



HAL
open science

Étude d'opportunité pour l'amélioration en situation actuelle de la STEP Petite Californie, 180.000 EH et propositions d'extension pour la passer à 220.000 EH

Saifeddine Ben Abbès

► **To cite this version:**

Saifeddine Ben Abbès. Étude d'opportunité pour l'amélioration en situation actuelle de la STEP Petite Californie, 180.000 EH et propositions d'extension pour la passer à 220.000 EH. Sciences de l'ingénieur [physics]. 2021. dumas-03613219

HAL Id: dumas-03613219

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-03613219>

Submitted on 18 Mar 2022

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.

Étude d'opportunité pour l'amélioration en situation actuelle de la STEP Petite Californie, 180.000 EH et propositions d'extension pour la passer à 220.000 EH



Réalisé par : Ben Abbes Saifeddine

Date de la soutenance : 24 Novembre 2021

Travail présenté pour l'obtention du Mastère spécialisé Eau Potable et Assainissement

Tuteur professionnel : M. HERVE JOUAN

Tuteur pédagogique : M. LAURENT JULIEN

Membres du Jury :

Mme Anne WILHELM - Eurométropole STBG

M. Thibaut MENSION - SDEA

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier dans un premier temps, toute l'équipe pédagogique de l'École Nationale de Génie de l'Eau et de l'Environnement (ENGEES) et les intervenants responsables de la formation mastère spécialisée Eau Potable et assainissement (EPA) pour avoir assuré la partie théorique de celle-ci.

J'exprime mon entière reconnaissance à Catherine COUESNON-MILLIER pour son aide au sein de l'entreprise et aussi lors de ma démarche de recherche du stage. Je remercie également mon tuteur de stage, Monsieur Hervé JOUAN, ingénieur maîtrise d'ouvrage au sein de la métropole de Nantes pour son aide et ses conseils concernant les missions évoquées dans ce projet. Je voudrais aussi remercier tout le personnel de la Direction du Cycle de l'Eau de la Métropole de Nantes pour leur soutien et leur encouragement tout au long de ce travail. Merci également à mes collègues de la formation qui m'ont aidé et soutenu pendant ma formation à l'ENGEES. Je tiens enfin à remercier tous les membres du jury pour l'honneur qu'ils m'ont accordé en acceptant de juger mon travail.

Résumé :

La STEP Petite Californie a été construite par OTV et réceptionnée en 2012. Cette station rencontre des problèmes de sous-dimensionnement prématurés que la Direction du Cycle de l'Eau de Nantes Métropole va devoir traiter. La STEP Petite Californie se retrouve en limite de capacité hydraulique par rapport à sa capacité nominale. Cela est la conséquence d'arrivées d'eaux claires parasites en quantité. Les surcharges hydrauliques occasionnent des problématiques d'exploitation et une difficulté à respecter les normes de rejet de l'arrêté préfectoral.

La STEP en situation future en ajoutant la charge organique supplémentaire (l'échéance de 2050) sera aussi en limite de sa capacité organique par rapport à sa capacité nominale.

Face à ses problèmes, l'étude actuelle se base en première partie sur des analyses des données d'exploitation disponibles afin d'identifier les problèmes d'exploitation actuelle, la proposition des solutions pour améliorer le fonctionnement de la station dans sa conception actuelle, en deuxième partie sur l'estimation des charges hydrauliques et futures et la proposition de deux solutions dans le but de traiter les flux futurs.

Mots clés :

Traitement des eaux, Petite Californie, Charges hydrauliques, Charges polluantes, Traitement primaire, Biofiltration, Boues Activée, Bassin Tampon, Aération, Vitesse de passage, Eaux claires parasites, Eaux usées strictes, Temps sec, Temps pluie, Traitement des Boues, Digestion, Production du Biogaz.

Abstract:

The Petite Californie Station was built by OTV and delivered in 2012. This station is encountering premature under-dimensioning problems that the Nantes Metropole Water Cycle Department search to solve it. The Petite Californie Station is at the hydraulic capacity limit compared to its nominal capacity. This is the consequence of the influx of large amounts of parasitic clear water. Hydraulic overload causes operational problems and make it difficult to comply with the standards for rejection of the prefectural decree.

The Station in a future situation by adding the additional organic load (2050 deadline) will also be at the limit of its organic capacity compared to its nominal capacity.

Faced with its problems, the current study is based in the first part on analyses of the operating data available to analyze the current operating problems, proposition solutions, in the second part on the estimation of hydraulic and future loads and the proposal of two solutions to treat future flows. **Key**

words:

Water treatment, Petite Californie, Hydraulic loads, Polluting loads, Primary treatment, Biofiltration, Activated sludge, Buffer Basin, Aeration, Speed of passage, Parasitic clear water, Strict wastewater, Dry weather, Rainy weather, Sludge treatment, Digestion, Biogas production.

SOMMAIRE

INTRODUCTION	1
1.PRÉSENTATION DE L'ENTREPRISE D'ACCUEIL	2
2.PRÉSENTATION DE LA STATION DE TRAITEMENT PETITE CALIFORNIE	3
3.CADRE REGLEMENTAIRE	4
3.1.DIRECTIVE CADRE SUR L'EAU	4
3.2.ARRETE MINISTERIEL DU 21/07/2015 MODIFIE AU 31/07/2020	4
3.3.SDAGE LOIRE BRETAGNE	4
3.4.SAGE ESTUAIRE DE LA LOIRE	5
3.5.ARRETE PREFECTORAL RELATIF AU SYSTEME D'ASSAINISSEMENT DE LA PETITE CALIFORNIE	5
PARTIE I : ANALYSE DES DONNEES D'AUTOSURVEILLANCE, IDENTIFICATION DES PROBLEMES ET PROPOSITION DES SOLUTIONS	
1.DESCRPTION SYNTHÉTIQUE DE LA STATION PETITE CALIFORNIE ET FONCTIONNEMENT ACTUEL	7
1.1.DESCRPTIF GENERAL.....	7
1.2.PRETRAITEMENT	8
1.3.FILE EAU	8
1.3.1 Traitement primaire.....	8
1.3.2 Traitement biologique par biofiltration.....	10
1.4.FILE BOUES	13
1.4.1Égouttage des boues.....	13
1.4.2Digestion et production des boues	13
1.4.3Centrifugeuses.....	14
1.4.4Fonctionnement de la file boues	14
1.4.5Biogaz	15
2.ANALYSE DES DONNEES D'AUTOSURVEILLANCE	16
2.1.SYSTEME D'ASSAINISSEMENT ACTUEL	16
2.2.CHARGES HYDRAULIQUES ACTUELLES	16
2.3.CHARGES POLLUANTES ACTUELLES	17
2.4.QUALITES DES EAUX BRUTES EN ENTREE STATION	17
2.5.PERFORMANCES EPURATOIRES DE LA STATION	18

3.PROBLEMES DE FONCTIONNEMENT ET D'EXPLOITATION ET PROPOSITION DES SOLUTIONS.....	19
3.1.PROBLEMES DE FONCTIONNEMENT DE LA STATION PETITE CALIFORNIE	19
3.1.1Problème de surcharges hydrauliques.....	19
3.1.2Problème d'aération au niveau des Biostyr NDN	19
3.1.3Problème de colmatage des Biofiltres.....	20
3.1.4Problème de dégradation de la matière filtrante Biostyrène	20
3.1.5Problème de colmatage des décanteurs lamellaires	20
3.1.6Problème d'odeurs	20
3.1.7Problème de batardeau à l'entrée de la station.....	21
3.1.8Problème de digestion des boues	21
3.1.9Problème de retour en tête des eaux de digestion très chargées en azote et en phosphore.....	21
3.2.PROPOSITION D'AMELIORATION DE LA SITUATION ACTUELLE DE LA STATION.....	21
3.2.1Passage vers la technologie Biostyr DUO	21
3.2.2Traitement séparé des retours de digestion	23
3.2.3Diminution des surcharges hydrauliques : actions sur le réseau amont.....	23
PARTIE II : EVOLUTION FUTURE ET PROPOSITION DE DEUX FILIERES DE TRAITEMENT.....	
1.EVOLUTION DES CHARGES DE LA STATION	24
1.1.ESTIMATION DE LA CHARGE FUTURE A TRAITER.....	24
1.1.1Urbanisation	24
1.1.2Activités industrielles.....	25
1.1.3Calcul de la charge polluante complémentaire future.....	25
1.1.4Calcul de la charge hydraulique future de traitement	26
2.VÉRIFICATION DU FONCTIONNEMENT ACTUEL AVEC LES CHARGES FUTURES.....	27
2.1.VERIFICATION DU PRETRAITEMENT.....	27
2.1.1Dégrillage.....	27
2.1.2Vérification du Dégraisseur Dessableur Combiné (DDC) existant :	27
2.2.VERIFICATION DU TRAITEMENT PRIMAIRE.....	28
2.3.VERIFICATION DU TRAITEMENT BIOLOGIQUE	30
2.4.VERIFICATION DE LA CAPACITE DE LA FILIERE DE TRAITEMENT DES BOUES	32
2.5.CONCLUSION RETENUE.....	33

3.SOLUTION I : TAMPONNAGE DES DEBITS DE TEMPS DE PLUIE ET OPTIMISATION DE LA FILE EAU ACTUELLE.....	34
3.1.MISE EN PLACE DU MATERIAU FILTRANT K5	34
3.2.VERIFICATION DU TRAITEMENT PRIMAIRE.....	34
3.3.VERIFICATION DU TRAITEMENT BIOLOGIQUE	35
4.SOLUTION II : TAMPONNAGE DES DEBITS DE TEMPS DE PLUIE ET EXTENSION PAR BOUES ACTIVÉES.....	37
4.1.REPARTITION DES FLUX A TRAITER ENTRE FILES ACTUELLE ET FUTURE	37
4.2.TRANSFERT DES EFFLUENTS	38
4.3.ADAPTATION DE LA FILE EAU EXISTANTE.....	38
4.3.1Relevage des eaux prétraitées	38
4.3.2Traitement primaire lamellaire.....	39
4.3.3Fonctionnement futur du traitement biologique Biostyr.....	41
4.4.EXTENSION DE LA FILE EAU : TRAITEMENT PAR BOUES ACTIVEES	44
4.4.1Relevage vers l'extension	44
4.4.2Traitement primaire de l'extension	44
4.4.3Principe de Fonctionnement biologique	46
4.4.4Fonctionnement et dimensionnement de la zone de contact.....	46
4.4.5Fonctionnement et dimensionnement du bassin d'aération	46
4.4.6Fonctionnement du dégazage Fosse à flottant :	47
4.4.7Clarification	48
4.4.8Recirculation des boues :	48
4.4.9Comptage des eaux traitées :.....	48
5.COMPARAISON ENTRE LES DEUX SOLUTIONS PROPOSÉES.....	49
6.ADAPTATION DE LA FILE BOUE EXISTANTE	50
6.1.PRODUCTION DES BOUES	50
6.2.ÉPAISSISSEMENT DES BOUES	50
6.3.DIGESTION DES BOUES MIXTES.....	51
6.4.TAMPONNAGE ET CENTRIFUGATION DES BOUES DIGEREES	52
6.5.CHAULAGE DES BOUES POUR EPANDAGE :.....	52
6.6.FILE GAZ	52
7.PROPOSITION D'UNE FILE BOUES COMPLÉMENTAIRE LIÉE À L'EXTENSION PAR BOUES ACTIVÉES.....	53
7.1.PRODUCTION DES BOUES	53

7.2.ÉPAISSISSEMENT DES BOUES	54
7.3.DIGESTION DES BOUES	54
7.4.DESHYDRATATION DES BOUES PAR CENTRIFUGATION	55
7.5.PRODUCTION DU BIOGAZ ET GESTION DU DIGESTEUR	55
8.IMPLANTATION DE LA NOUVELLE EXTENSION	56
8.1.DESCRPTION DU SITE.....	56
8.2.ÉTUDE HYDRAULIQUE DE LA NOUVELLE EXTENSION.....	57
8.2.1Les pertes de charge linéaires	58
8.2.2Les pertes de charge singulières.....	58
8.2.3Calcul de la ligne piézométrique.....	58
CONCLUSION.....	60

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1- Capacité de traitement de la station petite Californie.....	3
Tableau 2- Performances minimales à respecter (en moyenne journalière), pour les stations d'épurations recevant une charge supérieure à 120 kg/j DBO5	4
Tableau 3- Performances minimales à respecter (en moyenne annuelle), pour les stations d'épurations rejetant en zone sensible pour l'eutrophisation recevant une charge supérieure à 6.000 kg/j DBO5.....	4
Tableau 4- Objectifs qualité du SDAGE 2016-2021 pour la Loire	5
Tableau 5- Arrêté préfectoral de la station Petite Californie (2008)	6
Tableau 6-Rendement épuratoire Multiflo (théorique).....	10
Tableau 7- Caractéristiques du système d'assainissement de Petite Californie	16
Tableau 8-Charges hydrauliques à l'entrée de la station	16
Tableau 9-Charges actuelles à l'entrée de la station.....	17
Tableau 10-Caractéristiques des ERU françaises (source : Irstea)	18
Tableau 11-Concentration des effluents en entrée STEP (années 2016-2020)	18
Tableau 12-Charges hydrauliques à l'entrée de la station	19
Tableau 13-Caractéristiques comparatives du support K5 et des billes Biostyr.....	22
Tableau 14-Estimation des eaux usées strictes à l'entrée de la station.....	24
Tableau 15- Débits d'eaux claires mesurés en 2020	24
Tableau 16-Croissance des logements raccordés à la station	25
Tableau 17-Croissance de l'activité industrielle.....	25
Tableau 18-Estimation de la capacité future de traitement	25
Tableau 19-Estimation de la pollution future de traitement	26
Tableau 20-Charges hydrauliques futures à l'entrée de la station	27
Tableau 21-Caractéristiques du dégrilleur existant	27
Tableau 22-Vérification de fonctionnement du DCC.....	28
Tableau 23-Vérification de fonctionnement du Multiflo.....	30
Tableau 24-Charges appliquées pour nitrification-dénitrification.....	30
Tableau 25-Charges appliquées pour post-dénitrification	30
Tableau 26-Charges futures appliquées Biofiltration	32
Tableau 27-Fonctionnement futur des tables d'égouttage.....	33
Tableau 28-Vérification de la capacité future de digestion	33
Tableau 29-Vérification de fonctionnement du traitement primaire	35

Tableau 30-Vérification de fonctionnement du traitement biologique.....	37
Tableau 31- Répartition des effluents.....	38
Tableau 32- Caractéristiques des pompes installés	39
Tableau 33- Volume utile de la bâche existante.....	39
Tableau 34- Adaptation du Traitement primaire existant.....	41
Tableau 35- Adaptation du Traitement biologique existant	44
Tableau 36- Nouveau poste de relevage.....	44
Tableau 37- Traitement primaire projeté.....	46
Tableau 38- Caractéristiques du bassin d'aération	47
Tableau 39- Caractéristiques du dégazeur.....	48
Tableau 40- Caractéristiques du clarificateur projeté.....	48
Tableau 41- Poste de recirculation des boues.....	48
Tableau 42- Avantages et inconvénients des solutions proposées	49
Tableau 43- Production des boues.....	50
Tableau 44- Filière d'égouttage des boues	51
Tableau 45- Digestion des boues.....	51
Tableau 46- Déshydratation des boues par centrifugation	52
Tableau 47- Chaulage des boues	52
Tableau 48- Production de biogaz.....	53
Tableau 49- Production de boues nouvelle extension	54
Tableau 50- Égouttage des boues nouvelle extension	54
Tableau 51- Dimensionnement du nouveau digesteur.....	55
Tableau 52- Déshydratation des boues.....	55
Tableau 53- Production de biogaz de la nouvelle extension	55
Tableau 54- Caractéristiques des conduites présentes dans la station	58

LISTE DES FIGURES

Figure 1-Vue aérienne de la Station Petite Californie	3
Figure 2-Charges hydrauliques à l'entrée de la station	16
Figure 3-DBO ₅ à l'entrée de la station	17
Figure 4-Schéma simplifié de la projection de la nouvelle extension	57

LISTE DES ABRÉVIATIONS

DBO5	demande biochimique en oxygène
DCO	Demande chimique en oxygène
MES	Matières en suspension
NTK	Azote Kjeldahl
NGL	Azote total
PT	Phosphore total
STEP	Station de traitement des eaux usées
DCE	Directive Cadre Européenne
DDTM	Direction Départementale des Territoires et de la Mer
ECPM	Eaux Claires Parasites Météoriques
ECPP	Eaux Claires Parasites Permanentes
EH	Equivalent Habitant
ERU	Eaux Résiduaires Urbaines
EUS	Eaux Usées Strictes
SA	Surface Active
TP	Temps de Pluie
TS	Temps Sec
NDN	Nitrification dénitrification simultanée
Post DN	Post-dénitrification
TAC	Titre Alcalimétrique Complet
GrDF	Gaz réseau distribution France
SIAAP	Syndicat interdépartemental pour l'assainissement de l'agglomération parisienne
OIE	office international de l'eau
Irstea	Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture
PLUm	Plan Local d'Urbanisme métropolitain
OAP	Orientation d'Aménagement et de Programmation

INTRODUCTION

La Loire et son estuaire constituent un patrimoine écologique naturel qu'il convient de préserver. Ce cours d'eau fragilisé par la croissance de l'urbanisation de la ville de Nantes constitue l'enjeu central de la mise à niveau de la station d'épuration des eaux usées de la Petite Californie.

Le niveau de rejet de la station, son état de saturation, ses problèmes d'exploitation justifient de questionner l'opportunité et la faisabilité d'une extension de traitement performant, capable de traiter les flux à l'échéance de 2050 et de garantir un abattement optimal des pollutions azotées et phosphorées, clefs de la maîtrise de l'eutrophisation du milieu naturel.

La restructuration de la station d'épuration Petite Californie est donc un problème complexe pour la métropole de Nantes. Face à cette problématique, le présent rapport est articulé autour de 2 grandes parties :

En première partie : Une analyse de fonctionnement actuel de la station, l'exploration des données d'autosurveillance dans le but d'identifier les différents problèmes de fonctionnement actuel et la proposition des solutions d'amélioration.

En deuxième partie : L'estimation des charges futures de la station et l'exploration de deux pistes de la conception de la station dans sa conception future :

- La réutilisation de la filière compacte existante par biofiltration, afin de préserver une importante réserve foncière et d'exempter le site de tout risque de nuisances olfactives, sonores et visuelles (absence des grands bassins d'eaux usées),
- La réalisation d'une extension par boues activées capable de mieux gérer les variations des charges hydrauliques et polluantes à l'entrée de la station afin de stabiliser les rendements épuratoires exigés.
- La mise à niveau de la file boues d'une seule proposition avec augmentation de la capacité de traitement par digestion.

Dans les deux cas, il s'agit de réaliser une installation exemplaire sur le plan environnemental avec une réduction des boues, production de bioénergie et réutilisation d'une partie des eaux traitées pour les besoins des procédés.

1. PRÉSENTATION DE L'ENTREPRISE D'ACCUEIL

La Direction du Cycle de l'eau de Nantes Métropole pilote la politique publique de l'eau sur le territoire de la métropole. Elle couvre l'intégralité du cycle de l'eau : production et distribution de l'eau potable, assainissement des eaux usées, gestion des eaux pluviales et gestion des milieux aquatiques et prévention des inondations.

Le cycle de l'eau de Nantes Métropole répond à 5 grandes exigences :

- **La production d'une eau de qualité et en quantité suffisante :** En qualité de production, la direction du cycle de l'eau et les opérateurs publics de l'eau et de l'assainissement ont obtenu le renouvellement de la certification Qualité-Sécurité-Environnement. Pour continuer de garantir une qualité optimale, la Métropole effectue des contrôles permanents par un programme d'autosurveillance représentant 5 000 analyses par an et par un contrôle sanitaire officiel réalisé par l'Agence régionale de santé. En quantité, 87% de l'approvisionnement en eau potable est issu de ressources du territoire de Nantes Métropole, l'usine de la Roche assurant la majeure partie de la production.
- **Une distribution optimale :** Elle est assurée sur les 24 communes grâce à un réseau de près de 3 200 km. Nantes Métropole s'est également engagée à maîtriser les pertes, notamment via des compteurs de sectorisation ou de débitmètres, et la mise en place de près de 650 pré-localisateurs de fuites en poste fixe sur le réseau.
- **La gestion de l'assainissement :** En 2020, les 25 stations d'épuration collectives, dont 9 stations d'une capacité supérieure à 2 000 équivalents-habitants, ont permis de traiter près de 57 millions de m³ d'eaux usées, pluviales et industrielles, qui ont pu rejoindre le milieu naturel. La préoccupation constante de la Métropole est de limiter les impacts sur ce milieu, avec l'installation de dispositifs d'autosurveillance des réseaux d'assainissement et des stations d'épuration.
- **La reconquête des milieux aquatiques :** Nantes Métropole engage des programmes de restauration de cours d'eau sur les bassins versants du Cens, du Gesvres, du Charbonneau et du Marais Nord Loire pour les 6 prochaines années.¹

2. PRÉSENTATION DE LA STATION DE TRAITEMENT PETITE CALIFORNIE

Le système d’assainissement de l’agglomération Sud de Nantes alimente la station d’épuration de Petite Californie, située en rive sud de Loire au Nord-Ouest de la commune de Rezé. L’emprise de la station est située sur les parcelles cadastrales n°156, 157, 163, 261, 262, 283, 327, 328, 329, 330, 331, 332 et 334 de la section AC pour la commune de Rezé et sur les parcelles n°135, 349, 350 et 353 pour la commune de Bouguenais.

La première station d’épuration de Petite Californie a été mise en service en 1975. La station a été ensuite en partie reconstruite en 1997-1998, puis en 2010 avec une mise en service en septembre 2012 dans sa configuration actuelle. La station est exploitée par Epureo (Suez).

Dans cette configuration actuelle, la station a été dimensionnée pour traiter les débits et les charges polluantes présentés ci-dessous :

Station petite Californie	Charges nominales (Kg/j)	Débit nominal biologique (m ³ /j)
	10 800 kg de DBO ₅ /j	46 800

Tableau 1- Capacité de traitement de la station petite Californie

Le flux organique de la station correspond à une capacité de traitement de 180 000 EH.



Figure 1-Vue aérienne de la Station Petite Californie

3. CADRE RÉGLEMENTAIRE

3.1. Directive cadre sur l'eau

La Directive Cadre sur l'Eau (2000/60/CE) du 23/10/2000, transposée par la loi n° 2004-338 du 21 avril 2004, fixe des objectifs de résultats en termes de qualité écologique et chimique des eaux pour les états membres sur les unités hydrologiques cohérentes (masses d'eau). Ces objectifs sont les suivants :

- Mettre en œuvre les mesures nécessaires pour atteindre le bon état des masses d'eau ;
- Protéger, améliorer et restaurer toutes les masses d'eau afin de parvenir à un bon état des eaux de surface en 2015 (2027 Dernière échéance pour la réalisation des objectifs) ;
- Protéger, améliorer et restaurer toutes les masses d'eau afin d'obtenir un bon potentiel écologique et bon état chimique en 2015 (2027 Dernière échéance pour la réalisation des objectifs) ;
- Mettre en œuvre les mesures nécessaires afin de réduire la pollution et d'arrêter ou de supprimer progressivement les émissions, rejets et pertes de substances dangereuses.

3.2. Arrêté ministériel du 21/07/2015 modifié au 31/07/2020

L'arrêté du 21 juillet 2015 mis à jour au 31 juillet 2020 définit les niveaux de performances minimales des stations d'épurations des agglomérations. Elles sont les suivantes :

Paramètres	Concentration maximale à respecter	Rendement minimum à atteindre
DBO5	25 mg/L	80%
DCO	125 mg/L	75%
MES	35 mg/L	90%

Tableau 2- Performances minimales à respecter (en moyenne journalière), pour les stations d'épurations recevant une charge supérieure à 120 kg/j DBO5

Paramètres	Concentration maximale à respecter	Rendement minimum à atteindre
NGL	10 mg/L	70%
Pt	1 mg/L	80%

Tableau 3- Performances minimales à respecter (en moyenne annuelle), pour les stations d'épurations rejetant en zone sensible pour l'eutrophisation recevant une charge supérieure à 6.000 kg/j DBO5

3.3. SDAGE Loire Bretagne

Les objectifs de qualité des eaux réceptrices et les délais pour les atteindre ont été fixés par la Directive Cadre sur l'Eau (DCE), qui vise à atteindre le bon état des masses d'eau sur tout le territoire européen. Les Schémas directeurs d'Aménagement et de Gestion des Eaux (SDAGE) sont les instruments français

Travail de fin d'étude – Station d'épuration Petite Californie

territorialisés de la mise en œuvre de la DCE. Le SDAGE est un document de planification dans le domaine de l'eau qui fixe pour une période de six ans les orientations pour la bonne gestion de la ressource en eau ainsi que les objectifs à atteindre en qualité et en quantité dans le bassin hydrographique Loire-Bretagne. Les objectifs de qualité fixés dans le SDAGE Loire Bretagne 2016-2021 pour la Loire dans lequel se jettent les eaux traitées de la station petite Californie sont présentés dans le tableau suivant :

Masse d'eau	État écologique		État chimique		État global	
	Objectif	Délai	Objectif	Délai	Objectif	Délai
La Loire FRGT28	Bon Potentiel	2027	Bon État	2027	Bon Potentiel	2027

Tableau 4- Objectifs qualité du SDAGE 2016-2021 pour la Loire

3.4. SAGE Estuaire de la Loire

Le SAGE (Schéma d'Aménagement et de Gestion des Eaux) est un outil local de planification qui vise la gestion durable et équilibrée des ressources en eau. Il fixe les objectifs communs d'utilisation et de protection de la ressource en eau sur un territoire cohérent.

La station de Petite Californie est notamment concernée par l'Article 6 (règles relatives aux rejets de stations d'épuration) du Règlement du SAGE (approuvé par arrêté préfectoral le 9 septembre 2009). L'ensemble du territoire du SAGE est classé en zone sensible pour l'eutrophisation. Ainsi, les normes de rejets des stations de plus de 10 000 EH situées sur le territoire du SAGE doivent correspondre à l'arrêté ministériel mentionné ci-dessus.

3.5. Arrêté préfectoral relatif au système d'assainissement de la Petite Californie

La Loire est le plus long fleuve de France. Elle prend sa source au pied du mont Gerbier-de-Jonc, sur la commune de Sainte-Eulalie en Ardèche. Après un parcours de 1 006 km, elle se jette dans l'océan Atlantique à Saint-Nazaire. Son bassin de 117 000 km² occupe plus d'un cinquième du territoire français².

Le rejet de la station d'épuration de Petite Californie se fait dans la Loire, point de rejet qui n'a pas changé depuis l'arrêté préfectoral du 12 février 2008.

D'après l'arrêté préfectoral du 12/02/2008 (joint en annexe n°1), les eaux traitées doivent répondre aux prescriptions suivantes, en concentration ET en rendement pour la DBO₅, la DCO et les MES, et en concentration OU en rendement pour le NGL et le Ptot. Cet arrêté a été complété par l'arrêté du 13 septembre 2017 qui ajoutait une surveillance des micropolluants dans les rejets de la station.

L'arrêté d'autorisation de ce système d'assainissement expire en 2028, mais Nantes Métropole souhaite le renouveler dès à présent pour le mettre à jour, y intégrer certaines évolutions, et également dans le but d'uniformiser les normes de rejet des stations d'épuration rejetant dans la Loire.

Les points marquants de cet arrêté sont les suivants :

Qualité de l'effluent rejeté			
Paramètres	Concentration max(mg/l)	Rendement min %	Concentration rédhibitoire (mg/l)
Moyenne journalière en rendement ou en concentration			
DBO5	25	90	50
DCO	90	80	250
MES	30	90	85
Moyenne hebdomadaire en rendement ou en concentration			
NGL	10	70	/
PT	1	80	/

Tableau 5- Arrêté préfectoral de la station Petite Californie (2008)

Le renouvellement de l'arrêté préfectoral vise à mettre à jour la période sur laquelle l'exigence en azote et en phosphore est définie, afin de passer d'une exigence en moyenne hebdomadaire à une exigence en moyenne annuelle.

PARTIE I : ANALYSE DES DONNEES D'AUTOSURVEILLANCE, IDENTIFICATION DES PROBLEMES ET PROPOSITION DES SOLUTIONS

1. DESCRIPTION SYNTHÉTIQUE DE LA STATION PETITE CALIFORNIE ET FONCTIONNEMENT ACTUEL

1.1. Descriptif général

La station Petite Californie est principalement composée des ouvrages suivants :

- Un ouvrage d'arrivée des eaux brutes et un dispositif de délestage (A2) : lorsque les débits entrants à la station sont supérieurs à sa capacité de traitement, une vanne murale s'ouvre entre les bâches d'entrées des eaux entrantes et celles des eaux traitées sortantes afin de surverser ces eaux brutes directement vers la Loire ;
- Un étage de prétraitement des eaux brutes ;
- Un ouvrage de répartition des eaux prétraitées vers les traitements primaire et secondaire ou vers le by-pass A5 (déversement vers la Loire) ;
- Une bache de relevage des eaux prétraitées ;
- Un traitement primaire composé de deux décanteurs physico-chimiques de type Multiflo avec injection des coagulants et des flocculants en amont afin de traiter la pollution phosphorique ;
- Une étape d'injection d'acide phosphorique et de lait de chaux afin de corriger à la fois la carence de phosphore et le titre alcalimétrique totale des eaux décantées (TAC) ;
- Un traitement secondaire constitué de :
 - o Sept biofiltres de type Biostyr NDN (nitrification/dénitrification) réalisant le traitement du carbone, la nitrification de l'azote ammoniacal en nitrates, la dénitrification de l'azote nitrique en azote gazeux. L'aération des biofiltres NDN est assurée par 4 turbocompresseurs ;
 - o Trois biofiltres de type Biostyr PDN (post dénitrification) qui poussent le traitement de l'azote nitrique provenant des biofiltres NDN en azote gazeux, grâce à l'injection d'une source de carbone (généralement le méthanol) en anoxie ;
 - o Un biofiltre de secours qui peut fonctionner en NDN ou PDN,
 - o Les eaux traitées cheminent vers un bassin unique qui assure le lavage de ces biofiltres, l'extraction de la biomasse se faisant lors des lavages des biofiltres. Les eaux de lavages dites eaux sales sont envoyées vers les décanteurs primaires ;
- Un canal de rejet vers la Loire avec comptage des effluents rejetés par un canal venturi ;
- Une bache à boues en excès dans laquelle sont pompées les boues extraites des décanteurs physico-chimiques (mélange des boues biologiques et des boues primaires) ;
- Une table d'égouttage permettant d'augmenter la siccité des boues à 6% ;
- Un digesteur, dont les boues sont soutirées vers une bache à boues digérées ;
- Une file de traitement du biogaz avec point d'injection du Biométhane dans le réseau GrDF ;

- Deux centrifugeuses permettant d'augmenter la siccité des boues digérées à 25% ;
- Deux silos de stockage tampon des boues de 100 m³ chacun ;
- Un dispositif de chargement des boues dans les camions pour évacuation ;
- Deux postes toutes eaux.

L'illustration photographique et le synoptique de la station actuelle sont présentés dans les annexes N°2 et N°3.

1.2. Prétraitement

Dans le but d'éliminer les débris susceptibles d'endommager les pompes et les mécanismes, les eaux usées pénètrent dans des installations de prétraitement. L'objectif de cette étape est l'élimination des éléments grossiers, sableux et graisseux.

- Dégrillage : Après passage à travers des grilles, des déchets de différentes tailles de l'effluent sont récupérés (lingettes, chiffons, cotons, tiges, papiers, plastiques, branchage...);
- Dessablage : Les sables décantés puis raclés en fond d'ouvrage sont ensuite refoûlés vers l'unité de lavage ; ils sont ensuite valorisés (sur des chantiers de travaux publics par exemple) ;
- Déshuilage : Une aération par fines bulles d'air permet de faire remonter d'une façon rapide les matières grasses à la surface ; ces graisses en suspension sont raclées en surface par un pont transversal et sont ensuite acheminées vers des unités de traitement spécifiques à la station d'épuration de Tougas (STEP Nord - 600.000 EH).

La filière de prétraitement de la station Petite Californie a été initialement construite en 1975 avec une rénovation par OTV en 1998. Les installations mises en place sont dimensionnées pour traiter un débit maximal de 71 500 m³/j et sont intégralement situées à l'intérieur d'un premier bâtiment.

La filière de prétraitement est composée principalement de :

- Deux dégrilleurs grossiers d'entrefer 50 mm ;
- Une bêche de relevage de capacité 3 700 m³ ;
- Trois dégrilleurs fins dont un fonctionnel d'entrefer 6 mm et deux de secours de 10 mm ;
- Deux ouvrages de dégraissage/dessablage combinés.

1.3. File eau

La filière de traitement des eaux usées existante combine deux technologies de traitements développées par OTV : la combinaison successive des procédés MULTIFLO pour la décantation primaire et la biofiltration BIOSTYR pour le traitement biologique. Cette solution permet d'avoir un procédé compact, situé dans le second bâtiment de la station.

1.3.1 Traitement primaire

Les eaux prétraitées issues du bâtiment de prétraitement sont relevées par pompage avant de rejoindre les deux files parallèles de traitement. Le traitement primaire est nécessaire pour diminuer la charge

polluante particulaire appliquée sur les biofiltres et constitue également la phase de traitement du phosphore par précipitation.

Cette décantation physico-chimique lamellaire est effectuée par la technologie MULTIFLO DUO développée par OTV, système compact équipé de lamelles superposées pour une surface de décantation réduite. La technologie Multiflo assure aussi l'épaississement des boues extraites.

Le traitement primaire réunit les étapes suivantes :

- Une cuve de coagulation : le coagulant (chlorure ferrique) est injecté dans la cuve où l'agitation dédiée à la coagulation permet de minimiser les consommations des réactifs par rapport à une injection en ligne. À la sortie de la cuve de coagulation, l'effluent est réparti vers les files de traitement suivantes ;
- Deux cuves de floculation équipées d'une agitation verticale lente, le polymère assurant la floculation des boues étant injecté dans chaque cuve ;
- Deux zones de décantation lamellaire équipées d'un ensemble de plaques inclinées à 60° avec un écartement orthogonal de 80mm ;
- Deux zones de reprise de l'effluent traité, l'évacuation des eaux se faisant par des goulottes transversales avec un canal central ;
- Deux zones de décantation et d'épaississement des boues, la décantation lamellaire permettant de séparer les boues qui se déposent gravitairement au fond de l'ouvrage pour y être épaissies ;
- Le nettoyage des lamelles se fait par injection d'air surpressé.

Le Multiflo traite à la fois les eaux brutes prétraitées et les eaux sales issues du lavage des biofiltres. Les injections des réactifs sont faites par des pompes doseuses équipées de variateur de fréquence afin d'adapter la quantité de réactifs injectés au débit à traiter. Pour l'injection du chlorure ferrique, une mesure continue des phosphates en sortie Multiflo et au niveau du rejet permet d'ajuster le traitement de façon à respecter le niveau de rejet de 1 mg/L de Pt.

Le coagulant utilisé actuellement est le chlorure ferrique, qui est le plus économique du marché. L'injection dans la cuve de coagulation se fait par une pompe doseuse commune aux autres files de traitement et une autre pompe de secours.

Pour le floculant, il existe une pompe doseuse par file de traitement plus un secours installé. Si l'effluent à traiter est carencé en TAC, il a été prévu, pour atteindre les performances en termes d'élimination de l'azote, une injection de chaux. La préparation du lait de chaux se fait sur site à partir de la chaux éteinte stockée en silo.

De la même façon, il a été prévu une injection d'acide phosphorique en cas de carence en phosphore ; ces injections se font à l'aide d'une pompe doseuse asservie à une mesure de P-PO₄ au niveau du canal de rejet et de la sortie du traitement primaire.

Les rendements épuratoires de la technologie Multiflo annoncés par le constructeur sont les suivants :

Rendement d'épuration Multiflo (en pourcentage d'abattement)		
DCO	70	%
DBO5	70	%
MES	90	%

Tableau 6-Rendement épuratoire Multiflo (théorique)

1.3.2 Traitement biologique par biofiltration

a. Principe de fonctionnement

Pour le traitement des eaux résiduaires, la biofiltration doit être précédée d'un étage de traitement primaire assurant un bon abattement de la charge en suspension soit par décantation primaire simple soit par décantation physico-chimique. Une cellule de biofiltration est constituée d'un matériau filtrant immergé d'une granulométrie faible ; la cellule peut être aérée ou non selon le type de biofiltre et l'alimentation hydraulique se fait soit par le bas soit par le haut.

Une croissance bactériologique appelée biofilm s'opère sur le support granulaire et est responsable de la transformation de la matière organique dans l'effluent, pour traiter les pollutions carbonées et oxyder les composés azotés ; pour sa survie, le milieu bactériologique doit être nourri et oxygéné d'une façon satisfaisante.

Le massif filtrant se colmate progressivement en raison de la rétention des MES et en raison du développement du biofilm. L'excès de biofilm doit être périodiquement retiré par lavage pour que le biofiltre maintienne ses capacités hydrauliques et épuratoires.³

b. Les technologies les plus répandues

- BIOFOR Degremont

Le BIOFOR de Suez est un type de biofiltration à courant ascendant avec injection de l'air (co-courant air et eau) ; l'effluent déjà décanté passe à travers un milieu filtrant dit Biolite à base d'argile expansée de densité supérieure à 1,2 (filtre plus lourd que l'eau).

Le passage du flux ascendant en co-courant air et eau assure une importante vitesse de passage de l'eau, une bonne capacité de rétention des MES (bon étalement des MES sur toute la hauteur du biofiltre) et un bon rendement d'oxygénation.

L'oxygénation des BIOFOR se réalise par des diffuseurs d'air à membranes dits Oxazurs à la base du matériau filtrant ; l'équipartition de l'air nécessaire au procès est assurée par des collecteurs maillés sur lesquels sont montés les Oxazurs.

Le BIOFOR nécessite des lavages périodiques air-eau pour éliminer les boues accumulées dans le massif filtrant ; ces lavages sont généralement automatisés et initiés par une perte de charge maximale au niveau du BIOFOR.

Le lavage des BIOFOR s'effectue par pompage des eaux traitées stockées dans la bache des eaux traitées (ce qui génère une consommation électrique non négligeable) ; les eaux sales sont récupérées dans une bache puis recirculées vers le traitement primaire pour un retraitement.

Il existe plusieurs types de BIOFOR que l'on peut regrouper en trois grandes familles : les BIOFOR aérés type C qui traitent les pollutions carbonées, le type CN qui traite le carbone avec une nitrification partielle et le type N qui traite de manière poussée l'ammonium.⁴

- **BIOLEST Stereau**

Le BIOLEST de Saur est un autre type de biofiltration à co-courant ascendant. L'effluent à traiter passe à travers un matériau de filtration plus dense que l'eau et non compressible appelé Biozzolane. Ce matériau naturel poreux issu de la roche volcanique pouzzolane possède de remarquables propriétés chimiques permettant un bon développement bactériologique et une excellente fixation du biofilm.

Il existe différents types de BIOLEST qui assurent différents types de traitement : les BIOLEST aérés type C qui traitent le carbone, le type N et C+N qui assurent la nitrification de l'azote et les BIOLEST Pré-DN et Post-DN qui assurent une nitrification et une dénitrification.⁵

- **BIOSTYR OTV**

Le procédé BIOSTYR assure une filtration ascendante des effluents à travers un matériau granulaire fin immergé et flottant appelé Biostyrène.

Les bactéries se fixent sur le matériau granulaire ; pour se développer, elles utilisent les composants dissouts dans l'eau à traiter ainsi que l'oxygène de l'air insufflé. La pollution est dégradée et transformée en matières cellulaires qui est piégée dans le lit filtrant par rétention. L'insufflation de l'air se fait en fonction des objectifs de traitement, soit à la base du biofiltre soit au sein du matériau. Le Biostyr peut assurer les fonctions de nitrification et de dénitrification et peut donc garantir l'élimination de tous les polluants biodégradables.

Le procédé Biostyr peut présenter différents avantages :

- Compacité permettant une intégration aisée ;
- Filtration ascendante permettant de confiner les eaux usées au fond de l'ouvrage et de présenter l'eau traitée à la surface ;
- Un lavage à contre-courant qui se fait sans pompage de façon gravitaire ;
- Le matériau filtrant constitué de fines bulles de polystyrène n'est pas biodégradable et ne nécessite pas un renouvellement au cours du temps.⁶

c. Traitement biologique de la station Petite Californie

La filière met en œuvre le procédé de biofiltration compacte type NDN qui assure la nitrification et la dénitrification dans le même biofiltre. Pour obtenir un traitement poussé de l'azote, le traitement est complété par une étape spécifique de type PDN.

Les biofiltres permettent de réaliser dans un bassin unique la dégradation des matières polluantes et la clarification de l'effluent. Ils assurent en effet une filtration physique de l'effluent, interdisant tout risque de départ de boues vers le rejet et ainsi une parfaite maîtrise de la qualité de l'eau traitée. Le biofiltre se compose en partie haut d'un plancher filtrant équipé de crépines. L'eau à traiter traverse le biostyrène (matériau filtrant) de manière ascendante : ainsi les crépines ne sont jamais en contact avec l'eau prétraitée issue du traitement primaire, ce qui limite donc le risque de colmatage et d'encrassement. C'est l'eau épurée qui est présente en partie supérieure de l'ouvrage.

Les lavages automatiques s'effectuent au moyen de l'eau traitée stockée en partie supérieure ; ainsi, le flux de lavage est opposé à celui de la filtration, ce qui permet un lavage efficace des biofiltres.⁶

Dans la configuration actuelle de la Petite Californie, l'étape de biofiltration comprend :

- ↳ 7 filtres de nitrification-dénitrification simultanée d'une surface unitaire de 113 m² ;
- ↳ 3 filtres de post-dénitrification de surface unitaire 96 m².

Il est à noter qu'il existe un filtre supplémentaire initialement prévu pour une exploitation de secours, le temps de nettoyage d'un biofiltre. Néanmoins, ce biofiltre est actuellement exploité en permanence en NDN afin de traiter les flux de pollution importants à l'entrée de la station.

Les cellules Biostyr du 1^{er} étage de traitement biologique fonctionnent sur le principe de nitrification-dénitrification simultanée. Ce type de Biostyr consiste, grâce à une régulation précise de l'air injecté, à assurer l'élimination simultanée de :

- La pollution carbonée,
- La pollution azotée par nitrification,
- La pollution azotée par dénitrification.

L'air est régulé de telle sorte que :

- Il est envoyé en quantité suffisante (aérobie) pour assurer le développement et donc l'activité des bactéries nitrifiantes ;
- Il est envoyé en quantité limitée (anoxie) pour que les bactéries dénitrifiantes utilisent l'oxygène des nitrates au fur et à mesure de leur formation pour transformer ces nitrates en azote gazeux.

L'injection d'air est un paramètre important pour ce type de Biostyr et nécessite une régulation fine qui sera faite en fonction de la concentration en ammoniacque de l'effluent à traiter. Cette régulation permet d'optimiser au mieux l'injection d'air, d'apporter juste la quantité d'oxygène nécessaire à la bonne nitrification, et ainsi de minimiser la consommation d'énergie.

Le seul point d'injection d'air nécessaire au bon fonctionnement de ce biofiltre se trouve en fond de filtre. Les rampes d'air installées servent à la fois à l'injection d'air requis pour l'oxydation de la pollution pendant le cycle de filtration et à l'injection d'air de brassage lors de la phase de lavage.

Une recirculation d'eau en sortie NDN permet également de compléter ce traitement global de l'azote, en ramenant un maximum de nitrates en fond de biofiltre, où la concentration des eaux d'arrivée en

DCO est maximale (le carbone rapidement biodégradable contenu dans l'eau d'arrivée va permettre une vitesse élevée de dénitrification).

Pour un traitement poussé de l'azote, trois biofiltres de type PDN sont mis en place pour dénitrification avec un fonctionnement continu en anoxie.

1.4. File boues

Le traitement poussé des eaux usées de la station augmente la production de boues. La conception actuelle de la station vise un traitement de réduction et de valorisation des boues avec la mise en place d'un digesteur présentant de plus l'avantage de production de biogaz valorisable.

1.4.1 Égouttage des boues

L'étape de traitement des boues épaissies issues du Multiflo (traitement primaire) sur des tables d'égouttages est destinée principalement à la déshydratation de celles-ci. Ce type d'épaississement dynamique permet d'augmenter la quantité de matière sèche et de réduire au maximum le volume de l'eau. La siccité des boues épaissies égouttées est de l'ordre de 6%.

1.4.2 Digestion et production des boues

La mise en œuvre d'un digesteur pour traiter les boues produites va permettre de réduire leur volume en agissant d'une part sur la matière organique qu'elles contiennent et la transformer en gaz valorisable (méthanisation) et d'autre part sur sa siccité en favorisant la déshydratation des boues (le gain de siccité peut atteindre 6%).

La méthanisation ou la digestion anaérobie des boues est réalisée par des bactéries complexes dans des conditions bien précises (pH proche de la neutralité, potentiel redox EH autour de 250 mV). La méthanisation des MO peut avoir lieu dans un écosystème froid (> 10-15°C) ; néanmoins, la température pour un digesteur mésophile est de 30-40°C et > 50°C pour un thermophile.⁷

Les réactions mises en jeu lors de la digestion anaérobie des boues sont les suivantes :

-Étape d'Hydrolyse et acidogénèse : dans cette étape, les bactéries hydrolysent la matière organique en monomères, grâce à des enzymes spécifiques. Ces monomères produits sont métabolisés en acide gras volatil (AGV), en alcool, en acides organiques, en hydrogène, et en dioxyde de carbone. Les bactéries qui réalisent ces deux étapes sont diverses et peuvent demander un milieu anaérobie strict.

-Étape d'acétogénèse : les monomères métabolisés en acide gras volatil (AGV), en alcool, en acides organiques, en hydrogène, et en dioxyde de carbone lors de l'acidogénèse sont transformés en acétate, H₂ et CO₂.

-Étape de méthanogènes : Cette étape représente la dernière phase de la méthanisation qui permet de transformer soit le H₂ avec le CO₂, soit l'acétate en méthane.⁸

La digestion des boues vise les objectifs suivants :

-Stabilisation des boues : la stabilisation a pour objectif de réduire les nuisances olfactives, en limitant toute reprise de fermentation après traitement (élimination des matières fécales, des débris de légumes,

des fibres...). Les émissions olfactives des boues digérées seront donc faibles, ce qui facilite leur stockage même pour une longue durée et leur évacuation.

-Hygiénisation des boues : En les plaçant dans un milieu moins favorable pour leur survie, 90% des salmonelles et la plupart des germes pathogènes sont éliminés lors d'une digestion des boues.

Il faut souligner que la digestion thermophile, du fait de sa température plus élevée, permet d'atteindre un taux d'élimination supérieur à celui d'une digestion mésophile.

-Réduire la masse des boues : l'élimination d'une partie de la MO entraîne une réduction de la masse des boues.

-Production d'un biogaz valorisable : la digestion présente l'avantage de fournir l'énergie sous une forme stockable 'le biogaz'. La quantité de biogaz produite est excédentaire par rapport aux besoins thermiques de la digestion. Ainsi, le biogaz produit suffit pour le chauffage du digesteur et il reste un surplus pour la valorisation.

1.4.3 Centrifugeuses

La centrifugation est un procédé de séparation qui utilise la force centrifuge pour provoquer la décantation des particules d'un mélange liquide-solide. La centrifugeuse est l'un des outils de déshydratation les plus répandus sur le marché, grâce à ses différents atouts :

- Une déshydratation dans une enceinte fermée donc une réduction des nuisances olfactives ;
- Un outil qui ne nécessite pas une surveillance continue, car toutes les sécurités mécaniques font partie de l'équipement standard ;
- Installation compacte ;
- Lavage automatique ;
- Adaptation à tous types de boues, même les boues huileuses.

1.4.4 Fonctionnement de la file boues

Les boues à traiter sont un mélange de boues primaires physico-chimiques et de boues biologiques (boues des eaux de lavage des Biostyr recirculées vers le traitement primaire). Selon l'analyse des données de mesures, les boues extraites du Multiflo (épaississement primaire) ont une concentration moyenne de 37 g/L.

Les boues en excès sont ensuite traitées par digestion. La base de fonctionnement d'un digesteur étant le temps de séjour des boues, la concentration doit être optimisée afin de maintenir un bon temps de séjour de fonctionnement.

Théoriquement, la concentration optimale de traitement des boues par digestion doit être au minimum de l'ordre de 50 g/L (Degremont Suez) ; pour augmenter la concentration des boues pré-épaissies dans le Multiflo, le flux de boue est donc traité sur deux tables d'égouttage.

-Étape d'égouttage : L'installation d'épaississement existante comprend :

- 2+1 pompes d'alimentation des boues ;

- 2 tables d'égouttage ;
- 1 centrale d'injection du polymère comprenant un stockage et 1 pompe d'injection.

La capacité de traitement d'une table d'égouttage est de l'ordre de 300 kg/MS/h. En cas d'excédent, une pompe de reprise permet d'envoyer directement les boues en excès vers le digesteur.

-Étape de digestion : Le digesteur actuel a un volume de 4 600 m³. L'agitation des boues au niveau du digesteur est assurée par brassage axial à axe vertical ; le but de l'agitation est de créer un mouvement du fluide pour assurer une bonne homogénéité, pour éviter la sédimentation et la formation d'une croûte en surface. L'agitation évite également le moussage et il maintient une bonne homogénéité de la température de digestion.

Les boues digérées sont dirigées gravitairement vers une bêche tampon puis pompées vers l'atelier de déshydratation par centrifugation. Cette bêche tampon assure le lissage du débit de boues à traiter et permet d'adapter le débit avec la capacité de fonctionnement des centrifugeuses.

-Étape de déshydratation : La déshydratation se fait dans le local de traitement des boues en utilisant 3 centrifugeuses (2 unités fonctionnent en parallèle et une en secours).

En sortie des centrifugeuses, la siccité des boues peut atteindre 25% ; cette siccité élevée est expliquée par la bonne déshydratabilité des boues digérées.

-Étape de stockage et valorisation : après stockage in situ, les boues sont évacuées en compostage. À noter que la siccité des boues après centrifugation est supérieure à la siccité réglementaire de compostage qui est de 20%.

1.4.5 Biogaz

L'unité de digestion construite en 2012 est composée principalement d'un digesteur, d'un gazomètre et d'une torchère. Initialement, il était prévu que le biogaz soit valorisé via une cogénération, pour une production d'électricité et d'énergie thermique ; dans la situation actuelle, la valorisation du biogaz en biométhane est plus avantageuse économiquement. Le biométhane produit est injecté dans le réseau de distribution de GrDF où les quantités de dioxygène O₂ et d'azote N₂ autorisées dans les réseaux sont très basses. Il faut donc avoir une forte étanchéité pour éviter toute entrée d'air dans le digesteur et un traitement spécifique du sulfure d'hydrogène H₂S. Pour une unité qui n'a pas été conçue initialement pour cette destination de biogaz, comme le cas de notre station, une présence d'azote peut rendre le biométhane produit non conforme aux qualités définies par GrDF.

L'unité d'épuration du biogaz de la station est l'épuration membranaire. Le biométhane produit est contrôlé en phase gazeuse : s'il est conforme, il est odorisé et injecté dans le réseau ; dans le cas contraire, il est renvoyé vers l'épuration.

2. ANALYSE DES DONNÉES D'AUTOSURVEILLANCE

2.1. Système d'assainissement actuel

La station d'épuration de la Petite Californie reçoit les effluents des communes de Rezé, Bouguenais, les Sorinières, Saint-Aignan-de-Grand-Lieu, Saint-Sébastien-sur-Loire et de la partie Sud et Est de l'île de Nantes. Les principales caractéristiques du réseau de collecte de la station sont les suivantes :

Type de réseau	Linéaire de collecte	Habitants raccordés	Logements raccordés
Séparatif à 100 %	568,2 km	144 882 habts (2019)	70.426 Lgts (2019)

Tableau 7- Caractéristiques du système d'assainissement de Petite Californie

2.2. Charges hydrauliques actuelles

L'analyse des données hydrauliques de la Station Petite Californie (2016-2020) montre des forts dépassements par rapport à la capacité hydraulique du bâtiment biologique arrêté à 46 800 m³/j.

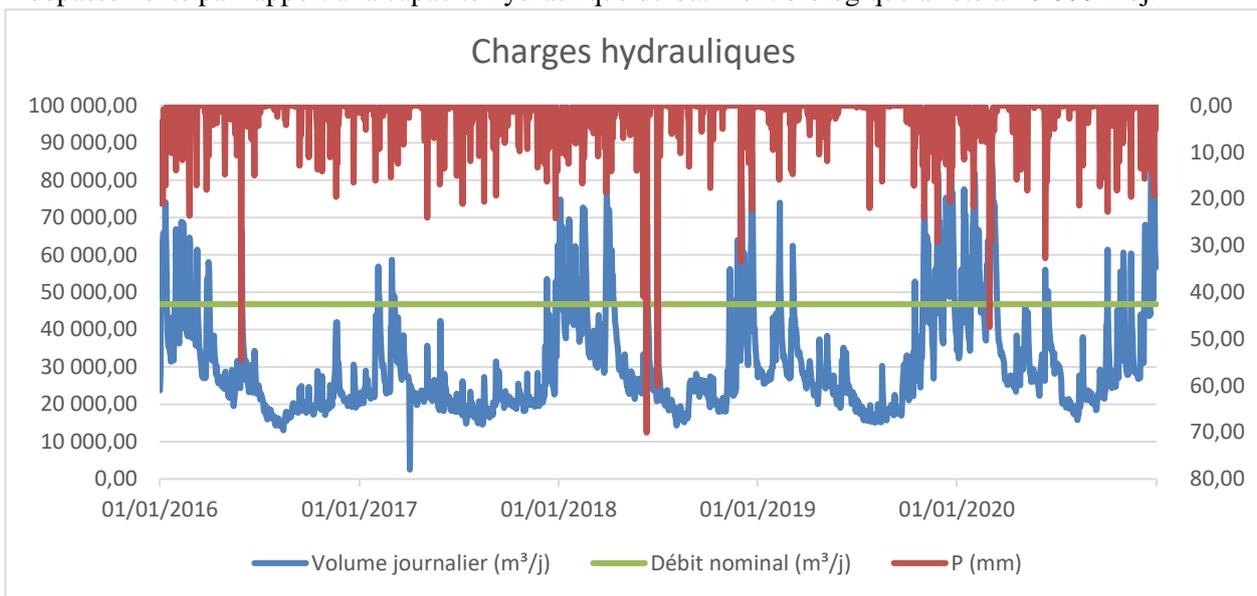


Figure 2-Charges hydrauliques à l'entrée de la station

L'analyse approfondie des données hydrauliques de la station met en évidence les points suivants :

- En temps sec, l'existence des dépassements de la charge hydraulique nominale, cela peut être expliqué par une forte existence des ECPP,
- En temps de pluie, une augmentation forte des volumes reçus à cause de l'existence des ECPM.
- Après les événements pluvieux, l'apport des volumes importants à l'entrée de la station peut durer plusieurs jours à cause des eaux de ressuyage.

Charges hydrauliques	Capacité biologique	Nappe basse		Nappe haute	
		TS	TP	TS	TP
Min (m ³ /j)	46.800 (m ³ /j)	3.020*	18.350	12.980	19.740
Moyenne (m ³ /j)		22.959	28.889	30.596	43.896
Max (m ³ /j)		66.490**	69.880	77.630**	87.230

Tableau 8-Charges hydrauliques à l'entrée de la station

Travail de fin d'étude – Station d'épuration Petite Californie

* : ce faible débit est causé par une faute de mesure

** : débit majoré par le fait du dysfonctionnement du batardeau entrée STEP (cf. explication ci-après)

2.3. Charges polluantes actuelles

L'analyse des données des charges polluantes de la même période (2016-2020) met en évidence aussi de faibles dépassements en charges organiques DBO₅.

Il est probable qu'une pollution ponctuelle a fortement impacté la qualité des eaux brutes les jours de dépassement.

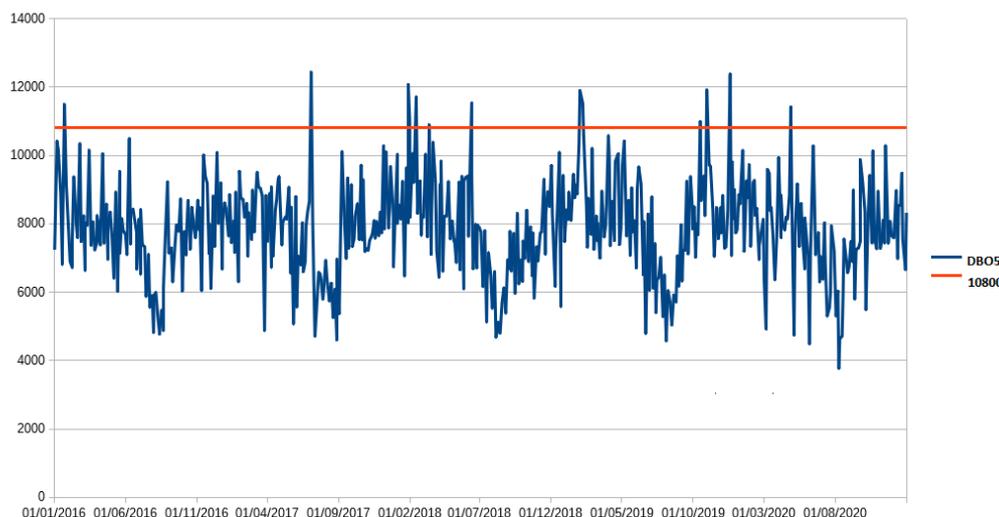


Figure 3-DBO₅ à l'entrée de la station

En se basant sur les données récupérées sur la période 2016-2020, il est possible d'approcher les charges organiques moyennes à la station :

Charge nominale (10.800 kg DBO ₅ /j)	DBO ₅	DCO	MES	NTK	Pt
Valeur en temps sec (kg/j)	8.325	18.987	10.452	1.922	226
Valeur en temps pluie (kg/j)	8.679	19.621	11.398	2.076	242

Tableau 9-Charges actuelles à l'entrée de la station

L'analyse de la pollution à l'entrée de la station de Petite Californie en temps de pluie (hauteurs de précipitation > 2mm) montre l'existence des charges supplémentaires à l'entrée de la station. Cet apport excédentaire est expliqué par le phénomène de lessivage des conduites du réseau d'assainissement aussi par la pollution apportée par les eaux pluviales.

Il est proposé de retenir la charge de temps de pluie les jours de pluviométrie supérieure à 2 mm.

2.4. Qualités des eaux brutes en entrée station

Les caractéristiques des ERU françaises sont récapitulées dans le tableau suivant :

Paramètre	Unité	Effluent normalement concentré en temps sec
DBO ₅	mg/L	300

DCO	mg/L	700
MES	mg/L	250
NTK	mg/L	80
N-NH ₄ ⁺	mg/L	60
Pt	mg/L	15

Tableau 10-Caractéristiques des ERU françaises (source : Irstea)

L'analyse des concentrations à l'entrée de la station Petite Californie montre que les concentrations des effluents sont généralement dans la gamme habituelle des effluents domestiques. Les concentrations mesurées en période de nappe haute et nappe basse sont les suivantes :

Concentration moyenne (mg/L)	DBO ₅	DCO	MES	NTK	Pt
Période nappe basse (1/05-31/10)	318	748	367	77	9,2
Période nappe haute (1/11-30/04)	262	609	311	63	7,4

Tableau 11-Concentration des effluents en entrée STEP (années 2016-2020)

L'impact des eaux claires parasites est clairement visible avec des concentrations qui chutent en hiver, expliquées par la dilution de l'effluent par les eaux claires parasites en période de remontée de la nappe. L'analyse des concentrations des effluents à l'entrée de la station est détaillée dans l'annexe 4.

2.5. Performances épuratoires de la station

Les données d'autosurveillance permettent également d'étudier les performances épuratoires de la station d'épuration de Petite Californie et d'identifier les non-conformités et/ou dépassements.

L'analyse de ces éléments permet donc de conclure que, malgré les flux hydrauliques importants alimentant la station, les performances de la station sont globalement bonnes sur les paramètres MES, DBO₅ et DCO. Les performances sur le Ptot sont très bonnes en rendement, mais des dépassements réguliers de la concentration maximale autorisée ont lieu notamment en période estivale. Enfin, concernant le NGL, les performances de la station ne sont parfois pas suffisantes pour respecter les niveaux de rejet exigés en concentration ou en rendement.

Les analyses des concentrations de la sortie et des performances épuratoires des différentes charges polluantes sont détaillées dans l'annexe 5.

3. PROBLÈMES DE FONCTIONNEMENT ET D'EXPLOITATION ET PROPOSITION DES SOLUTIONS

3.1. Problèmes de fonctionnement de la station Petite Californie

La station d'épuration petite Californie est exploitée par Epureo (Suez). Plusieurs problèmes de fonctionnement sont constatés par l'exploitant et confirmés par l'analyse des données.

3.1.1 Problème de surcharges hydrauliques

La station de Petite Californie est équipée de 2 points de déversements :

- Un point A2, localisé en tête de station avec dispositif de mesure du débit et de prélèvement. Les volumes déversés au niveau de ce point A2 ne sont mesurés que depuis avril 2019 ;
- Un point A5, localisé au niveau du répartiteur, après les prétraitements. Ce point est équipé d'un dispositif de mesure du débit et de prélèvement.

L'analyse de fonctionnement des deux points de déversements est la suivante :

Point de déversement	Déversoir A2		bypass A5	
	2019	2020	2019	2020
Année				
Nombre de déversement	13	38	27	22
Volume surversé station (m ³ /an)	31417	77759,61	14360	150880
DCO surversé (tonne/an)	9,73	22,8	7,5	30,44
NGL surversé (tonne/an)	1,4	2,33	0,7	3,78
Pt surversé (tonne/an)	0,11	0,25	0,09	0,02

Tableau 12-Charges hydrauliques à l'entrée de la station

Le nombre de déversements au niveau du déversoir A2 est important et il dépasse les 20 déversement/an pour les deux années. Le volume A5 de la station pour l'année 2020 est significativement plus important que le volume de l'année 2019. En effet, les sur-volumes liés aux eaux claires parasites arrivant à la station d'épuration pousse les exploitants à by passer les eaux en aval des prétraitements, et cela afin de ne pas saturer le traitement biologique.

3.1.2 Problème d'aération au niveau des Biostyr NDN

Les performances de la station ne sont pas satisfaisantes au niveau de la pollution azotée.

Les données d'exploitation récupérées montrent de bons rendements épuratoires en NTK, de l'ordre de 86% en moyenne en 2020, alors que les rendements épuratoires en azote global ne dépassent pas les 74% (l'analyse des données d'exploitation de l'année 2020 est détaillée à l'annexe 6).

Les problèmes de traitement de l'azote global peuvent être expliqués comme suit :

-Au niveau du Biostyr type nitrification / dénitrification, une fraction de l'eau traitée est recirculée pour effectuer la dénitrification. L'eau traitée est mélangée avec l'eau décantée à l'entrée des Biostyr (mise en contact en milieu anoxie d'eau traitée contenant de l'azote sous forme NO₃⁻ avec des matières

carbonées issues du traitement primaire). Cependant, la concentration en oxygène de la fraction des eaux recirculées reste importante : le milieu n'est donc pas complètement anoxique, ce qui rend la dénitrification difficile et qui explique les rendements non satisfaisants en traitement de l'azote total.

-La régulation d'injection d'air est très complexe au niveau des Biostyr. Il est à mentionner que l'installation actuelle ne fonctionne pas comme prévu : d'après l'exploitant, la phase de traitement en aération est très longue et presque en continu et la dénitrification ne se fait qu'au niveau des cellules de post-dénitrification.

3.1.3 Problème de colmatage des Biofiltres

La charge hydraulique atteint régulièrement, voire dépasse, la capacité hydraulique nominale sur le biologique ; cette charge a été définie à 46 800 m³/j par OTV.

La station fonctionne régulièrement en surcharge hydraulique, le passage à forte vitesse favorise le tassement du matériau filtrant ce entraîne un colmatage rapide des biofiltres donc la nécessité de lavages fréquents (qui réduisent encore la capacité disponible pour les effluents d'entrée). Le problème de colmatage des biofiltres est également expliqué par le rendement épuratoire des Multiflo, inférieur à celui annoncé par OTV (de l'ordre de 90% pour les MES) : l'analyse des données d'exploitation en 2020 montre que le rendement du Multiflo est de l'ordre de 81% (l'analyse des données est détaillée dans l'annexe 7).

3.1.4 Problème de dégradation de la matière filtrante Biostyrène

Le garnissage du Biostyr est composé de billes de Biostyrène expansé de faible densité. Le passage à courant ascendant peut favoriser le tassement du matériau filtrant et augmenter son risque de colmatage, ce qui nécessite des lavages de décolmatage plus fréquents. Lors de ces lavages, des pertes de biostyrène filtrants sont observées dans les eaux de lavage ; ces pertes de matériau filtrant conduisent à des surcharges polluantes appliquées sur les biofiltres engendrant une baisse de rendement.

3.1.5 Problème de colmatage des décanteurs lamellaires

Les eaux des lavages des Biostyr et les eaux de retour chargées sont recirculées vers l'amont du traitement primaire et amènent une charge hydraulique et polluante supplémentaire sur ce traitement primaire : ceci colmate d'une façon fréquente les lamelles de décantation.

Les retours en tête des eaux de déshydratation du digestat de méthanisation sont très chargés en azote ammoniacal et en phosphore : la charge supplémentaire en phosphore influe sur la consommation du chlorure ferrique et génère également des boues complémentaires.

Les arrêts réguliers des Multiflo pour le nettoyage des lamelles rendent l'exploitation difficile (pertes de disponibilité du traitement primaire).

3.1.6 Problème d'odeurs

La filtration au niveau des filtres Biostyr est ascendante, ce qui permet de présenter en surface des eaux traitées et de confiner en fond d'ouvrage les eaux usées, dans l'objectif de minimiser les nuisances

olfactives. Toutefois, dans le cas de la station de Petite Californie, des plaintes pour nuisances olfactives sont recensées régulièrement. Selon l'exploitant, la source principale des odeurs semble être les dépotages des boues déshydratées dans les camions. En théorie, les boues digérées ne dégagent pas d'odeurs, mais le fonctionnement dégradé du digesteur actuel peut expliquer ce problème.

3.1.7 Problème de batardeau à l'entrée de la station

Un batardeau défectueux au niveau de l'ouvrage d'arrivée des eaux brutes et de rejet des eaux traitées (ancien by-pass situé en dehors du périmètre de la station) était responsable d'arrivées d'eau de Loire en entrée de station à marée haute. Ce batardeau, censé séparer l'entrée de la sortie (et le cas échéant permettre le by-pass général), était endommagé et laissait ainsi une partie des eaux traitées revenir dans les eaux usées brutes en entrée de station. Des eaux de Loire pouvaient également se mélanger en ce point aux eaux brutes lors des marées hautes à fort coefficient.

Le changement de ce batardeau a été fait en début du mois de juillet afin de limiter le retour des effluents traités ; les mesures enregistrées depuis en tête de station semblent montrer une amélioration.

3.1.8 Problème de digestion des boues

L'opération de vidange d'un digesteur est incontournable et nécessaire pour éviter le risque d'ensablement de l'ouvrage et donc de réduction du temps de séjour des boues. Elle permet aussi de curer les flottants et les dépôts sur les tuyauteries et de changer les canalisations affectées par l' H_2S . Le digesteur actuel a été mis en place en 2012 ; généralement, l'opération de vidange est à réaliser tous les 10 ans (échéance attendue : 2022). La station n'étant équipé que d'un digesteur, se pose la question du mode de fonctionnement dégradé de la file boues à mettre en place en cas de chômage de l'ouvrage.

3.1.9 Problème de retour en tête des eaux de digestion très chargées en azote et en phosphore

Après la digestion des boues, les retours en tête des eaux de déshydratation du digestat de méthanisation sont très chargés en azote ammoniacal et en phosphore. Cette charge supplémentaire peut être contraignante dans notre cas d'étude, en particulier la charge massique supplémentaire d'azote sur les Biostyr avec des conséquences sur la performance en azote.

Pour le traitement du phosphore par voie physico-chimique, ce problème influe sur la consommation du chlorure ferrique responsable de la précipitation du phosphore.

3.2. Proposition d'amélioration de la situation actuelle de la station

3.2.1 Passage vers la technologie Biostyr DUO

Le Biostyr DUO présente la troisième génération des filtres biologiques développés par OTV. La technologie consiste à superposer un second massif filtrant appelé K5, de densité supérieure aux billes de biostyrène.

Le matériau K5 se positionne naturellement sous les Biostyrènes, dont il augmente la capacité de traitement dans un même réacteur.

a. Rétention des matières en suspension :

La densité du milieu K5 est 20 fois plus élevée que celle des Biostyrène. Ainsi, à l'intérieur du biofiltre, le milieu K5 reste sous les billes Biostyr pendant la filtration et le contre-lavage. De cette façon, la couche supplémentaire de milieu, avec une surface spécifique importante, peut servir pour la culture bactérienne destinée à l'élimination des polluants. Cette couche supplémentaire devrait également fonctionner comme un filtre, offrant une barrière supplémentaire pour retenir les MES, sans influence significative sur les pertes charges hydrauliques, en raison de la taille du K5 (média de 25 mm) qui est six fois plus grand que le Biostyrène.

	K5 media	Biostyrène
Densité (kg.m ⁻³)	950 +20	50 + 5
Taille (mm)	Ø : 25 épaisseurs : 3 à 4,5	Ø : 4

Tableau 13-Caractéristiques comparatives du support K5 et des billes Biostyr

b. Amélioration du transfert de l'oxygène de traitement

L'ajout du média filtrant K5 n'introduit pas de perte de charge supplémentaire dans les biofiltres en fonctionnement normal, alors qu'il joue un rôle de lit fixe habituel permettant la croissance bactérienne. Cette croissance bactérienne favorise l'élimination de la pollution avant d'atteindre les billes Biostyrènes, ce qui réduit le colmatage par rapport au fonctionnement actuel. Cela favorise le transfert d'air à l'intérieur des médias, aidant ainsi à réduire la quantité totale d'air soufflé à l'intérieur des biofiltres.

Ainsi, sachant que le soufflage d'air est l'un des procédés les plus coûteux dans une station d'épuration, le média K5 peut également aider à réduire les coûts d'exploitation de l'étape de nitrification.

c. Amélioration des rendements épuratoires

Les deux types de biofiltres ont exactement la même capacité d'éliminer les particules et les polluants dissouts dans les conditions de traitement habituelles. Selon les expériences faites par le SIAAP en collaboration avec OTV Grand Paris, dans le cas de l'ammonium et dans des conditions de fortes charges appliquées, l'efficacité d'élimination semble meilleure en ajoutant une couche de milieu K5. Ce résultat suggère que le milieu additionnel contribue à l'élimination des polluants en développant une couche de biofilm sur le milieu K5. Cette capacité d'abattement supplémentaire a été estimée à environ 7 % pour les charges élevées d'ammonium appliquées.

d. Une diminution des fréquences de lavages

L'utilisation du K5 permet de réduire les matières en suspension appliquées sur les Biostyrènes et donc de réduire le colmatage des biofiltres. Une diminution des pertes de charge a été estimée à 45% par rapport à un Biostyr standard par les études faites par SIAAP ; cette réduction de perte de charge va diminuer les fréquences des lavages et engendrer par conséquent une économie énergétique et une plus grande disponibilité des filtres.

Travail de fin d'étude – Station d'épuration Petite Californie

e. Une diminution des pertes de billes

La perte des billes est limitée par le barrage constitué par les chips K5 en partie basse du massif filtrant ; une sécurité complémentaire peut être opérée par la mise en place de tôles perforées résistantes en partie basse, sur le collecteur des eaux de lavage des filtres, avec une maille de passage inférieure aux K5. Ces dispositions permettent de maintenir le volume nominal des substrats dans les réacteurs et par conséquent maintenir sa capacité de traitement.⁹

3.2.2 Traitement séparé des retours de digestion

Pour une station de grande capacité tel que le cas de la station Petite Californie, un traitement séparé des retours de digestion peut encore améliorer le fonctionnement de la station en éliminant la pollution azotée et phosphorique. Dans ce cadre, Suez propose le Cyclor-SBR compact utilisant une biomasse de type Anammox qui transforme l'ammonium en azote gazeux en absence d'oxygène et de carbone biodégradable et une précipitation physico-chimique du phosphore.

3.2.3 Diminution des surcharges hydrauliques : actions sur le réseau amont

Le système d'assainissement de Petite Californie est prévu pour être séparatif ; il est néanmoins actuellement la source d'arrivées très importantes d'eaux claires, ce qui entraîne une détérioration de la qualité de traitement de la station et donc de son rejet. Ces dysfonctionnements se concentrent principalement en temps de pluie où la surcharge des réseaux entraîne non seulement des rejets directs d'eaux non traitées dans le milieu récepteur, mais également une diminution des performances de la station. Des actions de réhabilitation des ouvrages non étanches et des mauvais branchements sont nécessaires ainsi que la mise en place d'un bassin tampon en amont de la station afin de lisser les débits générés par des pluies courtes d'intensité supérieure à la pluie de référence journalière.

La file eau compacte étant sensible aux surdébits, le bassin tampon permettra d'accepter un maximum de débit de temps de pluie sans surverser et sans dégrader le traitement.

PARTIE II : EVOLUTION FUTURE ET PROPOSITION DE DEUX FILIERES DE TRAITEMENT

1. ÉVOLUTION DES CHARGES DE LA STATION

Les données débitométriques actuelles ne reflétant pas la réalité des eaux usées strictes à cause du batardeau défectueux, l'estimation des eaux usées strictes se fera en se basant sur le volume annuel d'eau potable consommé sur le bassin versant de la station :

Consommation annuelle en AEP en 2020	6.159.985	m ³ /an
Coefficient d'abattement sur consommation AEP	0,9	
Volume journalier	15.189	m ³ /j

Tableau 14-Estimation des eaux usées strictes à l'entrée de la station

Pour les eaux claires parasites (permanentes ECPP et météoriques ECM), l'analyse de la campagne de mesure faite en 2020 aboutit aux valeurs suivantes :

Débit ECPP nappe Basse	12.691	m ³ /j
Débit ECPP nappe Haute	16.349	m ³ /j
Surface active STEP Petite Californie	54	ha
Pluie semestrielle (coef. Montana locaux)	30,2	mm/j
Débit estimatif temps de pluie (ECPM)	16.308	m ³ /j

Tableau 15- Débits d'eaux claires mesurés en 2020

1.1. Estimation de la charge future à traiter

L'origine des charges futures en matière d'assainissement de la station résulte de :

- L'urbanisation (développement des logements) & le développement des activités,
- Les extensions de réseau de collecte,
- La réduction des eaux claires parasites et des eaux pluviales dans le système de collecte.

1.1.1 Urbanisation

Selon le programme local d'habitat (PLH) de Nantes, les hypothèses de croissance des agglomérations et le calcul de leurs apports futurs sont détaillés dans le tableau suivant :

Nantes	210	log/an
Bouguenais	165	log/an
Rezé	326	log/an
Saint-Sébastien sur la Loire	155	log/an
Les Sorinières	90	log/an
Vertou	225	log/an
Saint-Aignan de grand lieu	0	log/an
Total par an	1.171	log/an

Total pour 30 ans (extrapolation, entre 2021 et 2050)	35.130	logements
Habitabilité moyenne future (hypothèse haute, sécuritaire)	2,5	hab./logt
Croissance habitation	87.825	habitants
Correspondance habitant / EH (hypothèse moyenne sur le territoire)	0,85	EH/ hab
Total futur (EU domestiques)	74.651	EH

Tableau 16-Croissance des logements raccordés à la station

1.1.2 Activités industrielles

L'OAP (Orientation d'Aménagement et de Programmation) commerce de Nantes métropole indique un développement de surface d'activité et de vente de 19 ha à l'échelle métropolitain, dont 18% seront raccordées sur le réseau de la station de Petite Californie (soit 3,4 ha). De plus, un développement de l'ordre de 1,5 ha des surfaces des bureaux y sera également raccordé. La Chambre de Commerce et d'Industrie Nantes – Saint-Nazaire a publié une étude prospective en mars 2019 indiquant par ailleurs une surface disponible de l'ordre de 100 ha sur le territoire de Nantes Métropole pour le développement des zones d'activités. Rapporté à la surface du territoire de Nantes Métropole raccordé à la station d'épuration de Petite Californie (94 ha soit environ 18%), cela représente une surface de 18 ha.

Le calcul des apports ajoutés par le développement des activités est le suivant :

Développement de surface de vente (ha)	3,4	ha
Développement de surface des bureaux (ha)	1,5	ha
Développement des zones d'activités (ha)	18	ha
Zone totale (ha)	22,9	ha
Équivalent habitant / hectare (<i>source : étude agence de l'eau Rhin-Meuse</i>)	20	EH/ha
EH total (EU activités)	458	EH

Tableau 17-Croissance de l'activité industrielle

1.1.3 Calcul de la charge polluante complémentaire future

Sur la base des hypothèses prises en compte, les charges hydrauliques et organiques futures retenues sont les suivants :

	EH	KgDBO ₅ /j
Charges complémentaires (domestiques + activités)	75.109	4.507
Rappel charge actuelle	144.650	8.679
Charge totale future	219.766	13.186

Tableau 18-Estimation de la capacité future de traitement

Dans le cadre de la modernisation projetée, la capacité future de traitement retenue est 220.000 EH.

La charge de la population raccordée est estimée comme suit :

Travail de fin d'étude – Station d'épuration Petite Californie

60 g DBO₅/EH, 155 g DCO/EH, 80 g MES/EH, 15,5 g NGL/EH et 2 g Pt/EH.

Paramètre	Charges actuelles (Kg/j) (T.S)	Charges actuelles (kg/j) (T.P>2mm)	Charges supplémentaires futures (Kg/j)	Charges futures totales (Kg/j) En temps sec	Charges futures totales (Kg/j) En temps Pluie
DBO ₅	8.325	8.679	4.507	12.832	13.186
DCO	18.987	19.621	11.642	30.629	31.263
MES	10.452	11.398	6.009	16.461	17.407
NGL	1.922	2.076	1.164	3.086	3.240
Pt	226	242	150	376	392

Tableau 19-Estimation de la pollution future de traitement

1.1.4 Calcul de la charge hydraulique future de traitement

Une hypothèse de consommation future de 115 L/j/EH a été arrêtée pour le calcul futur, avec un taux d'eaux claires parasites permanentes estimé à 40% lié aux raccordements des nouveaux branchements. Pour le débit de temps de pluie, on considère une pluie semestrielle de 30,2 mm/j avec une surface active actuelle de 54 hectares ; on considère un apport supplémentaire nul des ECPM lié aux raccordements futurs.

Pour l'estimation du débit de pointe horaire, le calcul est basé sur cette même surface active associée à la pluie mensuelle locale qui est de 5,4 mm/h (en effet, la pointe horaire de la pluie journalière semestrielle, égale à 9,9 mm/h, n'est pas raisonnablement admissible).

Pour le calcul de la charge future, l'hypothèse suivante est prise en compte : une réduction des apports d'eaux parasites (ECPP et ECPM) via un programme de réhabilitation des réseaux de collecte, à hauteur de 20% (hypothèse jugée atteignable par les services de la Métropole) :

Débit EU strict futur complémentaire	8.638	m ³ /j
Débit EU stricte futur (actuel + complément)	23.827	m ³ /j
Débit ECPP nappe basse (actuel – 20% + futur)	13.613	m ³ /j
Débit ECPP nappe haute (idem)	16.534	m ³ /j
Débit ECPM (T6 mois 24h ; SA – 20 %)	13.046	m ³ /j
Total débit maxi journalier temps sec	40.361	m³/j
Total débit maxi journalier temps pluie	53.407	m³/j
Débit pointe EU stricte future nappe haute (CP=1.65)	1.639	m ³ /h
Débit moyen ECPP nappe haute	689	m ³ /h
Débit pointe ECM (T1mois horaire pluie de 5.4 mm/h)	2.333	m ³ /h
Débit pointe ECM (T6mois moyen 24h)	544	m ³ /h
Total débit de pointe Temps sec	2.328	m³/h

Total débit pointe Temps de pluie (hyp T1mois pointe)	4.660	m³/h
Total débit pointe Temps de pluie (hyp T6mois lissée)	2.871	m³/h

Tableau 20-Charges hydrauliques futures à l'entrée de la station

2. VÉRIFICATION DU FONCTIONNEMENT ACTUEL AVEC LES CHARGES FUTURES

2.1. Vérification du prétraitement

Les ouvrages de prétraitement actuels visent à éliminer tous les éléments polluants grossiers dans le but de protéger les ouvrages de traitement en aval. La filière de prétraitement de la station Petite Californie construite en 1998 est théoriquement dimensionnée pour traiter un débit maximal de 71.500 m³/j, avec une pointe de 3.700 m³/h.

2.1.1 Dégrillage

Le dégrillage des effluents à traiter est réalisé par passage successif sur 2 étages de dégrillage.

Le premier étage est constitué d'un dégrilleur grossier d'entrefer 50 mm (l'hypothèse est faite ici que la capacité de ce dégrilleur est correcte vis-à-vis du temps de pluie, faute de données plus précises).

Suite au constat de problèmes récurrents de filasses sur la station, un dégrilleur fin d'entrefer 6 mm a été installé en complément (la seule technologie avec un entrefer de cette finesse est le dégrilleur à escalier vu que les dégrilleurs verticaux s'arrêtent à 10 mm).

Le dégrilleur fin actuel a les caractéristiques suivantes :

Type : MEVA ROTO SCREEN	Entrefer : 6 mm.	Capacité maximale : 3.700 m³/h
Angle d'inclinaison : 50°	Matériaux : Acier inoxydable	Fiche technique en annexe 8

Tableau 21-Caractéristiques du dégrilleur existant

En temps sec, le dégrilleur fin de 6 mm peut assurer le traitement des effluents à l'entrée de la station ; au-delà de cette valeur, le surdébit est by-passé et traité uniquement par les dégrilleurs de secours d'entrefer 10 mm.

Le nettoyage des grilles se fait d'une façon automatique par un râteau motorisé et les déchets sont amenés à travers des tapis roulants vers les bennes de stockage.

2.1.2 Vérification du Dégraisseur Dessableur Combiné (DDC) existant :

L'ouvrage dégraisseur-dessableur combiné rectangulaire doit assurer une vitesse d'écoulement qui permette à la fois une bonne insufflation d'air pour la flottation des graisses et la décantation du sable.

La surface et le volume de l'ouvrage existant doivent respecter les temps de séjour hydraulique et les charges hydrauliques superficielles pour les différents débits de traitement.

Travail de fin d'étude – Station d'épuration Petite Californie

La charge hydraulique superficielle de référence pour le bon fonctionnement du DCC est dans l'intervalle de 10 à 15 m/h pour le débit de pointe temps sec et de 15 à 30 m/h pour le débit maximal de traitement ; le temps de séjour hydraulique doit être de l'ordre de 10 à 15 min pour le débit de pointe temps sec et de 5 à 10 min pour le débit maximal. Au regard de ces hypothèses, l'ouvrage existant peut assurer le traitement des eaux usées futures.

Le tableau suivant justifie la vérification de cette capacité de traitement future :

Nombre de files de traitement DDC	2		Unités
Surface	120		m ²
Volume	300		m ³
Hauteur	2,5		m
	Nominal (TP)	TS	
Débit à traiter	53.407	40.361	m ³ /j
Débit de pointe à traiter	4.660	2.328	m ³ /h
Charge hydraulique superficielle	23 (< 30)	12	m/h
Temps de séjour hydraulique	6,4	12,9 (< 15)	min
Vérification de la condition CHS	condition vérifiée	condition vérifiée	
Vérification de la condition TSH	condition vérifiée	condition vérifiée	

Tableau 22-Vérification de fonctionnement du DCC

2.2. Vérification du traitement primaire

La décantation primaire est couplée à une coagulation floculation qui permet de capter au maximum les MES ainsi qu'un traitement du phosphore par adjonction de chlorure ferrique.

La vérification du fonctionnement de la filière de traitement actuelle vise à vérifier le temps de coagulation et de floculation ainsi que la décantation. La coagulation, pour être efficace, nécessite une très bonne agitation pendant un temps court (1 à 3 minutes) ; pour la floculation, il est préférable d'agiter avec une vitesse réduite pour un temps plus long (15 à 30 min).

La décantation au niveau d'un Multiflo se fait avec une vitesse apparente (vitesse au miroir) de l'ordre de 10 m/h à 15m/h.¹⁰ d'après l'OIE la vitesse apparente peut atteindre 25 m/h.

En appliquant les charges hydrauliques futures sur la filière de traitement primaire actuelle, la vitesse au miroir du décanteur lamellaire de type Multiflo atteint 35 m/h en temps moyen pluvial (le temps moyen pluvial de la station Petite Californie peut atteindre les deux semaines à cause de l'apport des eaux de ressuyage après les évènements pluvial). Ces survitesses vont engendrer une dégradation du fonctionnement, multipliant le problème de colmatage des Biostyr par les MES non décantées et augmentant ainsi leurs fréquences de nettoyage de façon inadaptée.

Effluents prétraités			
Débit journalier à traiter	53407	40361	m ³ /j

Travail de fin d'étude – Station d'épuration Petite Californie

Débit de pointe horaire temps sec	2328		m ³ /h
Débit de pointe horaire temps pluie	4460		m ³ /h
Eau de lavage et retour poste toutes eaux			
Débit journalier à traiter E.L	8811		m ³ /j
Débit de pointe horaire eau de lavage	660		m ³ /h
Retour ensemble poste toutes eaux	200		m ³ /h
Concentration en MES dans l'eau de lavage	0,55		g/l
Flux en MES eaux de lavage	4846		kg/j
Effluents à l'entrée Multiflo			
Débit journalier à traiter	62218	49172	m ³ /j
Débit de pointe horaire temps sec	3 188		m ³ /h
Débit de pointe horaire temps pluie	5 320		m ³ /h
Coagulation			
Nombre de cuves	1		unités
Volume de cuve de coagulation	110		m ³
Temps de séjour journalier	2,546	3,221	min
Temps de séjour pointe horaire T. Sec	2,07		min
Temps de séjour pointe horaire T. Pluie	1,24		min
Floculation			
Nombre de cuves	2		unités
Volume de cuve de floculation	300		m ³
Temps de séjour journalier	13,9	17,57	min
Temps de séjour pointe horaire T. Sec	11,29		min
Temps de séjour pointe horaire T. Pluie	6,77		min
Zone de décantation			
Nombre de zones de décantation	2		unités
Surface au miroir	152		m ²
Nombre des plaques	301		unités
Surface élémentaire des plaques	10,00		m ² /m ²
Écartement lamelle	80		mm
Angle d'inclinaison	60		°
Surface totale projetée (surface de Hazen)	1500		m ²
Vitesse de Hazen (pour débit moyen journalier)	1,73	1,37	m/h
Vitesse de Hazen (pour débit horaire de pointe T.S)	2,13		m/h
Vitesse de Hazen (pour débit horaire de pointe T.P)	3,55		m/h
Vitesse au miroir (pour débit moyen journalier)	17,06	13,48	m/h
Vitesse au miroir (pour débit horaire de pointe T.S)	20,97		m/h
Vitesse au miroir (pour débit horaire de pointe T.P)	35,00		m/h
Zone d'épaississement			
Nombre de zones d'épaississement	2		unités
Production de boue mixte	21 393	20 508	kg/j
Concentration des Boues	37		g/l
Teneur en MV/MS	61,5	61,8	%
Débit des boues mixtes	578	554	m ³ /j
Débit des boues mixtes	24,09	23,09	m ³ /h
Capacité de la pompe existante (2 pompes en totalité)	60		m ³ /h
Diamètre de décanteur existant	11		m
Surface totale d'épaississement	190		m ²
Charge appliquée au radier par unité	56,28		kg/m ² /j
Temps de séjour moyen des boues	5		heures
Traitement physico-chimique du phosphore			

FeCl ₃ commercial	6604	6444	kg/j
Masse volumique produite commerciale	1420		kg/m ³
Consommation journalière en FeCl ₃	4,7	4,54	m ³ /j
Volume de stockage actuel	110		m ³
Autonomie	24	24	jours
Injection des polymères			
Concentration de préparation	2		mg/l
Débit de pointe horaire T. Pluie des polymères	2660		g/h
Consommation journalière en polymère commercial	62	49	kg/j

Tableau 23-Vérification de fonctionnement du Multiflo

En appliquant les charges hydrauliques futures sur la filière de traitement primaire actuelle, la vitesse au miroir du décanteur lamellaire de type Multiflo atteint 35 m/h en temps moyen pluvial. Ces survitesses vont engendrer une dégradation du fonctionnement non acceptable.

2.3. Vérification du traitement biologique

Les deux paramètres qui caractérisent le fonctionnement global des réacteurs biologiques sont la charge hydraulique superficielle et la charge volumique appliquée.

Le premier paramètre, la charge hydraulique superficielle, est égal au débit appliqué sur le biofiltre divisé par la surface de celui-ci : c'est la vitesse de passage de l'eau à travers le biofiltre. Le deuxième paramètre représente la charge polluante appliquée sur le massif filtrant pendant un temps donné (généralement 24 heures).

Les bases de fonctionnement des biofiltres diffèrent selon les constructeurs et les configurations d'utilisation (traitement de carbone, nitrification, nitrification dénitrification simultanée, post dénitrification...).

Selon l'OIE, après différentes expérimentations conduites par l'irstea sur une station réalisant la nitrification dénitrification simultanée dans le même réacteur, les critères de fonctionnement appliqués sont les suivantes :

Charge hydraulique	Charge volumique
2 à 4 m/h	0,7 kg N-N-NH ₄ / m ³ aéré/j

Tableau 24-Charges appliquées pour nitrification-dénitrification

Pour la post dénitrification les critères suivants doivent être appliqués

Charge hydraulique	Charge volumique
15 à 20 m/h	1 à 2,5 kg N-NO ₃ / m ³ /j

Tableau 25-Charges appliquées pour post-dénitrification

La vérification du fonctionnement des Biostyr de la station Petite Californie est comme suit :

Effluent primaire + les débits de retours			
Débit journalier à traiter	62.218 (TP)	49.172 (TS)	m ³ /j
Débit de pointe horaire temps pluvial	5 320		m ³ /h

Travail de fin d'étude – Station d'épuration Petite Californie

Débit de pointe horaire temps sec	3 188		m ³ /h
Flux polluants à la sortie du Multiflo			
Flux DCO	9379	9189	kg/j
Flux DBO5	3956	3850	kg/j
Flux MES	2225	2131	kg/j
Flux NTK	3499	3333	kg/j
Flux N-N-NH4	2799	2666	kg/j
Flux Pt	65	63	kg/j
Dimensionnement Biofiltres			
Charge hydraulique appliquée	6,73	4,03	m/h
Surface horizontale de fonctionnement	791	791	m ²
Surface unitaire Bio filtre	113	113	m ²
Nombre de Bio filtre	7	7	unité
Hauteur Bio filtre	3,5	3,5	m
Volume de matériau	2769	2769	m ³
Temps de séjour hydraulique	0,52	0,87	heures
Vitesse de passage	6,73 (> 4)	4,03 (ok)	m/h
Charge volumique appliquée	1,01 (> 0,7)	0,96 (> 0,7)	KgN-N-NH4/m ³
Charge volumique appliquée sur Biofiltres			
Charge appliquée en DCO	3,39	3,32	kg/m ³ /j
Charge appliquée en DBO5	1,43	1,39	kg/m ³ /j
Charge appliquée en MES	0,80	0,77	kg/m ³ /j
Charge appliquée en NTK	1,26	1,20	kg/m ³ /j
Charge appliquée en N-N-NH4	1,01	0,96	kg/m ³ /j
Aération			
Besoin journalier			
% entrée décantée	100,00 %	100,00 %	%
N-NH4 à nitrifier	2 358	2 260	kg/j
Nombre d'heures d'aération	12,00		h
Apport en oxygène	250	250	Nm ³ /kgN-NH4
Besoin en Oxygène	294808	282499	Nm ³ /j
Besoin horaire maxi			
Débit pointe horaire	5 320	3 188	m ³ /h
N-NH4 à nitrifier	68,90	69,57	%
Nombre d'heures d'aération	12,00		h
Apport en oxygène	250	250	Nm ³ /kgN-NH4
Besoin en Oxygène	8 611,88	8 696,42	Nm ³ /j
Lavage Filtres			
Vitesse de lavage	10		Nm/h
Besoin en air par cellule	1130		Nm ³ /h
Volume de lavage	6921		m ³ /j
Débit moyen de lavage (horaire)	288		m ³ /h
Charge hydraulique sortie NDN			
Débit journalier moyen sortie NDN	55297	42251	m ³ /j
Flux sortant NDN			
Flux DCO	1 876	1 838	kg/j
Flux DBO5	396	385	kg/j
Flux MES	223	213	kg/j
Flux NTK	1 050	1 000	kg/j
Ajout de méthanol avant le Post DN			
Flux DCO	6 600	6 337	kg/j

Flux DBO5	5 120	4 884	kg/j
Flux MES	223	213	kg/j
Flux NO3-	1 050	1 000	kg/j
2e étage de post-dénitrification			
Charge hydraulique appliquée	26,62 (> 20)	15,34 (ok)	m/h
Surface horizontale totale	189	189	m ²
Surface unitaire biofiltre	63		m ²
Nombre de biofiltre	3		unités
Hauteur biofiltre	2		m
Volume de matériau	378		m ³
Charge volumique appliquée	2,78 (> 2,5)	2,65 (> 2,5)	KgN-NO ₃ /m ³
Charge appliqué au volume de matériau			
DCO	17,46	16,76	kg/m ³ /j
DBO5	13,54	12,92	kg/m ³ /j
MES	0,59	0,56	kg/m ³ /j
NTK	2,78	2,65	kg/m ³ /j
Lavage Filtres			
Vitesse de lavage	12		Nm/h
Besoin en air par cellule	756		Nm ³ /h
Volume de lavage	945		m ³ /j
Fréquence de lavage	2		fois/j
Volume eau de lavage	1 890		m ³
Consommation et stockage de méthanol			
Rapport (DCO/N_NO3)	4,5		en moyenne
Consommation journalière	4724	4499	kg/j
Densité	0,79		
Consommation journalière méthanol	5,98	5,70	m ³ /j

Tableau 26-Charges futures appliquées Biofiltration

Les charges hydrauliques et volumiques appliquées sur les biofiltres en traitement futur sont supérieures à la capacité de traitement de la station petite Californie : l'étage de biofiltration actuel n'assure pas le bon traitement des charges polluantes.

2.4. Vérification de la capacité de la filière de traitement des boues

Les deux tables d'égouttage existantes de capacité de traitement 300 kg MS/h/unité n'assurent pas le traitement de toute la quantité des boues produites : elles doivent fonctionner 36 h/j pour déshydrater la quantité future des boues produites ce qui est impossible.

Production Boues Mixtes future	21 393 (T.P)	20 508 (T.S)	kg_MS/j
Concentration des Boues	37		g/l
Débit des boues mixtes	578	554	m ³ /j
Débit des boues mixtes	24,09	23,09	m ³ /h
Volume de la bache existante	50		m ³
Autonomie de stockage	2	2	heures
Débit alimentation des tables d'égouttage	300		kg_MS/h/unit
Nombre de tables d'égouttage	2		Tables
Temps de fonctionnement / jour	36	34	h/j

Tableau 27-Fonctionnement futur des tables d'égouttage

Pour vérifier la capacité du digesteur actuel, le calcul des boues épaissies est donc estimé avec l'hypothèse de fonctionnement de 4 tables d'égouttage.

Le digesteur actuel de la petite Californie est prévu pour fonctionner à haute charge thermophile à une température de 50-55°C. Le mélange du contenu des boues primaires et des boues biologiques produites épaissies est très chargé en matières volatiles en suspension. Les boues digérées sont donc très énergétiques et il est possible, pour un fonctionnement normal, d'atteindre des charges de 3 kg de MVS.m³. J⁻¹ et de réduire le temps de digestion à une douzaine de jours.

Production des Boues	20.537 (TP)	19.688 (TS)	kg/j
Concentration moyenne des boues	50,00		g/l
Débit des boues mixtes	411	394	m ³ /j
Concentration en MVS	37,50	37,50	g_MVS/l
Flux massique MVS	15.402	14.765	Kg_MVS/j
Type de digesteur	Digesteur thermophile		
Charge volumique appliquée	2,8		kg/m ³ /j
Volume digesteur souhaitable	5.501		m ³
Volume digesteur existant	4.600		m ³

Tableau 28-Vérification de la capacité future de digestion

Le digesteur actuel n'assure pas la digestion des boues futures d'où la nécessité de l'installation d'un deuxième digesteur.

2.5. Conclusion retenue

Le prétraitement peut assurer le traitement les effluents futurs alors que la file eau Multiflo/ Biostyr, déjà en limite de capacité, surtout en temps de pluie, n'est a fortiori pas en mesure d'assurer le bon traitement des eaux usées futures. L'ensemble des calculs a été mené pour le débit maximal de temps de pluie sans tamponnage ; ces calculs montrent que l'écart temps sec / temps de pluie est trop important pour être gérable par une filière compacte.

Il est donc pris l'hypothèse ici que la collectivité choisit de créer un bassin tampon en tête de station afin de lisser la pluie semestrielle journalière sur 24h. Le débit de pointe temps de pluie sera donc pris égal à : 2.871 m³/h.

La mise à niveau de la station Petite Californie est ainsi dimensionnée pour qu'elle soit capable de traiter un débit nominal de 2.900 m³/h.

3. SOLUTION I : TAMPONNAGE DES DÉBITS DE TEMPS DE PLUIE ET OPTIMISATION DE LA FILE EAU ACTUELLE

3.1. Mise en place du matériau filtrant K5

L'objectif de mettre en place du matériau filtrant K5 sous les billes de biostyrène est d'augmenter et maintenir le volume de massif filtrant dans les Biostyr, dans le but d'augmenter sa capacité volumique et de limiter le taux de colmatage. Comme mentionné ci-dessus (paragraphe 5.6.1), une diminution de perte de charge est estimée à 45% par rapport à un Biostyr standard : dans notre cas d'études, il est proposé d'ajouter 40 cm de K5 sous la couche de Biostyrène pour les deux étages traitement.

Théoriquement, on passera d'une fréquence de lavage journalière à un lavage tous les deux jours pour les NDN et de deux lavages/jour à un lavage par jour pour les Post-DN.

3.2. Vérification du traitement primaire

La vérification du traitement primaire est mentionnée dans le tableau suivant :

Effluents prétraités			
Débit journalier à traiter	53407	40361	m ³ /j
Débit de pointe horaire temps sec	2328		m ³ /h
Débit de pointe horaire temps pluie	2871		m ³ /h
Eau de lavage et retour poste toutes eaux			
Débit journalier à traiter Eau de lavage	4990		m ³ /j
Débit horaire eau de lavage	208		m ³ /h
Retour ensemble poste toutes eaux	200		m ³ /h
Concentration en MES dans l'eau de lavage	0,55		g/l
Flux en MES eaux de lavage	2745		kg/j
Effluents à l'entrée Multiflo			
Débit journalier à traiter	58397	45351	m ³ /j
Débit de pointe horaire temps sec	2 736		m ³ /h
Débit de pointe horaire temps pluie	3 279		m ³ /h
Coagulation			
Nombre de cuves	1		unités
Volume de cuve de coagulation	110		m ³
Temps de séjour journalier	2,712	3,493	min
Temps de séjour pointe horaire T. Sec	2,41		min
Temps de séjour pointe horaire T. Pluie	2,01		min
Floculation			
Nombre de cuves	2		unités
Volume de cuve de floculation	300		m ³
Temps de séjour journalier	14,8	19,05	min
Temps de séjour pointe horaire T. Sec	13,16		min
Temps de séjour pointe horaire T. Pluie	10,98		min
Zone de décantation			
Nombre de zones de décantation	2		unités
	76		
Surface au miroir	152		m ²

Nombre des plaques	301		unités
Surface élémentaire des plaques	10,00		m ² /m ²
Écartement lamelle	80		mm
Angle d'inclinaison	60		°
Surface totale projetée (surface de Ha zen)	1500		m ²
Vitesse de Hazen (pour débit moyen journalier)	1,62	1,26	m/h
Vitesse de Hazen (pour débit horaire de pointe T.S)	1,82		m/h
Vitesse de Hazen (pour débit horaire de pointe T.P)	2,19		m/h
Vitesse au miroir (pour débit moyen journalier)	16,01	12,43	m/h
Vitesse au miroir (pour débit horaire de pointe T.S)	18,00		m/h
Vitesse au miroir (pour débit horaire de pointe T.P)	21,57		m/h
Zone d'épaississement			
Nombre de zones d'épaississement	2		unités
Production de boue mixte	19 514	18 629	kg/j
Concentration des Boues	37		g/l
Teneur en MV/MS	61,5	61,8	%
Débit des boues mixtes	527	503	m ³ /j
Débit des boues mixtes	21,97	20,98	m ³ /h
Capacité de la pompe existante (2 pompes en totalité)	60		m ³ /h
Diamètre de décanteur existant	11		m
Surface totale d'épaississement	190		m ²
Charge appliquée au radier par unité	51,33		kg/m ² /j
Temps de séjour moyen des boues	4		heures
Traitement physico-chimique du phosphore			
Fer à injecter	566	552	kg/j
Masse molaire FeCl ₃ - 6H ₂ O	270,5		g/mol
Pureté de réactif commercial	41		%
FeCl ₃ commercial	6665	6505	kg/j
Masse volumique produit commercial	1420		kg/m ³
Consommation journalière en FeCl ₃	4,7	4,58	m ³ /j
Volume de stockage actuel	110		m ³
Autonomie	23	24	jours
Injection des polymères			
Taux de polymère attendu (polymère pur)	1		mg/l
Concentration de préparation	2		mg/l
Débit de pointe horaire T. Pluie des polymères	1578		g/h
Consommation journalière en polymère commercial	58	45	kg/j

Tableau 29-Vérification de fonctionnement du traitement primaire

La vitesse de fonctionnement des Multiflo en temps de pluie est dans la limite maximale acceptable.

Cette réduction par rapport à l'état actuel est expliquée par :

- Le bassin tampon gère les pointes hydrauliques en temps de pluie ;
- La mise en place du K5 réduit la fréquence de lavage des Biostyr et donc limite les eaux de lavage recirculées en tête.

3.3. Vérification du traitement biologique

En ajoutant la hauteur de 40 cm de matière filtrante K5 au-dessous des deux étages de traitement biologique, les charges hydrauliques et polluantes appliquées sur la biofiltration sont les suivantes :

Travail de fin d'étude – Station d'épuration Petite Californie

Effluent primaire + les débits de retours			
Débit journalier à traiter	58.397 (TP)	45.351 (TS)	m ³ /j
Débit de pointe horaire temps pluvial	3 279		m ³ /h
Débit de pointe horaire temps sec	2 736		m ³ /h
Flux polluants à la sortie de Multiflo			
Flux DCO	9379	9189	kg/j
Flux DBO5	3956	3850	kg/j
Flux MES	2015	1921	kg/j
Flux N-N-NH4	2488	2370	kg/j
Flux Pt	65	63	kg/j
Dimensionnement Biofiltres			
Charge hydraulique appliquée	4,15	3,46	m/h
Surface horizontale de fonctionnement	791	791	m ²
Surface unitaire Bio filtre	113	113	m ²
Nombre de Bio filtre	7	7	unité
Hauteur Bio filtre (+40 cm K5)	3,9	3,9	m
Volume de matériau	3085	3085	m ³
Temps de séjour hydraulique	0,98	1,13	heures
Vitesse de passage	3,99	3,46	m/h
Charge volumique appliquée	0,91	0,86	KgN-N-NH4/m ³
Nombre de Bio filtre + 1	8		unités
Charge volumique appliquée sur Biofiltres			
Charge appliquée en DCO	3,04	2,98	kg/m ³ /j
Charge appliquée en DBO5	1,28	1,25	kg/m ³ /j
Charge appliquée en MES	0,65	0,62	kg/m ³ /j
Charge appliquée en N-NH4	0,91	0,86	kg/m ³ /j
Aération			
Besoin journalier			
N-NH4 à nitrifier	2366	2286	kg/j
Nombre d'heures d'aération	12,00		h
Apport en oxygène	250	250	Nm ³ /kgN-NH4
Besoin en Oxygène	295763	283454	Nm ³ /j
Besoin horaire maxi			
Débit pointe horaire	3 297	2 736	m ³ /h
N-NH4 à nitrifier	64,22	61,72	%
Apport en oxygène	250	250	Nm ³ /kgN-NH4
Besoin en Oxygène	8 027	7 714	Nm ³ /j
Lavage Filtres			
Vitesse de lavage	10		Nm/h
Besoin en air par cellule	1130		Nm ³ /h
Volume de lavage	3856		m ³ /j
Débit moyen de lavage (horaire)	161		m ³ /h
Charge hydraulique sortie NDN			
Débit journalier moyen sortie NDN	54541	41495	m ³ /j
Ajout de méthanol avant le Post DN			
Flux DCO	6 075	5 837	kg/j
Flux DBO5	4 595	4 384	kg/j
Flux MES	202	192	kg/j
Flux NO3-	1050	1000	kg/j
2e étage de post-dénitrification			
Charge hydraulique appliquée	15,65	12,87	m/h

Surface horizontale totale	189	189	m ²
Surface unitaire biofiltre	63		m ²
Nombre de biofiltre	3		unités
Hauteur biofiltre (+40 cm de K5)	2,4		m
Volume de matériau	454		m ³
Charge volumique appliquée	2,31	2,20	KgN-NO ₃ /m ³
Charge appliquée au volume de matériau			
DCO	13,39	12,87	kg/m ³ /j
DBO5	10,13	9,67	kg/m ³ /j
MES	0,44	0,42	kg/m ³ /j
NTK	2,06	1,96	kg/m ³ /j
Lavage Filtres			
Vitesse de lavage	12		Nm/h
Besoin en air par cellule	756		Nm ³ /h
Volume de lavage (volume bêche eau propre)	1134		m ³ /j
Volume eau de lavage	1 134		m ³
Consommation et stockage de méthanol			
Rapport (DCO/N_NO ₃)	4,5		en moyenne
Consommation journalière	4724	4499	kg/j
Consommation journalière méthanol	5,98	5,70	m ³ /j

Tableau 30-Vérification de fonctionnement du traitement biologique

L'étage biologique peut assurer le traitement des charges polluantes pour la charge maximale de fonctionnement (limite charges hydrauliques et polluantes en NDN).

Avec les problèmes actuels rencontrés sur la biofiltration et dans le but de garantir une qualité de rejet conforme, il est néanmoins jugé prudent de soulager la filière de traitement actuelle et proposer une extension par boues activées pour traiter les flux en excès, notamment en temps de pluie.

Ce chapitre ne présente pas de solution de mise à niveau de la file boue ; celle-ci est présentée dans le chapitre suivant.

4. SOLUTION II : TAMPONNAGE DES DÉBITS DE TEMPS DE PLUIE ET EXTENSION PAR BOUES ACTIVÉES

4.1. Répartition des flux à traiter entre files actuelle et future

Cette solution garde comme préalable la nécessité de mise en place d'un bassin tampon à l'aval de la station.

Dans le but de maintenir un bon fonctionnement de la filière de traitement primaire actuelle (le Multiflo étant limitant), il est proposé la répartition suivante : 75% du débit nominal est envoyé sur la file actuelle (débit correspondant = 2.153 m³/j) et 25% est envoyé vers l'extension.

Flux à traiter par biofiltration (Bâtiment existant)			
Débit maximal à traiter	40 055	30 271	m ³ /j
Débit de pointe horaire temps de pluie	2 153		m ³ /h

Débit de pointe horaire temps sec	1 746		m ³ /h
DBO5	9 890	9 624	kg/j
DCO	23 447	22 972	kg/j
MES	13 055	12 346	kg/j
NTK	2 430	2 315	kg/j
Pt	294	282	kg/j
Charges hydraulique et polluante à traiter (Extension)			
Débit maximal à traiter	13 352	10 090	m ³ /j
Débit de pointe horaire temps de pluie	718		m ³ /h
Débit de pointe horaire temps sec	582		m ³ /h
DBO5	3 297	3 208	kg/j
DCO	7 816	7 657	kg/j
MES	4 352	4 115	kg/j
NTK	810	772	kg/j
Pt	98	94	kg/j

Tableau 31- Répartition des effluents

4.2. Transfert des effluents

Le transfert des effluents du bâtiment de prétraitement vers le bâtiment biologique actuel est opéré via deux conduites fonctionnant en charge (1 conduite de DN 900 et 1 conduite DN 800). La capacité actuelle des deux conduites permet pas transfert de la fraction du débit à traiter en fonctionnement futur ; pour l'extension, il y aura donc lieu de lui adjoindre deux nouvelles conduites DN 300.

4.3. Adaptation de la file eau existante

4.3.1 Relevage des eaux prétraitées

Les effluents issus des prétraitements s'écoulent gravitairement vers le poste de relevage. Ce poste est nécessaire pour que l'eau à traiter s'écoule ensuite d'une façon gravitaire du traitement primaire jusqu'au rejet en Loire ; cela permet également d'éviter d'enterrer les ouvrages à cause des contraintes géotechniques du site.

La bache de relevage existante de volume 200 m³ située dans le bâtiment du traitement biologique est équipée de 6 pompes :

- Relevage à grand débit : 4 pompes dont 2 à débit variable et 2 à débit fixe, dont une pompe de secours ;
- Relevage à faible débit : 2 pompes à débit variable dont une en secours.

Les caractéristiques des pompes installées sont les suivantes :

Caractéristiques des Pompes				
Équipements	Fonction	État	Direction	Caractéristiques
4 pompes pouvant fonctionner en simultanée	Relèvements à grand débit des eaux prétraitées	Existant	Bâtiment existant de traitement	HMT = 15.5 mCE
				Débit max unitaire = 1100 m ³ /h
				Puissance installé : 75 kW
		Existant		HMT = 15.2 mCE

2 pompes pouvant fonctionner en simultanée	Relèvements à petit débit		Bâtiment existant de traitement	Débit max unitaire = 400 m ³ /h
				Puissance installé : 30 kW

Tableau 32- Caractéristiques des pompes installées

La vérification du volume de la bache de relevage est détaillée ci-après :

Débit de relevage maximal (inclus les eaux de retour de lavage)	2800	m ³ /h
Nombre de pompes pouvant fonctionner en simultanée	3	unités
Nombre de démarrages	4	Fois
Volume utile de la bache	58	m ³

Tableau 33- Volume utile de la bache existante

Le volume de la bache actuelle est surdimensionné ; il y aura probablement lieu de l'aménager pour la bonne gestion du débit minimum de temps sec.

4.3.2 Traitement primaire lamellaire

Le bâtiment de traitement actuel traite 75% du débit nominal futur. Le traitement primaire type Multiflo réunit les étapes de traitement suivantes dans son fonctionnement futur :

- la cuve de coagulation de volume 110 m³, le coagulant injecté étant le chlorure ferrique pour traiter la pollution phosphorique. Une mesure continue des phosphates en sortie de traitement primaire permet d'ajuster le traitement de façon à obtenir un rejet de 1 mg/L de Pt. Une consommation nominale de 4918 kg du produit commercial est prévue ; le volume de stockage actuel est de 110 m³ assurant une autonomie de fonctionnement de 32 jours. À la sortie de la coagulation, l'effluent est réparti vers les deux files de traitement parallèle ;

- Deux cuves de floculation agitées avec injection d'un polymère qui assure la floculation des boues, la quantité prévue de polymère à injecter pouvant atteindre 44 kg/j par temps de pluie ;

- Deux zones de décantation lamellaire occupées par les plaques ;

- Deux zones de décantation et d'épaississement des boues au fond de l'ouvrage.

Le traitement physico-chimique par l'injection de chlorure ferrique peut consommer le TAC des effluents à traiter, ce qui nuit aux cinétiques de nitrification. En effet, un manque de substrat HCO₃⁻ entraîne le blocage de la nitrification étant donné que 1 mg de N-N-NH₄ à nitrifier consomme 8.5 mg de HCO₃⁻ (selon FNDAE), d'où la nécessité d'injecter du lait de chaux pour corriger la carence en TAC.

Le volume d'injection maximal de lait de chaux est de l'ordre de 4 m³/h ; le stockage actuel de 30 m³ assure une autonomie de stockage de 8 heures. De la même façon, une injection d'acide phosphorique est prévue pour éviter les carences en phosphore (ratio C/N/P équilibré devant correspondre aux besoins des bactéries 100/05/01).

Les boues extraites sont de deux types : boues biologiques et boues de phosphatation. Le rendement épuratoire des Multiflo pour l'abattement des MES est de l'ordre de 90% et 85% pour la pollution phosphorique (traitement physico-chimique).

Dans notre cas d'étude, l'exploitation actuelle est très affectée par le colmatage des Biostyr à cause de passage des quantités importantes des MES du traitement primaire lié aux survitesses provoquées par les surcharges hydrauliques. Il est donc proposé l'adaptation du traitement primaire de la file existante avec une limitation de la vitesse au miroir du Multiflo de 15 m/h (valeur de sécurité pour des eaux d'arrivées plus importantes) ; cette hypothèse pourra valablement être vérifiée par la mise en place de mesures ponctuelles en entrée et sortie du Multiflo existant.

Effluents prétraités			
Débit journalier à traiter	40.055 (TP)	30.271 (TS)	m ³ /j
Débit de pointe horaire temps sec	1746		m ³ /h
Débit de pointe horaire temps pluie	2153		m ³ /h
Pourcentage de retour	18 %	18 %	%
Flux en NTK (N-NH ₄)	437	417	kg/j
Pourcentage de retour	11 %	11 %	%
Flux en PT (PO ₄)	32	31	kg/j
Eau de lavage et retour poste toutes eaux			
Débit journalier à traiter E.L	8810		m ³ /j
Débit de pointe horaire eau de lavage	441		m ³ /h
Retour ensemble poste toutes eaux	200		m ³ /h
Concentration en MES dans l'eau de lavage	0,55	0,55	g/l
Flux en MES eau de lavage	4 846	4 846	kg/j
Effluents à l'entrée Multiflo			
Débit journalier à traiter	48 865	39 081	m ³ /j
Débit de pointe horaire temps sec	2 387		m ³ /h
Débit de pointe horaire temps pluie	2 794		m ³ /h
Coagulation			
Nombre de cuves	1		unités
Volume de cuve de coagulation	110		m ³
Temps de séjour journalier	3,242	4,053	min
Temps de séjour pointe horaire T. Sec	2,77		min
Temps de séjour pointe horaire T. Pluie	2,36		min
Traitement physico-chimique du phosphore			
Fer à injecter	417	407	kg/j
Masse molaire FeCl ₃ - 6H ₂ O	270,5		g/mol
Pureté de réactif commercial	41		%
FeCl ₃ commercial	4918	4798	kg/j
Masse volumique du produit commercial	1420		kg/m ³
Consommation journalière en FeCl ₃	3,5	3,38	m ³ /j
Volume de stockage actuel	110		m ³
Autonomie	32	33	jours
Floculation			
Nombre de cuves	2		unités
Volume d'une cuve de floculation	300		m ³
Temps de séjour journalier	17,7	22,11	min
Temps de séjour pointe horaire T. Sec	15,08		min

Temps de séjour pointe horaire T. Pluie	12,89		min
Injection des polymères			
Taux de polymère attendu (polymère pur)	1		mg/l
Concentration de préparation	2		mg/l
Débit de pointe horaire Temps .pluie des polymères	1397		g/h
Consommation journalière en polymère commercial	49	39	kg/j
Zone de décantation			
Nombre de zones de décantation	2		unités
surface au miroir pour une zone	76		m ²
Surface au miroir totale	152		m ²
Nombre des plaques	301		unités
Surface élémentaire des plaques	10,00		m ² /m ²
Angle d'inclinaison	60		°
Surface totale projetée (surface de Ha zen)	1500		m ²
Vitesse de Hazen (pour débit moyen journalier)	1,36	1,09	m/h
Vitesse de Hazen (pour débit horaire de pointe T.S)	1,59		m/h
Vitesse de Hazen (pour débit horaire de pointe T.P)	1,86		m/h
Vitesse au miroir (pour débit moyen journalier)	13,40	10,71	m/h
Vitesse au miroir (pour débit horaire de pointe T.S)	15,70		m/h
Vitesse au miroir (pour débit horaire de pointe T.P)	18,38		m/h

Tableau 34- Adaptation du Traitement primaire existant

La vitesse au miroir au niveau des Multiflo varie entre 10 et 18 m/h : ces ordres de vitesses assurent le bon fonctionnement des Multiflo et la bonne rétention des MES.

4.3.3 Fonctionnement futur du traitement biologique Biostyr

Pour rappel, l'étage de traitement biologique existant est composé de :

- 7 cellules NDN de surface 113 m² ;
- 1 cellule de secours de surface 113 m² ;
- 3 cellules de post-dénitrification de surface 63 m².

Les cellules de NDN sont alimentées gravitairement depuis le canal de sortie des Multiflo. Les nouvelles charges hydrauliques appliquées sur les biofiltres sont de l'ordre de 3 m/s en temps de pluie, ce qui assure le bon fonctionnement du traitement en nitrification/dénitrification.

Le traitement en nitrification/dénitrification est assuré en deux phases : une première phase de nitrification au cours de laquelle l'ammoniac se transforme en nitrate, ce qui nécessite un milieu aérobie et une seconde phase de dénitrification pour traiter les nitrates et les transformer en azote gazeux en anoxie.

Après la nitrification, une partie de l'eau traitée est recirculée dans le canal d'alimentation ; la bache de recirculation existante est accolée au canal d'alimentation des Biostyr. Lors du traitement des eaux recirculées, un arrêt de l'aération est obligatoire pour maintenir l'anoxie. En effet, pour les biofiltres qui assurent à la fois la nitrification et la dénitrification, il est important de régler le débit d'air de façon à ne pas les sur-aérer ; cela permet également de limiter les consommations énergétiques.

L'air procédé et de lavage est fourni par des surpresseurs équipés de variateurs de fréquence pour adapter le débit d'air nécessaire au flux à traiter. Les apports en oxygène doivent être suffisants pour nitrifier la pollution azotée et sont de l'ordre de 250 Nm³ d'air/kg d'ammonium à traiter.

Le niveau poussé de traitement de l'azote nécessite un autre étage de traitement par des Biostyr type post-dénitrification fonctionnant en permanence en anoxie pour assurer le traitement des nitrates.

Cet étage de post-dénitrification est déjà composé de 3 cellules de traitement avec une surface unitaire de 63 m² ; cet étage nécessite l'apport d'une source de carbone facilement assimilable en fonction de la concentration de NO₃⁻ à dénitrifier. Le ratio carbone soluble/NH₃⁻ dépend du substrat carboné : pour le méthanol, ce ratio est de l'ordre de 4,5¹¹. L'injection de méthanol se fait par une pompe doseuse équipée d'un variateur de fréquence pour ajuster la dose de réactif en fonction de la concentration mesurée de NO₃⁻.

Les deux étages de biofiltration nécessitent des lavages périodiques en fonction du colmatage de leurs matières filtrantes. Actuellement, en fonctionnement normal d'après le retour de l'exploitant, le lavage se fait avec une fréquence d'une fois par jours pour les NDN et deux fois par jours pour les post-DN.

Le volume d'eaux de lavage nécessaire est de l'ordre de 2,5 fois le volume de matériau. Les eaux sales de lavage sont évacuées vers une bache de stockage dédiée puis refoulées en tête du traitement primaire.

Effluent primaire + les débits de retours			
Débit journalier à traiter	48.865 (TP)	39.081 (TS)	m ³ /j
Débit de pointe horaire temps de pluie	2 794		m ³ /h
Débit de pointe horaire temps sec	2 387		m ³ /h
Flux polluants à l'entrée des Biofiltres			
Flux DCO	7034	6892	kg/j
Flux DBO5	2967	2887	kg/j
Flux MES	1790	1719	kg/j
Flux NTK	2581	2458	kg/j
Flux N-N-NH4	2065	1966	kg/j
Dimensionnement Biofiltres			
Charge hydraulique appliquée	3,53		m/h
Surface horizontale de fonctionnement	791		m ²
Surface unitaire Bio filtre	113		m ²
Nombre de Bio filtre	7		unité
Hauteur Bio filtre	3,5		m
Volume de matériau	2 769		m ³
Temps de séjour hydraulique	1,02	1,16	heures
Vitesse de passage	3,53	3,02	m/h
Charge volumique appliquée	0,75		KgN-N-NH4/m ³
Charge volumique appliquée sur Biofiltres			
Charge appliquée en DCO	2,54	2,49	kg/m ³ /j
Charge appliquée en DBO ₅	1,07	1,04	kg/m ³ /j
Charge appliquée en MES	0,65	0,62	kg/m ³ /j
Charge appliquée en NTK	0,93	0,89	kg/m ³ /j
Charge appliquée en N-N-NH4	0,75	0,71	kg/m ³ /j
Aération			
Besoin journalier			

N-NH ₄ ⁺ à nitrifier	1 672	1 627	kg/j
Nombre d'heures d'aération	12,00		h
Apport en oxygène	250	250	Nm ³ /kgN-NH ₄
Besoin en Oxygène	208982	203329	Nm ³ /j
Besoin horaire maxi			
Débit de pointe horaire	2 702	2 387	m ³ /h
N-NTK entrées	51	38	kg/h
N assimilées	2,23	1,62	kg/h
N résiduel	13,51	11,93	kg/h
N-NH ₄ ⁺ à nitrifier	35,43	24,40	%
Nombre d'heures d'aération	12		h
Apport en oxygène	250	250	Nm ³ /kgN-NH ₄
Besoin en Oxygène	4 428,87	3 049,54	Nm ³ /h
Lavage Filtres			
Vitesse de lavage	12		Nm/h
Besoin en air par cellule	1356		Nm ³ /h
Volume de lavage	6921		m ³ /j
Débit moyen de lavage (horaire)	288		m ³ /h
Charge hydraulique sortie NDN			
Débit journalier moyen sortie NDN	41944	32160	m ³ /j
Débit de pointe horaire temps pluvial	2 414		m ³ /h
Débit de pointe horaire temps sec	2 098		m ³ /h
Flux sortant NDN			
Flux DCO	1 407	1 378	kg/j
Flux DBO ₅	297	289	kg/j
Flux MES	179	172	kg/j
Flux NH ₃ ⁺	774	737	kg/j
Ajout de méthanol avant le Post DN			
Flux DCO	4 891	4 697	kg/j
Flux DBO ₅	3 781	3 607	kg/j
Flux MES	179	172	kg/j
Flux NH ₃ ⁺	774	737	kg/j
2e étage de post-dénitrification			
Charge hydraulique appliquée	14,78		m/h
Surface horizontale totale	189		m ²
Surface unitaire biofiltre	63		m ²
Nombre de biofiltre	3		unités
Hauteur biofiltre	2		m
Volume de matériau	378		m ³
Charge volumique appliquée	2,05		KgN-NO ₃ /m ³
Charge appliquée au volume de matériau			
DCO	12,94	12,42	kg/m ³ /j
DBO ₅	10,00	9,54	kg/m ³ /j
MES	0,47	0,45	kg/m ³ /j
N-NO ₃	2,05	1,95	kg/m ³ /j
Lavage Filtres			
Vitesse de lavage	12		Nm/h
Besoin en air par cellule	756		Nm ³ /h
Volume de lavage (volume bache eau propre)	945		m ³ /j
Fréquence de lavage	2		fois/j
Volume eau de lavage	1 890		m ³

Débit moyen de lavage horaire	79		m ³ /h
Consommation et stockage de méthanol			
Rapport (DCO/N_NO ₃)	4,5		en moyenne
Consommation journalière	3484	3318	kg/j
Densité	0,79		
Consommation journalière méthanol	4,41	4,20	m ³ /j

Tableau 35- Adaptation du Traitement biologique existant

Les Charges appliquées en biofiltration assurent un bon fonctionnement des deux étages de traitement.

4.4. Extension de la file eau : traitement par boues activées

4.4.1 Relevage vers l'extension

À la sortie du répartiteur de l'ouvrage de prétraitement existant, la deuxième fraction des eaux prétraitées est acheminée vers le nouveau poste de relevage dédié à l'extension. Ce choix est préféré à la réutilisation de la bêche actuelle afin de permettre le regroupement des eaux prétraitées et des eaux de retour au même endroit, afin d'obtenir une bonne homogénéisation des effluents.

Débit de relevage maximal (inclus les eaux de retours)	1000	m ³ /h
Nombre de pompes pouvant fonctionner en simultanée	2	unités
Nombre de démarrages	4	Fois
Volume utile	31	m ³

Tableau 36- Nouveau poste de relevage

La bêche de relevage projeté de volume utile 31 m³ sera équipée de 3 pompes à débit variable de capacité maximale 500 m³/h dont un de secours.

4.4.2 Traitement primaire de l'extension

Le traitement primaire choisi est similaire à l'existant : traitement par décantation lamellaire sur des Multiflo. Le choix de cette technologie de traitement est basé sur les raisons suivantes :

- Une forte élimination des matières en suspension qui peut atteindre 90% donc une forte production de boues énergétiques qui alimenteront le digesteur (production d'énergie supérieure à celle d'un simple décanteur) ;
- Une forte élimination de la pollution carbonée qui atteint 70% donc moins de consommation d'oxygène en aval dans le traitement biologique, ce qui nous conduit à un gain énergétique important ;
- Le traitement physico-chimique de la pollution phosphorique par injection de chlorure ferrique ;
- La compacité (par rapport à un décanteur simple).

Le Multiflo futur réuni les étapes de traitement suivantes :

-Une cuve de coagulation de volume 60 m³ ; le coagulant injecté est le chlorure ferrique pour traiter la pollution phosphorique. Une consommation moyenne journalière de 1686 kg de produit commercial est prévue. À la sortie de la coagulation, l'effluent est réparti vers la file de floculation ;

- Une cuve de floculation agitée avec injection d'un polymère qui assure la floculation des boues ; la quantité prévue du polymère à injecter peut atteindre 13 kg/j en temps pluvial ;
- Une zone de décantation lamellaire occupée par les plaques ;
- Une zone de décantation et d'épaississement des boues au fond de l'ouvrage.

Effluents prétraités			
Débit journalier à traiter	13.352 (TP)	10.090 (TS)	m ³ /j
Débit de pointe horaire temps sec	582		m ³ /h
Débit de pointe horaire temps pluie	718		m ³ /h
Eau de lavage et retour poste toutes eaux			
Retour ensemble poste toutes eaux	200		m ³ /h
Concentration en MES dans l'eau de retours	0,50		g/l
Flux en MES eaux de lavage	2 400		kg/j
Retour lié à la digestion (digesteur projeté)			
Pourcentage de retour	18 %	18 %	%
Flux en NTK (N-NH ₄)	146	139	kg/j
Pourcentage de retour	11 %	11 %	%
Flux en PT (PO ₄)	11	10	kg/j
Charges polluantes à l'entrée Multiflo			
Flux en DCO	7816	7657	kg/j
Flux en DBO ₅	3297	3208	kg/j
Flux en MES	6752	6515	kg/j
Flux en NTK	956	910	kg/j
Flux en PT	109	104	kg/j
Effluents à l'entrée Multiflo			
Débit journalier à traiter	13 352	10 090	m ³ /j
Débit de pointe horaire temps sec	782		m ³ /h
Débit de pointe horaire temps pluie	918		m ³ /h
Coagulation			
Nombre de cuves	1		unités
Volume de cuve de coagulation	60		m ³
Temps de séjour journalier	6,471	8,563	min
Temps de séjour pointe horaire T. Sec	4,60		min
Temps de séjour pointe horaire T. Pluie	3,92		min
Traitement physico-chimique du phosphore			
Fer à injecter	2556	2495	mol/j
Fer à injecter	143	140	kg/j
Pureté de réactif commercial	41		%
FeCl ₃ commercial	1686	1646	kg/j
Consommation journalière en FeCl ₃	1,2	1,16	m ³ /j
Volume de stockage projeté	50		m ³
Autonomie	42	43	jours
Floculation			
Nombre de cuves	1		unités
Volume d'une cuve de floculation	150		m ³
Temps de séjour journalier	16,2	21,41	min
Temps de séjour pointe horaire T. Sec	11,51		min
Temps de séjour pointe horaire T. Pluie	9,81		min
Injection des polymères			
Taux de polymère attendu (polymère pur)	1		mg/l

Concentration de préparation	2		mg/l
Débit de pointe horaire Temps pluie des polymères	459		g/h
Consommation journalière en polymère commercial	13	10	kg/j
Zone de décantation			
Nombre de zones de décantation	1		unités
Surface au miroir totale	56		m ²
Vitesse au miroir (pour débit moyen journalier)	9,93	7,51	m/h
Vitesse au miroir (pour débit horaire de pointe T.S)	13,96		m/h
Vitesse au miroir (pour débit horaire de pointe T.P)	16,39		m/h

Tableau 37- Traitement primaire projeté

Les mesures de la concentration en phosphore et en TAC à la sortie du traitement primaire sera en continue, avec le même principe de fonctionnement du Multiflo actuel, il est préconiser d'injecter l'acide phosphorique et la chaux pour garantir un bon fonctionnement biologique

4.4.3 Principe de Fonctionnement biologique

Le traitement biologique présente le cœur du traitement par boues activées ; il est composé principalement de :

- Un réacteur dans lequel se développent les micro-organismes responsables du traitement dans un milieu aéré ou non ;
- Une séparation liquide-solide qui se fait dans un clarificateur ;
- Une recirculation des boues depuis le clarificateur vers le réacteur biologique.

Pour dimensionner le bassin d'aération, il est important de déterminer :

- La charge massique ;
- L'âge des boues ;
- Les cinétiques de nitrification et de dénitrification.

Pour la station Petite Californie, le niveau attendu de traitement biologique de la pollution azotée et carbonée est élevé. Pour atteindre des niveaux d'épuration satisfaisants, le traitement biologique doit donc être réalisé en faible charge avec une aération prolongée.

4.4.4 Fonctionnement et dimensionnement de la zone de contact

Les eaux issues du traitement primaire sont acheminées vers la zone de contact au centre du bassin biologique ; le rôle de cette zone de contact est de réaliser un bon mélange des boues recirculées avec les effluents issus du traitement primaire et de réduire ainsi le développement des bactéries filamenteuses (favorisé par une faible concentration). Le dimensionnement de la zone de contact s'appuie sur le débit maximal temps de pluie additionné des eaux retours ; le volume ainsi obtenu est de 172 m³ avec un temps de contact de 10 minutes. Pour une parfaite homogénéisation, cette zone de contact doit être équipée d'un agitateur immergé.

4.4.5 Fonctionnement et dimensionnement du bassin d'aération

Le mode de fonctionnement du bassin d'aération est le syncopage d'aération :

- Afin d'assurer un abattement de la pollution organique (minéralisation de la matière organique) et un processus de nitrification (conversion de l'ammonium N-NH₄⁺ en nitrates NO₃⁻) optimal, le bassin

d'aération doit assurer une capacité d'oxygénation de 180 kgO₂/h en fonctionnement nominal pour un rendement d'oxygénation estimé à 5% ;

- Un fonctionnement en anoxie, pour la dénitrification (conversion de NO₃⁻ en diazote gazeux N₂) ; l'oxygénation est coupée et un agitateur immergé (agitateur immergé lent) permet de garder la biomasse homogène et favorise le passage de l'ensemble de la biomasse à la phase anoxique.

Le bassin d'aération retenu a une hauteur de 5 m ; le mode d'aération associé est l'insufflation d'air fines bulles, les turbines n'étant pas adaptées pour un bassin de hauteur de 5 m. De plus, elles peuvent générer des nuisances sonores à éviter à cause de la proximité des riverains.

Le fonctionnement de l'aération par insufflation de fines bulles d'air est régulé par une sonde oxygène et sur horloge (secours en cas de défaillance de la sonde). La durée des cycles (une dizaine de cycles par jour environ) est réglée par asservissement par rapport à des seuils d'oxygène dissout et de potentiel redox. Des seuils hauts sur les sondes d'oxygène dissout/potentiel redox permettent de détecter la fin de la nitrification. Inversement, des seuils bas sont un moyen d'identifier la fin de la dénitrification.

Une analyse continue des concentrations en ammonium peut également être envisagée ; elle permet théoriquement d'ajuster les quantités d'oxygènes aux besoins en fonction de la nature de l'effluent présent dans le bassin d'aération.

Le débit de recirculation des boues est estimé à 100% (pour un traitement biologique à faible charge $cm = 0,13 < 0,2$). Il pourra être ajusté en fonction de la concentration des boues observée dans le réacteur biologique, afin d'assurer le maintien d'une quantité suffisante de biomasses au sein du système. La recirculation des boues s'effectue au moyen de deux pompes centrifuges immergées dans un poste de recirculation des boues. La fraction non recirculée des boues est pompée vers la filière de traitement des boues.

Unité de traitement	Temps de contact	Volume (m ³)	Hauteur (m)	Diamètre (m)
Zone de contact	10 min	172	5	7
Bassin d'aérobie/anoxie	-	2900	5	28

Tableau 38- Caractéristiques du bassin d'aération

4.4.6 Fonctionnement du dégazage Fosse à flottant :

À la sortie de bassin d'aération, l'eau passe à travers un ouvrage de dégazage qui a pour rôle d'éliminer l'excès d'oxygène et d'azote gazeux dans l'effluent avant son transfert vers le clarificateur ; cela permet de limiter les remontées de flottants en surface du clarificateur.

Unité de traitement	TSH/ Temps de contact	Volume (m ³)	Hauteur (m)	Surface (m)
Dégazeur	5 min	148	4.5	33

Tableau 39- Caractéristiques du dégazeur

4.4.7 Clarification

Le clarificateur est l'ouvrage qui permet de décanter les boues formées dans le bassin d'aération. Ces boues sont soutirées depuis le fond de l'ouvrage vers un poste de recirculation ; le débit de recirculation des boues estimé à **100%** se scinde en deux avec une redirection vers la zone de contact (débit calculé de 133 m³/h) et vers le bassin aérobie/anoxie (788 m³/h). Cette configuration permet d'assurer un développement optimal des bactéries floculants dans la zone de contact.

Le clarificateur projeté de diamètre 33 m est de type circulaire avec succion radiale des boues. La succion est généralement employée pour des ouvrages de grande dimension avec un diamètre supérieur à 25 m. Le clarificateur a une structure à fond plat ; les boues décantées au fond de l'équipement seront aspirées par des tubes verticaux situés le long du rayon de l'ouvrage. Elles arrivent ensuite dans une gouttière depuis laquelle elles sont évacuées dans un siphon placé au centre de l'installation vers la bache de recirculation.

Unité de traitement	TSH + TSB	Volume(m ³)	Hauteur(m)	Surface (m ²)	Diamètre(m)
Clarificateur secondaire	2,5 h	2396	2,7	872	33

Tableau 40- Caractéristiques du clarificateur projeté

4.4.8 Recirculation des boues :

Afin de maintenir une quantité de biomasses suffisante dans le bassin d'aération pour assurer l'épuration biologique, il est nécessaire de ramener dans ce bassin une partie des boues récupérées au niveau du décanteur. C'est le rôle du poste de recirculation des boues.

Les pompes de recirculation et les conduites de liaison sont calculées pour assurer une recirculation de plus de 200% du débit de pointe, dimensionnement sécuritaire permettant d'assurer une forte recirculation en cas de problèmes de fonctionnement lié aux bactéries filamenteuses.

Débit de recirculation maximal	2100	m ³ /h
Nombre de pompes pouvant fonctionner en simultanée	3	unités
Nombre de démarrages	4	Fois
Volume utile de la bache	44	m ³

Tableau 41- Poste de recirculation des boues

La bache de recirculation projetée de volume utile 44 m³ sera équipée de 4 pompes à débit variable de capacité maximale de 700 m³/h dont une de secours.

4.4.9 Comptage des eaux traitées :

L'ouvrage de comptage ouvert projeté, équipé d'un canal venturi ; sera également équipé d'un préleveur réfrigéré asservi au débit, pour vérifier la qualité des eaux rejetées en Loire.

La proposition d'un second point de rejet reste soumise à la validation de la DDTM (ce second point de rejet est proposé, car la parcelle existante est séparée de la parcelle de l'extension par un ruisseau, dont le franchissement, nécessaire au transfert vers le point de rejet actuel, est contraignant).

5. COMPARAISON ENTRE LES DEUX SOLUTIONS PROPOSÉES

Les deux solutions futures sont de nature intensive, l'une à culture libre et l'autre à culture fixée.

Chaque filière de traitement a des avantages et des inconvénients.

Les caractéristiques des deux filières sont mentionnées dans le tableau suivant :

	Avantages	Inconvénients
Biofiltration (Ajout du K5)	<ul style="list-style-type: none"> -Empreinte au sol réduit (environ 8 fois moins qu'un procédé à boues activées classique) -Construction modulaire -Pas de décanteur secondaire -Boues extraites de bonne qualité 	<ul style="list-style-type: none"> -Nécessité une décantation lamellaire en amont -Coût d'exploitation élevé -Exploitation très difficile -Nécessité d'un personnel formé -Maintenance complexe -Procédé nécessitant un post dénitrification et donc l'ajout de méthanol (coût réactif) -Eaux de lavage représentant jusqu'à 30% du volume d'eau épurée -Sensibilité aux fortes charges hydrauliques (détection de colmatage) -Problématique de colmatage du matériau filtrant et besoin de recirculation.
Boues activées	<ul style="list-style-type: none"> -Élimination de l'azote global possible (dénitrification) par syncopage de l'aération ou zone d'anoxie. -Bonnes performances de la pollution carbonée, azotée, phosphorique pour des charges importantes -Élimination possible du phosphore par voie physico-chimique et/ou biologique -Relative résistance aux à-coups de charge -Boues secondaires extraites minéralisées -Capacité de traitement d'un débit qui peut atteindre le 300% du débit moyen temps sec 	<ul style="list-style-type: none"> -Coût d'exploitation relativement élevé (moins élevés qu'une biofiltration) -Coût d'investissement -Exploitation attentive nécessaire (extraction et traitement des boues, gestion de l'aération...) -Nécessité d'un personnel formé -Emprise au sol plus grande par rapport aux filières compactes -Ouvrages visibles : intégration visuelle plus difficile.

Tableau 42- Avantages et inconvénients des solutions proposées

Le traitement actuel de la station de la station Petite Californie présente plusieurs problèmes de fonctionnement et une exploitation difficile, des rendements épuratoires médiocres surtout pour la pollution azotée. La gestion très difficile de l'aération des Biostyr pose un grand problème technique pour l'exploitant surtout avec les eaux des retours de digestion qui sont très chargées en azote et aussi en phosphore.

Travail de fin d'étude – Station d'épuration Petite Californie

Les boues activées en cas de bonne exploitation présentent une bonne adaptation aux variations hydrauliques et à des à-coups de charge. L'exploitation des boues activées semble plus facile et mieux maîtrisée que l'exploitation des biofiltres : en effet, il existe par exemple des guides de bonnes pratiques partagés recensant les dysfonctionnements couramment observés en boues activées et préconisant les solutions adaptées (cf. exemple en annexe 9). Ce dispositif n'existe pas pour les filières compactes, car les exploitants disposent d'un retour d'expérience encore faible et que ces retours ne sont pas encore bien partagés.

L'inconvénient majeur de traitement par boues activées par rapport aux biofiltration est la nécessité d'une emprise plus importante. Cette proposition nécessitera également un plus grand dialogue avec les riverains, car l'ensemble des ouvrages ne sera pas intégré dans un bâtiment (bassin d'aération et clarificateur notamment).

Le synoptique de la station Petite Californie dans sa conception future est mentionné dans l'annexe 10.

6. ADAPTATION DE LA FILE BOUE EXISTANTE

Le traitement des boues actuel est conservé : épaissement sur tables d'égouttage, digestion anaérobie, centrifugation puis valorisation agricole.

6.1. Production des boues

Les calculs de production de boues ont été établis en distinguant les boues biologiques issues de lavage des Biostyr et récupérées au niveau des Multiflo et des boues de déphosphatation physico-chimique.

Quantité des boues extraites			
Taux de boues produits Multiflo	Temps pluie	Temps sec	unité
	16 111	15 472	kg/j
Boues de déphosphatation	1016	992	kg/j
Total	17 127	16 464	Kg/j

Tableau 43- Production des boues

6.2. Épaississement des boues

Les boues en excès à traiter sont un mélange de boues primaires physico-chimique et de boues biologiques. La concentration moyenne attendue pour ces boues est de l'ordre de 37 g/L. Tant que ces boues seront traitées ensuite par digestion thermophile, la concentration des boues optimale de fonctionnement sera de l'ordre de 50-55 g/L : il y a donc lieu ici d'augmenter la concentration des boues produites, via un traitement par égouttage.

Les deux tables d'égouttage existantes de capacité 300 kg/h/unité n'assurent pas le traitement de la totalité des boues produites, donc il faut installer deux tables supplémentaires dont une de secours.

Production des boues			
Production des Boues mixtes	17 127	16 464	kg_MS/j
Concentration des Boues	37		g/l
Débit des boues mixtes	463	445	m ³ /j
Débit des boues mixtes	19,29	18,54	m ³ /h
Volume de la bache existante	50		m ³
Autonomie de stockage	2,6	2,7	heures
Épaississement des boues sur table d'égouttage			
Débit alimentation des tables d'égouttage	300		kg_MS/h/unit
Nombre de tables d'égouttage	3		Tables
Temps de fonctionnement / jour	19,03	18,29	h/j
Injection des polymères			
Consommation du polymère maximale	5		kg/TMS
Pureté de la solution commerciale	50 %		%
Production de boues par heures	0,90	0,90	T_MS/h
Flux d'injection de la solution	5,56	5,56	kg/h
Concentration moyenne journalière après égouttage	52,63		g/l
Débit des boues vers digesteur	325	313	m ³ /j
Capacité pompe actuelle d'alimentation digesteur	22		m ³ /h

Tableau 44- Filière d'égouttage des boues

Les eaux de retours d'épaississement des boues seront acheminées vers la poste de relevage.

6.3. Digestion des boues mixtes

Après égouttage, la concentration moyenne des boues épaissies est 63,83 g/L (siccité 6%). L'homogénéisation des boues au niveau du digesteur est difficile pour des concentrations supérieures à 55 g/l, donc pour résoudre ce problème, une portion des boues produites sera envoyée directement à la digestion avec sa concentration initiale de 37 g/l afin d'assurer un mélange de concentration de l'ordre de 50 g/l. Il est à mentionner que la gestion du digesteur nécessite une exploitation difficile et des mesures en continu des concentrations des boues produites et des boues épaissies.

Les boues mixtes épaissies sont pompées vers le digesteur depuis la bache à boues :

Production des Boues	16 271 (T.P)	15 640 (T.S)	kg/j
Concentration moyenne des boues	50		g/l
Débit des boues mixtes	325	313	m ³ /j
Concentration en MVS	31,58	31,58	g_MVS/l
Flux massique MVS	11 390	10 949	Kg_MVS/j
Type de digestion	Digestion thermophile		
Charge volumique appliquée	2,8		kg/m ³ /j
Volume digesteur nécessaire	4068		m ³
Volume utile digesteur actuel	4600		m ³

Tableau 45- Digestion des boues

Avec la répartition des charges entre la file boues actuelle et la file boues projetée, le digesteur actuel peut maintenir la digestion des boues produites.

6.4. Tamponnage et centrifugation des boues digérées

Avant déshydratation, les boues digérées transitent gravitairement depuis le digesteur vers une bache tampon de volume 25 m³ pour adapter le volume de boues digérées au temps de fonctionnement des centrifugeuses.

Production des Boues digérées	11 715	11 261	kg/j
Concentration des boues digérées	29	29	g/l
Débit des boues digérées	404	388	m ³ /j
Nombre de centrifugeuses actuelles	2		unités
Débit d'alimentation	400		Kg/h/unité
Temps de centrifugation	14,64	14,08	heures

Tableau 46- Déshydratation des boues par centrifugation

Les deux centrifuges actuelles assurent le traitement des boues produites : il est proposé d'installer une centrifugeuse de secours de caractéristiques identiques aux 2 en service actuellement.

6.5. Chaulage des boues pour épandage

Les boues de la station sont actuellement envoyées en compostage ; néanmoins, en fonction des prérogatives des textes réglementaires à venir sur la destination des boues, il est proposé ici de maintenir la possibilité de valoriser les boues en épandage.

Avant la valorisation des boues produites par épandage, les boues déshydratées sont mélangées avec la chaux vive dans un malaxeur pour les stabiliser, les amender d'un point de vue agronomique et sécuriser leur hygiénisation : l'ajout de la chaux a notamment pour objectifs d'éliminer les parasites et les virus et d'élever la siccité de boues à 30% au minimum.

Épandage des boues			
Boues centrifugées vers épandage	11 247 (TP)	10 811 (TS)	kg/j
Volume centrifugé vers épandage	34	32	m ³ /j
Taux de chaulage de boues avec chaux vive	19,60 %		%CaO/MS
Consommation de la chaux vive	2 204	2 119	kg/j
Densité apparente de la chaux	0,9		0,7 à 1,2
Volume de chaux journalier	2,45	2,35	m ³ /j
Volume de la bache de chaulage	90		m ³
Autonomie de stockage	37	38	jours
Volume de boues chaulées	36,19	34,79	m ³ /j
Nombre de silos de stockage	2		unités
Volume de stockage d'un silo	100		m ³
Autonomie de stockage	66	69	heures

Tableau 47- Chaulage des boues

6.6. File gaz

Le biogaz produit par le digesteur est envoyé vers la file gaz. Cette file, mise en service en juin 2021, est dimensionnée pour recevoir le gaz produit par la station en situation future et est composée de :

- une sphère de stockage de biogaz de 1800 m³ ;

- une unité d'épuration du biogaz, le produit obtenu étant du biométhane (le biogaz produit dans le digesteur est constitué d'environ 65% de CH₄ et de 30% de CO₂ ; le biométhane doit comporter 95 % de CH₄) ;
- un poste d'injection du biométhane vers le réseau de distribution GrDF (le contrat GrDF prévoit un débit nominal d'injection de 120 Nm³/h) ;
- Une torchère, utilisée en secours (biométhane non conforme ou surplus de production).

Le seul point d'alerte réside dans la mise à jour du contrat d'injection conclu avec GrDF afin de pouvoir injecter un débit plus important de biométhane.

Biogaz			
MVS éliminé	4 556	4 379	kg/j
Taux de production de biogaz	1,03		Nm ³ /kg_MVS_élim
Production de biogaz	4 693	4 511	Nm ³ /j
Teneur en CH ₄	65		%
Énergie produite par digesteur	3 050	2932	Nm ³ /j
Teneur en CO ₂	35		%
Énergie excédentaire	1 595	1 533	Nm ³ /j

Tableau 48- Production de biogaz

7. PROPOSITION D'UNE FILE BOUES COMPLÉMENTAIRE LIÉE À L'EXTENSION PAR BOUES ACTIVÉES

La filière d'épuration du biogaz ayant été mis en service récemment (juin 2021) sur la station de Petite Californie a été dimensionnée pour tenir compte des apports futurs. La file boues complémentaire doit donc tenir compte de cet impératif ; elle intégrera donc la construction d'un digesteur complémentaire, les boues passant préalablement par une étape d'épaississement. En sortie de digesteur, les boues passent par l'étape de déshydratation sur des centrifugeuses avant d'être chaulées et épandues.

7.1. Production des boues

Les calculs de production de boues ont été établis en distinguant les boues primaires issues des Multiflo et des boues de déphosphatation physico-chimique et les boues extraites du clarificateur.

Taux de MES éliminées	6 077 (T.P)	5 864 (T.S)	kg/j
Taux de boues biologiques produites	894	867	kg/j
Boues totales générées	348	340	kg/j
Production totale des boues			
Boues totales produites	7 319	7 071	kg/j
Concentration des Boues	35		g/l
Débit des boues mixtes	209	202	m ³ /j
Volume de la bache de stockage projeté	50		m ³
Autonomie de stockage	5,7	5,9	heures

Tableau 49- Production de boues nouvelle extension

7.2. Épaississement des boues

Les boues en excès à traiter sont un mélange de boues primaires physico-chimique et de boues biologiques ; la concentration moyenne attendue des boues produites est de l'ordre de 35 g/L.

La concentration optimale des boues est de l'ordre de 50-55 g/L, donc pour augmenter la concentration des boues produites, un traitement par égouttage est nécessaire.

Ce nouveau compartiment de traitement de boues est équipé par deux tables d'égouttage. L'installation d'épaississement projetée est la suivante :

Épaississement des boues sur table d'égouttage			
Débit alimentation des tables d'égouttage	300		kg_MS/h/unit
Nombre de tables d'égouttage (+1 de secours)	2		Tables
Temps de fonctionnement / jour	12,2	11,8	h/j

Tableau 50- Égouttage des boues nouvelle extension

Les eaux de retours d'épaississement des boues sont acheminées vers le traitement primaire de type Multiflo de l'extension.

La concentration des boues épaissies est de l'ordre de 64 g/l donc pour assurer le bon brassage et la bonne homogénéisation des boues en digestion une portion des boues sera pompée directement vers le digesteur avec la concentration initiale de 35 g/l.

7.3. Digestion des boues

Les boues mixtes épaissies sont pompées vers le nouveau digesteur. La digestion anaérobie de type mésophile projetée nécessite un volume de 4056 m³ (faible charge appliquée de l'ordre de 1,2 kgMS/m³/j). Le digesteur actuel a été installé en 2012 et nécessite une vidange pour nettoyage à court terme (préconisation : 1 vidange tous les 10 ans) : dans le but de basculer les boues d'un digesteur sur l'autre durant la période de curage, le volume du nouveau digesteur proposé est 4600 m³, équivalent à l'existant, mais de type mésophile avec des températures de fonctionnement de 35° C avec un temps de séjour minimal de 25 jours.

Production des Boues	6 953 (T.P)	6 717 (T.S)	kg/j
Concentration moyenne des boues	50		g/l
Débit des boues mixtes	139	134	m ³ /j
%[MVS]	70 %	70 %	%
Concentration en MVS	35	35	g_MVS/l
Flux massique MVS	4 867	4 702	Kg_MVS/j
Type de digesteur	Digesteur Mésophile		
Charge volumique moyenne appliquée	1,2		kg/m ³ /j
Volume digesteur nécessaire	4056		m ³
Volume digesteur proposé	4600		m ³
Temps de séjour hydraulique	33,08	34,24	jours

Tableau 51- Dimensionnement du nouveau digesteur

7.4. Déshydratation des boues par centrifugation

Pour la déshydratation des boues digérées, une centrifugeuse de capacité 300 kg/h peut assurer le traitement des boues digérées ; à titre de secours, une seconde centrifugeuse sera installée. Cette étape de traitement est composée de :

- 2 pompes d'alimentation des centrifugeuses, dont une de secours.
- 1 centrale de polymère avec 2 pompes d'injection,
- 2 centrifugeuses avec 2 pompes de reprise, dont une unité de secours.

Production des Boues digérées	5 398 (T.P)	5 214 (T.S)	kg/j
Concentration des boues digérées	15,38	15,38	g/l
Débit des boues digérées	351	339	m ³ /j
Nombre de centrifugeuses projetées	1 + 1 (de secours)		unité
Débit d'alimentation	300		Kg/h/unité
Temps de centrifugation	17,99	20,19	heures
Injection des polymères			
Consommation moyenne des polymères	8		Kg/tonnes MS
Concentration de la préparation	2		g/l
Consommation massique des polymères	43,18	41,72	kg/j
Débit de la solution en polymère	22	21	m ³ /j

Tableau 52- Déshydratation des boues

La destination future des boues produites dans la station Petite Californie est en cours d'étude ; cette étude est actuellement stoppée dans l'attente de la sortie des textes réglementaires correspondants.

Le souhait de la collectivité est néanmoins de maintenir la possibilité d'une valorisation agricole : la siccité en sortie des centrifugeuses étant de l'ordre de 25%, un traitement par chaulage reste nécessaire afin d'hygiéniser et amender les boues et d'en augmenter leur siccité à 30%.

7.5. Production du biogaz et gestion du digesteur

La production future de biogaz valorisable par l'extension projetée est présentée dans le tableau suivant :

MVS éliminé	1 703 (T.P)	1 646 (T.S)	kg/j
Taux de production de biogaz	1,03		Nm ³ /kg_MVS_élim
Production de biogaz	1 755	1 695	Nm ³ /j
Teneur en CH ₄	65		%
Énergie produite par digesteur	1 140	1 102	Nm ³ /j
Teneur en CO ₂	35		%
Énergie excédentaire	596	576	Nm ³ /j

Tableau 53- Production de biogaz de la nouvelle extension

La filière boues choisie, qui repose sur une digestion anaérobie, nécessite une parfaite exploitation. En effet, un suivi permanent des concentrations des boues à traiter et des analyses du pH, TAC et des AVT doit être prévu de 1 à 3 fois par semaine afin d'assurer le bon fonctionnement de la digestion. En effet, Travail de fin d'étude – Station d'épuration Petite Californie

une augmentation en acides volatiles totaux et une diminution de l'alcalinité peuvent bloquer la digestion ; cette mise à l'arrêt d'urgence serait très dommageable, car le temps de remise en route d'un digesteur peut être de 2 à 3 mois et la gestion en mode dégradé des boues produites est très onéreuse.

8. IMPLANTATION DE LA NOUVELLE EXTENSION

8.1. Description du site

La parcelle d'implantation disponible de 1,4 hectare pour la construction de l'extension présente une topographie relativement plane ; elle est inscrite au PLUm en zone UEi (Secteur d'activités économiques industrielles, logistiques et de commerce de gros). Cette parcelle est séparée de celle de l'actuelle station par un petit cours d'eau, ce qui représente une contrainte importante pour la connexion entre les 2 sites. Située en bord de Loire, la parcelle est concernée par un risque inondation par débordement de cours d'eau, tel qu'indiqué dans le PPRI Loire aval. La cote du terrain naturel se situe au niveau des plus hautes eaux (PHE) ; ce terrain est également situé en zone à risque de remontée de nappe à moins de 2,7 m de profondeur. Ce terrain était également le siège de l'ancienne station par boues activées ; les fondations de celle-ci ont été simplement arasées à -1 m. Ces vestiges rendront donc la création des fondations de l'extension plus complexe.

Il a été choisi de ne pas enterrer les cuves de bassin biologique et du clarificateur compte tenu de ces contraintes. Les nouveaux ouvrages de traitement biologique et locaux de traitement et de stockage seront fondés sur pieux, car implantés dans un sol alluvionnaire de qualité médiocre ; les fondations devront s'appuyer sur la roche située à une trentaine de mètres de profondeur (sondage géotechnique de l'ancienne station

Pour les conduites dont la profondeur de pose est supérieure à 1,5 m au-delà de la nappe (ce qui n'est pas préconisé), un blindage jointif ainsi que des palplanches métalliques pourront être à prévoir afin de limiter le débit d'exhaure.

L'implantation des bâtiments et des différents ouvrages a été réalisée en tenant compte de l'accessibilité à la nouvelle extension et de façon à limiter le linéaire de canalisations entre les ouvrages.

Pour permettre un accès facile aux bassins et à la collecte des refus, le terrain sera bétonné autour du bâtiment et du bassin biologique avec une création de voiries de 7 mètres de large. La voirie doit être en adéquation avec les camions et les véhicules utilisés pour la collecte, les livraisons, le montage et les autres interventions nécessaires au fonctionnement de la nouvelle filière. Ainsi, pour les manœuvres des poids lourds, un rayon de giration interne de 5,5 m a été pris en compte, conformément aux recommandations de la FNDAE.

Il a été choisi de regrouper l'ensemble des locaux nécessaires dans un seul bâtiment pour limiter la surface utilisée. Le bâtiment projeté est conçu à 2 étages ; de ce fait, les boues issues de la grille

d'égouttage tombent directement dans la bache de stockage située en dessous. De même, lors du traitement des boues digérées par centrifugation, le gâteau de boues tombe dans les bennes de collecte à l'étage inférieur. Les eaux récupérées de ces deux ouvrages sont envoyées gravitairement vers le poste de relevage situé en bas de l'étage de traitement primaire.

L'implantation de la nouvelle extension est présentée en annexe 11.

Les procédés abrités dans le bâtiment y sont également regroupés pour permettre un traitement des odeurs, eu égard pour le voisinage proche.

Pour mieux expliquer la projection future et son principe de fonctionnement, un schéma simplifié explique la répartition des nouveaux ouvrages dans le bâtiment :

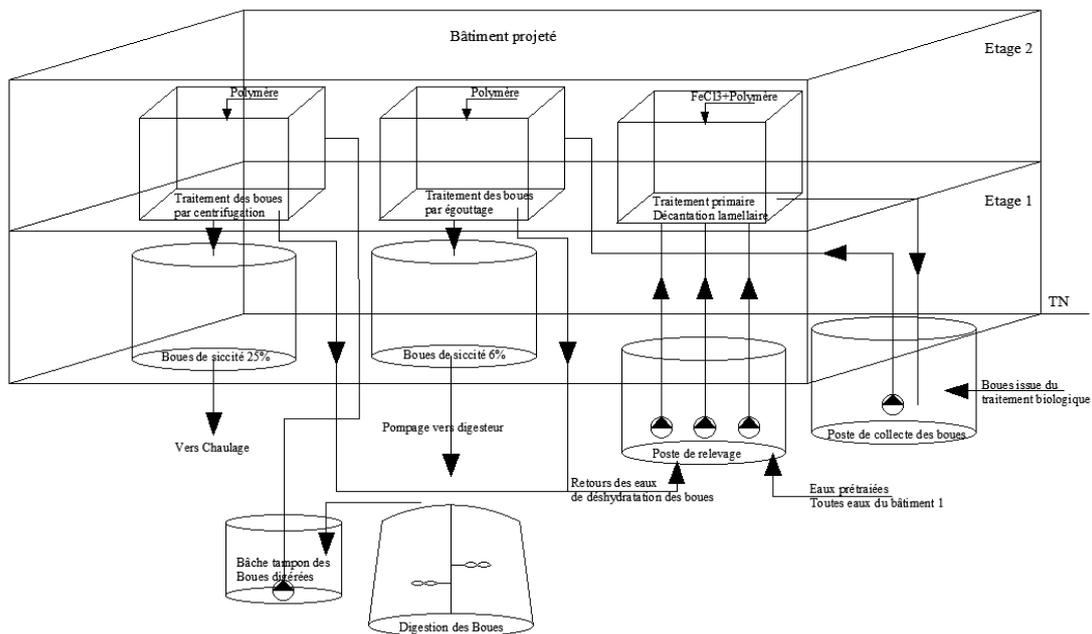


Figure 4-Schéma simplifié du bâtiment projeté

8.2. Étude hydraulique de la nouvelle extension

Après le choix de la filière de traitement des eaux usées, et la proposition de l'implantation des différents ouvrages (bassin d'aération, clarificateur, poste de recirculation des boues, relevage des eaux), il convient d'en déterminer la ligne piézométrique.

L'objectif principal de cette partie est de caler pertinemment les ouvrages de manière à permettre un écoulement gravitaire des effluents d'un ouvrage à l'autre. Pour ce faire, il est indispensable de calculer les différentes pertes de charge (singulières et linéaires) présentes dans notre station ainsi que les chutes d'eau. Un bon calage hydraulique permet en effet un gain économique du pompage en tête de la station (poste de relevage).

Le point de contrôle du profil hydraulique de l'extension est donc la cote maximum du niveau d'eau dans la Loire. Les données du cours d'eau et son niveau maximal étant manquants, la cote du cours d'eau au point de rejet de la STEP est prise égale à 3,75 m.

La cote aval de la ligne d'eau de la station étant fixée, les différents points de contrôle hydrauliques ainsi que les pertes de charge seront identifiés.

8.2.1 Les pertes de charge linéaires

Le calcul de la perte de charge linéaire est basé sur le calcul du nombre de Reynolds et la rugosité de la conduite. Le choix se fait en fonction de la turbulence c'est-à-dire de la valeur du nombre de Reynolds.

$$J(mm) = \frac{\lambda * V^2}{2gD}$$

Avec :

λ : coefficient de perte de charge

L : la longueur de la conduite

D : le diamètre

U : la vitesse moyenne

J : la perte de charge par unité de longueur.

8.2.2 Les pertes de charge singulières

Les pertes de charge singulières sont liées aux singularités présentes dans le réseau (coudes, vannes, etc.) Le calcul des pertes de charge singulières est effectué à partir de la formule suivante :

$$J(m) = \frac{K_i * V^2}{2g}$$

Avec :

K_i : coefficient de perte de charge

V : vitesse en m/s

8.2.3 Calcul de la ligne piézométrique

Les différentes pertes de charges linéaires et singulières rencontrées le long des canalisations et les ouvrages sont calculées en partant de l'aval vers l'amont de la station.

Le Tableau suivant récapitule les conduites présentes dans la station :

Tronçon	Diamètre (mm)	Linéaire (ml)
Entre Canal Comptage et rejet vers la Loire	DN 500	10
Entre Canal comptage et le clarificateur	DN 500	10
Entre le Dégazeur et le Clarificateur	DN 700	20
Ouvrage de traitement primaire vers la zone de contact	DN 500	40

Tableau 54- Caractéristiques des conduites présentes dans la station

Afin de compléter le profil hydraulique de la station, les hypothèses suivantes ont été émises :

Travail de fin d'étude – Station d'épuration Petite Californie

- Chute nécessaire pour le fonctionnement du venturi : 30 cm
- Chute à la sortie du bassin d'aération : 70 cm

Ainsi, il est alors possible d'établir le profil hydraulique de la station, à partir des calculs des pertes de charge et en tenant compte de ces hypothèses.

La ligne d'eau de la nouvelle filière est détaillée dans l'annexe 12.

CONCLUSION

Le réseau d'assainissement de la station de la Petite Californie se comporte comme un réseau pseudo-séparatif, l'apport hydraulique en temps pluvial est très important à cause de la grande surface active raccordée à la station, ces apports excédentaires ne sont pas gérables par une filière compacte par biofiltration, les surcharges hydrauliques posent de grands problèmes d'exploitation (fonctionnement dégradé du Multiflo, colmatage des biofiltres, isolation des cellules pour lavages, recirculation des eaux), donc pour mieux gérer les surcharges hydrauliques, il est nécessaire de mettre un bassin tampon à l'aval de la station dans le but de réguler la charge entrante. En parallèle, l'exploitation correcte de la station (Syncopage des Biofiltres NDN), la recharge des biofiltres par Biostyrènes et la mise en place de la matière filtrante K5 peuvent améliorer le fonctionnement actuel et corrigent les rendements épuratoires surtout face à la pollution azotée.

Pour le fonctionnement futur de la station Petite Californie, la mise en place d'une filière reposant sur un traitement biologique à boues activées pour traiter la pollution organique et azotée, couplée à un traitement physico-chimique du phosphate a été proposée. Ce choix de procédé, largement répandu et maîtrisé, permet d'atteindre des abattements suffisants en conformité avec l'arrêté préfectoral de la station, pour une large plage de débits de temps de pluie. Le bon fonctionnement de la filière de traitement repose sur des mesures de paramètres clés (pH, T° C, O₂/redox...) et des asservissements d'organes hydrauliques (l'insufflation d'air, l'agitateur immergé, pompes d'alimentation, pompes de recirculation, pompes doseuses...) par rapport au débit entrant et aux charges entrantes associées ainsi qu'aux paramètres cités précédemment. Une présence humaine s'avère toute aussi importante en cas de dysfonctionnement ou défaillance (décantabilité des boues, déshydratation des boues, panne des automatismes...), mais également pour la gestion des différents sous-produits qui sont à évacuer. La proposition de plan d'implantation présentée prend en compte ces différents aspects de la maintenance et de la surveillance. Cependant, des études complémentaires plus poussées en génie civil, fondations, odeurs et sur les consommations électriques, ainsi que sur la précision de la définition des données d'entrée (cotes topographiques, débits de temps de pluie, charge de temps de pluie) doivent être réalisées afin de proposer un plan d'implantation prenant en compte toutes les contraintes techniques et économiques.

BIBLIOGRAPHIE

1. Nantes, N. M. | V. de. Cycle de l'eau. <https://metropole.nantes.fr/territoire-institutions/nantes-metropole/competences/cycle-de-leau>.
2. 📍 Loire (fleuve) - Définition et Explications. *Techno-Science.net* <https://www.techno-science.net/glossaire-definition/Loire-fleuve.html>.
3. fndaehs08-a.pdf.
4. Biofor_P-ER-015-FR-2009.pdf.
5. Biolest_2014.pdf.
6. biostyr.pdf.
7. BeCloud.com. Biochimie et microbiologie de la méthanogenèse. <https://www.suezwaterhandbook.fr/eau-et-generalites/processus-elementaires-du-genie-biologique-en-traitement-de-l-eau/cultures-bacteriennes-anaerobies/biochimie-et-microbiologie-de-la-methanogenese>.
8. Frédéric, S. Etude de l'hydrolyse lors de la digestion anaérobie et d'éléments de dimensionnement de réacteur de méthanisation dans le cadre du développement de la technologie ErgeniumTM. 251.
9. Rocher et al. - 2019 - Clogging limitation of nitrifying biofilters Bios.pdf.
10. Decantation. <http://pravarini.free.fr/Decantation.htm>.
11. fndae25 p27.pdf.

Liste des Annexes

Annexe 1 : Arrêté préfectoral de la station Petite Californie

Annexe 2 : Synoptique de la station actuelle

Annexe 3 : Illustration photographique

Annexe 4 : Analyses des concentrations des effluents à l'entrée de la station Petite Californie

Annexe 5 : Concentration à la sortie de la station et rendements épuratoires

Annexe 6 : Analyse des rendements épuratoires en azote

Annexe 7 : Rendements épuratoires du traitement primaire Multiflo

Annexe 8 : Fiche technique du dégrilleur fin

Annexe 9 : Dysfonctionnement boues activées

Annexe 10 : Synoptique de la station Petite Californie dans sa conception future

Annexe 11 : Implantation de la nouvelle extension par boues activées

Annexe 12 : Ligne d'eau de la nouvelle extension

Annexe 1 : Arrêté préfectoral de la station petite Californie

PREFECTURE DE LA LOIRE-ATLANTIQUE

DIRECTION DE L'AMENAGEMENT
ET DE L'ENVIRONNEMENT

Dossier n° 2006-268

NANTES, le 12 février 2008

**LE PREFET DE LA REGION PAYS DE LA LOIRE
PREFET DE LA LOIRE-ATLANTIQUE**

Officier de la Légion d'Honneur
Commandeur de l'Ordre National du Mérite

ARRETE Préfectoral n° 2008-BE-010

autorisant la restructuration de la station d'épuration de la Petite Californie sur le territoire des communes de REZE et BOUGUENAI, et l'ensemble du système d'assainissement de l'agglomération de Nantes Sud, au titre de l'article L 214-3 du code de l'environnement (dossier n° 2006-268)

VU la directive 75/442/CEE du Conseil des Communautés Européennes du 15 juillet 1975 modifiée relative aux déchets ;

VU la directive 91/271/CEE du Conseil des Communautés Européennes du 21 mai 1991 relative au traitement des eaux résiduaires urbaines ;

VU la directive 2000/60/CE du Parlement Européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre politique communautaire dans le domaine de l'eau ;

VU le code de l'environnement, partie législative – Livre II – Titre 1^{er} – notamment ses articles L.214-1 et suivants ;

VU le code de l'environnement, partie réglementaire – Livre II – Titre 1^{er} – notamment ses articles R.214-1 et suivants ;

VU le code pénal, et notamment son article R 610 ;

VU le code de la santé publique, et notamment son article L 1311-1 ;

VU le code général des collectivités territoriales, et notamment ses articles L2224-8 à L2224-10 ;

VU le code rural, et notamment ses articles L230-1 et R232-1 ;

- VU la loi 75-633 du 15 juillet 1975 modifiée relative aux déchets ;
- VU la loi 76-663 du 19 juillet 1976 modifiée relative aux installations classées pour la protection de l'environnement ;
- VU le décret n°91.1283 du 19 décembre 1991 relatif aux objectifs de qualité assignés aux cours d'eau, canaux, lacs ou étangs et aux eaux de la mer dans les limites territoriales ;
- VU le décret 94-469 du 3 juin 1994 relatif à la collecte et au traitement des eaux usées mentionnées aux articles L 2224.8 et L2224.10 du code général des collectivités territoriales ;
- VU le décret 96-102 du 2 février 1996 relatif aux conditions dans lesquelles peuvent être édictées les prescriptions et règles prévues par les articles 8 (3°) et 9 (2° et 3°) de la loi 92-3 du 3 janvier 1992 sur l'eau, et par l'article 58 de la loi 64-1245 du 16 décembre 1964 relative au régime et à la répartition des eaux et à la lutte contre leur pollution, applicable aux installations, ouvrages, travaux et activités soumis à autorisation ou à déclaration par l'article 10 de la loi du 3 janvier 1992 ;
- VU l'arrêté ministériel du 22 juin 2007 relatif, notamment, à la collecte, au transport et au traitement des eaux usées des agglomérations d'assainissement ainsi qu'à la surveillance de leur fonctionnement et de leur efficacité ;
- VU l'arrêté du préfet coordonnateur du bassin Loire-Bretagne du 14 septembre 1994 portant délimitation des zones vulnérables dans le bassin Loire-Bretagne ;
- VU l'arrêté n°96.204 du 26 juillet 1996 du préfet coordonnateur du bassin Loire-Bretagne portant approbation du SDAGE du bassin Loire-Bretagne ;
- VU l'arrêté du préfet coordonnateur du bassin Loire-Bretagne du 9 janvier 2006 portant révision des zones sensibles dans le bassin Loire-Bretagne ;
- VU l'arrêté préfectoral 2005/BRE/025 du 15 février 2005 relatif au renouvellement de l'autorisation accordée à NANTES Métropole Communauté Urbaine pour le système d'assainissement de l'agglomération de Nantes ;
- VU le courrier en date du 16 novembre 2006 par lequel NANTES Métropole Communauté Urbaine demande à Monsieur le Préfet l'autorisation de réaliser l'extension de la filière biologique de la station d'épuration de La Petite Californie ;
- VU le dossier joint à la demande du 16 novembre 2006 ;
- VU les avis de la Direction Régionale des Affaires Culturelles en date des 6 décembre 2006 et 3 janvier 2007 ;
- VU l'avis de la Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales de Loire-Atlantique en date du 22 janvier 2007 ;
- VU l'avis de la Fédération de Loire-Atlantique pour la Pêche et la Protection du Milieu Aquatique en date du 2 avril 2007 ;
- VU l'avis de la Préfecture de Bassin Loire-Bretagne en date du 11 avril 2007 ;

VU l'avis du Conseil Supérieur de la Pêche en date du 24 avril 2007 ;

VU les avis de la Direction Départementale de l'Équipement de Loire-Atlantique en date des 26 janvier et 15 juin 2007 ;

VU l'arrêté préfectoral du 15 février 2007 portant ouverture d'enquête publique préalable à l'autorisation des travaux au titre de la loi sur l'eau ;

VU les résultats de cette enquête et les avis des conseils municipaux des communes concernées ;

VU le rapport et les conclusions du commissaire enquêteur en date du 9 mai 2007 ;

VU l'avis du Conseil Départemental d'Environnement et des Risques Sanitaires et Technologiques de Loire-Atlantique en date du 12 juillet 2007 ;

VU les observations que le pétitionnaire, consulté sur le projet d'arrêté, a formulé par courrier des 31 juillet et 14 septembre 2007 ;

VU le rapport de la Direction Départementale de l'Équipement de Loire-Atlantique en date du 23 novembre 2007 ;

VU l'avis du Conseil Départemental d'Environnement et des Risques Sanitaires et Technologiques de Loire-Atlantique en date du 13 décembre 2007 ;

Considérant les dispositions prévues au projet pour limiter, réduire ou compenser les impacts du projet ;

Considérant le dispositif de surveillance prévu pour s'assurer de l'efficacité du fonctionnement du système d'assainissement et des travaux projetés, et surveiller les impacts sur le milieu récepteur ;

SUR la proposition du secrétaire général de la préfecture de la Loire-Atlantique :

A R R E T E

Article 1er – OBJET DE L'AUTORISATION

Le présent arrêté entraîne la modification de l'arrêté préfectoral n°2005/BRE/025 du 15 février 2005, arrêté qui porte révision de la délimitation de l'agglomération de Nantes et autorise le système d'assainissement de cette agglomération.

Deux agglomérations sont maintenant distinguées, dénommées :

- « Nantes Nord » correspondant à la zone pour laquelle les eaux usées collectées sont dirigées, pour traitement, à la station d'épuration dite « de Tougas »,
- « Nantes Sud » correspondant à la zone pour laquelle les eaux usées collectées sont dirigées, pour traitement, à la station d'épuration dite « de la Petite Californie ».

Le présent arrêté autorise, dans les conditions fixées ci-après, l'ensemble du système d'assainissement de l'agglomération Nantes Sud, telle que celle-ci est définie à l'**annexe I** du présent arrêté.

Le maître d'ouvrage de ce système d'assainissement est Nantes-Métropole-Communauté Urbaine (NMCU)

Il se compose des éléments suivants :

A - Système de collecte

Le système de collecte de l'agglomération Nantes Sud est en totalité de type séparatif . Il concerne les communes suivantes (cf **annexe II**) :

- Bouguenais, Rezé et Saint-Sébastien-sur-Loire pour lesquelles l'intégralité du système de collecte des eaux usées est raccordée à la station d'épuration de la Petite Californie ;
- Les Sorinières pour lesquelles la majeure partie du système de collecte des eaux usées est raccordée à la station d'épuration de la Petite Californie, hormis les secteurs en assainissement de type « semi-collectifs » et les secteurs de Vertou – Thébaudières et de Vertou – Pégères ;
- Nantes, pour laquelle les quartiers « est » de l'île de Nantes ainsi que ceux situés en rive gauche de la Loire sont aussi desservis par ce système de collecte, Pont-Saint-Martin et Saint-Aignan-de-Grandlieu pour la zone d'activités aéroportuaire D2A) et La Montagne (pour quelques maisons), qui disposent chacune d'une station d'épuration spécifique pour traiter la majeure partie de leurs effluents.

Les caractéristiques principales du système de collecte sont les suivantes :

- La longueur du réseau est supérieure à 420 km ;
- Il comporte 17 postes de refoulement (PR) principaux équipés d'un satellite de télésurveillance (pour chaque PR, le niveau d'alarme « trop-plein » est connecté au système de télésurveillance), certains postes sont équipés de ré-enclencheur automatique et/ou de bâches de sécurité ;

B - Système de traitement

B.1 - Ouvrage actuel

Les effluents collectés au sein de l'agglomération de Nantes Sud sont actuellement traités par la station d'épuration dite de la Petite Californie, construite et mise en service en 1975 selon le procédé de traitement biologique de type boues activées à faible charge ; une première tranche de modernisation a été réalisée en 1997-98 conduisant à la création d'un nouveau bâtiment incluant l'étage de pré-traitement dimensionné à 180 000 EH. Cette station présente les caractéristiques suivantes :

Capacités nominales du système de traitement	
En équivalent-habitant (E.H.)	
a) Pré-traitement	180 000 EH
b) Traitement biologique	122 000 EH
Hydraulique	
Pré-traitement	3 400 m ³ /h
Débit journalier	48 000 m ³ /j
Organique	7 320 kg de DBO5/j
Milieu récepteur du rejet	
La Loire	P.K.H : 950,190

Les eaux usées sont acheminées sur la station par trois collecteurs, deux gravitaires Ø1200 et Ø400 et un refoulement Ø700. Elles subissent un dégrillage grossier puis sont relevées par pompage et subissent successivement un dégrillage fin, un dessablage et un dégraissage.

Le traitement biologique de dépollution comporte une seule file constituée d'une zone de contact (400 m³), d'une zone d'anoxie et d'une zone aérée.

La clarification s'effectue dans 2 clarificateurs de 47 m de diamètre.

Le système de traitement actuel est arrivé à saturation notamment en période pluvieuse où une partie des eaux usées collectées peut ne pas être admise sur la filière biologique (4% maximum).

La restructuration du traitement biologique de la STEP de la Petite Californie est une des priorités du programme « Neptune 3 », contrat signé avec l'Agence de l'Eau Loire-Bretagne.

B.2 - Ouvrage projeté

NANTES Métropole Communauté Urbaine (NMCU) est autorisée à créer un nouvel ouvrage de traitement biologique complet, pour l'épuration des effluents collectés dans le périmètre de l'agglomération Nantes Sud. L'ancien chenal d'aération sera démoli après mise en service de la nouvelle filière.

Les caractéristiques du futur système de traitement sont les suivantes :

CAPACITES NOMINALES	
* En équivalent habitant	180 000 E.H.
* Hydraulique	71 500 m ³ /j (pointe par temps de pluie)
* Organique	10 800 kg DB05/j
Milieu récepteur du rejet	La Loire

C - Rubriques de la nomenclature figurant au tableau annexé à l'article R 214.1 du code de l'environnement, concernées par le système d'assainissement objet du présent arrêté.

Rubrique	Intitulé abrégé	Procédure	Justification
2.1.1.0. 1°	Station d'épuration des agglomérations d'assainissement, devant traiter une charge brute de pollution organique supérieure à 600 kg DBO ₅ .	Autorisation	Capacité de traitement journalière égale à 10 800 kg de DBO ₅ .
2.1.5.0. 1°	Rejets d'eaux pluviales dans les eaux douces superficielles, la superficie totale desservie étant supérieure à 20 ha		Cette rubrique fait l'objet d'une procédure distincte (rejets des réseaux séparatifs d'eaux pluviales)
2.1.3.0. 1°	Epandage de boues issues du traitement des eaux usées la quantité de matière sèche contenue dans les boues épandues étant supérieure à 800 T/an		Cette rubrique fait l'objet d'un arrêté préfectoral spécifique portant autorisation du plan d'épandage des boues des stations d'épuration de Tougas et de la Petite Californie.

Article 2 - PRESCRIPTIONS TECHNIQUES ET OBJECTIFS RELATIFS A LA COLLECTE DES EFFLUENTS

2.1 - Dimensionnement des ouvrages

Les ouvrages de collecte doivent être dimensionnés de manière à assurer une collecte efficace des eaux usées sur l'ensemble du périmètre arrêté de l'agglomération (cf. annexe I) notamment en période pluvieuse où aucune surverse de poste de refoulement ne doit être sollicitée.

2.2 - Programme d'amélioration de la collecte et du transfert des eaux usées et de fiabilisation du réseau

2.2.1 – Contrôle des branchements

Le contrôle de l'ensemble des branchements existants au système de collecte, et ceux liés à l'urbanisation future de l'agglomération Nantes Sud, doit être terminé le 31 décembre 2013 au plus tard.

Les priorités d'actions sont proposées annuellement, en fonction des enjeux et des objectifs assignés aux cours d'eau, et soumis à la validation du service chargé de la police de l'eau et des milieux aquatiques.

Au 31 décembre 2013, le taux de conformité des branchements doit être supérieur à 95%.

Un bilan annuel de conformité des branchements doit être établi et transmis au service chargé de la police de l'eau et des milieux aquatiques. Il doit présenter les différents types de mauvais branchements identifiés, ainsi que leurs impacts respectifs sur les milieux récepteurs.

2.2.2 – Optimisation du transfert des eaux usées et équipement des postes de relèvement

Les postes de refoulement doivent tous être équipés d'un système de télésurveillance relié au poste de contrôle du gestionnaire des réseaux correspondants et permettant le déclenchement des interventions en astreinte.

Cet équipement doit permettre d'alerter le gestionnaire du dépassement de niveau haut dans la bache de stockage des postes de relèvement pour lui permettre d'intervenir en préventif, le cas échéant.

En cas d'impossibilité d'éviter la surverse, celle-ci doit être comptabilisée en temps et/ou en volume. Les appareils doivent être équipés de capteur de «défaut surverse» pour enregistrer les données de déversement, et permettre d'estimer les flux de matières polluantes rejetées au milieu (sur la base de prélèvements ponctuels ou d'échantillons représentatifs). Ces équipements doivent être mis en place sur la totalité des postes de refoulement existants dotés de surverse.

Des dispositifs de stockage des eaux usées ainsi qu'une sécurisation de l'alimentation électrique sont mis en œuvre selon un programme hiérarchisé aux points névralgiques du réseau, afin d'éviter les déversements lors des opérations de maintenance préventive ou de réparations suite à une défaillance imprévisible. La capacité de stockage sera au minimum équivalente à 4h en débit moyen de temps sec ou de 1,5h en débit de pointe de temps sec.

2.2.3 – Amélioration de la collecte

La collecte des eaux usées doit être optimisée afin de permettre le respect des objectifs de qualité des milieux récepteurs concernés.

Le taux de collecte doit être supérieur à quatre vingt quinze pour cent (95%) au 31 décembre 2015.

Le taux de raccordement doit être en permanence de 100%.

2.2.4 – Métrologie

La métrologie mise en place sur le réseau doit être optimisée afin de permettre à l'exploitant des ouvrages de disposer d'un diagnostic permanent.

2.3 - Réception des nouveaux tronçons.

Les nouveaux tronçons du système de collecte doivent être réceptionnés au vu des tests et vérifications effectués sur les canalisations, les branchements et regards, conformément à

l'annexe 1 de l'arrêté du 22 décembre 1994 fixant les prescriptions techniques relatives aux ouvrages de collecte et de traitement des eaux usées mentionnées aux articles L 2224.8 et L 2224.10 du Code Général des Collectivités Territoriales. Cette réception s'applique aux ouvrages nouvellement construits et aux ouvrages d'origine privée lors de leur raccordement au réseau (lotissements, zones d'activités, ...).

Les protocoles correspondants doivent être soumis à l'approbation du service chargé de la police de l'eau et des milieux aquatiques .

2.4 - Raccordement des industries et gros consommateurs d'eau

Tout déversement industriel dans le réseau de collecte doit faire l'objet de la part du maître d'ouvrage d'une ou des autorisations mentionnées à l'article L 35-8 du code de la santé publique, définissant en particulier les concentrations en éléments polluants à ne pas dépasser afin d'assurer un traitement satisfaisant de l'effluent.

Un exemplaire de chaque autorisation doit être adressé au service chargé de la police de l'eau et des milieux aquatiques et, s'il y a lieu, à celui chargé de l'inspection des installations classées et aux exploitants des ouvrages concernés.

Cette autorisation n'exempte pas ces déversements des obligations auxquelles ils sont soumis, le cas échéant, en application de la loi n°76-663 du 19 juillet 1976 relative aux installations classées pour la protection de l'environnement et de toute autre réglementation qui leur serait applicable.

Pour être admissible dans les réseaux, les rejets doivent satisfaire aux caractéristiques maximales définies ci-dessous :

PARAMETRES	VALEURS LIMITEES EN SORTIE D'INSTALLATION INDUSTRIELLE
DB05	800 mg/l
DCO	2000 mg/l
MES	600 mg/l
Azote global	150 mg/l
Phosphore total	50 mg/l

Toutefois, des valeurs limites en concentrations supérieures peuvent être retenues à partir d'une argumentation technique et, le cas échéant, économique démontrant que le fonctionnement de la station d'épuration n'est pas affecté vis à vis des impératifs de protection de l'environnement.

Article 3 - PRESCRIPTIONS TECHNIQUES ET OBJECTIFS RELATIFS AU TRAITEMENT DES EFFLUENTS

3.1 - Programme de restructuration de la station d'épuration de la Petite Californie

Le traitement des effluents collectés dans le périmètre de l'agglomération Nantes Sud s'effectue actuellement par la station d'épuration de la Petite Californie située, pour partie, sur le territoire des communes de BOUGUENNAIS et REZE. Cet ouvrage a fait l'objet de

restructuration récente pour ce qui concerne le prétraitement des eaux usées (capacité portée de 120 000 à 180 000 EH en 1997).

La filière biologique ne peut plus faire face, à moyen terme, à l'évolution urbaine récente de l'agglomération et à ses conséquences notamment en période pluvieuse.

L'arrêté préfectoral n° 2005/BRE/025 du 15 février 2005, qui autorise l'ensemble du système d'assainissement des agglomérations Nantes Nord et Nantes Sud, mentionne la nécessité d'engager une étude sur l'extension de la capacité de traitement biologique à hauteur de 180 000 EH.

Cette extension de la filière, sur le site des ouvrages actuels, doit permettre de garantir :

- les besoins de dépollution nécessaires, à échéance 15 à 20 ans, pour répondre à l'augmentation des charges à traiter ;
- la bonne qualité des rejets en Loire, dans un parfait respect d'équilibre entre la sauvegarde du milieu naturel, les usages pratiqués et les contraintes réglementaires.

Les charges futures retenues sont les suivantes :

Débit	DBO5	DCO	MES	NK	PT
71 500 m³/j	10 800 kg/j	26 100 kg/j	15 700 kg/j	1 980 kg/j	370 kg/j

3.1.1 – Traitement des eaux

La station dans sa configuration future doit permettre de traiter la totalité des eaux usées collectées par temps sec, ainsi qu'en période de temps de pluie et de nappe haute, dans le périmètre desservi par le système de collecte, avec un niveau de traitement minimum compatible avec les exigences de l'arrêté du 22/06/2007.

La filière de traitement des eaux doit être conçue pour assurer une fiabilité suffisante pendant les phases d'entretien ou en cas de défaillance des ouvrages, et en vue de garantir notamment l'absence de déversement des effluents au niveau de la station d'épuration, ainsi que l'intégralité de leur traitement.

Dans ce cadre, tout au long de la chaîne de traitement des dispositifs de sécurité sont installés afin d'éviter les pannes.

Par ailleurs, l'alimentation électrique de la station d'épuration doit être sécurisée par une alimentation supplémentaire.

3.1.2 - Lieu de rejet des eaux traitées

La localisation du rejet n'est pas modifiée. Elle s'effectue en Loire au niveau du PK 950,190 par une canalisation Ø 1200 dont le radier est la cote – 1,73 m (IGN69).

3.1.3 - Prise en compte du voisinage

La station d'épuration doit être conçue, construite et exploitée de manière à maîtriser l'émission d'odeurs, de bruits ou de vibrations susceptibles de compromettre la santé et la tranquillité du voisinage.

Les ouvrages producteurs d'odeurs sont confinés et couverts.

3.2 - Filière de traitement biologique retenue

Actuellement la filière de traitement biologique des eaux usées n'est pas définie. Nantes Métropole Communauté Urbaine a toutefois retenu le principe d'une technologie compacte. Le choix définitif de la filière ainsi que la conception architecturale des futurs ouvrages ne seront connus qu'à l'issue du programme de « conception - réalisation ».

Celui-ci servira de base pour la constitution du dossier complémentaire d'impact que le maître d'ouvrage doit établir avant le démarrage des travaux et destiné à l'information du public. Le descriptif complet de la filière retenue doit figurer dans ce dossier complémentaire.

Ce dossier complémentaire d'impact est transmis au Préfet dans un délai de 3 mois à compter du choix de la technologie retenue.

3.3 - Continuité de service

Pendant toute la durée de construction des nouveaux ouvrages et jusqu'à leur mise en service définitive, la station d'épuration de la Petite Californie, dans sa configuration actuelle, doit être maintenue en état de fonctionnement optimum.

Tous défauts de traitement et/ou problèmes techniques rencontrés lors de la construction, doivent impérativement être signalés au service chargé de la Police de l'eau et des milieux aquatiques.

Une gestion technique centralisée permettra de maîtriser le fonctionnement de chaque étape de traitement de la station, et des ouvrages principaux du réseau de collecte et de transfert des effluents, ainsi que la télésurveillance de l'ensemble du système d'assainissement.

Article 4 - CONDITIONS TECHNIQUES ET OBJECTIFS IMPOSES AUX EFFLUENTS TRAITES PAR LA STATION D'EPURATION ET A LEUR REJET

4.1 - Aspect qualitatif

A) Pour les paramètres DBO5, DCO et MES, les effluents traités doivent satisfaire simultanément en concentration et en rendement aux valeurs figurant dans le tableau suivant (échantillon moyen sur 24 heures) :

Paramètres chimiques	Concentration maximale	Concentration rédhibitoire	Rendement minimum
Demande Biochimique en Oxygène (DBO5)	25 mg/L	50 mg/L	90%
Demande Chimique en Oxygène (DCO)	90 mg/L	250 mg/L	80%
Matières En Suspension (MES)	30 mg/L	85 mg/L	90%

Règle de tolérance : les caractéristiques de concentration maximale doivent être respectées 95% du temps, soit au moins 28 j/mois et 347 j/an.

B) Pour les paramètres NGL et PT, les effluents traités doivent satisfaire en concentration ou en rendement aux valeurs figurant dans le tableau suivant (échantillon moyen hebdomadaire) :

Paramètres chimiques	Concentration maximale	Concentration rédhibitoire	Rendement minimum
Azote Global (NGL)	10 mg/L		70%
Phosphore Total (PT)	1 mg/L		80%

C) De plus, les effluents rejetés doivent vérifier les caractéristiques suivantes :

- température inférieure à 25°C,
- pH compris entre 6 et 8,5,
- ne pas avoir d'impacts visuel et olfactif.

Article 5 - PRESCRIPTIONS RELATIVES AUX SOUS-PRODUITS

5.1- Devenir des refus de prétraitement

Les refus de dégrillage doivent être essorés, compactés et ensachés puis éliminés conformément à la réglementation en vigueur.

Les graisses issues des prétraitements sont reprises par un système de curage de la bêche de stockage. Elles sont dirigées, pour traitement par voie biologique, sur le site de la station d'épuration de l'agglomération Nantes Nord dite de « Tougas ».

Les sables doivent être lavés, essorés, puis transportés sur le site de la station d'épuration de l'agglomération Nantes Nord dite de « Tougas » pour subir un traitement plus poussé, les rendant aptes à un recyclage (réutilisation sur chantiers). Les refus issus de ce dernier traitement sont évacués en décharge autorisée.

5.2 - Devenir des boues

Les boues issues du traitement doivent être :

- soit évacuées au fur et à mesure de leur production par camion, vers des sites de compostage extérieurs, pour production d'un compost norme produit,
- soit chaulées et stabilisées avant leur transfert vers l'aire de stockage de Tougas.

Le devenir des boues produites sur les deux sites de traitement des agglomérations Nantes Nord et Nantes Sud fait l'objet d'un arrêté préfectoral spécifique.

Article 6 - CONDITIONS TECHNIQUES IMPOSEES AUX REJETS AUTRES QUE CEUX DE LA STATION D'EPURATION

6.1 - Ouvrages concernés

Les rejets concernés sont constitués notamment par :

- les points de surverses des postes de relèvement,
- les exutoires du réseau d'eaux pluviales,
- les ouvrages collectant ou canalisant des ruisseaux.

6.2 - Aspect quantitatif

Les ouvrages de rejet hormis ceux collectant des ruisseaux ne doivent pas présenter d'écoulement permanent résiduel en période de temps sec après 7 jours d'absence de précipitation.

Les rejets à caractère aléatoire, dus aux surverses des postes de relèvement, font l'objet d'un contrôle en continu de la fréquence d'apparition des surverses, et d'une comptabilisation en temps et/ou en volume (cf § 7.3) sous la responsabilité du pétitionnaire.

6.3 - Aspect qualitatif

Les effluents rejetés doivent vérifier les caractéristiques suivantes :

- température inférieure à 25°C,
- pH compris entre 6 et 8,5,
- pas de coloration visible du milieu récepteur (sauf surverse des postes de refoulement),
- pas de matières surnageantes,
- pas de dégagement d'odeur putride ou ammoniacale avant et après cinq jours d'incubation à 20°C.
- pas de substances toxiques capables d'entraîner des mortalités dans le milieu récepteur.

Article 7 - CONTROLE DES INSTALLATIONS, DES EFFLUENTS ET DES EAUX RECEPTRICES

7.1 - Conformité réglementaire

Nantes-Métropole Communauté Urbaine est tenue de se conformer à tous les règlements existants ou à intervenir relatifs à la police de l'eau et des milieux aquatiques.

7.2 – Accès aux installations

Les agents des services publics, notamment ceux de la Direction Départementale de l'Équipement de Loire-Atlantique – Cellule Qualité des Eaux (DDE44/CQE) doivent constamment avoir libre accès aux installations autorisées.

7.3 - Contrôle du fonctionnement du système de collecte

Les surverses éventuelles des postes de refoulement existants et de ceux projetés doivent faire l'objet par l'exploitant du système de collecte :

- d'un contrôle continu par télétransmetteurs d'alarmes avec comptabilisation des durées de surverse et/ou des volumes déversés (cf. article 3.2.6),
- les informations de déversement enregistrées doivent être transmises par télécopie dans un délai de 24 heures après le déversement, au service chargé de la police de l'eau et des milieux aquatiques (DDE44/CQE), avec l'origine de la surverse,
- L'exploitant doit communiquer annuellement au service chargé de la police de l'eau (DDE44/CQE) une synthèse sous forme de tableau des déversements recensés, avec l'estimation correspondante des flux de matières polluantes rejetées (sur la base de prélèvements ponctuels ou d'échantillon représentatifs des effluents déversés).

7.4 - Contrôle du fonctionnement de la station d'épuration

7.4.1- Autosurveillance

L'autosurveillance est réalisée dans les conditions suivantes :

A. Équipements d'autosurveillance

■ Entrée station (eau brute) :

- Comptage des débits sur chaque arrivée ;
- Comptage des débits en entrée du traitement biologique ;
- Préleveur réfrigéré - thermostaté - 4 flacons, asservi au débit (eau brute après tamisage).

■ Sortie station (eau traitée) :

- Comptage des débits ;
- Préleveur réfrigéré, 4 flacons, asservi au débit.

■ Autres :

- Mesure des débits sur les retours en tête et préleveur réfrigéré 4 flacons.

Des dispositifs de dérivation sont prévus au niveau des canaux de mesure de débit de façon à pouvoir effectuer régulièrement l'étalonnage du zéro sans interrompre le transit des effluents.

B. Enregistrement des données de fonctionnement :

- Enregistrement journalier des relevés des compteurs horaires et des débitmètres (journal d'exploitation).

- Synthèse mensuelle des données de fonctionnement :

- Volume traité et volume rejeté en Loire (informations débitmètres)
- Énergie électrique consommée (en kW/h)
- Boues déshydratées, stockées, évacuées
- Réactifs utilisés
- Point sur le plan d'épandage des boues.

C. Nature et fréquence des analyses.

L'autosurveillance porte sur des échantillons moyens sur 24h asservis au débit :

Fréquence Milieu	Quotidienne	4 fois par semaine	3 fois par semaine	2 fois par semaine	1 fois par semaine	mensuelle
Eau brute			DCO, MES	DBO ₅	NK, Pt	
Eau filtrée					NH ₄ ⁺ , NO ₂ ⁻ , NO ₃ ⁻ , PO ₄ ³⁻	
Boues		Matières sèches				Quantité produite
Autres	Débit traité, pluviométrie					Énergie et réactifs consommés

7.4.2- Contrôles inopinés.

Indépendamment de l'autosurveillance effectuée par le gestionnaire et dont une synthèse mensuelle doit être adressée au service chargé de la police de l'eau et des milieux aquatiques, un contrôle inopiné des effluents est effectué par les agents de la direction départementale de l'équipement de la Loire -Atlantique – Cellule Qualité des Eaux (DDE44/CQE) suivant le programme ci-dessous :

- Lieu de prélèvement : avant rejet en Loire
- Fréquence : 4 fois par an
- Paramètres mesurés :
 - Mesures in situ : température, pH, Oxygène dissous, conductivité/salinité.
 - Analyses physico-chimiques :
 - Matières En Suspension (MES),
 - Demande Chimique en Oxygène (DCO),
 - Demande Biochimique en Oxygène (DBO₅),
 - Ammoniaque (NH₄⁺), Nitrites (NO₂⁻), Nitrates (NO₃⁻),
 - Azote Kjeldahl (NK), Phosphore Total,
 - Chlorures

Les analyses d'eaux doivent être réalisées par un laboratoire agréé par le ministère de l'écologie, du développement et de l'aménagement durable pour la réalisation d'analyses sur eaux résiduaires.

Les résultats de ces contrôles sont transmis dès que possible au gestionnaire par la DDE44/CQE, service chargé de la police de l'eau. Ils font l'objet d'une synthèse annuelle adressée au gestionnaire et maître d'ouvrage.

Les frais de prélèvements et d'analyses relatifs à ces contrôles sont à la charge du permissionnaire.

Les agents de la DDE44/CQE chargée de la police de l'eau et des milieux aquatiques, ont constamment libre accès aux installations de rejet. A cet effet, un regard accessible et permanent est mis en place aux frais du pétitionnaire, permettant de réaliser les prélèvements aux fins d'analyses.

7.5 - Dispositions particulières pour les événements exceptionnels.

Des dispositions de surveillance particulière doivent être prises par l'exploitant, lorsque des circonstances particulières ne permettent pas d'assurer la collecte ou le traitement complet des effluents. Il en est ainsi notamment en cas d'accident ou d'incident sur la station, de travaux exceptionnels sur le réseau ou en cas de situation inhabituelle due à de fortes pluies.

L'exploitant doit évaluer la pollution rejetée au milieu dans ces conditions et son impact sur le milieu récepteur. Cette évaluation porte au minimum sur le débit, la DCO, les MES, l'azote ammoniacal aux points de rejets du système d'assainissement et l'oxygène dissous dans le milieu récepteur.

Cette évaluation fait l'objet d'un bilan annuel adressé par l'exploitant au service chargé de la police de l'eau DDE44/CQE, à l'Agence de l'Eau ou à l'organisme mandaté par celle-ci, ainsi qu'à la DDASS.

7.6 - Informations des services.

L'exploitant adresse mensuellement au service chargé de la police de l'eau, ainsi qu'à l'Agence de l'Eau ou à l'organisme mandaté par celle-ci une synthèse des informations obtenues dans le cadre de l'autosurveillance.

Dans le cas de dépassements des seuils fixés au § 4.2 du présent arrêté, la transmission des résultats est immédiate. Elle est accompagnée de commentaires sur les causes des dépassements constatés ainsi que sur les actions correctives mises en œuvre ou envisagées.

L'exploitant tient un registre, appelé manuel d'autosurveillance, tel que prévu par l'article 8.II de l'arrêté du 22 décembre 1994 susvisé relatif à la surveillance des ouvrages. Ce registre est mis à disposition du service chargé de la police de l'eau et de l'Agence de l'Eau ou de l'organisme mandaté par celle-ci et régulièrement mis à jour, et mentionne notamment :

- les incidents et défauts de matériels recensés et les mesures prises pour y remédier,
- les procédures à observer par le personnel d'entretien.

Il dresse annuellement un rapport de synthèse de fonctionnement du système d'assainissement (système de collecte et transfert + système de traitement + émissaire de rejet et impact sur le milieu récepteur).

L'exploitant doit informer au préalable le service chargé de la police de l'eau des périodes d'entretien, de réparations prévisibles et de la consistance des opérations susceptibles d'avoir un impact sur la qualité des eaux. Il précise les caractéristiques des déversements en flux de pollution pendant cette période et les mesures prises pour en réduire l'impact sur le milieu récepteur.

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

7.7 - Contrôle des rejets autres que celui de la station d'épuration.

Une surveillance des rejets visés à l'article 6 est effectuée par les agents du service chargé de la police de l'eau DDE44/CQE selon le programme ci-après :

- Rejets concernés : ceux présentant des écoulements
- Fréquence de prélèvement : 4 contrôles annuels
- Paramètres mesurés :
 - mesures in situ : débit, température, pH, Oxygène dissous, Conductivité/salinité.
 - analyses physico-chimiques : Matières en suspension, Demande Chimique en Oxygène (DCO), Demande Biochimique en Oxygène (DBO5), Ammoniaque, Nitrites, Nitrates, Phosphates, Phosphore Total, Chlorures.

Les analyses doivent être réalisées par un laboratoire agréé par le ministère de l'écologie et du développement durable.

Les frais de prélèvements et d'analyses relatifs à ces contrôles sont à la charge du pétitionnaire.

Article 8 - CONDITIONS IMPOSEES PREALABLEMENT AUX TRAVAUX ET LORS DES TRAVAUX

Le service chargé de la police de l'eau (DDE44/CQE) doit être informé préalablement de la date de démarrage du chantier, de l'échéancier de chaque aménagement, et alerté de tout incident survenu au cours des travaux.

Le libre accès des sites doit être réservé aux agents du service chargé de la police de l'eau (DDE44/CQE).

8.1 – Dossiers complémentaires d'étude d'impact

Le dossier complémentaire d'étude d'impact portant sur les compléments à venir tels que mentionnés dans le dossier de demande d'autorisation au titre de la loi sur l'eau, doit être produit par le permissionnaire avant le démarrage des travaux ou partie de travaux concernés. Ce dossier est transmis en 7 exemplaires en préfecture.

8.2 – Aires de chantier

L'entretien des véhicules doit être réalisé en dehors du site et des périmètres de protection des captages d'eau et hors des lits mineurs des cours d'eau, dans des zones équipées de plates-formes étanches.

L'alimentation des réservoirs de carburant des engins mobiles doit être effectuée sur des aires étanches, et pour les engins à mobilité réduite le transfert de carburant doit être assuré par siphon.

Les eaux usées provenant des bâtiments de chantier sont raccordées au réseau collectif d'assainissement et des WC chimiques sont installés si nécessaire.

Article 9 - DUREE DE L'AUTORISATION

Cette autorisation est délivrée pour une période de 20 ans à compter de sa notification.

Une demande de renouvellement doit être déposée 6 mois avant cette échéance, conformément aux dispositions de l'article R 214-20 du code de l'environnement.

Toute modification apportée par le bénéficiaire de l'autorisation, de nature à entraîner un changement notable du système d'assainissement autorisé, doit être porté sans délai à la connaissance du Préfet qui pourra, s'il juge que les effets prévisibles de la modification le justifient, inviter le pétitionnaire à déposer une nouvelle demande d'autorisation.

Article 10 - CARACTERE DE L'AUTORISATION

Si, à quelque époque que ce soit, l'administration décide, dans un but d'intérêt général de modifier, d'une manière temporaire ou définitive, l'usage des avantages concédés par le présent arrêté, le pétitionnaire ne pourra se prévaloir d'aucune indemnité.

L'autorisation peut être révoquée à la demande de Monsieur le directeur départemental de l'équipement de la Loire-Atlantique, en cas de non exécution des prescriptions du présent arrêté.

Conformément aux dispositions de l'article L 214-10 du titre 1^{er} du livre II du code de l'environnement, cette décision peut être contestée devant le Tribunal Administratif de NANTES par le pétitionnaire dans un délai de deux mois à compter de sa notification, et par les tiers dans un délai de quatre ans à compter de la publication ou de l'affichage de l'arrêté d'autorisation.

Tout recours gracieux, en vertu de ces mêmes dispositions ne peut interrompre les délais de recours contentieux.

Article 11 - PUBLICATION ET EXECUTION

Le Secrétaire Général de la Préfecture de la Loire-Atlantique, le directeur départemental de l'équipement de la Loire-Atlantique, le Président de Nantes-Métropole Communauté Urbaine et l'exploitant du système d'assainissement sous-couvert de ce dernier sont chargés, chacun en ce qui le concerne, d'assurer l'exécution du présent arrêté qui sera publié au recueil des actes administratifs de la Préfecture de Loire-Atlantique et affiché en mairies de Bouguenais, La Montagne, Nantes, Pont-Saint-Martin, Rezé, Saint-Aignan-de-Grandlieu, Saint-Sébastien-sur-Loire, Les Sorinières et Vertou.

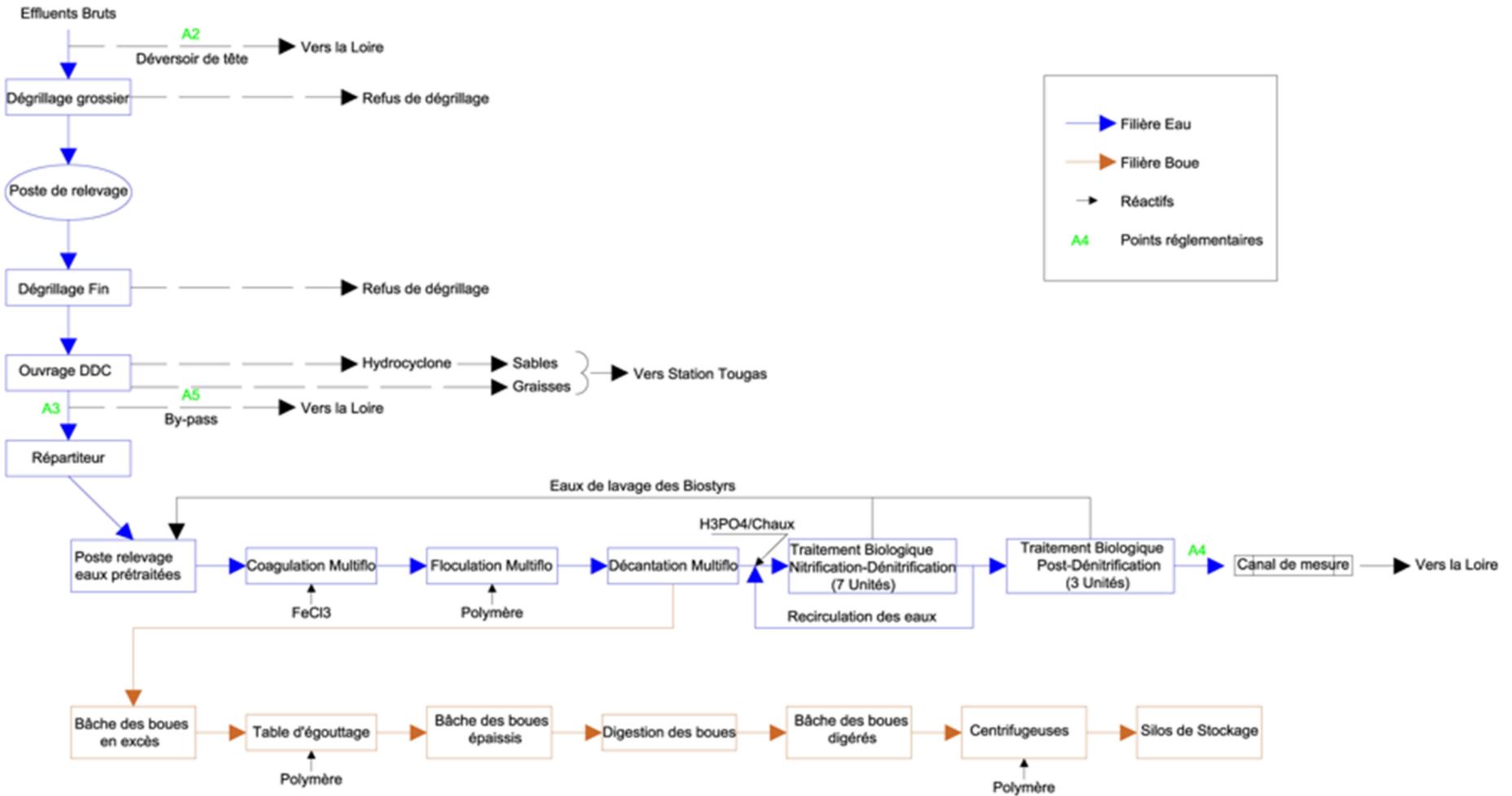
Le PREFET
Pour le Préfet,
le Secrétaire Général,



Fabien SUDRY

Annexe 2 : Synoptique de la station actuelle

Synoptique de la Station Petite Californie (Etat actuelle)



Annexe 3 : Illustration photographique



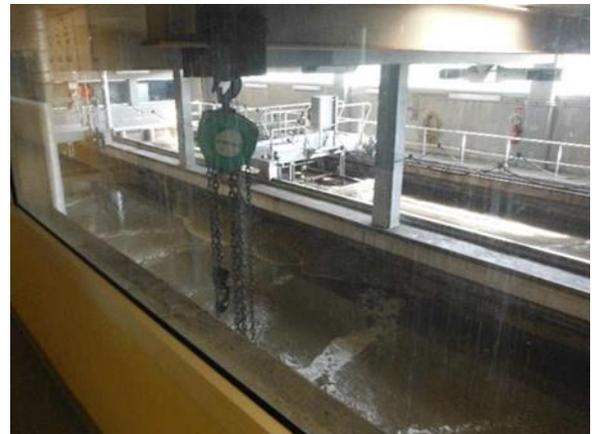
**Arrivée des Eaux Brutes + de Rejet des eaux traitées
avec vanne murale du bypass A2**



Préleveur d'auto surveillance du point A2



Dégrilleurs fins



Dessableur Dégraisseur Combiné



Traitement primaire



Traitement biologique NDN



Traitement biologique Post-DN



Digester



Stockage de Biogaz



Traitement de biogaz avant injection

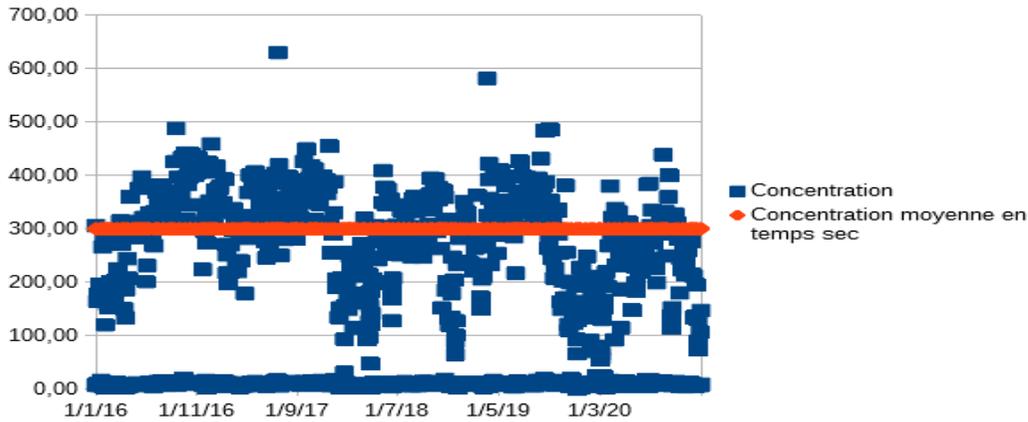


Traitement primaire

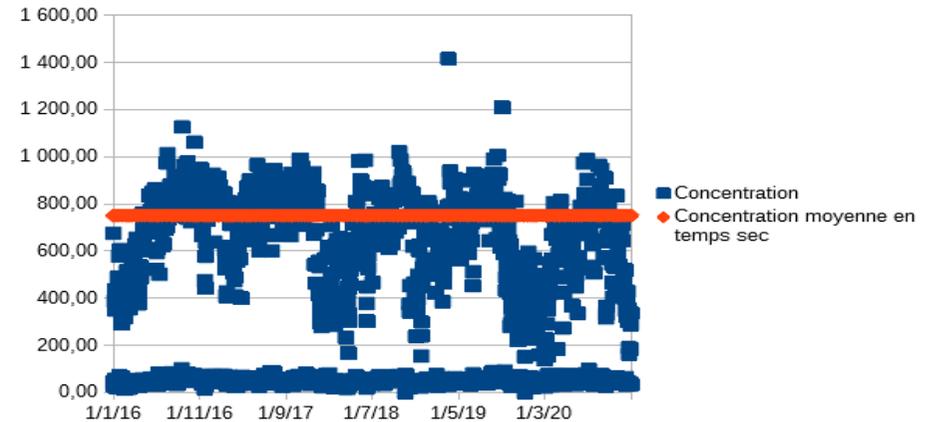


Traitement biologique

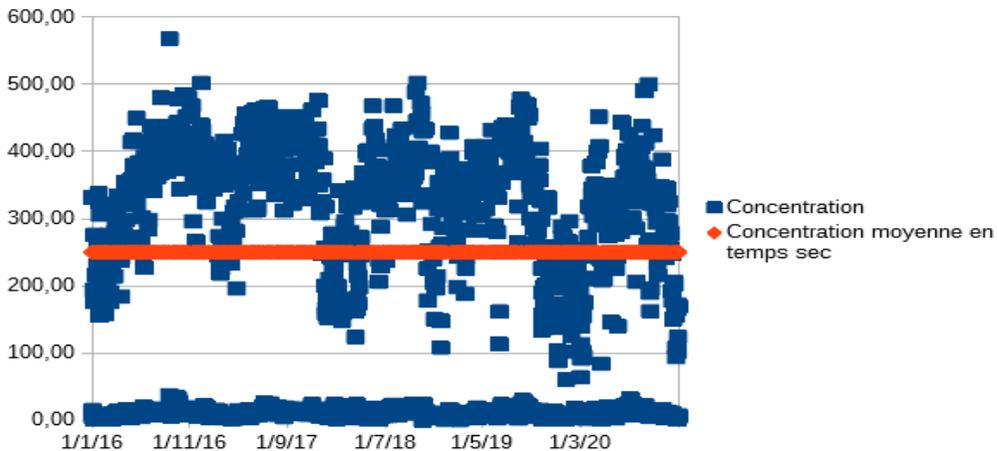
Annexe 4 : Analyses des concentrations des effluents à l'entrée de la station Petite Californie



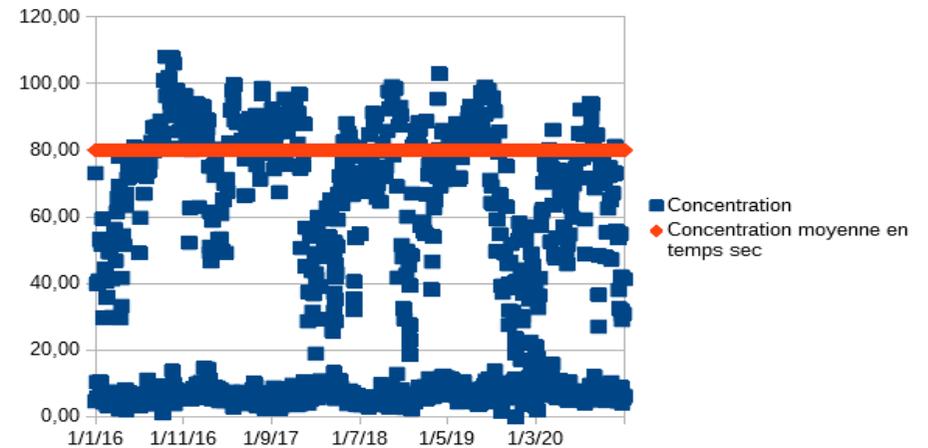
Concentration en DBO5 à l'entrée de la station



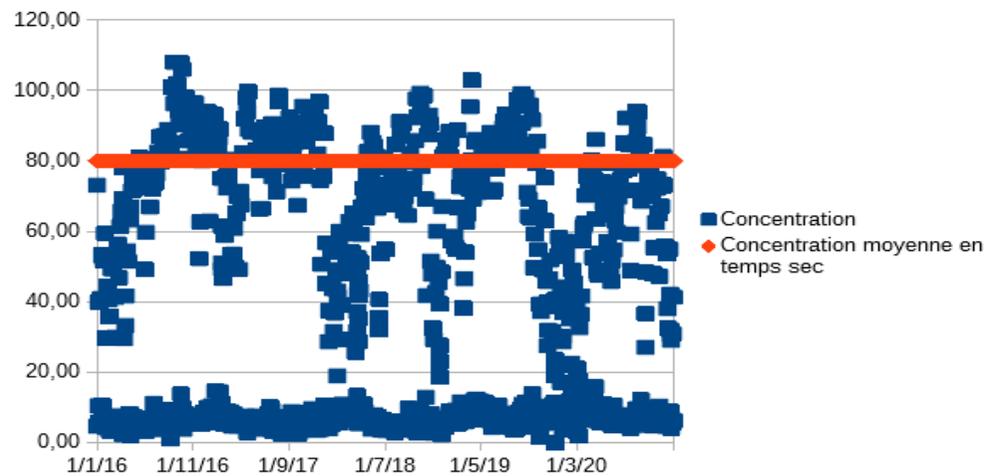
Concentration en DCO à l'entrée de la station



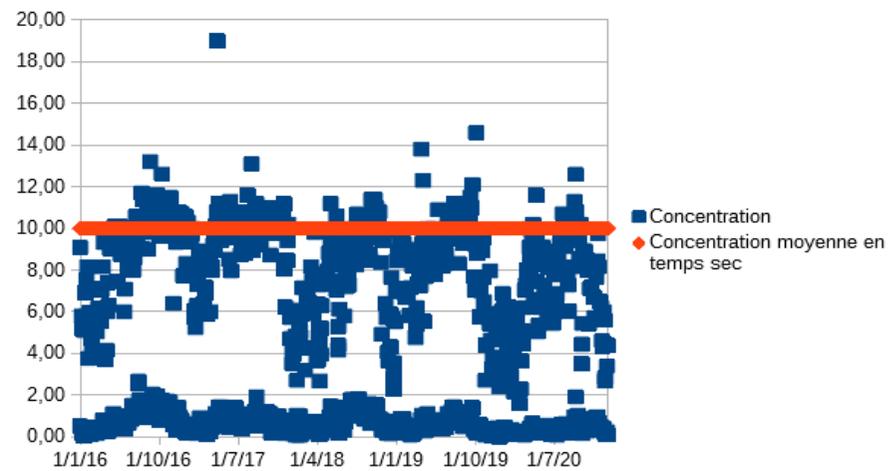
Concentration en MES à l'entrée de la station



Concentration en NTK à l'entrée de la station

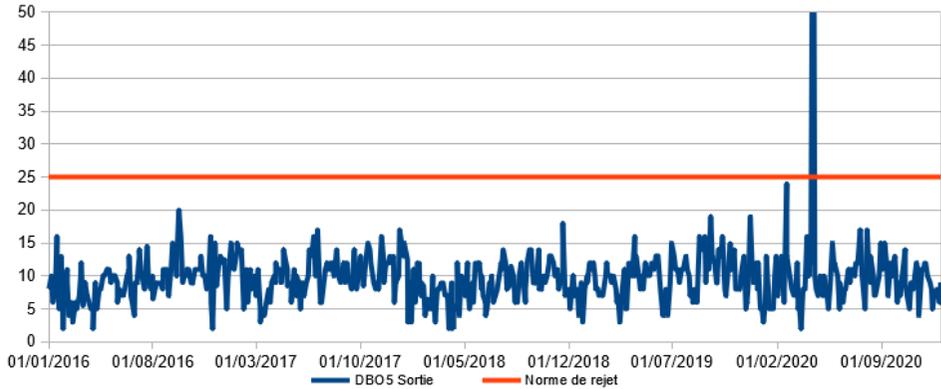


Concentration en AMMONIUM+ à l'entrée de la station

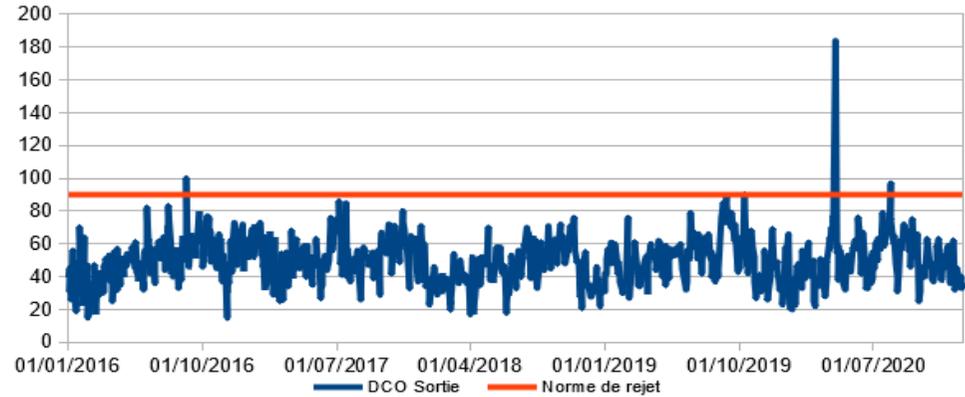


Concentration en Pt à l'entrée de la station

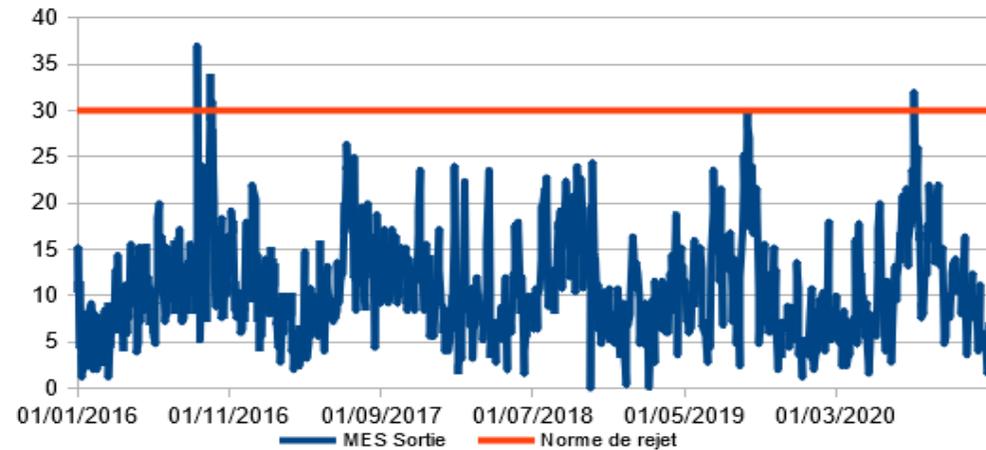
Annexe 5 : Concentration à la sortie de la station et rendements épuratoires :



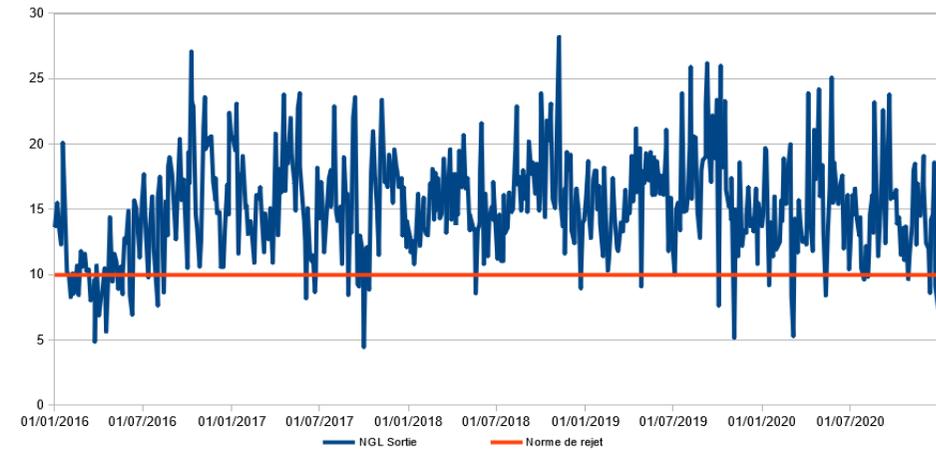
Concentration en DBO5 à la sortie de la station



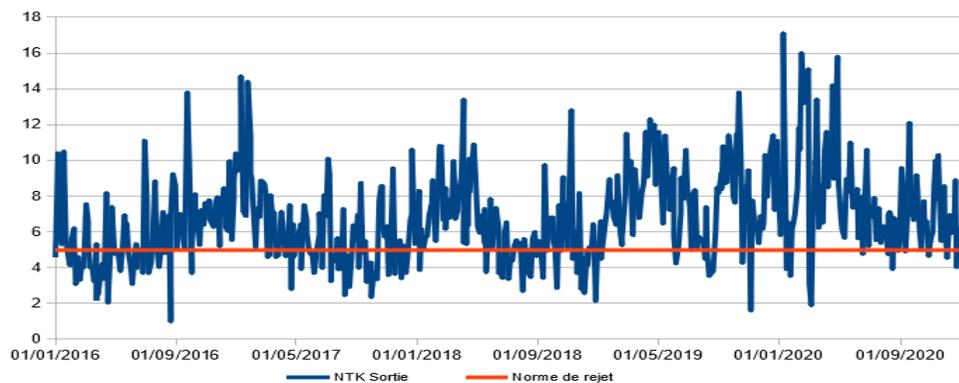
Concentration en DCO à la sortie de la station



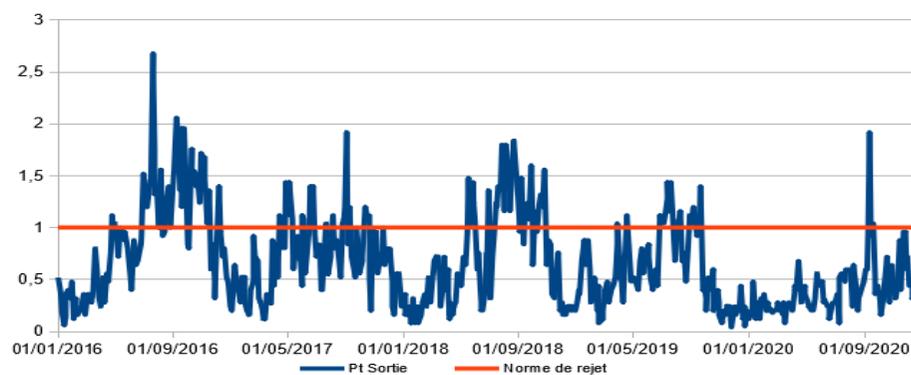
Concentration en MES à la sortie de la station



Concentration en NGL à la sortie de la station



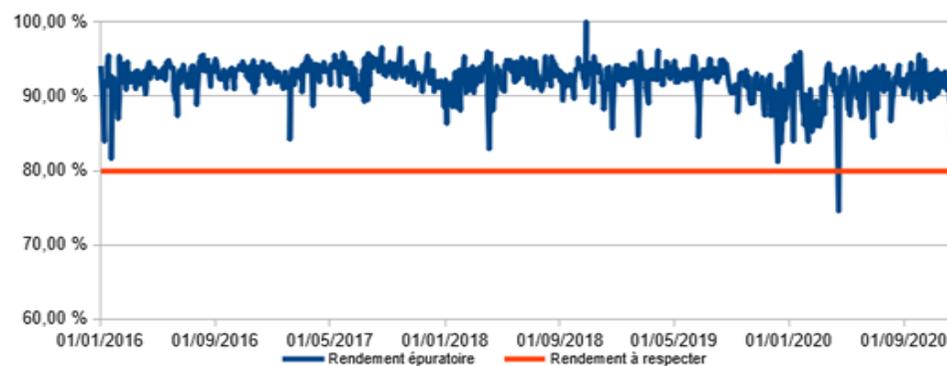
Concentration en NTK à la sortie de la station



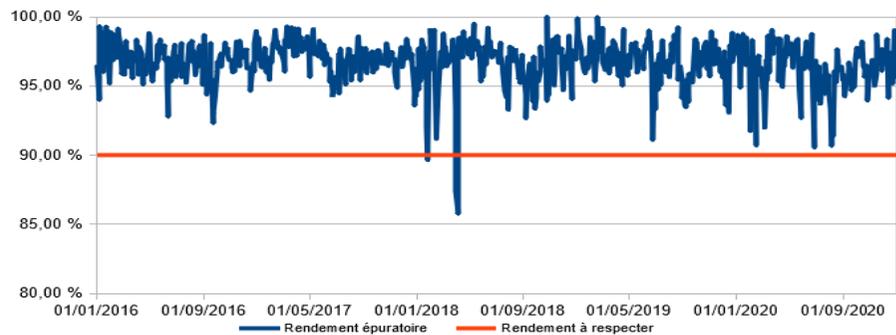
Concentration en Pt à la sortie de la station



Abatement de la pollution DBO5



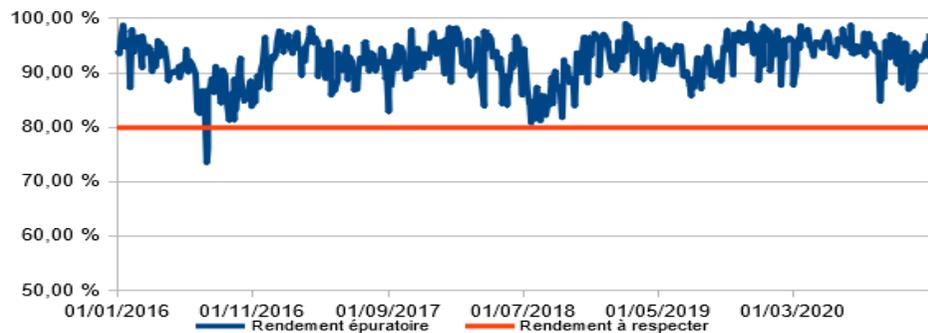
Abatement de la pollution DCO



Abatement de la pollution MES



Abatement de la pollution NTK



Abatement de la pollution Pt

Annexe 6 : Analyse des rendements épuratoires en azote

Analyses des données de fonctionnement de l'année 2020								
		NTK	NO3	NO2	AMMONIUM	NGL	Rendement en NTK	Rendement en NGL
		Kg/j	Kg/j	Kg/j	Kg/j	Kg/j		
janv-20	Entrée	2148	17	12	1497	2175	84%	70%
	Sortie	339,7	269,9	48,1	255,3	657,8		
févr-20	Entrée	2060	29	14	1363	2088	70%	61%
	Sortie	614,9	181,7	17,2	482	810		
mars-20	Entrée	2043	48	10	1307	2101	83%	73%
	Sortie	343,4	219	11,3	273,1	573,8		
avr-20	Entrée	2014	5	2	1437	2019	84%	74%
	Sortie	326,2	162,8	35,9	248,4	522,5		
mai-20	Entrée	2017	5	3	1409	2024	87%	74%
	Sortie	254,5	168	98,6	167,4	521,1		
juin-20	Entrée	1927	12	2	1388	1940	88%	75%
	Sortie	235,3	156,1	92,9	168,4	484,3		
juil-20	Entrée	1681	2	2	1175	1685	91%	81%
	Sortie	154,1	96,7	70,8	69,5	321,6		
août-20	Entrée	1539	9	1	1121	1549	92%	80%
	Sortie	122,9	139,9	49,1	56,3	311,8		
sept-20	Entrée	1945	7	2	1366	1953	91%	79%
	Sortie	183	148,5	83,8	92	415,3		
oct-20	Entrée	2040	13	5	1467	2057	88%	78%
	Sortie	235,6	131,6	85,7	167,4	452,8		
nov-20	Entrée	2063	18	10	1439	2091	89%	76%
	Sortie	229,3	174,7	90,7	156,5	494,7		
déc-20	Entrée	2231	43	20	1560	2294	86%	71%
	Sortie	311,2	256,1	104,5	207,5	671,8		

Annexe 7 : Rendements épuratoires du traitement primaire Multiflo

		MES mg/l	Rendement en MES
janv-20	Entrée	225	78%
	Sortie	49	
févr-20	Entrée	186,6	79%
	Sortie	40	
mars-20	Entrée	190,1	82%
	Sortie	34	
avr-20	Entrée	359,6	82%
	Sortie	66	
mai-20	Entrée	254,5	82%
	Sortie	46	
juin-20	Entrée	257,8	80%
	Sortie	51	
juil-20	Entrée	373,5	84%
	Sortie	61	
août-20	Entrée	346,2	86%
	Sortie	48	
sept-20	Entrée	393,2	83%
	Sortie	68	
oct-20	Entrée	284,1	81%
	Sortie	53	
nov-20	Entrée	277,6	75%
	Sortie	69	
déc-20	Entrée	181,9	75%
	Sortie	45	

Annexe 8 : Fiche technique du dégrilleur fin

Dimensionnement des dégrilleurs EMO

Données variables

Débit	3 700	3 700	3 700	m3/h
	1 028	1 028	1 028	l/s
Largeur canal	998	998	998	mm
Largeur de grille	713	713	713	mm
Niveau d'eau aval	1 100	1 100	1 100	mm
Colmatage	0%	20%	40%	

Données spécifiques

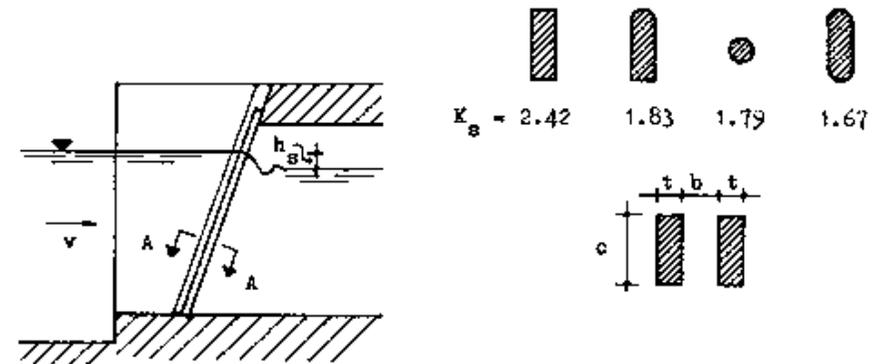
Entrefer EP	6	6	6	mm
Épaisseur des lames fixes E1	3	3	3	mm
Épaisseur des lames mobiles E1	3	3	3	mm
Profondeur des lames E2	30	30	30	mm
Coefficient géométrique	2,42	2,42	2,42	
Angle d'installation	50	50	45	°

Calculs

Ratio de surface libre à 0%	67%	67%	67%	
Ratio de surface libre non colmatée	67%	53%	40%	
Épaisseur de colmatage	0,0	1,2	2,4	mm
Perte de charge	75	200	421	mm
Hauteur amont	1175	1300	1521	mm
Vitesse entre les lames	1,410	1,592	1,676	m/s
Vitesse d'approche	0,877	0,792	0,677	m/s

Largeur chassis - 80 mm (Série de ...30 de chassis)

Formule de Kirschmers



$$h_s = K_s \left(\frac{t}{b} \right)^{\frac{4}{3}} \frac{v^2}{2g} \sin \alpha$$

h_s = loss of head, m

K_s = screen loss coefficient

t = thickness of bars, m

b = clear spacing between bars, m

v = velocity of approach, m/sec

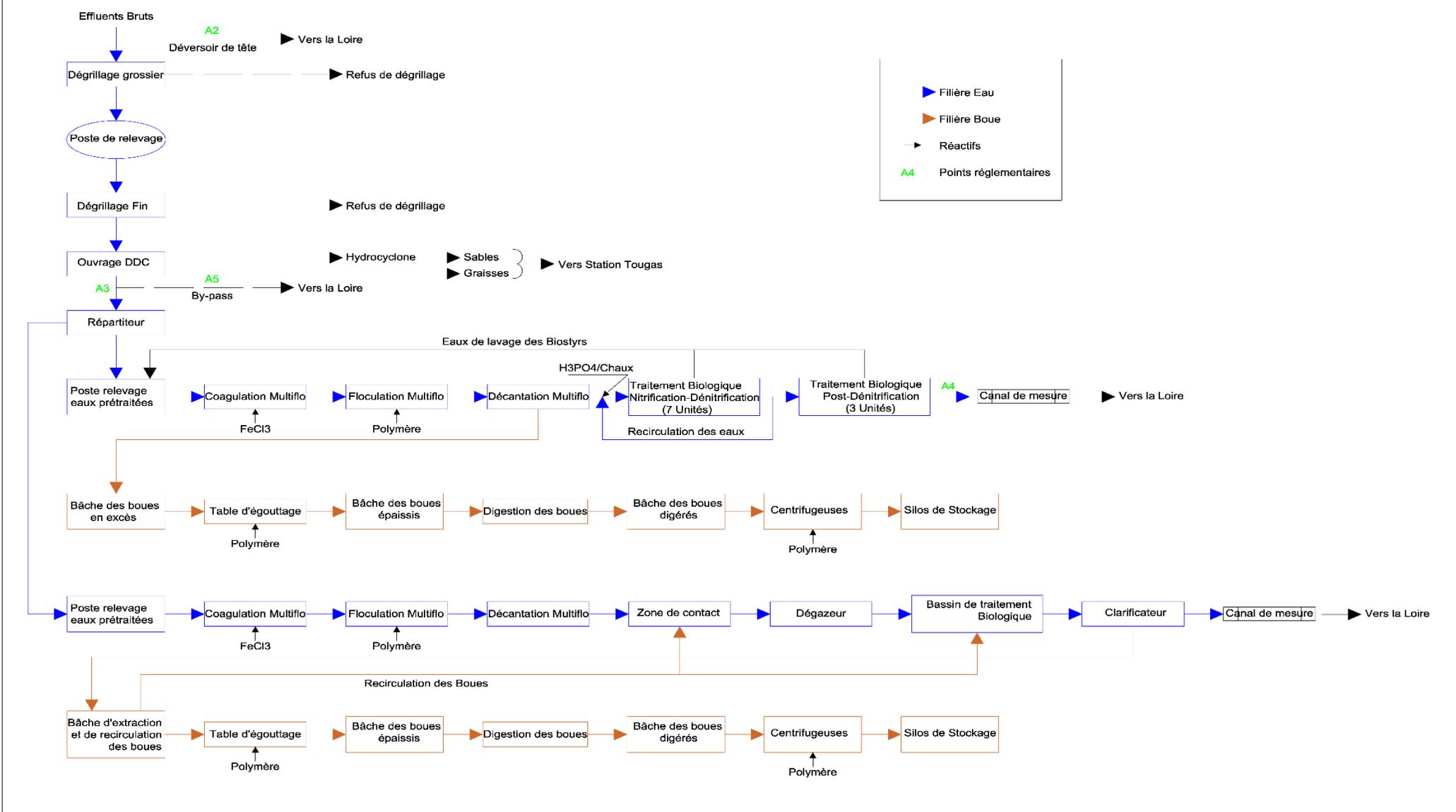
α = angle of bar inclination, degree

Annexe 9 : Dysfonctionnement boues activées

Dysfonctionnement	Cause	Solution
- Fuites des boues	- Surcharge hydraulique	- Diminuer et tamponner le volume à traiter
- Forte présence de boues en surface du clarificateur	- Période anoxique trop courte dans le bassin d'aération et poursuite de la dénitrification au fond du clarificateur ce qui libère de micro- bulles d'azote et entraîne des boues en surface	- Diminuer l'aération dans le bassin d'aération et augmenter l'intervalle du temps de l'anoxie
- Mauvaise décantabilité de la boue malgré une bonne épuration et une eau traitée claire et sans notable d'hydrogène sulfuré (présence de filaments)	- Temps de séjour des boues dans le clarificateur trop élevé	- Recirculer de plus
	- Effluent à pH anormalement bas ou élevé	- Neutraliser les effluents
	- Développement des champignons et moisissures	- Augmenter l'aération - Augmenter la fréquence d'extraction des boues
- Mauvaise décantabilité et aspect filamenteux de la boue et présence d'Odeur d'œufs pourris	- Effluents septiques : présence de H ₂ S. - Explosion de la croissance bactérienne assimilatrice du soufre entraînant un aspect filamenteux léger qui s'oppose à la décantation. Surcharge organique (rinçage de réseau) avec carence en aération - Défaut de brassage du bassin d'aération	- Rechercher la raison de la présence de H ₂ S - Assurer un brassage correct du bassin d'aération - Augmenter considérablement l'aération et procéder à une extraction plus régulière des boues. - Injecter, si nécessaire, dans le bassin d'aération de l'eau de Javel en raison du risque de destruction totale de la macro Flore et de production de toxiques. - Augmenter la recirculation pour limiter le temps de séjour dans le clarificateur.
- Développement de mousses d'aspect visqueux en surface - Mauvaise décantabilité	- Carence importante en azote (effluent non strictement urbain avec un fort de raccordement des industries)	- Rétablir l'équilibre DBO ₅ /N/P (100/5/1).
- Faible nitrification	- Âge des boues trop faible - Âge des boues correct : aération trop faible	- Diminuer l'extraction des boues - Augmenter l'aération - Vérifier l'absence de toxiques, le pH et la température de l'effluent
- Faible dénitrification	- Temps d'anoxie court en phase biologique - Rapport carbone/azote trop faible	- Diminuer l'oxygénation du bassin d'aération - Découvrir la source de déséquilibre. Agir à la source.

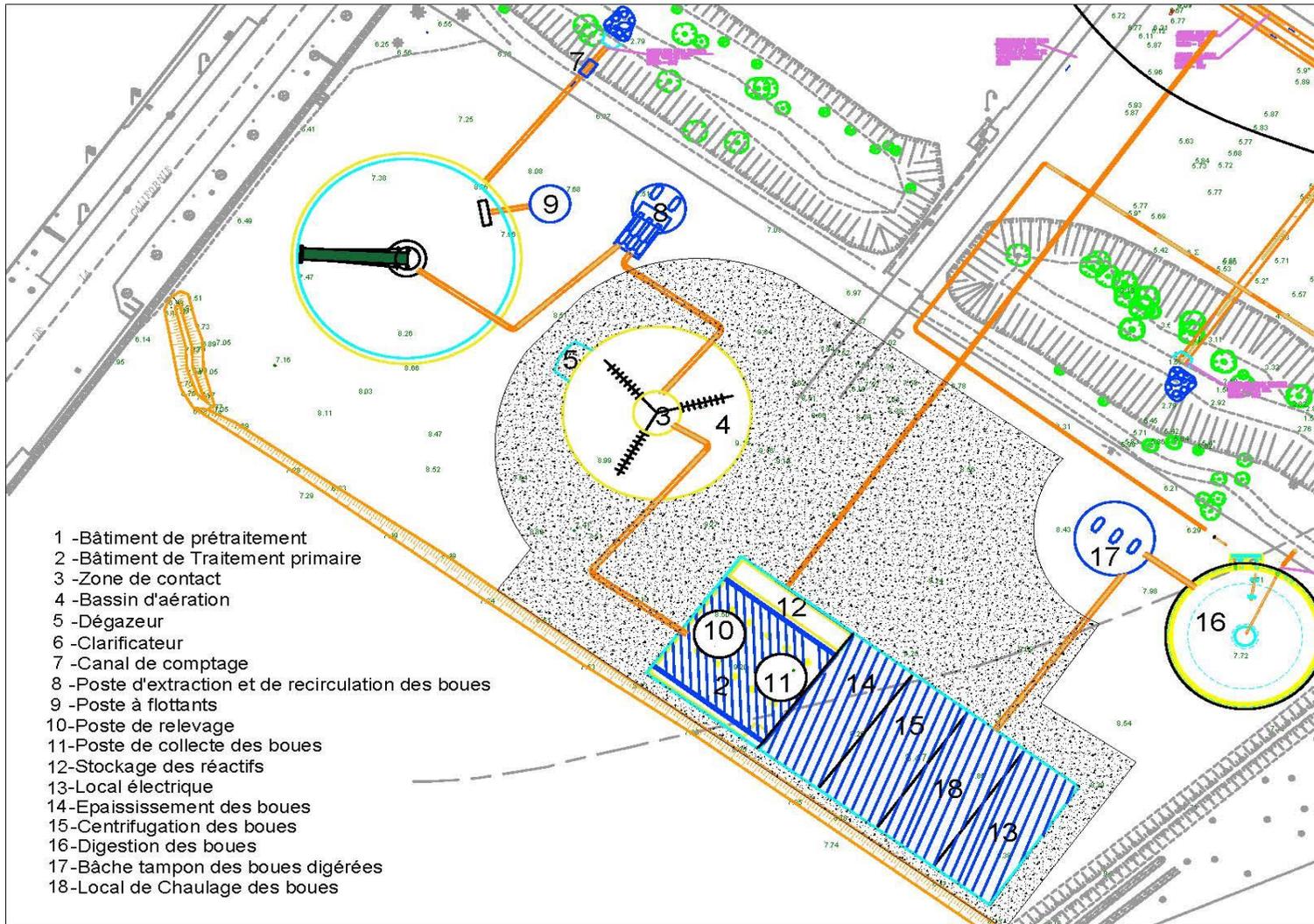
Annexe 10 : Synoptique de la station Petite Californie dans sa conception future

Synoptique de la Station Petite Californie (Extension Boues activées)

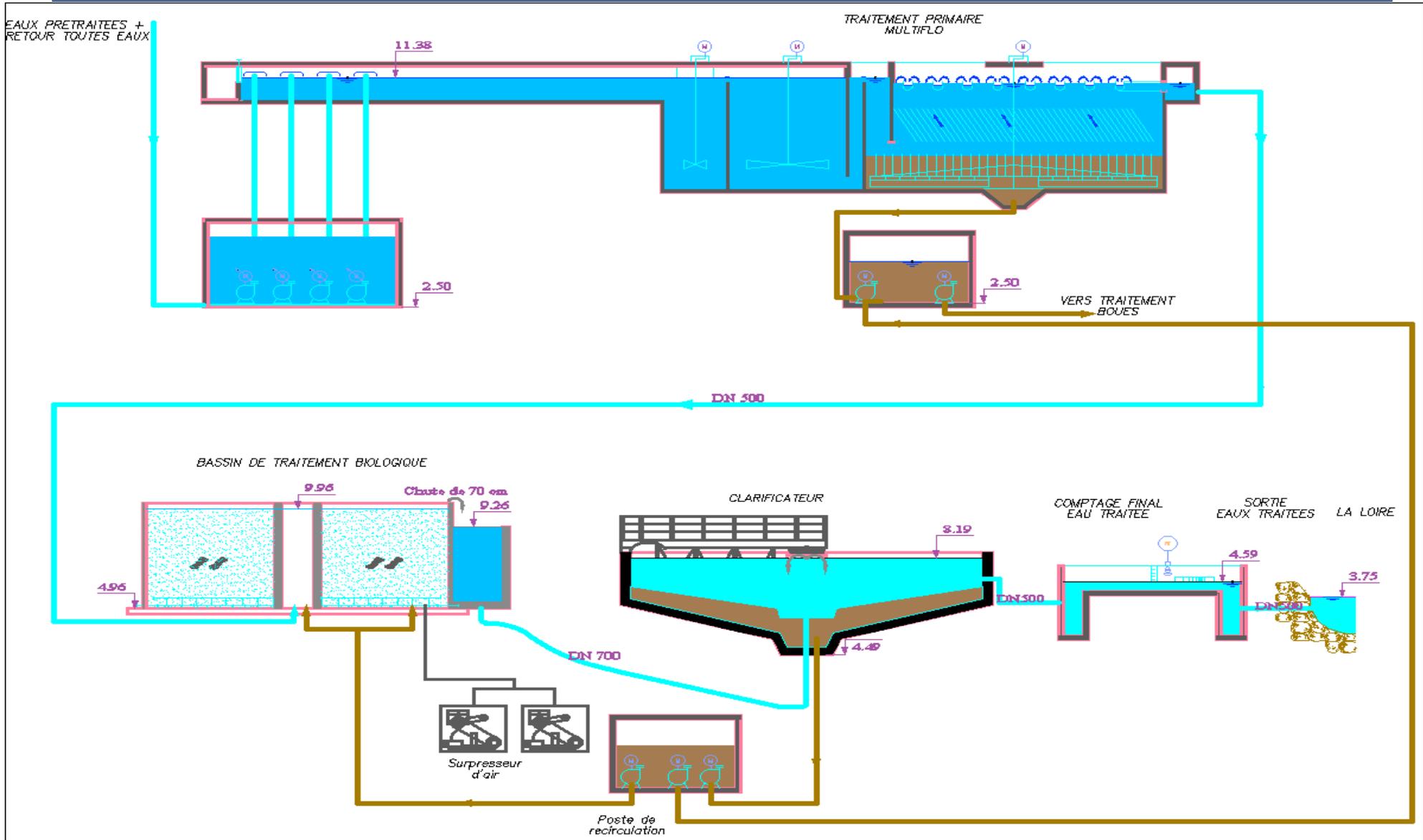


Annexe 11 : Implantation de la nouvelle extension par boues activées





Annexe 12 : Ligne hydraulique de la nouvelle extension





MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES
Diplôme(s) : Mastère spécialisé
Spécialité : Eau potable et assainissement

Auteur: BEN ABBES Saifeddine

Année 2021

Titre: Étude d'opportunité pour l'amélioration en situation actuelle de la STEP Petite Californie, 180.000 EH et propositions d'extension pour la passer à 220.000 EH

Nombre de pages : 94

Texte : 60

Annexes : 34

Nombre de références bibliographiques : 11

Structure d'accueil: Direction Cycle de l'eau Métropole de Nantes

Maître de stage: M. JOUAN Hervé

Résumé:

La STEP Petite Californie a été construite par OTV et réceptionnée en 2012. Cette station rencontre des problèmes de sous-dimensionnement prématurés que la Direction du Cycle de l'Eau de Nantes Métropole va devoir traiter. La STEP Petite Californie se retrouve en limite de capacité hydraulique par rapport à sa capacité nominale. Cela est la conséquence d'arrivées d'eaux claires parasites en quantité.

Les surcharges hydrauliques occasionnent des problématiques d'exploitation et une difficulté à respecter les normes de rejet de l'arrêté préfectoral.

La STEP en situation future en ajoutant la charge organique supplémentaire (l'échéance de 2050) sera aussi en limite de sa capacité organique par rapport à sa capacité nominale.

Face à ses problèmes, l'étude actuelle se base en première partie sur des analyses des données d'exploitation disponibles afin d'analyser les problèmes d'exploitation actuelle, la proposition des solutions pour améliorer le fonctionnement de la station dans sa conception actuelle, en deuxième partie sur l'estimation des charges hydrauliques et futures et la proposition de deux solutions dans le but de traiter les flux futurs

Mots-clés:

Traitement des eaux, Petite Californie, Charges hydrauliques, Charges polluantes, Traitement primaire, Biofiltration, Boues activées, Bassin Tampon, Aération, Vitesse de passage, Eaux claires parasites, Eaux usées strictes, Temps sec, Temps pluie, Traitement des Boues, Digestion, Production du Biogaz.
