaut sur élimination P | | |
|---|------------------|-------|
| Assimilation naturelle | gP/gDBO5 reçue | 0,014 |
| Déphosphatation physico-chimique | gP/gFe précipité | 0,370 |

| Bilan élimination P Marennes | flux éliminés | rendement |
|--|----------------------|------------------|
| | kgP/j | % |
| Assimilation naturelle (Stricker,2010) | 7,2 | 36% |
| Déphosphatation physico-chimique | 2,4 | 12% |
| Déphosphatation biologique | 8,4 | 42% |
| Total | 18.1 | 90% |

Les concentrations en phosphore en sortie station sont inférieures à 10 mg/L excepté en février 2012 lors de l'arrêt de la station et fin août 2012 avec l'arrêt de l'aération process pendant un weekend (Figure 53). L'arrêt de l'aération dans tous les bassins a en effet entraîné des conditions anaérobies et un relargage du phosphore sous forme de PO₄, ce qui conforte l'hypothèse d'une contribution importante de la déphosphatation biologique dans la réduction du flux de phosphore.

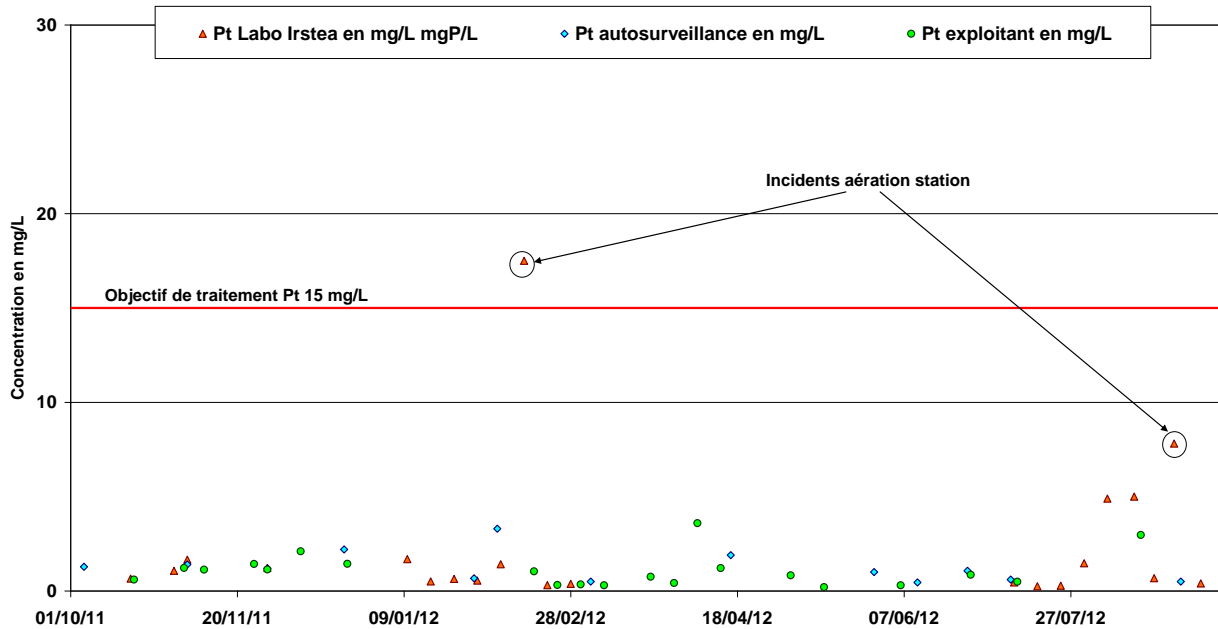


Figure 53 : Concentration en phosphore en sortie de station sur échantillons moyens 24h

Rendements sur les principaux paramètres

D'octobre 2011 à septembre 2012, les rendements de la station de Marennes ont été très bons, même si l'on ne considère que les rendements minimums atteints.

| | DCO | DBO5 | MES | NKJ | NGL | Pt |
|---------------------------------|-----|------|-----|-----|-----|-----|
| Nombre d'analyse | 248 | 23 | 50 | 59 | 60 | 41 |
| Moyenne abattement | 97% | 99% | 99% | 97% | 92% | 91% |
| Minimum abattement | 90% | 98% | 98% | 74% | 77% | 56% |
| Objectif arrêté de rejet | | | | | | |
| Rendement minimal | 75% | 80% | 90% | | 50% | 30% |

Bactériologie

Depuis le début de la période de suivi, les résultats des analyses font apparaître quatre dépassements de la valeur impérative pour les entérocoques sur 52 prélèvements réalisés dans l'année, aucun dépassement pour les Escherichia coli (Tableau 26 et annexe 6). Pratiquement une analyse sur deux (25 sur 52) dépasse la valeur objectif soit sur les paramètres entérocoques ou Escherichia coli.

Tableau 26 : Résultats sur 1 an des analyses bactériologiques

| Période septembre 2011 à septembre 2012 | | |
|--|---------------------|-------------------------|
| | Entérocoques | Escherichia Coli |
| Valeur objectif en u/ 100mL | 100 | 100 |
| Valeur impérative en u/100mL | 400 | 2000 |
| Nombre total d'analyses | 52 | 52 |
| moyenne 1 an en u/100mL | 159 | 100 |
| Nombre d'analyse dont valeurs inférieures objectif | 28 | 37 |
| Nombre d'analyse dont valeurs inférieures impératif | 48 | 52 |
| Nombre d'analyse dont valeurs supérieures impératif | 4 | 0 |

Les analyses sont réalisées sur des échantillons ponctuels ; le point de prélèvement réglementaire se situe à l'exutoire de la station dans le milieu naturel, soit une centaine de mètres à l'aval de la station.

Les résultats des analyses réalisées sur les prélèvements ponctuels hebdomadaires pendant la période de suivi sont très variables. Il est difficile d'imputer cette variabilité au seul traitement membranaire compte tenu de la contamination qui peut intervenir dans la canalisation reliant la bache d'eau traitée et le point de rejet. Il faut cependant relier ces résultats à ceux des MES en sortie station qui sont régulièrement au dessus des valeurs attendues pour un BRM, ce qui peut mettre en cause l'intégrité des membranes.

Suite aux résultats d'analyses sur les eaux en sortie de station faisant apparaître des valeurs régulièrement élevées en MES et bactério une première expertise a été effectuée par l'exploitant en 2011. Après vérification, un étage d'un module du réacteur membranaire n°1 a été condamné en juillet 2011, en attente de remplacement. On peut remarquer sur la Figure 55 que cette intervention sur les membranes a nettement amélioré la qualité des eaux de sortie avec des résultats d'analyse bactériologique largement inférieurs aux valeurs objectif.

Depuis début 2012, quelques dépassements de la valeur limite ont été constatés pour les entérocoques (4 dépassements sur 52 analyses). Des prélèvements en parallèle en sortie station et à l'exutoire devraient permettre de lever le doute sur l'origine de la contamination bactérienne. Il faut noter toutefois que les concentrations en MES en sortie bien que très faibles par rapport aux contraintes de l'arrêté préfectoral (150 mg/L), sont élevées pour un BRM (entre 2 et 10 mg/L) (Figure 50). Il semble difficile de maintenir la qualité bactériologique des eaux de sortie sans régler ce problème de fuites de MES.

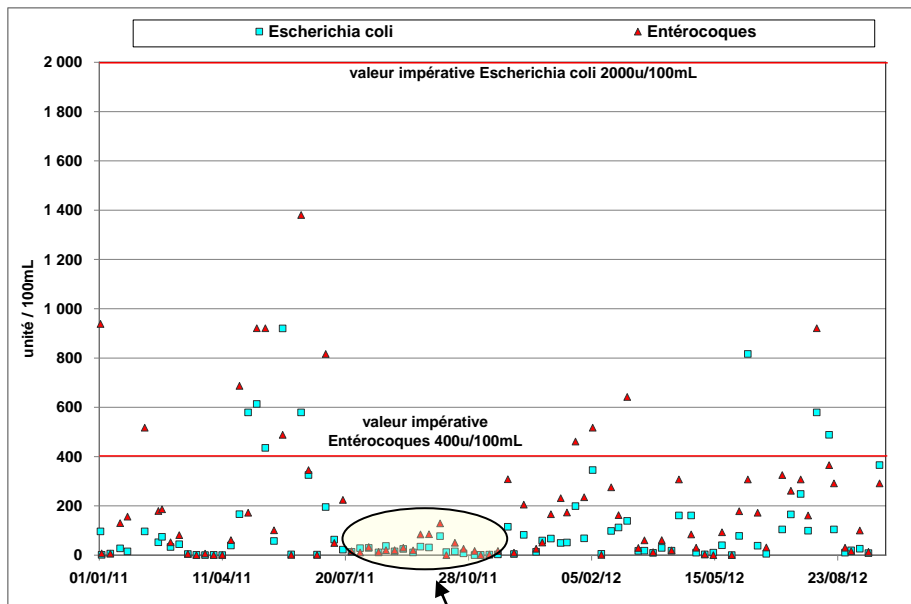


Figure 54 ; Bactériologie à l'exutoire sur échantillons ponctuels

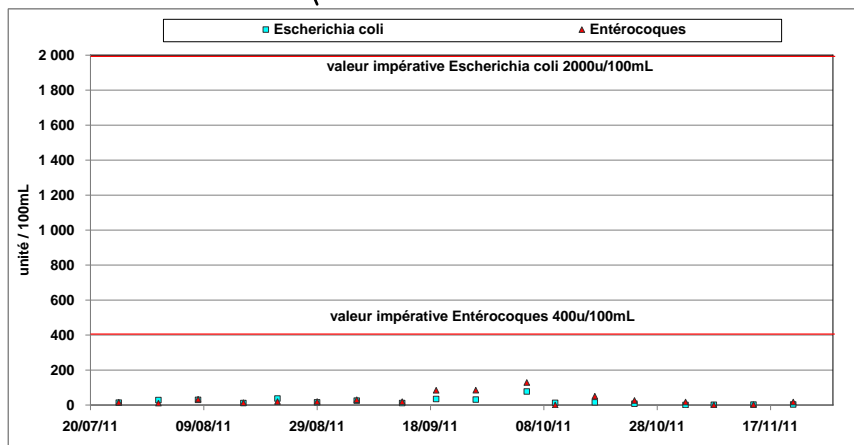


Figure 55 : Bactériologie de juillet à novembre 2011

5. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Les rejets de la station d'épuration de Marennes s'effectuent en milieu littoral avec des exigences particulières en raison de la présence de zones de baignade et de conchyliculture.

Les contraintes sont liées aux activités économiques du secteur, d'une part l'activité touristique qui engendre des variations de charge modérées (environ +50%) en période estivale, et d'autre part l'élevage ostréicole qui nécessite une qualité de rejet maîtrisée.

Le procédé membranaire qui a été retenu pour traiter les eaux usées des communes de Marennes et Bourcefranc a fait l'objet d'un suivi continu sur pratiquement un an d'octobre 2011 à septembre 2012.

Qualité du traitement

Alors que la station a été soumise à des variations saisonnières de charge organique notables, de 50% de la charge nominale en DCO en saison hivernale à 80 % en été, la qualité du rejet de la station de Marennes a été excellente sur tous les paramètres physicochimiques (DCO ~ 29 mg/L, MES ~ 4,1 mg/L, NK ~ 3,4mg/L, NGL ~ 8,6 mg/L, Pt ~ 1,6 mg/L).

Cependant, les concentrations en MES observées mêmes faibles ne sont pas cohérentes avec la technologie. Cela entraîne de fait des dépassements sur les valeurs objectifs des paramètres bactériologiques, et plus ponctuellement sur les valeurs impératives (4 fois sur 52 échantillons de septembre 2011 à septembre 2012).

Le colmatage des membranes est anormalement rapide sur cette station, entraînant une limitation des flux de filtration et des lavages de régénération fréquent à l'eau de javel et à l'acide sans impact sur la qualité des eaux de sortie.

Boues

La production de boues est peu différente de celle d'une station à boues activées avec des âges de boues du même ordre de grandeur, soit entre 20 et 40 jours. Les boues sont caractéristiques d'une station recevant peu d'effluent industriel, avec de faibles teneurs en éléments traces métalliques ou organiques. On notera que la teneur en cuivre même si elle est en dessous du seuil réglementaire est l'élément qui limite le flux de MS épandu par hectare. La valorisation agricole de ces boues est réalisée avec l'appui de la Chambre d'Agriculture trois fois par an en fonction des pratiques culturales.

Energie

L'aération constitue le principal poste de consommation énergétique sur la station de Marennes comme sur les BRM en général. 80% de l'énergie globale de l'installation est ici dédié à la production d'air (process et réacteurs membranaires). Les ratios spécifiques sont plutôt bons pour un BRM, 1,6 kWh/m³ traité et 1,88 kWh/kg DCO éliminée, mais restent supérieurs à ceux d'une boue activée classique. L'augmentation estivale de la charge organique s'accompagne d'une baisse significative de la consommation ramenée à la DCO éliminée (de 1,95 kWh/kg DCO à 1,51 kWh/kg DCO).

Volume traitable

Pendant la durée du suivi, soit plus de 11 mois, environ 16 000 m³ ont été by-passés vers les lagunes, soit un peu plus de 3% du volume admis en entrée de station sur la même période.

Le by-pass initialement conçu pour pallier les incidents techniques de l'installation est utilisé pour compenser la réduction de volume journalier traitable consécutive à la diminution des flux de filtration et du volume tampon. Alors que le débit nominal incluant les eaux parasites

permanentes et météoriques est de 3500 m³/j, des by-pass sont constatés pour des volumes journaliers inférieurs à 2000 m³/j.

Bilan

Globalement le procédé membranaire retenu pour Marennes permet d'assurer largement la qualité physicochimique des eaux de rejets. Le seuil de coupure des membranes propres (0,4 µm), renforcé par la fine couche colmatante présente sur le matériau filtrant doit normalement garantir le maintien des objectifs de qualité bactériologique au niveau de la sortie station. C'est globalement le cas en l'absence de contamination dans la canalisation, au point d'exutoire (ce que confirment les résultats des analyses de la période juillet à novembre 2011). Les quelques pertes de MES observées pourraient expliquer les valeurs non conformes en bactériologie.

Le choix de la solution BRM se justifie essentiellement par le niveau d'exigence en termes de qualité bactériologique. On notera d'ailleurs que dans le cas de la station de Marennes, les seuils peu contraignants définis pour les paramètres physicochimiques, apparaissent incompatibles avec la qualité bactériologique exigée.

Recommandations

Limitation des by-pass et analyse des causes de colmatage anormal des membranes

La présence de lagunes d'une superficie totale de 8,2 hectares admettant les bypass du BRM permet d'assurer la protection du milieu récepteur en cas de défaillance de l'installation. Le rejet vers le milieu naturel est normalement fermé, l'exploitant ne l'autorise que manuellement après un contrôle ponctuel de la bactériologie. Pour être exhaustif, il faudrait s'interroger sur la qualité du rejet de ces lagunes.

Même si le volume by-passé est faible par rapport à la taille des lagunes (16 000 m³ by-passés en un an représentent moins de la moitié du volume des lagunes), la fréquence d'utilisation du by-pass devrait pouvoir être considérablement diminuée en augmentant le volume tampon et les débits de filtration :

- Avec l'ouverture permanente du by-pass vers les lagunes, le volume tampon de la station par variation de niveau est limité à environ 100 m³ contre 420 m³ prévu initialement (0,20 m de marnage contre 1 m au projet). Afin d'utiliser pleinement la capacité tampon de la station, le by-pass ne devrait pas être possible tant que le niveau haut des bassins tampon n'est pas atteint. Il conviendrait d'automatiser les vannes du by-pass en prenant garde aux risques de vidange de la station (fermeture station sur niveau haut bassins tampon, ouverture vers lagune). Ces travaux sont prévus courant 2013.

- L'augmentation des flux de filtration avec la charge hydraulique est actuellement limitée en raison d'un colmatage accéléré des membranes, même pour de faibles flux (<20LMH). Ceci limite notablement le volume journalier filtrable.

Un audit des membranes s'avère nécessaire pour déceler l'origine de la limitation des flux transmembranaires qui peut être imputable :

- à la qualité de la boue (potentiel colmatant des boues en raison de plusieurs facteurs qui peuvent se combiner, en particulier les apports de matières de vidange, les phases d'anaérobiose non maîtrisée à la fois dans le bassin d'anoxie, dans les mousses accumulées sur la zone anoxie et dans les dépôts de sables stockés dans la station) ;

- à une usure prématurée des membranes en raison de la présence de sable dans les bassins. Ce sable, préjudiciable au fonctionnement des pompes et à la pérennité des membranes semble avoir été en grande partie introduit dans le réseau lors de la tempête Xynthia en février 2010.

Il faut s'interroger sur la nécessité d'installer un dessableur en tête de station pour se prémunir des apports de sable en provenance du réseau, et par ailleurs éliminer le sable stocké dans la station qui concourt à l'abrasion des membranes.

Bactériologie

Le point de prélèvement choisi par la police de l'eau ne reflète pas la qualité réelle de traitement de la station, une contamination dans la conduite de rejet ne pouvant pas être exclue.

Un prélèvement complémentaire dans la bêche perméat devrait mieux caractériser l'efficacité réelle de la station et permettre de s'assurer de l'intégrité des membranes.

Les fuites de MES en sortie station pourraient avoir pour origine la dégradation des propriétés physiques de la surface des membranes et expliquer les résultats moyens sur les paramètres bactériologiques.

Matières de vidange (MV)

Les apports ont plus que doublé entre 2010 et 2012, mais il n'y a pas d'échantillonnage des matières de vidanges, or elles peuvent représenter des charges polluantes conséquentes qui ne sont actuellement pas quantifiées, notamment en terme de DCO et MES supplémentaires.

Même si les capacités de traitement de la station en fonctionnement normal sont actuellement limitées davantage par la charge hydraulique que par la charge organique, il pourrait être intéressant de caractériser les flux polluants de ces matières pour évaluer leur éventuel impact sur le traitement (DCO interstitielle, colmatage).

Pour améliorer la gestion de l'alimentation des matières de vidange dans la file eau en tenant compte de la charge organique reçue par la station, il convient d'envisager de supprimer le transit des centrats par la bêche MV.

D'autre part, une procédure d'acceptation de ces MV pour assurer une traçabilité en cas de problème serait un gage de sécurité pour l'exploitant.(cf.FNDAE n°37)

Anoxie

La zone anoxie calculée pour la pleine charge est surdimensionnée pour les débits actuels en entrée station. Elle fonctionne en partie en anaérobiose, cela autorise le traitement partiel du phosphore par voie biologique, mais la lyse bactérienne augmente le pouvoir colmatant des boues.

Il faut également éviter les zones mortes dans la station pour supprimer les sources de DCO interstitielle potentiellement préjudiciable à la filtration. Cela concerne à la fois les zones où il y a accumulation de sable, les zones avec des mousses piégées (zone anoxie), les zones mortes dans les réacteurs membranaires.

L'augmentation des temps de recirculation entre réacteurs membranaires et zone d'anoxie (7,5 heures par jour en moyenne pendant la période de suivi) devrait permettre de réduire le temps de séjour en zone anoxie, et de réduire les zones mortes dans les réacteurs. En complément, la suppression du sable, la maîtrise des mousses, et la limitation des matières de vidange devrait permettre la diminution du potentiel colmatant des boues.

Aération

En période hivernale, les charges organiques sont faibles (moins de 40% du nominal), il faut alors privilégier l'aération process avec un plus faible débit d'air, surpresseur en petite vitesse

pour éviter des concentrations en oxygène inutilement élevées dans le bassin d'aération et maximiser les rendements de transfert d'oxygène.

En période estivale, la concentration en boues dans le bassin d'aération doit rester inférieure à 8g/L pour maintenir un transfert en oxygène suffisant et limiter les consommations énergétiques.

Filtration

L'augmentation des flux de filtration est à rechercher. Elle devrait permettre de diminuer la consommation énergétique due à l'aération de décolmatage, en réduisant les temps de filtration. Par exemple passer de 15 à 20 LMH apporterait un gain de 25% sur les temps de filtration. En parallèle, si le colmatage est mieux maîtrisé, la fréquence de fonctionnement des surpresseurs d'air, actuellement forcée à 50 Hz, pourrait à nouveau varier en fonction du débit de filtration (de 50 à 35 Hz, gain de 36% sur l'énergie consommée par les surpresseurs).

Globalement le gain énergétique serait cependant moins important car les apports d'oxygène devront être compensés par l'air process.

Divers

Suite à l'incident survenu pendant l'hiver 2012 (casse de conduites d'eau industrielle suite au gel, puis inondation chambre de vannes et arrêt station), il paraît nécessaire de prévoir la mise hors gel des installations vitales pour le fonctionnement de la station.

LISTE DES REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Brepols C., Schaefer H. & Engelhardt N. (2010). Considerations on the design and financial feasibility of full-scale membrane bioreactors for municipal applications. *Water Science and Technology*, vol. 61, p. 2461-2468

Canler J-P. (2010). Guide technique sur les matières de vidange issues de l'assainissement non collectif : caractérisation, collecte et traitements envisageables. Document technique FNDAE n° 37

Hymnô de Souza F. (2011). Méthode de caractérisation de la matière organique non particulaire liée au colmatage dans les systèmes à bioréacteur à membrane. Rapport de stage de spécialisation, Ecole Nationale Supérieure de Chimie, de Biologie et Physique de Bordeaux (ENSCBP), 13 p.

Jenkins D. et al. (2004). Manual on the causes and control of activated sludge bulking, foaming, and other solids separation problems, 3rd edition, CRC Press.

Menniti A. & Morgenroth E. (2010). The influence of aeration intensity on predation and EPS production in membrane bioreactors. *Water Research*, 44, 2541 - 2553

Racault Y., Husson A., Stricker A.E. (2010). Procédés Bioréacteurs à Membrane : retours d'expérience d'installations françaises traitant des eaux usées urbaines. Journées Information Eaux, 28-30 septembre 2010, Poitiers, France

Racault Y., Stricker A.E., Husson A., Gillot S. (2010). Effect of Mixed Liquor Suspended Solids on the Oxygen Transfer Rate in Full Scale Membrane Bioreactors. 83rd Annual Water Environment Federation Technical Exhibition and Conference (WEFTEC.10), New Orleans, Louisiana, USA, 2-6 October 2010

Sénéchal M. (2012). Analyse technico-économique comparative des procédés de traitement poussé des eaux usées : bioréacteurs à membranes/procédés tertiaires. Rapport de stage de Master 2 Mention Ingénierie chimique et agro-alimentaire spécialité : Bioprocédés et Biotechnologies Marines, Université de Nantes, 54 p.

Stricker A.E. et Héduit A. (2010). Phosphore des eaux usées. Etat des lieux et perspectives. Rapport ONEMA Action 2009 28bis-5. 54 pages+ annexes

Torre T. de la, Lesjean B., Drews A, & Kraume M. (2008). Monitoring of transparent exopolymer particles (TEP) in a membrane bioreactor (MBR) and correlation with other fouling indicators. *Water Science and Technology*, 58(10)

Vedry B. (1996). Les biomasses épuratrices, 220 pp. Agence de l'eau Seine-Normandie, Nanterre

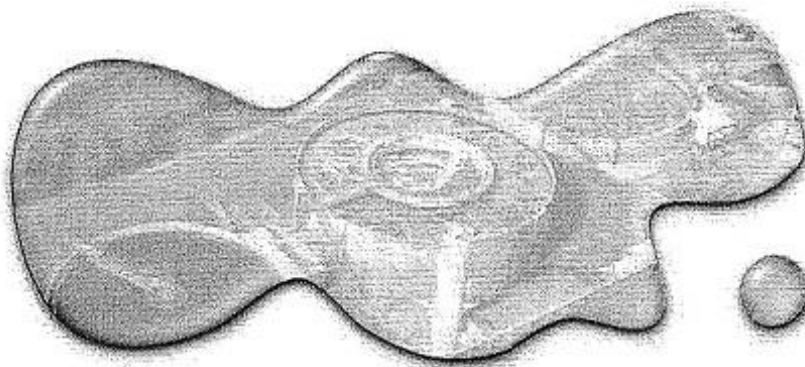
ANNEXES

S.I.A. de MARENES-BOURCEFRANC



Délégation par affermage
du service d'assainissement collectif

**Arrêté n° 08-27 DISE-DDE portant
autorisation du système d'assainissement**





PRÉFECTURE DE LA CHARENTE-MARITIME

La Rochelle, le 04 JUIL. 2008



DÉLÉGATION
INTERSERVICES
DE L'EAU

ARRÊTE PREFECTORAL N° 08.27 DISE/DDE
pourtant autorisation au titre de l'article L 214-3 du
code de l'environnement concernant
Système d'assainissement des communes de Marennnes,
Bourcefranc-Le Chapus et de la commune de St Just Luzac

LE PRÉFET DE LA CHARENTE-MARITIME

VU la directive Européenne n° 91-271 CEE du 21 mai 1991 modifiée relative au traitement des eaux urbaines résiduaires ;

VU le code de l'environnement et notamment les articles L.122, L.211-1 à L.211-3, L.214-1 à L.214-9 et R.214-1 à R.214-56 ;

VU le code général des collectivités territoriales et notamment ses articles L.2224-7 à L.2224-12 et R.2224-6 à R.2224-21 ;

VU le code de la santé publique et notamment son livre III de la 1^{ère} partie ;

VU l'arrêté du 22 juin 2007 relatif à la collecte, au transport et au traitement des eaux usées des agglomérations d'assainissement ainsi qu'à la surveillance de leur fonctionnement et de leur efficacité, et aux dispositifs d'assainissement non collectif recevant une charge brute de pollution organique supérieure à 1,2 kg/j de DBO5 ;

VU le schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux du Bassin Adour Garonne (SDAGE) approuvé le 6 août 1996 ;

VU l'arrêté préfectoral n° 02-1106 du 30 avril 2002, modifiant l'arrêté préfectoral n° 00-3832 du 29 décembre 2000, portant constitution de la Délégation Interservices de l'Eau (DISE) ;

VU l'arrêté préfectoral n° 08-2078 du 9 juin 2008 portant délégation de signature à M. Philippe BODA, Délégué Interservices de l'Eau ;

CONSIDÉRANT la demande d'autorisation au titre de l'article L 214-3 du code de l'environnement transmise le 20 mars 2006 à la Délégation Interservices de l'Eau de Charente-Maritime ;

CONSIDÉRANT l'étude d'impact de l'extension de la station d'épuration de Marennnes de mars 2006 et les compléments de dossier ;

CONSIDÉRANT l'enquête publique réglementaire qui s'est déroulée du 23 avril au 23 mai 2007 ;

CONSIDERANT le rapport et les conclusions du commissaire enquêteur déposés le 20 juin 2007 ;

CONSIDERANT l'avis émis par le conseil départemental de l'environnement et des risques sanitaires et technologiques de Charente-Maritime en date du 13 septembre 2007 ;

CONSIDERANT le projet d'arrêté adressé au Syndicat des Eaux de la Charente Maritime, maître d'ouvrage délégué du Syndicat Intercommunal d'assainissement de Marennes, Bourcefranc-Le Chapus et de la commune de St Just Luzac en date du 2 juin 2008 ;

CONSIDERANT l'avis du pétitionnaire en date du 4 juin 2008 sur le projet d'arrêté d'autorisation ;

SUR proposition de Monsieur le Directeur Départemental de l'Équipement de la Charente Maritime.

ARRÊTÉ

Titre 1 - OBJET DE L'AUTORISATION -

ARTICLE 1 : OBJET DE L'AUTORISATION

Le Syndicat des Eaux de la Charente-Maritime, maître d'ouvrage délégué du Syndicat Intercommunal d'assainissement de Marennes, Bourcefranc-Le Chapus et de la commune de St Just Luzac, est autorisé en application de l'article L 214-3 du code de l'environnement, sous réserve des prescriptions énoncées aux articles suivants, à gérer et exploiter le système d'assainissement (réseau, station d'épuration et rejet) et à réaliser les travaux d'extension de la station d'épuration établie sur la commune de Marennes au lieu-dit Nodes.

La rubrique définie au tableau de l'article R214-1 du code de l'environnement concernée par cette opération est la suivante :

| <i>Rubrique</i> | <i>Intitulé</i> | <i>Régime</i> |
|-----------------|---|---------------|
| 2.1.1.0 | « stations d'épuration, le flux polluant journalier reçu ou la capacité de traitement journalière étant supérieur à 600 kg de demande biochimique en oxygène en cinq jours (DBO5) » | Autorisation |

ARTICLE 2 : CARACTERISTIQUES DES OUVRAGES

Conformément à l'étude d'impact, le système d'assainissement est composé de :

2.1. – Station de traitement de Marennes :

2.1.1. – La filière eau sera composée de :

- un prétraitement (3 tamis rotatifs, avec compacteur et ensacheur) ;

- une aire de réception des matières de vidange avec une bâche de stockage de 30 m³ ;
- un bassin de marnage de 420 m³ ;
- une zone d'anoxie de 900 m³ ;
- un bassin d'aération de 510 m³ ;
- deux réacteurs membranaires d'une capacité unitaire de 235 m³ ;
- un dispositif de filtration comprenant :
 - 7 000 m² de surface de filtration,
 - 14 modules membranaires,
 - 400 membranes d'une porosité de 40 µm,
- trois lagunes de 8,2 ha qui fonctionneront en secours.

Les eaux sont rejetées dans le ruisseau Nord du marais doux, le rejet est équipé d'un clapet pour bloquer toute remontée d'eau du marais.

2.1.2. – La filière boues comprendra :

- une centrifugeuse 20 m³/h maximum ;
- un malaxeur boues / chaux 4 m³/h maximum ;
- un silo à chaux de 35 m³ ;
- une aire de stockage couverte des boues déshydratées-chaulées de 750 m³ pouvant assurer le stockage de 7,5 mois de production.

2.2. – Réseau raccordé à la station d'épuration :

Le réseau est composé d'environ 100 kilomètres de canalisation gravitaire et d'une trentaine de kilomètres de conduite assurant le refoulement des 33 postes de relèvement. Le réseau collecte ainsi les effluents rejetés par les 5 000 branchements, il ne comporte pas de déversoir d'orage.

Titre 2 - PRESCRIPTIONS -

ARTICLE 3 : PRESCRIPTIONS

3.1. - Prescriptions techniques générales :

3.1.1. - Le pétitionnaire est tenu de respecter :

- les prescriptions du présent arrêté, sans préjudice de l'application d'autres réglementations, notamment celle relative à l'occupation du domaine public ;
- les engagements et valeurs annoncés dans le dossier de demande, dès lors qu'ils ne sont pas contraires aux dispositions du présent arrêté ni à celles éventuellement prises par le Préfet en application de l'article R214-18 du code de l'environnement.

En outre, lors de la réalisation des ouvrages, dans leur mode d'exploitation, d'exécution ou dans l'exercice de l'activité, le pétitionnaire ne doit en aucun cas dépasser les seuils de déclaration ou d'autorisation des autres rubriques de la nomenclature au tableau de l'article R214-1 du code de l'environnement sans en avoir fait au préalable la déclaration ou la demande d'autorisation au Préfet de la Charente-Maritime et avoir obtenu le récépissé de déclaration ou l'autorisation.

3.1.2. - Conditions techniques imposées à la réalisation et à l'usage des ouvrages :

Le maître d'ouvrage met en œuvre pour garantir le bon fonctionnement de l'ensemble :

- les matériels pour la réalisation aux travaux ;
- les dispositifs destinés à la protection de la ressource en eau et des milieux aquatiques ;
- les moyens destinés à la surveillance et l'évaluation des rejets, au suivi du milieu aquatique qu'il s'avérerait utile de mettre en place et à l'entretien des ouvrages.

Les équipements seront conformes aux dispositions de l'arrêté ministériel du 22 juin 2007.

Les installations seront conçues et exploitées de manière à limiter au maximum les contraintes liées aux bruits et aux odeurs dans le respect des normes ou des réglementations existantes.

3.1.3. - Obligations relatives à l'entretien :

Le maître d'ouvrage contribuera aux travaux d'entretien et de curage du milieu récepteur prescrits dans le but d'intérêt général dans la mesure où son rejet aura rendu les travaux nécessaires.

Le maître d'ouvrage devra constamment maintenir en bon état les installations qui devront toujours être conformes aux conditions de l'autorisation.

3.1.4. – Objectifs de qualité :

Pour tenir compte des impératifs de protection énoncés à l'article L.211.1 du code de l'environnement, la réalisation des travaux ou la gestion des ouvrages ne doit pas entraîner d'incidence notable sur la qualité de la ressource en eau à l'aval par rapport aux objectifs de qualité ci-après :

- classe A pour les eaux de baignade en référence au décret n° 81-324 du 7 avril 1981 modifié par le décret n° 91-980 du 20 septembre 1991 ;
- classe A des zones de conchyliculture au sens du décret n° 94-340 du 28 avril 1994 relatif aux conditions sanitaires de production et de mise sur le marché des coquillages vivants et de l'arrêté ministériel du 21 mai 1999 relatif au classement de salubrité et à la surveillance des zones de production et des zones de reparcage des coquillages vivants et de l'arrêté préfectoral n° 02-2288 du 1^{er} juillet 2002 ;
- classe 1B pour l'ensemble des paramètres de la grille multi-usages pour les eaux de mer établie par le groupe d'échange des CQEL pour le compte du ministère de l'environnement en 1992 ;
- objectifs du SDAGE Adour Garonne approuvé le 6 août 1996.

3.2. - Prescriptions de réalisation des travaux :

3.2.1. – Organisation des travaux :

Le pétitionnaire établira un programme comprenant le plan des installations de chantier et de ses accès, les mesures d'hygiène et de sécurité, et les périodes prévisibles d'exécution en fonction des contraintes imposées.

Le pétitionnaire demandera à l'entreprise de proposer les dispositifs correspondant à ses matériels et aux opérations (circulation et stationnement des engins de chantier) à mettre en œuvre pour garantir la protection du milieu aquatique contre les risques de pollution chronique ou accidentelle, en limitant par des ouvrages ou autres systèmes les départs de matériaux ou de polluants dans le milieu. Il établira également les démarches qui permettront de minimiser les nuisances phoniques, les émissions diverses et de maintenir en état de propreté le périmètre de chantier (sites et accès).

Le pétitionnaire mettra à disposition de l'entreprise les moyens nécessaires qui auront été définis avant le début du chantier.

Il assurera l'évacuation des déchets générés par le chantier vers des centres agréés qui assureront leur traitement.

Un avis de travaux sera affiché par le pétitionnaire un mois avant leur commencement et pendant toute leur durée sur le site et dans les mairies de Marcennes, de Bourcefranc-Le Chapus et de St Just Luzac.

Le pétitionnaire assurera une information préalable des professionnels (section conchylicole, Comité Local des Pêches Maritimes), des usagers du site (association des marais, riverains, notamment) et des administrations (DDAM, IFREMER, DDASS, DIREN, service de police de l'eau) sur le programme de travaux. De plus, quinze jours avant le commencement des travaux, il leur enverra copie de ce programme.

3.2.2. - Prescriptions Conduite des travaux :

Pendant la durée des travaux, une signalisation appropriée devra être mise en place.

Les engins de chantier utilisés devront être en bon état de fonctionnement et ne pas présenter de fuites.

La nature des matériaux utilisés et leurs conditions d'emploi ne devront pas être à l'origine de contamination du milieu notamment en période pluvieuse. Des observations régulières devront être assurées afin de vérifier que les travaux n'ont pas d'impact significatif sur le milieu aquatique et les usages avals.

Le pétitionnaire tiendra un registre journalier de suivi des travaux précisant les principales phases de chantier, les incidents survenus, les mesures prises et toute information factuelle susceptible d'avoir une incidence sur le milieu.

Ce registre sera tenu à la disposition du service chargé de la police de l'eau.

En cas de pollution, les travaux seront immédiatement interrompus afin de prendre les dispositions pour pallier les incidences et limiter son effet sur le milieu.

Le pétitionnaire mettra en œuvre les procédures et moyens destinés à prévenir et à lutter contre les pollutions accidentelles.

Le pétitionnaire mettra ensuite en place les moyens nécessaires pour éviter qu'elles ne se reproduisent.

Dans les meilleurs délais, il informe également de l'incident et des mesures prises pour y faire face, le service chargé de la police de l'eau et les usagers.

Dans un délai de trois mois à compter de la réception des travaux, le pétitionnaire remettra au service de police de l'eau un document comprenant :

- le plan de récolement des ouvrages et des équipements ainsi que les notices de fonctionnement, de maintenance et d'entretien ;
- le bilan des incidences constatées de la réalisation des travaux sur le milieu naturel.

3.3. - Prescriptions relatives au système de collecte :

Les ouvrages de collecte de type séparatifs seront dimensionnés de manière à assurer une collecte efficace du volume des effluents produits sur l'ensemble de la zone d'assainissement collectif par temps sec, sans engendrer un dépassement des références du système d'assainissement.

Toutes les dispositions seront mises en œuvre pour éviter tout déversement d'eaux brutes dans le milieu naturel. Les stations de relèvement seront conçues de façon à assurer un relèvement efficace des effluents sans provoquer de surverse.

Toutes les précautions seront prises pour éviter les nuisances dues à la propagation des odeurs à l'extérieur du système de collecte. A cet effet, si nécessaire, les installations comprendront des systèmes pour confiner les ouvrages les plus émissifs ou pour traiter les eaux dans les postes de relèvement.

Tous les ans, le pétitionnaire élaborera un dossier dressant l'inventaire des travaux réalisés pour lutter contre les eaux parasites et prévus dans le cadre des programmes de travaux de mise en conformité définis suite aux diagnostics du système d'assainissement collectif.

Des travaux de réhabilitation du réseau de collecte sont en cours. Ils ont pour objectif de diminuer de 70 % des apports d'eaux claires. Ils permettront d'éliminer une majorité des eaux parasites d'infiltration (EPI) et de captage (EPC).

Chaque année, dans le cadre du bilan de fonctionnement du réseau, il sera effectué l'estimation des taux de raccordement et de collecte du réseau.

Les objectifs des taux de collecte et de raccordement à l'horizon 2010 sont fixés comme suit :

- taux de collecte supérieur à 90 %,
- taux de raccordement supérieur à 85 %.

Un réseau privé (lotissements,...) devra, pour pouvoir être raccordé sur le réseau collectif, être mis en conformité avec les conditions exposées dans les annexes de l'arrêté du 22 juin 2007 fixant les prescriptions techniques relatives aux ouvrages de collecte et de traitement des eaux usées mentionnées aux articles L.372.1.1 et L.372.3 du code des communes.

3.3.1. - Raccordement des industries :

Tout déversement industriel dans le réseau de collecte devra faire l'objet d'une ou plusieurs autorisations mentionnées à l'article L.1331-10 du code de la santé publique, prenant en compte en particulier les normes à respecter pour la valorisation agricole des boues d'épuration, notamment, en ce qui concerne les éléments traces métalliques.

Cette autorisation n'exempte pas ces déversements des obligations auxquelles ils sont, le cas échéant, soumis en application de la loi du 19 juillet 1976 relative aux installations classées pour la protection de l'environnement et de toute autre réglementation qui leur serait applicable.

Pour être admissibles dans les réseaux, les rejets devront être :

- d'un flux maximal apporté par l'effluent inférieur à :
 - 15 kg/jour de MES,
 - 15 kg/jour de DBO₅,
 - 145 kg/jour de DCO,
- de concentrations limites à la sortie de l'installation inférieure à :
 - MES : 600 mg/l,
 - DBO₅ : 800mg/l,
 - DCO : 2 000 mg/l,
 - N global : 150 mg/l,
 - P total : 50 mg/l.

Tout dépassement de ces caractéristiques devra rester exceptionnel, le service chargé de la police de l'eau en sera informé dans un délai de 8 jours.

De plus, les valeurs limites, concernant les micro-polluants minéraux et organiques énoncées à l'arrêté du 2 février 1998 permettant d'accepter le rejet dans le réseau, sont les mêmes que pour un rejet dans le milieu naturel.

Tout déversement industriel dans le réseau sera soumis à la signature d'une convention avec le maître d'ouvrage qui pourra imposer un prétraitement avant rejet.

Un exemplaire de chaque autorisation, accordée aux industriels, sera adressé au service chargé de la police de l'eau et à l'exploitant des ouvrages concernés.

3.4. - Prescriptions relatives au système de traitement :

Le système de traitement est composé des éléments ci-dessous avec les caractéristiques suivantes :

3.4.1. – Station d'épuration : La capacité du système de traitement est de 18 000 EH.

Charge organique de référence en flux de pollution brute :

| Paramètres | Concentration indicative en entrée – échantillon moyen sur 24 h - mg/l | Flux journalier sur 24 h – Kg/j |
|------------|--|------------------------------------|
| DCO | 620 | 2160 |
| DB05 | 310 | 1080 |
| MES | 460 | 1620 |
| NK | 80 | 270 |
| Pt | 20 | 72 |

Charge hydraulique de référence en débit :

| | |
|------------------------------------|-----------|
| Débit journalier par temps sec | 3500 m3/j |
| Débit de pointe par temps sec | 275 m3/h |
| Débit de pointe par temps de pluie | 350 m3/h |

3.4.2. – Rejets au milieu naturel :

Le déversement des eaux épurées doit respecter les conditions suivantes :

3.4.2.1. – Lieu et mode de rejet :

Le rejet actuel s'effectue en mer, par l'intermédiaire du ruisseau du Nord situé à la cote (0,00 CM) du zéro des cartes marines et aux points de coordonnées Lambert II étendu suivants :

X = 332 769 m
Y = 2 089 749 m

3.4.2.2. - Qualité de l'effluent épuré et rendement épuratoire :

La qualité globale des effluents rejetés avant introduction dans le milieu naturel devra respecter les normes fixées dans le tableau suivant (en concentration ou en rendement). Les analyses seront effectuées sur des échantillons filtrés, à l'exception des MES.

La qualité des effluents issus du système de traitement devra respecter les valeurs suivantes :

| Paramètres | Concentration indicative en entrée de station échantillon moyen sur 24h - mg/l | Concentration Maximale en sortie (moyenne sur 24h) mg/l | Rendement épuratoire (minimal sur 24h) % | Règles de conformité | |
|---------------------|--|---|--|--|--------------------------|
| | | | | Nombre de dépassements autorisés w/an ⁽⁴⁾ | Valeurs réductrices mg/l |
| MES ⁽¹⁾ | 460 | 150 | 90 | 3 | 150 ⁽²⁾ |
| DBO5 ⁽¹⁾ | 310 | 25 | 80 | 2 | 50 ⁽²⁾ |
| DCO ⁽¹⁾ | 620 | 125 | 75 | 3 | 250 ⁽²⁾ |
| Ng ⁽³⁾ | 80 | 40 | 50 | 1 | |
| Pt ⁽³⁾ | 20 | 15 | 30 | 1 | |

NOTA : Ces normes s'appliquent dans les conditions de l'arrêté du 22 juin 2007, notamment, le pH de l'effluent rejeté devra se situer entre 6 et 8,5 et la température moyenne devra être inférieure à 25 °C.

⁽¹⁾ : Un échantillon moyen journalier prélevé au rejet est déclaré conforme si l'une au moins des deux valeurs (concentration au rejet – rendement épuratoire) figurant dans l'autorisation est respectée.

⁽²⁾ : Parmi les échantillons moyens journaliers déclarés non conformes, aucun d'entre eux ne doit dépasser les valeurs réductrices.

⁽³⁾ : Valeurs à respecter en moyenne annuelle (en concentration ou en rendement).

⁽⁴⁾ : Le nombre de dépassements autorisés correspond au nombre de prélèvements imposés pour la capacité de la station par l'arrêté du 22 juin 2007.

3.4.2.3. - Qualité microbiologique – pendant toute l'année :

| Paramètres | Valeur « objectif » | Valeur « impérative » |
|----------------------------|---------------------|-----------------------|
| Escherichia coli - u/l | 1000 | 20 000 |
| Streptocoques Fécaux - u/l | 1000 | 4 000 |

La valeur « objectif » devra être respectée dans 90 % des cas au moins, sans que la valeur « impérative » ne soit jamais dépassée.

3.4.2.4 – Flux sortie (valeurs moyennes) :

Les Flux de pollution du tableau suivant ne doivent être dépassés :

| Paramètres | 2 h (kg) | 24 h (kg) |
|------------|----------|-----------|
| MES | 19 | 122 |
| DBO5 | 13 | 88 |
| DCO | 69 | 437 |
| NK | 22 | 140 |
| PT | 8 | 52 |

3.5. - Prescriptions relatives aux sous-produits :

Le maître d'ouvrage devra justifier de la destination des sous-produits du traitement.

Les refus de tamisage seront confinés et compactés dans des sacs avant d'être évacués vers une filière d'élimination d'ordures ménagères agréée.

Les sables récupérés dans le réseau et les postes de relèvement seront ramenés sur la station d'épuration et seront traités sur l'unité de lavage des sables avant d'être évacués.

Les autres résidus de curage du réseau seront dépotés au niveau des matières de vidange. L'évaluation de la qualité des sous-produits de curage sera à effectuer.

Actuellement, les boues sont déshydratées et chaulées pour être stockées sur une aire de stockage non couverte d'une capacité de 7 mois puis valorisées en agriculture. Conformément au terme de l'étude d'impact, l'aire de stockage devra être couverte pour maintenir le taux de siccité et favoriser l'hygiénisation des boues assurée par la chaux vive.

Avant de pouvoir être épandues, elles feront l'objet d'analyses agronomiques pour vérifier leur conformité avec les prescriptions de l'arrêté du 8 janvier 1998.

Le récépissé de déclaration n° 17-01-219-060-DISE-DDASS du 16 mai 2001 définit les conditions d'épandage agricole des boues de la station d'épuration.

Les matières de vidange seront déposées dans une fosse de 30 m³ avant d'être reprises par pompage et injectées dans le prétraitement.

3.6. - Entretien du système d'assainissement et exploitation du site :

3.6.1. - Entretien des ouvrages - opérations d'urgence :

Le pétitionnaire doit maintenir en bon état et à ses frais les ouvrages constituant le système d'assainissement qui doivent être conformes aux conditions de la présente autorisation.

Les travaux d'entretien programmés nécessitant l'arrêt ou la réduction des performances des ouvrages (station d'épuration ou/et réseau de collecte) ou le rejet d'eaux brutes, seront communiqués au service chargé de la police de l'eau en début d'année.

Les caractéristiques des déversements (flux, charges) pendant cette période et les mesures prises pour en réduire l'impact sur le milieu récepteur seront précisées.

Le service chargé de la police de l'eau pourra, si nécessaire, demander le report des opérations.

Les abords de la station seront maintenus en bon état et régulièrement la clôture et le portail seront vérifiés. En cas de dégradation, les réparations seront engagées dans les plus brefs délais afin de pallier les risques.

Des campagnes d'hydrocurage préventives seront organisées tous les ans sur minimum 5 % du réseau.

3.6.2. – Exploitation du réseau et de la station d'épuration :

Un registre d'exploitation sera ouvert pour y consigner chaque jour la totalité des opérations réalisées pour assurer le fonctionnement, l'exploitant y indiquera en particulier :

- les paramètres d'exploitation (consommation d'énergie, de réactifs et autres, les débits, temps de fonctionnement des pompes des postes de relèvement,..) et la vérification des ouvrages ;
- les conditions météorologiques ;

- les incidents et défauts de matériels recensés et les mesures prises pour y remédier ;
- les interventions et les réparations ou remplacement de matériels réalisés ;
- les démarches engagées pour prévenir les dysfonctionnements ;
- les procédures à observer par le personnel d'entretien.

Le pétitionnaire pourra ainsi justifier des dispositions prises pour assurer un niveau de fiabilité du système d'assainissement compatible avec les termes du présent arrêté.

Le personnel d'exploitation aura reçu une formation technique lui permettant de connaître les consignes de sécurité et le fonctionnement du nouveau système d'épuration. Il pourra ainsi en cas de problème, les repérer et intervenir pour y pallier.

Un bilan d'efficacité des installations de l'ensemble du système d'assainissement sera réalisé par l'exploitant tous les cinq ans à compter de la mise en service des ouvrages.

ARTICLE 4 : MOYENS D'ANALYSES, DE SURVEILLANCE ET DE CONTRÔLE (Y COMPRIS AUTOSURVEILLANCE)

4.1 – Surveillance :

4.1.1. - Surveillance relative au système de collecte :

L'exploitant tient à jour le plan de l'ensemble du réseau de collecte des eaux usées et des branchements.

Il procédera régulièrement à des campagnes d'inspection des réseaux, stations de relèvement et ouvrages de la station d'épuration, par tous moyens appropriés pour vérifier leur conformité et en particulier l'étanchéité. Une inspection télévisée de la totalité des réseaux sera à réaliser tous les dix ans.

Le pétitionnaire devra aussi vérifier l'étanchéité des boîtiers de branchements des particuliers et exiger leur mise en conformité si nécessaire.

4.1.2. - Surveillance relative au système de traitement :

Pour la station de Marennes, la surveillance du bon fonctionnement sera assurée par les équipements suivants :

- un dispositif de mesure,
- un débitmètre,
- un préleveur à poste fixe réfrigéré asservi au débit en entrée et en sortie,
- un enregistreur avec un système d'acquisition des données et totaliseur du débit journalier.

4.1.2.1. – Sur les eaux :

L'autocontrôle portera sur des échantillons moyens sur 24 h asservis au débit des eaux rejetées.

Ces mesures seront à effectuer à l'entrée du traitement et en sortie avant rejet dans le ruisseau récepteur des effluents.

Les préleveurs d'entrée et de sortie de la station doivent pouvoir être secourus en permanence par d'autres préleveurs de mêmes caractéristiques.

En application de l'arrêté du 22 juin 2007 cité en référence, la station dépassant les 10 000 eH la fréquence des mesures s'applique en entrée et en sortie y compris les ouvrages de dérivation.

Le nombre et la fréquence minimum des mesures sont fixés ci-après :

| Paramètres | Nombre de mesures/an | | Fréquence des mesures | |
|---------------------|----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| | Entrée | Sortie milieu naturel | Entrée | Sortie milieu naturel |
| DEBIT | 365 | 365 | journalier | journalier |
| MES | 24 | 24 | bimensuel | bimensuel |
| DCO | 24 | 24 | bimensuel | bimensuel |
| DBO5 | 12 | 12 | mensuel | mensuel |
| NTK | 6 | 6 | 1 bimestriel | 1 bimestriel |
| Pt | 6 | 6 | 1 bimestriel | 1 bimestriel |
| E. Coli | | 52 | | hebdomadaire |
| Streptocoque fécaux | | 52 | | hebdomadaire |

En raison de la sensibilité du milieu le suivi bactériologique sera effectué chaque semaine.

4.1.2.2. – Sur les boues :

| Matières sèches | Nombre de mesures par an | Fréquence des mesures |
|-----------------|--------------------------|-----------------------|
| Quantité | 24 | bimensuel |
| Siccité | 24 | bimensuel |

4.1.3. – Contrôle du système d'autosurveillance du système d'assainissement :

L'exploitant conservera au froid pendant 24 heures un double des échantillons prélevés sur la station d'épuration.

L'exploitant rédigera un manuel d'autosurveillance décrivant de manière précise son organisation interne, les équipements et matériels utilisés ainsi que leur fonctionnement, les méthodes d'analyses et les organismes extérieurs à qui il confie tout ou partie de la surveillance, la qualification des personnes associées à ce dispositif.

Ce manuel fera mention des références normalisées ou non. Il sera expédié au service chargé de la police de l'eau et à l'agence de l'eau.

4.2. - Dispositions particulières de surveillance pour les événements exceptionnels :

Des dispositions particulières de surveillance doivent être prises par l'exploitant, lorsque le système d'assainissement ne permet pas d'assurer la collecte ou le traitement complet des effluents, notamment, en cas de travaux ou d'incident sur la station, sur le réseau ou à cause de situations climatiques inhabituelles.

Pour cette période provisoire, l'exploitant doit estimer le flux de matières polluantes rejeté et évaluer son impact sur le milieu récepteur. Il doit aussi mettre en œuvre, sans délai, les moyens techniques nécessaires au retour à une situation normale (mise en place d'un préleveur automatique portable en aval des lagunes lorsqu'elles seront utilisées pour pallier les dysfonctionnements).

Cette évaluation est à effectuer dans le milieu récepteur pour les paramètres suivants : le débit, la DCO, la DBO₅, les MES, l'azote ammoniacal et l'oxygène dissous ainsi que les bactériologiques.

4.3. - Information des services :

4.3.1. – Au cours du fonctionnement normal :

L'ensemble des informations et des documents de fonctionnement du système sera tenu à la disposition du service de police de l'eau.

Le service chargé de la police de l'eau devra être immédiatement informé de tous les travaux d'entretien ou d'urgence et des incidents imprévisibles ne permettant pas d'assurer la collecte ou le traitement complet des effluents selon le formulaire prévu dans le manuel d'autosurveillance.

En fin d'année, un rapport de synthèse du fonctionnement du réseau et du système de traitement, établi à partir du manuel d'autosurveillance, sera envoyé au service chargé de la police de l'eau pour validation.

Il y sera signalé également les événements importants figurant sur le registre qui pourraient avoir influencé les résultats de l'autosurveillance.

4.3.2. – En cas de situation exceptionnelle :

En cas de situation exceptionnelle, l'exploitant informera le service chargé de la police de l'eau et les services intéressés tels que la Direction Départementale des Affaires Maritimes et la Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales en raison de la sensibilité du milieu récepteur et des activités avales (conchyliculture, baignade,...).

Après retour à la normale, les opérations engagées et les résultats obtenus seront rapportés dans un document adressé par l'exploitant au service chargé de la police de l'eau, à l'Agence de l'Eau et aux autres services concernés.

4.4. – Contrôles inopinés :

Des contrôles inopinés pourront être effectués par le service chargé de la police de l'eau sur l'ensemble du système d'assainissement et dans le milieu naturel, notamment, en cas de présomption de dysfonctionnement.

Les agents chargés du contrôle des eaux devront avoir libre accès aux installations.

Le pétitionnaire doit, sur leur réquisition, mettre le service chargé de la police de l'eau à même de procéder à toutes les mesures de vérification et d'expériences utiles pour constater l'exécution des prescriptions et leur fournir le personnel et les appareils nécessaires.

Sur la station de traitement, les analyses porteront sur les paramètres désignés en autosurveillance.

Dans le milieu récepteur, les analyses porteront sur les paramètres suivants :

- paramètres physico-chimiques : température, pH, oxygène dissous, conductivité, matières en suspension, carbone organique total (COT), azote global (NGL), azote total (NTK), orthophosphates (PO4), phosphore total (PT) ;
- paramètres bactériologiques : Escherichia Coli, streptocoques fécaux.

Les frais relatifs aux mesures (prélèvements et analyses) seront à la charge du pétitionnaire. Les résultats des contrôles inopinés seront transmis au pétitionnaire directement par le laboratoire agréé d'analyses ou si besoin par le service chargé de la police de l'eau.

ARTICLE 5 : MOYENS D'INTERVENTION EN CAS D'INCIDENT OU D'ACCIDENT

En cas de surcharge hydraulique, le pétitionnaire réalisera une recherche des rejets illicites dans le réseau et prendra les mesures pour les supprimer. Il disposera d'un délai de 8 mois à compter de la constatation pour établir le bilan de cette recherche et mettre en place un programme de travaux palliatifs avec échéancier qui sera transmis pour avis au service de police de l'eau.

En cas de panne, le pétitionnaire proposera les modalités d'intervention qui seront mises en œuvre dans les meilleurs délais. Les dispositions prises devront être conformes à la Directive Européenne et à ses textes d'application en droit Français.

Le pétitionnaire mettra à disposition les moyens permettant de prévenir et de lutter contre les pollutions accidentelles du milieu aquatique. Ces moyens auront été évalués au préalable à la mise en marche de l'installation.

Le pétitionnaire mettra en place un système d'astreintes permettant d'intervenir en toute période, en cas de difficulté ou de pollution accidentelle.

ARTICLE 6 : MESURES CORRECTIVES ET COMPENSATOIRES

Les produits dangereux nécessaires à l'exploitation seront stockés dans des bacs de rétention et l'exploitant disposera de produits absorbants pour récupérer tout déversement de polluants. De plus, l'entretien des engins de travaux ne sera pas assuré sur le site.

Le dimensionnement de la station permettra de traiter l'ensemble des eaux collectées même en situation de crise. Ceci permettra de rendre exceptionnel le déversement direct des effluents non traités vers le lagunage. Bien que peu sollicitée, cette dérivation devra néanmoins être équipée d'un compteur-enregistreur.

Un plan de gestion des risques sera établi afin que les agents d'exploitation puissent engager les démarches adaptées pour lutter contre les dysfonctionnements.

En cas de submersion, seules les lagunes seront recouvertes. L'arrivée des eaux de mer entraînera une remise en suspension des boues superficielles, en se retirant la lame d'eau se dirigera vers les fossés et plus particulièrement vers le ruisseau du nord qui grâce à son clapet pourra piéger et décanter des boues. Un curage des fossés sera ensuite organisé et les produits seront évacués en centre agréé ou en cas de qualité conforme valorisés en agriculture.

Pour protéger les alentours du bruit et des odeurs, l'aération dans les bassins sera effectuée par insufflation d'air et la déshydratation des boues aura lieu en local clos. Au niveau du réseau, des systèmes d'injections de chlorure ferrique seront installés dans les postes de relèvement risquant en cas de durée de séjour importante de produire de l'hydrogène sulfuré.

Conformément aux dispositions de l'étude d'impact, l'aire des boues devra être couverte.

Titre 3 – DISPOSITIONS GENERALES -

ARTICLE 7 : DURÉE DE L'AUTORISATION - DURÉE DE RÉALISATION DES TRAVAUX

- les travaux décrits dans le présent arrêté devront être réalisés dans un délai de 2 ans ;
- la présente autorisation est accordée pour une durée 10 ans à compter de la date de réception des travaux.

ARTICLE 8 : CONFORMITÉ AU DOSSIER ET MODIFICATIONS

Les installations, ouvrages, travaux ou activités, objets de la présente autorisation, sont situés, installés et exploités conformément aux plans et contenu du dossier de demande d'autorisation sans préjudice des dispositions de la présente autorisation.

Toute modification apportée aux ouvrages, installations et à leur fonctionnement, à leur mode d'utilisation, à la réalisation des travaux ou à l'aménagement en résultant, à l'exercice des activités ou à leur voisinage et entraînant un changement notable des éléments du dossier de demande d'autorisation doit être portée, avant sa réalisation à la connaissance du préfet, conformément aux dispositions de l'article l'article R214-18 du code de l'environnement .

ARTICLE 9 : CARACTÈRE DE L'AUTORISATION

L'autorisation est accordée à titre personnel, précaire et révoquant sans indemnité de l'État exerçant ses pouvoirs de police.

l'administration peut à quelque date que ce soit, dans un but d'intérêt général, modifier, d'une manière temporaire ou définitive, l'usage des ouvrages autorisés par le présent arrêté.

Faute par le permissionnaire de se conformer dans le délai fixé aux dispositions prescrites, l'administration pourra prononcer la déchéance de la présente autorisation et, prendre les mesures nécessaires pour faire disparaître aux frais du permissionnaire tout dommage provenant de son fait, ou pour prévenir ces dommages dans l'intérêt de l'environnement de la sécurité et de la santé publique, sans préjudice de l'application des dispositions pénales relatives aux contraventions au code de l'environnement.

En cas de non respect des prescriptions prévues au présent arrêté, le pétitionnaire est passible des sanctions administratives prévues par l'article L.216.1 du code de l'environnement, ainsi que des sanctions pénales prévues par les articles L.216.9, L.216.10 et L.216.12 du même code.

Il en sera de même dans le cas où, après s'être conformé aux dispositions prescrites, le permissionnaire changerait ensuite l'état des lieux fixé par la présente autorisation, sans y être préalablement autorisé, ou s'il ne maintenait pas constamment les installations en état normal de bon fonctionnement.

ARTICLE 10 : DÉCLARATION DES INCIDENTS OU ACCIDENTS

Le permissionnaire est tenu de déclarer, dès qu'il en a connaissance, au préfet les accidents ou incidents intéressant les installations, ouvrages, travaux ou activités faisant l'objet de la présente autorisation qui sont de nature à porter atteinte aux intérêts mentionnés à l'article L.211-1 du code de l'environnement.

Sans préjudice des mesures que pourra prescrire le préfet, le maître d'ouvrage devra prendre ou faire prendre toutes dispositions nécessaires pour mettre fin aux causes de l'incident ou accident, pour évaluer ses conséquences et y remédier.

Le permissionnaire demeure responsable des accidents ou dommages qui seraient la conséquence de l'activité ou de l'exécution des travaux et de l'aménagement.

En outre, en cas de constat de pollution du milieu récepteur du rejet du système d'assainissement, le pétitionnaire est passible des sanctions prévues par les articles L.218.73 et L.218.76, L.432.2 et L.432.4 du code de l'environnement dans les conditions prévues par les articles L.216.12 et L.437.23 du même code.

ARTICLE 11 : CONDITIONS DE RENOUVELLEMENT DE L'AUTORISATION

Avant l'expiration de la présente autorisation, le pétitionnaire, s'il souhaite en obtenir le renouvellement, devra adresser au préfet une demande dans les conditions de délai, de forme et de contenu définis à l'article R214-20 du code de l'environnement .

ARTICLE 12 : REMISE EN ÉTAT DES LIEUX

Si à l'échéance de la présente autorisation, le pétitionnaire décide de ne pas en demander le renouvellement, le préfet peut faire établir un projet de remise en état des lieux total ou partiel accompagné des éléments de nature à justifier celui-ci.

ARTICLE 13 : ACCÈS AUX INSTALLATIONS

Les agents chargés de la police de l'eau et des milieux aquatiques auront libre accès aux installations, ouvrages, travaux ou activités autorisés par la présente autorisation, dans les conditions fixées par le code de l'environnement. Ils pourront demander communication de toute pièce utile au contrôle de la bonne exécution du présent arrêté.

ARTICLE 14 : DROITS DES TIERS

Les droits des tiers sont et demeurent expressément réservés.

ARTICLE 15 : AUTRES RÉGLEMENTATIONS

La présente autorisation ne dispense en aucun cas le permissionnaire de faire les déclarations ou d'obtenir les autorisations requises par d'autres réglementations.

ARTICLE 16 : PUBLICATION ET INFORMATION DES TIERS

Un avis au public faisant connaître les termes de la présente autorisation sera publié à la diligence des services de la Préfecture de la Charente-Maritime, et aux frais du demandeur, en caractères apparents, dans deux journaux locaux ou régionaux diffusés dans le département de la Charente-Maritime.

Un extrait de la présente autorisation énumérant notamment les motifs qui ont fondé la décision ainsi que les principales prescriptions auxquelles cette autorisation est soumise sera affiché dans les mairies de Marennes, Bourcefranc-Le Chapus et St Just Luzac, pendant une durée minimale d'un mois. Cette formalité sera justifiée par un procès verbal des maires concernés.

La présente autorisation sera à disposition du public sur le site internet de la préfecture de Charente-Maritime pendant une durée d'au moins 1 an.

ARTICLE 17 : VOIES ET DÉLAIS DE RECOURS

La présente autorisation est susceptible de recours devant le tribunal administratif territorialement compétent à compter de sa publication au recueil des actes administratifs dans un délai de deux mois par le pétitionnaire et dans un délai de quatre ans par les tiers dans les conditions de l'article R421-1 du code de justice administrative.

Dans le même délai de deux mois, le pétitionnaire peut présenter un recours gracieux. Le silence gardé par l'administration pendant plus de deux mois sur la demande de recours gracieux emporte décision implicite de rejet de cette demande conformément à l'article R421-2 du code de justice administrative.

ARTICLE 18 : EXÉCUTION

Le Secrétaire général de la Préfecture de la Charente-Maritime, le Sous-Préfet de Rochefort, les Maires de Marennes, de Bourcofranc-Le Chapus et de St Just Luzac, le Délégué Interservices de l'Eau et le Directeur départemental de l'équipement de la Charente-Maritime,

sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution du présent arrêté qui sera publié au recueil des actes administratifs de la préfecture de la Charente-Maritime, et dont une ampliation sera tenue à la disposition du public dans chaque mairie intéressée.

À La Rochelle, le 04 JUIL. 2008

Pour le Secrétaire général chargé de
l'administration de l'Etat dans le Département
et par délégation
Le Délégué Interservices de l'Eau



Philippe BODA

ANNEXE 2 - CALCUL PRODUCTION DE BOUES PHYSICO CHIMIQUE

A partir du fer en entrée station

Le flux de fer éliminé sur la station permet de déduire la quantité de fer précipité et les boues physicochimiques produites :

Flux de fer éliminés

| | |
|--|-------------------------|
| Concentration moyenne de fer en entrée station | 4,8 mg/L |
| Concentration moyenne de fer en sortie station | 0,2 mg/L |
| Débit moyen entrée station | 1 478 m ³ /j |
| Flux Fer moyen jour en entrée station | 6,8 kg/j |
| Production de boues physico-chimique estimée | 16,3 kg/j |

A partir de la production totale de boues, on obtient alors le ratio de boues physico-chimique produites sur la station 3,3%.

Production de boues

| | |
|--------------------------------|---------------------|
| Flux DCO moyen jour | 1 300 kg/j |
| Production de boues | 0,375 kg MES/kg DCO |
| Production journalière de boue | 488 kg/j |

A partir de la concentration en fer dans la liqueur mixte

La concentration en fer dans les boues de la station permet d'obtenir la quantité de boues physico-chimique dans les boues.

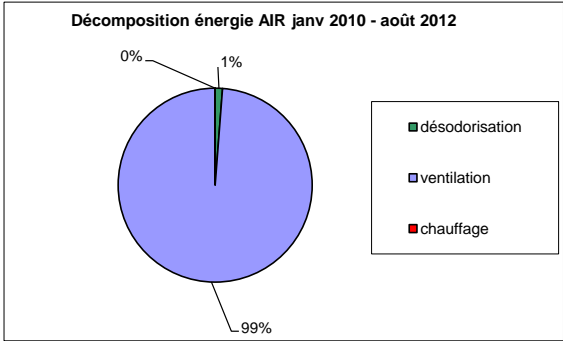
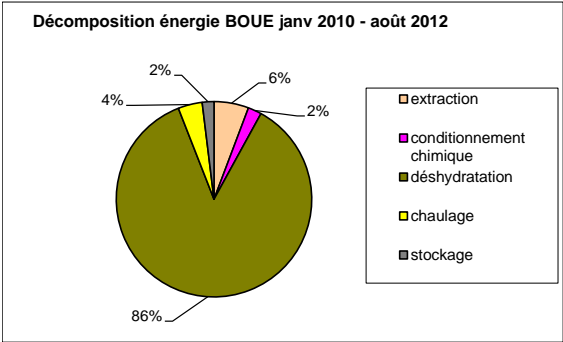
| | |
|--|------------|
| Concentration moyenne de fer dans les boues | 90 mg/L |
| Concentration moyenne de boues physico-chimique | 216 mg/L |
| Concentration moyenne en MES dans le bassin d'aération | 7 100 mg/L |
| Ratio de boues physico-chimique | 3 % |

ANNEXE 3 - INDICE FILAMENTEUX

Correspondance entre l'indice filamenteux et le nombre de filaments par floc (Jenkins, 1986)

| | |
|------|---|
| IF 0 | absence de filament |
| IF 1 | peu de filaments, dans certains flocs |
| IF 2 | quelques filaments, dans certains flocs |
| IF 3 | fréquent, 1 à 5 filaments / floc |
| IF 4 | très fréquent, 5 à 20 filaments / floc |
| IF 5 | abondant, >20 filaments / floc |
| IF 6 | en excès, filaments majoritaires / floc |

ANNEXE 4 – REPARTITION DES CONSOMMATIONS ENERGETIQUES



ANNEXE 5 – ANALYSE DES BOUES DE LA STATION DE MARENNES

| RAPPORT D'ESSAI N° Date de prélèvement : Date de réception : Identification de l'échantillon : | | 590702 19/01/2011 01/02/2011 MARENNES janvier 2011 | | 593647 14/03/2011 16/03/2011 MARENNES mars 2011 | |
|--|---|---|-----------------------------|--|-----------------------------|
| | | Résultats sur Matière Sèche | Résultats sur Matière Brute | Résultats sur Matière Sèche | Résultats sur Matière Brute |
| Analyse physico-chimique | | | | | |
| Carbone organique (calcul) | NF EN 12879 / NF U 44 - 160 | 24.9 | | 34.2 | |
| * Humidité | NF EN 12880 | | 74.11 | | 79.07 |
| * Matière minérale | NF EN 12879 | 50.1 | 129.7 | 31.7 | 66.3 |
| * Matière Organique | NF EN 12879 | 49.9 | 129.2 | 68.3 | 143 |
| * Matière Sèche | NF EN 12880 | | 25.89 | | 20.93 |
| * pH | Méthode interne (selon NF EN 12176) | | 12.71 | | 10.32 |
| Analyse de la valeur agronomique | | | | | |
| Azote ammoniacal (N-NH4) | Méthode interne | 0.908 | 0.24 | 0.602 | 0.13 |
| * Azote Kjeldhal | NF EN 13342 | 51.1 | 13.23 | 62.2 | 13.02 |
| Azote nitrique (N-NO3) | Méthode interne | 0.03 | 0.007 | <0.019 | <0.004 |
| Azote nitreux (N-NO2) | Méthode interne | | | | |
| * CaO | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 233.8 | 60.5 | 118.0 | 24.7 |
| Rapport C/N (calcul) | | 4.9 | | >5.49 | |
| * K2O | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 6.66 | 1.725 | 8.21 | 1.719 |
| * MgO | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 6.01 | 1.555 | 6.64 | 1.389 |
| * Na2O | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 1.204 | 0.312 | 1.472 | 0.3081 |
| * P2O5 | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 48.3 | 12.5000 | 57.9 | 12.11 |
| SO3 | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | | | | |
| Oligo-éléments | | | | | |
| Bore | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 28.50 | 7.38 | 32.39 | 6.78 |
| * Cobalt | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | <8.83 | <2.29 | <9.25 | <1.94 |
| * Cuivre | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 458.0 | 118.6 | 615.4 | 128.8 |
| * Fer | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 30 860.31 | 7 990.38 | 31 618.47 | 6 618.91 |
| * Manganèse | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 111.3 | 28.82 | 103.8 | 21.72 |
| * Molybdène | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 4.85 | 1.255 | 7.04 | 1.473 |
| * Zinc | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 420.6 | 108.9 | 498.7 | 104.4 |
| Éléments traces métalliques | | | | | |
| * Aluminium | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | | | | |
| * Arsenic | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | | | | |
| * Cadmium | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 0.910 | 0.235 | 0.883 | 0.185 |
| * Chrome | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 23.15 | 6.00 | 21.03 | 4.40 |
| * Cuivre | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 458.0 | 118.6 | 615.4 | 128.8 |
| * Mercure | X31-150 / méthode interne (selon NF EN 12338) | 1.66 | 0.430 | 0.55 | 0.116 |
| * Nickel | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 13.10 | 3.391 | 13.63 | 2.853 |
| * Plomb | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 20.48 | 5.30 | 23.27 | 4.87 |
| * Sélénium | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | | | | |
| * Sélénium | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 15586 | | | | |
| * Zinc | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 420.60 | 108.9 | 498.7 | 104.40 |
| Cr + Cu + Ni + Zn | | 915.0 | 236.9 | 1 149.00 | 240.5 |
| Teneur en composés-traces organiques (analyse réalisée sous accréditation par un laboratoire sous traitement accrédité, pour le P156, sous le n°1-1531) | | | | | |
| PolyChloro Biphényles (PCB) | | | | | |
| Congénères 28 | XP X33 - 012 / NF EN ISO 6468 | <0.015 | <3.88 | | |
| Congénères 52 | XP X33 - 012 / NF EN ISO 6468 | <0.015 | <3.88 | | |
| Congénères 101 | XP X33 - 012 / NF EN ISO 6468 | <0.015 | <3.88 | | |
| Congénères 118 | XP X33 - 012 / NF EN ISO 6468 | <0.015 | <3.88 | | |
| Congénères 138 | XP X33 - 012 / NF EN ISO 6468 | <0.015 | <3.88 | | |
| Congénères 153 | XP X33 - 012 / NF EN ISO 6468 | <0.015 | <3.88 | | |
| Congénères 180 | XP X33 - 012 / NF EN ISO 6468 | <0.015 | <3.88 | | |
| Somme des 7 PCB | XP X33 - 012 / NF EN ISO 6468 | <0.105 | <27.19 | | |
| Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) | | | | | |
| Fluoranthène | XP X33 - 012 / NFT 90-115 | <0.100 | <26.15 | | |
| Benzo(B) Fluoranthène | XP X33 - 012 / NFT 90-115 | <0.100 | <26.15 | | |
| Benzo (A)Pyrène | XP X33 - 012 / NFT 90-115 | <0.100 | <26.15 | | |

| RAPPORT D'ESSAI N° | | 598471 | | 598472 | |
|--|---|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Date de prélèvement : | | 13/04/2011 | | 13/04/2011 | |
| Date de réception : | | 19/05/2011 | | 19/05/2011 | |
| Identification de l'échantillon : | | MARENNES avril 2011 SILO D | | MARENNES avril 2011 SILO G | |
| | | Résultats sur Matière Sèche | Résultats sur Matière Brute | Résultats sur Matière Sèche | Résultats sur Matière Brute |
| Analyse physico-chimique | | | | | |
| Carbone organique (calcul) | NF EN 12879 / NF U 44 - 160 | 27.4 | | 29 | |
| * Humidité | NF EN 12880 | | 73.9 | | 77.46 |
| * Matière minérale | NF EN 12879 | 45.1 | 121.5 | 42 | 94.7 |
| * Matière Organique | NF EN 12879 | 54.9 | 147.6 | 58 | 130.7 |
| * Matière Sèche | NF EN 12880 | | 26.91 | | 22.54 |
| * pH | Méthode interne (selon NF EN 12176) | | 9.59 | | 9.15 |
| Analyse de la valeur agronomique | | | | | |
| Azote ammoniacal (N-NH4) | Méthode interne | 6.526 | 1.76 | 7.233 | 1.63 |
| * Azote Kjeldhal | NF EN 13342 | 45.4 | 12.21 | 54.4 | 12.25 |
| Azote nitrique (N-NO3) | Méthode interne | <0.015 | <0.004 | <0.018 | <0.004 |
| Azote nitreux (N-NO2) | Méthode interne | | | | |
| * CaO | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 204.7 | 55.1 | 186.0 | 41.9 |
| Rapport C/N (calcul) | | >6.04 | | >5.33 | |
| * K2O | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 6.80 | 1.831 | 7.11 | 1.603 |
| * MgO | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 6.78 | 1.824 | 6.61 | 1.490 |
| * Na2O | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 1.587 | 0.427 | 1.480 | 0.334 |
| * P2O5 | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 53.1 | 14.2900 | 56.3 | 12.6900 |
| SO3 | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | | | | |
| Oligo-éléments | | | | | |
| Bore | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 28.97 | 7.79 | 32.58 | 7.34 |
| * Cobalt | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | <8.80 | <2.37 | | |
| * Cuivre | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 527.2 | 141.8 | | |
| * Fer | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 27 417.43 | 7 376.96 | 35 058.71 | 7 900.80 |
| * Manganèse | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 112.3 | 30.22 | 113.1 | 25.50 |
| * Molybdène | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 5.47 | 1.472 | | |
| * Zinc | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 427.7 | 115.1 | | |
| Éléments traces métalliques | | | | | |
| * Aluminium | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | | | | |
| * Arsenic | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | | | | |
| * Cadmium | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 0.744 | 0.2002 | | |
| * Chrome | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 17.93 | 4.83 | | |
| * Cuivre | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 527.2 | 141.80 | | |
| * Mercure | X31-150 / méthode interne (selon NF EN 12338) | 0.83 | 0.22 | | |
| * Nickel | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 11.69 | 3.15 | | |
| * Plomb | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 21.51 | 5.79 | | |
| * Sélénium | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | | | | |
| * Sélénium | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 15586 | | | | |
| * Zinc | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 427.70 | 115.10 | | |
| Cr + Cu + Ni + Zn | | 984.0 | 264.90 | | |
| Teneur en composés-traces organiques (analyse réalisée sous accréditation par un laboratoire sous traitant accrédité, pour le P156, sous le n°1-1531) | | | | | |
| PolyChloro Biphényles (PCB) | | | | | |
| Congénères 28 | XP X33 - 012 / NF EN ISO 6468 | <0.015 | <4.04 | | |
| Congénères 52 | XP X33 - 012 / NF EN ISO 6468 | <0.015 | <4.04 | | |
| Congénères 101 | XP X33 - 012 / NF EN ISO 6468 | <0.015 | <4.04 | | |
| Congénères 118 | XP X33 - 012 / NF EN ISO 6468 | <0.015 | <4.04 | | |
| Congénères 138 | XP X33 - 012 / NF EN ISO 6468 | <0.015 | <4.04 | | |
| Congénères 153 | XP X33 - 012 / NF EN ISO 6468 | <0.015 | <4.04 | | |
| Congénères 180 | XP X33 - 012 / NF EN ISO 6468 | <0.015 | <4.04 | | |
| Somme des 7 PCB | XP X33 - 012 / NF EN ISO 6468 | <0.105 | <28.25 | | |
| Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) | | | | | |
| Fluoranthène | XP X33 - 012 / NFT 90-115 | <0.100 | <26.91 | | |
| Benzo(B) Fluoranthène | XP X33 - 012 / NFT 90-115 | <0.100 | <26.91 | | |
| Benzo (A)Pyrène | XP X33 - 012 / NFT 90-115 | <0.100 | <26.91 | | |

| RAPPORT D'ESSAI N° | | 599722 | | 607502 | |
|--|---|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Date de prélèvement : | | 30/05/2011 | | 13/07/2011 | |
| Date de réception : | | 06/06/2011 | | 19/07/2011 | |
| Identification de l'échantillon : | | MARENNES mai 2011 | | MARENNES juillet 2011 | |
| | | Résultats sur Matière Sèche | Résultats sur Matière Brute | Résultats sur Matière Sèche | Résultats sur Matière Brute |
| Analyse physico-chimique | | | | | |
| Carbone organique (calcul) | NF EN 12879 / NF U 44 - 160 | 34.7 | | 25.5 | |
| * Humidité | NF EN 12880 | | 81.48 | | 75.33 |
| * Matière minérale | NF EN 12879 | 30.6 | 56.7 | 49 | 120.9 |
| * Matière Organique | NF EN 12879 | 69.4 | 128.4 | 51 | 125.8 |
| * Matière Sèche | NF EN 12880 | | 18.52 | | 24.67 |
| * pH | Méthode interne (selon NF EN 12176) | | 7.75 | | 12.66 |
| Analyse de la valeur agronomique | | | | | |
| Azote ammoniacal (N-NH4) | Méthode interne | 12.692 | 2.35 | 0.827 | 0.20 |
| * Azote Kjeldhal | NF EN 13342 | 68.9 | 12.76 | 47.0 | 11.60 |
| Azote nitrique (N-NO3) | Méthode interne | <0.022 | <0004 | <0.016 | <0004 |
| Azote nitreux (N-NO2) | Méthode interne | | | | |
| * CaO | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 87.8 | 16.3 | 207.3 | 51.1 |
| Rapport C/N (calcul) | | >5.03 | | >5.42 | |
| * K2O | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 9.20 | 1.703 | 6.20 | 1.529 |
| * MgO | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 8.36 | 1.548 | 6.78 | 1.672 |
| * Na2O | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 1.618 | 0.2995 | 1.285 | 0.3169 |
| * P2O5 | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 78.9 | 14.60 | 56.2 | 13.86 |
| SO3 | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | | | | |
| Oligo-éléments | | | | | |
| Bore | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 44.40 | 8.23 | 30.93 | 7.63 |
| * Cobalt | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | | | <9.13 | <2.25 |
| * Cuivre | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | | | 648.7 | 160.0 |
| * Fer | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 42 489.14 | 7 867.08 | 31 812.86 | 7 847.95 |
| * Manganèse | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 136.9 | 25.35 | 129.4 | 31.91 |
| * Molybdène | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | | | 6.39 | 1.576 |
| * Zinc | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | | | 490.6 | 121.0 |
| Éléments traces métalliques | | | | | |
| * Aluminium | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | | | | |
| * Arsenic | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | | | | |
| * Cadmium | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | | | 0.674 | 0.166 |
| * Chrome | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | | | 29.56 | 7.29 |
| * Cuivre | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | | | 648.7 | 160.0 |
| * Mercure | X31-150 / méthode interne (selon NF EN 12338) | | | 1.32 | 0.326 |
| * Nickel | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | | | 12.53 | 3.092 |
| * Plomb | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | | | 23.08 | 5.69 |
| * Sélénium | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | | | | |
| * Sélénium | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 15586 | | | | |
| * Zinc | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | | | 490.60 | 121.0 |
| Cr + Cu + Ni + Zn | | | | 1 181.0 | 291.4 |
| Teneur en composés-traces organiques (analyse réalisée sous accréditation par un laboratoire sous traitant accrédité, pour le P156, sous le n°1-1531) | | | | | |
| PolyChloro Biphényles (PCB) | | | | | |
| Congénères 28 | XP X33 - 012 / NF EN ISO 6468 | | | <0.015 | <3.70 |
| Congénères 52 | XP X33 - 012 / NF EN ISO 6468 | | | <0.015 | <3.70 |
| Congénères 101 | XP X33 - 012 / NF EN ISO 6468 | | | <0.015 | <3.70 |
| Congénères 118 | XP X33 - 012 / NF EN ISO 6468 | | | <0.015 | <3.70 |
| Congénères 138 | XP X33 - 012 / NF EN ISO 6468 | | | <0.015 | <3.70 |
| Congénères 153 | XP X33 - 012 / NF EN ISO 6468 | | | <0.015 | <3.70 |
| Congénères 180 | XP X33 - 012 / NF EN ISO 6468 | | | <0.015 | <3.70 |
| Somme des 7 PCB | XP X33 - 012 / NF EN ISO 6468 | | | <0.105 | <25.9 |
| Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) | | | | | |
| Fluoranthène | XP X33 - 012 / NFT 90-115 | | | 0.144 | 35.52 |
| Benzo(B) Fluoranthène | XP X33 - 012 / NFT 90-115 | | | <0.100 | <24.67 |
| Benzo (A)Pyrène | XP X33 - 012 / NFT 90-115 | | | <0.100 | <24.67 |

| RAPPORT D'ESSAI N° | | 617660 | | 617661 | |
|--|---|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Date de prélèvement : | | 23/08/2011 | | 23/08/2011 | |
| Date de réception : | | 05/09/2011 | | 05/09/2011 | |
| Identification de l'échantillon : | | MARENNES août 2011 SILO D | | MARENNES août 2011 SILO G | |
| | | Résultats sur Matière Sèche | Résultats sur Matière Brute | Résultats sur Matière Sèche | Résultats sur Matière Brute |
| Analyse physico-chimique | | | | | |
| Carbone organique (calcul) | NF EN 12879 / NF U 44 - 160 | 25 | | 25.1 | |
| * Humidité | NF EN 12880 | | 74.95 | | 75.31 |
| * Matière minérale | NF EN 12879 | 50 | 125.3 | 49.9 | 123.1 |
| * Matière Organique | NF EN 12879 | 50 | 125.2 | 50.1 | 123.8 |
| * Matière Sèche | NF EN 12880 | | 25.05 | | 24.69 |
| * pH | Méthode interne (selon NF EN 12176) | | 12.38 | | 12.3 |
| Analyse de la valeur agronomique | | | | | |
| Azote ammoniacal (N-NH4) | Méthode interne | 7.696 | 1.93 | 5.900 | 1.46 |
| * Azote Kjeldhal | NF EN 13342 | 51.3 | 12.85 | 47.9 | 11.83 |
| Azote nitrique (N-NO3) | Méthode interne | <0.016 | <0.004 | <0.016 | <0.004 |
| Azote nitreux (N-NO2) | Méthode interne | | | | |
| * CaO | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 243.6 | 61.0 | 220.6 | 54.5 |
| Rapport C/N (calcul) | | >4.87 | | >5.23 | |
| * K2O | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 8.19 | 2.052 | 7.33 | 1.809 |
| * MgO | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 8.39 | 2.102 | 7.95 | 1.963 |
| * Na2O | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 1.356 | 0.340 | 1.611 | 0.398 |
| * P2O5 | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 56.4 | 14.1300 | 56.8 | 14.0300 |
| SO3 | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | | | | |
| Oligo-éléments | | | | | |
| Bore | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 34.58 | 8.66 | 31.74 | 7.84 |
| * Cobalt | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | <8.88 | <2.23 | <9.02 | <2.23 |
| * Cuivre | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 564.2 | 141.4 | 585.1 | 144.5 |
| * Fer | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 25 287.91 | 6 334.90 | 29 532.09 | 7 292.80 |
| * Manganèse | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 119.6 | 29.97 | 128.6 | 31.75 |
| * Molybdène | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 7.01 | 1.755 | 5.60 | 1.383 |
| * Zinc | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 455.7 | 114.2 | 472.6 | 116.7 |
| Éléments traces métalliques | | | | | |
| * Aluminium | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | | | | |
| * Arsenic | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | | | | |
| * Cadmium | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 0.818 | 0.2049 | 0.781 | 0.1930 |
| * Chrome | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 25.44 | 6.37 | 28.05 | 6.93 |
| * Cuivre | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 564.2 | 141.40 | 585.1 | 144.50 |
| * Mercure | X31-150 / méthode interne (selon NF EN 12338) | 0.52 | 0.13 | 0.73 | 0.18 |
| * Nickel | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 13.11 | 3.28 | 14.27 | 3.53 |
| * Plomb | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 22.92 | 5.74 | 24.34 | 6.01 |
| * Sélénium | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | | | | |
| * Sélénium | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 15586 | | | | |
| * Zinc | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 455.70 | 114.20 | 472.60 | 116.70 |
| Cr + Cu + Ni + Zn | | 1 058.0 | 265.20 | 1 100.0 | 271.60 |
| Teneur en composés-traces organiques (analyse réalisée sous accréditation par un laboratoire sous traitant accrédité, pour le P156, sous le n°1-1531) | | | | | |
| PolyChloro Biphényles (PCB) | | | | | |
| Congénères 28 | XP X33 - 012 / NF EN ISO 6468 | <0.015 | <3.70 | | |
| Congénères 52 | XP X33 - 012 / NF EN ISO 6468 | <0.015 | <3.70 | | |
| Congénères 101 | XP X33 - 012 / NF EN ISO 6468 | <0.015 | <3.70 | | |
| Congénères 118 | XP X33 - 012 / NF EN ISO 6468 | <0.015 | <3.70 | | |
| Congénères 138 | XP X33 - 012 / NF EN ISO 6468 | <0.015 | <3.70 | | |
| Congénères 153 | XP X33 - 012 / NF EN ISO 6468 | <0.015 | <3.70 | | |
| Congénères 180 | XP X33 - 012 / NF EN ISO 6468 | <0.015 | <3.70 | | |
| Somme des 7 PCB | XP X33 - 012 / NF EN ISO 6468 | <0.105 | <25.9 | | |
| Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) | | | | | |
| Fluoranthène | XP X33 - 012 / NFT 90-115 | 0.144 | 35.52 | | |
| Benzo(B) Fluoranthène | XP X33 - 012 / NFT 90-115 | <0.100 | <24.67 | | |
| Benzo (A)Pyrène | XP X33 - 012 / NFT 90-115 | <0.100 | <24.67 | | |

| RAPPORT D'ESSAI N° | | 620475 | | 623218 | |
|--|---|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Date de prélèvement : | | 14/09/2011 | | 18/10/2011 | |
| Date de réception : | | 03/10/2011 | | 31/10/2011 | |
| Identification de l'échantillon : | | MARENNES septembre 2011 | | MARENNES octobre 2011 | |
| | | Résultats sur Matière Sèche | Résultats sur Matière Brute | Résultats sur Matière Sèche | Résultats sur Matière Brute |
| Analyse physico-chimique | | | | | |
| Carbone organique (calcul) | NF EN 12879 / NF U 44 - 160 | 24.2 | | 25 | |
| * Humidité | NF EN 12880 | | 73.95 | | 73.12 |
| * Matière minérale | NF EN 12879 | 51.6 | 134.4 | 49.9 | 134.2 |
| * Matière Organique | NF EN 12879 | 48.4 | 126.1 | 50.1 | 134.6 |
| * Matière Sèche | NF EN 12880 | | 26.05 | | 26.88 |
| * pH | Méthode interne (selon NF EN 12176) | | 12.12 | | 8.31 |
| Analyse de la valeur agronomique | | | | | |
| Azote ammoniacal (N-NH4) | Méthode interne | 1.067 | 0.28 | 14.955 | 4.02 |
| * Azote Kjeldhal | NF EN 13342 | 49.1 | 12.79 | 50.6 | 13.59 |
| Azote nitrique (N-NO3) | Méthode interne | <0.015 | <0.004 | <0.015 | <0.004 |
| Azote nitreux (N-NO2) | Méthode interne | | | | |
| * CaO | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 237.3 | 61.8 | 206.8 | 55.6 |
| Rapport C/N (calcul) | | >4.93 | | >4.95 | |
| * K2O | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 6.48 | 1.688 | 8.71 | 2.341 |
| * MgO | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 6.93 | 1.805 | 8.90 | 2.391 |
| * Na2O | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 1.212 | 0.3157 | 1.661 | 0.4460 |
| * P2O5 | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 54.6 | 14.23 | 68.9 | 18.52 |
| SO3 | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | | | | |
| Oligo-éléments | | | | | |
| Bore | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 37.91 | 9.88 | 41.11 | 11.05 |
| * Cobalt | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | <8.88 | <2.31 | | |
| * Cuivre | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 505.0 | 131.6 | | |
| * Fer | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 19 202.49 | 5 002.75 | 32 980.65 | 8 865.40 |
| * Manganèse | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 114.3 | 29.79 | 145.2 | 39.03 |
| * Molybdène | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 4.94 | 1.287 | | |
| * Zinc | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 405.1 | 105.5 | | |
| Éléments traces métalliques | | | | | |
| * Aluminium | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | | | | |
| * Arsenic | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | | | | |
| * Cadmium | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 0.732 | 0.191 | | |
| * Chrome | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 18.810 | 4.90 | | |
| * Cuivre | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 505.00 | 131.6 | | |
| * Mercure | X31-150 / méthode interne (selon NF EN 12338) | 0.4 | 0.113 | | |
| * Nickel | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 12.32 | 3.210 | | |
| * Plomb | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 19.73 | 5.14 | | |
| * Sélénium | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | | | | |
| * Sélénium | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 15586 | | | | |
| * Zinc | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 405.1 | 105.50 | | |
| Cr + Cu + Ni + Zn | | 941.00 | 245.2 | | |
| Teneur en composés-traces organiques (analyse réalisée sous accréditation par un laboratoire sous traitant accrédité, pour le P156, sous le n°1-1531) | | | | | |
| PolyChloro Biphényles (PCB) | | | | | |
| Congénères 28 | XP X33 - 012 / NF EN ISO 6468 | | | | |
| Congénères 52 | XP X33 - 012 / NF EN ISO 6468 | | | | |
| Congénères 101 | XP X33 - 012 / NF EN ISO 6468 | | | | |
| Congénères 118 | XP X33 - 012 / NF EN ISO 6468 | | | | |
| Congénères 138 | XP X33 - 012 / NF EN ISO 6468 | | | | |
| Congénères 153 | XP X33 - 012 / NF EN ISO 6468 | | | | |
| Congénères 180 | XP X33 - 012 / NF EN ISO 6468 | | | | |
| Somme des 7 PCB | XP X33 - 012 / NF EN ISO 6468 | | | | |
| Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) | | | | | |
| Fluoranthène | XP X33 - 012 / NFT 90-115 | | | | |
| Benzo(B) Fluoranthène | XP X33 - 012 / NFT 90-115 | | | | |
| Benzo (A)Pyrène | XP X33 - 012 / NFT 90-115 | | | | |

| RAPPORT D'ESSAI N° | | 623876 | | 630525 | |
|--|---|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Date de prélèvement : | | 07/11/2011 | | 29/02/2012 | |
| Date de réception : | | 14/11/2011 | | MARENNES janvier 2012 | |
| Identification de l'échantillon : | | MARENNES novembre 2011 | | | |
| | | Résultats sur Matière Sèche | Résultats sur Matière Brute | Résultats sur Matière Sèche | Résultats sur Matière Brute |
| Analyse physico-chimique | | | | | |
| Carbone organique (calcul) | NF EN 12879 / NF U 44 - 160 | 18.1 | | 24.7 | |
| * Humidité | NF EN 12880 | | 71.81 | | 72.63 |
| * Matière minérale | NF EN 12879 | 63.8 | 179.9 | 50.6 | 138.6 |
| * Matière Organique | NF EN 12879 | 36.2 | 102 | 49.4 | 135.1 |
| * Matière Sèche | NF EN 12880 | | 28.19 | | 27.37 |
| * pH | Méthode interne (selon NF EN 12176) | | 12.76 | | 12.73 |
| Analyse de la valeur agronomique | | | | | |
| Azote ammoniacal (N-NH4) | Méthode interne | 0.791 | 0.22 | 3.233 | 0.88 |
| * Azote Kjeldhal | NF EN 13342 | 42.6 | 12.00 | 45.5 | 12.44 |
| Azote nitrique (N-NO3) | Méthode interne | <0.014 | <0.004 | <0.015 | <0.004 |
| Azote nitreux (N-NO2) | Méthode interne | | | | |
| * CaO | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 322.0 | 90.8 | 246.8 | 67.5 |
| Rapport C/N (calcul) | | >4.25 | | >5.43 | |
| * K2O | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 6.55 | 1.847 | 7.43 | 2.035 |
| * MgO | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 6.99 | 1.969 | 7.91 | 2.166 |
| * Na2O | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 1.020 | 0.2877 | 1.378 | 0.3771 |
| * P2O5 | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 43.4 | 12.24 | 54.5 | 14.92 |
| SO3 | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | | | | |
| Oligo-éléments | | | | | |
| Bore | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 28.23 | 7.96 | 36.53 | 10.00 |
| * Cobalt | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | | | <8.92 | <2.44 |
| * Cuivre | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | | | 471.5 | 129.1 |
| * Fer | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 8 407.28 | 2 370.19 | 12 147.55 | 3 324.92 |
| * Manganèse | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 111.4 | 31.42 | 110.5 | 30.25 |
| * Molybdène | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | | | 4.65 | 1.272 |
| * Zinc | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | | | 404.2 | 110.6 |
| Éléments traces métalliques | | | | | |
| * Aluminium | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | | | | |
| * Arsenic | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | | | | |
| * Cadmium | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | | | 0.91 | 0.248 |
| * Chrome | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | | | 18.00 | 4.93 |
| * Cuivre | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | | | 471.5 | 129.1 |
| * Mercure | X31-150 / méthode interne (selon NF EN 12338) | | | 0.37 | 0.101 |
| * Nickel | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | | | 13.61 | 3.726 |
| * Plomb | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | | | 21.23 | 5.81 |
| * Sélénium | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | | | | |
| * Sélénium | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 15586 | | | | |
| * Zinc | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | | | 404.2 | 110.6 |
| Cr + Cu + Ni + Zn | | | | 907 | 248.3 |
| Teneur en composés-traces organiques (analyse réalisée sous accréditation par un laboratoire sous traitant accrédité, pour le P156, sous le n°1-1531) | | | | | |
| PolyChloro Biphényles (PCB) | | | | | |
| Congénères 28 | XP X33 - 012 / NF EN ISO 6468 | | | <0.015 | <4.11 |
| Congénères 52 | XP X33 - 012 / NF EN ISO 6468 | | | <0.015 | <4.11 |
| Congénères 101 | XP X33 - 012 / NF EN ISO 6468 | | | <0.015 | <4.11 |
| Congénères 118 | XP X33 - 012 / NF EN ISO 6468 | | | <0.015 | <4.11 |
| Congénères 138 | XP X33 - 012 / NF EN ISO 6468 | | | <0.015 | <4.11 |
| Congénères 153 | XP X33 - 012 / NF EN ISO 6468 | | | <0.015 | <4.11 |
| Congénères 180 | XP X33 - 012 / NF EN ISO 6468 | | | <0.015 | <4.11 |
| Somme des 7 PCB | XP X33 - 012 / NF EN ISO 6468 | | | <0.105 | <28.74 |
| Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) | | | | | |
| Fluoranthène | XP X33 - 012 / NFT 90-115 | | | <0.100 | <27.37 |
| Benzo(B) Fluoranthène | XP X33 - 012 / NFT 90-115 | | | <0.100 | <27.37 |
| Benzo (A)Pyrène | XP X33 - 012 / NFT 90-115 | | | <0.100 | <27.37 |

| RAPPORT D'ESSAI N° | | 634195 | 635730 | | |
|--|---|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Date de prélèvement : | | 02/04/2012 | 07/05/2012 | | |
| Date de réception : | | 23/04/2012 | 16/05/2012 | | |
| Identification de l'échantillon : | | MARENNES avril 2012 | MARENNES mai 2012 | | |
| | | Résultats sur Matière Sèche | Résultats sur Matière Brute | Résultats sur Matière Sèche | Résultats sur Matière Brute |
| Analyse physico-chimique | | | | | |
| Carbone organique (calcul) | NF EN 12879 / NF U 44 - 160 | 18 | | 32.2 | |
| * Humidité | NF EN 12880 | | 72.67 | | 80.3 |
| * Matière minérale | NF EN 12879 | 64 | 174.8 | 35.6 | 70.2 |
| * Matière Organique | NF EN 12879 | 36 | 98.5 | 64.4 | 126.8 |
| * Matière Sèche | NF EN 12880 | | 27.33 | | 19.7 |
| * pH | Méthode interne (selon NF EN 12176) | | 12.7 | | 9.76 |
| Analyse de la valeur agronomique | | | | | |
| Azote ammoniacal (N-NH4) | Méthode interne | 0.618 | 0.17 | 0.518 | 0.10 |
| * Azote Kjeldhal | NF EN 13342 | 41.2 | 11.27 | 59.4 | 11.71 |
| Azote nitrique (N-NO3) | Méthode interne | 0.02 | 0.01 | 0.03 | 0.01 |
| Azote nitreux (N-NO2) | Méthode interne | | | | |
| * CaO | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 328.1 | 89.7 | 151.5 | 29.8 |
| Rapport C/N (calcul) | | 4.4 | | 5.4 | |
| * K2O | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 6.74 | 1.843 | 9.70 | 1.910 |
| * MgO | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 6.52 | 1.781 | 8.53 | 1.680 |
| * Na2O | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 1.162 | 0.3175 | 2.600 | 0.5100 |
| * P2O5 | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 41.1 | 11.23 | 58.3 | 11.49 |
| SO3 | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | | | | |
| Oligo-éléments | | | | | |
| Bore | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 16.29 | 4.45 | 22.20 | 4.37 |
| * Cobalt | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | <8.84 | <2.41 | | |
| * Cuivre | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 340.2 | 93.0 | | |
| * Fer | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 93.35 | 2 550.88 | 14 100.28 | 2 777.71 |
| * Manganèse | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 118.7 | 32.44 | 108.7 | 21.40 |
| * Molybdène | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 3.09 | 0.845 | | |
| * Zinc | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 305.2 | 83.4 | | |
| Éléments traces métalliques | | | | | |
| * Aluminium | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | | | | |
| * Arsenic | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | | | | |
| * Cadmium | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 0.72 | 0.196 | | |
| * Chrome | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 13.71 | 3.75 | | |
| * Cuivre | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 340.2 | 93.0 | | |
| * Mercure | X31-150 / méthode interne (selon NF EN 12338) | 0.22 | 0.061 | | |
| * Nickel | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 8.44 | 2.306 | | |
| * Plomb | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 16.32 | 4.46 | | |
| * Sélénium | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | | | | |
| * Sélénium | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 15586 | | | | |
| * Zinc | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 305.2 | 83.4 | | |
| Cr + Cu + Ni + Zn | | 668 | 182.4 | | |
| Teneur en composés-traces organiques (analyse réalisée sous accréditation par un laboratoire sous traitant accrédité, pour le P156, sous le n°1-1531) | | | | | |
| PolyChloro Biphényles (PCB) | | | | | |
| Congénères 28 | XP X33 - 012 / NF EN ISO 6468 | | | | |
| Congénères 52 | XP X33 - 012 / NF EN ISO 6468 | | | | |
| Congénères 101 | XP X33 - 012 / NF EN ISO 6468 | | | | |
| Congénères 118 | XP X33 - 012 / NF EN ISO 6468 | | | | |
| Congénères 138 | XP X33 - 012 / NF EN ISO 6468 | | | | |
| Congénères 153 | XP X33 - 012 / NF EN ISO 6468 | | | | |
| Congénères 180 | XP X33 - 012 / NF EN ISO 6468 | | | | |
| Somme des 7 PCB | XP X33 - 012 / NF EN ISO 6468 | | | | |
| Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) | | | | | |
| Fluoranthène | XP X33 - 012 / NFT 90-115 | | | | |
| Benzo(B) Fluoranthène | XP X33 - 012 / NFT 90-115 | | | | |
| Benzo (A)Pyrène | XP X33 - 012 / NFT 90-115 | | | | |

| RAPPORT D'ESSAI N° | | 638098 | | 638099 | |
|--|---|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Date de prélèvement : | | 31/05/2012 | | 31/05/2012 | |
| Date de réception : | | 14/06/2012 | | 14/06/2012 | |
| Identification de l'échantillon : | | MARENNES mai 2012 | | MARENNES mai 2012 | |
| | | Résultats sur Matière Sèche | Résultats sur Matière Brute | Résultats sur Matière Sèche | Résultats sur Matière Brute |
| Analyse physico-chimique | | | | | |
| Carbone organique (calcul) | NF EN 12879 / NF U 44 - 160 | 25 | | 25 | |
| * Humidité | NF EN 12880 | | 74.02 | | 75.76 |
| * Matière minérale | NF EN 12879 | 50 | 129.8 | 50.1 | 121.4 |
| * Matière Organique | NF EN 12879 | 50 | 130 | 49.9 | 121.1 |
| * Matière Sèche | NF EN 12880 | | 25.98 | | 24.24 |
| * pH | Méthode interne (selon NF EN 12176) | | 12.37 | | 12.4 |
| Analyse de la valeur agronomique | | | | | |
| Azote ammoniacal (N-NH4) | Méthode interne | 4.065 | 1.06 | 5.903 | 1.43 |
| * Azote Kjeldhal | NF EN 13342 | 44.4 | 11.54 | 52.4 | 12.71 |
| Azote nitrique (N-NO3) | Méthode interne | <0.015 | <0.004 | <0.016 | <0.004 |
| Azote nitreux (N-NO2) | Méthode interne | | | | |
| * CaO | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 226.3 | 58.8 | 218.8 | 53.0 |
| Rapport C/N (calcul) | | >5.63 | | >4.76 | |
| * K2O | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 8.13 | 2.113 | 8.35 | 2.024 |
| * MgO | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 6.93 | 1.799 | 6.86 | 1.663 |
| * Na2O | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 1.570 | 0.4080 | 1.727 | 0.4119 |
| * P2O5 | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 43.2 | 11.22 | 45.6 | 11.07 |
| SO3 | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | | | | |
| Oligo-éléments | | | | | |
| Bore | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 24.86 | 6.46 | 21.80 | 5.28 |
| * Cobalt | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | <8.79 | <2.28 | <8.78 | <2.13 |
| * Cuivre | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 375.0 | 97.4 | 398.8 | 96.7 |
| * Fer | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 10 283.21 | 2 671.62 | 10 666.23 | 2 585.82 |
| * Manganèse | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 100.0 | 25.99 | 100.5 | 24.38 |
| * Molybdène | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 3.93 | 1.020 | 3.98 | 0.966 |
| * Zinc | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 345.2 | 89.7 | 363.9 | 88.2 |
| Éléments traces métalliques | | | | | |
| * Aluminium | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | | | | |
| * Arsenic | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | | | | |
| * Cadmium | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 0.824 | 0.214 | 0.854 | 0.207 |
| * Chrome | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 15.12 | 3.93 | 15.34 | 3.72 |
| * Cuivre | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 375.0 | 97.4 | 398.8 | 96.7 |
| * Mercure | X31-150 / méthode interne (selon NF EN 12338) | 0.36 | 0.093 | 0.34 | 0.081 |
| * Nickel | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 9.85 | 2.560 | 10.42 | 2.526 |
| * Plomb | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 18.93 | 4.92 | 19.73 | 4.78 |
| * Sélénium | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | | | | |
| * Sélénium | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 15586 | | | | |
| * Zinc | X31-150 / NF EN 13346 / NF EN ISO 11885 | 345.20 | 89.7 | 363.90 | 88.2 |
| Cr + Cu + Ni + Zn | | 745.0 | 193.6 | 788.0 | 191.1 |
| Teneur en composés-traces organiques (analyse réalisée sous accréditation par un laboratoire sous traitement accrédité, pour le P156, sous le n°1-1531) | | | | | |
| PolyChloro Biphényles (PCB) | | | | | |
| Congénères 28 | XP X33 - 012 / NF EN ISO 6468 | | | <0.015 | <3.64 |
| Congénères 52 | XP X33 - 012 / NF EN ISO 6468 | | | <0.015 | <3.64 |
| Congénères 101 | XP X33 - 012 / NF EN ISO 6468 | | | <0.015 | <3.64 |
| Congénères 118 | XP X33 - 012 / NF EN ISO 6468 | | | <0.015 | <3.64 |
| Congénères 138 | XP X33 - 012 / NF EN ISO 6468 | | | <0.015 | <3.64 |
| Congénères 153 | XP X33 - 012 / NF EN ISO 6468 | | | <0.015 | <3.64 |
| Congénères 180 | XP X33 - 012 / NF EN ISO 6468 | | | <0.015 | <3.64 |
| Somme des 7 PCB | XP X33 - 012 / NF EN ISO 6468 | | | <0.105 | <25.46 |
| Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) | | | | | |
| Fluoranthène | XP X33 - 012 / NFT 90-115 | | | <0.100 | <24.24 |
| Benzo(B) Fluoranthène | XP X33 - 012 / NFT 90-115 | | | <0.100 | <24.24 |
| Benzo (A)Pyrène | XP X33 - 012 / NFT 90-115 | | | <0.100 | <24.24 |

ANNEXE 6 – RESULTATS DES ANALYSES BACTERIOLOGIQUES AU POINT DE REJET DE LA STATION

| | | Entérocoques | Unité | Escherichia coli (E. coli) | Unité |
|------------|-----------------------|--------------|----------|----------------------------|----------|
| 03/01/2011 | Sortie de station (R) | 7 | N/100 ml | 1 | N/100 ml |
| 10/01/2011 | Sortie de station (R) | 6 | N/100 ml | 6 | N/100 ml |
| 18/01/2011 | Sortie de station (R) | 130 | N/100 ml | 27 | N/100 ml |
| 24/01/2011 | Sortie de station (R) | 156 | N/100 ml | 15 | N/100 ml |
| 01/02/2011 | Sortie de station (R) | 938 | N/100 ml | 96 | N/100 ml |
| 07/02/2011 | Sortie de station (R) | 517 | N/100 ml | 96 | N/100 ml |
| 18/02/2011 | Sortie de station (R) | 179 | N/100 ml | 52 | N/100 ml |
| 21/02/2011 | Sortie de station (R) | 186 | N/100 ml | 74 | N/100 ml |
| 28/02/2011 | Sortie de station (R) | 52 | N/100 ml | 33 | N/100 ml |
| 07/03/2011 | Sortie de station (R) | 81 | N/100 ml | 44 | N/100 ml |
| 14/03/2011 | Sortie de station (R) | 5 | N/100 ml | 4 | N/100 ml |
| 21/03/2011 | Sortie de station (R) | 0 | N/100 ml | 1 | N/100 ml |
| 28/03/2011 | Sortie de station (R) | 6 | N/100 ml | 0 | N/100 ml |
| 04/04/2011 | Sortie de station (R) | 0 | N/100 ml | 1 | N/100 ml |
| 11/04/2011 | Sortie de station (R) | 1 | N/100 ml | 0 | N/100 ml |
| 18/04/2011 | Sortie de station (R) | 61 | N/100 ml | 39 | N/100 ml |
| 25/04/2011 | Sortie de station (R) | 687 | N/100 ml | 166 | N/100 ml |
| 02/05/2011 | Sortie de station (R) | 172 | N/100 ml | 579 | N/100 ml |
| 09/05/2011 | Sortie de station (R) | 921 | N/100 ml | 613 | N/100 ml |
| 16/05/2011 | Sortie de station (R) | 921 | N/100 ml | 435 | N/100 ml |
| 23/05/2011 | Sortie de station (R) | 101 | N/100 ml | 57 | N/100 ml |
| 30/05/2011 | Sortie de station (R) | 488 | N/100 ml | 920 | N/100 ml |
| 06/06/2011 | Sortie de station (R) | 1 | N/100 ml | 3 | N/100 ml |
| 14/06/2011 | Sortie de station (R) | 1380 | N/100 ml | 579 | N/100 ml |
| 20/06/2011 | Sortie de station (R) | 345 | N/100 ml | 325 | N/100 ml |
| 27/06/2011 | Sortie de station (R) | 1 | N/100 ml | 2 | N/100 ml |
| 04/07/2011 | Sortie de station (R) | 816 | N/100 ml | 195 | N/100 ml |
| 11/07/2011 | Sortie de station (R) | 49 | N/100 ml | 63 | N/100 ml |
| 18/07/2011 | Sortie de station (R) | 224 | N/100 ml | 22 | N/100 ml |
| 25/07/2011 | Sortie de station (R) | 16 | N/100 ml | 13 | N/100 ml |
| 01/08/2011 | Sortie de station (R) | 11 | N/100 ml | 28 | N/100 ml |
| 08/08/2011 | Sortie de station (R) | 33 | N/100 ml | 29 | N/100 ml |
| 16/08/2011 | Sortie de station (R) | 13 | N/100 ml | 11 | N/100 ml |
| 22/08/2011 | Sortie de station (R) | 20 | N/100 ml | 37 | N/100 ml |
| 29/08/2011 | Sortie de station (R) | 20 | N/100 ml | 15 | N/100 ml |
| 05/09/2011 | Sortie de station (R) | 30 | N/100 ml | 25 | N/100 ml |
| 13/09/2011 | Sortie de station (R) | 19 | N/100 ml | 11 | N/100 ml |
| 19/09/2011 | Sortie de station (R) | 84 | N/100 ml | 34 | N/100 ml |
| 26/09/2011 | Sortie de station (R) | 85 | N/100 ml | 31 | N/100 ml |
| 05/10/2011 | Sortie de station (R) | 129 | N/100 ml | 77 | N/100 ml |

| | | | | | |
|------------|-----------------------|-----|----------|-----|----------|
| 10/10/2011 | Sortie de station (R) | 0 | N/100 ml | 12 | N/100 ml |
| 17/10/2011 | Sortie de station (R) | 50 | N/100 ml | 15 | N/100 ml |
| 24/10/2011 | Sortie de station (R) | 26 | N/100 ml | 7 | N/100 ml |
| 02/11/2011 | Sortie de station (R) | 17 | N/100 ml | 0 | N/100 ml |
| 07/11/2011 | Sortie de station (R) | 0 | N/100 ml | 1 | N/100 ml |
| 14/11/2011 | Sortie de station (R) | 3 | N/100 ml | 2 | N/100 ml |
| 21/11/2011 | Sortie de station (R) | 17 | N/100 ml | 3 | N/100 ml |
| 29/11/2011 | Sortie de station (R) | 308 | N/100 ml | 115 | N/100 ml |
| 04/12/2011 | Sortie de station (R) | 10 | N/100 ml | 4 | N/100 ml |
| 12/12/2011 | Sortie de station (R) | 205 | N/100 ml | 82 | N/100 ml |
| 22/12/2011 | Sortie de station (R) | 26 | N/100 ml | 13 | N/100 ml |
| 27/12/2011 | Sortie de station (R) | 51 | N/100 ml | 59 | N/100 ml |
| 03/01/2012 | Sortie de station (R) | 166 | N/100 ml | 67 | N/100 ml |
| 11/01/2012 | Sortie de station (R) | 231 | N/100 ml | 49 | N/100 ml |
| 16/01/2012 | Sortie de station (R) | 173 | N/100 ml | 51 | N/100 ml |
| 23/01/2012 | Sortie de station (R) | 461 | N/100 ml | 199 | N/100 ml |
| 30/01/2012 | Sortie de station (R) | 235 | N/100 ml | 68 | N/100 ml |
| 06/02/2012 | Sortie de station (R) | 517 | N/100 ml | 345 | N/100 ml |
| 13/02/2012 | Sortie de station (R) | 1 | N/100 ml | 5 | N/100 ml |
| 21/02/2012 | Sortie de station (R) | 275 | N/100 ml | 98 | N/100 ml |
| 27/02/2012 | Sortie de station (R) | 162 | N/100 ml | 112 | N/100 ml |
| 05/03/2012 | Sortie de station (R) | 642 | N/100 ml | 139 | N/100 ml |
| 14/03/2012 | Sortie de station (R) | 29 | N/100 ml | 17 | N/100 ml |
| 19/03/2012 | Sortie de station (R) | 60 | N/100 ml | 18 | N/100 ml |
| 26/03/2012 | Sortie de station (R) | 12 | N/100 ml | 9 | N/100 ml |
| 02/04/2012 | Sortie de station (R) | 61 | N/100 ml | 29 | N/100 ml |
| 10/04/2012 | Sortie de station (R) | 19 | N/100 ml | 18 | N/100 ml |
| 16/04/2012 | Sortie de station (R) | 307 | N/100 ml | 161 | N/100 ml |
| 26/04/2012 | Sortie de station (R) | 84 | N/100 ml | 161 | N/100 ml |
| 30/04/2012 | Sortie de station (R) | 30 | N/100 ml | 10 | N/100 ml |
| 07/05/2012 | Sortie de station (R) | 3 | N/100 ml | 3 | N/100 ml |
| 14/05/2012 | Sortie de station (R) | 0 | N/100 ml | 10 | N/100 ml |
| 21/05/2012 | Sortie de station (R) | 93 | N/100 ml | 40 | N/100 ml |
| 29/05/2012 | Sortie de station (R) | 0 | N/100 ml | 0 | N/100 ml |
| 04/06/2012 | Sortie de station (R) | 178 | N/100 ml | 78 | N/100 ml |
| 11/06/2012 | Sortie de station (R) | 307 | N/100 ml | 816 | N/100 ml |
| 19/06/2012 | Sortie de station (R) | 172 | N/100 ml | 38 | N/100 ml |
| 26/06/2012 | Sortie de station (R) | 31 | N/100 ml | 5 | N/100 ml |
| 09/07/2012 | Sortie de station (R) | 325 | N/100 ml | 104 | N/100 ml |
| 16/07/2012 | Sortie de station (R) | 261 | N/100 ml | 165 | N/100 ml |
| 24/07/2012 | Sortie de station (R) | 307 | N/100 ml | 248 | N/100 ml |
| 30/07/2012 | Sortie de station (R) | 161 | N/100 ml | 99 | N/100 ml |
| 06/08/2012 | Sortie de station (R) | 921 | N/100 ml | 579 | N/100 ml |
| 16/08/2012 | Sortie de station (R) | 365 | N/100 ml | 488 | N/100 ml |
| 20/08/2012 | Sortie de station (R) | 291 | N/100 ml | 104 | N/100 ml |
| 29/08/2012 | Sortie de station (R) | 30 | N/100 ml | 10 | N/100 ml |
| 03/09/2012 | Sortie de station (R) | 16 | N/100 ml | 19 | N/100 ml |

| | | | | | |
|------------|-----------------------|-----|----------|-----|----------|
| 10/09/2012 | Sortie de station (R) | 100 | N/100 ml | 26 | N/100 ml |
| 17/09/2012 | Sortie de station (R) | 13 | N/100 ml | 8 | N/100 ml |
| 26/09/2012 | Sortie de station (R) | 291 | N/100 ml | 365 | N/100 ml |

| | | | |
|------------------------|----|-------------------------|----|
| Total analyses | 90 | Nb total | 90 |
| <=100u/100 ml | 49 | <=100u/100 ml | 67 |
| >400u/100 ml | 12 | >2000u/100 ml | 0 |
| >100u et <=400u/100 ml | 29 | >100u et <=2000u/100 ml | 23 |

Période septembre 2011 à septembre 2012

| | | | |
|------------------------|-----|-------------------------|-----|
| Total analyses | 52 | Nb total | 52 |
| moyenne 1 an | 159 | | 100 |
| <=100u/100 ml | 28 | <=100u/100 ml | 37 |
| >400u/100 ml | 4 | >2000u/100 ml | 0 |
| >100u et <=400u/100 ml | 20 | >100u et <=2000u/100 ml | 15 |

Titre : Evaluation d'un bioréacteur à membranes en zone littorale - Station de Marennes (17)

Résumé :

L'Agence de l'Eau Adour-Garonne a confié à Irstea une étude technico économique sur le fonctionnement et les performances de la station de traitement des eaux usées du syndicat intercommunal d'assainissement de Marennes Bourcefranc (17). Outre l'utilisation d'un procédé de séparation membranaire, la particularité de cette station est le rejet en milieu littoral avec les contraintes liées aux activités de baignade et aux exploitations conchylicoles. La station d'une capacité de 18 000 EH a fait l'objet d'un suivi d'un an d'octobre 2011 à septembre 2012.

Mots clés :

Bioréacteur à membranes, BRM, eau résiduaire urbaine, zone littorale

Abstract :

A flat sheet membrane bioreactor treating the wastewater of 3 seashore municipalities located on the French Atlantic coast was monitored by Irstea. Its operation and performance were assessed for one year from October 2011 to September 2012. The treatment plant, designed for 18,000 P.E., has to face a moderate seasonal load increase in the summer due to tourism, and year-round stringent disinfection requirements to protect bathing and sea shell farming activities.

Keywords:

Membrane bioreactor, MBR, municipal wastewater, seashore area