



HAL
open science

Etude du procédé Organica : ses spécificités et performances par rapport à une filière classique

Jean-Marc Perret, O. Garcia, J.P. Canler

► **To cite this version:**

Jean-Marc Perret, O. Garcia, J.P. Canler. Etude du procédé Organica : ses spécificités et performances par rapport à une filière classique. Journées Information Eaux 2016, Oct 2016, Poitiers, France. 12 p. hal-01420372

HAL Id: hal-01420372

<https://hal.science/hal-01420372>

Submitted on 16 May 2020

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.

ETUDE DU PROCEDE ORGANICA : SES SPECIFICITES ET PERFORMANCES PAR RAPPORT A UNE FILIERE CLASSIQUE.

Jean-Marc Perret ; Olivier Garcia, Jean-Pierre Canler

Irstea, UR MAEP - centre de Lyon-Villeurbanne
5 rue de la Doua
69616 Villeurbanne cedex
Tel : 04 72 20 87 87

jean-marc.perret@irstea.fr , olivier.garcia@irstea.fr , jean-pierre.canler@irstea.fr

1. INTRODUCTION

Depuis 2010, une nouvelle technologie de traitement des eaux résiduaires urbaines appelée procédé Organica FBR (Feed Batch Reactor) est commercialisée en France par Véolia (OTV et MSE). A ce jour, on dénombre plus d'une vingtaine d'installations en fonctionnement, dimensionnées pour traiter les effluents de collectivités de taille allant de 800 à 36 600 EH.

Le constructeur présente le procédé comme la combinaison dans un même bassin d'une technologie culture libre de type SBR (Sequencing Batch Reactor), associée à une biomasse fixée sur le système racinaire de plantes, tropicales ou non, implantées à la surface des réacteurs biologiques et protégées sous une serre pour la métropole.

D'après le constructeur, cette combinaison culture libre / culture fixée associée aux racines des végétaux apporte un gain sur de nombreux paramètres de fonctionnement comme une stabilité des performances, une diminution de la production de boue, une réduction de la consommation d'oxygène et de produits chimiques,... De plus, le procédé permettrait une insertion environnementale et paysagère des installations ainsi qu'une image positive du traitement des eaux pour les collectivités.

L'équipe Epure du Thème de recherche TED d'Irstea Lyon-Villeurbanne, en collaboration avec les agences de l'eau Adour-Garonne et Rhône Méditerranée Corse, a démarré une étude sur ce procédé afin de disposer de données techniques et scientifiques objectives sur son dimensionnement, son fonctionnement et ses performances pour répondre aux interrogations que se pose l'ensemble de la profession. Pour cela, des campagnes de mesures sur deux sites réels sont réalisées.

2. PRINCIPE ET CARACTERISTIQUES DU PROCEDE

Organica FBR est un procédé de traitement à boue activée, en deux files parallèles, alimentées par intermittence comme un SBR. Un bassin tampon amont équipe nécessairement le procédé et chaque file est composée de 3 bassins en série : Un réacteur en anoxie, un second en aération et le troisième non aéré ayant pour objectif de désoxygéner la boue aérée avant sa recirculation dans le premier réacteur.

Comme tout SBR, le fonctionnement est décomposé en cycles successifs. Chaque cycle d'environ 6 heures est découpé en 5 phases : l'alimentation/réaction, la réaction pendant laquelle les boues circulent entre les trois réacteurs, la décantation, la vidange des eaux traitées surnageante et enfin le soutirage des boues.

La dénitrification est réalisée par l'alternance entre phase aérobie et phase anoxie et assurée ici par la circulation des boues liquides au travers des trois réacteurs pendant la phase de réaction.

La totalité de la surface des bassins est couverte, et 50% est équipée de bacs remplis de médias (billes d'argile) et plantés de végétaux. Ces bacs, équipés d'un grillage fin, sont en partie immergés dans les réacteurs, permettant aux racines des végétaux de plonger dans la boue liquide durant la phase de réaction et dans l'eau claire durant la phase de décantation. Une serre de protection complète les ouvrages afin de préserver les végétaux des aléas climatiques.

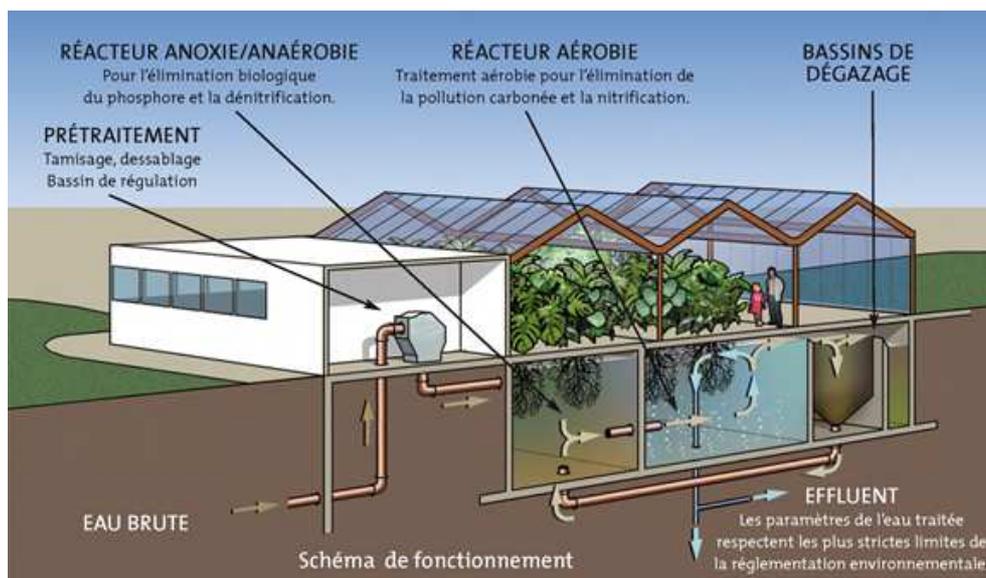


Figure 1 : Schéma de fonctionnement d'une station Organica (source MSE)

Pour que les racines des plantes soient en contact des boues liquides à chaque cycle de traitement, les alimentations sont gérées par automate afin que le niveau haut de remplissage des bassins soit toujours atteint (de l'ordre de 5 à 5,5m de haut).

En fin de cycle de traitement, deux types de fonctionnement sont possibles : soit le volume d'alimentation est variable (le niveau bas de vidange est alors fonction du volume d'effluent à traiter disponible au bassin tampon), soit le volume d'alimentation est fixe (et le niveau bas de vidange également).

De plus, l'installation comporte usuellement un prétraitement, un bassin tampon ainsi qu'un traitement des boues (épaississeur, centrifugation).

3. DEMARCHE ET PROTOCOLE RETENUS

III.1. Démarche

Cette étude s'est déroulée suivant différentes phases, avec :

- Une étude bibliographique visant à établir un état de l'art ainsi que la liste des sites Organica FBR en fonctionnement en France,
- Des visites techniques de sept installations,
- Deux sites équipés du procédé Organica FBR sont choisis afin de réaliser des mesures de performances de traitement et de mieux apprécier les paramètres de fonctionnement. Ces suivis, démarrés au printemps 2015, sont réalisés sur une période de deux ans afin de suivre un cycle

végétatif complet pour mieux approcher les contraintes spécifiques d'exploitation de ce procédé (serre et végétaux) par rapport à un SBR classique.

Sur chaque site, deux à trois campagnes de mesures choisies en période hivernale et estivale ont été menées pour suivre les performances du traitement en lien avec le développement des végétaux.

III.2. Prélèvements, mesures de débits et capteurs

Des préleveurs réfrigérés équipés de 24 flacons (1/heure), situés en entrée et sortie des étages de traitement ainsi que différents capteurs (O_2 dissous, potentiel rédox, $N-NH_4$ et $N-NO_3$) sont installés sur chaque site. Les échantillons moyens 24 heures collectés sont immédiatement confectionnés sur le terrain proportionnellement au débit. Des tests de vitesse de nitrification maximale sont réalisés sur la boue liquide pour chaque file de traitement. Les mesures de débit sont vérifiées et un suivi de l'ensemble des paramètres du process est réalisé avec le relevé des asservissements, des temps de fonctionnement des organes moteurs et des consommations énergétiques.

III.3. Volet Analytique

Les échantillons moyens sont stockés à 4°C sur site avant analyses au laboratoire d'analyses des milieux aquatiques (LAMA) d'Irstea Lyon-Villeurbanne.

Tous les paramètres physico-chimiques analysés sont obtenus par des dosages réalisés suivant les méthodes normalisées en vigueur.

4. RESULTATS OBTENUS

4.1. Présentation des installations étudiées

Deux installations de taille semblable équipées du procédé Organica FBR ont été sélectionnées. Elles sont implantées sur les bassins de deux agences de l'eau différentes, le site A sur Adour Garonne et le site B au sud de la France sur Rhône Méditerranée Corse.

Tableau 1. : Charges de dimensionnement

Sites	EH	Vol. journalier m ³ /j	DBO ₅ kg/j	DCO kg/j	MES kg/j	NGL kg/j	PT kg/j
A	7000	1050	420	840	630	105	28
B	6000	Tps sec été - 1000 Tps pluie été - 2000	360	720	450	72	15

Le site B est dimensionné selon 2 rythmes hydrologiques « temps sec / temps de pluie », révélant la collecte des eaux par réseau unitaire. De plus, une distinction été / hiver est réalisée, témoignant d'une activité touristique estivale attendue (campings).

Les niveaux de rejet exigés sur le carbone sont standards (125 mg DCO/L, 25 mg DBO/L et 35 mg MES/L) pour le site A et plus exigeants pour le site B (90 mg DCO/L, 20 mg DBO/L et 25 mg MES/L). Le traitement de l'azote et du phosphore sont demandés uniquement pour le site B (15 et 25 mg NGL/L suivant la période et 60% de rendement annuel sur le PT).

Aucun ajout de $FeCl_3$ n'est prévu et réalisé pour le traitement du phosphore sur les sites.

Le traitement des boues est assuré par centrifugation sur les deux installations, avec comme particularités : Pour le site A, les boues extraites rejoignent la fosse de stockage équipée d'un drain puis sont traitées par tambour épaisseur et stockées en silo avant centrifugation finale. Le traitement de boues externes est également réalisé sur le site. Pour le site B, les boues en excès sont

stockées et épaissies dans la fosse de stockage également drainée avant d'être directement centrifugées.

4.2. Fonctionnement des installations

Lors de nos mesures, les volumes relevés et traités sur les installations sont résumés dans le tableau 2 suivant.

Tableau 2 : Volumes journaliers traités

Sites	En m ³ /j	Eau relevée	Eau traitée
A	Dimensionnement		1050
	été	617	632
	hiver	1579	1070
B	Dimensionnement		Tps sec 1000
	été	544	546
	hiver	527	503

On observe un fonctionnement à hauteur de 55% de la charge hydraulique de dimensionnement pour le site B, et de 60 à 100% pour le site A, induisant des by-pass en entrée d'installation et au niveau du bassin tampon en période hivernale.

Les taux de charges organiques des installations pour la pollution carbonée et azotée se situent aux alentours de 70% pour le site A et de 40% l'hiver et 60% l'été pour le site B.

L'asservissement de l'apport d'oxygène diffère entre les deux sites ; Il est sur horloge pour le site A et sur seuils O₂ et rédox pour le site B.

Les principaux paramètres de fonctionnement des installations ont été les suivants :

Tableau 3. : Paramètres de fonctionnement des installations

Sites		MES file1 / file2 g MES/L	MVS file1 / file2 %	Cm globale file1 / file2 KgDBO ₅ /kgMVS.j	Cv kg DBO ₅ /m ³ .j	Temps de Séjour hydraulique moyen j
A	Dim.	5	75	0.096	0.36	
	été	2.1 / 4.3	83 / 82	0.15 / 0.07	0.253	1.62
	hiver	2.2 / 3.1	85 / 83	0.155 / 0.115	0.29	0.95
B	Dim.	4.5	75	0.076	0.26	
	été	1.5 / 1.2	81 / 77	0.125	0.132	2.56
	hiver	2.4 / 1.4	87 / 81	0.056 / 0.086	0.10	2.78

Une différence de concentrations en MES est régulièrement mesurée entre les deux files de traitement, particulièrement sur le site A, témoignant de difficultés de gestion du taux de boue sur ce SBR (gestion différenciée de l'extraction impossible entre les 2 files).

Les mesures de l'Indice de boue sur chaque file de traitement lors des campagnes de terrain sont résumées dans le tableau 4.

Tableau 4. : Résultats de l'Indice de Boue, en mL/g MES

Sites	été	hiver
A	90 - 110	75 - 80
B	125 - 145	170

On observe des boues ayant une bonne aptitude à la décantation pour le site A, et certaines difficultés pour le site B, pouvant engendrer quelques pertes de MES au rejet lors de la vidange des eaux traitées.

4.3. Performances

4.3.1 Performances moyennes

Les performances moyennes des installations suivies sont synthétisées dans les tableaux 4 et 5.

Tableau 5. : Concentrations mesurées en sortie d'installations (mg/L)

Sites	mg/L	DCOb	DCOf	DBO ₅	MES	NTK	N-NH ₄	N-NO ₂	N-NO ₃	PT	P-PO ₄
A	Dim.	125		25	35						
	été	57	39	5	9	11.2	8.0	0.3	2.8	4.6	3.3
	hiver	44	33	7.5	8	32	28.7	0	0	3.4	3.0
B	Dim.	90		20	25	10	7.5				
	été	70	50	5	7	3,1	1,1	0,2	1.4	5.4	3.2
	hiver	30	29	5	3.5	3.3	0.93	0.25	2.25	4.0	3.6

On note que les concentrations des eaux traitées en sortie des deux sites lors des deux périodes de mesure sont largement conformes aux seuils de rejet autorisés. La concentration en MES, spécialement suivie en SBR, est inférieure à 10 mg/L.

Tableau 6. : Rendements d'élimination des réacteurs Organica (%)

Sites	%	DCOb	DCOf	DBO ₅	MES	NKJ	N-NH ₄	NT	PT
A	été	92,5	75,1	97,5	98,6	89,1	87,7	86,1	68,7
	hiver	91.5	73	96.7	97.5	52	18.5	52	75.5
B	été	87,1	77,0	98,5	97,2	96,1	97,9	94,1	70,7
	hiver	93	78	98	98.5	95	98	95	48.5

Les performances d'élimination calculées sont supérieures à 97% pour le traitement du carbone (DBO₅, MES) et de l'azote sauf pour le site A où la nitrification est plus faible l'été et absente durant notre période de mesure hivernale suite au réglage inadapté de l'aération et au lessivage de la biomasse autotrophe par des extractions de boues trop importantes.

On mesure un rendement supérieur à 68% pour le phosphore sur les 2 sites à l'exception du site B l'hiver, qui s'explique par une plus faible charge d'entrée.

4.3.2 Nitrification – Dénitrification - Déphosphatation

Les mesures continues par sondes des concentrations en N-NH₄⁺ et N-NO₃⁻ dans les bassins permet de suivre l'évolution des formes azotées en fonction des phases de traitement lors d'un cycle

d'alimentation. Elles sont ensuite transformées en flux et mises en parallèle avec les mesures de l'oxygène dissous comme illustrée dans la figure 2 ci-dessous.

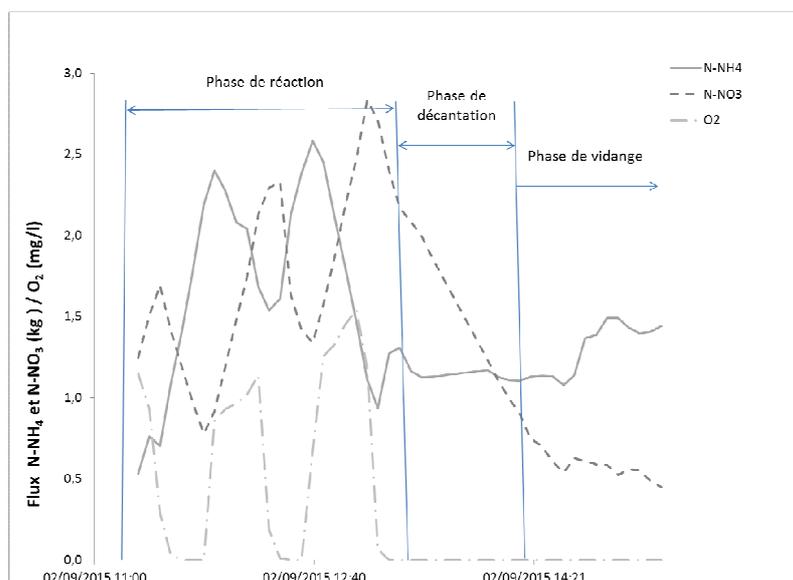


Figure 2 : Evolution des flux en azote et de la concentration en O₂ dissous dans le réacteur aérobie, au cours d'un cycle d'alimentation

La Nitrification est réalisée dans le réacteur aérobie, durant les phases d'alimentation et de réaction pendant le fonctionnement des aérateurs (aération syncopée pour gains énergétiques).

La Dénitrification a lieu au sein du réacteur anoxie, suivant le taux de recirculation entre les bassins (de 200 à 300%), au sein du réacteur aérobie lors des phases d'arrêt des aérateurs (O₂ dissous = 0) et durant la phase de décantation des boues.

Des calculs plus précis pour le traitement de l'azote et du phosphore sont effectués sur les réacteurs Organica des 2 files (sortie bassin tampon / sortie station). Les rendements sont calculés en retranchant la part assimilée par la biologie, c'est-à-dire 5% de la DBO₅ éliminée pour le N-NH₄ disponible et éliminé, 1% de la DBO₅ éliminée pour le PT disponible et éliminé. Pour la dénitrification, les flux de N-NH₄ nitrifié et les flux de NO_x de sortie sont utilisés.

Tableau 7. : Rendement de nitrification, dénitrification et déphosphatation biologique %

Sites	Périodes	Rendement de Nitrification %	Rendement de Dénitrification %	Rendement de Déphosphatation %
A	été	84	92.7	62.6
	hiver	/	/	62.4
B	été	96.9	95.7	63.6
	hiver	97.3	92.5	21.7

Au niveau du phosphore, une déphosphatation est observée sur les deux sites lors de trois campagnes. Pour un fonctionnement des installations à 60-70% de leur charge de dimensionnement, le réacteur anoxie joue le rôle d'un réacteur anaérobie et permet la mise en place d'une déphosphatation biologique. Celle-ci est susceptible de varier avec l'augmentation de la charge à traiter.

5. DISCUSSION ET SYNTHESE

5.1. Conception / SBR classique

Le procédé Organica FBR nécessite la présence d'un bassin tampon qui est couvert, désodorisé et équipé d'hydroéjecteurs. Ce bassin stocke, régule les débits et homogénéise les effluents à traiter. Il est obligatoire au vu du fonctionnement des réacteurs biologiques qui sont alimentés par cycles de telle sorte que le niveau haut de remplissage des bassins soit toujours atteint. Son dimensionnement et fonctionnement peuvent répondre à deux approches : réseau séparatif (stockage du volume nécessaire à une bâchée et volume d'alimentation fixe des réacteurs) ou réseau unitaire (le bassin tampon doit être vide pour recevoir un épisode pluvieux, ce qui induit des alimentations régulières des réacteurs, mais de volumes différents d'un cycle à l'autre). Dans les 2 cas, son dimensionnement doit être sécuritaire pour le bon fonctionnement hydraulique de l'installation.

La comparaison du dimensionnement de différents Organica FBR avec celui d'un SBR classique mono-réacteur en aération prolongée a été effectuée. En prenant les mêmes hypothèses de charge à traiter nominale, de durées de cycles de traitement et d'âge de boue aéré, elle montre qu'un Organica FBR à pleine charge doit être aéré durant les phases d'alimentation et de réaction pour avoir un âge de boue aéré suffisant. Sinon, le volume total de réacteur peut être insuffisant pour le traitement de l'azote.

Pour un taux de charge inférieur au dimensionnement, l'exploitant ajuste la concentration en MES des bassins pour fonctionner à la Cm de dimensionnement. Une aération séquencée est mise en place durant les cycles d'alimentation et de réaction.

La dénitrification dépend du taux de recirculation des boues aérées vers la zone anoxie. Mais elle est également présente dans les deux réacteurs de traitement lors de la phase de décantation et de moindre mesure d'évacuation des eaux traitées.

La déphosphatation est mesurée sur des installations fonctionnant en sous charge, avec un réacteur anoxie proche d'un réacteur anaérobie. A pleine charge, celle-ci risque d'être pénalisée du fait du fonctionnement de l'aération durant la phase d'alimentation, qui induira une recirculation de N-NO₃ dès le début du cycle. L'apport de FeCl₃ sera nécessaire pour les installations qui auront des contraintes fortes sur le Phosphore.

Pour une déphosphatation biologique optimisée, le procédé Organica devra être équipé d'une filière de traitement des boues cohérente, c'est-à-dire sans stockage de boues non aérées pour éviter des flux de retours internes chargés en phosphore.

D'un point de vue architectural, les bassins Organica sont conçus avec une hauteur de boues liquides de l'ordre de 5 à 5.5 m. Cette profondeur induit la présence de surfaces importantes de murs en béton extérieur difficile à intégrer en architecture. De plus, les bassins sont entièrement couverts, que ce soit par les bacs de plantation de végétaux, les passerelles en béton ou les trappes d'accès au traitement (agitateurs, pompes de recirculation, déversoirs flottant de récupération des eaux traitées). L'exploitant n'a donc aucune vision directe du traitement biologique, en dehors de l'ouverture et fermeture des trappes d'accès.

5.2. Rôle des végétaux

Les végétaux implantés en surface des bassins (5 plants au m² de bacs) sont un mélange d'espèces locales et de plantes exotiques (Frêne, Oiseau de paradis, Canna, Oreille d'éléphant, faux

Philodendron, Papyrus). Elles assimilent des nutriments (azote et phosphore) pour couvrir leurs besoins mais les quantités en jeu sont très faibles comparé à la charge à traiter sur l'installation. Par exemple, la bibliographie annonce une capacité de traitement des plantes par leur système racinaire de l'ordre de 20 à 250 g N / m² de surface plantée.an et de 3 à 10 g P/ m² de surface plantée .an. Parallèlement, un habitant rejette entre 4 et 5 kg de N / an et 0,9 kg P / an.

Une des spécificités majeure du procédé Organica est la plantation de végétaux en surface des bassins, qui permettent la présence dans les réacteurs d'un volume racinaire important devant servir d'habitat à une biomasse fixée, ce qui induit un système mixte culture libre / culture fixée qui stabilise les performances de traitement.

Une approche de la quantité de biomasse fixée sur les racines a été effectuée pour les 2 sites de mesures avec les données et hypothèses suivantes :

- La surface plantée de végétaux (surface des bacs semi immergés) mesurée sur les 2 sites est inférieure à 50% de la surface des réacteurs (anoxie et aéré).
- La profondeur moyenne des racines est de 0.3 m, avec une surface disponible sur les racines de 1000 m²/m³ de volume racinaire.
- L'épaisseur moyenne de biofilm, en tenant compte du cisaillement et de l'agitation dans les bassins et d'un milieu traitant le carbone et l'azote est fixée à 0.2 mm ; Avec une concentration en bactéries de 50 g/L de biofilm.

Ses calculs optimistes aboutissent à la présence d'une quantité de biomasse fixée aux racines proche de 10% de la biomasse totale (en MVS). Cette part de biomasse fixée est donc très faible par rapport à la biomasse présente et se situe dans la fourchette d'incertitude élargie de la mesure du paramètre MES en laboratoire.

Parallèlement, lors de nos mesures sur sites, l'observation photographique des faces inférieures des bacs de plantation montre un développement racinaire faible et non homogène, avec des longueurs de racines, lorsqu'elles sont présentes, peu importantes : Les deux sites de mesures étant en eau et plantés depuis plus de 2 ans (octobre 2012 et novembre 2013).

Les végétaux mis en place sur les bassins Organica ont donc un rôle marginal dans les performances de traitement du procédé. Cette biomasse fixée au système racinaire des plantes n'est d'ailleurs pas prise en compte par le constructeur lors du dimensionnement de ses installations. La Biomasse qui pourrait se fixer aux racines est donc considérée comme un « bonus » pour le traitement.

Le constructeur annonce également, comme avantage du couvert végétal d'Organica, le fait que « les plantes de milieux aquatiques sont capables de transporter l'oxygène dans leurs racines, ce qui augmente l'activité du biofilm sans apport supplémentaire d'oxygène (via l'insufflation d'air) » et qu'elles produisent de l'acide organique au niveau des racines, qui permet de maintenir la biomasse active même hors du liquide. Ces faits ont bien été validés lors de notre étude bibliographique. Par contre, cet apport d'oxygène par les racines des végétaux est négligeable et ne peut assurer la dégradation des matières carbonées et azotées par voie aérobie.

Enfin, l'observation microscopique des boues prélevées dans les bassins Organica a révélé un écosystème de type boue activée classique, composé de protozoaires et métazoaires que l'on peut rencontrer dans toutes les installations fonctionnant en aération prolongée. Ces observations sont indicatrices d'une boue stable, ayant âge de boue élevé, sans problème de décantation.

5.3. Rôle de la Serre

Le premier rôle de la serre est de maintenir les meilleures conditions possibles pour le développement des végétaux, quelle que soit la période de l'année. Pour cela, un automate

autonome régule en continu l'ouverture / fermeture de vantaux en fonction de la température interne (vantaux latéraux et en toiture), le taux d'humidité (humidificateur) et l'ensoleillement (rideaux en toiture) au sein de la serre.

Le recyclage de l'air chaud de la salle des surpresseurs (site A) ou la mise en marche d'aérothermes (site B) permet de maintenir une température minimale de 6°C en hiver.

Le maintien d'une température constante dans la structure ainsi que la couverture des bassins et l'aération par surpresseur permet de garder une température plus élevée dans les bassins.

Par exemple, sur l'année, l'écart moyen de température journalière entre les boues du bassin et l'effluent est de +1.6°C sur le site A et de +2.2 °C sur le site B.

La présence de la serre et des végétaux permet également une insertion environnementale et paysagère indéniable de l'installation de traitement. Elle peut permettre de réduire l'impact olfactif du traitement et offre un cadre plus agréable pour le voisinage et le personnel d'exploitation.

Le procédé Organica FBR, protégé sous sa serre, véhicule ainsi une image positive du traitement des eaux pour les collectivités.

Par contre, malgré la gestion automatisée de la serre, l'ambiance de travail peut être difficile suivant l'implantation géographique de l'installation et la période de l'année. En effet, les températures dans la serre peuvent quand même être élevées l'été (> 40°C mesurées en été) et le taux d'humidité très désagréable.

Le fonctionnement du système de brumisation d'eau potable favorise le développement de mousses sur les passerelles béton et garde-corps. L'utilisation d'une centrale de décarbonatation et de sels adoucisseurs pour éviter les dépôts calcaire sur les feuilles de végétaux induit un vieillissement prématuré des structures métalliques présentes à l'intérieur.

5.4. Aspect Investissements

Le volet investissement spécifique d'un procédé est un paramètre difficile à évaluer. En effet, le coût d'investissement d'une installation de traitement des eaux usées est différent et spécifique à chaque site. Il varie suivant les régions, les contraintes du lieu, la nature du terrain... De plus, dans le cas du développement de nouveaux procédés, les véritables coûts sont susceptibles d'être masqués par une forte démarche commerciale pour son implantation.

Pour le procédé Organica, la comparaison des coûts d'investissement doit être faite avec une filière classique, compacte et avec intégration paysagère. Elle doit donc être réalisée avec une filière SBR et non avec une boue activée. Cette comparaison a pour l'instant été impossible à effectuer parmi les différents appels d'offre étudiés car aucune filière SBR n'était proposée.

Les surcoûts liés à l'implantation de la serre (c'est-à-dire la serre, les casiers, les billes d'argile et les végétaux) ont néanmoins pu être évalués sur le dossier d'une station Organica. Ils représentaient 11,9% du coût total d'investissement de l'installation.

Différentes estimations permettent de proposer un ordre de grandeur des coûts d'investissement. Ainsi le coût d'une installation SBR classique est inférieur de 10 à 15% à celui d'une installation Organica. Et à esthétique équivalent (couverture du SBR, bardage bois ou acier), le coût d'une installation SBR avec aménagement architectural est inférieur de 5 à 10% à celui d'une installation Organica.

5.5 Aspect Exploitation

5.5.1. Contraintes spécifiques identifiées

Contrairement au message du constructeur, le procédé Organica FBR connaît des contraintes particulières et différentes de celles d'une boue activée classique. Elles peuvent être réparties en deux catégories.

- les contraintes d'exploitation spécifiques au SBR :

Le procédé SBR est constitué de deux files de traitement en parallèle. Cette conception double le nombre de sondes et capteurs à suivre en exploitation (étalonnage et maintenance). De plus, la gestion homogène du taux de boue sur chaque file est peu aisée car la production de boue est liée à la charge entrante ainsi qu'aux flux de retours de la filière de traitement des boues qui varient sur la journée, donc d'une file à l'autre suivant leur période d'alimentation.

En exploitation, l'alimentation cyclique de chaque file pose des difficultés de gestion des différentes phases de traitement. L'exploitant doit programmer sur la journée, pour chaque file, ses prélèvements de boues pour les mesures de MES et de l'Indice de boue.

- les contraintes d'exploitation spécifiques à Organica FBR:

Les principales contraintes spécifiques au procédé sont liées à l'entretien des végétaux, et plus précisément à leur taille régulière sur l'année et à l'évacuation des déchets de coupe. L'exploitant peut également être amené à réaliser des traitements phytosanitaires en cas d'apparition de maladies ou d'invasion de parasites sur les végétaux.

Le système de brumisation demande également un suivi régulier afin de garder les asperseurs en fonctionnement (démontage et débouchage manuel des buses périodique), l'utilisation d'un adoucisseur impose l'apport et le suivi de sels. Enfin l'humidité ambiante impose le passage régulier au nettoyeur haute pression sur les passerelles béton et les vitrages intérieurs de la serre pour en retirer les mousses.

5.5.2. Consommation énergétique et eau potable

La serre est pourvue de différents équipements pour maintenir les végétaux dans de bonnes conditions de développement : Ouvrants mural et en toiture, voile pour l'ombrage, aérothermes; soit 3 moteurs pour le site A et 4 moteurs plus 2 aérothermes pour le site B.

Le suivi des consommations électriques sur l'année a permis d'approcher la consommation énergétique spécifique de la serre. Celle-ci est négligeable pour les deux sites et représente 0.0001% et 0.005 % de la consommation totale d'électricité de l'installation. La consommation de la serre du site B est plus élevée et s'explique par le fonctionnement des aérothermes pour maintenir une température minimale de 6°C dans la serre non isolée (97% de la consommation annuelle de la serre). Dans l'avenir, la solution du recyclage de l'air chaud du local des surpresseurs vers la serre en période hivernale doit être étudiée systématiquement.

La brumisation des végétaux est réalisée avec de l'eau potable. Le suivi des compteurs d'eau de l'installation et celui spécifique à la serre, sur les deux sites, montre une consommation variable suivant l'emplacement géographique du site (et ses réglages) et suivant la période de l'année. Cette consommation prend également en compte les volumes d'eau utilisés pour le nettoyage de la serre. On observe une faible consommation sur le site A de l'ordre de 9.5 m³ sur l'année et une consommation annuelle plus importante sur le site B de l'ordre de 344 m³ (soit 32% de la consommation de l'installation) avec une augmentation importante en période estivale sur le site B implanté au sud de la France (60% de la consommation annuelle sur les 3 mois d'été - juin à août).

5.5.3. Surcoûts d'exploitation liés aux végétaux

Le temps passé pour la taille et l'entretien des végétaux ainsi que pour le passage du nettoyeur haute pression dans la serre a été suivi sur une année sur les deux sites.

L'entretien des végétaux est réalisé par l'exploitant sur le site A et par une entreprise externe « d'espaces verts » sur le site B. Ces interventions ont surtout lieu entre les mois de mai et octobre. Les données obtenues sont résumées dans le tableau 8.

Tableau 8 : Temps passé pour l'exploitation de la serre

Sites	Taille	Nombre de passages / an	Temps passé /an	Lavage haute pression & sels*	Temps passé / an	Total du Temps passé/an
A	Exploitant	9 (1 personne)	55h/an	Exploitant	7 h/an	9 j /an
B	« Espace vert »	6 (2-3 personnes)	67h/an	Exploitant	32 h/an	14 j /an

* présence d'un adoucisseur pour le site B

Le temps spécifique passé à l'entretien des végétaux, par l'exploitant ou par une entreprise extérieure, varie entre 4.5 et 5.5 h / mois suivant le site. Ce temps peut augmenter suivant les années en fonction de la météo et si des interventions supplémentaires doivent être réalisées (traitements phytosanitaires, nouvelle plantation, mise en place de tuteurs,...).

Lors de cette première année de suivi 2015 / 2016 un volume de déchets de taille de 11.5 m³ de végétaux frais ont été exportés des deux serre vers une déchèterie.

CONCLUSION

Le procédé Organica FBR, développé en France depuis 2010, est un procédé de traitement biologique des eaux résiduaires urbaines de type SBR. Sa conception en deux files de trois bassins en série permet de réaliser une dénitrification au sein de la zone anoxie en tête par recirculation des N-NO₃ formés dans le bassin aéré. Une dénitrification biologique au niveau de ce bassin de tête a été mesurée sur deux installations fonctionnant à 50-70% de leur charge organique de dimensionnement. Les performances mesurées sur site sont conformes aux autorisations de rejet.

La présence d'un bassin tampon correctement dimensionné est obligatoire au vu du fonctionnement des réacteurs biologiques qui sont alimentés par cycles de telle sorte que le niveau haut de remplissage des bassins soit toujours atteint.

Des végétaux (mélange d'espèces locales et de plantes exotiques) sont implantés sur la moitié de la surface des réacteurs et protégés des intempéries par une serre vitrée. Ce concept de station végétalisée donne une image positive du traitement des eaux pour les collectivités et le voisinage, et aide grandement à son insertion environnementale et paysagère.

Par contre, le rôle des plantes dans le traitement des eaux est marginal (surface racinaire faible, quantité maximale de biomasse pouvant être fixée de l'ordre de 10% de la biomasse totale). Le procédé est avant tout de type boue activée fonctionnant en aération prolongée avec une biomasse classique de culture libre. La biomasse pouvant être fixée au système racinaire des plantes n'est d'ailleurs pas prise en compte par le constructeur lors du dimensionnement de ses installations.

Des contraintes spécifiques liées au SBR ainsi qu'à la présence des végétaux sont identifiées. Les principales sont liées à l'entretien des plantes, et plus précisément à leur taille régulière sur l'année et à l'évacuation des déchets de coupe. Sur les deux sites suivis, le temps spécifique passé à leur entretien varie entre 4.5 et 5.5 h / mois pour des volumes évacués de l'ordre de 11.5 m³ de végétaux frais.

Le coût d'une installation Organica FBR est supérieur de 10 à 15% à celui d'une installation SBR classique. Et à esthétique équivalent (couverture du SBR, bardage bois ou acier), le coût d'une

installation Organica est supérieur de 5 à 10% à celui d'une installation SBR avec aménagement architectural.

Le fonctionnement de la serre pour maintenir les meilleures conditions possibles pour le développement des végétaux est peu consommateur d'énergie, la consommation d'eau potable étant variable et liée aux réglages en place et à l'implantation géographique du site.

Remerciements

Les auteurs remercient les agences de l'eau Rhône Méditerranée Corse et Adour Garonne pour leur soutien financier lors de la réalisation de ce travail ainsi que le personnel exploitant des deux stations de traitement des eaux urbaines faisant l'objet de suivi et le constructeur de cette technologie pour leur collaboration. Nos remerciements vont également aux collègues du LAMA pour les analyses effectuées tout au long de cette étude.

BIBLIOGRAPHIE

Atelier de travail du groupe EPNAC (2012). Lumière sur le véritable rôle des végétaux dans le traitement des eaux usées, (4 p)

Cemagref Antony - Agence de l'Eau Seine Normandie (2010). Conception, dimensionnement et gestion technique des réacteurs biologiques séquentiels (SBR), (35 p)

KOCHER Y. (2012). Mise en œuvre du procédé « ORGANICA » pour la dépollution d'eaux résiduaires urbaines. JIE 2012 Poitiers, 58 1-12.