

**MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA
RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

UNIVERSITE ABOU BAKR BELKAID TLEMCEN

FACULTE DE TECHNOLOGIE

DEPARTEMENT D'HYDRAULIQUE



Mémoire de fin d'études pour l'obtention du Diplôme de Master

Option : Ouvrages Hydrauliques

Présenté par :

GHELLAI Amal

MOHAMMEDI Sabah

Thème

**CONTRIBUTION A L'ETUDE DU DYSFONCTIONNEMENT DANS UNE
STATION D'EPURATION.CAS STEP D'EL KARMA-ORAN**

Soutenue publiquement 19 JUIN 2018 devant le jury composé de :

**ROUISSAT Bouchrit
BOUMEDIENE Maamar
MEGNOUNIF Abdelssellam
BOUKLI HACENE Chérifa
BESSEDIK Madani**

**Président
Examineur
Examineur
Encadreur
Co-encadreur**

Remerciements

A l'issue de la rédaction de cette recherche, nous sommes convaincues que le mémoire est loin d'être un travail solitaire. En effet, nous n'aurons jamais pu réaliser ce travail sans le soutien d'un grand nombre de personnes dont la générosité, la bonne humeur et l'intérêt manifestés à l'égard de notre recherche.

En premier lieu, Nous tenons à exprimer notre sincère reconnaissance à notre encadreur Madame BOUKLI HACENE Chérifa, Maitre de conférence A, à l'Université de TLEMCEM et à notre Co-encadreur Monsieur BESSEDIK Madani Chef de département d'Hydraulique, qu'ils trouvent ici l'expression de nos sincères remerciements pour avoir accepté de nous diriger afin de mener à bien notre projet de fin d'étude.

Nous aimerons également leurs dire à quel point nous avons appréciés leurs grandes disponibilités. Enfin, nous avons été extrêmement sensibles à leurs qualités humaines d'écoute et de compréhension tout au long de ce travail.

Nous remercions Dr ROUISSAT Bouchrit d'avoir bien voulu nous honorer en acceptant de présider le jury chargé d'examiner ce travail.

Aussi, Nous remercions Dr BOUMEDIENNE Maamar et Pr MEGUENOUNIF Abdelssellam d'avoir accepté d'examiner ce travail malgré leurs nombreuses charges et préoccupations et nous les remercions pour l'intérêt qu'ils ont accordé à notre travail.

Nous nous saurons oublier l'aide si précieuse de Monsieur TEFFAHI M. chef de station d'épuration d'ORAN, Madame BRACHMI M., Monsieur METTALSSI M. et tout le personnel de la STEP et l'administration de la SEOR d'ORAN, qu'ils acceptent notre profonde considération.

Notre sympathie et profonde reconnaissance à tous les membres de la faculté de technologie pour leur aide précieuse et spontanée.

Toute la considération à tous les enseignants qui ont contribué à notre formation.

Un remerciement spécial à REKRAK ZAKARYA doctorant en département d'hydraulique pour son aide précieux.

Un merci doit être adressé aux membres de nos familles, pour leurs patiences et leurs compréhensions et surtout pour leurs soutiens.

A toutes les personnes qui nous ont assistées de près ou de loin, qu'ils trouvent dans ce modeste document l'expression de nos sincères remerciements.

Dédicaces

Avec tout mon amour et avec l'intensité de mes émotions.

Je dédie cette réussite à:

A ma chère mère, tous les mots que je pourrais utiliser seraient insuffisants pour te témoigner l'amour que je te porte,

A mon père,

A mon grand-père maternel, Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime, le dévouement et le respect que j'ai toujours eu pour vous

A ma grand-mère maternelle, Ta prière et ta bénédiction m'ont été d'un grand secours pour mener à bien mes études.

A mes très chères sœurs,

Sarah qui me pousse toujours à l'avant, Roumayssa la prune de mes yeux et Meriem ma petite sœur que j'adore. En témoignage de mon amour éternel que Dieu vous garde, vous protège et vous offre une vie pleine de joie.

A mes très chers Oncles,

Smain, Sidahmed, Bounoir et Rabie

A mes très douces tantes,

Khéra et Mouna

A tous mes cousins adorables,

A toutes mes chères cousines.

A ma petite nièce, Mayar

Je le dédie également à:

Mon binôme et ma confidente Amal, en témoignage de mon affection et ma reconnaissance merci d'avoir parcouru avec moi le chemin menant à ce stade et pour d'autres réussites et aussi pour l'adorable Fatema zohra et toute sa famille.

Toutes les personnes que j'aime, à mon monde associatif, à ceux qui m'ont soutenue dans les moments difficiles, en témoignage des liens qui nous unissent, je vous dédie ce travail, je vous souhaite beaucoup de succès, de courage et de bonheur tant professionnel que familial.

A toutes la promo Ouvrages Hydrauliques2018 et pour les bons moments passés ensemble et l'ambiance familiale.

Sabah

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail en premier lieu à ceux qui m'ont donné la vie, qui m'ont été la source de l'amour, de la tendresse, et du courage, qui m'ont toujours soutenu, mes très chers parents.

Que dieu leur procure la bonne santé et longue vie.

A ceux qui n'ont jamais cessé de me chérir et me soutenir ; Mon adorable sœur Fatima Zohra et mon cher frère Sidi Mohamed Omar.

A celui qui m'a permis de mener à terme le travail en question avec son soutien, encouragement permanents, sa compréhension et ses conseils, a mon fiancé MOUSSAAB.

*A mon binôme,
Ma chère sœur Sabah, Je te dédie notre travail en témoignage de mon profond amour sincère et fidèle. Puisse Dieu, le tout puissant, te préserver et t'accorder santé, et toute le bonheur du monde*

A mes chères poupées Zineb et Roumayssa.

A la lumière de ma vie, mes deux très chères grand- mère.

A tous mes oncles, à toutes mes tantes et à tous mes cousins et toutes mes cousines.

A tous mes amis de ma promotion « Ouvrage hydraulique » 2017-2018.

Amal

Résumé :

Le présent travail consiste à faire une description et un diagnostic de la station d'épuration d'El Karma – Oran, qui est une station à boues activées (1.526.000 équivalents habitants). L'essentiel du travail a pour but de cerner les dysfonctionnements rencontrés par la STEP, de ce fait une étude à l'entrée et à la sortie de la STEP a été réalisée sur 07 ans d'exploitation afin d'analyser les principaux paramètres de pollution (MES, DCO, DBO₅, NH₄⁺, NO₃⁻, PO₄). Les résultats obtenus ont montré que les rendements épuratoires sont de l'ordre de 89% pour les matières en suspension (MES), un taux d'abattement de la demande chimique en oxygène (DCO) est de 85 % et une demande biologique en oxygène (DBO₅) de 82%. Les principales anomalies relevées au niveau de la STEP d'El Karma sont de nature mécanique. Les composants touchés sont les dégrilleurs, bassin d'homogénéisation, vis d'Archimède ainsi que les bassins d'aérations dont la panne de ces derniers a causé un arrêt de 16 mois. Pour la partie process, nous avons trouvé quelques dépassements par rapport aux normes pour certains paramètres, il s'agit de : l'âge des boues et temps de séjour. Des mesures préventives ont été proposées pour éviter ce genre de problèmes à l'avenir.

Mots-clés : Épuration, boues activées, STEP, dysfonctionnements, rendements épuratoires.

Abstract:

The present work consists of a description and a diagnosis of the El Karma- Oran wastewater treatment plant (WWTP), which is an activated sludge station (1,526,000 population equivalents). The main job aims to identify the dysfunctions met by the WWTP, thus a study at the entrance and the output of the WWTP was made covering 07 years of operation in order to analyze the main pollution parameters (MES, DCO, DBO₅, NH₄⁺, NO₃⁻, PO₄). The obtained results have shown that the purification yields are of the order of 89% for suspended substance (MES), the reduction rate of the chemical oxygen demand (COD) is 85% and the biological oxygen demand (DBO₅) is 82%. The main anomalies found at the El Karma WWTP are of a mechanical nature. The affected components are the traveling screens, homogenization pool, Archimedes' screw and the ventilation basins, the failure that caused a 16-month shutdown. For the process part, we found some exceedances relative to standards for some parameters, it is about: the age of the sludge and residence time. Preventive measures have been proposed to avoid such problems in the future.

Key-words: Purification, activated sludge, WWTP, dysfunctions, purification yields.

ملخص:

يتكون العمل الحالي من وصف وتشخيص لمحطة معالجة مياه الصرف الصحي في الكرمة - وهران ، وهي محطة حمأة نشطة (1,526,000 من السكان). تهدف المهمة الرئيسية إلى تحديد الاختلالات التي واجهتها محطة معالجة مياه الصرف الصحي ، وبالتالي تم إجراء دراسة على مدخل ومخرجات محطة معالجة مياه الصرف الصحي التي تغطي 7 سنوات من العمل من أجل تحليل معلمات التلوث الرئيس MES ، DCO ، DBO₅ ، NH₄⁺ ، NO₃⁻ ، PO₄. وقد أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن غلات تنقية هي من أجل 89 ٪ بالنسبة للمادة المعلقة (MES) ، فإن معدل انخفاض الطلب على الأوكسجين الكيميائي (COD) هو 85 ٪ والطلب البيولوجي للأوكسجين (DBO₅) هو 82 ٪. الاختلالات الرئيسية التي توجد في محطة الكرمة للحاويات هي ذات طبيعة ميكانيكية. والمكونات المتأثرة هي الشاشات المتنقلة ، وبركة التجانس ، ومسمار أرخميدس ، وأحواض التهوية الذي تسبب في توقف لمدة 16 شهراً. بالنسبة لجزء العملية ، وجدنا بعض المقتنيات المتعلقة بمعايير بعض المعلمات ، فهي تدور حول: عمر الحمأة ووقت الإقامة. وقد اقترحت تدابير وقائية لتجنب مثل هذه المشاكل في المستقبل.

الكلمات المفتاحية: التنقية ، الحمأة المنشطة ، محطات معالجة مياه الصرف الصحي ، الاختلالات ، عوائد التنقية.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau II.1 : les valeurs maximales à ne pas dépasser pour les eaux de sortie.

Tableau II.2 : Caractéristiques et capacité de la station d'épuration d'El karma

Tableau II.3 : Charge polluante

Tableau II.4. Les dimensions de l'ouvrage déssableur-déshuileur

Tableau II.5 : Dimensions des bassins d'aération

Tableau II.6 : Dimensions du bassin de désinfection

Tableau II.7 : Dimensions de l'épaississeur primaire

Tableau II.8 : Dimensions des digesteurs

Tableau II.9 : Caractéristiques du gazomètre

Tableau III.1: Paramètres de fonctionnement des systèmes à boues activées.

Tableau III.2 : différentes pannes au niveau des dégrilleurs

Tableau III.3 : Différentes pannes présentent dans le bassin d'aération

Tableau III.4 : Les pannes de vis d'Archimède

Tableau III.5: les différentes pannes dans les bassins d'homogénéisation

Tableau III.6 : Causes et quelques propositions de solutions après l'analyse de Dysfonctionnement

LISTE DES FIGURES

Figure I.1: Extraction du sable d'un déssableur-dégraiseur.

Figure I.2 : Schéma de principe d'un décanteur secondaire raclé.

Figure I.3 : La mousse biologique présente dans les bassins d'aération.

Figure I.4: La remontée de boue.

Figure II.1 : Carte de localisation de la station d'épuration des eaux usées (STEP) d'El Karma-ORAN.

Figure II.2 : schéma d'implantation des équipements.

Figure II.3 : Déversoir d'orage où by pass général

Figure II.4 : Les 4 dégrilleurs fins mécaniques.

Figure II.5 : déssableur – déshuileur

Figure II.6 : Les 4 décanteurs primaires

Figure II.7 : Réaction biologique au niveau du bassin biologique

Figure II.8 : Bassin d'aération de la STEP D'EL KERMA

Figure II.9 : Décanteur secondaire.

Figure II.10 : Bassin de désinfection.

Figure II.11 : Vis d'Archimède.

Figure II.12 : Epaisseur primaire de la STEP.

Figure II.13 : Coupe d'un épaisseur gravitaire

Figure II.14 : Schéma de recirculation de la boue en excès.

Figure II.15 : Bassin d'homogénéisation

Figure II.16: Digesteur anaérobie

Figure II.17 : Schéma représentatif de la chaîne de digestion anaérobie

Figure II.18 : Les silos de boues.

Figure II.19 : Gazomètre

Figure III.1: Variation de la température à l'entrée et à la sortie de la STEP de la période (2011- 2017).

Figure III.2: Variation journalière du PH à l'entrée et à la sortie de la STEP de la période (2011-2017)

Figure III.3: Variation journalière de la conductivité à l'entrée et à la sortie de la STEP. (Période du 2011 au 2017).

Figure III.4 : Représentation par portion montrant le taux d'élimination des MES à la sortie.

Figure III.5: La variation de la concentration des matières en suspension à l'entrée et à la sortie de la STEP (2011-2017).

Figure III.6 : Représentation par portion montrant le taux d'élimination de la DBO₅ à la sortie.

Figure III.7: Variation moyenne de la demande biologique en oxygène (DBO₅) à l'entrée et à la sortie de la STEP (2011-2017).

Figure III.8 : Représentation par portion montrant le taux d'élimination de la DCO à la sortie.

Figure III.9: Variation journalière de la concentration de la DCO à l'entrée et à la sortie de La STEP de (2011-2017).

Figure III.10: variation journalière de la concentration NH_4^+ à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du 2011 au 2017).

Figure III.11: variation journalière de NO_3^- à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du 2011-2017).

Figure III.12: variation journalière d'ortho-phosphates à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du 06/11/2012 au 08/12/2013).

Figure III.13 : Variation de charge massique (Cm) dans le bassin d'aération de la STEP (période de sept ans).

Figure III.14: Représentation par portion du fonctionnement de la charge massique de la STEP

Figure III.15: Variation de charge volumique (Cv) dans le bassin d'aération de la STEP de la période du (2011-2017).

Figure III.16 : La variation de temps de séjours dans le bassin d'aération de la STEP de la période (2011-2017).

Figure III.17: Variation du débit entrant à la station des sept ans

Figure III.18 : Variation de la biodégradabilité de l'eau de la STEP (2011-2017)

Figure III.19: Variation de l'indice de Mohlman (IM) à la sortie du bassin d'aération de la STEP durant les sept ans.

Figure III.20 : Variation de l'âge de boues durant la période (2011-2017)

Figure III.21 : Le déplacement de chaîne dans un dégrilleur.

Figure III.22 : La fracturation dans le bassin d'aération

LISTE DES ABREVEATIONS

EH : Equivalent habitant.

STEP: Station d'épuration

C_m: La charge massique exprime en Kg DBO5/Kg MVS.j

C_v : La charge volumique exprimé en kg DBO5 / m³.j.

DBO₅ : Demande Biochimique en Oxygène (mg/l).

DCO : Demande Chimique en Oxygène (mg/l).

MES : Matière En Suspension (mg/l).

NH₄⁺: Azotes ammoniacal (mg/l).

NO₃: Nitrate (mg/l).

PH : Potentiel Hydrogène.

T : Température.

C° : Degré Celsius.

A : Age des boues

T_s : Temps de séjour (h)

K : Coefficient de biodégradabilité

I_b : Indice de boues.

I_m : Indice de Mohlman.

MVS : Matière volatile sèche (mg/l)

PO₄³⁻ : phosphates (mg/l).

AGV : acide gras volatile

V₃₀: Volume de boue obtenu après 30 minutes de décantation (m³)

V_{BA}: volume du bassin d'aération (m³)

M_s: concentration en matière sèche (kg/m³)

Q_j : Débit journalier d'eau usée à traitée

[DBO₅]: la concentration en demande biologique en Oxygène de l'effluent à cinq jours (kgO₂/m³).

CO₂ : Dioxyde de carbone

PVC : Polychlorure de vinyle

UV : Ultra-violet

TABLES DES MATIERES

LISTE DES FIGURES

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES ABREVEATIONS

INTRODUCTION GENERALE

Chapitre I : Généralités sur les dysfonctionnements épuratoires dans les stations à boues activées

I.1 Introduction	3
I.2 Les facteurs susceptibles d'affecter le fonctionnement d'une station d'épuration à boues activées	3
I.2.1 La nature de l'eau usée et le réseau	3
I.2.2 La conception de la station	3
I.3 L'exploitation de la station	4
I.4 Les dispositions constructives générales de la station	5
I.4.1 Implantation de la station	5
I.4.2 Implantation des ouvrages	5
I.4.3 Qualité des matériaux	6
I.4.4 Hygiène et sécurité	6
I.5 Les prétraitements	7
I.5.1 Le dégrillage	7
I.5.2 Déssableur – dégraisseur	7
I.5.3 Bassins d'aération	8
I.5.4 Les décanteurs secondaires	8
I.6 Filière traitement des boues	9
I.6.1 L'extraction	9
I.7 Problèmes biologiques	10
I.8 Dysfonctionnements des stations d'épuration	10
I.8.1 Les dysfonctionnements	11
I.8.1.1 Le foisonnement filamenteux	11
I.8.1.2 Le moussage	12
I.9 Les principaux problèmes de décantation	15
I.9.1 Les difficultés liées à la floculation des boues	16
I.9.2 Les difficultés liées à la densité des boues	16
I.9.3 Difficultés liées à la compaction des boues	17
I.10 MAINTENANCE PREVENTIVE	18
I.11 Conclusion	19

Chapitre II : Description de la station d'épuration D'el Karma

II.1. Introduction	20
II.2. Présentation de la Station d'épuration d'El Karma-Oran	20
II.2.1. Situation géographique	20
II.2.2 Les données de base de la station d'épuration d'El karma	21
II.3. Description du procédé de fonctionnement de la STEP d'El karma	23
II.3.1. Schéma d'implantation des équipements	23
II.3.2. Description de différentes installations de la station de la partie eau	24
II.3.3. Description de différentes installations de la station de la partie boue	32
II.4 Conclusion	40

Chapitre III : Etude des performances épuratoires de la station d'épuration d'El Karma	
III.1. Introduction	42
III.2. Performances épuratoires de la station d'épuration	42
III.2.1. La température	42
III.2.2. Le potentiel d'hydrogène	43
III.2.3. La conductivité	45
III.2.4. Matières en suspension (MES)	47
III.2.5. Demande biologique en oxygène (DBO ₅)	49
III.2.6. Demande chimique en oxygène (DCO)	51
III.2.7. Azote ammoniacal (N-NH ₄ ⁺)	53
III.2.8. Nitrate (NO ₃ ⁻)	55
III.2.9. Phosphore (PO ₄ -P)	57
III.3. Paramètre de fonctionnement du process	59
III.3.1. La charge massique	59
III.3.2. Charge volumique	62
III.3.3. Le temps de séjour	64
III.3.4. Le rapport de biodégradabilité K	66
III.3.5. Indice des boues (IB) ou indice de Mohlman (IM)	69
III.3.6. L'âge des boues	71
III.4. Dysfonctionnement mécanique	73
III.4.1. Les dégrilleurs	73
III.4.2. Bassin biologique	74
III.4.3. Vis d'Archimède	75
III.4.4. Bassin d'homogénéisation	75
III.5. Analyse des dysfonctionnements observés avec leurs causes et quelques solutions spécifiques proposées	76
III.6. Conclusion	78
CONCLUSION GENERALE	
ANNEXES	

Introduction générale

La dépollution des eaux usées urbaines nécessite une succession d'étapes faisant appel à des traitements physique, physico-chimique et biologique. En dehors des plus gros déchets présents dans les eaux usées, l'épuration doit permettre, au minimum, d'éliminer la majeure partie de la pollution carbonée. Certains procédés permettent même l'élimination de l'azote et du phosphore. Le processus d'épuration par boues activées est le plus répandu dans le monde. Les problèmes biologiques, encore fréquents, limitent la fiabilité des stations d'épuration à boues activées. Complexes dans leur compréhension, leur maîtrise est parfois délicate pour les opérateurs chargés d'assurer le bon fonctionnement des installations.

Les principaux problèmes biologiques qui vont de pair avec les difficultés de décantation, point faible des stations à boues activées. Plusieurs types de dysfonctionnements biologiques peuvent apparaître. Le plus fréquent est le développement excessif de bactéries filamenteuses, susceptibles d'entraîner une dégradation de la décantation des boues (consécutive à l'augmentation de l'indice de boue) ou un moussage stable.

Dans une démarche d'un développement durable dans le domaine du traitement des eaux usées, les stations d'épuration qui devraient répondre à des besoins immédiats de collecte et de traitement des eaux usées, doivent actuellement faire face à de nouvelles problématiques dans la gestion et le respect des normes en vigueur en matière de rejet ou de réutilisation de la ressource.

En Algérie, le procédé d'épuration par boues activées est le plus utilisé aujourd'hui dans la plupart des stations d'épuration assurant un traitement secondaire. Ces stations d'épuration connaissent souvent des problèmes de dysfonctionnements et des difficultés de traitement par la biomasse au niveau du bassin d'aération. En effet, la pollution domestique rend plus délicat le fonctionnement du processus d'épuration biologique, tant pour l'élimination de la pollution carbonée que pour celle de la pollution azotée.

L'objectif de ce travail consiste donc à évaluer les rendements et les performances épuratoires de la station d'épuration d'El-kerma Oran (STEP) en matière d'élimination de la charge polluante des eaux usées en particulier la pollution carbonée (DCO, DBO5), les MES, la conductivité, le pH et la température de l'eau et de dégager les dysfonctionnements rencontrés aussi bien pour le process que pour installations.

Nous avons effectué un stage d'un mois du 28 janvier 2018 au 28 février 2018, dans la station d'épuration d'El Karma, Oran. Durant le stage nous avons suivi de près le fonctionnement et l'exploitation de la STEP et cela nous a beaucoup aidées à l'étude des dysfonctionnements rencontrés au niveau de la STEP et à l'élaboration de ce modeste travail.

La méthodologie adoptée pour cette étude est basée sur l'analyse des paramètres d'analyses journalières à l'entrée et à la sortie de la STEP durant la période qui s'étale de juillet 2011 jusqu'à novembre 2017.

Introduction générale

Nous avons décomposé notre travail en trois chapitres :

- Nous avons élaboré une recherche bibliographique dans le premier chapitre sur les dysfonctionnements épuratoires dans les stations à boues activées.
- Au deuxième chapitre, nous avons fait une présentation et une description générale de la STEP d'El-kerma Oran.
- Le troisième chapitre est consacré à la présentation des paramètres analysés et des résultats obtenus ainsi que leurs interprétations et des solutions proposées pour un bon fonctionnement de la station.

Au terme de cette étude, une conclusion générale est donnée.

I.1 Introduction :

Dans ce chapitre nous parlons sur les dysfonctionnements épuratoires dans les stations à boues activées qui représentent le procédé biologique le plus utilisé dans le traitement des eaux résiduaires biodégradables. [1]

Bien que les performances épuratoires et la fiabilité de ce procédé soient éprouvées, plusieurs types de dysfonctionnements biologiques peuvent apparaître. Le plus fréquent est le développement excessif de bactéries filamenteuses, susceptibles d'entraîner une dégradation de la décantation des boues (consécutive à l'augmentation de l'indice de boue) ou un moussage stable.

À côté des situations récurrentes où les stations présentent en permanence des indices de boues élevés, il existe de nombreux cas de dysfonctionnements biologiques ponctuels.

De nombreuses causes ont été identifiées ou suspectées pour expliquer le développement des bactéries filamenteuses responsables d'altération de la qualité de la décantation. Les phénomènes et les mécanismes en jeu sont donc complexes. [2]

I.2 Les facteurs susceptibles d'affecter le fonctionnement d'une station d'épuration à boues activées :

Les stations d'épuration, notamment celles utilisant le procédé des boues activées, peuvent être sujettes à des défaillances qui limitent la fiabilité des performances épuratoires.

Ces problèmes sont apparus très tôt avec le développement des boues activées mais leur fréquence s'est accrue avec l'introduction des procédés conçus pour l'élimination de l'azote et du phosphore.

I.2.1 La nature de l'eau usée et le réseau:

Les rejets doivent être contrôlés elles doivent être de nature domestique et non les rejets industrielles qui comportent de graisses, saumure, métaux lourds, toxiques (phénols, cyanures,...).

La septicité des eaux est fréquente sur les réseaux longs à faible pente. Pour éviter des fermentations, il faut assurer une vitesse supérieure à 1m/s.

La concentration en sulfure de l'effluent d'entrée doit être inférieure à 1-2 mg/L. Un curage régulier du réseau est un gage de bon fonctionnement. [3]

I.2.2 La conception de la station :

La conception de la station et son dimensionnement doit se faire très délicatement et minutieusement pour une bonne exploitation ainsi qu'un bon rendement. Parmi les dispositions qu'il faut prendre en considération sont comme suit :

I.2.2.1 La décantation primaire :

Le surdimensionnement est à éviter afin de limiter le temps de séjour à 2 heures. Les boues doivent être extraites le plus régulièrement possible et à des concentrations inférieures à 10 g/L. Il ne faut pas prévoir d'épaissir les boues primaires dans le décanteur primaire. Un ouvrage spécialisé (ex : épaisseur statique) doit être prévu.

I.2.2.2 Les bassins biologiques :

Le traitement biologique est l'étape importante de la dégradation de matière organique, Donc pour l'efficacité de cette étape est de faire intervenir des considérations d'ordre technique, liées à l'efficacité relative des divers procédés possibles tels que :

- Zone de contact : à prévoir si un seul bassin biologique (chenal)
- Anoxie, anaérobie : Eviter la conception favorisant l'accumulation de flottants (sortie par déversement), assurer une bonne homogénéisation ainsi qu'un bon brassage.
- Bassin d'aération : Favoriser les sorties par déversoir afin d'éviter le stockage des flottants. Le poste d'aération doit être correctement dimensionné (compresseur et répartition des aérateurs) afin que les puissances soient suffisantes pour éviter les dépôts et les zones mortes.
- Dégazage : Prévoir un bassin de dégazage avant la clarification notamment lorsque la hauteur liquide du bassin d'aération est supérieure à celle du clarificateur afin d'éliminer les gaz dissous (azote et air) et si la hauteur de chute est supérieure à 50 cm.
- Clarificateur : Il devra être dimensionné en fonction du débit, de la concentration en boues et de la décantabilité des boues. La reprise des boues (raclé ou reprise par tubes suceurs) devra être homogène sur tout le radier. Un taux de recyclage de 150 % devra être prévu afin d'éviter une durée de stockage trop longue des boues notamment lors des pointes de débit. [3]

I.3 L'exploitation de la station :

Indépendamment des problèmes de nature de l'eau et de conception de l'installation, une bonne gestion de la station est impérative pour l'obtention des normes. Pour éviter une dérive des différents paramètres il faudra adapter les consignes d'exploitation, parmi ces consignes:

- la charge biologique
- Caractéristiques de l'eau entrante
- La température
- fournir correctement l'oxygène.
- Assurer le brassage pour éviter tout dépôt.
- Extraire régulièrement les boues en excès (maintenir un âge de boue aéré proche de l'âge minimal)
- Ne pas stocker de flottants, principalement dans les zones non aérées.
- Recirculer correctement les boues du clarificateur.
- Fiabiliser l'évacuation des boues afin d'extraire régulièrement les boues
- Pas de retours en tête provenant de la digestion, bon fonctionnement de la digestion avec faible concentration en AGV (acides gras volatils)
- Proscrire les retours chargés et en fermentation anaérobie (épaississements, déshydratation,...). [3]

I.4 Les dispositions constructives générales de la station :

I.4.1 Implantation de la station :

La station d'épuration reste un outil fondamental pour la protection des milieux naturels. La valorisation de l'image de la station passe par un ensemble de dispositions qui sont à prendre en considération dès l'élaboration du projet en commençant par le choix de l'emplacement du site

A cet égard, quelques règles doivent être rappelées :

- Eviter les zones inondables entraînant parfois des dysfonctionnements pendant de longues périodes ; sinon veiller à mettre les équipements électriques hors d'eau,
- Eviter de construire à proximité d'habitations, de zones d'activités diverses (sportives, touristiques, industrielles, ...).
- Réaliser des études géotechniques (vérification de l'imperméabilité par exemple pour un lagunage). La portance du sol (tenue des ouvrages et des canalisations de liaison) et les qualités de sol conditionnent beaucoup le coût du génie civil. [4]

I.4.2 Implantation des ouvrages :

Chaque cas reste spécifique, les décisions font le plus souvent appel au bon sens et à la logique en intégrant les contraintes imposées par :

Chapitre I : Généralités sur les dysfonctionnements épuratoires dans les stations à boues activées

- L'accessibilité,
- La disponibilité en terrain,
- L'hydraulique (Circuit Des Eaux Sur La Station),
- La filière de traitement retenue. [4]

I.4.3 Qualité des matériaux :

Le choix des matériaux métalliques (Garde corps, racleur,...) doit privilégier l'aluminium et l'inox et proscrire autant que possible l'acier galvanisé. L'inox 304 est réservé pour la construction classique (Canalisations, support de sondes,...). L'inox 316 L est à utiliser dans les cas de risque d'agression par des réactifs chimiques (chlorure ferrique, ...) et dans les cas d'ambiances saline et marines (bords de mer...).

Les postes les plus sensibles à la corrosion sont, en général, les suivants :

- Lieu de stockage et d'utilisation des réactifs,
- Prétraitements,
- Traitement des boues.

Les matériaux composite du type résine sont également intéressants. Les PVC exposés au soleil doivent être traités anti UV. Les qualités des bétons doivent être prévues pour résister à la septicité et aux eaux sur sulfatées. [4]

I.4.4 Hygiène et sécurité :

Connaître les risques et les responsabilités de chaque acteur en station d'épurations, savoir concevoir une politique sécurité sur une station d'épuration et intégrer l'organisation du travail dans la prévention des accidents, Donc connaître les moyens de prévention collectifs et individuels est très important et voilà quelques consignes :

- Il faut prévoir une hauteur de revanche ($h = 1 \text{ m}$) autour d'une bache ouverte. Si le personnel doit travailler à proximité des trappes ouvertes, des barrières amovibles protégeant contre les chutes dans le poste, devront être mises en place.
- Toute intervention humaine dans un poste de relèvement fermé doit être précédée par un contrôle de l'atmosphère et si nécessaire par une ventilation efficace. Il est important que la couverture soit rigide mais légère pour pouvoir être retirée facilement.
- On prévoira un dispositif permettant de fixer une échelle en cas de nécessité d'une intervention au fond de poste.
- Prévoir un sol en dur (enrobé ou béton) autour du poste avec un accès afin de pouvoir transporter les pompes sur un véhicule ou un chariot.

- Nécessité de séparer le poste de relèvement (et tout élément relatif au prétraitement) du local d'exploitation. [4]

I.5 Les prétraitements :

Les prétraitements sont indispensables au bon fonctionnement de la station mais génèrent de fortes contraintes d'exploitation (récupération des refus, salubrité, entretien, ...).

I.5.1 Le dégrillage :

Les dégrilleurs assurent la protection des équipements électromécaniques et réduisent les risques de colmatage des conduites mises en place dans la station d'épuration. Le plus souvent il s'agit de grilles qui récupèrent les déchets plus ou moins volumineux entraînés par les eaux s'écoulant dans les canalisations d'assainissement. Une grande diversité de grilles est disponible sur le marché (droite, courbe, nettoyage amont, aval, ...).

Pour des raisons d'efficacité et aussi d'entretien quelques dispositions constructives sont à prendre en considération :

- Le râteau doit être muni de dents adaptées au type de grille.
- Le bac de réception des refus du dégrillage doit être suffisamment profond.
- Un point d'eau sera installé au voisinage du dégrillage pour faciliter le nettoyage.
- Lorsque l'énergie électrique est disponible sur le site, il est avantageux d'opter pour un dégrillage à nettoyage mécanique automatique. Pour faire face à tout incident à ce niveau, il est souhaitable de prévoir en secours un dispositif de dégrillage manuel installé dans un canal de dérivation.

I.5.2 Déssableur – dégraisseur :

Le déssableur est un ouvrage dans lequel les particules denses, dont la vitesse est inférieure à 0,3 m/s, vont pouvoir se déposer comme s'est présenté dans la Figure I.1. Il s'agit principalement des sables. Il est en effet souhaitable de les récupérer en amont de la station plutôt que de les laisser s'accumuler en certains points (bassin d'aération, ...) où ils engendrent des désordres divers. Par ailleurs, ils limitent la durée de vie des pièces métalliques des corps de pompe ou d'autres appareillages (effet abrasif, ...).

Le dégraisseur a pour objet la rétention des graisses par flottation naturelle ou accélérée par injection de fines bulles

Lorsqu'il s'agit d'un ouvrage combiné (déssableur-dégraisseur), le dessablage est réalisé dans la partie inférieure (conique) du bassin.

La pente ne doit pas être inférieure à 50°.

Chapitre I : Généralités sur les dysfonctionnements épuratoires dans les stations à boues activées

Les sables seront récupérés après détassage par un dispositif de type insufflation d'air moins sujet au colmatage et plus économique qu'une reprise par pompe (fonctionnement en continu souvent nécessaire).



Figure I.1: Extraction du sable d'un déssableur-dégraisseur [4]

I.5.3 Bassins d'aération :

Les bassins d'aération sont les réacteurs biologiques dans lesquels s'effectue la transformation de la matière organique par les microorganismes aérobies. Ils constituent un élément fondamental de la filière définie sous le terme de boues activées. Une bonne gestion de l'aération permet également d'assurer les réactions de nitrification et de dénitrification. [4]

I.5.4 Les décanteurs secondaires :

Dans une station d'épuration, le décanteur secondaire est l'ouvrage fondamental qui assure la séparation gravitaire de la boue et de l'eau épurée rejetée dans le milieu récepteur.

Le bon fonctionnement de cet ouvrage implique le respect des règles de conception, une gestion rationnelle de la production de boue ainsi que la maîtrise de sa décantabilité. [4]

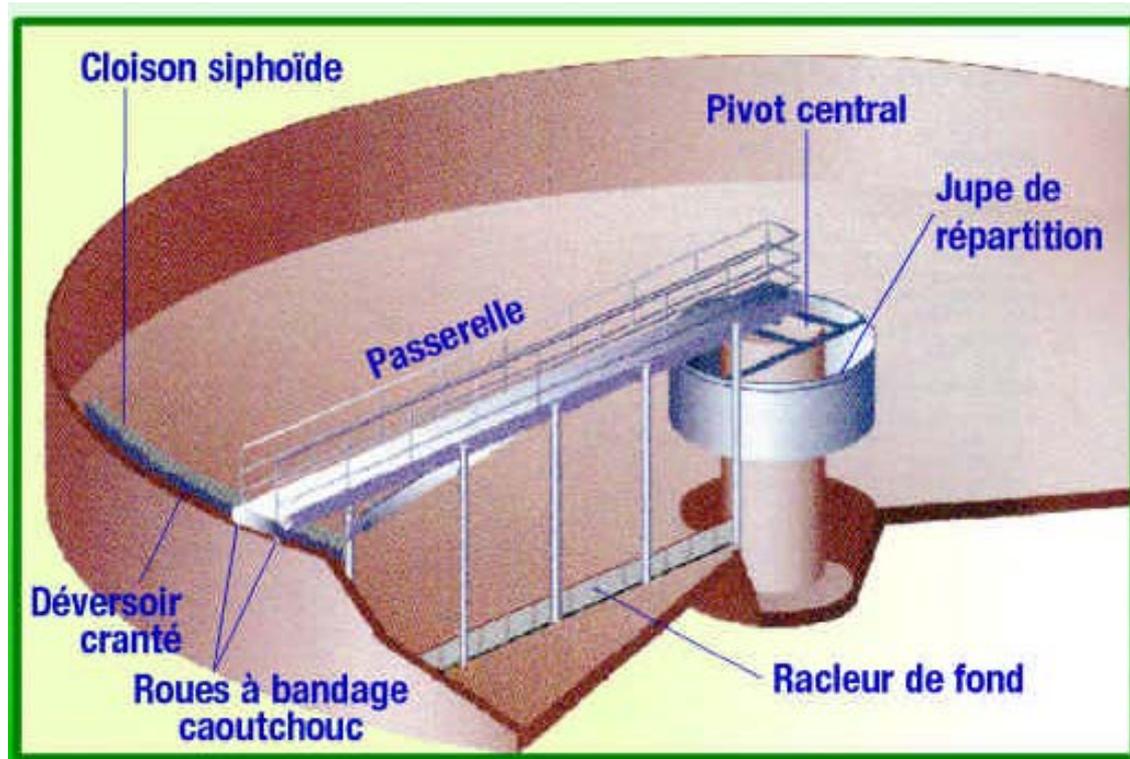


Figure I .2 : Schéma de principe d'un décanteur secondaire raclé [4]

I.6 Filière traitement des boues :

I.6.1 L'extraction :

La station d'épuration produit en permanence des boues dont l'excès doit être évacuée à intervalles réguliers pour garantir un bon fonctionnement du système. En effet, l'extraction permet de maintenir une quantité de MES nécessaire et suffisante afin d'obtenir une qualité d'épuration optimale.

Ces boues, principalement constituées d'eau (> 97 %, le plus souvent) représentent des volumes importants que la filière de traitement des boues va s'attacher à réduire autant que faire se peut, afin d'abaisser les coûts d'évacuation de ces sous-produits de l'épuration.

Une gestion rationnelle de la boue produite dans la station reste une condition nécessaire de la qualité de l'épuration. Le rôle du personnel exploitant apparaît à cet égard fondamental.

La production de boue est directement liée à la quantité de pollution retenue. Il s'en suit une augmentation de la biomasse dans le système, ce qui induit un accroissement des concentrations en MES. [5]

Toute accumulation dans le(s) réacteur(s) biologique(s) ou le clarificateur, serait à court terme préjudiciable à l'efficacité et à la fiabilité du traitement.

Ainsi une accumulation des boues dans le bassin d'aération conduit aux inconvénients suivants :

- Surconsommation d'oxygène induisant des surconsommations d'énergie et des risques de sous oxygénation que l'exploitant devra combattre par des changements fréquents du réglage de l'aération.
- Difficultés de brassage liées à la viscosité croissante de la boue activée.
- Surconcentration des boues, vitesse de décantation ralentie, clarification aléatoire.

Parallèlement, l'accumulation des boues dans le clarificateur est encore plus problématique, en considération des points suivants :

- Réduction rapide de la hauteur de voile de boue et donc de la marge de sécurité vis à vis des fuites de boues.
- Allongement du temps de séjour des boues conduisant inévitablement à une altération de la qualité des boues :
- Développement des bactéries filamenteuses (foisonnement, moussage biologique),
- biomasse moins active (mortalité des protozoaires, voire des bactéries). [4]

I.7 Problèmes biologiques :

Le développement de microorganismes est une condition nécessaire au bon fonctionnement d'une station d'épuration à boues activées. Bien que nécessaire, cette condition n'est cependant pas suffisante, les caractéristiques de la biomasse influant directement sur la structure des floes, leur densité et donc en définitive sur l'aptitude des boues à la décantation.

En conséquence, difficultés d'ordre biologique riment le plus souvent avec difficultés de décantation.

Cette situation n'est pas nouvelle puisque les premières publications faisant référence à des problèmes biologiques remontent à 1932 où DONALDSON assimilait les microorganismes filamenteux aux mauvaises herbes du jardin, et constatait que leur présence en grand nombre limitait la décantation.

Bien que la biologie soit le moteur même de tout processus biologique, il faut bien constater que l'effort engagé dans cet aspect du traitement des eaux est resté pendant de longues années bien en deçà des besoins et des enjeux.

En conséquence, il faut attendre la fin des années 60 pour obtenir les premiers résultats significatifs dans la compréhension de ces phénomènes obscurs et complexes à l'époque. [6]

I.8 Dysfonctionnements des stations d'épuration :

Par dysfonctionnement, on entend tout écart par rapport au fonctionnement normal de l'installation, que l'on peut constater sur la chaîne de traitement (mousse, flottant, gonflement de boue, etc.) ou sur l'eau traitée (turbidité, mauvais résultat d'analyse). Il y a toujours une ou

plusieurs causes, avec des facteurs aggravants. Les procédés mis en œuvre dans les stations d'épuration sont en général biologiques, donc par essence complexes. Leur configuration en chaîne de traitement, incluant des recirculations, a pour conséquence que tout changement des conditions (réglage ou autre) a des incidences sur l'ensemble du traitement, parfois inattendues. Des exemples de dysfonctionnements, parmi les plus courants, sont présentés ci-après, pour les stations d'épuration à boues activées et les lits bactériens, soit les procédés les plus courants dans le canton. On trouvera pour chaque cas les éléments de base permettant un diagnostic, l'origine possible de l'incident et les pistes à suivre pour résoudre le problème. [7]

I.8.1 Les dysfonctionnements :

Les principaux dysfonctionnements liés aux organismes filamenteux sur une station se manifestent sous deux formes :

I.8.1.1 Le foisonnement filamenteux :

On entend par foisonnement filamenteux, appelé « bulking sludge » dans le langage anglo-saxon, la présence dans un floc (ou entre) d'organismes filamenteux qui perturbent les propriétés de décantation de la boue (indice de boue élevé et supérieur à 200 ml/g) et donc compromettent la qualité de l'eau épurée. Les nuisances provoquées par les filaments sont proportionnelles à leurs densités et surtout à leurs longueurs. Elles dépendent également des espèces filamenteuses présentes, certaines étant plus pernicieuses que d'autres.

Les travaux réalisés par différents chercheurs, en particulier Eikelboom et Jenkins, ont abouti à une classification des filaments en 29 types.

Compte tenu de la diversité des filaments et des conditions qui peuvent favoriser ce problème, l'approche pratique en cas d'apparition de foisonnement filamenteux consiste à :

- Evaluer l'ampleur de la colonisation par les micro-organismes filamenteux.
- Identifier les espèces filamenteuses impliquées (examen microscopique).
- Déterminer les remèdes appropriés

A court terme, traiter les symptômes : modifier le taux de recirculation de la boue, ajouter des aides à la décantation, effectuer une chloration de la boue (pour plus de détail sur les méthodes permettant les actions à mettre en œuvre, (voir biomasse épuratrice des eaux résiduaires). [3]

A long terme, traiter les causes : vérifier la septicité de l'influent, l'apport de nutriments, l'absence de dépôts, modifier la charge massique, le taux d'aération....

Chapitre I : Généralités sur les dysfonctionnements épuratoires dans les stations à boues activées

Une méthode de lutte fréquemment utilisée est la chloration de la boue activée, dont le principe consiste à détruire les filaments à la surface du floc sans affecter les bactéries floculantes.

L'efficacité du traitement nécessite de respecter de strictes conditions d'application :

- Dosage approprié, de 3 à 8 kg Cl₂ par tonne de MES présente dans le système et par jour
- point d'injection (le recyclage), excellent mélange, boue concentrée, pas de compétition avec dbO₅, NH₄,...
- Taux de renouvellement adapté, minimum 2 fois par jour
- Durée suffisante (de 2 jours à une semaine selon les doses injectées)
- Suivi fréquent de la qualité de l'eau traitée.

D'autres oxydants, tels qu'ozone ou peroxyde d'hydrogène, peuvent également être utilisés. [3]

I.8.1.2 Le moussage :

Le moussage des boues activées est un phénomène qui se traduit par la formation à la surface du bassin d'aération d'une mousse soit de couleur blanchâtre soit de couleur brune.

On distingue 4 types de mousses :

- Les mousses de démarrage (mousses légères et blanchâtres qui disparaissent après quelques jours)
- Les mousses de tension actifs (détergents, apports industriels, matières organiques colloïdales (sang), hydrocarbures,...). S'il s'agit d'apports ponctuels, le phénomène est limité dans le temps. S'il perdure, il peut provoquer à terme l'apparition de mousses biologiques stables.
- Les matières flottantes instables (origine : dégraissage, dégazage, dénitrification, fermentation anaérobie). Elles se caractérisent par l'absence d'organismes filamenteux. Un simple arrosage suffit à les rabattre. Il est impératif d'évacuer ces flottants pour éviter l'apparition de forme stable.
- Les mousses biologiques. [3]

I.8.1.2.1 Les mousses biologiques :

Les mousses forment des amas de flottants très stables de couleur marron clair à foncé et de structure visqueuse. Leur densité tend à s'accroître progressivement au cours du temps. Ces mousses sont peu déstructurées par une agitation de surface et reforment rapidement un tapis uniforme en absence d'agitation. [9]

Chapitre I : Généralités sur les dysfonctionnements épuratoires dans les stations à boues activées

Les deux principaux organismes filamenteux responsable de ce moussage et identifiable par examen microscopique sont *Nocardia* spp et *Microthrix parvicella*. Ces organismes à croissance lente sont couramment associés à la présence de septicité, dépôt, hétérogénéité, graisse à une température relativement élevée (supérieure à 18°C) et à des âges de boues importants (supérieurs à 5 jours).

Cependant, l'accumulation sélective de *Nocardia* spp dans la mousse piégée en surface conduit à une augmentation du temps de rétention de cet organisme et ,à favoriser sa prolifération même dans des systèmes à âge de boue plus court.

Le moussage dû à *Nocardia* semble impliquer la nature hydrophobe de la membrane cellulaire qui tend à provoquer la flottation en surface du bassin d'aération.

En raison de sa stabilité, cette mousse est très difficile à éliminer par des moyens chimiques, même si l'aspersion de la boue par de l'eau chlorée peut, à court terme, constituer une méthode intéressante.

Les moyens de lutte les plus efficaces doivent s'orienter vers la suppression des conditions qui favorisent la croissance de ces filaments à savoir :

- Suppression de la septicité (AGV), dépôts, hétérogénéité, graisse,...
- Réduire au maximum possible l'âge des boues
- Construction de bassin sans possibilité d'accumuler les flottants : éviter les parois immergés qui piègent l'écume, construire des puits de dégazage qui permettent d'éliminer les flottants.
- Evacuation des flottants hors des réacteurs biologiques pour éviter leur recyclage et le réensemencement permanent. [3]



Figure I.3 : La mousse biologique présente dans les bassins d'aération. [8]

I.8.1.2.2 Remontée de boues :

Un problème parfois rencontré avec des boues à bonne décantabilité est la remontée ou la flottation de floccs à la surface du clarificateur montré dans la figure I.4.

Les deux causes les plus fréquentes sont le dégazage et la dénitrification. Les problèmes sont accentués par la présence de filaments.

Dans les deux cas la production d'azote (dégazage de la liqueur en sursaturation et/ou transformation des nitrates en azote gazeux) se traduit par la formation de micro bulles qui se fixent sur les floccs et peuvent entraîner une flottation.

Chapitre I : Généralités sur les dysfonctionnements épuratoires dans les stations à boues activées

Pour remédier à ces problèmes prendre les dispositions suivantes :

- Prévoir systématiquement un dégazeur avant le clarificateur et limiter la chute à 50 cm (dégazeur clarificateur)
- Concevoir la clarification avec la possibilité de recycler à un taux de 150 %
- Aux fortes températures, éviter de fonctionner avec des âges de boues trop élevés et/ou des concentrations en boues élevées.
- Prévoir d'optimiser la dénitrification. [3]



Figure I .4: La remontée de boue. [3]

I.9 Les principaux problèmes de décantation :

Les difficultés de décantation ont pour origine des problèmes liés à :

- La floculation des boues,
- La densité des boues,
- La compaction des boues.

I.9.1 Les difficultés liées à la floculation des boues :

I.9.1.1 Croissance dispersée :

Le test de décantation couplé à l'observation microscopique révèle une eau turbide, parfois laiteuse où seule est présente une population dense de bactéries dispersées. Cette situation peut être rencontrée lors du démarrage de la station (forte charge appliquée), ou après un incident majeur ayant détruit ou lessivé la biomasse initiale. [6]

I.9.1.2 Défloculation :

La qualité de l'eau traitée est/ou devient médiocre, on ne distingue pas de voile de boue (pas d'interface nette boue/eau) ni de microfaune lors de l'observation microscopique. Le degré de défloculation peut varier en fonction de l'intensité du toxique responsable du phénomène. Cet agent toxique est déversé le plus souvent accidentellement, parfois de façon cyclique.

Les moyens d'action restent limités sauf dans les cas où l'arrivée du toxique peut être prévue et que des bassins de stockage amont sont installés (stations industrielles).

Dans les autres cas, la situation ne peut être rétablie qu'après retour à la normale, c'est-à-dire lorsque le toxique n'est plus présent dans l'eau d'entrée, ou du moins à des concentrations tolérables par le procédé. [6]

I.9.2 Les difficultés liées à la densité des boues :

I.9.2.1 Fermentation des boues :

On constate des remontées de boue noirâtres et malodorantes en surface du décanteur secondaire, la flottation de ces boues s'explique par la présence de microbulles internes qui diminuent la densité apparente des boues. Ces bulles sont la résultante d'une activité de fermentation anaérobie au sein de la boue. Les phénomènes de fermentation sont en général localisés (fond de décanteur, génie civil dégradé,...) et ne provoquent dans un premier temps pas d'altérations notables du traitement

L'indice de boue et la décantation en éprouvette peuvent être tout à fait normaux. [6]

I.9.2.2 Dénitrification "sauvage" dans le décanteur :

Dans les installations nitrifiantes, lorsque la teneur en nitrates à la sortie du bassin d'aération est élevée (> 10 mg/l), des phénomènes de dénitrification dans le clarificateur peuvent intervenir en cas de séjours prolongés des boues au fond d'ouvrage (2 heures et plus). Les microbulles d'azote gazeux entraînent vers la surface des particules de boue déjà décantée. Ces phénomènes sont fréquents en période chaude sur les petites stations d'épuration à bassin d'aération unique. [6]

Chapitre I : Généralités sur les dysfonctionnements épuratoires dans les stations à boues activées

La stratégie à adopter pour résoudre ce problème consiste à modifier les consignes de l'aération et de la recirculation afin d'assurer une dénitrification au sein même du bassin d'aération. Une dissociation des fonctions aération/brassage est également conseillée (dès la conception) pour contrôler plus aisément le phénomène qui peut affecter négativement la qualité de l'eau en sortie et être parfois à l'origine de phénomènes de mousses stables. [1]

I.9.2.3 Mousses stable :

Présentes en surface des bassins, elles sont plus ou moins stables et visqueuses en fonction de leur concentration qui peut atteindre des valeurs très élevées (> 50 g MES/l).

L'observation microscopique révèle systématiquement la présence de microorganismes filamenteux hydrophobes (*Nocardioformes* ou *Microthrix p.*: le plus fréquent). Il en résulte que la problématique des mousses biologiques est très proche de celle du foisonnement des boues.

Les principales causes du développement de ces germes spécifiques des mousses sont à rapprocher :

- D'un âge de boue élevé,
- Phénomènes de septicité (réseau long, impact d'un séjour prolongé en prétraitement ou traitement primaire).
- Présence de graisses.
- Déséquilibres nutritionnels.

Différentes solutions ont été mises en œuvre pour combattre ce phénomène générateur de contraintes supplémentaires pour l'exploitant. Les résultats les plus performants ont été obtenus en mettant en œuvre une chloration pour une action curative à court terme ou une zone de contact pour une action préventive et curative à moyen terme. [1]

- Le problème des mousses stables génère comme nous l'avons dit des difficultés d'exploitation, mais comme il est fréquemment associé à des indices de boue élevés, il y aura en général des difficultés de décantation.
- Si les cas à mousses stables sont les plus fréquents, d'autres cas de moussage peuvent se présenter (mousses instables blanches dues à l'apport massif de détergents, mousses colorées liées à des apports industriels). [1]

I.9.3 Difficultés liées à la compaction des boues :

I.9.3.1 Gestion de la concentration des boues :

C'est parfois le cas lorsque les conditions de soutirage des boues en excès ne permettent pas d'extraire en quantité suffisante les boues produites (période hivernale, impossibilité d'épandre les boues,...).

Cela entraîne une augmentation anormale du stock de boue dans le bassin d'aération puis le décanteur, avec pour conséquences négatives une consommation excessive d'électricité

(respiration des boues) et des risques de pertes de boue en sortie (réduction de la capacité hydraulique du clarificateur). Ce type d'exemple illustre bien l'importance de trouver une destination finale des boues pérennes pour toute station d'épuration. [1]

I.9.3.2 Le foisonnement :

Certains auteurs ont parfois distingué le foisonnement filamenteux du foisonnement non filamenteux (RIDEAU et MORFAUX, 1975 et RAPPELER, 1994). Si le premier cas est largement plus répandu, le deuxième peut néanmoins se manifester dans les expérimentations en laboratoires ou dans le traitement d'eaux résiduaires contenant des substrats facilement biodégradables (sucres, ...).

Dans le cadre de cet exposé, nous nous limiterons aux problèmes du foisonnement filamenteux. Le foisonnement filamenteux est caractérisé par un indice de boue 200 ml/g et une structure de boue filamenteuse. Il touche essentiellement les stations d'épuration en aération prolongée. On distingue différents types de microorganismes filamenteux (une dizaine pour les plus courants) spécifiques des conditions de fonctionnement des stations. [1]

I.10 Maintenance préventive :

Sans entrer dans les détails spécifiques à chaque station d'épuration, il est utile de rappeler que la maintenance préventive demeure un point clé du bon fonctionnement des installations et qu'elle va de pair avec une diminution du coût d'exploitation. Bien conduite, la maintenance préventive assure une plus grande longévité des matériels en place et permet une gestion rationnelle du travail de l'exploitant.

A cet effet, l'exploitant doit avoir à sa disposition les éléments suivants :

- Un calendrier indiquant les dates et la fréquence des opérations à réaliser sur les principales pièces électromécaniques (moteurs, ...) ;
 - Une fiche technique par équipement, faisant apparaître ses caractéristiques, mais aussi les coordonnées du fabricant et des fournisseurs ;
 - Les organes de rechange pour les parties soumises à renouvellement fréquent ;
 - Les outils de base, les pièces et produits consommables indispensables (joints, ampoules, courroies, ...).
- Dans le cadre du marché, il serait opportun de prévoir la fourniture d'un ensemble de pièces de rechange indispensables (roue du pont racleur, horloge, doseur, jeu de contacteur de niveau, compteur horaire, ...). [4]

I.11 Conclusion :

Les problèmes biologiques pénalisent le bon fonctionnement des stations d'épuration à boues activées.

Dans ce chapitre nous avons élaborés une recherche sur les principaux dysfonctionnements connus au niveau des stations d'épuration de type boues activées et nous avons conclus que la majorité des problèmes sont des défaillances de nature biologique et de nature physico-chimique qui influence directement sur le fonctionnement de la STEP

Les solutions peuvent être des dispositions à prendre au niveau de l'exploitation (gestion des boues et de l'aération, optimisation des conditions de brassage, réduction du temps de séjour des boues en clarification,...) ou au niveau de la conception (zones de contact pour les stations à faible charge...).

Les résultats de cette recherche nous aideront à comprendre la nature des dysfonctionnements issus des résultats pratique dans le chapitre 3 pour mieux cibler les causes des pannes et mettre en évidence des solutions à surmonter tout déséquilibre qui peut influencer sur la bonne exploitation de la station d'épuration.

II.1. Introduction :

La station d'épuration d'El karma a pour but de traiter les effluents urbains de la Wilaya d'Oran en Algérie. Elle est conçue sur la base de traitement biologique à moyenne charge avec stabilisation des boues, son premier objectif est la préservation du milieu naturel contre la pollution dont la grande Sebkha d'Oran est en question. Les travaux ont été confiés à un groupement d'entreprises autrichien-chinois (Va Tech Wabag - CGC). Le suivi du projet est assuré par le groupement des bureaux d'études helvétique-français/SGI-cabinet Merlin. Le coût des travaux était estimé à 7 milliards de dinars, sur un terrain de 26 hectares. Avec une durée de 30 mois à partir du 01/03/2006. En mai 2009 la STEP est entrée en exploitation par la société WABAC durant 2ans, et ce n'est qu'en mois de mai 2011 que la STEP a été prise en charge par la Société de l'eau et de l'assainissement d'Oran, SEOR est une société par actions dont les actionnaires sont l'Algérienne des Eaux « ADE » et l'Office National de l'Assainissement « ONA ». Mise en place le 1er avril 2008, elle fut chargée du service public de l'eau potable et de l'assainissement de la wilaya tout en ayant comme objectif principal l'amélioration de la qualité du service d'alimentation en eau potable et ainsi la qualité de vie des citoyens. [10] [11]

Elle est considérée la plus grande station d'épuration en Algérie en vue de la récupération et du traitement des effluents du groupement urbain d'Oran avec un équivalent d'habitant de 1.526.000 et un débit moyen journalier 270.096 m³/j. La Station est conçue de traiter les effluents des communes suivantes : Oran, Bir El Djir, Es-Sénia, Sidi Chahmi et El Karma, avec 8 stations de relevage.

II.2. Présentation de la Station d'épuration d'El Karma-Oran :

II.2.1. Situation géographique :

La station d'épuration groupement urbain d'Oran se situe à 12KM de la ville d'Oran au sud de la Wilaya et à 4KM environ de l'aéroport Ahmed Ben Bella. En bordure nord-est de la grande sebkha entre la voie ferroviaire et la route nationale dans la commune d'El-karma.

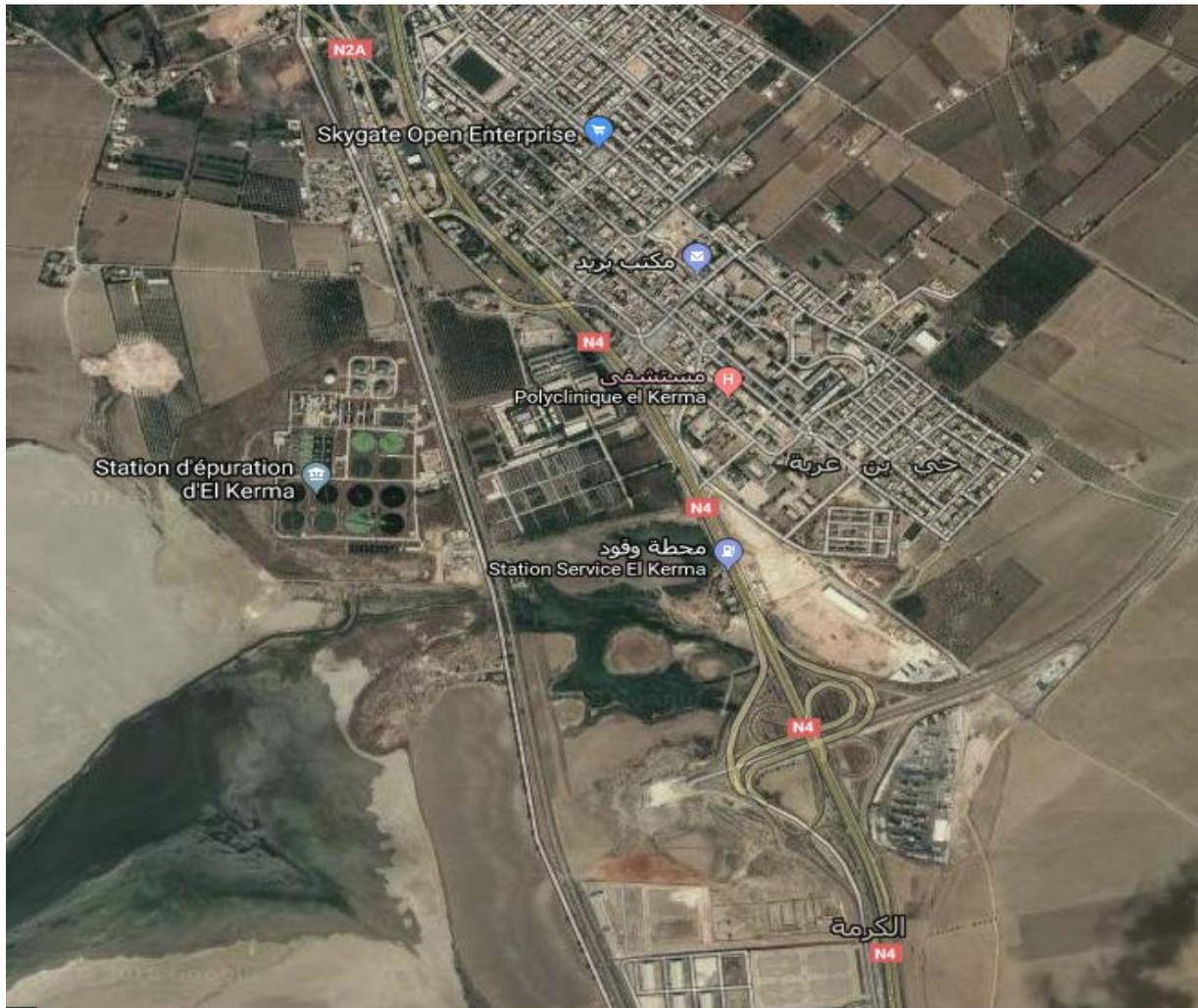


Figure II.1 : Carte de localisation de la station d'épuration des eaux usées (STEP) D'El karma -ORAN

(Source: Google Earth, 13/05/2018) [12]

II.2.2 Les données de base de la station d'épuration d'El karma:

La filière de traitement de la STEP, a été conçue et dimensionnée dans l'objectif d'assurer une qualité d'effluent traité répondant aux valeurs exprimées dans les tableaux suivants :

Chapitre II : Description de la station d'épuration EL Karma

Tableau II.1 : les valeurs maximales à ne pas dépasser pour les eaux de sortie. [13]

	Moyenne sur 24 heures par temps sec
DBO ₅ (mg/l)	25
DCO (mg/l)	125
MES (mg/l)	35

Ces valeurs limites sont données dans les prescriptions techniques du contrat de management. La capacité de la population raccordée était estimée à 1.500.000 équivalents habitants environ. Soit ainsi les dotations principales suivantes pour la partie urbaine dans tableau 2 :

a) Débit d'eau usée:

Tableau II.2 : Caractéristiques et capacité de la station d'épuration d'El karma [13]

Paramètres	Unité	Valeur
Equivalent habitant	E.H	1.526.000
Débit moyen journalier	m ³ /j	270.096
Débit moyen horaire – temps sec	m ³ /h	11 254
Débit moyen horaire nocturne	m ³ /h	3 751
Débit de pointe horaire – temps sec	m ³ /h	16 200
Débit de pointe – entrée biologique	m ³ /h	15400

b) Charge polluante :

Les charges hydrauliques d'origine urbaine ont été déterminées en se basant sur une dotation unitaire de 100 L/hab. j.

II.3. Description du procédé de fonctionnement de la STEP d'El karma :

Désignation	Valeur du paramètre		
	Kg/j	mg/l	E.H/j
Charge massique de MES à l'entrée de la STEP	96 860	359	/
Charge massique de DBO ₅ à l'entrée de la STEP	93 560	339	60
Charge massique de DCO à l'entrée de la STEP	229910	848	/
Charge massique de N à l'entrée de la STEP	16 789	62	11

Il existe un grand nombre de procédés de traitement des eaux usées dont l'application dépend à la fois des caractéristiques des eaux à traiter et du degré d'épuration désiré. Cependant, dans le cas le plus général du traitement biologique des effluents, on fait généralement appel aux processus aérobies par lesquels les bactéries provoquent une oxydation directe des matières organiques des eaux usées à partir de l'oxygène dissous dans l'eau.

II.3.1. Schéma d'implantation des équipements :

La station d'épuration des eaux usées d'El Karma a pour objectif de traiter un débit journalier moyen de 270.096 m³/j. La chaîne de traitement est composée de deux lignes : une ligne d'eau et une ligne de boues schématisée ci-dessous Figure II.2. Le débit est divisé sur certains ouvrages afin d'améliorer la fiabilité, les opérations de maintenance et la souplesse de fonctionnement de la station.

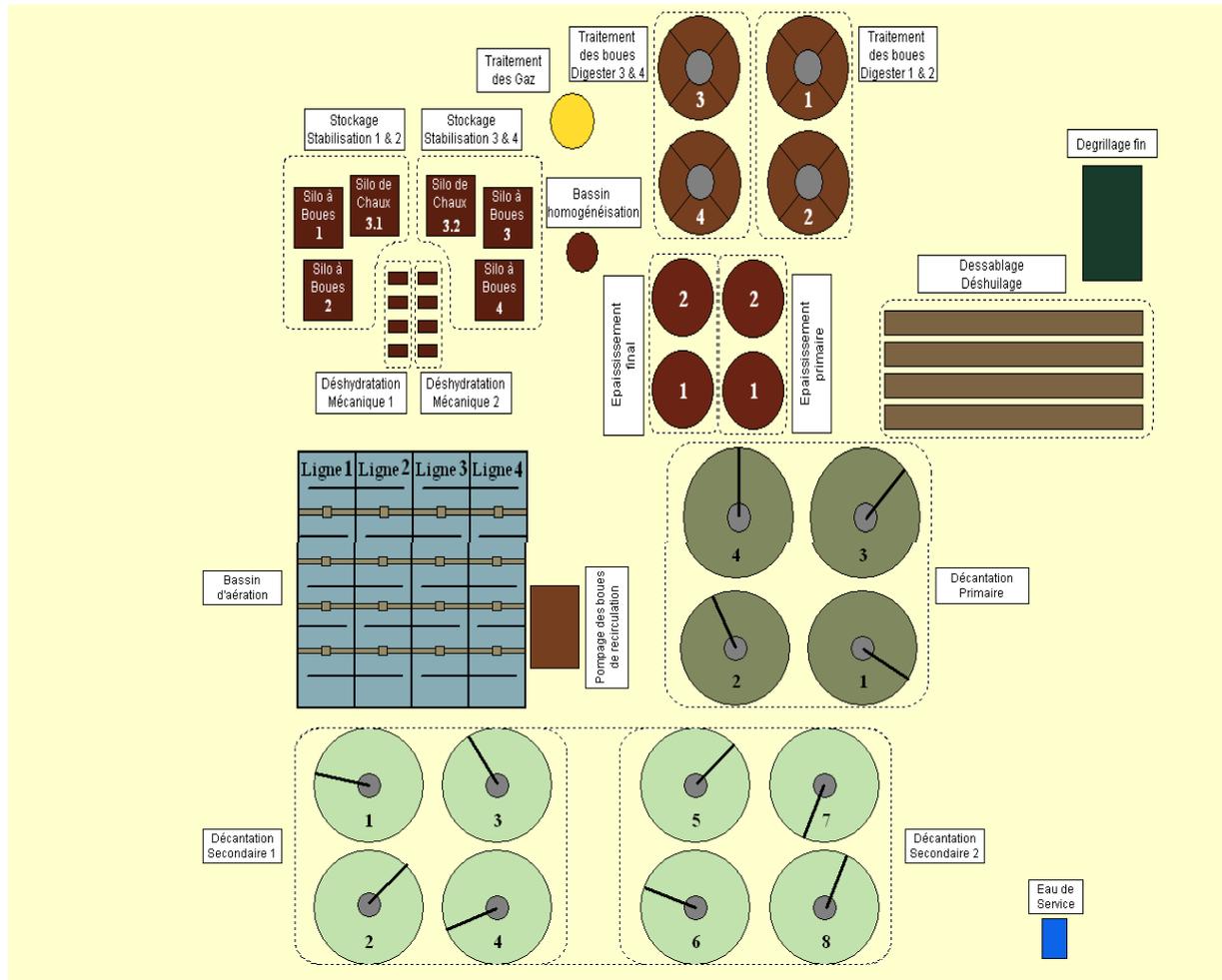


Figure II.2: Schéma d'implantation des équipements [10]

II.3.2. Description de différentes installations de la station de la partie eau :

Les villes d'Oran concernées sont raccordées à un réseau d'assainissement relié à la station de pompage (petit-lac). Cette dernière pompe les eaux usées vers la station d'El Kerma.

II.3.2.1. By-pass (déversoirs d'orage) :

En amont du dégrillage l'ouvrage d'entrée comprend deux déversoirs qui donnent sur un puits de départ du by-pass général. Le by-pass est opérationnel quand le niveau en amont des dégrilleurs dépasse un seuil haut comme c'est montré ci-dessous figure II.3.



Figure II.3 : Déversoir d'orage où by pass général

II.3.2.2. Le dégrillage :

Le dégrillage se divise en deux équipement, la première partie deux dégrilleurs grossiers avec un nettoyage manuel (espacement entre les barreaux = 5cm). Tandis que la deuxième partie est composé de 4 chenaux de dégrillage équipés des dégrilleurs fine (espacement entre les barreaux = 10mm) montré dans la figure ci-dessous Figure II.4. Les grilles mécaniques sont inclinées de 75° offrant une grande surface de passage, leur nettoyage s'effectue d'une manière très simple par une racle rigide qui épouse la forme des barreaux de la grille.

L'opération automatique des dégrilleurs est contrôlée par une mesure différentielle du niveau d'eau en amont et en aval du dégrillage. [13]



Figure II.4 : Les 4 dégrilleurs fins mécaniques.

II.3.2.3. Le dessablage et déshuilage :

Un chenal de sortie fait suivre au poste de dégrillage en amenant les eaux passées par les dégrilleurs vers quatre chenaux de dessablage -déshuilage. L'entrée de dessableur -déshuileur est équipée d'un batardeau. Chaque dessableur -déshuileur a une longueur de 50m, exécuté en béton armé de section trapézoïdal. L'ouvrage est équipé de ponts racleurs suceurs jumelés animées d'un mouvement de "va-et-vient" destiné à extraire les sables déposés aux fonds de l'ouvrage montré dans la figure II.5 ci-dessous ; qui seront transportés par la suite dans une rigole centrale qui débouche vers une fosse collectrice. Le mélange eaux et sable sera transporté vers un calibreuse de sable situé à côté du dessableur. Le sable est asséché puis décharger dans une benne. Le tableau II.4 présente les dimensions du dessableur- déshuileur

Tableau III.4. Les dimensions de l'ouvrage déssableur-déshuileur [13]

Dimensions	Valeurs
Longueur	50m
Largeur _{dessablage}	4,8 m
Largeur _{déshuileur}	2m
Profondeur utile _{dessablage}	4,6 m

Le temps de séjour dans le dessablage correspondant à un débit max est de 15 min. les matières flottantes et les graisses s'accumuleront à la surface du déshuilage et seront raclées jusqu'à l'entrée d'un puits à graisses. [13]



Figure II.5 : déssableur – déshuileur

II.3.2.4. Décantation primaire (4 bassin de décantation) :

La station dispose de 4 décanteurs primaires affichés ci-dessous Figure II.6, les dimensions de chaque décanteur primaire sont récapitulées ci-après :

Diamètre : 48,9 m

Une hauteur d'eau moyenne : 2,56 m.

Chapitre II : Description de la station d'épuration EL Karma

Après avoir dessablée et déshuilée L'eau arrive par un canal ver les bassins de décantation primaires qui a un racleur qui tourne avec une vitesse 1 tour chaque 35min. dans ces bassins les matières en suspension tombe au fond du bassin. Elles constituent des boues primaires qui seront par la suite évacuées vers la filière de traitement des boues : l'épaississement primaire. [13]

Le temps de séjour pour cet ouvrage est 2h.

Le taux d'élimination estimatif dans la décantation primaire est de:

DBO₅ = 33%

DCO = 29%

MES = 63%



Figure II.6 : Les 4 décanteurs primaires

II.3.2.5. Traitement biologique :

Au niveau de la STEP, pour le traitement biologique le procédé aérobic est utilisé (boues activées) C'est l'étape du traitement biologique qui repose sur l'activité des bactéries. A cette étape, on éjecte d'air par des aérateurs de surfaces.

Ces bactéries se nourrissent des matières organiques, c'est-à-dire de transformer naturellement la pollution organique et diminuent le carbone, l'azote, et le phosphore contenus dans l'eau (Figure II.7). Afin d'assurer les objectifs de traitement, il a été prévu un traitement par boues activées à moyenne charge. La règle de base dans le dimensionnement est de respecter la charge massique. Cette charge est calculée sur la masse totale de boues présentes dans le bassin d'aération est permet de parvenir aux objectifs de rejet dont la réduction de la pollution azotée en période d'été par la mise en place de la nitrification.

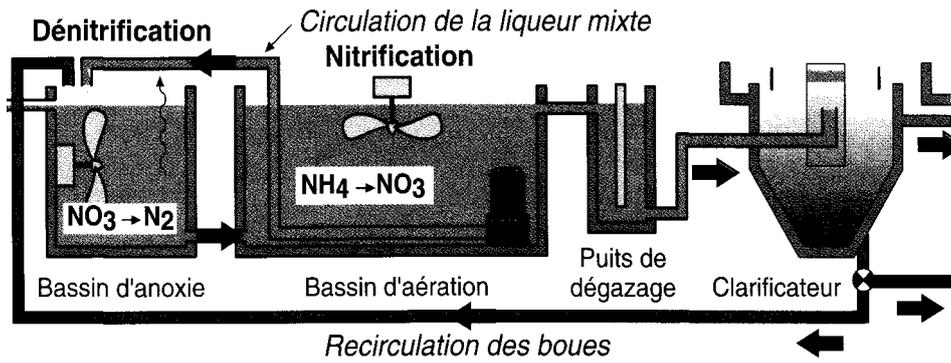


Figure II.7 : Réaction biologique au niveau du bassin biologique. [14]

Le traitement à boues activées sera composé de quatre bassins en béton avec des dimensions présentés dans le tableau II.5.

Tableau II.5 : Dimensions des bassins d'aération

Dimensions	Valeurs
Nombre d'ouvrage	4
Volume d'un seul bassin	10 584 m ³
Charge massique des boues	0,35 kgDBO ₅ / (kg MES/j)
Longueur	89,80 m
Largeur	22,45 m
Hauteur d'eau	5,25 m

L'alimentation des bassins d'aération sera réalisée par une conduite en béton débouchant dans un canal de répartition situé en amont. Dans le cas où un bassin est hors service, les eaux seront distribuées vers les trois autres bassins en service.

Pour la vidange éventuelle des bassins d'aération, deux pompes sont prévues à la sortie des bassins. Le bassin d'aération sera conçu pour assurer un brassage homogène de la boue, éviter les dépôts de matières en suspension et l'érosion du fond ou des parois de l'ouvrage.

Les bassins d'aération seront équipés d'aérateur de surface de type à axe vertical et à vitesse de rotation lente. Chaque aérateur est monté sur une passerelle en béton armée avec garde-corps. Les passerelles reposent sur quatre poteaux en béton armée voir la figure II.8.

Un compartiment de dégazage sera accolé à chaque bassin à boues activées, équipé d'un dispositif de rabattement des mousses. Les mousses peuvent être au besoin récupérées dans un

Chapitre II : Description de la station d'épuration EL Karma

puits de pompage d'où la mousse sera dirigée vers la déshydratation mécanique ou vers le puisard d'aspiration de la station de pompage de la boue de retour.

Afin de pouvoir adapter l'apport en oxygène par les aérateurs, les bassins seront munis de lames de débordement réglables. Celles-ci permettront de changer la profondeur d'immersion des aérateurs de surface.

Pour que la capacité d'aération puisse être adaptée au besoin réel, les aérateurs de surface sont équipés de variateurs de vitesse. La variation de vitesse des aérateurs sera tributaire de deux mesures d'oxygène dissous. L'émission d'aérosols est réduite par des jupes souples conçues en outre pour réduire la formation de mousses flottantes. Les moteurs des turbines seront capotés pour limiter les nuisances sonores. [13]

Le temps de séjour est de 2h30min.



Figure II.8 : Bassin d'aération de la STEP D'EL KERMA

II.3.2.6. Décantation secondaire (8 décanteurs secondaires) :

Le rôle de la décantation secondaire est d'assurer une meilleure séparation de la biomasse de l'eau traitée et de permettre par ailleurs un premier épaissement des boues biologiques décantées. La liqueur mixte de boues activées formée ainsi dans le réacteur biologique est

Chapitre II : Description de la station d'épuration EL Karma

ensuite dirigée sur l'ouvrage de décantation secondaire. Ce dernier est alimenté par le centre à travers une conduite d'alimentation, sous le radier, débouchant à l'intérieur de la jupe de répartition.

Le temps de séjour est 2h.

Le décanteur secondaire montré dans la figure II.9 aura les dimensions suivantes :

Nombre d'ouvrage : 8

Diamètre : 56,5 m

Les boues décantées seront pompées dans un puits à boues commun pour chaque ensemble de décanteurs secondaire et acheminées vers la station de pompage des boues de retour. La boue surnageante est envoyée dans deux puits pour être également acheminée vers la déshydratation mécanique ou bien vers la station de pompage des boues de retour. [13]

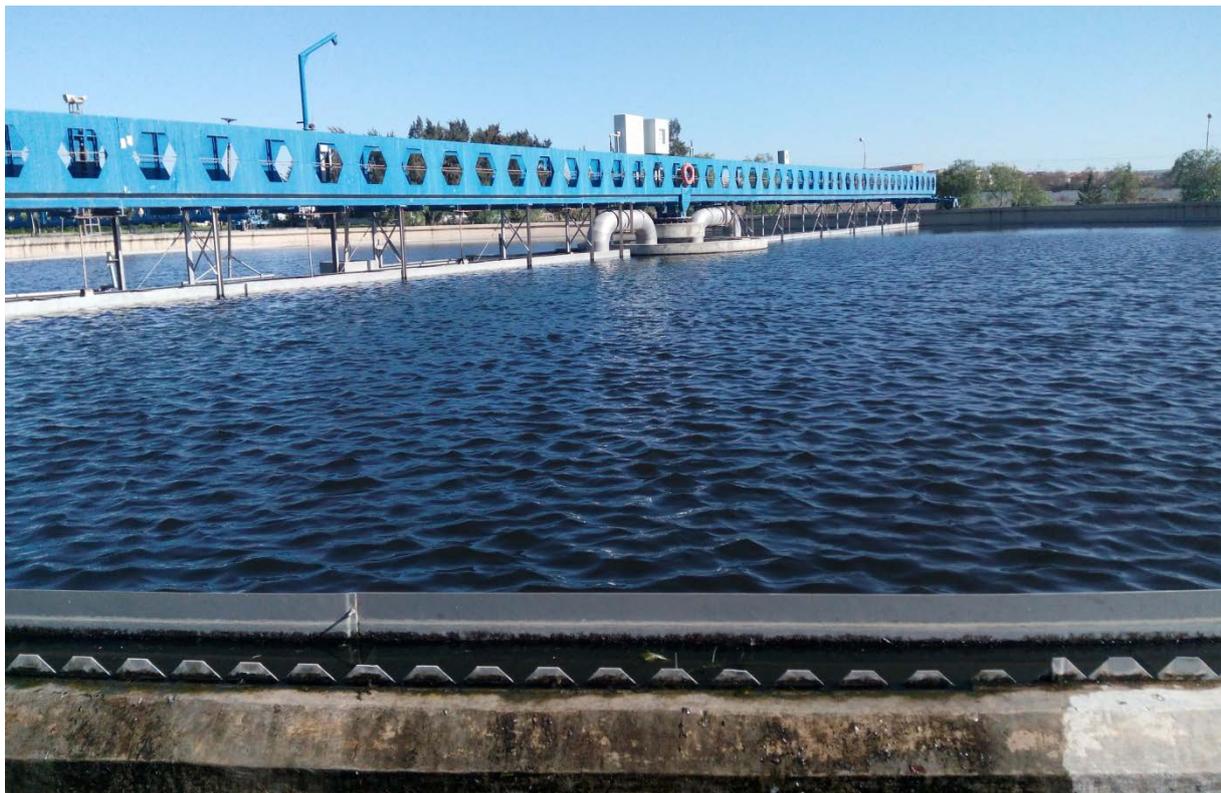


Figure II.9 : Décanteur secondaire.

II.3.2.7. Désinfection :

La désinfection des effluents a pour objectif principal d'améliorer la qualité bactériologique de l'effluent épuré afin de protéger la zone de rejet. Sur la base d'un temps de séjour de 30

Chapitre II : Description de la station d'épuration EL Karma

min pour le débit de pointe du temps de pluie, le bassin de contact présente un volume utile de 7700 m³.

Le bassin de contact sera de type à chicanes (voir la figure II.10) et aura les dimensions présentées dans le tableau II.6 [13]

Tableau II.6 : Dimensions du bassin de désinfection

Dimensions	Valeurs
Nombre d'ouvrage	2
Longueur	100 m
Largeur	10 m
Hauteur d'eau	4,05 m

Les eaux épurées à la sortie de la station d'épuration seront rejetées dans la grande sebkha.



Figure II.10 : Bassin de désinfection.

II.3.3. Description de différentes installations de la station de la partie boue :

II.3.3.1. Recirculation et extraction des boues :

Chapitre II : Description de la station d'épuration EL Karma

Le but de la recirculation des boues ou des décanteurs secondaires vers le réacteur biologique est d'y maintenir une concentration constante et correcte de la liqueur mixte permettant de respecter une charge massique de fonctionnement considérée ou, ce qui revient au même, de limiter le temps de séjour dans les décanteurs pour garantir une bonne qualité et un âge de boue bien défini et d'éviter conséquemment l'accumulation et le débordement du lit de boue dans les décanteurs. Cette extraction est faite par une vis d'Archimède montré dans la figure II.11 dont la station est équipée de 4 vis (3 en fonction et 1 en réserve).



Figure II.11 : Vis d'Archimède.

II.3.3.2. Epaissement des boues primaires :

Les boues primaires proviennent des décanteurs primaires. Elles sont à la fois riches en matières minérales (micro-sables, terre, etc.) et contiennent des matières organiques. La boue sera acheminée vers l'épaisseur primaire montré dans la figure II.12.

Dimensions des épaisseurs primaires sont classées dans le tableau II.7. [13]

Tableau II.7 : Dimensions de l'épaississeur primaire

Dimensions	Valeurs
Nombre des épaisseurs	4
Diamètres (m)	25
Hauteur de boue (m)	4.84
Surface (m ²)	491
Volume net unitaire (m ³)	2376
Volume net total (m ³)	4752



Figure II.12 : Epaisseur primaire de la STEP.

Chapitre II : Description de la station d'épuration EL Karma

Le temps de séjour des boues sont au maximum de quatre jours. Le mode de gestion de ces ouvrages montré dans la figure II.13 prévoit que l'eau surnageante qui a l'appellation des eaux troubles soit évacuée de retour vers le décanteur primaire.

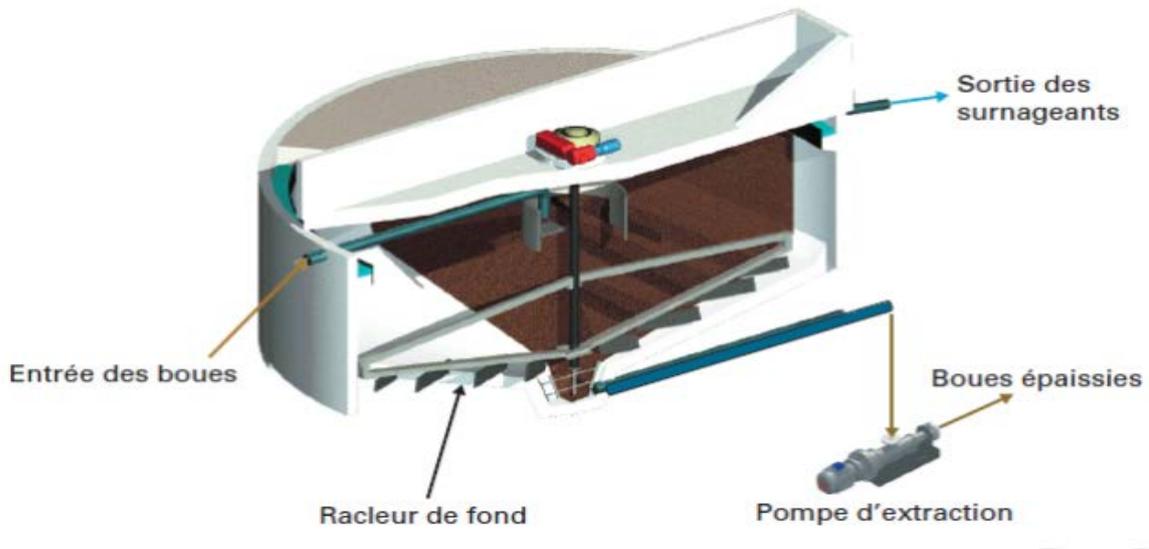


Figure II.13 : Coupe d'un épaisseur gravitaire [14]

II.3.3.3. Epaissement des boues secondaires :

La station d'épuration produit en permanence des boues activées biologiques dont l'excès doit être évacuée à intervalles réguliers pour garantir un bon fonctionnement du système. En effet, l'extraction comme s'est présenté dans la figure II.14 permet de maintenir une quantité de MS nécessaire et suffisante afin d'assurer le maintien du métabolisme microbien.

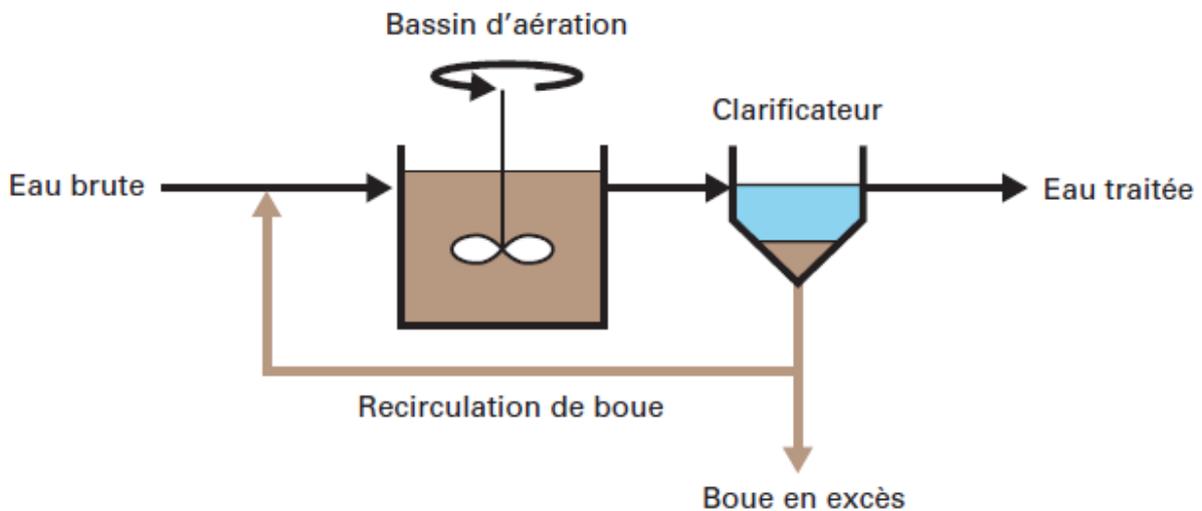


Figure II.14 : Schéma de recirculation de la boue en excès. [14]

Chapitre II : Description de la station d'épuration EL Karma

Le but de cette installation est d'augmenter la teneur des boues activées excédentaires à une valeur minimale de 5% telle que leur volume soit réduit d'au moins 5 fois. Les boues en excès ainsi épaissies passés par les deux épaisseurs restants, puis sont pompées vers le bassin d'homogénéisation pour être mélangées avec la boue primaire et ensuite renvoyées vers la digestion anaérobique. [13]

Le bassin d'homogénéisation montré dans la figure II.15 est d'un volume 200m^3 , ce bassin permet de former une boue brute à partir des boues primaires et les boues en excès puis les boues sont transportées vers le digesteur. [10]



Figure II.15 : Bassin d'homogénéisation

II.3.3.4. Digestion anaérobique des boues :

La digestion est un procédé microbiologique transformant la boue organique chimiquement complexe en méthane, dioxyde de carbone et en un matériau non toxique semblable à de l'humus. Les réactions se déroulent dans le digesteur dans des conditions anaérobies, c'est-à-dire en l'absence d'oxygène. La transformation s'effectue au cours d'une série de réactions. Tout d'abord la matière solide est rendue soluble par des enzymes, en suite le produit est fermenté par un groupe de bactéries acidifiantes, procédé qui le réduit à des acides organiques simples, tels que l'acide acétique. Les acides organiques sont alors transformés par les bactéries en méthane et en dioxyde de carbone. La boue épaissie est chauffée et versée le plus

Chapitre II : Description de la station d'épuration EL Karma

régulièrement possible dans le digesteur montré dans la figure II.16 où elle séjourne entre 10 et 30 jours pour y être décomposée. Par la digestion, on atteint une réduction de la matière organique de 45 à 60%. Les digesteurs comportent un volume dans leur partie haute où les boues à digérer sont introduites par pompage. Ces digesteurs possèdent les caractéristiques de fonctionnement présentées dans le tableau II.8 [13]

Tableau II.8 : Dimensions des digesteurs

Dimensions	Valeurs
Nombre des digesteurs	4
Volume net unitaire (m ³)	9605
Volume net total (m ³)	38420
Temps de séjour des boues dans les digesteurs (jour)	20

La digestion anaérobie permet en fin de compte de : [10]

- Rendre la déshydratation plus facile. En effet, la digestion réduit la teneur en matière volatiles, colloïdales et hydrophiles des boues.
- De réduire les quantités de boues à déshydrater, la consommation d'électricité, de polymères, de sels de fer ou de chaux.
- De réduire les odeurs dans l'atelier de déshydratation, améliorer le confort de travail.



Figure II.16: Digesteur anaérobie

II.3.3.5. Déshydratation mécanique :

En sortie de digestion, les boues sont envoyées vers des unités de traitement schématisé dans la figure II.17. Différents traitements peuvent être appliqués aux boues suivant leur destination. Le traitement effectué dans tous les cas est la déshydratation.

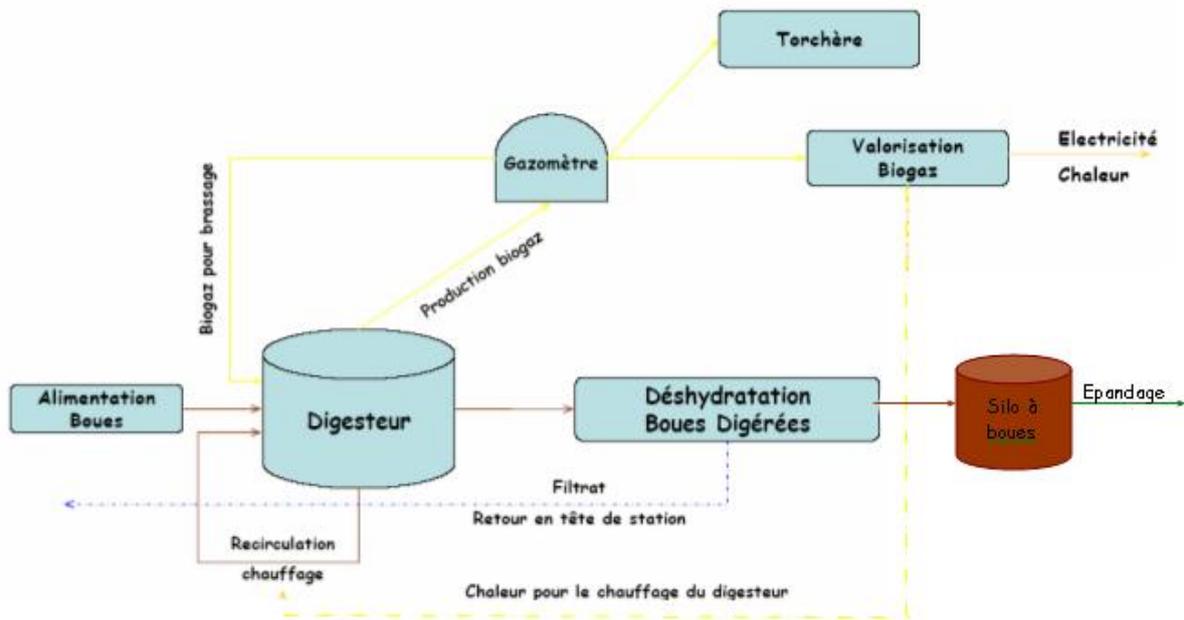


Figure II.17 : Schéma représentatif de la chaîne de digestion anaérobie [13]

L'utilisation du polymère : Le polymère engendre la floculation de la boue permettant ainsi une séparation boue eau dans les filtres à bandes. Ce produit est préparé dans une installation prévue pour cet effet.

Ensuite il est possible de trouver suivant la voie d'élimination, un traitement par séchage, chaulage ou compostage.

La production de boue est directement liée à la quantité de pollution retenue. Il s'en suit une augmentation de la biomasse dans le système, ce qui induit un accroissement des concentrations en MS.

Le produit fini peut être utilisé aisément en agriculture comme excellent amendement des sols, ou être versé en décharge publique. Cette siccité sera environ 20%. [13]

II.3.3.6. de stockage et de stabilisation des boues déshydratées :

Le système de transport et/ou stockage des boues déshydratées comprend deux lignes identiques et indépendantes dont chacune est associée à une ligne de déshydratation mécanique des boues.

Selon les besoins de l'exploitation de la ligne boues, il est possible pour le gestionnaire de la station (chef de station) de choisir, par sélection au niveau de la supervision, pour chaque ligne de stockage et transport, d'une des deux options suivantes, soit :

- Le transport et le déchargement direct de la boue déshydratée dans les bennes des camions pour leur évacuation à l'extérieur du site, ou :
- Le stockage et la stabilisation de la boue déshydratée dans les Silos de stockage de boues montré dans la figure II.18 pour une future évacuation dans le lieu de décharge. [10]



Figure II.18 : Les silos de boues.

II.3.3.7. Production de gaz :

Le biogaz produit par la digestion anaérobique sera récupéré dans une conduite installée au sommet de chaque digesteur, et dont la pression maximale de service est 50mbar, jusqu'au local des filtres à graviers. Ces derniers sont conçus pour séparer les particules et le condensat du biogaz et ils jouent également le rôle de dispositif de sécurité contre le retour de flamme.

Le biogaz filtré et dépourvu d'humidité, sera acheminé jusqu'au Gazomètre. [10]

Ce Gazomètre sans pression montré dans la figure II.19, composé d'un silo métallique cylindrique et d'une membrane, à l'intérieur de laquelle le ballon à gaz est suspendu. Il a pour fonction d'amortir les différences de volume de gaz entre la production et la consommation de gaz.

Les caractéristiques du gazomètre présenté dans le tableau II.9 [13]

Tableau II.9 : Caractéristiques du gazomètre

Dimensions	Valeurs
------------	---------

Chapitre II : Description de la station d'épuration EL Karma

Diamètre de plaque inférieure (m)	22
Diamètre extérieur (m)	21.32
Hauteur du cylindre (m)	19.42
Hauteur du cône (m)	6.9
Hauteur totale (m)	26.44
Volume de stockage (m ³)	6800



Figure II.19 : Gazomètre

Paragraphe circulation

II.4 Conclusion :

En ce chapitre, une description détaillée sur de la station d'épuration à boues activées d'El karma ORAN a été effectuée de chaque installation et les différentes étapes de l'eau tels que le prétraitement, traitement biologique et la clarification, tant qu'à la boue l'épaississement, la digestion et enfin la production du gaz.

Ce chapitre est l'introduction du prochain chapitre qui relève les différents dysfonctionnements épuratoires dans la STEP d'El Karma.

III.1. Introduction:

En vue d'évaluer l'optimisation du traitement des effluents urbains de la station d'épuration d'El Karma ORAN, une série de mesures sur les paramètres de pollution de l'eau ont été effectuées respectivement à l'entrée (eaux brutes) et à la sortie (eaux traitées) de cette STEP. Le travail expérimental a été réalisé sur une période d'environ 30 jours allant du 28/01/2018 jusqu'au 28/02/2018.

Pour déterminer la qualité des eaux usées de cette station d'épuration, après la collecte des données, nous avons tracé des graphes de différents paramètres de pollution qui sont: les matières en suspension (MES), la demande biochimique en oxygène (DBO_5), la demande chimique en oxygène (DCO), l'azote ammoniacal (NH_4), le nitrate (NO_3), et orthophosphates (PO_4). En parallèle, les variations dans l'évolution du PH et la turbidité et de la température de l'eau (brute et traitée) ont été également enregistrées.

D'une autre part, un suivi de contrôle de différentes installations présentes dans la STEP.

III.2. Performances épuratoires de la station d'épuration:

III.2.1. La température:

La température est un paramètre important à prendre en compte lorsqu'on étudie les performances épuratoires d'une station d'épuration et aussi la température est un facteur important dans toutes les réactions biologiques et elle influe beaucoup sur l'efficacité du procédé de traitement, par exemple, la décantation est plus efficace à une température ambiante. De plus, l'activité biologique prenant place lors du traitement décroît avec le froid, la vitesse de nitrification est très ralentie en dessous de $10^{\circ}C$. [15]

La figure III.1 ci-dessous représente la variation de la température de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP sur une période de sept années.

De cette figure nous constatons que les valeurs journalières de la température sont toutes inférieures à la norme ($30^{\circ}C$). La température a une valeur maximale relevée fin juillet à partir du 24/07/2017 jusqu'au 31/07/2017) qui oscille entre $28,6^{\circ}C$ et $28,9^{\circ}C$ et une valeur minimale relevée le 24/03/2017 de $6,8^{\circ}C$ pour les eaux brutes. Pour les eaux à la sortie nous mentionnons une valeur minimum de $6,1^{\circ}C$ le 31/01/2014 et valeur maximale $29,9^{\circ}C$ le 31/07/2017. De là, et par une comparaison entre la température de l'entrée et de la sortie avec les normes, on déduit que les résultats sont bons pour une stabilité qui permettrait aux bactéries de bien se développer.

Chapitre III : Etude de performances épuratoires de la station d'épuration d'El Karma

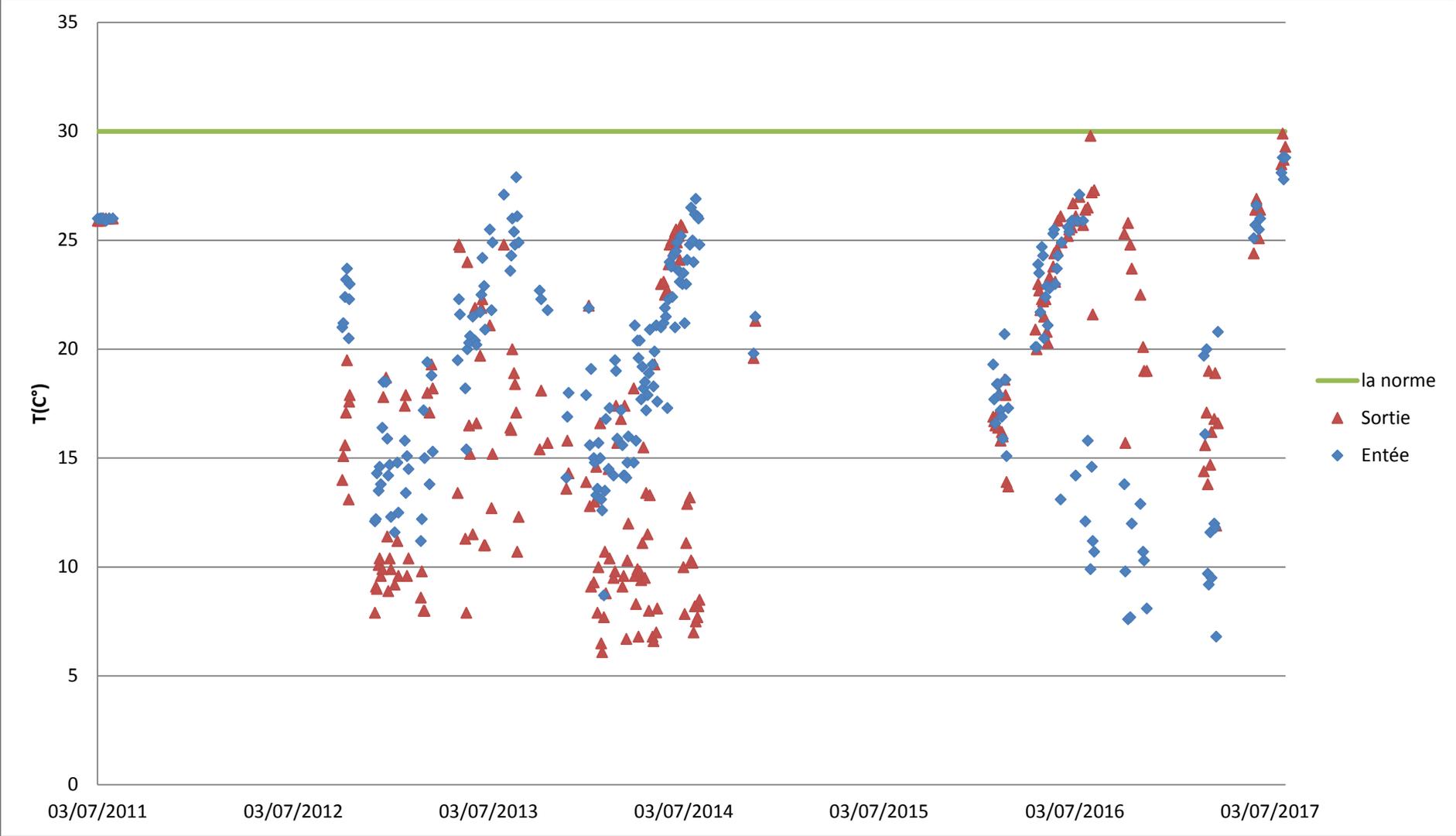


Figure III.1: Variation de la température à l'entrée et à la sortie de la STEP de la période (2011- 2017).

III.2.2. Le potentiel d'hydrogène:

Le PH donne une indication de l'acidité d'une substance. Il est déterminé à partir de la quantité d'ions d'hydrogène hydronium (H^+) ou d'ions hydroxyde (OH^-) contenus dans la substance. [16]

Le PH, indique l'alcalinité des eaux usées, son rôle est capital pour la croissance des microorganismes qui ont généralement un PH optimum variant de 6,5 à 7,5. Lorsque le PH est inférieur à 5 ou supérieur à 8,5, la croissance des microorganismes est directement affectée.

Les limites de PH pour la croissance et la reproduction bactérienne tolèrent une gamme de PH allant de 5 à 9 avec une zone optimale de 6 à 8.

La figure III.2 suivante représente la variation du PH de l'eau brute et des eaux traitée à la sortie :

Les valeurs du pH à l'entrée et à la sortie de la STEP présentent une neutralité du milieu, ces valeurs s'inscrivent dans la gamme des eaux urbaines à caractère domestique.

Elles varient de 6,31 à 8,82 à l'entrée et entre 6,53 à 8,59 à la sortie. Ces valeurs sont dans la norme autorisée du pH (6,5 à 8,5).

Chapitre III : Etude de performances épuratoires de la station d'épuration d'El Karma

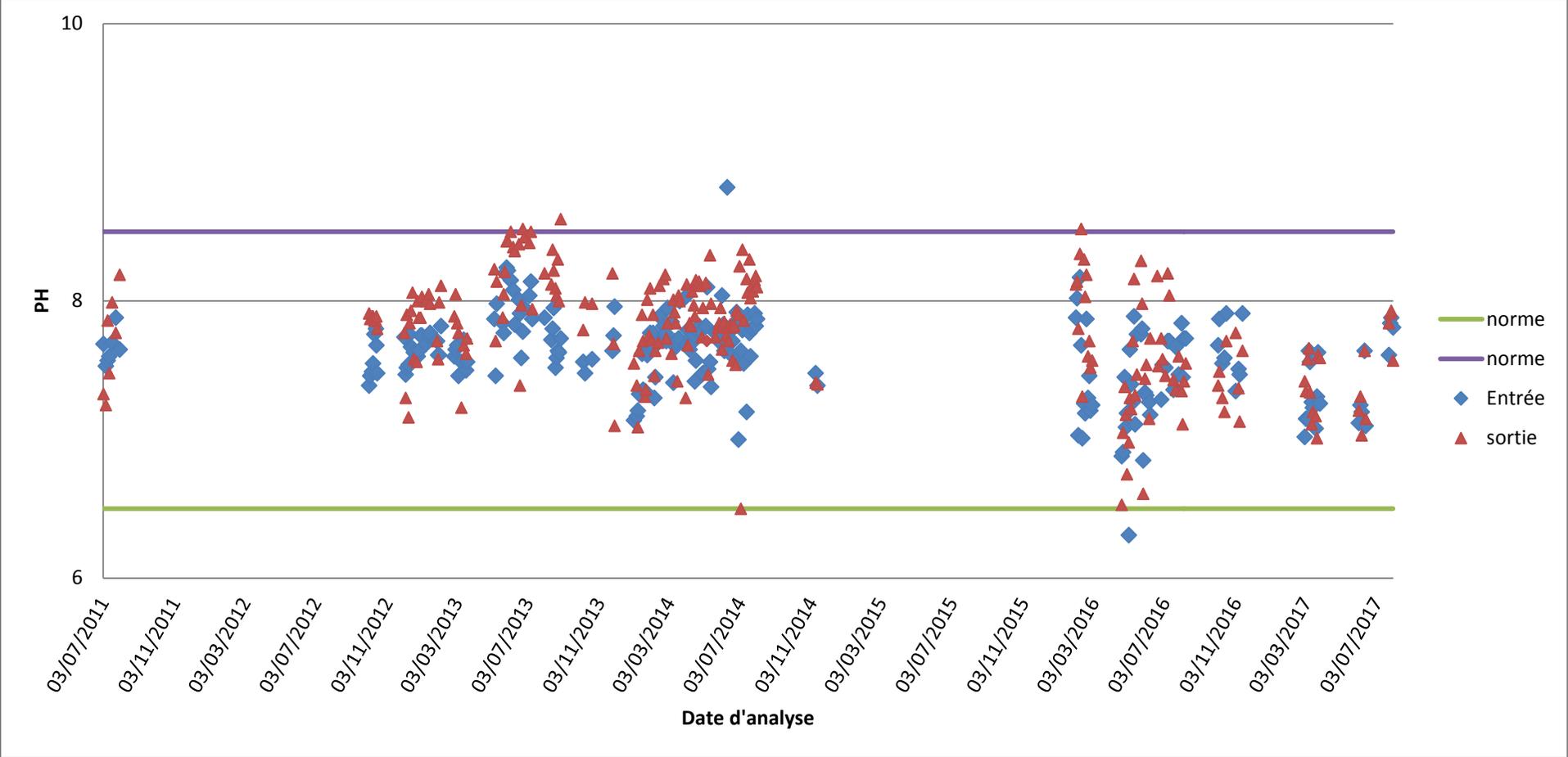


Figure III.2: Variation journalière du PH à l'entrée et à la sortie de la STEP de la période (2011-2017)

III.2.3.La conductivité:

La conductivité électrique est probablement l'une des plus simples et des plus importantes pour le contrôle de la qualité des eaux usées. Elle traduit le degré de minéralisation globale, elle nous renseigne sur le taux de salinité. C'est une expression numérique de la capacité de l'eau à conduire un courant électrique mesurée en milli-siemens par centimètre. Les résultats obtenus mettent en évidence une variation plus ou moins importante de la minéralisation exprimée en conductivité moyenne. [17]

La figure III.3 représente la variation de la conductivité de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP durant les sept années.

Nous remarquons que les valeurs de la conductivité enregistrées au sein de la station d'épuration sont totalement hors normes de rejet durant les sept ans. La STEP se trouve dans une zone industrielle Cela peut indiquer un rejet illégale des industries, ce qui perturbe la conductivité des eaux.

Chapitre III : Etude de performances épuratoires de la station d'épuration d'El Karma

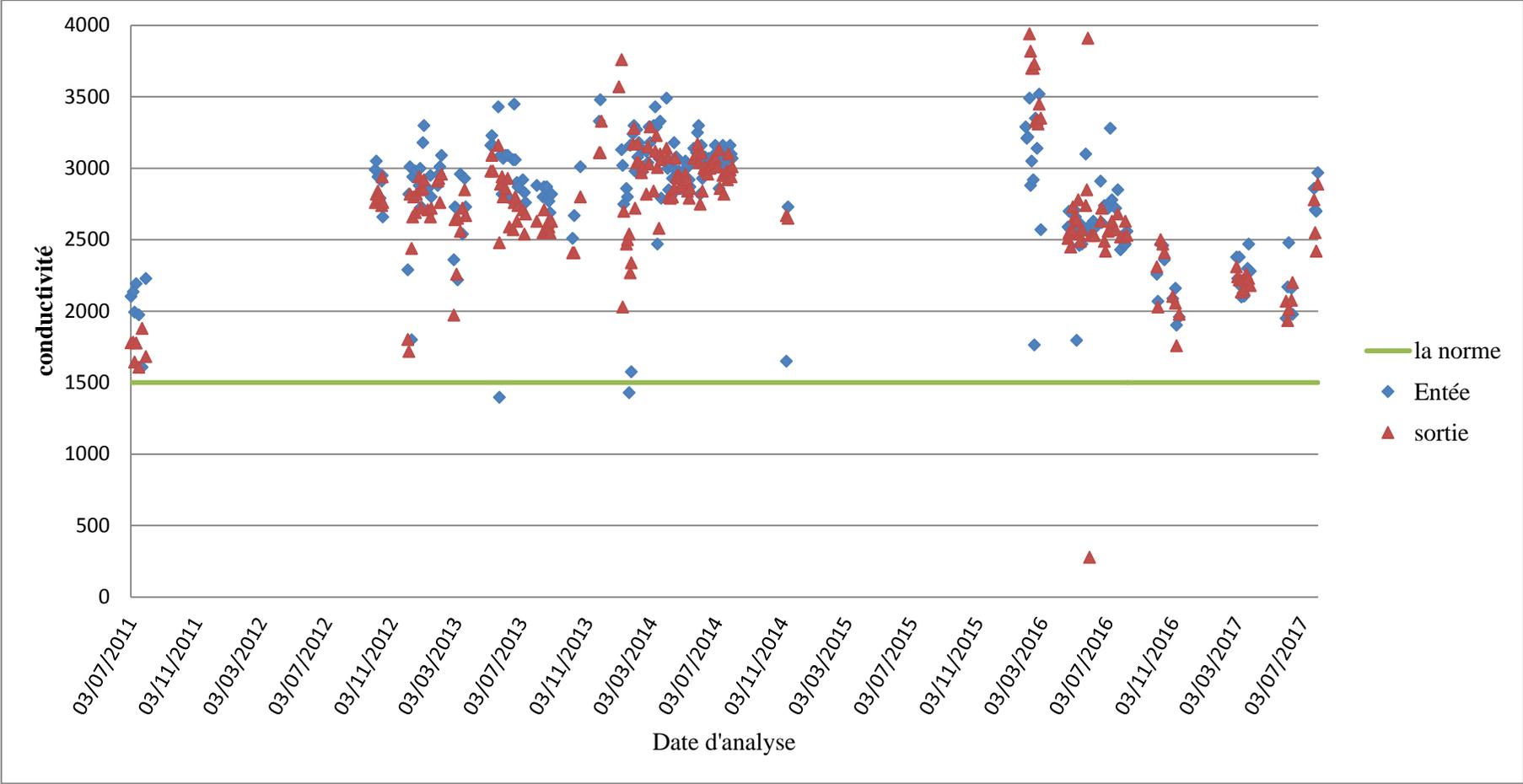


Figure III.3: Variation journalière de la conductivité à l'entrée et à la sortie de la STEP. (Période du 2011 au 2017).

Chapitre III : Etude de performances épuratoires de la station d'épuration d'El Karma

III.2.4 Matières en suspension (MES):

Les matières en suspension contribuent à la turbidité de l'eau. Elles peuvent être d'origine minérale ou organique contenues dans les eaux usées. La figure III.5 montre la variation de concentration des MES présente dans l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP.

La quantité de la matière en suspension à l'entrée varie entre 85 mg/l et 835 mg/l, La concentration à la sortie varie entre 2 mg/l et 220 mg/l.

Nous remarquons quelques dépassements à la norme du rejet de la station (35 mg/l).

Les valeurs des MES, comme le montre la figure III.5, du 10 et du 13 novembre 2014 qui sont respectivement de l'ordre de 120mg/l et de 105 mg/l de, qui dépassent fortement celle de la norme. Ceci est, peut être, due à un dysfonctionnement dans le bassin d'aération, puisque il était en arrêt à cause d'un incident survenu le mois de juillet 2014 et dont la panne a duré pratiquement 16 mois, selon les informations communiquées par le personnel de la station. Pour les autres dépassements comme celui du 22/02/2016 et 27/05/2016 peut dépendre soit de l'origine des eaux usées traitées, soit d'une mauvaise décantation de la boue dans le clarificateur.

Nous avons représenté le rendement des MES obtenus réparti en trois portions : Pour un faible rendement (0-50%), Moyen rendement (51- 85%) tandis que pour un bon rendement ($\geq 86\%$)

Le rendement calculé pour les MES d'après la figure III.4 montre la bonne élimination des MES présente dans l'eau à la sortie avec un bon rendement enregistré de 89%.

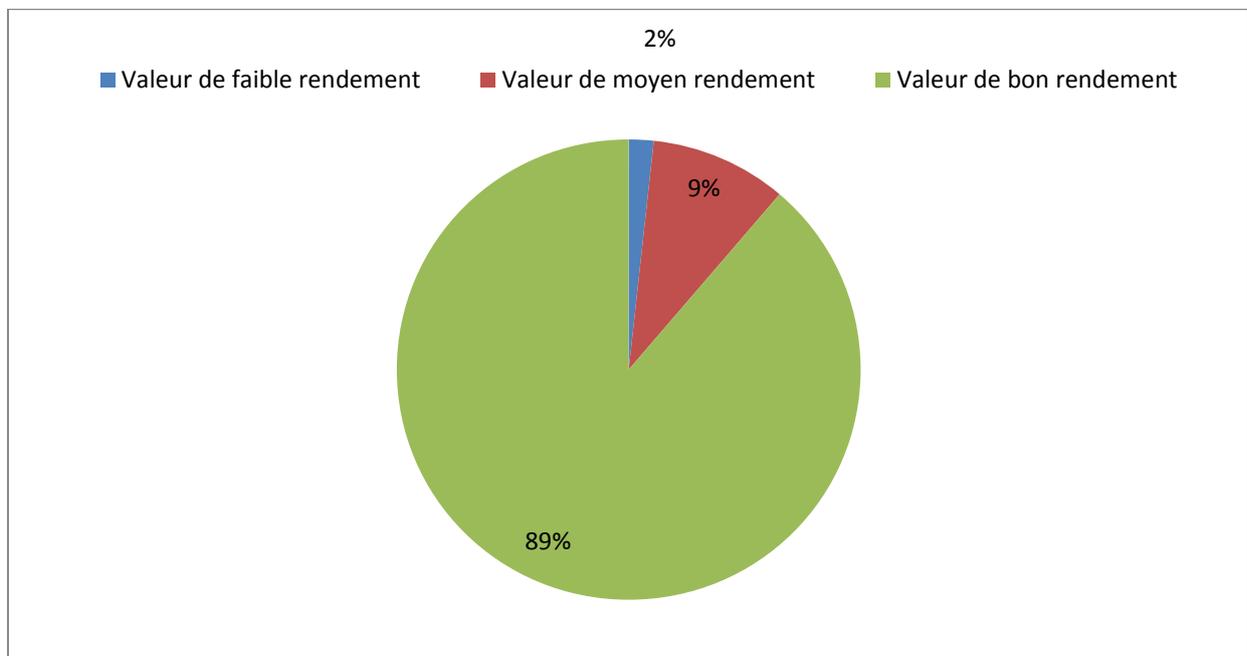


Figure III.4 : Représentation par portion montrant le taux d'élimination des MES à la sortie.

Chapitre III : Etude de performances épuratoires de la station d'épuration d'El Karma

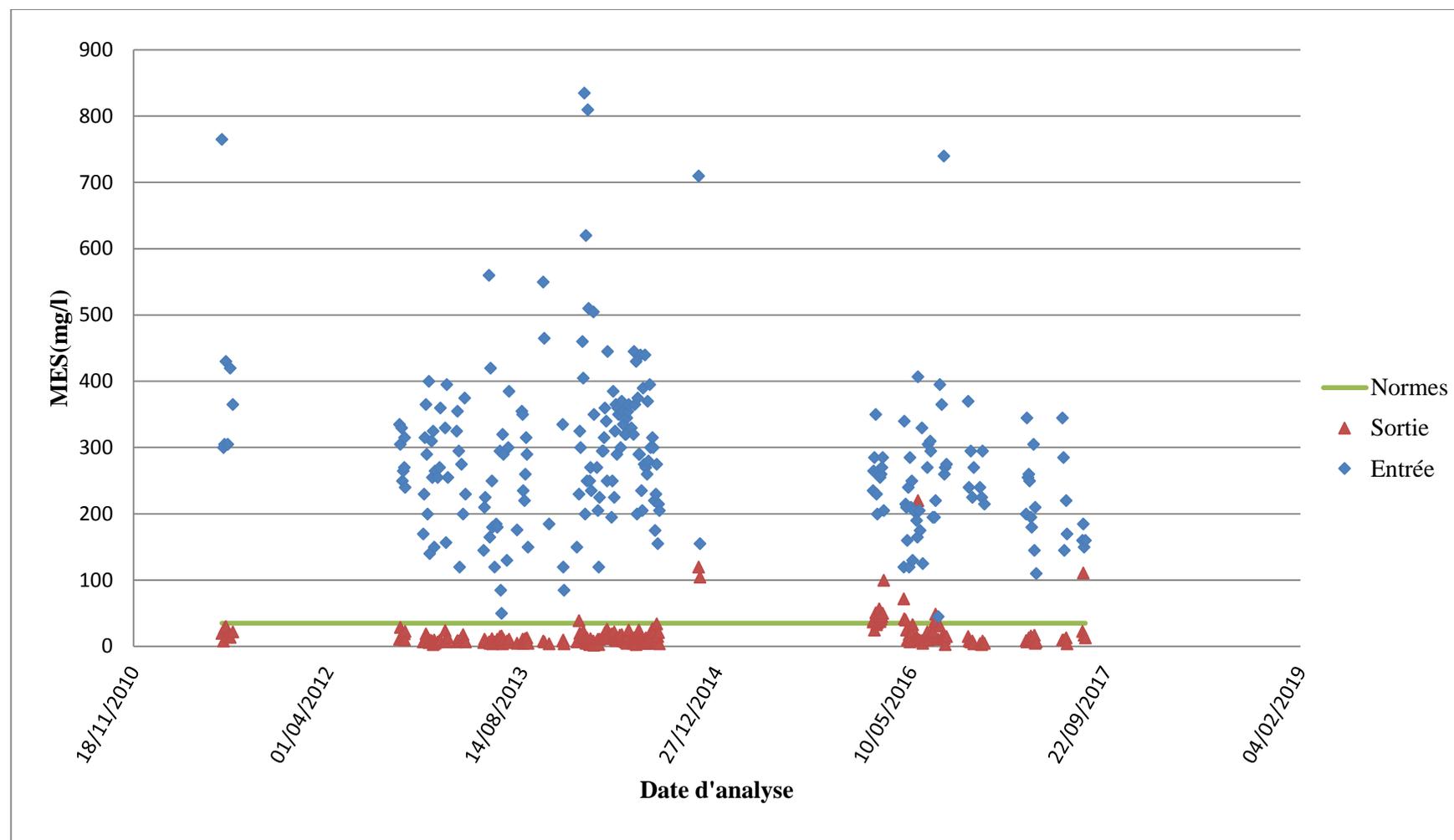


Figure III.5: La variation de la concentration des matières en suspension à l'entrée et à la sortie de la STEP (2011-2017).

Chapitre III : Etude de performances épuratoires de la station d'épuration d'El Karma

III.2.5. Demande biologique en oxygène (DBO₅) :

La DBO₅ est un paramètre très significatif et révélateur pour l'appréciation de la qualité des eaux.

La figure III.7 représente la variation de la demande biologique en oxygène (DBO₅) de l'eau brute et de l'eau traitée

En examinant les résultats de la figure ci-dessus, il ressort que l'eau brute à l'entrée de la station présente une valeur de (DBO₅) très élevée dans le temps et qui varie entre 26 et 640 mg/l. Cette instabilité est due à la variabilité de la pollution organique véhiculée par l'effluent et de la mauvaise aération dans le bassin biologique. Après épuration, on observe des dépassements remarquable de l'an 2014 jusqu'à la fracturation complète de bassin d'aération qui sont compris entre 29,7 et 280 mg/l, soit au dessus de la norme de rejet qui est de 25 mg/l.

et ceci est due à la mauvaise aération dans le bassin biologique et probablement à cause des rejets sauvages (huileries, les rejets industriels qui sont raccordées au même réseau d'assainissement).

Nous avons représenté le rendement de DBO₅ obtenus réparti en trois portion : Pour un faible rendement (0-50%), Moyen rendement (51- 89%) tandis que pour un bon rendement ($\geq 90\%$). [18]

Le taux d'élimination de la DBO₅ à la sortie de la STEP comme ci montré dans la figure III.6 Atteint le 82% d'un bon rendement.

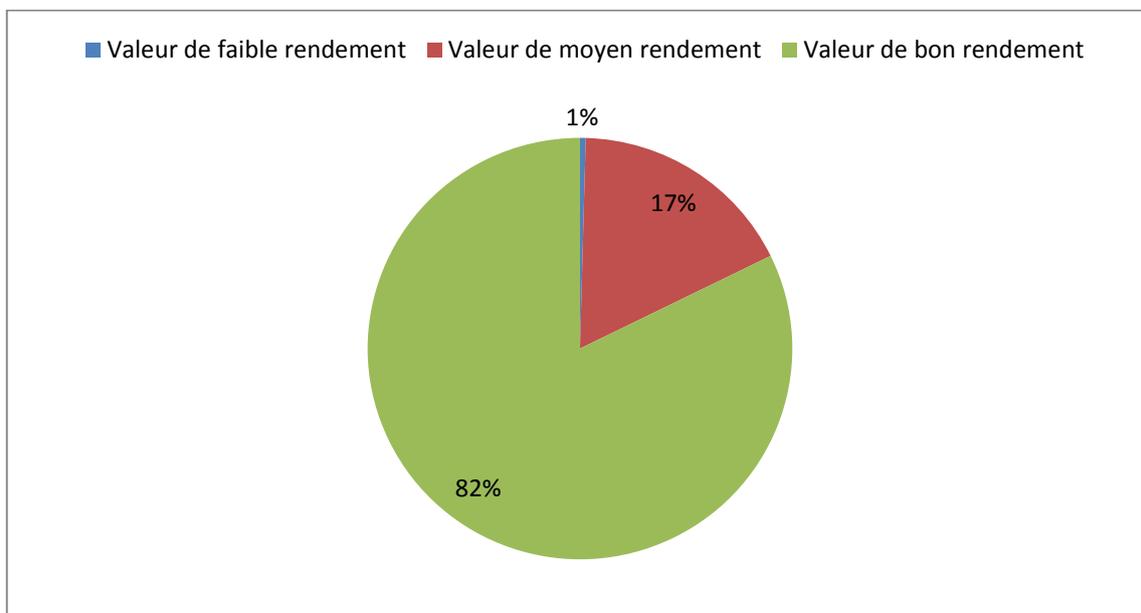


Figure III.6 : Représentation par portion montrant le taux d'élimination de la DBO₅ à la sortie.

Chapitre III : Etude de performances épuratoires de la station d'épuration d'El Karma

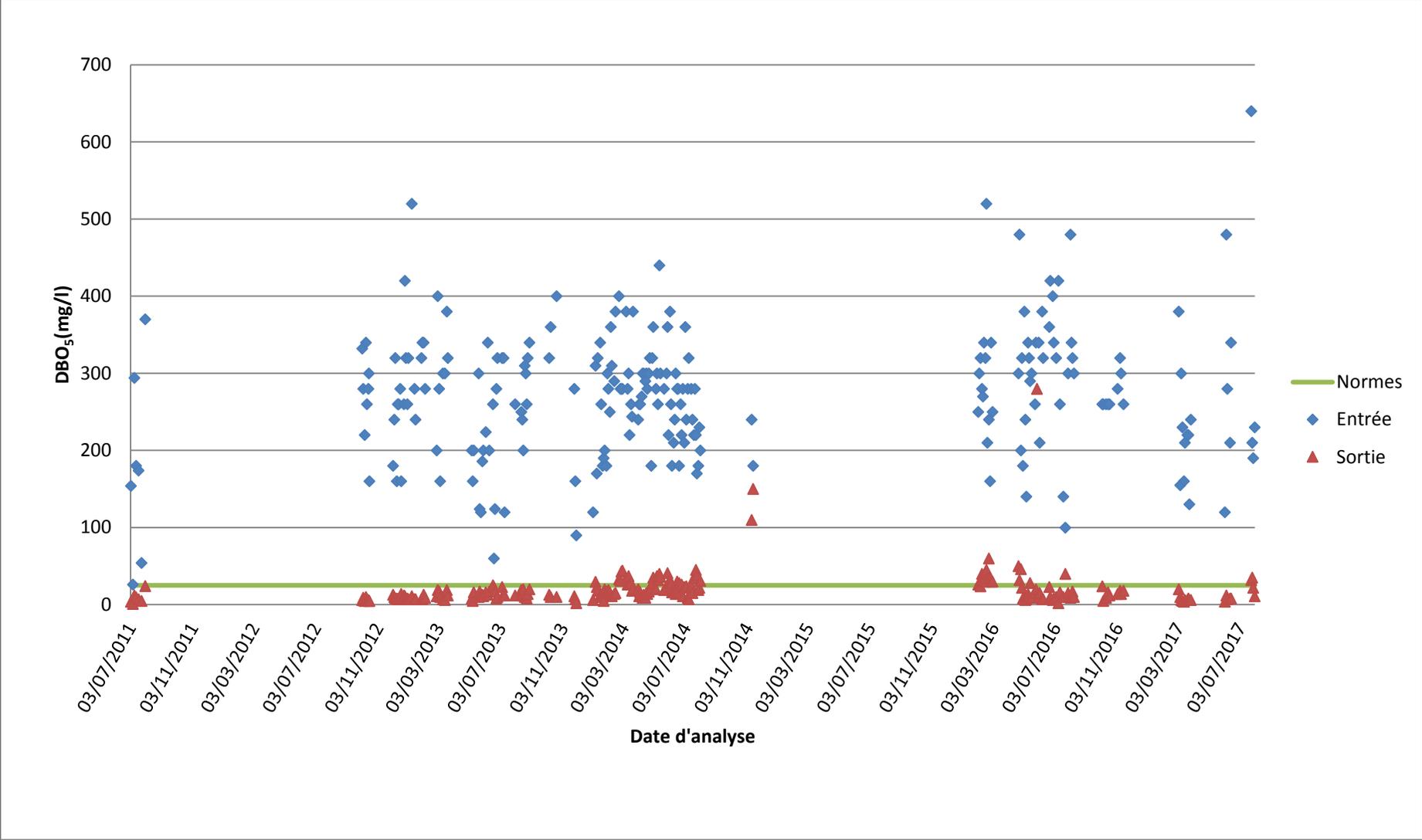


Figure III.7: Variation moyenne de la demande biologique en oxygène (DBO₅) à l'entrée et à la sortie de la STEP (2011-2017).

Chapitre III : Etude de performances épuratoires de la station d'épuration d'El Karma

III.2.6. Demande chimique en oxygène (DCO):

C'est la demande chimique en oxygène. La valeur DCO indique la quantité d'oxygène qui est nécessaire pour l'oxydation de toutes les substances organiques dans l'eau. C'est un indicateur important pour l'analyse de l'eau. Il est utilisé pour la planification, le contrôle ainsi que pour l'évaluation de l'efficacité du traitement des stations. Elle permet d'évaluer la charge polluante des eaux usées. [19]

La représentation graphique de la variation de DCO à l'entrée et à la sortie de la STEP est illustrée dans la figure III.9. Les résultats d'analyse indiquent que la concentration de la DCO à l'entrée de la STEP est variée entre 90 mg/l et 1514 mg/l. Ces valeurs sont dues à la qualité chimique des eaux brutes. Du fait que les eaux pluviales sont raccordées au même réseau d'assainissement, avec les eaux usées domestiques et finissent par les diluer en diminuant ainsi leur charge en pollution. À la sortie de la STEP, les teneurs en DCO sont comprises entre 10,4 mg/l à 660 mg/l par rapport à la norme de rejet conçue par cette station 125mg/l. Cette valeur observés dans la figure III.9 s'explique par une bonne oxydation de la matière organique avec un léger dépassement de trois points le 10 et 13/11/2014 et 27/05/2016, qui sont peut être due à une forte charge polluante ou un manque d'oxygène dans le bassin biologique.

Le taux d'élimination montré dans la figure III.8 de la DCO dans les eaux épurées atteint les 85% ceci indique le bon rendement. Nous avons représenté le rendement de DBO₅ obtenus réparti en trois portion : Pour un faible rendement (0-50%), Moyen rendement (51- 84%) tandis que pour un bon rendement ($\geq 85\%$). [18]

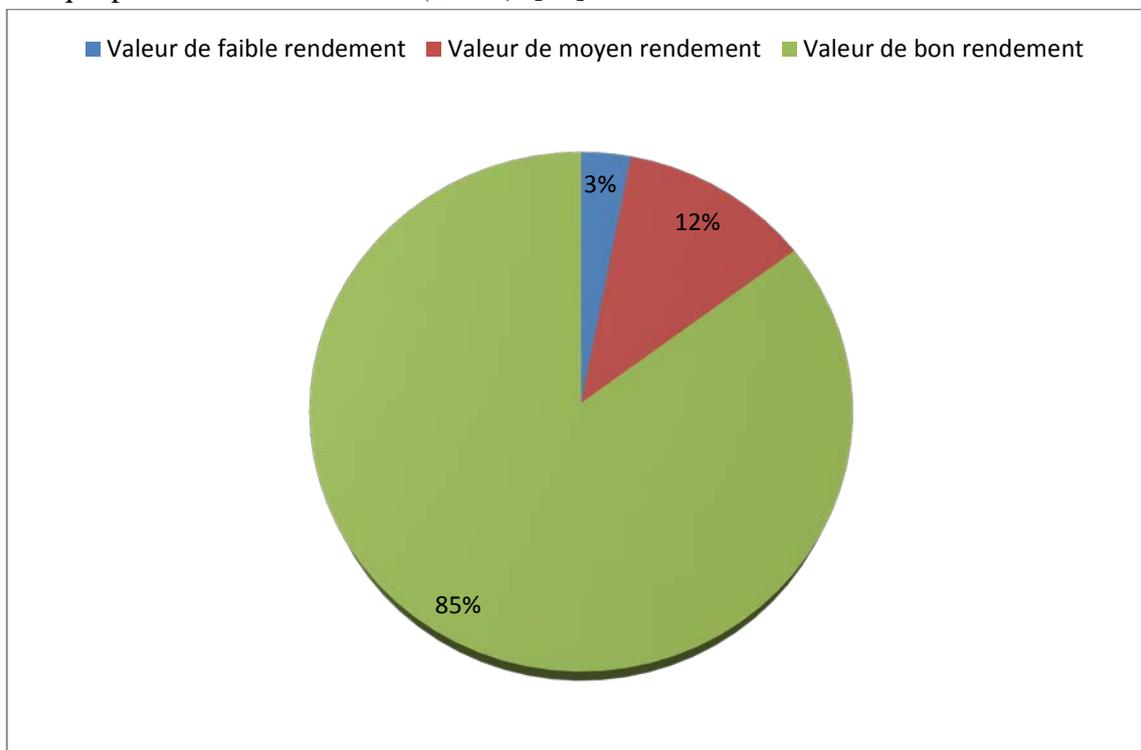


Figure III.8 : Représentation par portion montrant le taux d'élimination de la DCO à la sortie.

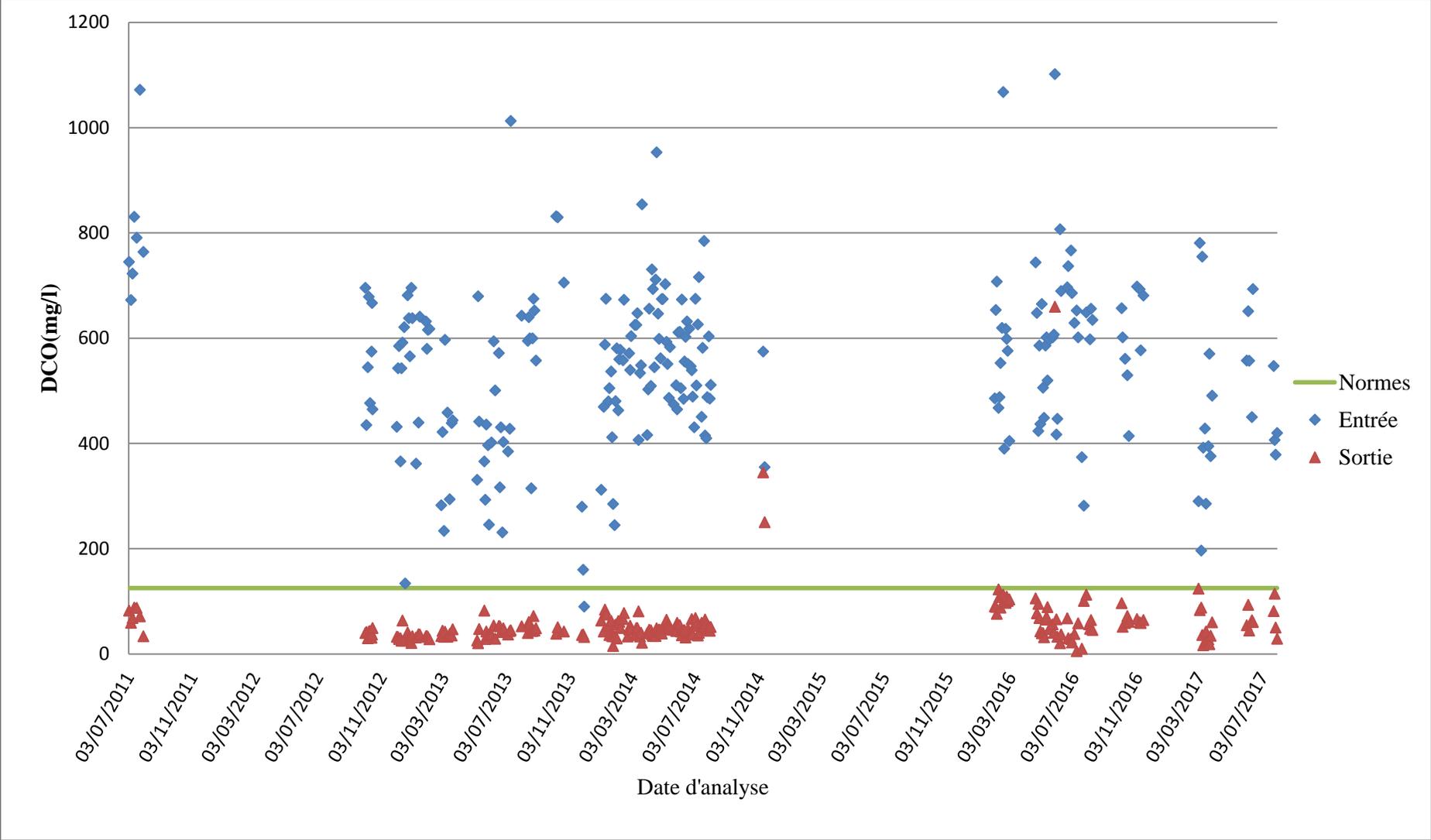


Figure III.9: Variation journalière de la concentration de la DCO à l'entrée et à la sortie de La STEP de (2011-2017).

III.2.7. Azote ammoniacal (N-NH₄⁺) :

L'ammonium dans l'eau traduit habituellement un processus de dégradation incomplet de la matière organique. L'ammonium provient de la réaction de minéraux contenant du fer avec des nitrates. C'est donc un excellent indicateur de la pollution de l'eau par des rejets organiques d'origine agricole, domestique ou industriel. [20]

Les résultats de l'analyse des concentrations en N-NH₄⁺ dans l'eau usée à l'entrée et à la sortie de la station sont indiqués dans la figure III.11

Selon les résultats présentés sur la figure III.10. Les mesures du N-NH₄⁺ effectuées à l'entrée de la STEP sur les eaux usées ont des valeurs comprises entre 0,06 mg/l et 428 mg/l tandis qu'à la sortie la valeur oscille entre 0,03 mg/l et 428mg/l. L'azote ammoniacal rencontré dans les eaux épurées à la sortie de la STEP est très élevée par rapport à la limite qui ne doit pas dépasser les 5 mg/l.

Ceci traduit habituellement un processus de dégradation incomplet de la matière organique lorsque la teneur en oxygène est insuffisante pour assurer sa transformation avec une valeur qui atteint 428 mg/l due peut être à un défaut de lecture.

Cela explique l'élévation de la teneur en N-NH₄⁺ de l'eau usée avant le traitement.

Chapitre III : Etude de performances épuratoires de la station d'épuration d'El Karma

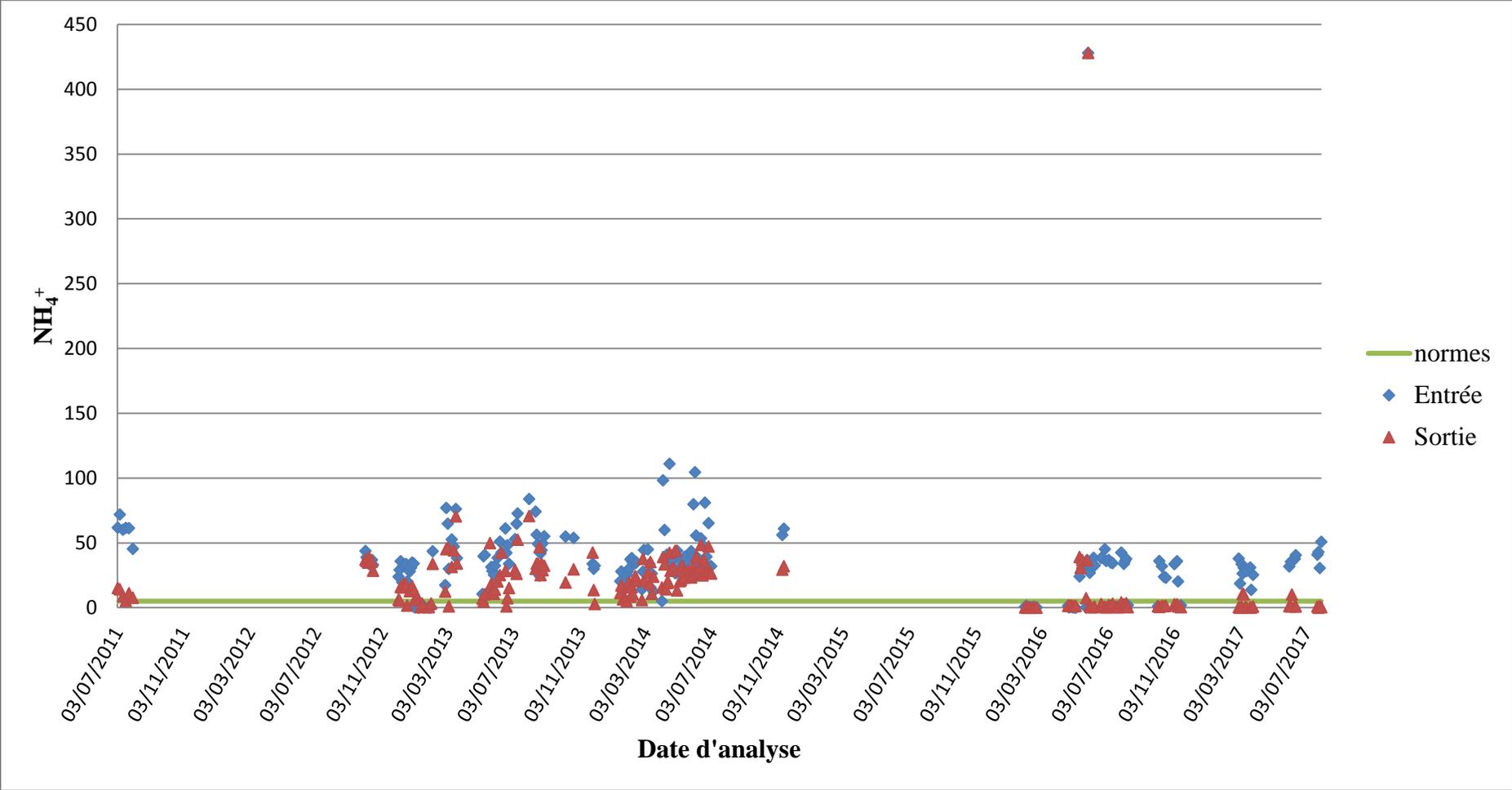


Figure III.10: variation journalière de NH_4^+ à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du 2011 au 2017).

III.2.8.Nitrate (NO_3^-):

La figure III.11 représente la variation de Nitrate de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP. Les résultats d'analyses obtenus montrent que les valeurs de nitrates à l'entrée et à la sortie de la station d'épuration sont très élevées.

On remarque que les teneurs en nitrates dans l'eau brute ont atteint une valeur maximale de 28,7 mg/l, par contre dans les eaux épurées on observe des valeurs anormales par exemple le 26/07/2017 à l'entrée, les résultats varient entre 3,29mg/l quant à la sortie atteint 70,2mg/l. Cette valeur montre que les rejets sont chargés en nitrates De-là on observe des dépassements qui sont dû à une concentration en nitrates dans les eaux usées brutes.

Les faibles valeurs enregistrées après les dépassements soient dans les eaux brutes et les eaux traitées s'expliquent par une dilution ou l'absence de la phase de dénitrification.

Chapitre III : Etude de performances épuratoires de la station d'épuration d'El Karma

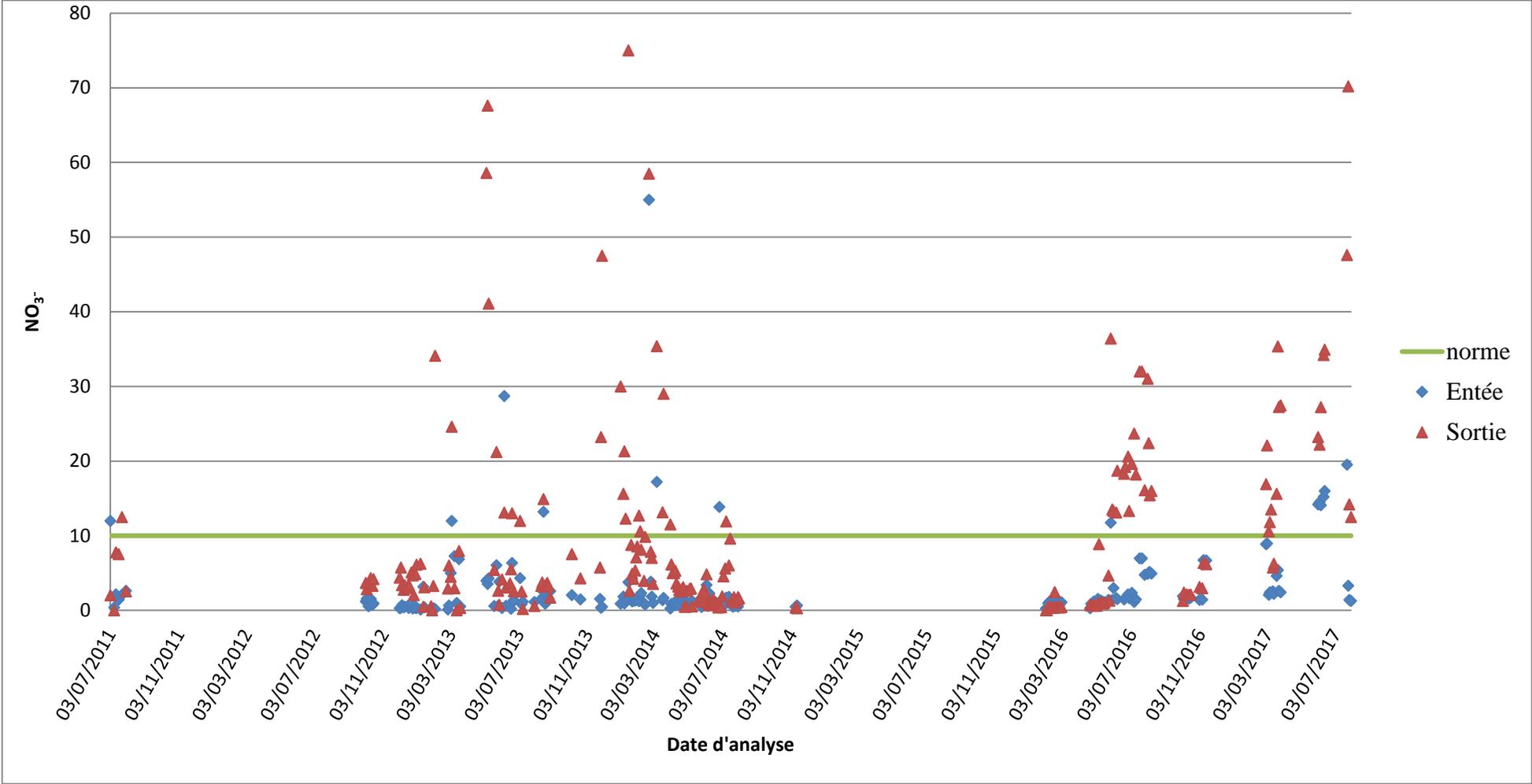


Figure III.11: variation journalière de NO₃⁻ à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du 2011-2017).

III.2.9.Phosphore ($\text{PO}_4\text{-P}$):

Le phosphore contenu dans les eaux résiduaires à dominante urbaines provient pour l'essentiel des rejets métaboliques (urines...). [21]

Les concentrations de phosphore mesurées à l'entrée et à la sortie de la STEP sont représentées sur la figure III.12.

D'après les résultats obtenus indiqués sur figure III.12, On constate que les valeurs de phosphore ($\text{PO}_4\text{-P}$) varient entre un minimum de 0,4 mg/l et un maximum de 81mg/l dans les eaux brutes. Concernant les eaux épurées, les concentrations oscillant entre 0,011 mg/l et 77,4 mg/l. Les valeurs de phosphore (PO^{3-}) dans la plus part du temps sont très élevés de la norme de rejet (2 mg/l)

Ceci reflète un dysfonctionnement du bassin d'aération ainsi que la station ne traite pas de phosphore vis-à-vis les valeurs obtenus de l'eau épurée surtout durant la période du 03/07/2013 jusqu'au 03/07/2016.

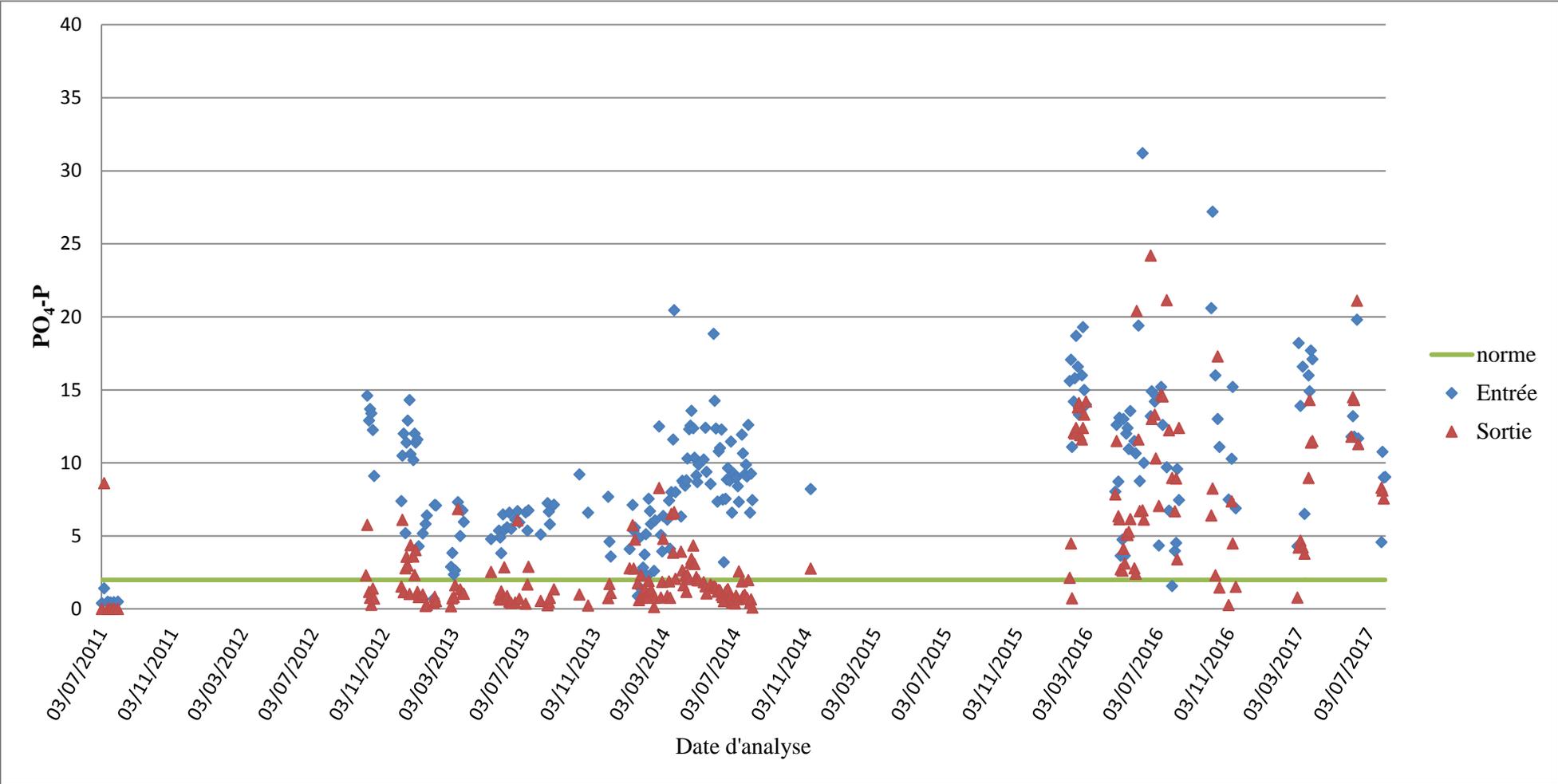


Figure III.12: variation journalière d'ortho-phosphates à l'entrée et à la sortie de la STEP (Période du 06/11/2012 au 08/12/2013).

III.3. Paramètre de fonctionnement du process:

Les performances de la station d'épuration en matière d'élimination de la pollution contenue dans l'eau sont toujours liées aux paramètres de fonctionnement du process dont les plus importants qui sont: charge massique, charge volumique, âge des boues, le temps de séjours, l'indice de Mohlman. Le tableau III.1 mentionne les intervalles à respectés de ces paramètres selon le type de la STEP. Ce dernier donne quelques caractéristiques sur les paramètres de fonctionnement des systèmes à boues activées.

Tableau III.1: Paramètres de fonctionnement des systèmes à boues activées. [13] [22]

	Aération prolongé	Faible charge	Moyenne charge
La charge massique Cm (kg DBO5 / kg MVS. J)	Cm < 0,1	0,1 < Cm < 0,2	0,2 < Cm < 0,5
La charge volumique Cv (Kg BDO5/m3/j)	Cv < 0,35	0,35 < Cv < 0,6	0,6 < Cv < 1,5
Age des boues (jours)	A > 15	4 < A < 10	2 < A < 4
Temps de séjours(h)	Ts > 24	8 < Ts < 24	6 < Ts < 8

III.3.1. La charge massique :

La charge massique représente le rapport de la pollution exprimée en kg DBO₅ appliquée par jour sur la masse de boues (exprimée en kg de MVS) contenues dans le bassin d'aération. Elle est donnée par la relation suivante: [23]

$$Cm = \frac{[DBO5].Qj}{V_{ba}.MS} \quad \text{III.1}$$

Avec:

Cm : charge massique (kg DBO₅ / kg MVS. j)

V_{BA}: volume du bassin d'aération (m³)

MS: concentration en matière sèche (kg/m³)

Q j : Débit journalier d'eau usée à traitée (m³/j)

Chapitre III : Etude de performances épuratoires de la station d'épuration d'El Karma

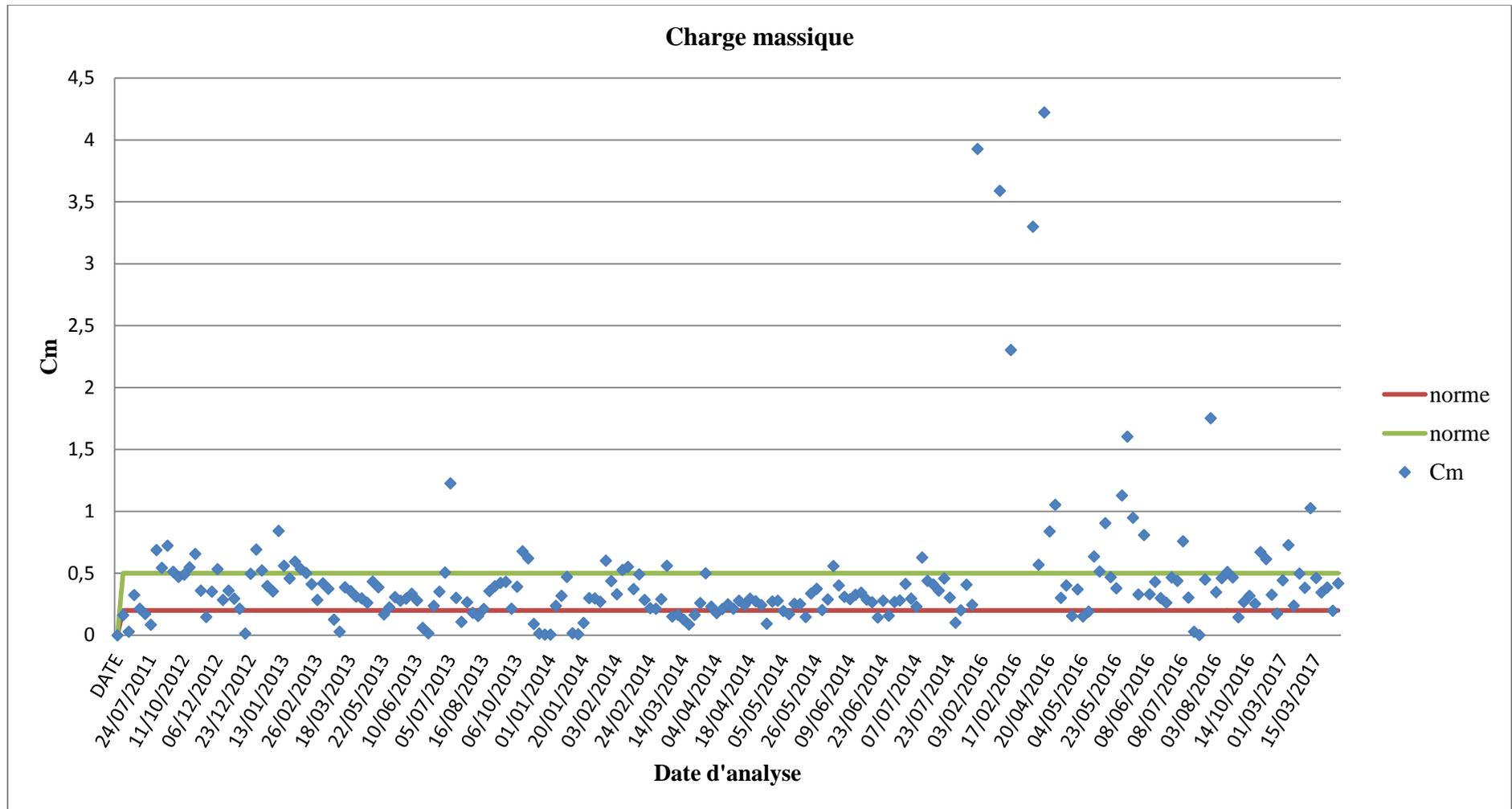


Figure III.13 : Variation de charge massique (Cm) dans le bassin d'aération de la STEP (période de sept temps).

Chapitre III : Etude de performances épuratoires de la station d'épuration d'El Karma

Selon les résultats indiqués dans la figure III.13, on ressort que la STEP fonctionne en moyenne charge dans l'intervalle conçu ($0,2 \text{ kg DBO}_5/\text{kg MVS.J} < C_m < 0,5 \text{ kg DBO}_5/\text{kg MVS.J}$) avec quelques dépassements.. Avec des dépassements remarquable à partir de 01/02/2016 jusqu'à 13/03/2017 qui atteint une valeur de 14 ($\text{kg DBO}_5/\text{kg MVS.J}$). Cet instabilisation de la charge massique dans le temps est due à la mauvaise gestion de la masse de boue dans le système et ceci par extractions irrégulières ou à cause d'un grand débit entrant, avec une forte charge polluante.

Pratiquement plus de un tiers du temps, la STEP ne fonctionne en moyen charge, La figure III.14 montre l'instabilité du fonctionnement de la STEP avec un rendement de 64% d'exploitation en moyen charge.

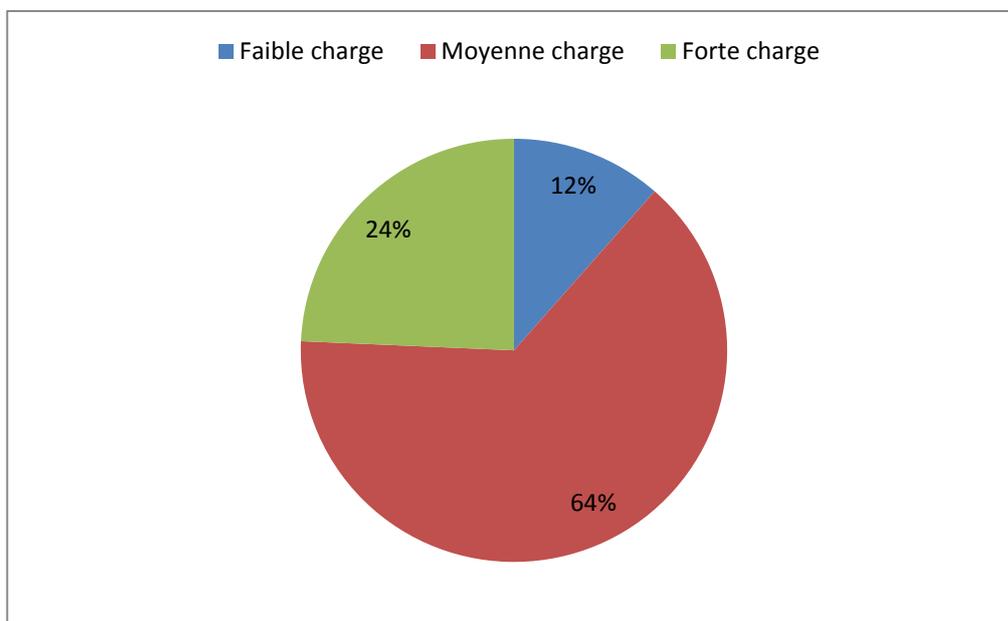


Figure III.14: Représentation par portion du fonctionnement de la charge massique de la STEP

III.3.2.Charge volumique :

Encore appelée charge organique, elle représente la masse de pollution arrivant chaque jour sur la station par (exprimée en $\text{kg DBO}_5/\text{j}$) à dégrader par volume V (m^3) de bassin d'aération Son expression est: [23]

$$C_v = \frac{[\text{DBO}_5].Q_j}{V_{BA}.MS} \quad \text{III.2}$$

Q_j : débit journalier d'eau usée à traiter (m^3/j).

V_{BA} : volume du réacteur (m^3).

$[\text{DBO}_5]$: la concentration en demande biologique en Oxygène de l'effluent à cinq jours

Chapitre III : Etude de performances épuratoires de la station d'épuration d'El Karma

(kgO₂/m³).

Chapitre III : Etude de performances épuratoires de la station d'épuration d'El Karma

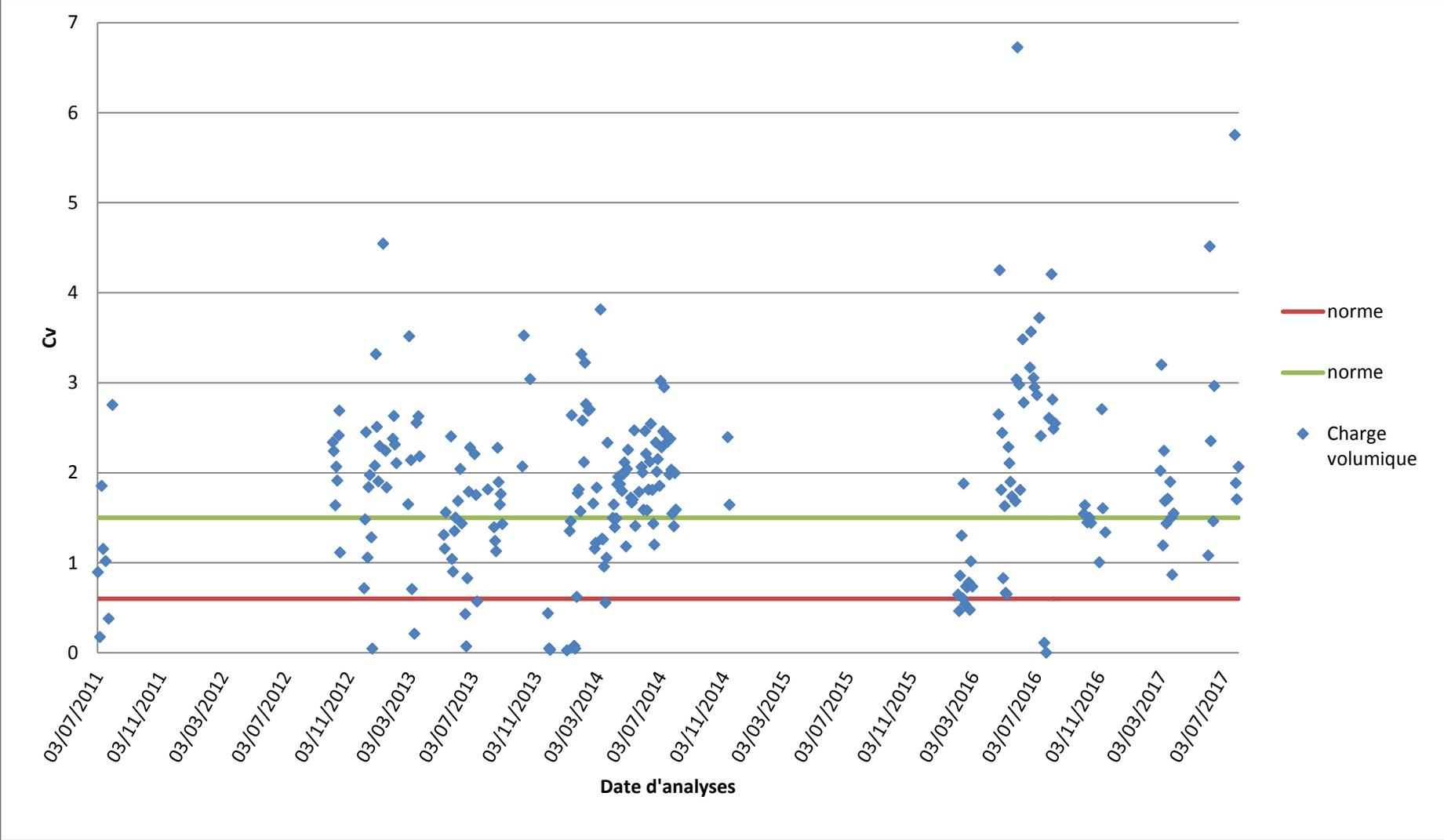


Figure III.15: Variation de charge volumique (Cv) dans le bassin d'aération de la STEP de la période du (2011-2017).

Chapitre III : Etude de performances épuratoires de la station d'épuration d'El Karma

En examinant les résultats obtenus indiqués sur la figure III.15. On constate les instabilités dans la charge volumique de la station. Les résultats ont dépassé la limite préconisée pour moyenne charge ($0,5 < C_v < 2$).

III.3.3. Le temps de séjour:

Le temps de séjours correspond à la durée de rétention de l'eau dans le bassin d'aération. Il est calculé à partir de la formule suivante : [23]

$$T_s = \frac{V}{Q_j} \quad \text{III.3}$$

Avec :

T_s : temps de séjours de l'eau (h)

V : volume du bassin d'aération (m^3)

Q_j : débit eau usée à traiter (m^3/h)

Chapitre III : Etude de performances épuratoires de la station d'épuration d'El Karma

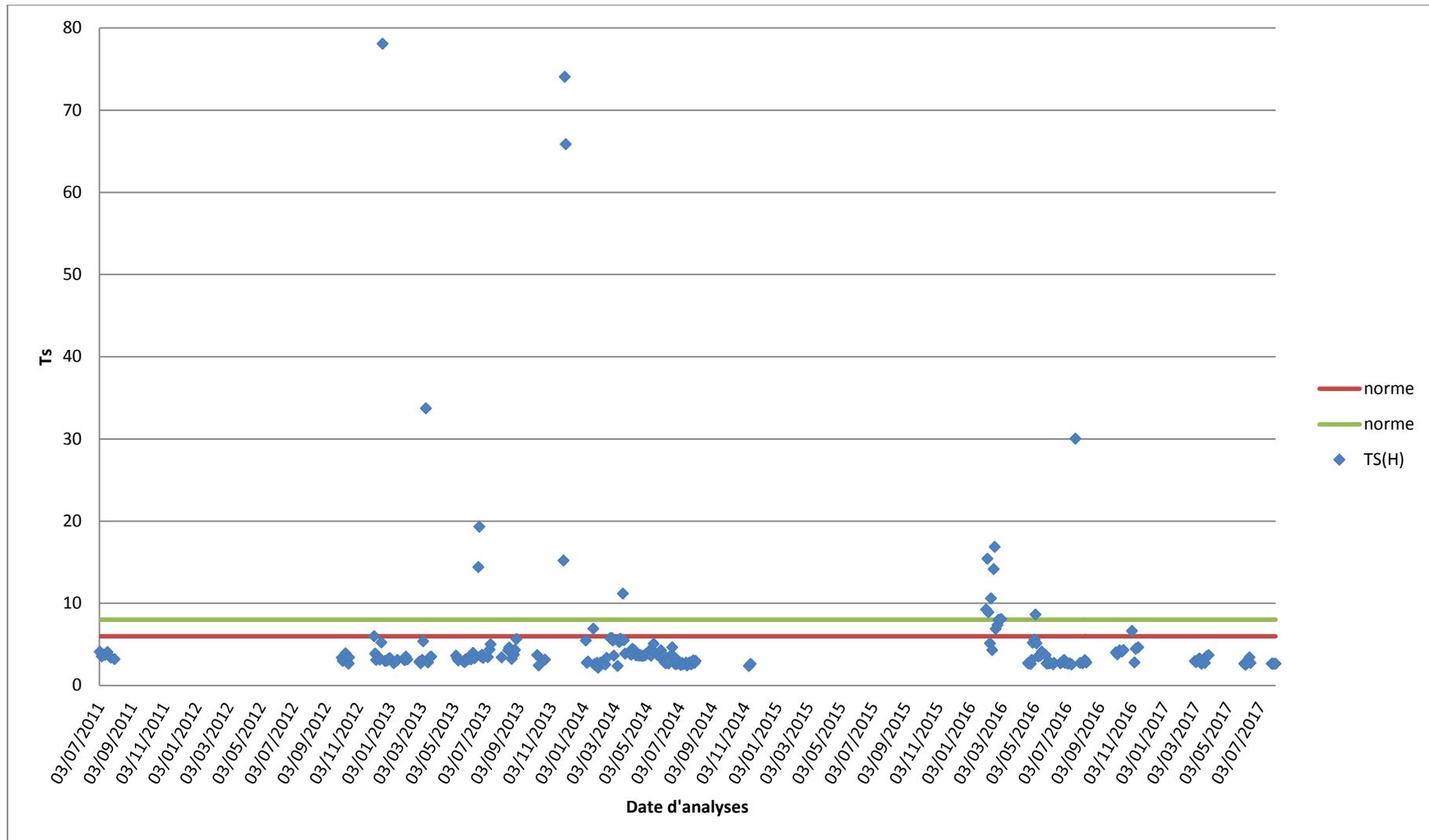


Figure III.16 : La variation de temps de séjours dans le bassin d'aération de la STEP de la période (2011-2017).

Chapitre III : Etude de performances épuratoires de la station d'épuration d'El Karma

En examinant les résultats indiqués sur la figure III.16, On remarque une variation de temps de séjour qui est entre (2h – 80 h), Ce qui explique que la STEP ne fonctionne pas en moyenne charge sois en forte charge, faible charge et même plus en aération prolongée (TS > 24h).

Ceci montre l'irrégularité d'alimentation de la STEP, pour justifier cela la figure III.17 montre les variations de débit entrant

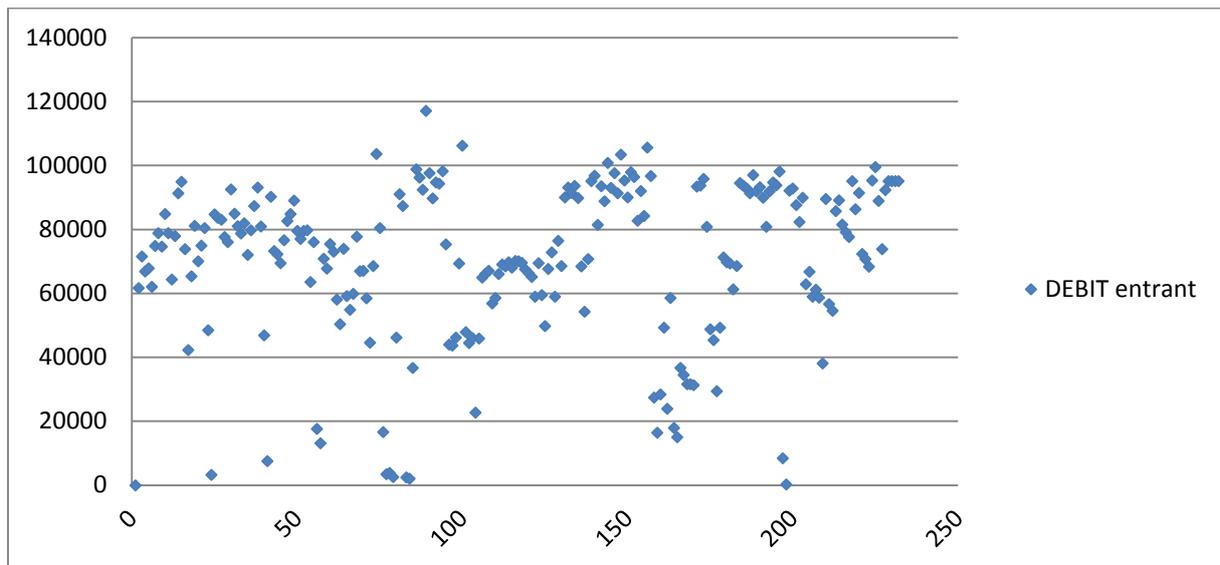


Figure III.17: Variation du débit entrant à la station des sept ans

III.3.4. Le rapport de biodégradabilité K :

L'estimation du coefficient de biodégradabilité K est très importante pour la recherche de la qualité de l'effluent qui est le rapport entre la demande chimique d'oxygène et la demande biologique, pour déterminer s'il y a des composants qui influencent la dégradation des matières organique(les détergents).

Elle est exprimée par un coefficient K tel que : [23]

$$K = \frac{DCO}{DBO5} \quad \text{III.4}$$

Si :

- ❖ $1 < K < 1,5$: l'effluent est biodégradable
- ❖ $1,5 < K < 2,5$: l'effluent est moyennement biodégradable
- ❖ $K > 2,5$: l'effluent n'est pas biodégradable.

Un coefficient K très élevé traduit la présence dans l'eau d'éléments inhibiteurs de la croissance bactérienne tels que les détergents et les hydrocarbures. [24]

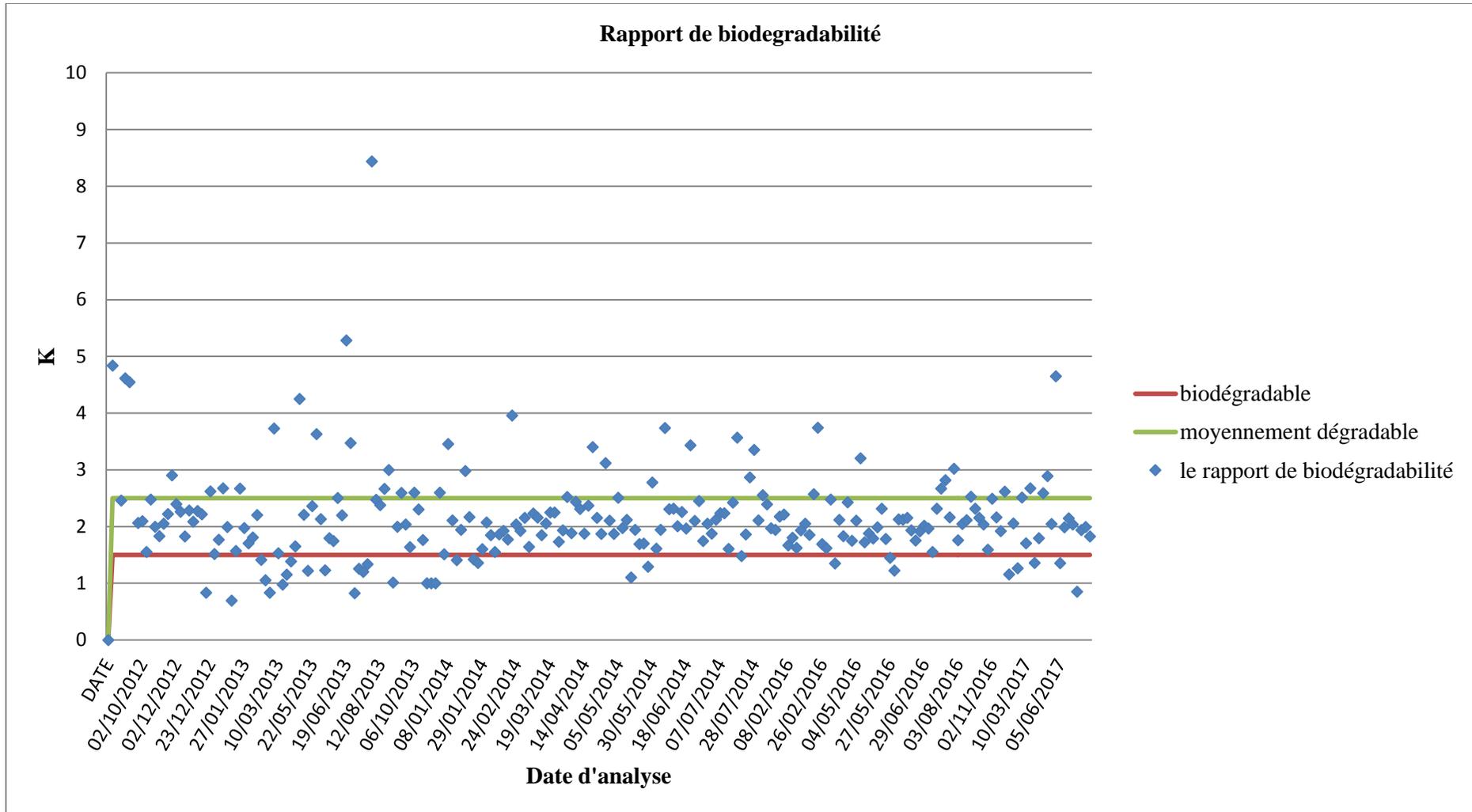


Figure III.18 : Variation de la biodégradabilité de l'eau de la STEP (2011-2017)

Chapitre III : Etude de performances épuratoires de la station d'épuration d'El Karma

La figure III.18 fait ressortir que durant tout les sep années, les valeurs du coefficient (K) oscillent dans une gamme supérieure à 1,5 ce qui montre que nous sommes en présence d'une eau usée urbaine chargée en matières organiques moyennement biodégradables qui est probablement due à un mélange d'effluents industriels, mais entre temps le coefficient de biodégradabilité dépasse 2,5 comme ci montré dans la figure III.18. On déduit la présence d'une eau usée entrante non biodégradable.

III.3.5. Indice des boues (IB) ou indice de Mohlman (IM) :

L'indice de boue (IB) ou indice de Mohlman (IM) est un test permettant d'apprécier l'aptitude de la boue à la décantation. Il représente le volume occupé par un gramme de boue après 30 minutes de décantation dans une éprouvette d'un litre. La figure III.20 présente la variation de l'indice des boues à la sortie du bassin biologique de la STEP.

Le calcul se fait par la formule suivante : [23]

$$IM = \frac{V_{30}}{M_s} \quad \text{III.5}$$

Si :

- $80 < IM < 150$ Bonne décantation.
- $IM < 50$ boue d'aspect granuleux, risque de former des dépôts.
- $IM > 200$ boue en gonflement (foisonnement, bulking). [25]

Chapitre III : Etude de performances épuratoires de la station d'épuration d'El Karma

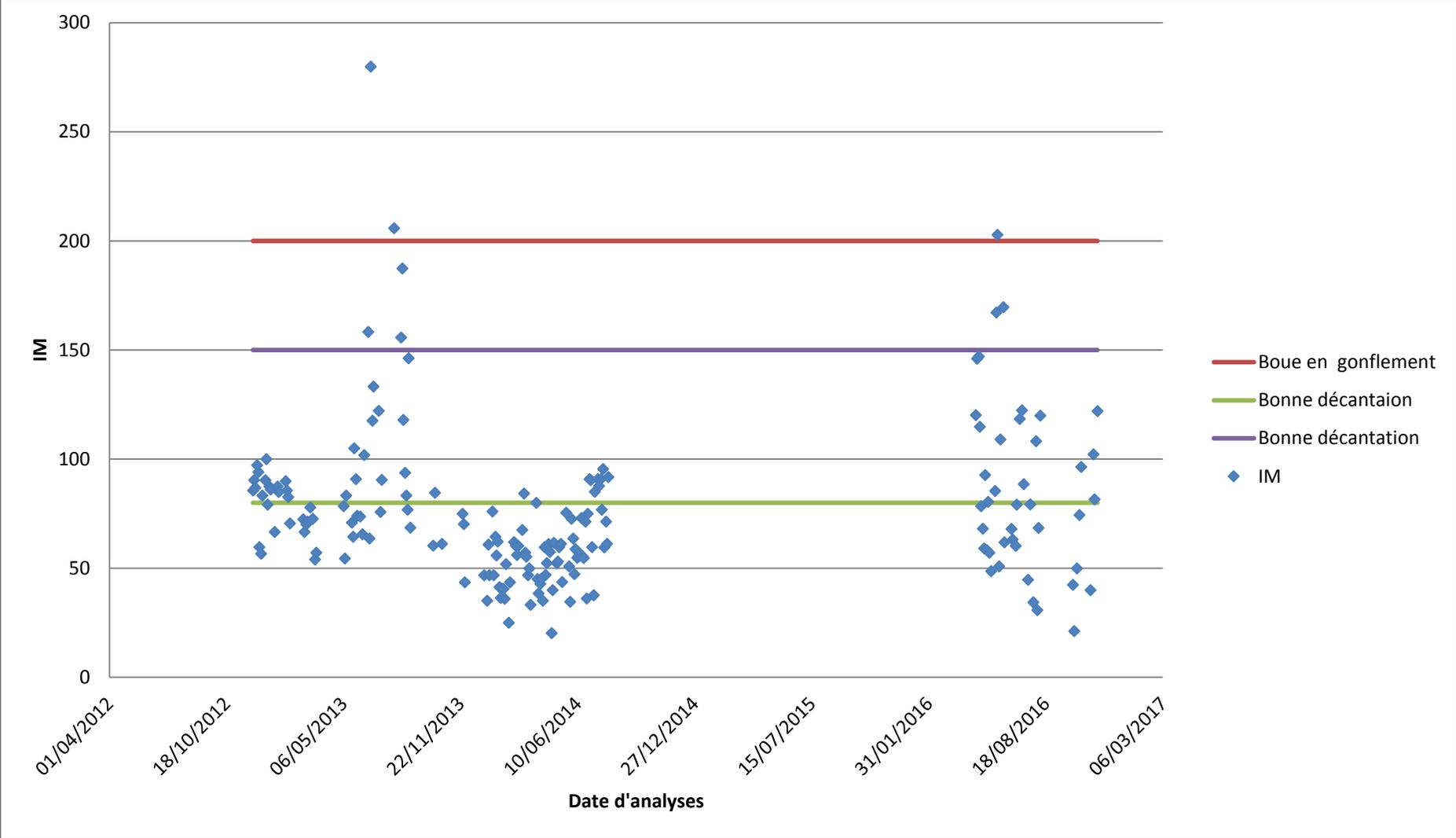


Figure III.19: Variation de l'indice de Mohlman (IM) à la sortie du bassin d'aération de la STEP durant les sept ans.

Chapitre III : Etude de performances épuratoires de la station d'épuration d'El Karma

Les valeurs de l'indice de Mohlman oscillent entre 20,31 et 280 ml/g (figure III.19). Pour une boue qui décante bien, l'indice de Mohlman doit être dans l'intervalle de $80 < IM < 150$.

Les résultats des tests de décantation en éprouvette (indice de boues), montrent que pour le mois de juin 2013, les valeurs de l'indice de boue atteignent son maximum ce qui indique une mauvaise décantation et cela génère un foisonnement. Tandis que pour les résultats obtenus inférieurs à 50 ml/g, ceci donne une boue qui décante trop rapidement d'où le risque d'avoir des dépôts dans le bassin d'aération et le clarificateur. [25]

III.3.6. L'âge des boues :

L'Age des boues représente le temps de séjour des boues dans le bassin d'aération : celui-ci est plus important que le temps de séjour de l'eau à traiter du fait de la recirculation des boues décantées. [23]

L'âge de la culture, correspondant au ratio de la quantité totale de biomasse présente dans le bassin sur la quantité produite journalière peut varier de moins d'un jour à plus d'un mois. Ce point est très important pour la sélection des espèces au taux de multiplication différent. Mais ce taux de croissance dépend également d'autres facteurs tels que la température, la nourriture disponible, l'aération... [26]

L'âge s'exprime par la formule suivante : [23]

$$A = \frac{Vba.[Ms]ba}{QE.[Ms]e} \quad \text{III.6}$$

La figure III.20 représente la variation de l'âge des boues durant les sept ans.

Chapitre III : Etude de performances épuratoires de la station d'épuration d'El Karma

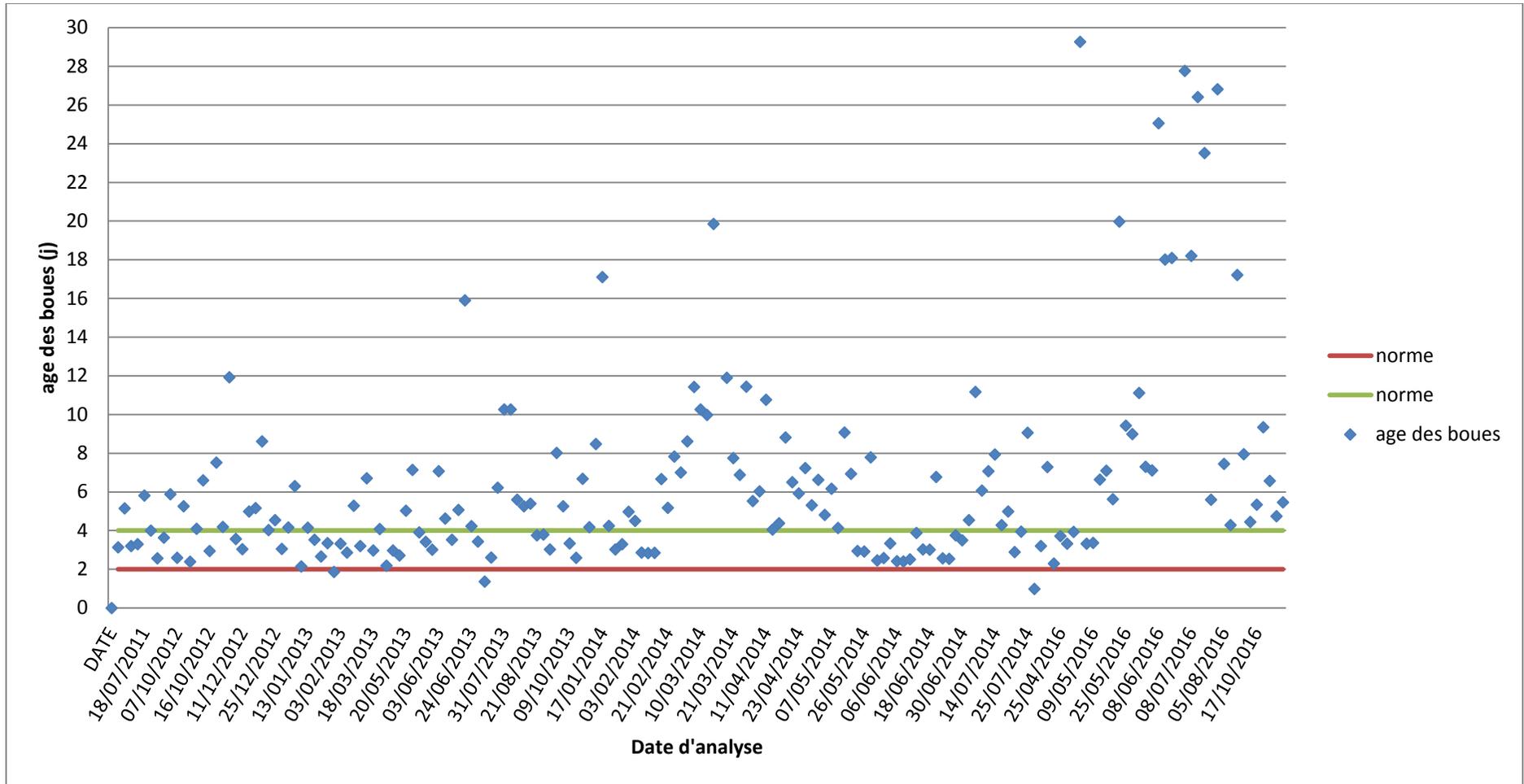


Figure III.20 : Variation de l'âge de boues durant la période (2011-2017)

Chapitre III : Etude de performances épuratoires de la station d'épuration d'El Karma

III.4. Dysfonctionnement mécanique :

III.4.1. Les dégrilleurs :

Les dégrilleurs assurent la protection des équipements électromécaniques et réduisent les risques de colmatage des conduites mises en place dans la station d'épuration. Le plus souvent il s'agit de grilles qui récupèrent les déchets plus ou moins volumineux entraînés par les eaux s'écoulant dans les canalisations d'assainissement. Une grande diversité de grilles est disponible sur le marché (droite, courbe, nettoyage amont, aval, ...). [4]

La station a rencontré plusieurs pannes au niveau des 4 dégrilleurs, répétés mensuellement. Le Tableau III.2 montre les différentes pannes.

Tableau III.2 : différentes pannes au niveau des dégrilleurs :

Installations	Pannes
<ul style="list-style-type: none">• Dégrilleurs	<ul style="list-style-type: none">• Le déplacement de la chaîne qui est la panne répétitif plusieurs fois durant les sept années. Voir la figure III.21.• La sonde d'oxygène dissous présente dans les dégrilleurs en panne.• Colmatage des grilles.• Une odeur insupportable.



Figure III.21 : Le déplacement de chaîne dans un dégrilleur.

Chapitre III : Etude de performances épuratoires de la station d'épuration d'El Karma

II.4.2. Bassin biologique:

Les bassins d'aération constituent un élément fondamental de la filière définie sous le terme de boues activées. Une bonne gestion de l'aération permet également d'assurer les réactions de nitrification et de dénitrification. [4]

Le tableau III.3 présente les différentes pannes connues dans le bassin d'aération durant son exploitation de sept ans

Tableau III.3 : Différentes pannes présentent dans le bassin d'aération

Installations	Pannes
<ul style="list-style-type: none">• Bassin d'aération	<ul style="list-style-type: none">• L'installation a eu une importante fracture des 4 bassins le 04/08/2014 montré dans la figure III.22 qui a engendrait un arrêt de 16 mois de réparation. <p>Les 4 bassins fonctionnent séparément mais ils ont un seul radier. La fracturation est due à l'emplacement du bassin d'aération et c'est un problème liés à la portance de sol.</p>



Figure III.22 : La fracturation dans le bassin d'aération

Chapitre III : Etude de performances épuratoires de la station d'épuration d'El Karma

III.4.3. Vis d'Archimède:

La station recircule la boue en excès avec 4 vis d'Archimède donc c'est une étape essentiels pour la récupération de boue Une panne des ces vis engendre un déséquilibre dans le bassin d'aération. Le tableau III.4 montre les différentes pannes des vis d'Archimède.

Tableau III.4 : Les pannes de vis d'Archimède

Installations	Pannes
<ul style="list-style-type: none">• Vis d'Archimède	<ul style="list-style-type: none">• Les boulons de deux vices 1 et 4 sont détachés et ceci a causé l'arrêt de recirculations de boue peut être due à une absence de l'entretien et contrôle de ces installations.

III.4.4. Bassin d'homogénéisation :

L'homogénéisation est l'étape de la préparation de la boue en excès pour garantir leur bonne gestion et pour cela leur entretien et une bonne exploitation sont nécessaire. Le tableau III.5 mentionne les pannes répétitives au niveau du bassin d'homogénéisation.

Tableau III.5: les différentes pannes dans les bassins d'homogénéisation

Installations	Pannes
<ul style="list-style-type: none">• Bassin d'homogénéisation	<ul style="list-style-type: none">• Pannes répétitives durant les sept ans des agitateurs de fonds qui ont pour rôle le brassage de la boue.

Chapitre III : Etude de performances épuratoires de la station d'épuration d'El Karma

III.5 Analyse des dysfonctionnements observés avec leurs causes et quelques solutions spécifiques proposées :

Tableau III.6 : Principaux dysfonctionnements observés au niveau de la STEP avec quelques propositions de solutions

	Dysfonctionnements	Causes	Solutions
Prétraitement	<ul style="list-style-type: none"> -Déplacement de la chaîne du dégrilleur -Corrosion des grilles -Casse des grilles 	<ul style="list-style-type: none"> -Eau trop chargée -Nature des déchets mélangés avec l'eau brute -Taille des déchets -Vitesse de passage de l'effluent très lente - Mauvais nettoyage des grilles. -Nature des produits rejetés et les éléments présents dans l'eau -Présence de Fer -Nature des matériaux qui rentre dans la fabrication de l'ouvrage. -Vitesse de passage d'effluent très élevé 	<ul style="list-style-type: none"> -Nettoyé et maintenu en bonnes conditions de fonctionnement en particulier en période hivernale où le gel. -Nettoyage continu. -Mettre un appareil signalé en cas la présence d'un colmatage. -Mesurer la vitesse de passage. -Mettre des produits de protection (peinture...) -Mettre des détecteurs pour contrôler et mesurer le débit et la vitesse de passage à l'entrée

Chapitre III : Etude de performances épuratoires de la station d'épuration d'El Karma

Traitement biologique	- bassin d'aération	<ul style="list-style-type: none"> -Mousse marron foncé ou noir à cause de boues fermentées suite à l'anaérobiose. -tassement différentiels -Remontée de la nappe vu le sol dynamique -Fracturation des bassins avec une inclinaison de plus de 45°. 	<ul style="list-style-type: none"> -Il est conseillé d'éliminer la boue après un arrêt prolongé de fonctionnement de la station (après arrêt des aérateurs ou du pont racleur). -Injection un béton spécial avec adjuvants anti-fuites -Renforcer les fondations du bassin avec un suivi périodique pour une intervention urgente au cas d'incident -vérifier la concentration d'oxygène dans le bassin -Raclage manuel si besoin pour extraire les mousses -Prévoir des opérations de maintenance répétitive.
	-Foisonnement	<ul style="list-style-type: none"> -La nature de la pollution à traiter (composition de l'eau résiduaire, évolution dans le temps, carences ou déséquilibres nutritionnels). -Les conditions de mélange. -un floc légèrement floconneux avec un volume décanté important lors du test de décantation, qui rend impératif la dilution des échantillons de boue. 	<ul style="list-style-type: none"> -Identification des filaments, intensité du phénomène : suivi de l'indice de boue,... -Gestion de l'aération et des boues, conditions de brassage, composition des eaux à traiter

Conclusion générale

Dans ce travail, une étude diagnostique de la STEP d'El-kerma Oran, pris comme modèle des STEP à boues activées, a été réalisée. Le but est de relever ses dysfonctionnements et de proposer des solutions pour assurer un bon fonctionnement de son process.

Notre étude a révélé que les principaux dysfonctionnements enregistrés au niveau de la STEP sont d'ordre mécanique et sont :

- pannes au niveau des dégrilleurs qui est le déplacement de la chaîne.
- fracturations totale au niveau de bassin d'aération.
- détachements des boulons de vis d'Archimède à plusieurs reprises.
- pannes au niveau des agitateurs de bassin d'homogénéisation.

Quant à l'étude des paramètres de pollution, le suivi de l'élimination de ces paramètres à savoir: le pH de l'eau, la demande biochimique en oxygène (DBO_5), la demande chimique en oxygène (DCO), les matières en suspension (MES), l'azote ammoniacal ($N-NH_4^+$), les nitrates (NO_3^-), les phosphates et les indicateurs de performances (charges massique et volumiques, indice de boues, âge de boues et le temps de séjours) nous ont permis d'évaluer les performances de fonctionnement de cette station en matière de dépollution de l'eau et du respect de l'environnement. Les conclusions suivantes ont été tirées :

- Le rendement d'élimination des MES avoisine les 89% . ;
- Les valeurs de la DBO_5 dans les eaux traitées sont pratiquement au dessous de la norme de rejet des effluents liquide (25 mg/L) avec des légers dépassements. Le rendement d'abattement de la DBO_5 excède les 82 %.
- Les valeurs de la DCO à la sortie de la STEP restent au dessous de la norme de rejet fixée à 125 mg/l. Le rendement d'abattement de la DCO est d'environ 85 %
- Le pH de l'eau traitée a diminué très légèrement de celui de l'eau brute due à une formation de l'acide carbonique (CO_2) dans l'eau lors du traitement biologique.
- L'azote ammoniacal (NH_4^+) rencontré dans les eaux usées épurées, et dont la présence ne doit pas normalement dépasser 5 mg/l, traduit habituellement un processus de dégradation incomplète de la matière organique due probablement à une teneur insuffisante en oxygène pour assurer sa transformation. Ceci est peut être à une élévation de la concentration en NH_4^+ dans l'eau usée avant le traitement.

Par ailleurs, le contrôle des paramètres du process de la station a révélé que :

- La STEP d'El-kerma Oran ne fonctionne pas correctement en moyenne charge ($0,2 < C_m < 0,5$ kg DBO_5 /kg MVS.j).

Conclusion générale

- La charge volumique de la STEP a connu de légères instabilités au cours du process sans toutefois dépasser la limite de $0,6 < C_v < 1,5$ kg DBO₅/kg.j préconisée pour la moyenne charge.
- Les valeurs de l'âge des boues de la STEP ne sont pas dans la gamme de moyenne charge ($2 < A < 4$ jours).

Pour mieux comprendre, cerner et analyser les dysfonctionnements de la STEP d'El Kerma, une analyse de cette dernière dans une démarche sûreté de fonctionnement est recommandée.

Références bibliographiques

- [1] Roger PUJOL, 1994 DEGREMONT Département Recherche 38 rue du Président Wilson
78230 Le Pecq France.
- [2] CANLER.J, 2004 CANLER. J. P, Dysfonctionnements biologiques des stations
d'épuration : origines et solutions, document élaboré par le GIS-BIOSTEP, Centres de Lyon
et d'Antony Unité de recherche « Qualité des eaux et prévention des pollutions », FNDAE
n°33
- [3] DEGREMONT.S, 2005, DEGREMONT SUEZ, 2005, Mémento technique de l'eau :
Edition technique et documentation Lavoisier, 2ème Tome.
- [4] Joseph PRONOST Rakha PRONOST Laurent DEPLAT Jacques MALRIEU Jean-Marc
BERLAND, DECEMBRE 2002, Stations d'épuration : dispositions constructives pour
améliorer leur fonctionnement et faciliter leur exploitation. DOCUMENT TECHNIQUE
FNDAE N° 22 bis
- [5] J.P. Canler et J.M. Perret, Mars 2013, La réduction de boues par voie biologique par le
procédé MycET, FNDAE 39.
- [6] Philippe Duchène, 1994, Dysfonctionnements biologiques dans les stations d'épuration en
boues activées, Document FNDAE, p
- [7] R. Vallier, 2009, Bilans de l'épuration vaudoise, Service des eaux, sols et assainissement
- [8] <http://technomaps.veoliawatertechnologies.com/traitement-eau-industrielle/fr/station-epuration.htm>
- [9] Jean pierre Canler, 2005, Dysfonctionnement des stations d'épuration ; Causes et
solutions, FNDAE 33.
- [10] Les Entreprises groupées conjointes et solidaires VA TECH WABAG & CHINA GEO-
ENGINEERING CORPORATION, Marché DHW ORAN N° 001/2006, DESCRIPTIF DE
FONCTIONNEMENT ET D'EXPLOITATION DE LA STEP. Document technique de
SEOR-ORAN
- [11] SEOR 2018 (Site web https://www.seor.dz/?page_id=449 consulté le 04/05/2018 à
22h :40)
- [12] Extrait de la situation de la station d'épuration, [www. google.map.com](http://www.google.map.com), 2018.
- [13] Avenant n°5 001/2016 du 09/05/2006 approuvé par la commission nationale des
marchés publics le 30/10/2005 sous le numéro 362/02. Document technique de SEOR

Références bibliographiques

- [14] Mémento, <https://www.suezwaterhandbook.fr> consulté le 15/05/2018
- [15] Abdelkader Gaid, 1984, Epuration biologique des eaux usées urbaines, Tome II).
- [16] Tandia. Ch. T, Crepa, Janvier 2007, Contrôle et suivi de la qualité des eaux usées protocole de détermination des paramètres physico-chimiques et bactériologiques.
- [17] J. Nisbet Verneaux. Ann Limnol, 1970, Composantes chimiques des eaux courantes. Discussion et proposition de classes en tant que bases d'interprétation des analyses chimiques.
- [18] Boeglin J-C. (1998). Traitements biologiques des eaux résiduaires. Techniques de l'Ingénieur. Traité Génie des procédés. J3 942
- [19] LAR PROCESS ANALYSERS AG 2018 <https://www.lar.com/fr/produits/analyse-dco.html> Consulté le 08/05/2018 à 23:53
- [20] LENNETECH2018 <https://www.lenntech.fr/francais/ammonium-environnement.htm#ixzz5GGxXl6bl>
- [21]Anonyme, POLLUTEC 2010, traitement des eaux usées, des boues et des matières de vidange pour les petites et moyennes collectivités - Journée d'échanges.
- [22] Abdelkader Gaid, 2002, Traitement des eaux résiduaires, Technique de l'ingénieur.
- [23] MAGE 42, Novembre 2006, Fiche d'exploitation N°1, Quelques paramètres caractéristiques des boues activées
- [24] Satin. M, Selmi. B, 1999, Guide technique de l'assainissement, Édition le Moniteur Paris.
- [25] REGSEK F, 2002, Analyse des eaux aspect réglementaire et techniques, BORDEAUX, Edition scérén CRDPA quitaine.
- [26] Jean-Pierre Canler· Jean-Marc Perret·Philippe Duchene· Eric Cotteux, 2011, Aide au diagnostic des stations d'épuration par l'observation microscopique. Edition Quæ.