



Communauté d'Agglomération du Puy-en-Velay
Station d'épuration de SAINT-PAULIEN - Bourg

(n° SANDRE 0443216S0001)

Ouvrage de type boues activées, dimensionné en aération prolongée

**DIAGNOSTIC DES CONDITIONS DE
FONCTIONNEMENT**

Mesures réalisées du 13 au 15 septembre 2022

établi par le

Service Eau & Assainissement



Portée communiquée
sur www.hauteloire.fr

Haute-Loire Ingénierie
Service Eau & Assainissement

04 71 07 41 71 – sea.inge43@hauteloire.fr



SOMMAIRE

I. PREAMBULE.....	2
II. CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT DES INSTALLATIONS.....	4
II.2 LE RESEAU D'ASSAINISSEMENT	6
II.2.1 DESCRIPTIF GENERAL	6
II.2.2 POLLUTIONS COLLECTEES.....	6
II.3 LA STATION D'EPURATION : DESCRIPTIF DES OUVRAGES.....	7
II.3.1 LA FILIERE EAU	7
II.3.2 LA FILIERE BOUES	9
III. ETUDE DES CONDITIONS DE FONCTIONNEMENT DE L'OUVRAGE	10
III.1 AVANT PROPOS – PROTOCOLE DES MESURES	11
III.2 RESULTATS DES MESURES.....	12
III.2.1 LES CHARGES RECUES	12
III.2.2 CARACTERISTIQUES DES EFFLUENTS BRUTS.....	18
III.2.3 FONCTIONNEMENT BIOLOGIQUE DE L'INSTALLATION	20
III.2.4 ANALYSE DE LA DECANTATION	25
III.2.5 RENDEMENTS DE L'INSTALLATION.....	26
III.2.6 QUALITE DES EAUX TRAITEES.....	27
III.2.7 PRODUCTION ET TRAITEMENT DES BOUES.....	28
III.2.8 DEPHOSPHATATION	30
IV. CONCLUSION	31
V. ANNEXES	34

Mesures réalisées par : Eric POISSEAU	Date : 13 au 15 septembre 2022	Rapport réalisé par : Eric POISSEAU	Date : 12/01/2023	Rapport vérifié par : Rémi MASSARDIER	Date : 23/01/2023
--	-----------------------------------	--	----------------------	--	----------------------

I. PREAMBULE

La commune de SAINT PAULIEN se situe au Centre du Département de la Haute Loire, à une dizaine de kilomètres au Nord – Ouest de la ville du Puy en Velay.

La station d'épuration, de type boues activées, est dimensionnée en aération prolongée avec traitement du carbone et de l'azote par voie biologique et traitement du phosphore par voie physico-chimique. Les boues extraites du réacteur biologique sont traitées par huit lits de séchage plantés de roseaux. La station d'épuration est dimensionnée à capacité nominale comme ci-dessous :

1900 EH – 114 kg DBO5 /j – 228 kg DCO/j – 611 m³/j

L'exploitation du système d'assainissement est assurée par la commune de SAINT PAULIEN (exploitant), la maîtrise d'ouvrage en matière d'assainissement ayant été récupérée par la communauté d'agglomération du Puy en Velay en 2018.

Le présent rapport a pour objet, à partir d'une analyse de la conception des ouvrages et des capacités de traitement et à la vue des résultats des mesures réalisées en septembre 2022 :

- de déterminer la charge hydraulique, la charge organique, les rendements et la qualité du rejet ;
- d'apprécier les performances épuratoires au regard des exigences réglementaires ;
- d'analyser le fonctionnement de la station, notamment l'oxygénation et la décantation, qui permettront d'ajuster le traitement.

II. CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT DES INSTALLATIONS

II.1 GENERALITES

Les études préalables (contexte démographique, documents d'urbanisme, mesures de charges) ont conduit le maître d'œuvre, à dimensionner la station d'épuration de SAINT PAULIEN – Le Bourg, comme indiqué ci-dessous :

Capacité de l'ouvrage (constructeur)	1900 équivalents habitants
Charge organique	114 Kg DBO5/j – 228 Kg DCO/j
Charge hydraulique	611 m³/j
Débit moyen journalier	25,5 m³/h
Débit de pointe	47,8 m³/h

Les bases de dimensionnement appliquées par le constructeur sont les suivantes :

Charge organique	60 g DBO5 / équivalent habitant / jour soit 114 Kg DBO5/j 120 g DCO / équivalent habitant / jour soit 228 kg DCO/j
Charge hydraulique	285 m³/j (150 l/hab/j) et 326 m³/j d'eaux claires parasites soit 611 m³/j.

D'un point de vue hydraulique, La station d'épuration a été dimensionnée et conçue de façon à traiter d'importantes quantités d'eaux claires parasites.

D'un point de vue administratif et réglementaire, la station d'épuration de SAINT PAULIEN a fait l'objet d'une procédure de déclaration en préfecture.

Le niveau de rejet minimal attendu, a été fixé par les services de police de l'eau dans **le récépissé de déclaration**, à savoir :

	Concentration maximale du rejet	Ou	Rendement épuratoire
DBO5	25 mg/l		70 %
DCO	125 mg/l		75 %
MES	35 mg/l		90 %
NGL	15 mg/l		-
PT	2 mg/l		-

Les performances minimales attendues sont définies réglementairement par **l'arrêté du 21 juillet 2015**, à savoir :

	Concentrations maximales du rejet		Rendements épuratoires minimums	Concentrations réductrices
DBO5	35 mg/L	Ou	> 60 %	70 mg/L
DCO	200 mg/L		> 60 %	400 mg/L
MES			> 50 %	150 mg/L

II.2 LE RESEAU D'ASSAINISSEMENT

II.2.1 DESCRIPTIF GENERAL

Les principales caractéristiques du réseau sont présentées dans le tableau ci-dessous :

Linéaire total toutes canalisations (66 % unitaire et 34 % séparatif)	≈ 26,7 km
Nombre de déversoirs d'orage	5
Nombre de postes de relevage	3

Remarque : Les données ci-dessus sont issues de l'étude de diagnostic de réseaux réalisée en 2009. Un déversoir d'orage a été supprimé en 2017.

A titre d'information, un diagnostic réseau doit être réglementairement réalisé au moins tous les dix ans.

II.2.2 POLLUTIONS COLLECTEES

La station d'épuration a été conçue et dimensionnée de façon à pouvoir traiter la pollution domestique et assimilée, produite sur le bourg et sur les secteurs limitrophes. A ce jour, au sens de l'article L1331 du code de la santé publique, la station ne traite aucun effluent de type industriel (eaux usées non domestiques).

Les besoins en terme de capacité de l'ouvrage d'épuration vis à vis de la charge organique, ont été établi par le maître d'œuvre de la façon suivante :

Population actuellement raccordée :	1200 équivalents habitants
Evolution à 15 ans :	550 équivalents habitants

On rappellera que la commune de Saint Paulien comptait au dernier recensement 2 435 habitants (données INSEE 2019).

On rappellera enfin, que réglementairement, un équivalent habitant correspond à la pollution de 60 g de DBO5 et qu'en aucun cas un équivalent habitant n'est égal à la pollution produite par un habitant physique.

II.3 LA STATION D'EPURATION : DESCRIPTIF DES OUVRAGES

II.3.1 LA FILIERE EAU

DEGRILLAGE GROSSIER

Afin de protéger les équipements électromécaniques, les eaux usées brutes sont tout d'abord dégrillées par l'intermédiaire d'un dégrilleur vertical automatique de 4 cm d'entrefer. Celui-ci est programmé de façon à fonctionner 2 minutes toutes les 30 minutes. En outre, en cas de colmatage, une poire de niveau placée en amont du dégrilleur, permet d'activer son fonctionnement.

DEVERSOIR D'ORAGE

En aval du dégrilleur, une vanne pelle permet d'écarter le débit entrant. Le débit rejeté par surverse est comptabilisé en continu par un débitmètre à sonde ultrason Endress+Hauser Prosonic FDU 91 et transmetteur FMU 90 placé sur le canal de jaugeage de type venturi Endress + Hauser HQI 520. Les données sont centralisées sur la télésurveillance de la station. Cet effluent passe par une noue d'infiltration avant de rejoindre le Chalon.

DESSABLAGE

Un dessableur statique rectangulaire est implanté en aval du déversoir. Ses dimensions sont de 3 m par 1,5 m. L'évacuation des sables décantés en fond d'ouvrage est assurée par pompage 2 à 3 fois par an (la vanne de vidange ne fonctionnant pas correctement).

TAMISAGE

Les eaux usées sont tamisées par l'intermédiaire d'un tamis équipé d'une grille inox de 0,75 mm de mailles et alimenté en continu. Afin de prévenir son colmatage, le tamis est nettoyé manuellement deux fois par semaine. Les déchets sont compactés avant d'être évacués via la filière d'élimination des déchets ménagers et assimilés.

ZONE DE CONTACT

Afin de limiter les risques de développement de bactéries filamenteuses, les eaux usées prétraitées sont déversées dans une zone dite de contact de 17 m³, dans laquelle est également recirculée la biomasse issue du poste de recirculation.

BASSIN D'AERATION

D'un volume de 517 m³ (volume utile) le bassin d'aération est équipé d'une turbine de surface de 15 kW. Hors phase d'aération, la biomasse est maintenue en suspension par l'intermédiaire d'un agitateur rapide de 5 kW. La commande de l'oxygénation est assurée par horloge.

Commentaires

Les règles de dimensionnement actuellement admises, précisent qu'une charge massique de 0,1 Kg DBO5 /kgMVS/j permet d'assurer un traitement des matières organiques et des matières azotées, à une concentration en MVS de 2,8 g/l (MES 4 g/l +/-0,5 à 70%). En conséquence, le réacteur biologique doit être capable de traiter à charge nominale et sous réserve d'une parfaite gestion de la filière boues et de la charge hydraulique (limitation des eaux claires parasites), une charge polluante estimée à environ 145 Kg DBO5/j.

Par ailleurs, le calcul des besoins théoriques en oxygène montre qu'à capacité nominale, les besoins seraient de 214 kg O₂/j. La turbine est donnée en eaux claires pour apporter 1,7 Kg O₂/KWh soit 25,5 kg O₂/h. Dans le bassin biologique, en appliquant un coefficient de transfert de 0,8 (calcul tenant compte de l'altitude de la station et de la température des eaux usées), la turbine serait capable de fournir environ 17,9 Kg O₂/h. Le temps de fonctionnement de la turbine à capacité nominale serait donc théoriquement d'environ 12 heures/jour.

DEGAZEUR

Avant séparation de l'eau traitée et des boues, un dégazeur de 3,5 m² a été mis en place. Les écumes du dégazeur, ainsi que les flottants du clarificateur sont collectées dans un bac à écume. L'ensemble est renvoyé vers la filière de traitement des boues.

DEPHOSPHATATION

Le traitement physico-chimique du phosphore est réalisé par injection de chlorure ferrique soit au niveau de la zone de contact, soit au niveau du dégazeur.

CLARIFICATEUR

La séparation entre l'eau épurée avant rejet au milieu naturel et la biomasse active, s'opère dans un clarificateur raclé de 91,6 m² de surface utile (hors goulotte et clifford). La pente du radier est de 17% et la hauteur de la tranche d'eau en périphérie de 3,0 m.

Commentaires

Au-delà de la surface totale du clarificateur, c'est la surface du miroir (surface en eau, hors clifford et goulotte extérieure) qui doit être prise en compte dans le dimensionnement des clarificateurs. Ainsi, la surface du miroir étant de 91,6 m², en appliquant un indice de boues théorique optimal de 100 mL/g, avec une concentration de 4,0 g/L en MES, la vitesse ascensionnelle maximale admissible serait de 1,2 m/h, soit un débit de pointe d'environ 110 m³/h. En revanche, en cas d'indice de boues moins favorable (> 200 mL/g), ce qui est couramment le cas lorsque les effluents sont dilués ou carencés, la vitesse ascensionnelle limite serait de 0,6 m/h et le débit maximal admissible de 50 m³/h.

Par ailleurs, il est admis qu'une vitesse ascensionnelle de 0,25 m/h au débit moyen, est suffisante pour éviter tout dysfonctionnement. En conséquence, le clarificateur permet d'admettre un débit moyen de 23 m³/h et un débit moyen journalier de 550 m³/j (23 x 24) tout en assurant des conditions optimales de décantation.

CANAL DE COMPTAGE

Le débit rejeté est comptabilisé en continu par un débitmètre à sonde ultrason Endress+Hauser Prosonic FDU 91 et transmetteur FMU 90 placé sur le canal de jaugeage de type venturi Endress + Hauser HQI 520. Les données sont centralisées sur la télésurveillance de la station.

PUITS DE RECIRCULATION

Les boues sont recirculées vers la zone de contact par l'intermédiaire de deux pompes de recirculation de 50 m³/h chacune, fonctionnant en alternance.

POSTE TOUTES EAUX

L'ensemble des eaux de colature est ramené vers un poste toutes eaux, équipé de 2 pompes de 20 m³/h chacune.

II.3.2 LA FILIERE BOUES

EXTRACTION

Les boues en excès sont extraites de la filière eaux par l'intermédiaire de deux pompes d'extraction de 50 m³/h chacune, placées dans le puits de recirculation. Deux débitmètres électromagnétiques (un sur chaque conduite de refoulement) permettent de quantifier les boues produites.

DESHYDRATATION STOCKAGE

Les boues extraites depuis le puits de recirculation sont envoyées vers un ensemble de 8 lits de séchage plantés de roseaux de 100 m² chacun. Depuis octobre 2013, la rotation entre chaque lit s'effectue manuellement deux fois par semaine (3,5 jours d'alimentation pour 24,5 jours de repos). L'alimentation des casiers est programmée par horloge.

Commentaires

La charge appliquée sur les lits de séchage planté de roseaux doit être limitée à 50 kg MS/m²/an lorsque la densification des roseaux est suffisante. Tant que les roseaux n'ont pas colonisé le milieu (on parle de 250 tiges/m²), la charge appliquée doit être limitée à 25 Kg MS/m²/an.

De la même façon, il convient de ne pas dépasser 20 jours de repos entre deux phases d'alimentation (soit une rotation tous les 3 à 4 jours).

La siccité attendue des boues avant valorisation agricole est de l'ordre de 15 à 17%.

Dans le cas de la station d'épuration de Saint Paulien, la production de boues à capacité nominale est estimée par diverses méthodes : en moyenne 32 tonnes de MS par an soit 123 kg MS/j et 50 kg MS/m²/an.

III. ETUDE DES CONDITIONS DE FONCTIONNEMENT DE L'OUVRAGE

III.1 AVANT PROPOS – PROTOCOLE DES MESURES

Afin d'étudier les conditions de fonctionnement de l'ouvrage d'épuration du SAINT PAULIEN- Le bourg, il a été réalisé deux mesures consécutives de type bilan 24 heures entre le 13 et le 15 septembre 2022 (de 13h05 à 13h05 puis de 15h00 à 15h00).

Le protocole utilisé lors de cette campagne de mesures, a consisté à déterminer précisément les flux entrants et sortants de l'ouvrage d'épuration. Pour ce faire :

- En entrée de station, un débitmètre de type Octopus (AD47) avec sonde bulle à bulle (SD72), placé en amont du seuil rectangulaire du dessableur, a permis de suivre l'évolution du débit entrant. Un préleveur réfrigéré MAXX et Aquifroid (PR 32 + REFR27) a été asservi au débitmètre, afin de constituer avec fiabilité un échantillon d'eau brute proportionnel au débit (1 prélèvement de 55 ml tous les 2 m3). Le point de prélèvement du préleveur a été placée en aval du dégrilleur ;
- En sortie de station, en parallèle avec l'équipement en place sur l'ouvrage, un débitmètre de type Octopus (AD37) avec sonde bulle à bulle (SD73) a permis de mesurer avec précision le débit rejeté. Un préleveur réfrigéré MAXX et Aquifroid (PR33 + REFR28) a été asservi au débitmètre afin de constituer un prélèvement proportionnel au débit (1 prélèvement de 65 ml tous les 2 m3). Le point de prélèvement du préleveur a été installée dans le regard de dissipation du canal de mesure ;
- Le suivi du fonctionnement du déversoir d'orage en tête de station a été réalisé à partir des données issues du dispositif de comptage des eaux surversées de la station et d'un détecteur de surverse et un enregistreur HYDREKA (respectivement SURV15 et AD 59) ;
- Le suivi de l'évolution du potentiel Redox dans le bassin d'aération a été réalisé par mise en place d'une sonde (SRED20) connectée sur un transmetteur Hach Lange SC200 (TRANS18;
- En parallèle sur le même transmetteur, le suivi de la concentration en oxygène a été effectué dans le bassin d'aération par une sonde optique LDO (LDO12) (une mesure toutes les 1 minutes de la moyenne des mesures réalisées toutes les 5 secondes pour le Redox et oxygène dissous) ;
- Un pluviomètre à auget (PL08), raccordé à un enregistreur de type Octopus (AD59), a permis de suivre l'évolution de la pluviométrie sur toute la période des mesures ;

Lors de cette expertise, l'installation présentait les caractéristiques suivantes :

- les équipements électromécaniques fonctionnaient dans de bonnes conditions ;
- L'extraction des boues n'a pas été suspendue ;
- les mesures ont été réalisées en présence de précipitations et de surverse lors de la deuxième mesure.

La campagne de mesures a permis de constituer les échantillons présentant les caractéristiques suivantes :

Bilan du 13/09 13H05 au 29/09 13H05	Entrée	Sortie
Nbre de prélèvements sur la période de 24 heures	réussi : 119 – échec : 0	réussi : 179 – échec : 0
Volume total prélevé (litres)	6,4	11,6
Température échantillon fin de campagne °C	15,8	8,8

pH échantillon fin de campagne	7,8	7,6
Conductivité échantillon fin de campagne ($\mu\text{sm/cm}$)	1097	820

Bilan du 14/09 15H00 au 15/09 15H00	Entrée	Sortie
Nbre de prélèvements sur la période de 24 heures	réussi : 131 – échec : 0	réussi : 203 – échec : 1
Volume total prélevé (litres)	7,15	12,6
Température échantillon fin de campagne °C	7,2	9,2
pH échantillon fin de campagne	7,7	7,5
Conductivité échantillon fin de campagne ($\mu\text{sm/cm}$)	920	811

Après homogénéisation, l'échantillon moyen 24h00 a été mis en flacon, puis maintenu à 4°C dans une glacière réfrigérée de véhicule. Les échantillons ont été déposés au laboratoire le 14/09 et le 15/09 en cours d'après-midi (environ 17h30). Les analyses ont été effectuées au Laboratoire Terana.

III.2 RESULTATS DES MESURES

III.2.1 LES CHARGES RECUES

III.2.1.1 Charges hydrauliques

L'évolution du débit entrant mesurée au cours du temps sera utilisée en illustration dans les graphiques.

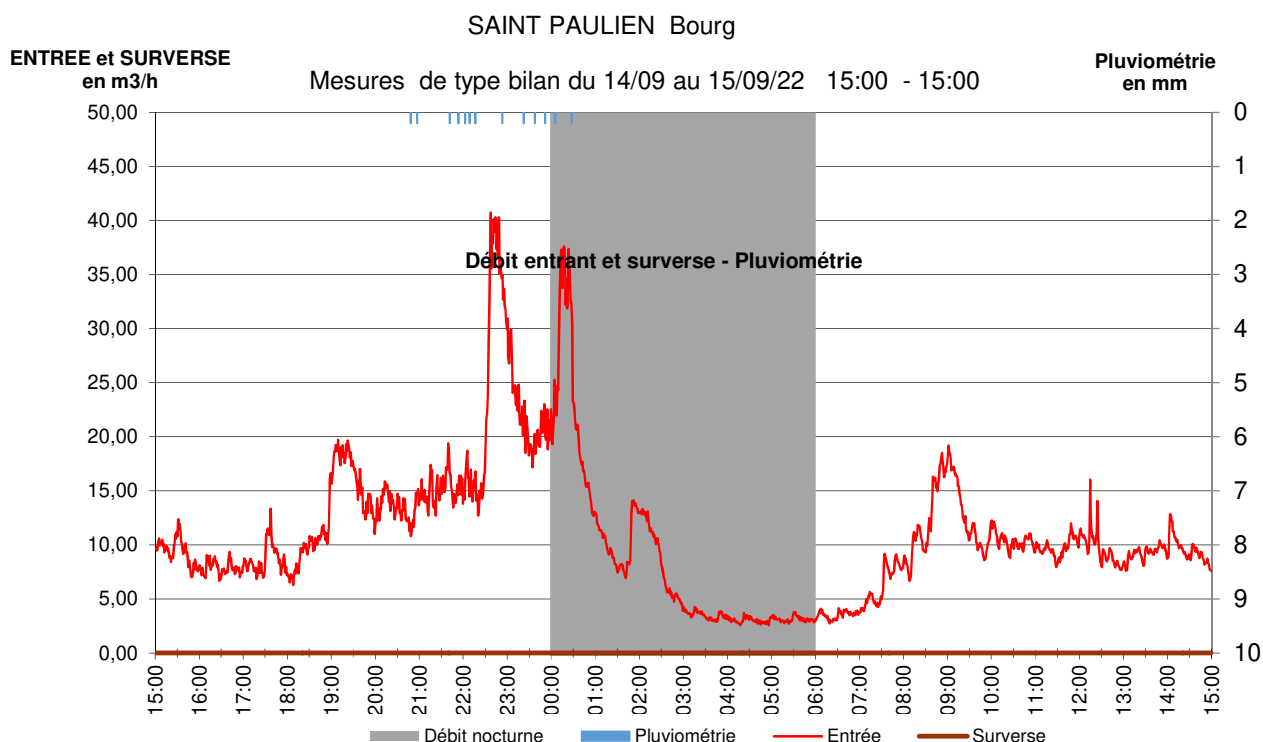
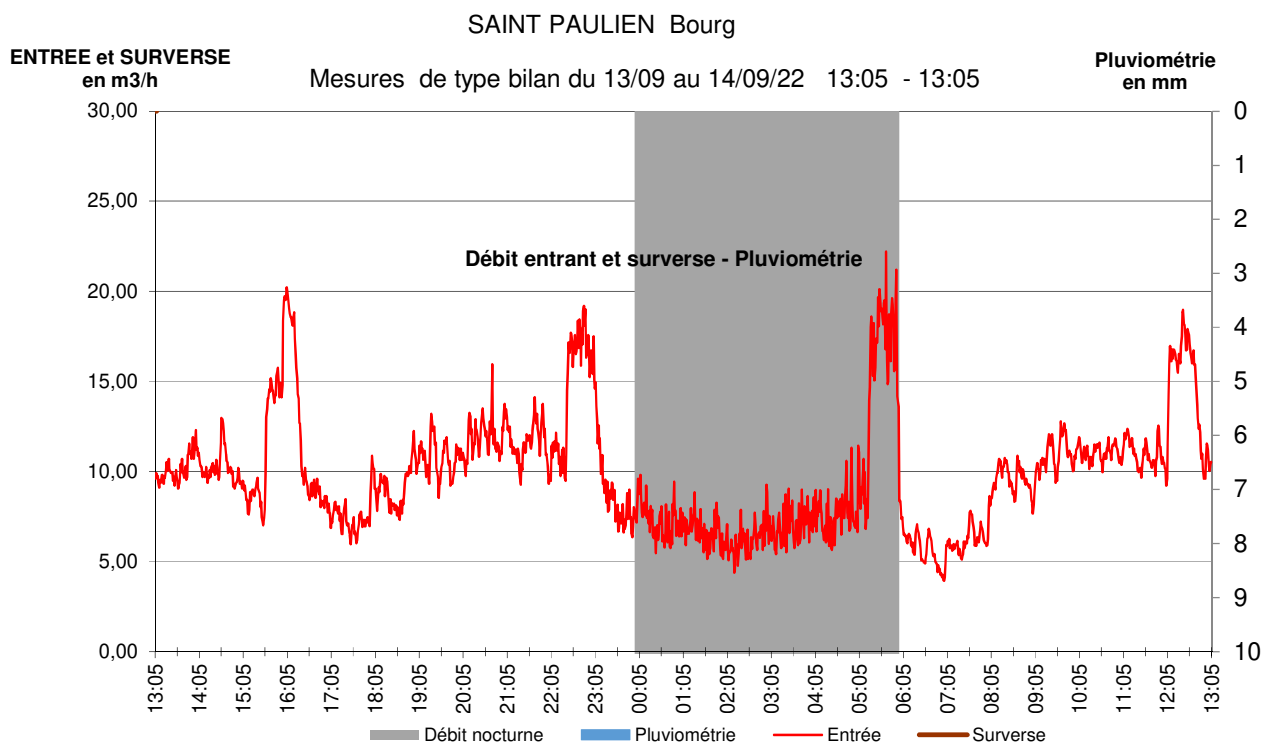
La charge hydraulique admise en entrée de station d'épuration est présentée dans le tableau ci-dessous :

Date	Volume (m^3/j)	Capacité nominale (m^3/j)	% Capacité nominale	Q moyen (m^3/h)	Q max (m^3/h)	Q mini (m^3/h)
28-29/09/21	236	611	39	9,9	14,8	5,6
29-30/09/21	262		43	10,9	24,6	3,0

Lors de cette expertise, la mesure en entrée de station d'épuration indique que celle-ci a reçu une charge hydraulique de 41 % de sa capacité hydraulique nominale. Le débit horaire entrant maximal enregistré a été de 25,4 m^3/j en moyenne sur 1 h.

0 m3 d'eaux usées ont été délestées par le déversoir d'orage en tête de station lors de la mesure du 13-15/09/2022.

Les graphes suivants présentent l'évolution du débit entrant durant les 2 mesures de 24h (au pas de temps de 1minute) :



Les remarques suivantes sont faites à l'analyse des graphiques ci-dessus :

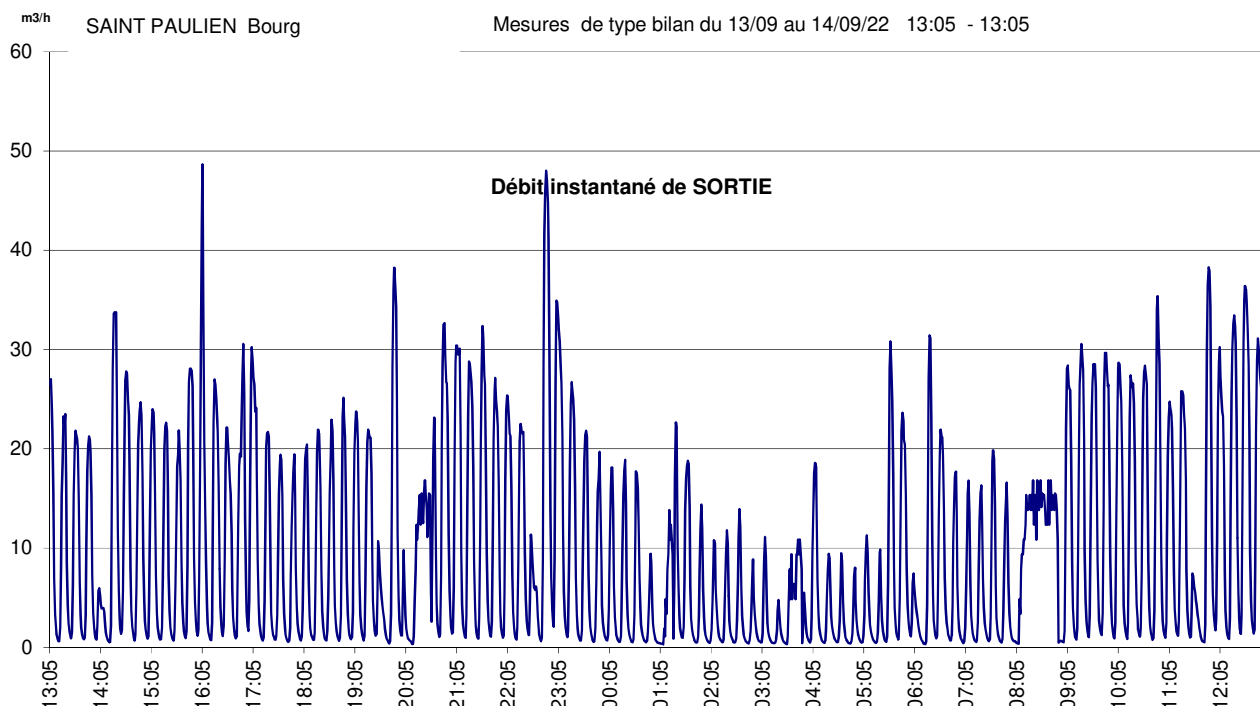
- Les fréquentes variations du débit instantané sont dues aux démarrages et arrêts des postes de relevage ;

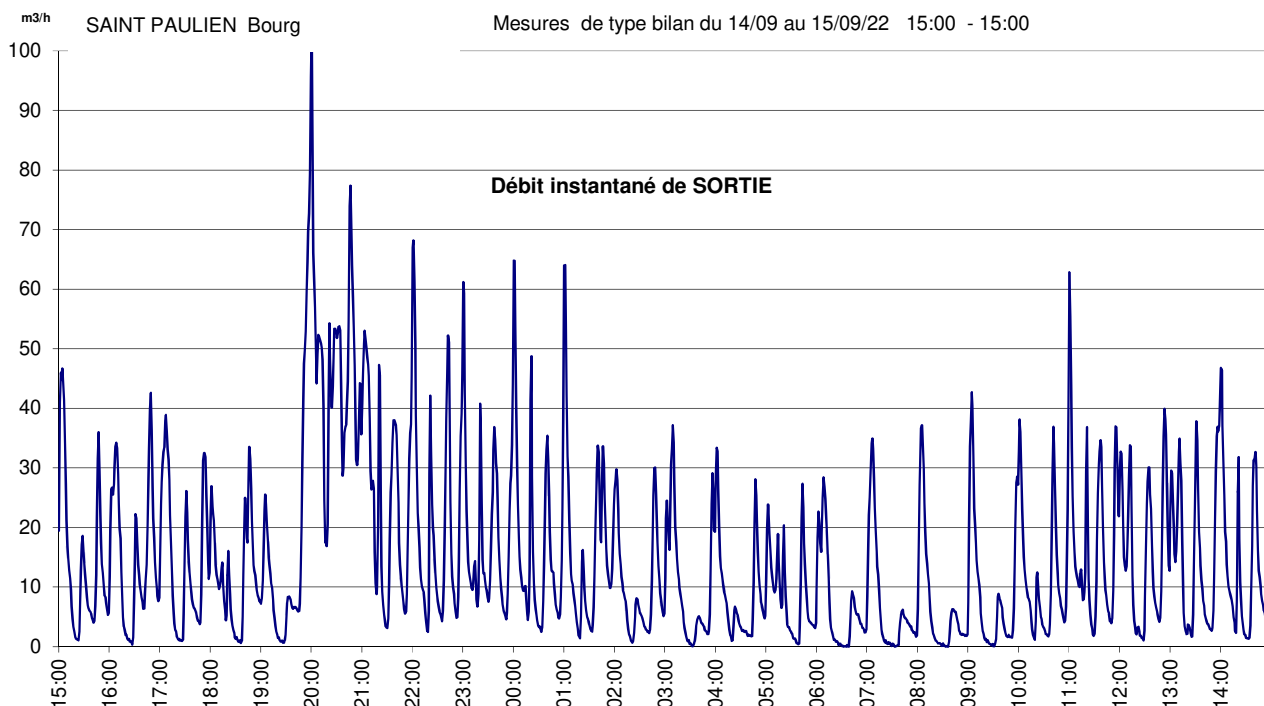
- Lors des mesures, la station a globalement fonctionné à environ 41 % de sa capacité hydraulique nominale pour la première mesure. On peut noter l'importance des eaux claires parasites permanentes (dilution proche de 39% sans pluviométrie).
- On ne retrouve pas clairement sur ces graphes l'évolution habituelle du débit entrant lié à l'activité domestique (3 pics de débit aux périodes de pointe (8h, 12h et 20h)), mais plutôt un ensemble de pics de débits. La légère pluviométrie en début de seconde mesure maintient clairement le débit moyen par rapport à la veille (conséquence de l'impact pluvial). Par contre, on enregistre bien le débit minimum en période nocturne (de 22 h à 6 h) sur les deux mesures;
- Les mesures ont été réalisées par temps de pluies lors du second bilan (événement pluvieux de faible importance) et par temps sec pour le premier. Il est possible d'évaluer la part d'eaux claires parasites permanentes qui était contenue dans l'effluent entrant à partir des débits nocturnes (passés de 0 h à 6 h du matin) pour cette dernière mesure. En considérant que la majeure partie de ces derniers représente les eaux claires, on estime que les effluents reçus du 13 au 15 septembre étaient constitués lors des mesures de presque 39 % d'eaux claires parasites permanentes, traduisant des drainages persistants sur les réseaux, malgré les travaux récemment réalisés.
- La pluviométrie mesurée se caractérise par un épisode pluvieux de très faible intensité (0,8 mm/h maxi) et de très courte durée. Aucune surverse n'a été détectée.

Les charges hydrauliques **mesurées en sortie** sont présentées dans le tableau suivant :

Date	Volume/ jour (m ³)	Q moyen (m ³ /h)	Q pointe 1 minutes (m ³ /h)
13-14/09/22	236	9,8	48,6
14-15/09/22	270	15,1	105,1

Les graphes suivants présentent l'évolution du débit de sortie au cours du temps :





Le débit de sortie est fortement influencé par le fonctionnement des pompes de recirculation qui donne à la courbe cet aspect en dents de scie. Les ruptures de la fréquence des courbes de débit correspondent à l'arrêt de l'aération, relativement visible sur le premier graphique. Sur le second, l'augmentation du débit lisse la courbe.

Le clarificateur a été dimensionné pour un débit de pointe admissible sur la filière de 50 m³/h et une vitesse ascensionnelle de 0,6 m/h.

Le débit maximal mesuré sur toute la période des mesures a été de 105,1 m³/h sur 1 minute, ce qui correspond à une vitesse ascensionnelle de 1,15 m/h sur le clarificateur.

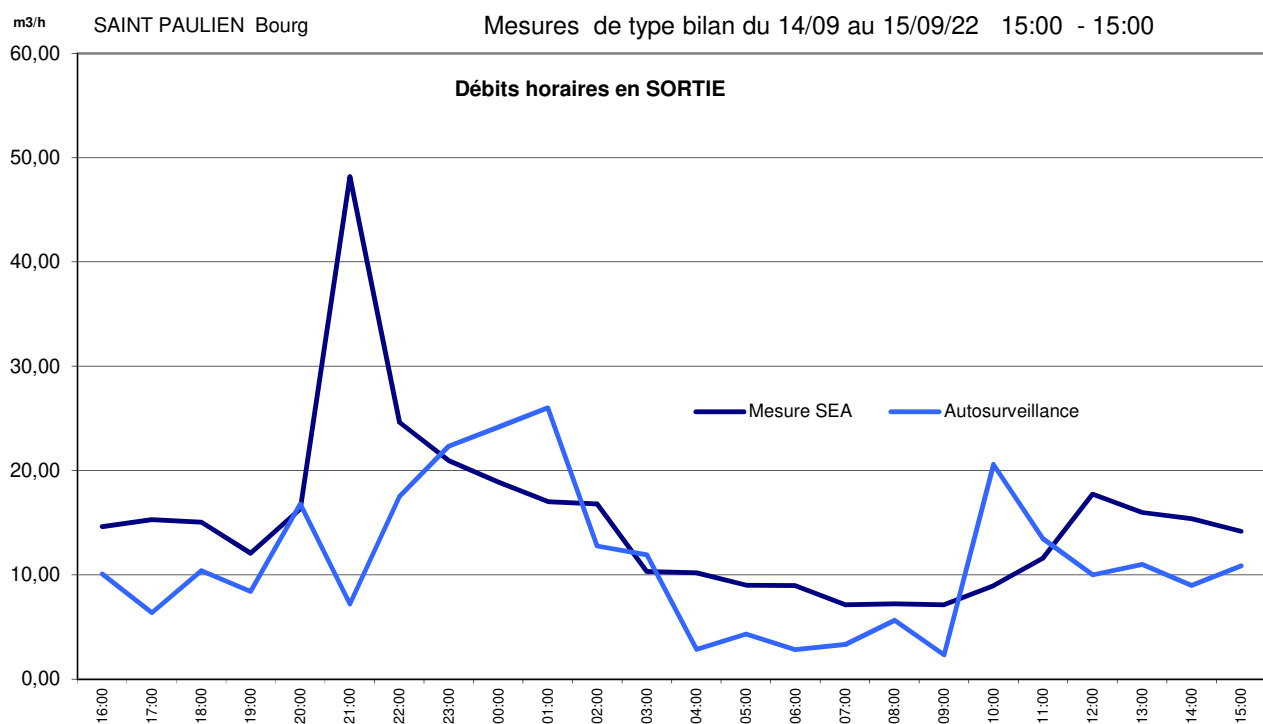
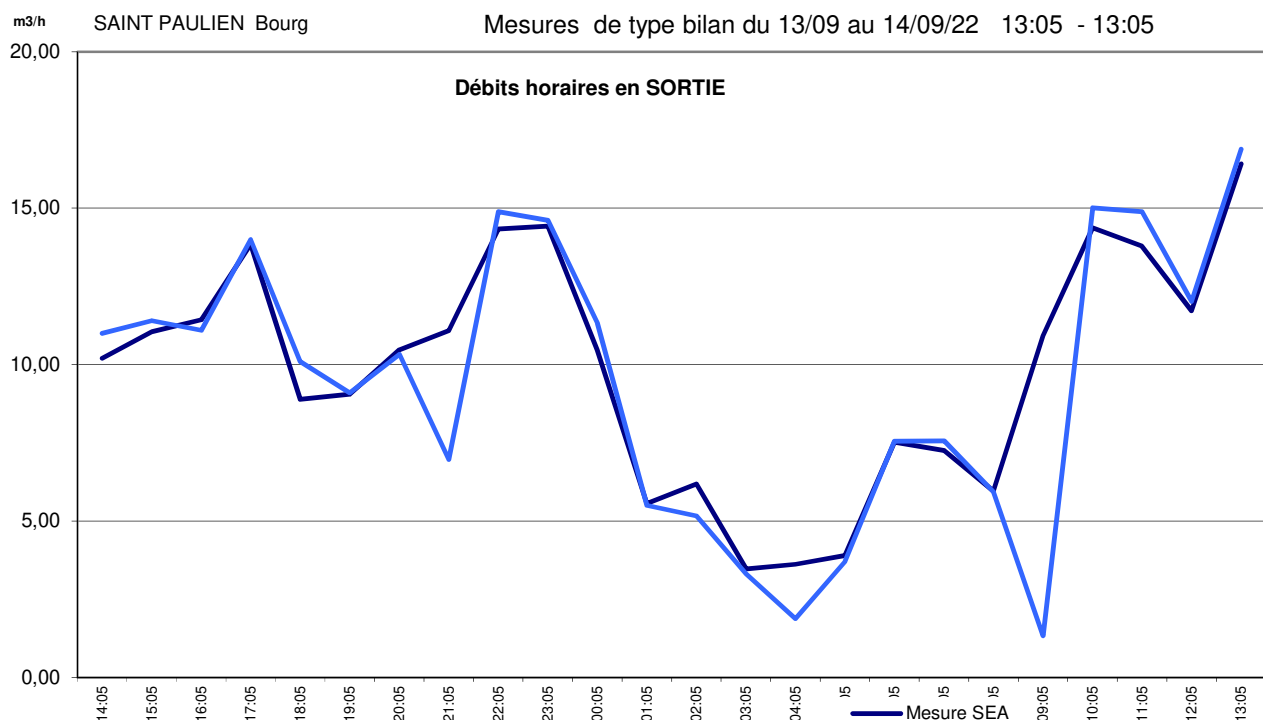
Lors des deux bilans 24 h, le débit admissible était de 108,4 m³/h, ce qui indique que l'aptitude à la décantation permet d'accepter le débit maximal mesuré lors de l'expertise (105,1 m³/h). Dans ces conditions, des départs de boues sont théoriquement peu probables.

La comparaison des débits mesurés par l'appareil du SEA et celui installé en poste fixe a été faite par relève des index totalisateurs et données d'acquisition de la station:

	Débit mesuré SEA (m ³ /j)	Débit mesuré Poste fixe (m ³ /j)	Ecart entre le débitmètre poste fixe et celui du SEA
13-14/09/22	236	225	4,4 %
14-15/09/22	363	270	25,7 %

Les deux débitmètres ont enregistré des valeurs de débit proches. L'écart calculé est acceptable compte tenu des incertitudes liées à l'installation et au paramétrage des 2 appareils lors de la première mesure. Lors de la seconde, le débitmètre installé par le SEA pour la mesure a surcompté. Le volume journalier retenu correspond donc à la mesure du débitmètre de sortie à poste fixe, les valeurs des graphiques à celles du débitmètre du SEA.

Le débitmètre à poste fixe de la station fournit des données fiables.



III.2.1.2 Charges organiques

Les volumes utilisés pour les calculs qui suivent sont ceux mesurés en entrée de station d'épuration.

Les mesures réalisées font apparaître les résultats suivants :

	DBO5 (kg/Jour)	DCO (kg/Jour)	MES (kg/Jour)	NK (kg/Jour)	P-total (kg/Jour)
13-14/09/22	49,7	115,9	49,7	17,7	2,1
14-15/09/22	70,7	173,9	89,1	18,4	2,2

Le rapport de la charge organique reçue (effluents bruts), par la charge nominale de la station, fait apparaître les pourcentages de charges en matières organiques suivants :

	DBO5	DCO
13-14/09/22	44 %	42 %
14-15/09/22	62 %	64 %

Lors de cette expertise, la station d'épuration du Bourg de SAINT-PAULIEN recevait une charge organique adaptée à son dimensionnement. On peut penser que la différence de charge entre les deux mesures s'explique par un phénomène d'auto-curage du réseau suite à la pluie (lessivage et acheminement des dépôts jusqu'à la station). Un auto-curage du réseau pourrait donc expliquer les valeurs plus élevées du second jour de mesure.

Pour information, le tableau ci-dessous présente les résultats vis à vis de la charge organique telle que mesurée par le SEA lors des précédents bilans réalisés :

Date	DBO5 (Kg/Jour)	% Nominal DBO5	DCO (Kg/Jour)	% Nominal DCO
25-26/09/18	46,1	40%	120,3	53%
26-27/09/18	52,3	46%	141,6	62%
15-16/07/19	53,4	47%	127,5	56%
16-17/07/19	45,3	40%	140,7	62%
21-22/07/20	101,2	89%	276,2	101%
22-23/07/20	39,9	35%	106,2	39%
13-14/09/21	49,7	44%	115,9	42%
14-15/09/21	70,7	62%	173,9	64%

A l'exception des bilans de 2020, les valeurs de charges organiques entrantes restent globalement stables et comprises entre 40 et 60% de la capacité nominale.

III.2.1.3 Estimation des populations raccordées

Paramètres	Ratios théoriques	13-14/09/22	14-15/09/22
DBO5	0,06 (kg/EH)	828	1179
DCO	0,144 (kg/EH)*	805	1208
NK	0,0145 (kg/EH)*	1219	1272
PT	0,0021 (Kg/EH)*	1014	1036

(*) Source FNDAE n°35 – INRAE L.MERCOIRET 2010

Même si les ratios ci-dessus doivent être utilisés avec précaution, on peut estimer que la pollution produite par environ 1070 équivalent-habitants, était traitée à la station d'épuration lors de ces mesures.

III.2.2 CARACTERISTIQUES DES EFFLUENTS BRUTS

III.2.2.1 Concentrations (mg/L)

	13-14/09/22	14-15/09/22	Eaux usées urbaines*
DBO5 (mg/L)	210	270	300
DCO (mg/L)	490	664	700-750
MES (mg/L)	210	340	250
N-NH ₄ ⁺	-	-	60
NK (mg/L)	74,7	70,4	75-80
P Total (mg/L)	9,0	8,3	10-15

(*)/(*) Source FNDAE n°35 – INRAE L.MERCOIRET 2010

Les concentrations des eaux usées brutes semblent légèrement diluées par rapport à celles attendues pour un effluent urbain non dilué. La mesure ayant été réalisée par temps sec, cela indique qu'une partie de l'effluent reçu est constituée d'eau claire parasite.

Par un calcul de dilution, on pourrait estimer que la dilution moyenne de l'effluent par des eaux claires parasites se situait à environ 10 et 30 %. Les concentrations plus élevées de la seconde mesure montrent l'effet de l'auto-curage du réseau suite à une petite pluie en début de mesure et certainement pas à une dilution moindre de l'effluent brute.

III.2.2.2 Biodégradabilité – Caractéristique des eaux brutes

	13-14/09/22	14-15/09/22	Eaux usées urbaines
DCO/DBO ₅	2,3	2,5	2,4
DCO/MES	2,3	2,0	2,1
DCO/NK	6,6	9,4	9,9
DCO/Pt	54	80	72
pH moyen	7,8	7,7	7,8
Conductivité moyenne (μS/cm)	1097,0	920,0	900 - 1200

Le rapport DCO/DBO₅ traduit la proportion des matières oxydables par voie biologique, par rapport à l'ensemble des matières oxydables contenues dans l'effluent. Il est admis qu'en deçà de la valeur 3, les eaux sont parfaitement oxydables dans une installation d'épuration biologique, ce qui est le cas ici.

Pour l'ensemble des autres rapports entre paramètres, les eaux usées sont conformes à ce qui est généralement obtenu et ne présentaient pas de carence particulière.
Ces différents ratios ne mettent pas en évidence un apport d'effluent non domestique.

III.2.3 FONCTIONNEMENT BIOLOGIQUE DE L'INSTALLATION

III.2.3.1 Caractéristiques de la biomasse

Les principales caractéristiques de la biomasse sont présentées dans le tableau ci-dessous :

	13-14/09/22	14-15/09/22	Optimal théorique
MES (g/L)	3,2	3,3	4 +/- 0,5
MVS (%)	68,7%	73%	70% -80%
MVS (g/L)	2,2	2,4	2,8 - 3,2
Volume d'aération (m³)	517		
Charge massique (kgDBO ₅ /kgMVS/j)	0,04	0,06	0,1
Charge volumique (kgDBO ₅ /m³/j)	0,10	0,14	<0,28
Production spécifique de boues (KgMS/j)	39,0	55,9	
Age de boues (j)	29	22	20 j à 10°C
Taux de croissance des boues (μ ₀)	0,034	0,045	
T° bassin aération moyenne du BA (°C)	20,3	20,3	
Temps de séjour hydraulique (h)	52	47	>15

Dans le cas de la station de Saint Paulien, le taux de biomasse est maintenu bas afin d'obtenir une charge massique acceptable, le plus proche possible de 0,1 kg DBO₅/kg MVS/j.

A environ de 70 % de Matières Volatiles Sèches (MVS), la biomasse présente une minéralisation optimale.

Lors de la mesure, par temps sec, les charges massiques et volumiques calculées étaient inférieures aux valeurs théoriques optimales. La station fonctionnait ainsi bien dans le domaine de l'aération prolongée.

Il est admis que la température moyenne dans le bassin d'aération doit être supérieure à 12°C pour une activité optimale des micro-organismes responsables de la nitrification de l'azote réduit. Elle était proche de 20 °C lors des mesures.

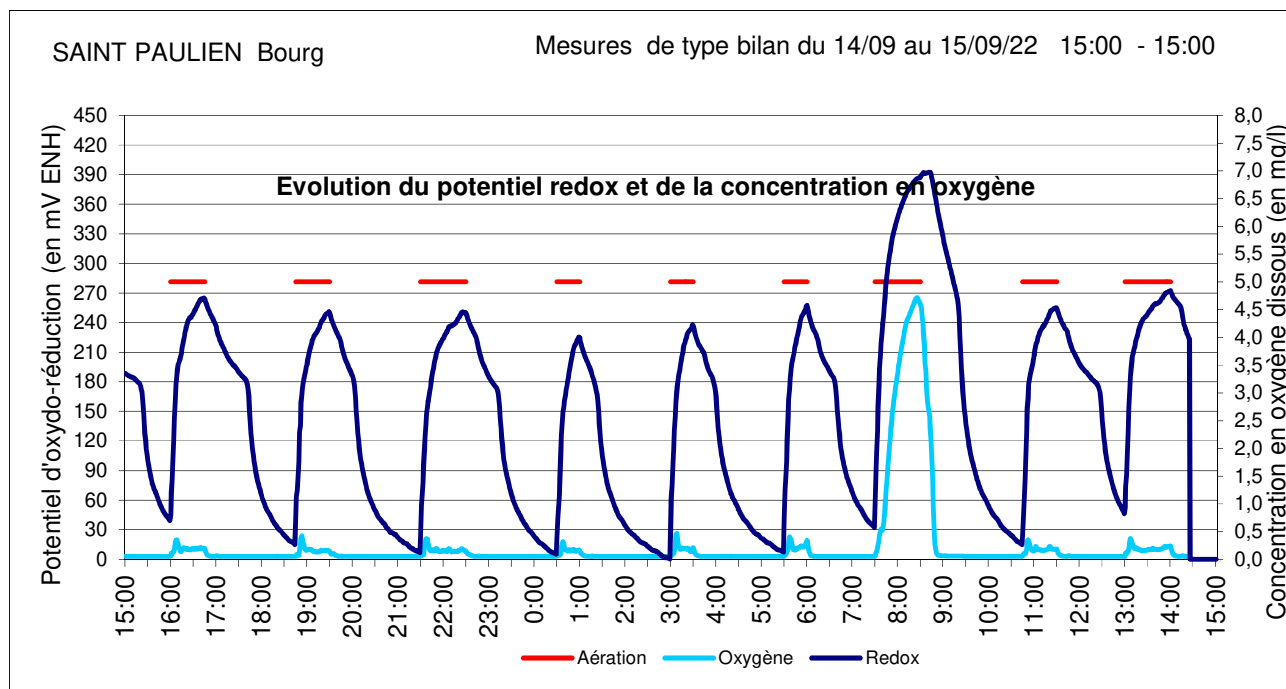
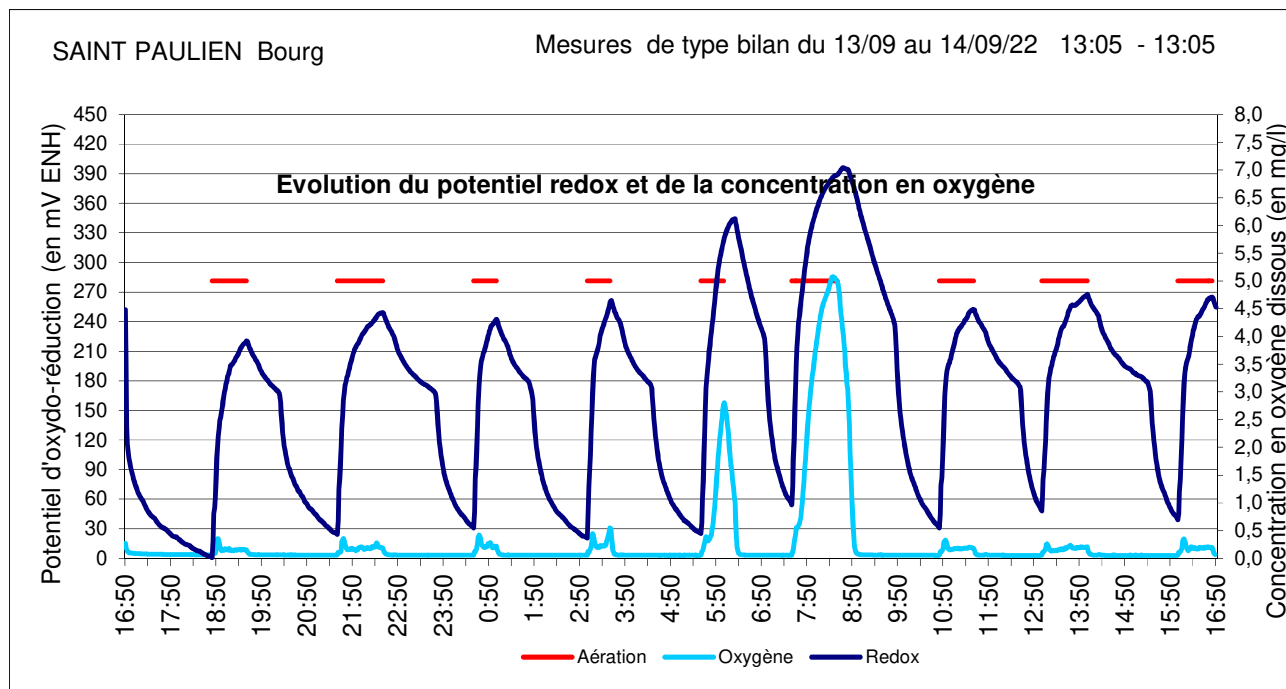
Globalement, on retiendra que les conditions de fonctionnement rencontrées lors des mesures permettaient d'approcher les conditions optimales théoriques (charge organique reçue à environ 60 % de la capacité, taux de biomasse dans le bassin d'au moins 1,5 g/L).

III.2.3.2 Analyse de l'oxygénation

L'analyse de l'oxygénation a été réalisée dans le bassin d'aération par la mesure de la concentration en oxygène par sonde optique et la mesure du potentiel d'oxydoréduction par électrode de platine, appelé également potentiel redox.

L'association de ces deux enregistrements permet une compréhension poussée des phénomènes d'oxydation mis en jeu, car il permet de suivre l'apport en oxygène, mais aussi les phénomènes anoxiques (absence d'oxygène libre).

Les graphes ci-dessous présentent l'évolution des deux paramètres lors des deux mesures successives de 24h :



Commentaire : En théorie, en aération, la saturation en oxygène est atteinte à 9 mgO₂/L en eau claire.

Après l'arrêt de l'aération, la concentration en oxygène chute rapidement et le potentiel redox diminue et se stabilise successivement à différents paliers séparés par des pentes plus ou moins fortes selon la vitesse des réactions mises en jeu : le premier point d'inflexion correspond à la disparition de l'oxygène dissous, le second à la disparition des nitrates.

La plage théorique optimale de variation du potentiel redox s'étend de 150 à 450 mV, rapporté à l'électrode normale à hydrogène (ENH).

Des conditions anaérobies (absence totale d'oxygène) apparaissent en dessous de 150 mV favorisant des phénomènes de fermentation néfastes à la qualité de la biomasse (difficultés de décantation, odeurs...).

Sur les deux mesures, l'amplitude du potentiel d'oxydoréduction, est comprise entre 0 et 250 mV et celle de la concentration en oxygène est de 0,25 et 5,0 mg/L (les valeurs extrêmes en début de la période de mesure correspondent à la vérification des sondes).

On note une oxygénation du bassin clairement insuffisante le 13/09 et le 14/09 avec des concentrations en O₂ globalement inférieures à 2 mg/L, à l'exception de la phase d'aération de 7h30 à 8h30 (récurrente d'année en année).

L'allure des courbes redox est conventionnelle même si les seuils mini et maxi sont inférieurs aux plages de valeurs habituellement observées. L'amplitude du potentiel redox, en théorie, reste cohérente pour le 29/09.

On remarque :

- la plage d'aération de 1 heure de 7h30 à 8h30 est efficace, elle permet d'atteindre 350 mV pour la mesure REDOX et 5,5 mg/l d'O₂ ce qui est satisfaisant. Si on fait le parallèle avec la charge hydraulique, on constate que celle-ci repart à la hausse (donc la charge organique aussi) à partir de 8h – 8h30. Ceci explique qu'on observe une montée de l'oxygène dans le réacteur biologique - après plus de 30 minutes d'aération - et une chute rapide dès son arrêt (arrivée de la charge organique),
- les plages de nuit de 30 minutes (3 plages de 0h à 6h) ne permettent pas de dépasser 1 mg/l d'O₂ mais permettent une remontée du REDOX de 100 à 250-300 mV le 29/09. Ce temps reste clairement limite en cas de charge organique notable à traiter dans le bassin d'aération. Ainsi le 28/09, avec une charge organique à 50% de la capacité, ces plages suffisent à maintenir la biomasse dans un milieu aérobie malgré des apports d'oxygène insuffisants, le lendemain avec une charge augmentée de 10 %, on constate une dégradation de la situation avec l'apparition phases anaérobiques,
- Les plages d'aération d'une heure, ne permettent pas d'atteindre une concentration en oxygène dissous suffisante mais juste de maintenir le milieu en aérobie. En effet, elles sont placées au moment de l'arrivée de la charge organique.
- On peut observer que la courbe REDOX prend une allure plus conforme à partir de 15h30 le 29/09, moment où les précipitations ont probablement apportées une charge organique plus conséquente en lien avec le curage du réseau de collecte.

A l'analyse de ces deux courbes, on peut globalement conclure :

- que les cycles d'arrêt de la turbine sont trop longs à certaines périodes de la journée. L'apport d'oxygène semble insuffisant (allure de courbe redox correcte mais concentration en oxygène globalement insuffisante),
- la concentration de la biomasse étant correcte, on peut penser que ce défaut d'aération est lié à une charge organique plus élevée (ce qui explique la différence entre les deux courbes) et/ou une insuffisance ponctuelle de l'aération. En fait, étant donné la concentration maximale observée vers 8 h 00 du matin, la performance de l'aération ne semble pas en cause et vu la concentration en oxygène dissous le reste de la journée, il semble qu'on soit plutôt en présence d'arrivée d'eau claire. Ceci est cohérent avec la courbe de débit en entrée, et ce de façon systématique chaque année.

D'une concentration en oxygène globalement insuffisante, il résulte un passage possible en conditions d'anaérobiose, néfastes à la qualité de la biomasse. La qualité du rejet est aussi un élément qui peut permettre de déterminer dans quelle mesure l'aération est insuffisante,

- un ajustement des plages de marche de la turbine semble néanmoins nécessaire, pour sécuriser le traitement (en absence de moyen de régulation automatique de l'aération).

III.2.3.3 Besoin en oxygene

Par un calcul tenant compte de la charge polluante reçue, des caractéristiques de la turbine et de la qualité de rejet mesurées, le besoin théorique en oxygène est évalué pour le 13-14 et le 14-15 respectivement à **145** et **165 kg/jour**.

Cela reviendrait à faire fonctionner la turbine environ **9,7** et **11,0 h/jour**. La turbine fonctionne actuellement 6 h 45/j. La durée d'aération est donc très insuffisante lors des mesures. Les plages de fonctionnement doivent être mieux réparties pour accentuer l'aération aux périodes nécessaires, leur durée légèrement augmentée pour faire face à des augmentations de charge et supprimer les phases en absence d'aération trop longues.

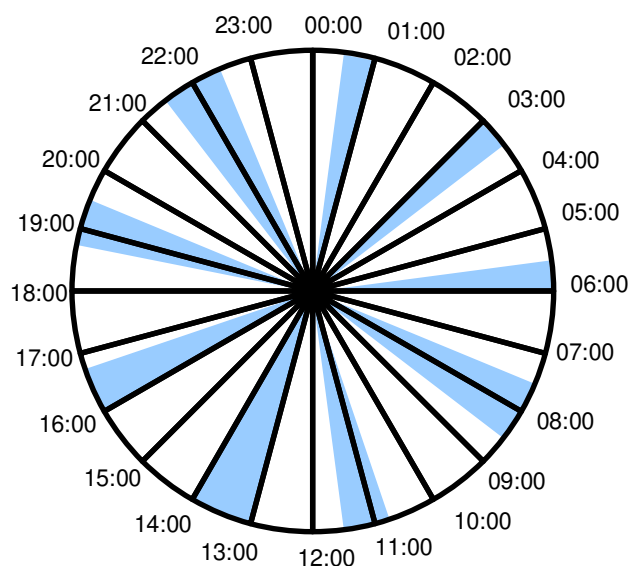
La programmation actuelle est présentée ci-dessous :

SAINT PAULIEN

Bourg

13/09/2022

Programmation		Durées	
actuel		ON	OFF
00:00	OFF		00:30
00:30	ON	00:30	
01:00	OFF		02:00
03:00	ON	00:30	
03:30	OFF		02:00
05:30	ON	00:30	
06:00	OFF		01:30
07:30	ON	01:00	
08:30	OFF		02:15
10:45	ON	00:45	
11:30	OFF		01:30
13:00	ON	01:00	
14:00	OFF		02:00
16:00	ON	00:45	
16:45	OFF		02:00
18:45	ON	00:45	
19:30	OFF		02:00
21:30	ON	01:00	
22:30	OFF		01:30
00:30	ON		
	OFF		
	ON		
	OFF		
	ON		
	OFF		
	ON		
	OFF		
	ON		
	OFF		
	ON		
	OFF		
	ON		



Plage d'aération

Nb Phases aération	9
Total d'aération en H	6:45
Durée min Aération	00:30
Durée max Aération	01:00
Durée min Arrêt Aération	01:30
Durée max Arrêt Aération	02:15

Plage d'aération	
Nb Phases aération	10
Total d'aération en H	7:45
Durée min Aération	00:30
Durée max Aération	01:30
Durée min Arrêt Aération	01:00
Durée max Arrêt Aération	02:00

Page 24 sur 42

III.2.4 ANALYSE DE LA DECANTATION

Les principaux éléments relatifs à la décantation des boues sont présentés ci –dessous :

	13-14/09/22	14-15/09/22	Optimal théorique
Décantation 30' (ml)	100	100	
Dilution	4	4	
Indice de boues	125	121	100-150
Hauteur du voile (m)	0,05	0,05	< -1,5
Surface du miroir du décanteur (m2)	91,6	91,6	
Volume corrigé (ml/l)	400	400	
Vitesse ascensionnelle limite (m/h)	1,2	1,2	> 0,6
Q max admissible (m3/h)	108,4	108,4	
Q max horaire mesuré (m3/h)	16,4	48,2	
Q max 5 minutes mesuré (m3/h)	48,6	105,2	

En permettant de séparer l'eau épurée des boues, le clarificateur est l'élément fondamental du fonctionnement d'une station d'épuration.

Toutefois, son efficacité dépend étroitement de la capacité des boues à décanter. Celle-ci est mesurée par l'indice de boues (volume occupé par un gramme de boues). Ce dernier était de 125 et 121 mL/g, indiquant que les boues présentaient une aptitude à la décantation bonne.

La décantation 30' permet d'estimer la vitesse ascensionnelle limite théorique de l'eau dans le clarificateur avant entrainement des boues décantées. Celle-ci était de 1,2 m/h et le débit maximal admissible de presque 108,4 m³/h.

Lors des mesures, le débit maximal moyenné sur 1 minute mesuré en sortie de station a été de presque 105,1 m³/h, ce qui reste inférieur au débit de pointe théoriquement admissible.

Les départs de boues étaient ainsi théoriquement peu probables.

III.2.5 RENDEMENTS DE L'INSTALLATION

Les mesures réalisées sur une période de 24 heures, permettent d'apprécier les rendements épuratoires globaux de l'installation.

	13-14/09/22	14-15/09/22	Arrêté du 21 juillet 2015	Récépissé de déclaration Police de l'Eau
DBO5	98 %	99 %	60 %	70 %
DCO	93 %	95 %	60 %	75 %
MES	98 %	98 %	50 %	90 %
NK	96 %	95 %		
NGL	94 %	94 %		
P total	89 %	88 %		

La station d'épuration affiche des rendements épuratoires élevés et respecte sans difficulté les rendements minimum imposés par l'arrêté du 21 juillet 2015.

Les seuils fixés dans le récépissé de déclaration sont également satisfaits.

III.2.6 QUALITE DES EAUX TRAITEES

La qualité des eaux traitées (échantillons proportionnels aux débits rejetés sur 24 heures) est présentée ci-dessous :

	13-14/09/22	14-15/09/22	Arrêté du 21 juillet 2015		Récépissé de déclaration Police de l'Eau
			Valeurs limites	Concentrations réductibles*	
DBO5 (mg/L)	4,0	34,0	35	70	25
DCO (mg/L)	35	35	200	400	125
MES (mg/L)	5,1	6,4		85	35
N-NH ₄ (mg/L)	1,2	1,3			
NK (mg/L)	3,3	3,4			
N-NO ₂ (mg/L)	0,2	0,2			
N-NO ₃ (mg/L)	0,8	0,5			
NGL (mg/L)	4,3	4,1			15
P total (mg/L)	1,0	1,01			2
pH moyen	7,6	7,5			
Conductivité (μS/cm) moyen	820	811			

*Arrêté du 21 juillet 2015 : la conformité s'entend en concentration ou en rendement. Cependant, si le seuil de concentration réductible est dépassé pour un paramètre malgré un rendement satisfaisant, l'unité de traitement est déclarée non conforme.

Le rejet délivré est d'excellente qualité sur l'ensemble des paramètres considérés. La station respecte, en concentration, les niveaux de rejet imposé par l'arrêté du 21 juillet 2015.

Concernant les seuils imposés au niveau préfectoral, les échantillons du 13-14 et du 14-15/09/22 respectent les limites imposées.

III.2.7 PRODUCTION ET TRAITEMENT DES BOUES

Les pompes d'extraction 1 et 2 ont un débit nominal de 50 m³/h chacune.

Les lits sont alimentés en alternance à raison de 3,5 j d'alimentation et 24,5 j de repos. Un seul lit est alimenté à la fois.

Après 5 ans de service, le premier curage de casiers a eu lieu le 03/10/16. Depuis, deux casiers sont vidés chaque année, et les boues sont épandues sur terrains agricoles, conformément au plan d'épandage.

Les casiers 1 et 2 ont été curés en octobre 2016 (100 m³ de boues épandus).

Les casiers 3 et 4 ont été curés en octobre 2017 (153 m³ extraits).

Les casiers 5 et 8 ont été curés en septembre 2018 (170 m³ extraits).

Les casiers 6 et 7 ont été curés en 2019, à la même période.

La mesure bilan a permis de mesurer les hauteurs de boues dans les différents LSPR :

SAINT PAULIEN

Mesures de type bilan du 13/09 au 14/09/22 13:05 - 13:05

Lits de séchage

n°	Epaisseur de la couche de boues (cm)					Surface des casiers (m²)	Volume de boues stockées (m³)
	Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Moyenne (m)		
1	81	79	90	92	0,86	100	85,5
2	86	89	61	69	0,76	100	76,25
3	56	60	62	50	0,57	100	57
4	60	55	58	50	0,56	100	55,75
5	79	69	67	71	0,72	100	71,5
6	70	68			0,69	100	69
7	70	70	70	76	0,72	100	71,5
8	72	80	80	81	0,78	100	78,25
Total					0,71		564,75

Pour mémoire, la vitesse d'augmentation de la hauteur de boues était stabilisée à 13 cm/an en 2018, avec un maximum de 19 cm/an durant l'année 2015.

L'année 2023 permettra un comparatif avec ces dernières valeurs.

Les lits 1 et 2 ont été mis au repos cette année pour un an (nouvelle disposition de gestion des boues dû à la pandémie COVID 19).

Depuis la mise en service de la station le 05/07/2011 et jusqu'en 2018, la production moyenne annuelle de boue pouvait être évaluée à **9,9 tonnes de matière sèche par an, soit 27,1 kg de MS par jour** en moyenne. A titre de comparaison, la production de boues prévue à capacité nominale est de 123 kg MS/j.

A partir de ces données et des charges organiques entrantes mesurées lors des 8 dernières campagnes de mesures, les ratios de production de boue suivants sont établis :

	Ratios St Paulien bourg	Ratios théoriques
Prod. boue par EH et par jour (gMS/EH/j)	35,4	48
Prod. boue par EH et par an (kgMS/EH/an)	12,9	17
Prod. boue par kgDBO ₅ éliminé (kgMS/kgDBO ₅ /j)	0,6	0,8
Prod. boue par m² de lit de séchage et par an (kgMS/m²/an)	12,3	25

D'une manière générale, les ratios calculés pour la station d'épuration de Saint Paulien sont inférieurs aux ratios théoriques.

En s'intéressant plus particulièrement à la production de boue par m^2 et par an, on constate que la charge réelle appliquée est largement inférieure à la charge maximale théorique admissible par m^2 de lit de séchage (25 kg MS/ m^2 /an en phase de démarrage, puis 50 kg MS/ m^2 /an lorsque les roseaux ont atteint un développement optimal).

D'après les mesures du SEA, en 7 ans d'activité, la filière boue de la station a reçu une quantité de boues par m^2 inférieure à son dimensionnement. La hauteur de boues accumulée sur les lits était relativement importante et la siccité des boues relativement faible (11%, ou 115,5 g/L pour une densité de 1,05).

Toutefois, les 2 prélèvements de boues réalisés par le prestataire en charge du suivi de l'épandage (Chambre d'Agriculture de Haute-Loire) font état d'une siccité d'environ 20% avant épandage, à l'issue de la période d'arrêt d'alimentation des casiers d'au moins 2 mois. Cette différence peut s'expliquer par des modes de prélèvement différents (sur l'ensemble des casiers en service pour le SEA) et le moment du prélèvement (en cours d'alimentation pour le SEA et après la période d'arrêt pour le prestataire). Cela traduit une déshydratation efficace des boues durant la période d'arrêt de l'alimentation des casiers.

Afin d'assurer la meilleure ventilation possible des lits pour améliorer la déshydratation des boues et réduire le volume stocké, il est conseillé de remplacer l'ensemble des tampons du réseau de drainage par des tampons ajourés.

III.2.8 DEPHOSPHATATION

Lors de la mesure, le rendement d'élimination du phosphore a été d'environ 89 et 88%, ce qui est très satisfaisant pour cette capacité d'ouvrage.

Le traitement est assuré par injection de chlorure ferrique (FeCl_3) au niveau du dégazeur par deux pompes doseuses d'un débit nominal de 9,6 L/h fonctionnant en alternance. Une molette permet de brider le débit de chaque pompe, celles-ci sont actuellement réglées à **35%**.

Les pompes sont commandées par une horloge à raison de 2 minutes de marche pour 6 minutes d'arrêt, soit 3 heures de fonctionnement par jour chacune.

Avec 180 cycles, le volume journalier de réactif consommé serait de 21,6 l.

Compte tenu de la concentration en phosphore observée dans le rejet lors des mesures, le réglage d'injection de FeCl_3 actuel apparaît largement suffisant.

IV. CONCLUSION

L'expertise de deux fois 24h réalisée en septembre 2022 sur la station d'épuration du Bourg de SAINT-PAULIEN met en évidence les éléments suivants :

- Les mesures ont été réalisées par temps sec et par temps de pluie: les charges hydrauliques observées étaient de 41 % de la capacité nominale de la station (respectivement jusqu'à 40%, 35%, 118%, 51% respectivement en 2018, 2019, 2020 et 2021). Aucun débit n'a été enregistré par le débitmètre du déversoir d'orage en tête de station lors de la mesure du 13-14/09/2022. Un événement pluvieux de faible importance à la vue de la différence de pourcentages de charge hydraulique entre les deux mesures a été observé. Malgré ce constat, la présence d'eaux claires parasites permanentes met en avant la nécessité de poursuivre les travaux sur le réseau établis dans le cadre d'une « étude de diagnostic » et visant à réduire la part des eaux claires parasites.
- Les charges organiques étaient comprises entre 44 et 620 % de la capacité nominale (entre 52 et 60 % en 2021) et on estime que la pollution produite à 1070 EH environ (1250 EH en 2021) était traitée en station d'épuration ; La variation de la charge organique peut être le reflet d'un effet d'auto-curage du réseau d'assainissement dû à la pluie du 14/09/2022. Cette charge reste tout à fait compatible avec la capacité de l'unité de traitement.
- L'analyse de l'oxygénation du bassin d'aération montre que le réglage de l'aérateur conduit à la fourniture d'oxygène très insuffisante notamment (durée théorique d'aération de 9,7 h et 11 h respectivement le 13/09 et 14/09 au lieu de 6,75 programmé) et en décalé avec les besoins. **Une légère augmentation (60 minutes)** de la durée de marche de la turbine et une réorganisation des plages de fonctionnement sont préconisées (voir réglage proposé en page 24). L'objectif est de réaliser les apports aux moments nécessaires et, en l'absence de sonde de régulation, d'optimiser au mieux le traitement des eaux usées ;
- Les fonctionnements biologique et hydraulique de la station apparaissent globalement satisfaisants. Les paramètres liés aux processus épuratoires montrent la présence de conditions favorables à un traitement satisfaisant du carbone et de l'azote total grâce au maintien d'une concentration basse en biomasse dans le bassin d'aération (optimum entre 2 et 3 g/L) ;
- La quantité actuelle de chlorure ferrique injectée, via les pompes doseuses, dans la filière biologique apparaît largement suffisante au regard des concentrations en phosphore mesurées dans le rejet (< 2mg/L lors des deux bilans 24h).
- La comparaison entre les débits totalisés sur le canal de rejet par le débitmètre du SEA et celui installé en poste fixe donne un écart acceptable (entre 4,4 sur 24h), le débitmètre équipant la station fournit donc des données fiables ;
- Dans ces conditions, la station d'épuration respecte les niveaux imposés par l'arrêté du 21 juillet 2015 tant en concentration qu'en rendement. Les niveaux plus exigeants imposés par les services de l'Etat de la Police de l'Eau sont également atteints;
- Concernant la filière boue : depuis le 05/07/2011, la production moyenne de boues est évaluée à 9,9 t MS/an soit 27,1 kg MS/j (par comparaison, la production prévue à capacité nominale est de 123 kg MS/j). Les lits de séchage plantés de roseaux reçoivent une charge surfacique de 12,3 kg MS/m²/an, ce qui est faible au regard des 50 kg MS/m²/an admissibles. Les deux derniers

lits ont été curés en 2019. Un nouveau cycle a été initié en 2020. Les lits n°1 et 2 n'ont pas été alimentés en 2022 pour pouvoir épandre les boues en 2023 (mise au repos d'un an) avec le curage d'un premier lit de séchage (arrêtés du 30/04/20 et du 20/04/21 relatifs à l'épandage de boues durant la période de pandémie COVID19).

Pour parfaire le fonctionnement de la station de SAINT-PAULIEN, il est proposé:

- 1. de remplacer les tampons du réseau de drainage des lits de séchage des boues plantés de roseaux par des tampons ajourés afin de maximiser la ventilation inférieure des lits et la déshydratation des boues;**
- 2. de modifier le réglage de la turbine;**
- 3. d'asservir le fonctionnement de la turbine à une sonde REDOX ou oxygène pour optimiser la fourniture d'oxygène au moment du besoin et ainsi minimiser le coût énergétique tout en maintenant en continu un rejet de qualité;**
- 4. De réaliser un diagnostic du réseau pour répondre aux obligations réglementaires (le système d'épuration doit disposer d'étude diagnostic de moins de dix ans) et pouvoir, si nécessaire, prioriser les travaux à entreprendre sur le réseau.**

V. ANNEXES

COMMUNE DE SAINT PAULIEN - Station d'épuration Bourg
Mesures de type bilan du 13/09 au 14/09/22 13:05 - 13:05

Capacités nominales station		Données hydrauliques		% de la charge appliquée à la capacité nominale	
1900	E.H	Q entrée (m3/j)	236,6		
611	m3/j	Q sortie (m3/j)	236,0	Charge hydraulique	39%
114	Kg DBO5/j	Q surverse (m3/j)	0,00	Charge organique DBO5	44%
273,6	Kg DCO/j	Q Boues (m3/j)	0	Charge organique DCO	42%

Capacités réelles station	
1900	E.H
611	m3/j
114	Kg DBO5/j
274	Kg DCO/j

% de la charge appliquée à la capacité réelle	
Charge hydraulique	39%
Charge organique DBO5	44%
Charge organique DCO	42%

Proposition sur la Conformité du rejet de la station (hors surverse)	
Pour information: Conforme selon l'Arrêté du 21 juillet 2015	Conforme selon l'Arrêté préfectoral

Concentrations et Charges						
Paramètres	Entrée station		Sortie station		Rendmt station %	
	mg/l	kg/j	mg/l	kg/j		
DBO5	210	49,69	4	0,94		98
DCO	490	115,93	35	8,26		93
MES	210	49,69	5,1	1,20		98
N-NH4			1,2	0,28		
NK	74,7	17,67	3,3	0,78		96
NGL	74,7	17,67	4,28	1,01		94
P tot	9,0	2,13	0,97	0,23		89

Organes électromécaniques (heure/jour) ou Débitmètres (m3/j) ou Consommation énergétique (kWh)						
Tamis rotatif	Aération 1	Agitateur BA	Recirculation 1	Recirculation 2	Extraction 1	Extraction 2
24,11	6,23	15,36	3,99	3,68	0,17	0,17

Pompe Reactif 1	Pompe Reactif 2	Pompe T_EAUX1	Pompe T_EAUX2	Q BOUE 1	Q BOUE 2	Q SORTIE 1
3,04	3,01	0,39	0,43	9,10	8,40	227,00

Q SURVERSE	EDF-HPE	EDF-HCE	EDF-HPH	EDF-HCH
0,00	156,00	73,00	0,00	0,00

Estimation population raccordée		
Paramètres	en (EH)	
	DBO5	828
	DCO	805
	NKj	1219
	PT	1014
	Moyenne CNP	967
	Estimation charge hydraulique	1577
	Estimation ECPP	38,7%

Conso. EDF (KW/h)	229,00
Kg DBO5 éliminé/kWh	0,21
Kg DCO éliminé/kWh	0,47

Pluviométrie (mm)	0
Consommation AEP m3/jour	Pas de relevé

Caractéristiques Eaux brutes		
	DCO/DBO5	2,3
	DCO/MES	2,3
	DCO/NTK	6,6
	DCO/PT	54
	pH moyen	7,8
	Conductivité moyenne (µS/cm)	1097,0

Fonctionnement biologique	
MES (g/l)	3,2
MVS (%)	69%
MVS (g/l)	2,2
Volume aération (m3)	517
Charge massique (Kg DBO5/Kg MVS/j)	0,04
Charge volumique (Kg DBO5/m3/j)	0,10
Production spécifique de boues (KgMS/j)	39,0
Age de boues (j)	29
Taux de croissance des boues (µ0)	0,034
T° bassin aération moyenne du BA (°C)	20,3
Temps de séjour hydraulique (h)	52

Fonctionnement hydraulique	
Décantation (mL)	100
Dilution	4
Indice de boues	125
Hauteur du voile (m)	0,05
Surface du miroir du décanteur (m2)	91,6
Volume corrigé (mL/L)	400
Vitesse ascensionnelle limite (m/h)	1,2
Q max admissible (m3/h)	108,4
Q max horaire mesuré (m3/h)	16,4
Q max 1 minute mesuré (m3/h)	48,6

COMMUNE DE SAINT PAULIEN - Station d'épuration Bourg
Mesures de type bilan du 14/09 au 15/09/22 15:00 - 15:00

Capacités nominales station		Données hydrauliques		% de la charge appliquée à la capacité nominale	
1900	E.H	Q entrée (m3/j)	262,0		
611	m3/j	Q sortie (m3/j)	270,0	Charge hydraulique	43%
114	Kg DBO5/j	Q surverse (m3/j)	0,00	Charge organique DBO5	62%
273,6	Kg DCO/j	Q Boues (m3/j)	0	Charge organique DCO	64%

Capacités réelles station	
1900	E.H
611	m3/j
114	Kg DBO5/j
274	Kg DCO/j

% de la charge appliquée à la capacité réelle	
Charge hydraulique	43%
Charge organique DBO5	62%
Charge organique DCO	64%

Proposition sur la Conformité du rejet de la station (hors surverse)	
Pour information: Conforme selon l'Arrêté du 21 juillet 2015	Conforme selon l'Arrêté préfectoral

Concentrations et Charges						
Paramètres	Entrée station		Sortie station		Rendmt station %	
	mg/l	kg/j	mg/l	kg/j		
DBO5	270	70,74	3	0,81		99
DCO	664	173,97	35	9,45		95
MES	340	89,08	6,4	1,73		98
N-NH4			1,3	0,35		
NK	70,4	18,44	3,4	0,92		95
NGL	70,4	18,44	4,05	1,09		94
P tot	8,3	2,17	0,95	0,26		88

Organes électromécaniques (heure/jour) ou Débitmètres (m3/j) ou Consommation énergétique (kWh)						
Tamis rotatif	Aération 1	Agitateur BA	Recirculation 1	Recirculation 2	Extraction 1	Extraction 2
23,87	6,74	15,11	3,90	3,71	0,16	0,17

Pompe Reactif 1	Pompe Reactif 2	Pompe T_EAUX1	Pompe T_EAUX2	Q BOUE 1	Q BOUE 2	Q SORTIE 1
3,00	3,00	0,40	0,44	9,20	8,50	272,00

Q SURVERSE	EDF-HPE	EDF-HCE	EDF-HPH	EDF-HCH
0,00	168,00	74,00	0,00	0,00

Estimation population raccordée		
Paramètres	en (EH)	
DBO5		1179
DCO		1208
NKj		1272
PT		1036
Moyenne CNP		1174
Estimation charge hydraulique		1747
Estimation ECPP		32,8%

Conso. EDF (KW/h)	242,00
Kg DBO5 éliminé/kWh	0,29
Kg DCO éliminé/kWh	0,68

Pluviométrie (mm)	2,6
Consommation AEP m3/jour	Pas de relevé

Caractéristiques Eaux brutes		
DCO/DBO5		2,5
DCO/MES		2,0
DCO/NTK		9,4
DCO/PT		80
pH moyen		7,7
Conductivité moyenne (µS/cm)		920,0

Fonctionnement biologique	
MES (g/l)	3,3
MVS (%)	73%
MVS (g/l)	2,4
Volume aération (m3)	517
Charge massique (Kg DBO5/Kg MVS/j)	0,06
Charge volumique (Kg DBO5/m3/j)	0,14
Production spécifique de boues (KgMS/j)	55,9
Age de boues (j)	22
Taux de croissance des boues (µ0)	0,045
T° bassin aération moyenne du BA (°C)	20,3
Temps de séjour hydraulique (h)	47

Fonctionnement hydraulique	
Décantation (mL)	100
Dilution	4
Indice de boues	121
Hauteur du voile (m)	0,05
Surface du miroir du décanteur (m2)	91,6
Volume corrigé (mL/L)	400
Vitesse ascensionnelle limite (m/h)	1,2
Q max admissible (m3/h)	108,4
Q max horaire mesuré (m3/h)	48,2
Q max 1 minute mesuré (m3/h)	105,2