

NOTE TECHNIQUE
COMPLEXE ENVIRO CONNEXIONS
SMBR^{MD}

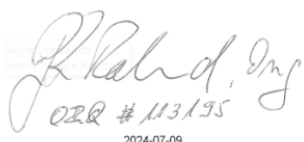
Évaluation de la capacité de traitement des SMBR^{MD}

À l'attention de :

Monsieur Jean-Marc Viau
Chargé de projet
Complexe Enviro Connexions
jean-marc.viau@wasteconnections.com

Préparé par :

Alain Gagné, chimiste, M. Env.
Jean-Philippe Raboud, ing. Ph. D.
Mabarex inc.



2024-07-09

Notre référence : N° 6854

Révision 02

Le 10 avril 2024

*Ce document contient des informations confidentielles et privilégiées qui ne peuvent être divulguées
en tout ou en partie sans l'accord exclusif et écrit de MABAREX.*

Cette page est intentionnellement vide

TABLE DES MATIÈRES

1.	MISE EN CONTEXTE	1
2.	DONNÉES DE CONCEPTION ORIGINALE	1
3.	PRÉVISIONS 2028 – DÉBITS ET CHARGES	2
4.	CONFIGURATION DU SITE	2
5.	DONNÉES D'EXPLOITATION DE L'USINE.....	3
6.	ÉVOLUTION DES DÉBITS 2021 À 2023.....	4
7.	CONCENTRATIONS ET CHARGES À L'AFFLUENT DU SMBR 1.....	4
7.1	DBO ₅ et DCO totale.....	4
7.2	Azote ammoniacal	6
8.	PARAMÈTRES DIVERS	11
8.1	pH.....	11
8.2	Oxygène dissous	12
8.3	Température dans les SMBR.....	13
9.	CAPACITÉ RÉSIDUELLE DE TRAITEMENT	14
10.	MODIFICATIONS DEPUIS LA MISE EN ROUTE DE LA STATION.....	17
10.1	Augmentation de la quantité de média dans le SMBR 1.....	17
10.2	Optimisation de la boucle de chauffage.....	17
10.3	Contrôle du pH dans les bioréacteurs.....	17
10.4	Ensemencement avec des bactéries nitrifiantes.....	17
10.5	Système d'alimentation des SMBR ^{MD}	18
10.6	Modifications au système de clarification.....	18
11.	CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS.....	18

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 :	DONNÉES DE CONCEPTION – SMBR 1	1
TABLEAU 2 :	PRÉVISIONS DE PRODUCTION DE LIXIVIAT POUR 2028.....	2
TABLEAU 3 :	TAUX DE CHARGES APPLIQUÉS ET TRAITÉS, AZOTE AMMONIACAL – SMBR 1 ET 2	15

LISTE DES GRAPHIQUES

GRAPHIQUE 1 : ÉVOLUTION DES DÉBITS JOURNALIERS, 2021 – 2023	4
GRAPHIQUE 2 : CHARGES JOURNALIÈRES EN DBO ₅ TOTALE, ÉTANGS 2 ET 3.....	4
GRAPHIQUE 3 : CHARGES JOURNALIÈRES EN DCO TOTALE, ÉTANG 3 (AFFLUENT SMBR 1)	5
GRAPHIQUE 4 : N-NH ₄ , CHARGES APPLIQUÉES – SMBR 1	7
GRAPHIQUE 5 : N-NH ₄ , CHARGES TRAITÉES – SMBR 1	7
GRAPHIQUE 6 : N-NH ₄ , CHARGES APPLIQUÉES - SMBR 2.....	8
GRAPHIQUE 7 : N-NH ₄ , CHARGES TRAITÉES - SMBR 2	8
GRAPHIQUE 8 : CHARGES JOURNALIÈRES, AFFLUENT SMBR 1 (DBO ₅ , DCO ET N-NH ₄).....	9
GRAPHIQUE 9 : CHARGES TRAITÉES – N-NH ₄ ET DCO.....	10
GRAPHIQUE 10 : EFFLUENT FINAL, CONCENTRATION DE N-NH ₄	11
GRAPHIQUE 11 : ÉVOLUTION DU PH ET DE L'ALCALINITÉ.....	12
GRAPHIQUE 12 : ÉVOLUTION DE L'OXYGÈNE DISSOUS DANS LES SMBR ^{MD}	13
GRAPHIQUE 13 : SUIVI DE LA TEMPÉRATURE DE L'EAU DANS LES DEUX SMBR.....	14
GRAPHIQUE 14 : TEMPÉRATURE ET TAUX DE CHARGES APPLIQUÉS ET TRAITÉS – AZOTE AMMONIACAL	15

1. MISE EN CONTEXTE

Complexe Enviro Connexions a mandaté la compagnie Mabarex, concepteur original des réacteurs biologiques à biomasse fixée (SMBR^{MD}) installés au site, pour un diagnostic concernant la capacité des bioréacteurs à traiter des charges supérieures à celles prévues lors de la conception de l'usine. Ces bioréacteurs ont pour objectif principal de traiter l'azote ammoniacal (NH₄) contenu dans le lixiviat afin de respecter les normes de rejets selon les exigences requises du lieu de réception du rejet. Les concentrations d'azote ammoniacal à traiter par les SMBR^{MD} varient avec les saisons.

Ce document permet de mettre à jour l'évaluation de la capacité de traitement réalisée en 2020 en utilisant les dernières données d'exploitation.

2. DONNÉES DE CONCEPTION ORIGINALE

Les données de conception sont décrites dans le tableau 1. Il y a deux bioréacteurs SMBR^{MD} d'un volume utile de 542 m³ chacun, qui sont installés en série. À l'origine, chaque bioréacteur contenait 325 m³ de média. Un volume de 55 m³ de média a été ajouté dans le SMBR 1. Le volume de média dans le SMBR 2 demeure inchangé.

TABLEAU 1 : DONNÉES DE CONCEPTION – SMBR 1

	De novembre à avril	De mai à octobre
Débit (m ³ /d)	1 000	1 500
Température de traitement (°C)	20	25
DBO ₅ , Affluent, concentration (mg/L)	100	150
DBO ₅ , Affluent, charge (kg/d)	100	225
N-NH ₄ , Affluent, concentration (mg-N/L)	300	300
N-NH ₄ , Affluent, charge (kg-N/d)	300	450
Volume utile (m ³)	542	542
Volume de média (m ³) - original	325	325
Volume de média (m ³) – après ajout média (SMBR 1)	380	380
% de remplissage initial de média	60	60
% de remplissage de média – après ajout média (SMBR 1)	70	70
Taux de charge appliqué au SMBR 1 (g-N-NH ₄ /m ² ·d) *	1,97	2,96
Rendement du SMBR 1, enlèvement du N-NH ₄ (%)	50	50

*Le taux de charge est exprimé par unité de surface de média

Le rendement global attendu des SMBR^{MD} est de 98 % en été et de 95 % en hiver.

3. PRÉVISIONS 2028 – DÉBITS ET CHARGES

Le tableau 2 provient de la compagnie Aquagénie, et montre les prévisions de production du lixiviat pour l'année 2028. À la sortie de l'étang 3, les données sont les suivantes :

- ◇ Débits : 1 400 à 2 000 m³/d;
- ◇ Charge organique : 84,4 à 183,4 kg-DBO₅/d;
- ◇ Charge d'azote ammoniacal : 172,7 à 857,0 kg-N-NH₄/d.

TABLEAU 2 : PRÉVISIONS DE PRODUCTION DE LIXIVIAT POUR 2028

	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aout	Sept.	Oct.	Nov.	Déc
ÉTANG AÉRÉ # 2												
Température lixiviat (deg C)	0,5	0,5	2	6	12	20	20	20	20	12	6	1,0
Débit de traitement (m ³ /d)	1400	1400	1500	1800	2000	2000	2000	2000	2000	1683	1585	1400
DBO ₅ entrée (mg/l)	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900	900
NH ₄ entrée (mg/L)	470	470	470	470	470	470	470	470	470	470	470	470
Temps de séjour étang aéré # 2	13,4	13,4	12,5	10,4	9,4	9,4	9,4	9,4	9,4	11,1	11,8	13,4
Enlèvement DBO ₅ étang # 2 (%/100)	0,733	0,733	0,738	0,752	0,800	0,850	0,850	0,850	0,850	0,826	0,775	0,739
DBO ₅ théorique sortie étang # 2 (mg/l)	240	240	236	224	180	135	135	135	135	157	203	235
NH ₄ anticipée sortie étang 2 (mg/L)	437	437	437	436	434	432	432	432	432	433	435	437
ÉTANG AÉRÉ # 3												
Temps séjour étang # 3	17,6	17,6	16,4	13,7	12,3	12,3	12,3	12,3	12,3	14,6	15,6	17,6
Enlèvement DBO ₅ étang # 3 (%/100)	0,520	0,520	0,526	0,544	0,613	0,687	0,687	0,687	0,687	0,654	0,577	0,528
DBO ₅ théorique sortie étang # 3 (mg/l)	115	115	112	102	70	42	42	42	42	54	86	111
NH ₄ anticipée sortie étang 3 (mg/L)	431	431	431	430	428	302	86	86	86	216	429	431
NH ₄ nitrifié dans étang 3 (mg/L)	0	0	0	0	0	130	345	345	345	216	0	0
Charge en DBO ₅ vers SMBR (Kg/j)	161,5	161,5	167,5	183,4	139,7	84,4	84,4	84,4	84,4	91,2	135,9	155,1
Charge en NH ₄ vers SMBR (Kg/j)	603,1	603,1	645,9	774,2	857,0	604,4	172,7	172,7	172,7	364,2	680,4	602,8

Les prévisions mensuelles de débit pour les années 2024 à 2027 sont moindres que celles pour l'année 2028, en d'autres termes, l'année 2028 représente l'année de production maximale de lixiviat.

4. CONFIGURATION DU SITE

Le lixiviat brut est accumulé dans l'étang 1, qui joue le rôle de bassin tampon. Cet étang n'est pas aéré. Il s'écoule vers l'étang 2 puis vers l'étang 3, ces deux étangs sont aérés, avant d'atteindre la station de traitement SMBR^{MD}. L'eau traitée est ensuite acheminée vers l'égout municipal.



5. DONNÉES D'EXPLOITATION DE L'USINE

Deux chiffriers ont été transmis par Enviro Connexions. Le premier contient les informations relatives à l'exploitation de l'ensemble de la filière de traitement et les résultats des analyses internes. Le second contient les résultats des suivis externes réalisés pour les suivis environnementaux.

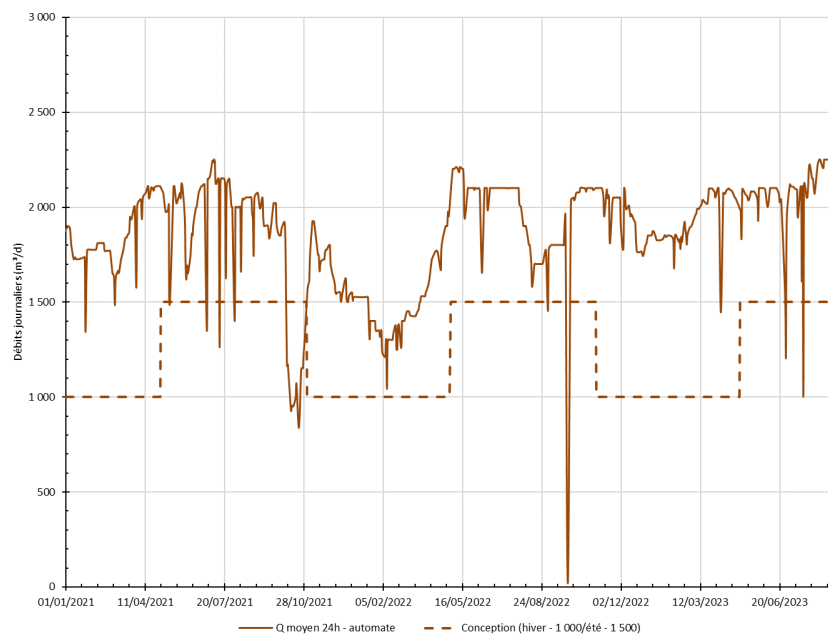
- ◇ CEC SMBR tournée_interne_ (2 017_2023)
- ◇ Lixiviats_Rejet 5 ans_ (2018-2023)

Une partie des informations des deux chiffriers a été fusionnée dans un seul chiffrier pour faciliter les comparaisons entre les données. Un nettoyage des données a également été réalisé afin d'éliminer les valeurs aberrantes.

6. ÉVOLUTION DES DÉBITS 2021 À 2023

Le graphique 1 montre l'évolution des débits journaliers pendant les années 2021 à 2023 (moyennes journalières). Les débits sont généralement supérieurs aux valeurs de conception originale. Pendant les 12 derniers mois, ils variaient entre 1 800 et 2 100 m³/d. Ils sont également généralement supérieurs aux prédictions de débits pour l'année 2028 (voir tableau 1)

GRAPHIQUE 1 : ÉVOLUTION DES DÉBITS JOURNALIERS, 2021 – 2023



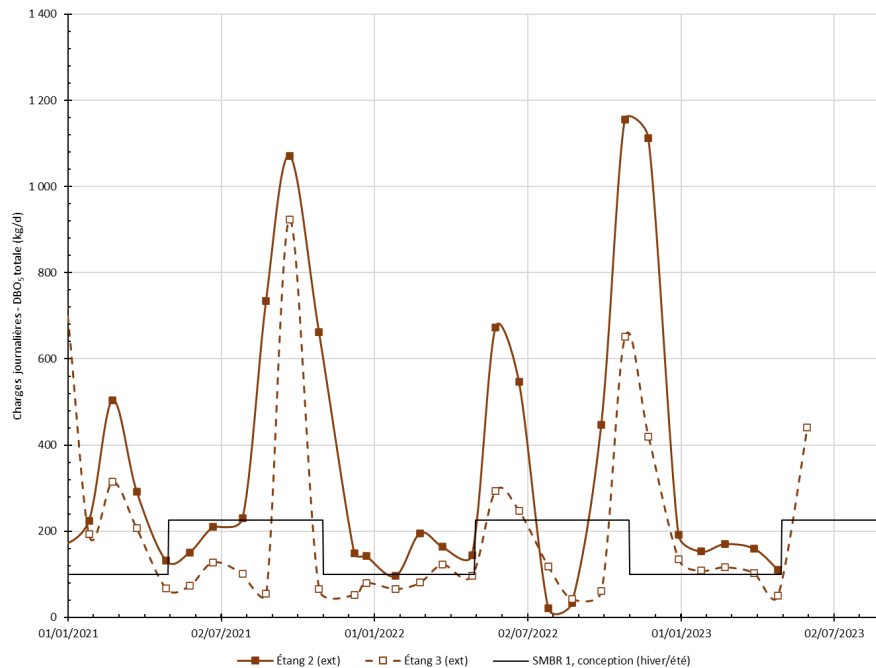
7. CONCENTRATIONS ET CHARGES À L'AFFLUENT DU SMBR 1

7.1 DBO₅ et DCO totale

Le graphique 2 montre l'évolution des charges journalières en DBO₅ aux étangs 2 et 3. L'étang 3 correspond à l'affluent du SMBR 1. Les charges en DBO₅ sont régulièrement plus élevées que celles prévues lors de la conception de la filière de traitement (100 kg/d en hiver et 225 kg/d en été).

GRAPHIQUE 2 : CHARGES JOURNALIÈRES EN DBO₅ TOTALE, ÉTANGS 2 ET 3

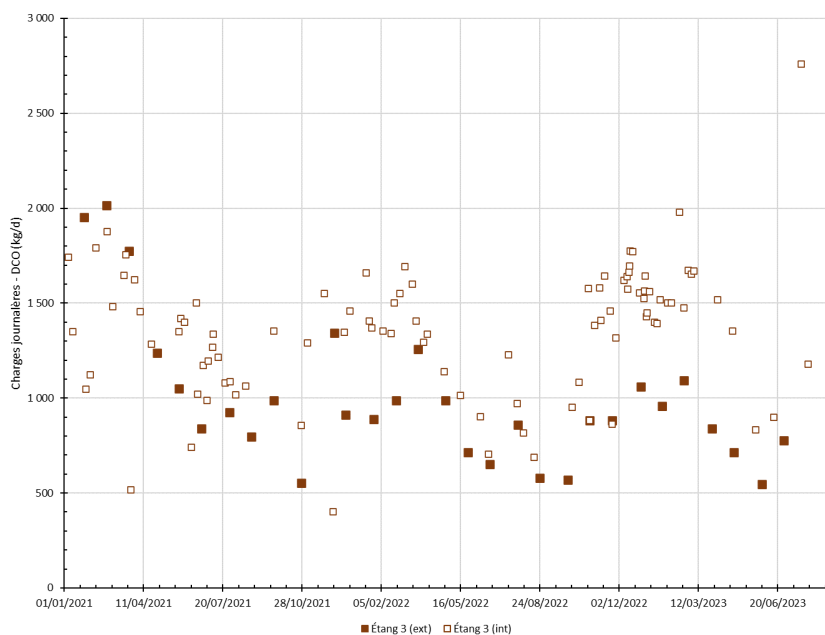
Évaluation de la capacité de traitement des SMBR^{MD} Complexe Enviro Connexions



Le graphique 3 montre l'évolution des charges journalières en DCO de l'étang 3 (affluent du SMBR 1), selon les résultats des analyses des suivis mensuels externes et des analyses journalières internes. Les carrés bruns pleins montrent les charges calculées à partir des résultats externes et les carrés bruns vides montrent les charges calculées à partir des résultats internes.

Malgré certains écarts entre les deux séries de données, les variations périodiques, reliées aux saisons, sont visibles.

GRAPHIQUE 3 : CHARGES JOURNALIÈRES EN DCO TOTALE, ÉTANG 3 (AFFLUENT SMBR 1)



7.2 Azote ammoniacal

Le graphique 4 montre les charges journalières d'azote ammoniacal appliquées sur le SMBR 1 (effluent de l'étang 3) :

- ◇ Carrés pleins, bruns, reliés : Charges appliquées sur le SMBR 1 – analyses externes, en kg/d;
- ◇ Carrés vides, bruns : Charges appliquées sur le SMBR 1 – analyses internes, en kg/d.

Les données externes et internes collent bien.

Le graphique 5 montre les charges traitées sur le SMBR 1, calculées à partir des analyses internes.

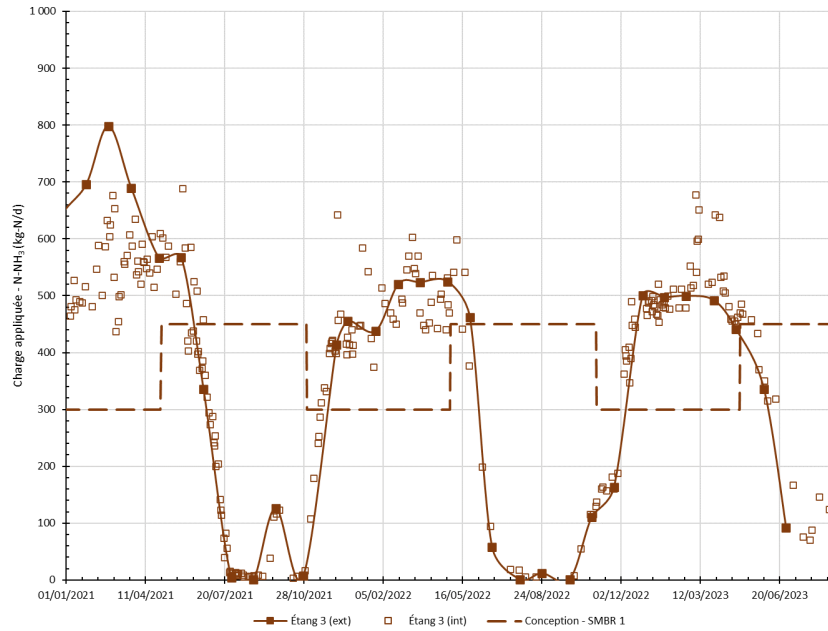
Le graphique 6 montre les charges d'azote ammoniacal appliquées sur le SMBR 2 (donc effluent du SMBR 1) :

- ◇ Losanges pleins, bruns, reliés : Charges appliquées sur le SMBR 2 – analyses externes, en kg/d;
- ◇ Losanges vides, bruns : Charges appliquées sur le SMBR 2 – analyses internes, en kg/d.

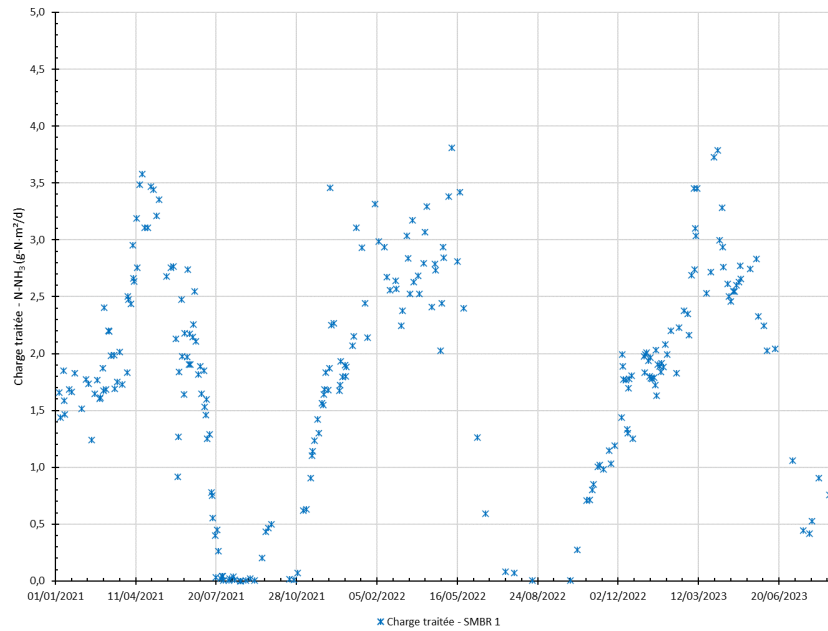
Le graphique 7 montre les charges traitées sur le SMBR 2, calculées à partir des analyses internes.

Évaluation de la capacité de traitement des SMBR^{MD}
 Complexe Enviro Connexions

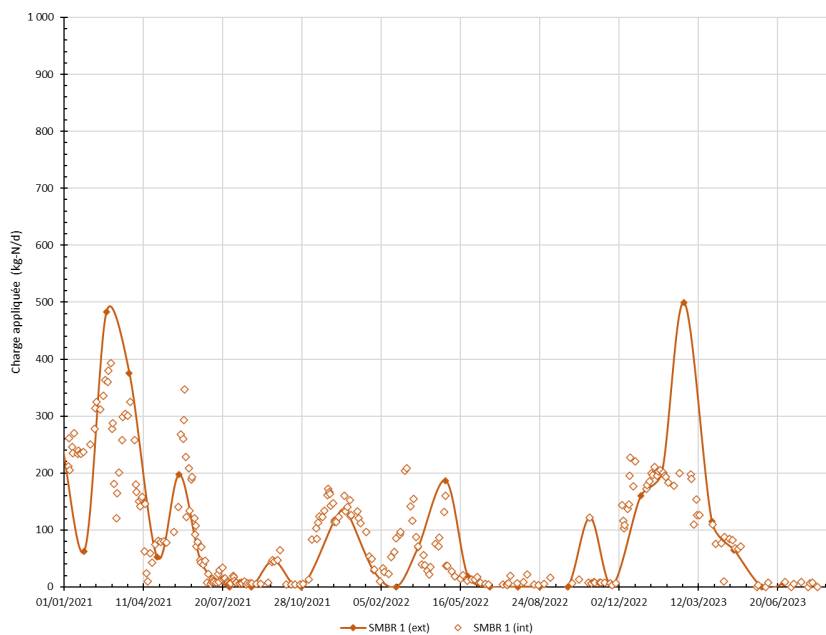
GRAPHIQUE 4 : N-NH₄, CHARGES APPLIQUÉES – SMBR 1



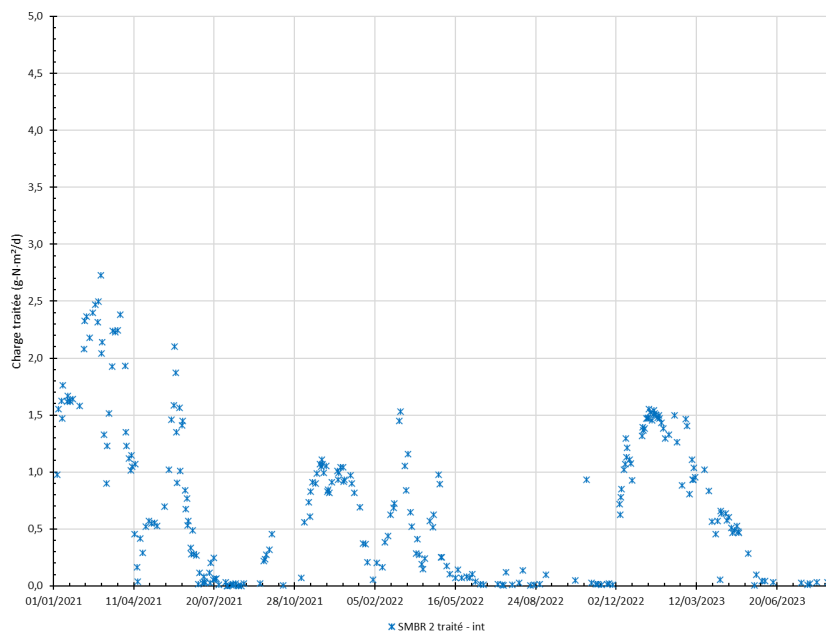
GRAPHIQUE 5 : N-NH₄, CHARGES TRAITÉES – SMBR 1



GRAPHIQUE 6 : N-NH₄, CHARGES APPLIQUÉES - SMBR 2



GRAPHIQUE 7 : N-NH₄, CHARGES TRAITÉES - SMBR 2



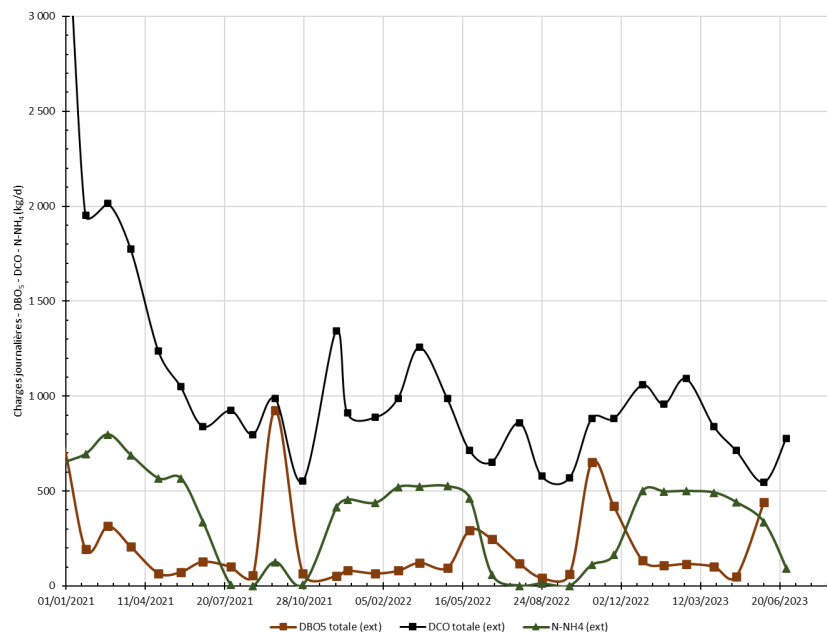
La capacité de traitement des matières organiques et de l'azote ammoniacal diminue de manière importante lorsque la température de l'eau dans les étangs diminue, ce qui, par

conséquent, augmente les charges appliquées sur les SMBR^{MD}. Le temps de réponse de la biomasse pour le traitement de la matière organique est relativement rapide, mais celui de la biomasse nitrifiante est beaucoup plus long. Ce phénomène est bien visible dans le graphique 4 au début de chaque année (2021, 2022 et 2023). Il y a des écarts importants entre les charges appliquées et traitées pendant quelques semaines, comme illustré sur le graphique 2 (charges en DBO₅). En effet, les pointes de charge sont jusqu'à 5 fois plus élevées que les charges de conception maximales en DBO₅. Des concentrations allant jusqu'à 600 mg/L ont été mesurées à l'affluent des SMBR^{MD}.

Lorsque la charge en DBO₅ augmente dans les SMBR^{MD}, la biomasse hétérotrophe va se développer au détriment de la biomasse nitrifiante. Les augmentations des charges en DBO₅ et en azote ammoniacal se déroulent sur quelques semaines. Le développement de la biomasse nitrifiante est très lent par rapport à la biomasse hétérotrophe. De plus, son développement est inhibé par des concentrations importantes de DBO₅ soluble (inhibition notable à 20 mg/L de DBO₅ et forte lorsque > 40 mg/L).

Lorsque les concentrations en N-NH₄ et en DBO₅ augmentent simultanément en amont des SMBR, les performances de ceux-ci, en nitrification, se trouvent très fortement hypothéquées.

GRAPHIQUE 8 : CHARGES JOURNALIÈRES, AFFLUENT SMBR 1 (DBO₅, DCO ET N-NH₄)

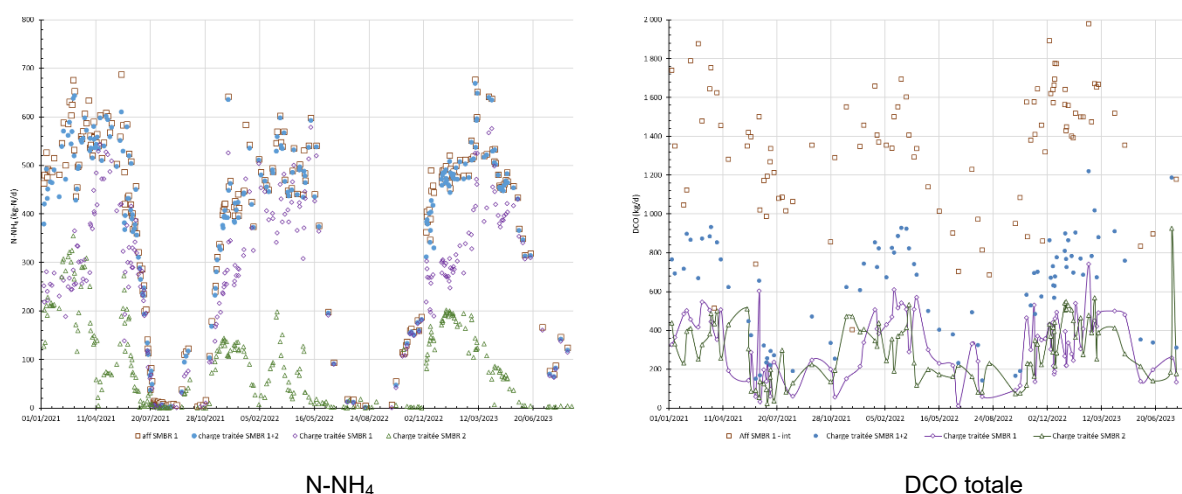


Le graphique 9 montre les charges traitées par les SMBR pour l'azote ammoniacal et la DCO totale, calculées à partir des données internes. Le graphique de gauche correspond aux charges d'azote ammoniacal et celui de droite aux charges de DCO totale.

Évaluation de la capacité de traitement des SMBR^{MD}

Complexe Enviro Connexions

- ◇ Les carrés bruns vides représentent les charges à l'entrée;
- ◇ Les cercles bleus pleins représentent les charges traitées par les SMBR 1 et 2;
- ◇ Les losanges violets, avec l'intérieur vide, représentent les charges traitées par le SMBR 1;
- ◇ Les triangles verts, avec l'intérieur vide, représentent les charges traitées par le SMBR 2.

GRAPHIQUE 9 : CHARGES TRAITÉES – N-NH₄ ET DCO

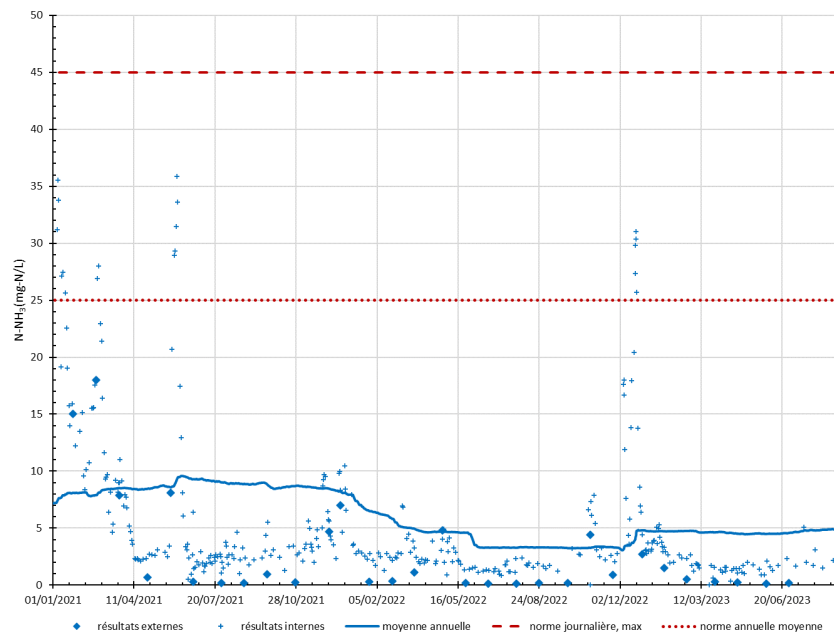
Les rendements des SMBR sont excellents pour l'enlèvement de l'azote ammoniacal, les charges d'azote à l'entrée sont presque égales aux charges d'azote traitées par les SMBR 1 et 2.

Lorsque les charges d'azote et de DCO de l'affluent des SMBR augmentent en même temps, la capacité de traiter efficacement l'azote est compromise par la DCO (DBO₅) présente dans les SMBR. La croissance de la biomasse nitrifiante est ralentie par la présence de cette DCO (DBO₅).

Après quelques semaines d'adaptation, la croissance de la biomasse nitrifiante permet d'augmenter sa capacité à traiter l'azote ammoniacal.

Le graphique 10 montre l'évolution des concentrations en azote ammoniacal rejetées à l'égout. Les concentrations journalières rejetées sont généralement inférieures 10 mg-N/L. Seulement quelques valeurs dépassent les 25 mg-N/L.

Les moyennes annuelles sont toujours inférieures à 10 mg-N/L.

GRAPHIQUE 10 : EFFLUENT FINAL, CONCENTRATION DE N-NH₄

Les données ne nous permettent pas de conclure sur la cause de l'augmentation des concentrations d'azote ammoniacal à l'effluent à la fin de l'automne 2022. Ceci ne semble pas être relié à une augmentation induite ni des charges en DCO, ni des charges en azote ammoniacal.

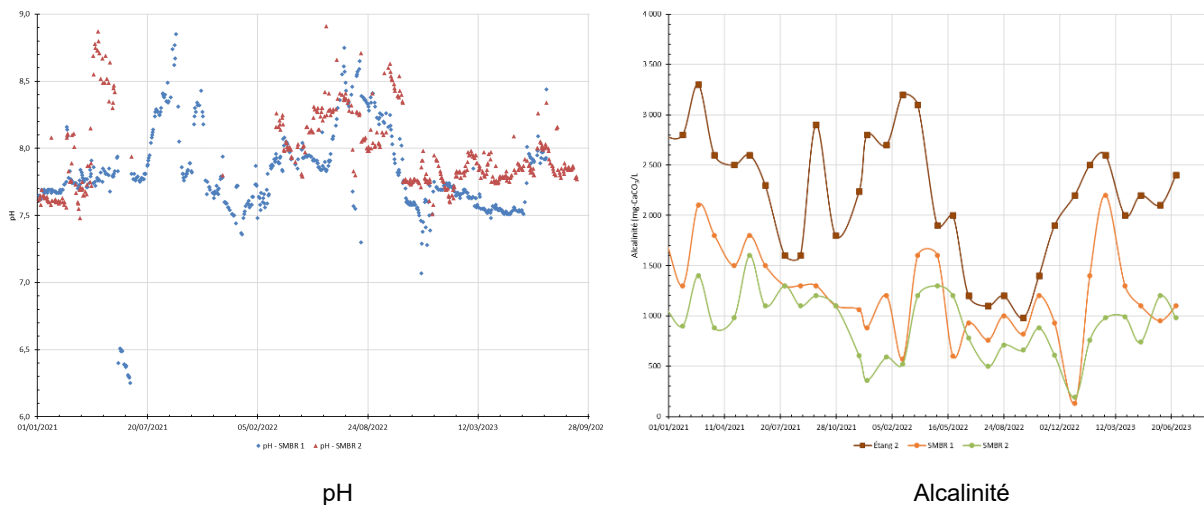
8. PARAMÈTRES DIVERS

8.1 pH

Le graphique 11 (image à gauche) montre les variations de pH dans les deux bioréacteurs pour les années 2021 à 2023. Idéalement, le pH dans les bioréacteurs devrait être compris entre 7,5 et 7,8 afin d'éviter d'éventuels problèmes de précipitation de carbonate de calcium et permettre la stabilité du procédé.

L'image de droite montre les variations de l'alcalinité pour la même période. Malgré les variations importantes au niveau de l'étang 2, l'alcalinité du lixiviat à l'effluent des étangs semble diminuer lentement. L'alcalinité est primordiale pour la nitrification, elle ne représente pas un élément limitant dans ce cas-ci.

GRAPHIQUE 11 : ÉVOLUTION DU PH ET DE L'ALCALINITÉ



8.2 Oxygène dissous

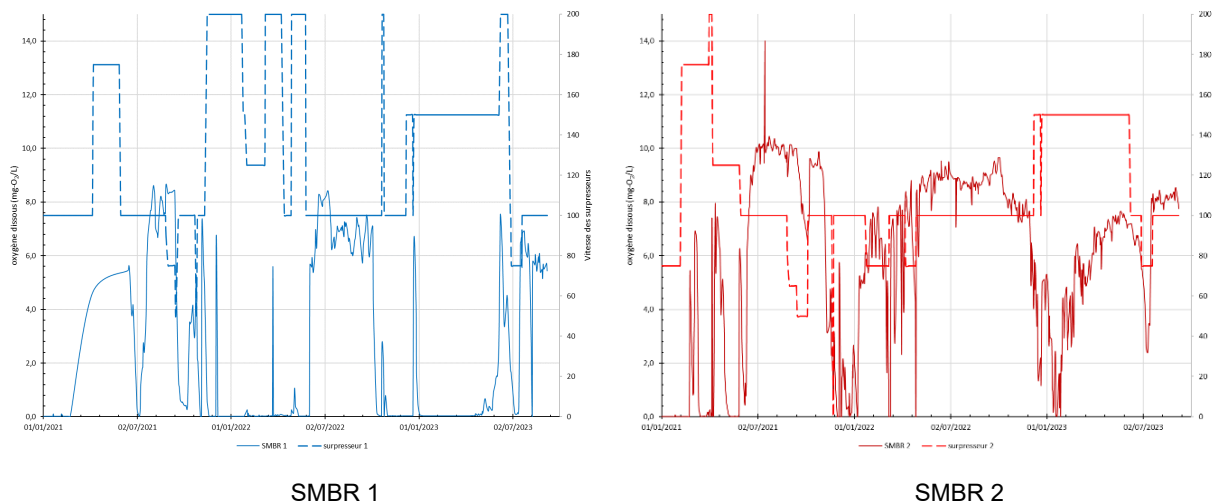
Les graphiques suivants montrent les concentrations d'oxygène dissous et la vitesse des surpresseurs dans chaque bioréacteur. Lorsque les vitesses sont supérieures à 100, le troisième surpresseur est en fonction.

Il y a beaucoup de données inférieures à 2 mg/L. Il faudrait s'assurer que ces données sont valides, notamment par des mesures directement prises dans les bioréacteurs. Un nettoyage régulier des sondes, avec registre, est requis pour s'assurer de la qualité du signal.

La concentration en oxygène dissous ne devrait pas diminuer sous les 4 mg/L dans les bioréacteurs pour assurer une nitrification optimale. D'ailleurs cette concentration devrait varier entre 4 et 6 mg/L. Les valeurs faibles sont particulièrement présentes pendant l'hiver lorsque la charge de matière organique à traiter augmente.

Évaluation de la capacité de traitement des SMBR^{MD} Complexe Enviro Connexions

GRAPHIQUE 12 : ÉVOLUTION DE L'OXYGÈNE DISSOUS DANS LES SMBR^{MD}



8.3 Température dans les SMBR

Le graphique 13 montre l'évolution de la température de l'eau dans les deux SMBR. Un écart est observé entre le SMBR 1 et le 2 depuis le milieu de l'année 2021.

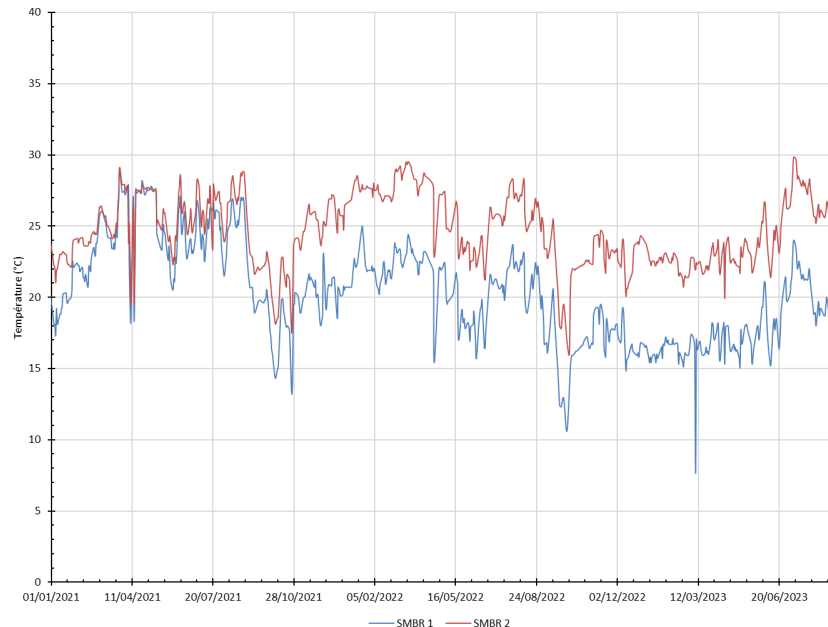
Les températures plus faibles observées en 2023 dans le SMBR 1 peuvent en partie expliquer l'augmentation des concentrations d'azote ammoniacal à l'effluent (graphique 10) et l'augmentation plus lente des charges traitées (graphique 4) par rapport aux années 2021 et 2022.

Dans ce cas également, nous recommandons de faire un suivi en parallèle de la température en la mesurant directement dans les SMBR, pour corroborer les mesures en ligne. L'écart entre la température du SMBR 1 et celle du SMBR 2 nous semble trop important puisque le lixiviat est chauffé en amont du SMBR 1. Cette différence de température entre le SMBR 1 et le SMBR 2 semble plutôt être reliée à une erreur d'un des deux instruments de mesure.

La nitrification ralentit sensiblement avec la baisse de température. Cependant, il faut prêter une attention particulière aux variations importantes de température (autant à la hausse qu'à la baisse) qui peuvent également provoquer une perte de la nitrification. Les processus de modification de la température du lixiviat doivent être graduels.

Plus la température dans les SMBR est stable, plus le procédé sera en mesure de faire face aux fluctuations éventuelles d'autres paramètres.

GRAPHIQUE 13 : SUIVI DE LA TEMPÉRATURE DE L'EAU DANS LES DEUX SMBR



9. CAPACITÉ RÉSIDUELLE DE TRAITEMENT

Les taux de charge appliqués sur les SMBR 1 et 2 ont été relativement stables en 2023. Nous avons donc ciblé cette période afin de calculer les taux de charge moyens de nitrification pour démontrer la capacité de traitement des SMBR.

Le graphique 14 montre la température dans les SMBR avec les taux de charges appliqués et traités pour la période comprise entre le 15 décembre 2022 et le 15 mai 2023.

Le tableau 3 montre les moyennes des températures et taux de charges pour trois périodes, comparés à la condition maximale de dimensionnement.

GRAPHIQUE 14 : TEMPÉRATURE ET TAUX DE CHARGES APPLIQUÉS ET TRAITÉS – AZOTE AMMONIACAL

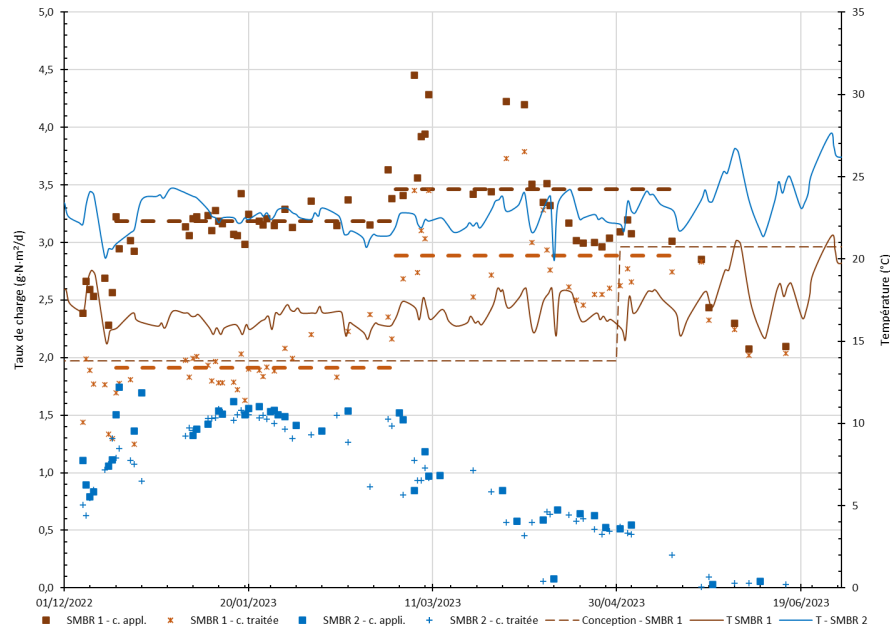


TABLEAU 3 : TAUX DE CHARGES APPLIQUÉS ET TRAITÉS, AZOTE AMMONIACAL – SMBR 1 ET 2

	SMBR 1			SMBR 2		
	Température °C	Taux de charge appliqué g-N.m ² /d	Taux de charge traité g-N.m ² /d	Température °C	Taux de charge appliqué g-N.m ² /d	Taux de charge traité g-N.m ² /d
15 décembre 2022 au 15 mai 2023	16,6	3,15	2,23	22,6	1,10	0,95
15 décembre 2022 au 28 février 2023	16,2	3,19	1,91	22,5	1,51	1,36
1 ^{er} mars 2023 au 15 mai 2023	16,9	3,46	2,89	22,7	0,79	0,65
Conception – condition maximale (après ajout du média dans le SMBR 1)	25	2,96	1,48			

Comme mentionné au point 8.3, la différence de température entre le SMBR 1 et le SMBR 2 est importante et semble plutôt être due à une erreur d'un des deux instruments de mesure. En analysant le graphique 12, on remarque en effet que la différence est constante et que les valeurs se suivent.

Les taux de charge appliqués de conception au niveau du SMBR 1 sont de 1,97 g-N.m²/d à 20 °C et de 2,96 g-N.m²/d à 25 °C respectivement pour la période de novembre à avril

et de mai à octobre (conditions maximales) avec une estimation de 50 % de rendement. Cela équivaut donc à des taux de charge traités de 0,99 g-N·m²/d à 20 °C et de 1,48 g-N·m²/d à 25°C respectivement (voir tableau 1).

Pour la période du 15 décembre 2022 au 15 mai 2023, selon le tableau 3, le taux de charge appliqué moyen est de 3,15 g-N·m²/d avec un taux de charge traité de 2,23 g-N·m²/d. Compte tenu de l'incertitude au niveau des températures mesurées dans les SMBR, considérons que ces performances sont atteintes à une température moyenne de 19,6°C.

Ces taux de charge sont plus importants que ceux considérés pour la condition maximale lors de la conception. De plus, on observe que le taux de charge traité moyen est 50 % plus élevé que le taux de charge maximum de conception et ce, à une température inférieure, ce qui laisse encore plus de marge de manœuvre pour faire face à des charges à traiter encore supérieures. En passant d'une température de 20 °C à 25 °C, on peut s'attendre à une augmentation des performances de la nitrification de l'ordre de 50 %.

En observant les taux de charge appliqué et traité au niveau du SMBR 2 sur le graphique 12, on remarque que ces deux valeurs sont pratiquement identiques, ce qui laisse sous-entendre que tout l'azote ammoniacal à l'affluent du SMBR 2 est nitrifié avec des rendements supérieurs à 80 %. Les taux de charge appliqué et traité pourraient potentiellement être supérieurs sans affecter les rendements. Cependant, comme mentionné précédemment, il est primordial que l'enlèvement de la DBO₅ se fasse en amont des SMBR afin que la capacité nitrifiante de ceux-ci demeure intacte.

En résumé, si on considère :

1. Un enlèvement complet de la DBO₅ en amont des SMBR;
2. Une augmentation de la température de l'ordre de 5 °C dans les SMBR;
3. Les taux de charge traités au niveau des SMBR 1 et SMBR 2;

on peut s'attendre à des taux de charge traités de 3,34 g-N·m²/d (2,23 x 1,5) au niveau du SMBR 1 et de 1,42 g-N·m²/d (0,95 x 1,5) au niveau du SMBR 2 avec une augmentation de la température du lixiviat de 5 °C. En considérant 380 m³ de média dans le SMBR 1 et 325 m³ dans le SMBR 2 de média Peenox^{MD} possédant une surface volumique de 400 m²/m³, on peut déduire que la charge traitée par le SMBR 1 est de 508 kg-N-NH₄/d et que celle du SMBR 2 est de 185 kg-N-NH₄/d pour une capacité minimale totale, à 25 °C, de 693 kg-N-NH₄/d.

Les prévisions de production de lixiviat pour l'année 2028 indiquent une charge maximale en N-NH₄ de 857,0 kg/d pour le mois de mai. Une charge aussi élevée a déjà été traitée en 2021, cependant, l'ajout de média dans le SMBR 2 conjuguée à une augmentation additionnelle de la température (entre 25 et 30 °C) permettront de faire face à cette charge maximale.

10. MODIFICATIONS DEPUIS LA MISE EN ROUTE DE LA STATION

Plusieurs modifications au système de traitement ont été réalisées au cours des années pour faire face à l'augmentation graduelle des charges à traiter.

10.1 Augmentation de la quantité de média dans le SMBR 1

Le pourcentage de remplissage de média dans les SMBR^{MD} était à l'origine de 60 % du volume utile (325 m³). La technologie permet de fonctionner jusqu'à un pourcentage de remplissage de 70 %, donc du média supplémentaire a été rajouté dans le SMBR 1 pour atteindre cette valeur ultime, soit un ajout de 55 m³ de média, portant le volume total de média dans le SMBR 1 à 380 m³. Ceci a donc une incidence directe sur la capacité de traitement puisque 15 % de média supplémentaire a été rajouté dans le premier bioréacteur. À noter que la quantité de média dans le second bioréacteur est demeurée inchangée, ce qui permettra, dans le futur, d'augmenter la capacité de traitement du SMBR 2 au besoin.

10.2 Optimisation de la boucle de chauffage

Les fluctuations de température dans les SMBR^{MD} doivent être minimisées pour permettre le meilleur rendement possible. Le système de chauffage original fonctionnant au gaz naturel a été optimisé. Le nombre de plaques a été augmenté et la capacité de pompage en amont a été augmentée.

10.3 Contrôle du pH dans les bioréacteurs

Les bioréacteurs étaient déjà munis d'instruments de contrôle nécessaires pour le monitoring du pH. Le pH est maintenant ajusté pour permettre un meilleur contrôle du procédé biologique et le maintenir dans la plage d'opération optimale des bactéries nitrifiantes.

10.4 Ensemencement avec des bactéries nitrifiantes

Les charges à traiter dans les SMBR^{MD} durant la période estivale sont beaucoup plus faibles que celles des autres saisons. Ceci est dû au fait que la nitrification s'amorce dans les bassins de traitement situés en amont avec l'augmentation naturelle de la température du lixiviat. Lorsque la température naturelle du lixiviat baisse à l'automne, les concentrations en azote ammoniacal du lixiviat remontent. Puisque cette augmentation des concentrations peut être assez soudaine, une augmentation des populations bactériennes nitrifiantes dans les bioréacteurs est nécessaire. Ceci se fait naturellement par la reproduction des bactéries déjà présentes sur le média mais est également accéléré

par l'ajout de bactéries nitrifiantes pour accélérer ce processus. Cet ajout augmente énormément la performance du système pendant les périodes de transition.

10.5 Système d'alimentation des SMBR^{MD}

Des pompes d'alimentation des SMBR^{MD} plus puissantes ont été installées pour permettre de pomper des débits plus importants et de combattre les pertes de charge additionnelles qui en résultent.

10.6 Modifications au système de clarification

Des modifications physiques au système de clarification ont été apportées en ce qui concerne la tuyauterie de sortie du flottateur à air dissous (élément de clarification) responsable de l'enlèvement des matières en suspension. La capacité des pompes doseuses des produits chimiques requis à cette étape, a également été ajustée en conséquence.

11. CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

- ◇ Les paramètres de dimensionnement originaux conservateurs sélectionnés en collaboration avec Complexe Enviro Connexions ont permis un accroissement de la capacité de traitement.
- ◇ Les modifications apportées au système de traitement par Complexe Enviro Connexions au cours des dernières années leur permettent de maîtriser des augmentations significatives de charges et de les traiter efficacement.
- ◇ Le suivi serré de l'opération des SMBR^{MD} par Complexe Enviro Connexions leur permet de prédire l'évolution du fonctionnement du système et de l'adapter pour faire face aux variations des charges, autant à la hausse qu'à la baisse.
- ◇ Même avec un dépassement significatif des charges de conception maximales initiales, jusqu'à 5 fois plus pour la DBO₅ et jusqu'à 2 fois plus pour l'azote ammoniacal, les SMBR^{MD} ont rencontré les normes de rejet. Avec un suivi adéquat, le système est en mesure de traiter les charges prévues pour l'horizon 2028.
- ◇ Il est important de pouvoir relier les variations observées (pH, charges, concentrations, etc.) aux opérations du site (contrôle des intrants) afin de pouvoir ajuster les paramètres de la filière de traitement de façon préventive, ainsi que celui des équipements en amont des SMBR^{MD}, dans le but de minimiser les fluctuations

des concentrations en DCO et de maintenir une charge en azote ammoniacal à l'entrée des SMBR^{MD}.

- ◇ Les augmentations soudaines de charge à l'entrée des SMBR^{MD} au-delà des charges de conception, que ce soit au niveau de la DCO (DBO₅) ou de l'azote ammoniacal, doivent être gérées de façon à minimiser l'impact au niveau des SMBR^{MD}. Ceux-ci ont été principalement conçus pour abattre une DBO₅ résiduelle et principalement pour effectuer la nitrification. Lorsque des augmentations importantes des concentrations sont observées, des mesures doivent être prises pour minimiser l'impact sur la nitrification, telles que l'abaissement temporaire du débit ou encore l'augmentation de l'aération dans les étangs.
- ◇ La stabilité des intrants à l'entrée des SMBR^{MD} à longueur d'année devrait constituer un objectif majeur pour les années à venir. L'élimination de la DCO (DBO₅) en amont des SMBR permettrait de récupérer la pleine capacité de ceux-ci pour la nitrification. En effet, lorsque les concentrations en DCO (DBO₅) sont plus importantes, la nitrification dans le SMBR 1 s'en trouve lourdement affectée, les bactéries hétérotrophes prenant le dessus sur les bactéries nitrifiantes. Dans ces conditions, seul le SMBR 2 est en mesure de réaliser la nitrification, ce qui restreint grandement la capacité de nitrification des SMBR^{MD}. Ceci est d'autant plus important que, pour l'année 2028, une augmentation significative des charges en azote ammoniacal (N-NH₄) est prévue (voir tableau 2).
- ◇ Les taux de charge appliqués et traités au niveau du SMBR 2 sont quasiment identiques, particulièrement en 2023, ce qui indique que la capacité nitrifiante du SMBR 2 peut encore être supérieure à celle observée.
- ◇ Évaluer la capacité d'aération et suivre de près les lectures d'oxygène dissous (lectures en ligne tout comme une augmentation des lectures ponctuelles), particulièrement pendant l'hiver lorsque les charges de matières organiques et d'azote ammoniacal augmentent.
- ◇ Évaluer la qualité biologique des boues du flottateur et installer une boucle de recirculation des boues du DAF vers le SMBR 1 (bioaugmentation). Cette opération pourrait débuter à partir du mois d'août pour renforcer la biomasse dans les SMBR^{MD} pour la période hivernale. La recirculation pourrait être maintenue pendant l'hiver. Si les boues contiennent des concentrations significatives de bactéries nitrifiantes viables, elles pourraient aider à augmenter rapidement la population de bactéries nitrifiantes. Parallèlement, les bactéries hétérotrophes ajoutées permettraient de dégrader plus rapidement la charge organique (ce qui aiderait le développement des bactéries nitrifiantes).
- ◇ Maintenir le contrôle du pH dans les SMBR afin d'obtenir 100 % du média en suspension dans les conditions normales d'aération.

- ◇ Maintenir l'oxygène dissous entre 4 et 6 mg/L dans les SMBR, particulièrement dans le SMBR 2. Cette opération permettrait de réduire le pH « naturellement » en limitant le dégazage du CO₂. Le pH d'opération pourrait être compris entre 7,5 et 7,8. À ces valeurs, les risques de calcification sont significativement réduits.

