

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT DE CHIMIE
N° :/2023



DOMAINE : Sciences de la matière
FILIERE : CHIMIE
Option : Chimie de l'environnements

**Mémoire présenté pour l'obtention
Du diplôme de Master académique
Par : GHALIA Seddik et Laifa Abdelkarim**

Intitulé

**Caractérisation physico chimique de
rejet de la STEP LCM M'sila**

Soutenu le :25 juin 2023 devant le jury composé de :

Pr. A. BEN YAHIA	Université Mohamed Boudiaf M'sila	Président
Dr. N. LAIB	Université Mohamed Boudiaf M'sila	Examineur
Dr. DEGHEFEL Nadir	Université Mohamed Boudiaf M'sila	Encadreur
Dr. Faiza MERITATE	Université Mohamed Boudiaf M'sila	Incubateur Msila

Année universitaire : 2022 /2023

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ
الْحَمْدُ لِلَّهِ الَّذِي
خَلَقَ الْمَوَدَّعَةَ
وَالْحَمْدُ لِلَّهِ الَّذِي
خَلَقَ الْمَوَدَّعَةَ
وَالْحَمْدُ لِلَّهِ الَّذِي
خَلَقَ الْمَوَدَّعَةَ

Dédicace et Remerciement

Après avoir rendu grâce à Dieu le Tout-Puissant et le Miséricordieux, nous tenons à exprimer notre reconnaissance et nos remerciements les plus sincères à :

Notre encadrant, M. N. DEGHEFEL, pour sa disponibilité totale, sa patience et sa gentillesse, ainsi que pour nous avoir orientés, aidés et conseillés.

Nos profonds remerciements vont à M. Ben Yahia A., notre premier professeur de chimie au lycée Djaber Ben Hayanne, puis à l'université de Msila, ainsi qu'à nos autres enseignants qui nous ont transmis leur savoir sans réserve tout au long de nos années d'études.

Nous exprimons également nos vifs remerciements aux membres du jury pour l'honneur qu'ils nous font en acceptant d'évaluer notre travail et de l'enrichir par leurs propositions.

Nous souhaitons également remercier toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire.

Enfin, nous exprimons notre gratitude envers nos familles, nos amis et nos camarades qui nous ont soutenus de manière incessante pendant toute la durée du travail

GHALIA SEDDIK

LAAIFA A. KARIM

ملخص:

يتطلب معالجة المياه المستعملة في المناطق الحضرية إجراءات للحد من الملوثات الموجودة بها قبل إعادتها إلى البيئة الطبيعية. يهدف ذلك إلى تقليل التأثيرات البيئية السلبية وتمكين إعادة استخدام هذه المياه في الزراعة والصناعة. هدف هذا العمل هو دراسة جودة مياه الصرف الصحي قبل وبعد المعالجة في محطة المعالجة مصنع لأفارج المسيلة، وتقييم فعالية العمليات المستخدمة، بما في ذلك عملية الحمأة المنشطة.

Résumé :

Les eaux usées dans les zones urbaines contiennent une quantité importante de polluants, c'est pourquoi elles doivent être traitées dans une station d'épuration avant d'être réintroduites dans l'environnement naturel,

L'objectif de ce travail est d'étudier la qualité des eaux usées de la station d'épuration LCM avant et après le traitement, afin d'évaluer l'efficacité des processus utilisés dans cette station, y compris le processus de boues activées est de réutiliser les eaux traitées et de les recycler à l'intérieur de l'usine pour l'irrigation des espaces verts

Abstract :

Wastewater in urban areas contains a significant amount of pollutants, which is why it should be treated in a wastewater treatment plant before being reintroduced into the natural environment. This is done to mitigate the hazards and severe consequences on the environment and to enable the reuse of treated water in the agricultural and industrial sectors.

The objective of this work is to study the quality of wastewater at The wastewater treatment.

Sommaire :

Liste des abréviations :

ASR : Anaérobies sulfite-réducteurs.

BCPL : Bouillon lactosé au Pourpre de Bromocrésol.

BEA : Bile Esculine Azide.

CF : Coliformes fécaux

CT : Coliformes totaux

CPJ : Ciment Portland avec ajout de constituants secondaires

D/C : Double Concentration

DBO : Demande biologique en oxygène

DCO : Demande chimique en oxygène

E, colis : Escherichia coli

K : coefficient de biodégradabilité

MES : Matières en suspension

MMS : matières minérales sèches

MVS : matières volatiles sèches

NPP : Nombre Plus Probable.

NTU : Norme françaises d'utilisation.

OMS : Organisation mondiale de la santé.

ONA : Office national d'assainissement

pH : Potentiel d'hydrogène

S/C : Simple concentration

ST : Streptocoques fécaux.

STEP : Station d'épuration.

STEP LCM Station d'épuration Lafarge M'sila

T : Température.

Vivendi : L'entreprise qui construit STEP LCM

Sommaire :

Résumé

Abstract

Liste des abréviations

Sommaire

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction générale **02**

CHAPITRE I : Généralité sur les eaux usées

1- La pollution de l'eau **04**

1.1. Pollution des eaux **04**

1.2. Les eaux usées **06**

1.3. Les paramètres de pollution **09**

1.4. Procédés de traitement des eaux usées **14**

Chapitre II : PRESENTATION DE LA CIMENTERIE LAFARGE DE M'SILA LCM ET SA STATION D'ÉPURATION DES EAUX USÉES

2.1. Présentation de la cimenterie Lafarge de M'sila (LCM) **22**

2.2. Introduction sur le Groupe LafargeHolcim Algérie **22**

2.3. Filières du Groupe LafargeHolcim Algérie **23**

2.4. Description de la station de traitement des eaux usées de la cimenterie Lafarge de M'sila (LCM) (Vivendi Water Systems Egypt, 2004) **34**

Chapitre III : Matériels et méthodes

3.1. Présentation de milieu d'étude **50**

3.2. Les paramètres principaux de suivi de la qualité d'eau dans la station **51**

Chapitre IV : Résultats et discussion **59**

CONCLUSION **70**

Références et bibliographique

Annexes

Liste des tableaux

Tableau 1: Différentes sources de pollution	06
Tableau 2: Normes de l’OMS de rejet des eaux usées	07
Tableau 3: Pourcentage des ajouts selon le type de ciment.	29
Tableau 4: Caractéristiques technique de la station d’épuration LCM	36
Tableau 5: Dimensions des réservoirs et ouvrages de la station d’épuration LCM	36
Tableau 6: Grille du réservoir brute	39
Tableau 7: Soufflantes d'air (blower)	41
Tableau 8: Réservoirs dosage d'hypochlorite	43
Tableau 9: Filtre à média double sous pression	45
Tableau 10: Des résultats d’analyses de derniers 03 mois avril- mai- juin 2023	61

Liste des figures :

Figure N°1: Schéma de fonctionnement d'un traitement par boues activées	15
Figure N°2 : réservoir décantation primaire	16
Figure N°3 : bassin de traitement secondaires	17
Figure N°4: Principe du procédé de traitement par boues activées	18
Figure N° 5: La Cimenterie Lafarge est entourée d'espaces verts	21
Figure N°6: Vu globale de l'usine Lafarge ciment de M'sila	22
Figure N°7: Situation de l'usine Lafarge ciment de M'sila LCM (Google earth	24
Figure N°8 : La fabrication du ciment a Lafarge ciment de M'sila LCM.	25
Figure N°9: Le concasseur à marteau et le transport vers le hall de pré-homogénéisation.	26
Figure N°10: Broyeur ATOX de la matière cru (photo LCM).	27
Figure N°11: Four rotatif et tours de préchauffage	28
Figure N°12 :Broyeur ciment LCM	28
Figure N°13 : La zone d'expédition du ciment LCM.	29
Figure N°14 : Photo de mure CCR PREMIÈRE EXPORTATION	30
Figure N°15 : Les produites fabriqué par l'usine PHOTO LCM	30
Figure N°16 :hall du clinker pétrolier juin 2023	31
Figure N°17 :certificat d'autorisation d'utiliser le monogramme officiel de l'API	31
Figure 18 : Système du contrôle de qualité LCM.(Djeghaba Mounir, 2020)	33
Figure N° 19 : Laboratoire de qualité ciment pétrolier juin 2023	33
Figure 20 : Station de traitement des eaux usées de la cimenterie LCM juin 2023.	34
Figure N°21: Vue satellite de la cimenterie LCM. (Google Earth).juin 2023	35
Figure N°22 :schéma global de la STEP de LCM juin 2023	37
Figure N°23 :photo de système automatique de station STEP LCM juin 2023	38
Figure N°24 :Bassin de relevage des eaux usées brutes juin 2023	38
Figure N°25 :bassin d'aération juin 2023	40
Figure N°26 :Bassin de décantation	42
Figure N°27 :Bassin désinfection	42
Figure N°28 :réservoir de préparation de chlore	43
Figure N°29 :filtre de STEP LCM	44
Figure N°30 :Lit de séchage juin 2023	46

Figure N° 31 : HANNA PH 210 + température	51
Figure N° 32 :température mètre	52
Figure N° 33: Conductivité mètre	53
Figure N° 34 :DBO mètre	54
Figure N°35 : Jenway 6300 - longueur d'onde : 320 à 1000 nm - pour une cuve 10 x 10 mm (Spectrophotomètres, 2021)	55
Figure N°36 : Dans DJAOUDA LAB	56
Figure N°37 : dans labo de station de LCM	56
Figure N°38 : Histogrammes de l'évolution de PH à l'entrée et la sortie de station d'épuration LCM (2eme trimestre 2023).	62
Figure N°39 : Histogrammes de l'évolution de la température à l'entrée et la sortie de station d'épuration LCM (2eme trimestre 2023).	62
Figure N°40 : Histograms de l'évolution de la conductivité à l'entrée et la sortie De station d'épuration LCM (2eme trimestre 2023)	63
Figure N°41 : Histograms de l'évolution de DBO5 à l'entrée et la sortie de station d'épuration LCM (2eme trimestre 2023).	63
Figure N°42 : Histograms de l'évolution de DCO à l'entrée et la sortie de station d'épuration LCM (2eme trimestre 2023).	64
Figure N°43 : Histograms de l'évolution de MES à l'entrée et la sortie de station d'épuration LCM (2ème trimestre 2023).	64
Figure N°44 : Histograms de l'évolution de DCO/DBO5 à l'entrée et la sortie de station d'épuration LCM (2eme trimestre 2023)	65
Figure N°45 : Histograms de l'évolution de nitrates à l'entrée et la sortie de station d'épuration LCM (2eme trimestre 2023)	66
Figure N°46 : Histograms de l'évolution de Nitrites à l'entrée et la sortie de station d'épuration LCM (2eme trimestre 2023).	67
Figure N°47 : Histogrammes de l'évolution de Phosphates à l'entrée et la sortie de station d'épuration LCM (2eme trimestre 2023).	68

Introduction

Introduction générale

Les activités humaines ont toujours été étroitement liées à l'eau. En tant qu'outil d'aménagement du territoire, elle est devenue indispensable, valorisée et distribuée de la meilleure manière possible en termes de qualité et de continuité. L'humanité est confrontée à une augmentation alarmante de la pollution de l'eau, notamment due à diverses substances organiques, pesticides, détergents, métaux lourds, etc. (Cuenca, 1998).

Le traitement des eaux usées vise à réduire la charge polluante en différents éléments, afin de les rendre respectueuses des milieux récepteurs ou facilement réutilisables en agriculture ou en industrie. Différentes méthodes sont utilisées dans le domaine de l'épuration, telles que la méthode à boues activées et l'utilisation de micro-organismes pour éliminer certains nutriments. Dans le traitement par boues activées, l'élimination de la charge polluante organique est assurée par les communautés de microorganismes présentes dans l'eau

L'objectif de ce travail consiste à suivre la qualité physicochimique des eaux usées brutes et épurées de la station d'épuration de l'usine Lafarge de M'Sila, afin de caractériser cette station.

Pour atteindre cet objectif, l'étude sera divisée en quatre chapitres :

Chapitre 1 : Généralités sur les eaux usées

Ce chapitre abordera les concepts généraux relatifs aux eaux usées, incluant leur origine, leur composition et les principaux paramètres physicochimiques qui les caractérisent.

Chapitre 2 : Présentation de la cimenterie Lafarge de M'sila LCM et de sa station d'épuration

Ce chapitre fournira une présentation détaillée de la cimenterie Lafarge de M'sila LCM, ainsi que des informations sur la station d'épuration des eaux usées associée. Seront abordés les processus utilisés pour le traitement des eaux usées, les équipements impliqués et les principales caractéristiques de la station.

Chapitre 3 : Matériels et méthodes

Ce chapitre présentera Matériels et méthodes d'analyses

Obtenus lors du suivi de la qualité physicochimique des eaux usées brutes et épurées de la station d'épuration.

Chapitre IV : Résultats et discussion

En conclusion, cette étude vise à évaluer la qualité des eaux usées traitées par la station d'épuration de l'usine Lafarge de M'Sila. Les informations recueillies permettront de mieux comprendre l'efficacité de la station dans le traitement des eaux usées et d'identifier d'éventuelles améliorations ou mesures supplémentaires à prendre.

CHAPITRE I

Généralités sur les eaux usées

I - La pollution de l'eau :

La pollution de l'eau est actuellement placée en tête des problèmes de l'environnement car l'eau est une interface entre l'air et le sol. La pollution participe de ce fait à diminuer les volumes d'eau utilisable par les populations. Elle engendre aussi des maladies et les phénomènes d'eutrophisation dans les réserves d'eau et déséquilibre dans l'environnement naturel

(ZELLA L ; L'eau pénurie ou incurie. Edition OPU Office des Publications Universitaire.pdf, 2007)

Le rejet direct des eaux usées dans le milieu naturel perturbe l'équilibre aquatique en transformant le milieu accepteur en égouts. Cette pollution peut aller jusqu'à la disparition de toute vie. Pour cela, il faut épurer et retirer des eaux usées un maximum de déchets, avant de les rejeter dans l'environnement (Gaid, 1984)

I.1 Pollution des eaux :

I.1.1-Définition d'une eau polluée :

Une eau est dite polluée lorsque son équilibre est modifié de façon durable par l'apport en quantités très importantes des substances plus ou moins toxiques, d'origines naturelles ou issues d'activités humaines. L'activité humaine, qu'elle soit industrielle, urbaine ou agricoles, produit une quantité de substance polluantes de toute nature qui sont à l'origine de différents types de pollution qui peuvent être permanentes (rejets domestiques d'une grande ville par exemple), périodique ou encore accidentelles ou aiguës, à la suite du déversement intempestif des produits toxiques d'origine industrielle ou agricole, ou de lessivage des sols urbains lors de fortes pluies (Rodier and Legube, 2009)

I.1.2. Types de pollution des eaux:

a). Pollution physique :

Elle est due aux agents physiques (tout élément solide entraîné par l'eau). Elle regroupe la pollution mécanique (effluents solides), la pollution thermique (réchauffement de l'eau par des usines) et la pollution atomique (retombées de radioéléments issus des explosions d'armes nucléaires, résidus des usines atomiques et accidents nucléaires)

(Mr. Rahou Kada Boubakeur, 2014)

b). Pollution chimique :

La pollution chimique de l'eau est due essentiellement aux déversements de polluants organiques et des sels de métaux lourds par les unités industrielles. L'enrichissement des sols pour intensifier l'agriculture par diverses catégories d'engrais et de pesticides est également à l'origine de la pollution chimique des sources et des nappes souterraines (AROUA A., 1994).

c). Pollution microbiologique :

Les eaux usées contiennent tous les microorganismes excrétés avec les matières fécales. Cette flore entérique normale est accompagnée d'organismes pathogènes. L'ensemble de ces organismes peut être classé en quatre grands groupes, par ordre croissant de taille : les virus, les bactéries, les protozoaires et les helminthes

(BAUMONTS, 2005).

d). Pollution par le phosphore :

Le phosphore a pour origine les industries du traitement de surfaces des métaux, les laveries industrielles des fabrications, d'engrais agroalimentaire (S.Bouafia, 2010).

Le phosphore est un élément nutritif, Sa présence en abondance dans les milieux hydrauliques superficiels est une problématique, il est à l'origine du phénomène d'eutrophisation c'est-à-dire la prolifération excessive d'algues et de plancton dans les milieux aquatiques (MIZI, 2006).

e). Pollution par l'azote :

L'élément azote existe principalement sous forme ionique (ammonium NH_4^+ , nitrite NO_2^- et nitrate NO_3^-) ainsi que sous forme gazeuse (N_2). L'origine de ces polluants est par ordre décroissant : L'utilisation massive des engrais, le développement industriel et le rejet des eaux résiduaires urbaines. Nos eaux usées contiennent de l'azote organique et de l'azote ammoniacal. Ces ions se transforment en milieu acide faible en ions nitrites pour l'organisme humain, puis en nitrates qui constituent aussi un agent fertilisant susceptible de favoriser le développement excessif des algues dans le milieu aquatique

(F. HRRLEKAS, 2008).

I.1.3 Principale source de la pollution des eaux

La pollution des eaux de surface est provoquée généralement par les rejets des activités domestiques urbaines, agricoles, et industrielles (Tableau 1)

Tableau 1 : Différentes sources de pollution (Juel, 2012)

Type de pollution	Nature	Source
Thermiques	rejets d'eau chaude	centrales électriques
Radioactives	radio-isotopes	installations nucléaires
Microbiologiques	bactéries, virus, champignons	effluent urbains élevages, secteur agro-alimentaire
Organiques fermentescibles	glucides, protides, lipides	Effluent domestiques, agricoles, industries
Fertilisants	nitrate, phosphates	agricultures, lessives
Métaux et métalloïdes toxiques	mercure, calcium, plomb, arsenic	industries agricoles, combustion, pluies acides
Pesticides	insecticides, fongicides, herbicides	agricultures, industries
Détergents	agents tensio-actifs	effluent domestiques et industriels
Hydrocarbures	pétrole brute et dérivés	industries pétrolières, transports
Composés organochlorés	polychlorobiphényles (P.C.B), insecticides, solvant chloré	industrie
Autres composants organiques de synthèses	nombreuses molécules	industrie

I.2 Les eaux usées :

Les eaux usées sont des milieux extrêmement complexes, altérées par les activités anthropiques à la suite d'un usage domestique, industriel, artisanal, agricole ou autre. Elles sont considérées comme polluées et doivent être donc traitées avant toute réutilisation ou injection dans les milieux naturels récepteurs (Salghi, 2001)

I.2.1. Définition :

Une eau usée, appelée encore eau résiduaire ou effluent, est une eau qui a subi une détérioration après usage. La pollution des eaux dans son sens le plus large est définie comme « tout changement défavorable des caractéristiques naturelles (biologiques ou physico chimiques) dont les causes sont directement ou indirectement en relation avec les activités humaines » (Moussa. Moumouni. Djermakoye H, 2005)

I.2.2. Origine des eaux usées :

Les eaux usées regroupent les eaux usées domestiques (les eaux vannes et les eaux ménagères), les eaux de ruissellement et les effluents industriels (eaux usées des usines) (Baumont, 2004).

Tableau 2: Normes de l’OMS de rejet des eaux usées

Caractéristiques	Normes	Unités
Ph	6.5-8.5	-
Température	<30	°C
DBO ₅	<30	mg/l
DCO	<90	mg/l
MES	<20	mg/l
NH ⁺ ₄	<0.5	mg/l
NO ₂	1	mg/l
NO ₃	<1	mg/l
P ₂ O ₅	<2	mg/l
Couleur	Incolore	-
Odeur	Inodore	-

I.2.2.1. Les eaux usées domestiques :

Sont essentiellement porteuses de pollutions organiques. Elles se répartissent en deux catégories : les eaux ménagères des salles de bain et des cuisines qui sont généralement chargées de substances biodégradables, de détergents, de produits nettoyants, désinfectants, et détartrants ainsi que de pesticides pour usage domestique et de solvants pour le bricolage ; ces eaux peuvent aussi contenir des polluants cosmétiques et médicamenteux. La deuxième catégorie d’eaux usées domestiques sont les « eaux vannes » comprenant les rejets toilettes. Ces dernières sont chargées de diverses matières organiques azotées et de germes fécaux (Elskens M., 2010).

I.2.2.2 Les eaux usées industrielles :

Peuvent également être introduites dans les systèmes d'assainissement collectifs publics. Leurs caractéristiques varient d'une industrie à l'autre (métaux lourds, micropolluants organiques, hydrocarbures,). Ainsi, ces effluents ne sont pas toujours compatibles avec le système d'épuration public destiné à l'assainissement des effluents urbains et la présence d'éléments indésirables peut dégrader la qualité des boues d'épuration. Dès lors, une politique d'assainissement des eaux résiduaires industrielles est nécessaire (Elskens M., 2008)

I.2.2.3. Les eaux usées pluviales :

Ce sont des eaux de ruissellement qui se forment après une précipitation. Elles peuvent-être particulièrement polluées surtout en début de pluie par deux mécanismes :

* Le lessivage des sols et des surfaces imperméabilisées. Les déchets solides ou liquides déposés sur ces surfaces sont entraînés dans les réseaux d'assainissement par les premières précipitations qui se produisent.

* La remise en suspension des dépôts des collecteurs par temps sec, l'écoulement des eaux usées dans les collecteurs des réseaux est lent ce qui favorise le dépôt de matières décantables lors d'une précipitation, le flux d'eau plus important permet la remise en suspension de ces dépôts (Rejsek, 2002)

I.2.2.4. Les eaux de drainage

C'est l'eau de lessivage récupérée après irrigation grâce à un système de drainage. Les pollutions dues aux activités agricoles sont de plusieurs natures :

*Apport aux eaux de surface, de nitrates et de phosphates utilisés comme engrais, par suite de lessivage de terres perméables. Ces composés minéraux favorisent la prolifération des algues ;

*Phénomène d'eutrophisation qui en abaissant la teneur en oxygène des eaux courantes compromettent la vie des poissons et des animaux aquatiques

* Apports des pesticides chlorés ou phosphorés, des désherbants et des insecticides.

*En région viticole, apports du sulfate de cuivre, de composés arsenicaux destinés à la protection des vignes (Richard, 1996)

1.2.2.5 Les eaux agricoles

Ce sont des eaux qui ont été polluées par des substances utilisées dans le domaine agricole. Dans le contexte d'une agriculture performante et intensive, l'agriculteur est conduit à utiliser divers produits d'origine industrielle ou agricole dont certains présentent ou peuvent présenter, des risques pour l'environnement et plus particulièrement pour la qualité des eaux. Il s'agit principalement :

* Des fertilisants (engrais minéraux du commerce ou déjections animales produites ou non sur l'exploitation) ;

* Des produits phytosanitaires (herbicides, fongicides, insecticides,).(Grosclaude, 1999)

I.3. Les paramètres de pollution

I.3.1. Les paramètres organoleptiques

I.3.1.1. La couleur

La couleur de l'eau peut être due à des substances minérales naturelles comme le fer et le manganèse, ou des composés organiques, dont les plus répandus sont des algues, des protozoaires et des produits naturels de la décomposition des végétaux comme les substances humiques, les tanins et les lignines (Allen, 1994)

I.3.1.2. L'odeur

Toute eau possède une odeur, qui est due aux gaz dissous. Souvent, l'odeur et la saveur de l'eau peuvent être modifiées, soit par la présence de matières organiques en décomposition, soit par la présence de matière sécrétée par les organismes vivants dans l'eau, en particulier les algues et les champignons. (Bouziane M., 2000)

I.3.2 Les paramètres physico-chimiques

I.3.2.1 La température

La température est un facteur écologique important du milieu. Elle permet de corriger les paramètres d'analyse dont les valeurs sont liées à la température (conductivité notamment) (Rodier, 1996)

I.3.2.2 Le potentiel d'Hydrogène (pH)

Le pH est un paramètre qui permet de mesurer l'acidité, l'alcalinité ou la basicité d'une eau (Rejsek, 2002)

I.3.2.3 La turbidité

La turbidité représente l'opacité d'un milieu trouble. C'est la réduction de la transparence d'un liquide due à la présence de matière non dissoutes (Khawla and Rima, 2017)

I.3.2.4 Les Résidus Secs

Reliquat obtenu à partir d'un prélèvement d'échantillon après dessiccation totale au four à 105 °C, c'est un indicateur qui exprime le taux de minéraux (Rodier, 1996)

I.3.2.5 Matière en suspension (MES)

Les MES représentent les matières qui ne sont ni à l'état dissous ni à l'état colloïdales, donc filtrable. Elles sont organiques et/ou minérales et permettent une bonne évaluation du degré de pollution d'une eau (M. Zeghoud, 2014)

I.3.2.6 Salinité.

C'est la masse de sels (composés ioniques) dissous dans 1L d'eau. Elle s'exprime en g par Kg d'eau. Un composé ionique ou solide ionique cristallin est constitué de cations (ions chargés positivement) et d'anion (ion chargés négativement) régulièrement disposés dans l'espace. Globalement, un cristal ionique est électriquement neutre. Chaque solide ionique cristallin possède une formule statistique qui indique la nature et la proportion des ions présents sans en mentionner

I.3.2.7 La conductivité électrique (CE)

La conductivité d'une eau fournit une indication précise sur sa teneur en sels dissous (salinité de l'eau). Elle s'exprime en $\mu\text{S}/\text{cm}$ et elle est l'inverse de la résistivité qui s'exprime en ohm/cm . La mesure de la conductivité permet d'évaluer la minéralisation globale de l'eau (F, 2006)

I.3.2.8 La demande biochimique en oxygène (DBO)

Exprime la quantité d'oxygène nécessaire à la destruction ou à la dégradation des matières organiques présentes dans les eaux usées par les microorganismes du milieu. Mesurée par la consommation d'oxygène à 20°C à l'obscurité pendant 5 jours d'incubation d'un échantillon préalablementensemencé, temps qui assure l'oxydation biologique des matières organiques carbonées (Xanthoulis.d, 1993).

I.3.2.9 La demande chimique en oxygène (DCO)

Elle permet de mesurer la teneur en matières organiques totales (excepté quelques composés qui ne sont pas dégradés), y compris celles qui ne sont pas dégradables par les bactéries. Il s'agit donc d'un paramètre important permettant de caractériser la pollution globale d'une eau par des composés organiques (P. Savary, 2003).

I.3.2.10 Carbone organique totale (COT)

Le carbone organique est constitué d'une grande diversité de composés organiques à plusieurs états d'oxydation, dont certains sont susceptibles d'être oxydés par des procédés chimiques ou biologiques. Ces fractions sont caractérisées par la demande chimique en oxygène (DCO) et la demande biologique en oxygène (DBO) (Tarmoul F; Sodi M, 2007).

I.3.2.11 La biodégradabilité

La biodégradabilité traduit l'aptitude d'un effluent à être décomposé ou oxydé par les microorganismes qui interviennent dans les processus d'épuration biologique des eaux. Elle est exprimée par un coefficient **K** avec **$K = \text{DCO} / \text{DBO}_5$** :

- Si **$K < 1.5$** , cela signifie que les matières oxydables sont constituées en grande partie de matières fortement biodégradables ;
- Si **$1.5 < K < 2.5$** , cela signifie que les matières oxydables sont moyennement biodégradables.
- Si **$2.5 < K < 3$** , les matières oxydables sont peu biodégradables.
- Si **$k > 3$** , les matières oxydables sont non biodégradables.

Un coefficient **K** très élevé traduit la présence dans l'eau d'éléments inhibiteur de la croissance bactérienne, tels que : les sels métalliques, les détergents, les phénols, les hydrocarbures... etc. La valeur du coefficient **K** détermine le choix de la filière de traitement à adopter, si l'effluent est biodégradable on applique un traitement biologique, sinon on applique un traitement physicochimique (Donnier.Brigitte, no date)

I.3.2.12 Chlorure (Cl⁻)

Les chlorures sont fréquents dans les réserves d'eaux douces à un taux de 10 mg/l à 100 mg/l. Une forte teneur en chlorures peut indiquer une pollution par des eaux usées (Nalco., 1983)

Les chlorures (Cl^-) doivent être particulièrement suivis Les teneurs en chlorures des eaux de surface sont extrêmement variées. Elles sont principalement liées à la nature des terrains traversés (Rodier, 1996)

I.3.2.13 Sulfate (SO_4^{-2})

Les sulfates sont des composés naturels des eaux. Ils sont liés aux cations majeurs tels que le calcium, le potassium et le sodium. Ils proviennent de certains minéraux, en particulier du gypse ou apparaissent à partir de l'oxydation des minéraux sulfureux Les teneurs en sulfates des eaux naturelles sont variables, de 5 à 200 mg/l. Les eaux usées de nombreuses industries peuvent également contenir des sulfates (Rodier, 1996).

I.3.2.14 Azote et ses dérivés

L'azote se trouve dans l'eau usée sous forme organique ou ammoniacale dissoute. Il est souvent oxydé pour éviter une consommation d'oxygène (O_2) dans la nature et un risque de toxicité par l'ammoniaque gazeux dissous (NH_3), en équilibre avec l'ion ammoniac (NH_4^+) (M. Zeghoud, 2014).

I.3.2.14.1. L'azote ammoniacal (NH_4^+)

L'azote ammoniacal est présent sous deux formes en solution, l'ammoniac NH_3 et l'ammonium NH_4^+ , dont les proportions relatives dépendent du pH et de la température. L'ammonium est souvent dominant ; c'est pourquoi, ce terme est employé pour désigner l'azote ammoniacal ; en milieu oxydant, l'ammonium se transforme en nitrites puis en nitrates; ce qui induit une consommation d'oxygène (Tarmoul F; Sodi M, 2007).

I.3.2.14.2. Les nitrites (NO_2^-)

Les ions nitrites (NO_2^-) sont un stade intermédiaire entre l'ammonium (NH_4^+) et les ions de nitrates (NO_3^-). Les bactéries nitrifiantes (nitrosomonas) transforment l'ammonium en nitrites c'est la nitratisation (Rodier and Legube, 2009)

I.3.2.14.3. Les nitrates (NO_3^-)

Les nitrates constituent le stade final de l'oxydation de l'azote organique dans l'eau. Les bactéries nitratâtes (nitrobacters) transforment les nitrites en nitrates (Rodier and Legube, 2009).

I.3.2.15 Les phosphates (PO_4^{-3})

Les phosphates sont des formes minérales du phosphore formés à partir d'ions PO_4^{-3} . Les phosphates sont présents dans les excréments, les engrais, les lessives, les champoings et les détergents ménagers (Choocat B, 1997).

I.3.3. Les paramètres microbiologiques

I.3.3.1. Les micropolluants organiques et non organiques

Les micropolluants sont des éléments présents en quantité infinitésimale dans les eaux usées (Baumont, 2004)

I.3.3.1.1. Eléments traces

Les métaux lourds que l'on trouve dans les eaux usées urbaines sont extrêmement nombreux ; les plus abondants (de l'ordre de quelques $\mu\text{g/l}$) sont le fer, le zinc, le cuivre et le plomb. Les autres métaux (manganèse, aluminium, chrome, arsenic, sélénium, mercure, cadmium, molybdène, nickel, etc.) sont présents à l'état de traces (Cauchi. , Hyvrard., 1996)

I.3.3.1.2. Les micropolluants organiques

Les micropolluants d'origine organique sont extrêmement nombreux et variés, ce qui rend difficile l'appréciation de leur dangerosité. Ils proviennent de l'utilisation domestique de détergents, pesticides, solvants, et également des eaux pluviales : eaux de ruissellement sur les terres agricoles, sur le réseau routier. Ils peuvent aussi provenir de rejets industriels quand ceux-ci sont déversés dans les égouts ou même des traitements de désinfections des effluents par le chlore (haloformes) (Xanthoulis D, 1993)

I.3.3.2. Qualité microbiologique

I.3.3.2.1. Les bactéries

Les bactéries sont des organismes unicellulaires simples et sans noyau. Leur taille est comprise entre 0,1 et 10 μm . La quantité moyenne de bactéries dans les fèces est d'environ 10^{12} bactéries/g (Asano., 1998). Les eaux usées urbaines contiennent environ 10^6 à 10^7 bactérie/100ml dont 10^5 proteus et entérobactéries, 10^3 à 10^4 streptocoques et 10^2 à 10^3 clostridiums (Faby J.A., 1997)

I.3.3.2.2. Les virus

Ce sont des organismes infectieux de très petite taille (10 à 350 nm) qui se reproduisent en infectant un organisme hôte (CSHPF., 1995).

On estime leur concentration dans les eaux usées urbaines comprise entre 10³ à 10⁴ particules par litre. Leur isolement et leur dénombrement dans les eaux usées sont difficiles, ce qui conduit vraisemblablement à une sous-estimation de leur nombre réel (Asano T, 1998)

I.3.3.2.3. Les protozoaires

Les protozoaires sont des organismes unicellulaires munis d'un noyau, plus complexes et plus gros que les bactéries. La plupart des protozoaires pathogènes sont des organismes parasites, c'est-à-dire qu'ils se développent aux dépens de leur hôte. Certains protozoaires adoptent au cours de leur cycle de vie une forme de résistance, appelée kyste. Cette forme peut résister généralement aux procédés de traitements des eaux usées (Baumont, 2004).

I.3.3.2.4. Les helminthes

Les helminthes sont des vers multicellulaires. Tout comme les protozoaires, ce sont majoritairement des organismes parasites. La concentration en oeufs d'helminthes dans les eaux usées est de l'ordre de 10 à 10³ oeufs/l. Il faut citer, notamment, *Ascaris lumbricades*, *Oxyuris vermicularis*, *Trichuris trichuria*, *Taenia saginata* (CSHPF., 1995).

I.4. Procédés de traitement des eaux usées :

Les méthodes de traitement des eaux usées sont diverses et peuvent être classées en trois catégories : les traitements primaires, secondaires et tertiaires. On peut également tenter une classification physique et biologique qui revient grossièrement à distinguer d'un côté les traitements primaires et de l'autre les traitements secondaires et tertiaires.

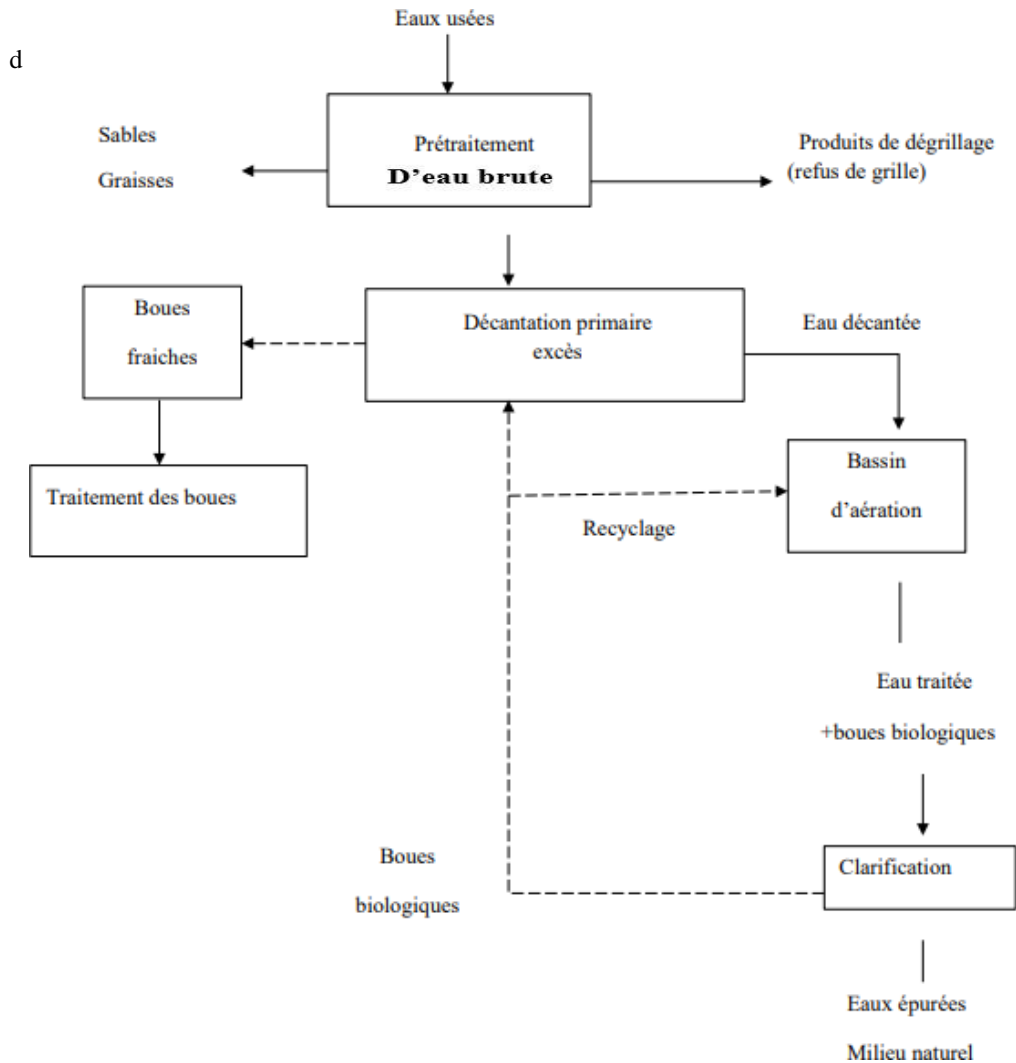


Figure N°1: Schéma de fonctionnement d'un traitement par boues activées

(ONA and S,2013)

I.4.1. Prétraitement :

Les prétraitements ont pour objectif d'éliminer les éléments les plus grossiers, qui sont susceptibles de gêner les traitements ultérieurs et d'endommager les équipements. Il s'agit des déchets volumineux (dégrillage), des sables et graviers (dessablage) et des graisses (dégraissage-déshuilage). Au cours du dégrillage, les eaux usées passent au travers d'une grille dont les barreaux, plus ou moins espacés, retiennent les matières les plus volumineuses. Ces éléments sont ensuite éliminés avec les ordures ménagères. Le tamisage, qui utilise des grilles dont l'espacement est plus réduit, peut compléter cette phase de prétraitement. Cependant, il génère beaucoup plus de déchet (Parveau, 2011).

1.4.1.1 le dessablage débarrasse : Les eaux usées des sables et des graviers par sédimentation. L'écoulement de l'eau à une vitesse réduite dans un bassin appelé "dessableur" entraîne leur dépôt au fond de l'ouvrage. Ces particules sont ensuite aspirées par une pompe. Les sables récupérés sont essorés, puis lavés avant d'être soit envoyés en décharge, soit réutilisés, selon la qualité du lavage.(Metahri, 2012)

1.4.1.2 Le dégraissage vise à éliminer la présence de graisses dans les eaux usées, graisses qui peuvent gêner l'efficacité des traitements biologiques qui interviennent ensuite. Le dégraissage s'effectue par flottation. L'injection d'air au fond de l'ouvrage permet la remontée en surface des corps gras. Les graisses sont raclées à la surface, puis stockées avant d'être éliminées (mise en décharge ou incinération). Elles peuvent aussi faire l'objet d'un traitement biologique spécifique au sein de la station d'épuration

1.4.2 Le traitement primaire :



Figure N°2 : réservoir décantation primaire

Le traitement "primaire" comme indique de la figure N°2 fait appel à des procédés physiques, avec décantation plus ou moins aboutie, éventuellement assortie de procédés physico-chimiques, tels que la coagulation- floculation. Ces traitements éliminent 50 à 60 % des matières en suspension, mais ne suffisent généralement plus pour satisfaire les exigences épuratoires de la réglementation actuelle. Avec coagulation et floculation dans des décanteurs lamellaires, on peut éliminer jusqu'à 90 % des MES. –

1.4.2.1 La décantation primaire classique consiste en une séparation des éléments liquides et des éléments solides sous l'effet de la pesanteur. Les matières solides se déposent au fond d'un ouvrage appelé "décanteur" pour former les "boues primaires". Ces dernières sont récupérées au moyen d'un système de raclage. Ce traitement élimine 50 à 55 % des matières en suspension et réduit d'environ 30 % la DBO et la DCO .

a- L'utilisation d'un décanteur lamellaire permet d'accroître le rendement de la décantation. Ce type d'ouvrage comporte des lamelles parallèles inclinées, ce qui multiplie la surface de décantation et accélère donc le processus de dépôt des particules. Une décantation lamellaire permet d'éliminer plus de 70 % des matières en suspension et diminue de plus de 40 % la DCO et la DBO.

b- La décantation est encore plus performante lorsqu'elle s'accompagne d'une floculation préalable. La coagulation floculation permet d'éliminer jusqu'à 90 % des matières en suspension et 75 % de la DBO. Cette technique comporte une première phase d'adjonction d'un réactif, qui provoque l'agglomération des particules en suspension, puis une accélération de leur chute au fond de l'ouvrage. Les amas de solides ainsi obtenus sont appelés "flocs".(Metahri, 2012)

1.4.3 Les traitements "secondaires :



Figure N° 3 : bassin de traitements secondaires

Dans la grande majorité des cas, l'élimination des pollutions carbonée et azotée s'appuie sur des procédés de nature biologique. Les procédés membranaires combinent quant à eux des procédés biologiques et physiques. Certaines installations de dépollution des eaux usées ont toutefois recours à des filières de traitements physico-chimiques, qui peuvent, dans différents cas (part importante d'effluents industriels dans les eaux collectées, conditions de température inadaptées aux traitements biologiques, niveaux de rejet moins exigeants...) s'avérer plus opportunes. Nettement moins appliqués.

1.4.3.1 Les traitements biologiques reproduisent, artificiellement ou non, les phénomènes d'autoépuration existant dans la nature. L'autoépuration regroupe l'ensemble des processus par lesquels un milieu aquatique parvient à retrouver sa qualité d'origine après une pollution. Les techniques d'épuration biologique utilisent l'activité des bactéries présentes dans l'eau, qui dégradent les matières organiques. Ces techniques sont

- soit anaérobies**, c'est-à-dire se déroulant en **absence d'oxygène**,
- soit aérobies**, c'est-à-dire nécessitant **un apport d'oxygène**, c'est aujourd'hui le procédé des "boues activées" qui est le plus répandu dans les stations d'épuration assurant un traitement secondaire. Parmi les traitements biologiques, on distingue les procédés biologiques extensifs et intensifs.

1.4.3.2 Des systèmes de filtration, de désinfection chimique ou de traitement par UV peuvent être installés, afin de diminuer la concentration des micro-organismes dans l'eau rejetée dans le milieu naturel. Le procédé de filtration, qui peut entraîner des projections et des bioaérosols lors des phases de lavage des filtres, sera préférentiellement capoté et ventilé s'il est installé dans un local.

1.4.3.3. Traitement biologique par boues activées :

Ce type de traitement implique l'aération du puisard pour assurer des conditions adéquates (O_2) pour la croissance des microorganismes qui peuvent s'agréger et former des floes bactériennes. Les matières organiques contaminants seront captées par ces floes et formeront des boues activées, mélangeant et assurant l'épuration des eaux usées du bassin. En aval de ce traitement, un clarificateur (ou décanteur secondaire) sépare les bues. Afin de maintenir un stock bactérien constant et suffisant dans la cuve à boues activées, une partie des boues extraites du clarificateur est renvoyée en tête de cuve. Une autre partie est évacuée de la boucle et envoyée vers l'unité de traitement des boues (Roques H., 1983)

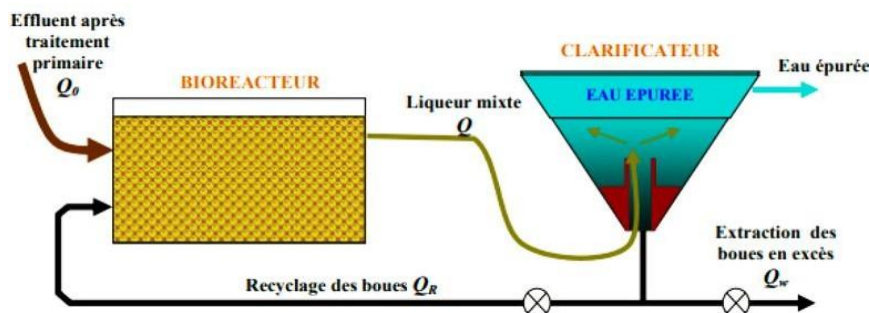


Figure N° 4: Principe du procédé de traitement par boues activées (Cindy B, 2007)

I.4.4. Les traitements tertiaires :

Egalement connu sous le nom de traitement complémentaire conçu pour éliminer la contamination biologique des eaux usées domestiques, des traitements primaires et secondaires ont déjà été effectués qui se sont avérés insuffisant pour éliminer ces contaminations. A cet effet, le traitement tertiaire est indispensable et devient nécessaire pour assure une meilleure protection du milieu naturel récepteur. Le traitement tertiaire généralement considéré comme facultatif ou complémentaire, peut améliorer ou améliorer le traitement secondaire. De telles opérations sont nécessaires pour assurer une protection complémentaire du milieu récepteur ou pour réutiliser les eaux usées dans l'agriculture ou l'industrie. Le traitement tertiaire vise à améliorer la qualité globale de l'eau. Leur utilisation est nécessaire lorsque la nature du milieu récepteur dans lequel l'eau épurée doit être reçue l'exige (Degrémont, 2004).

Chapitre II

Présentation de la cimenterie LAFARGE de M'sila LCM et sa station d'épuration des eaux usées

Chapitre II :Présentation de la cimenterie LAFARGE de M'sila LCM et sa station d'épuration des eaux usées

Les cimenteries de Lafarge Algérie certifiées ISO 14001



Figure N° 5 : La Cimenterie Lafarge est entourée d'espaces verts
([Https://www.algerie-eco.com](https://www.algerie-eco.com), 2022)

A travers ce qui est montré sur la figure 5 Lafarge a prouvé qu'il est respectueux de L'environnement en obtenant le certificat 14001

Le cimentier Lafarge Algérie a annoncé, le 25 décembre 2022, l'obtention par l'ensemble de ses cimenteries (Mascara, M'Sila et Biskra), la certification ISO 14001.

Dans un communiqué, Lafarge Algérie a précisé que la certification est attribuée par l'organisme de certification internationale TÜV Rheinland, selon un système de management environnemental (SME) du groupe aux standards les plus élevés et les plus reconnus. Selon la même source, ce « témoigne de l'engagement fort pris par Lafarge Algérie pour réduire l'empreinte environnementale de ses activités et lutter concrètement contre le réchauffement climatique. » « Depuis 2019, avec la certification de la cimenterie Lafarge Ciment à Oggaz, qui a fait d'elle la première cimenterie en Algérie à être certifiée ISO 14001 version 2015. Aujourd'hui, et après 2 ans de travail et un audit de plusieurs jours, c'est autour de nos deux autres cimenteries à M'sila et à Biskra d'être certifiée ISO 14001, pour répondre aux nouvelles réglementations environnementales et aux attentes des consommateurs », lit-on dans le document. Et d'expliquer : « Ce SME fournit un cadre global aux usines du Groupe Lafarge Algérie afin qu'elles intègrent une dimension environnementale à leurs activités, par la réduction des émissions de gaz à effet de serre, la réduction des émissions de poussières, la préservation des ressources naturelles fossiles et non renouvelables par des substituts qui proviennent des déchets et/ou des résidus industriels et la valorisation local des déchets. » ([Https://www.algerie-eco.com](https://www.algerie-eco.com), 2022)

Chapitre II :Présentation de la cimenterie LAFARGE de M'sila LCM et sa station d'épuration des eaux usées

2.1. Présentation de la cimenterie Lafarge de M'sila (LCM) :

La cimenterie Lafarge Ciment de M'sila (LCM) démarré en septembre 2003, actuellement avec une capacité de production de 5 millions de tonnes de ciment gris par an ; Dont elle est une des trois cimenteries du groupe Lafarge holcim Algérie le leader du marché de matériaux de construction.



Figure N°6: Vu globale de l'usine Lafarge ciment de M'sila LCM. (GHALIA.S.LAIFA.A, 2023)

2.2. Introduction sur le Groupe LafargeHolcim Algérie :

LafargeHolcim Algérie est l'entreprise leader sur le marché des matériaux de construction. Avec une présence sur toute la chaîne des matériaux de construction : Agrégats, Ciments, Mortiers, Granulats, Bétons, Plâtres, Sacs, Logistique et Distribution. cimenteries M'sila (Figure N°6) et Oggaz et la cimenterie Cilas à Biskra en partenariat avec le Groupe Souakri pour une capacité totale de production de 11.5 Mt/an.

L'activité béton prêt à l'emploi opère 19 centrales à biton à travers le pays pour une capacité de 1 million de ton/an.

LafargeHolcim Algérie emploie 4500 collaborateurs et elle est fortement engagée dans le développement économique, social et environnemental en Algérie (Présentation de Lafarge ciment de M'sila par la communication (Lafarge en 15 novembre 2015).

2.3. Filières du Groupe LafargeHolcim Algérie :

Le groupe LafargeHolcim Algérie c'est groupe de filière polyvalente en termes de domaine d'exploitation telle que granulat, béton, Ciment, laboratoire des matériaux de construction et le plâtre (Présentation de Lafarge ciment de m'sila par la communication lafarge en 15 novembre 2015., 2015)

2.3 Ciment: LafargeHolcim Algérie à trois unités de production de ciment:

2.3.1. Unité de production LCM Lafarge ciment de M'sila : (Figure N°6)

Démarrage de l'usine en septembre 2003 avec une seule ligne et avec 2 lignes de production en 2006 de ciment gris de capacité de 5 Millions de tonnes de ciment par an c'est la deuxième plus grande unité du groupe (Présentation de Lafarge ciment de M'sila par la communication (Lafarge en 15 Novembre 2015).

2.3.2. Unité de production LCO Lafarge ciment Oggaz mascara :

Une cimenterie qui Démarrage de l'usine en 2007 & 2008 avec une lignes de production de ciment (gris & blanc) de capacité de 3,7 Millions de tonnes de ciment par an, le Première cimenterie nationale à incinérer des déchets (économie énergie non renouvelable) (Présentation de Lafarge ciment de M'sila par la communication Lafarge en 15 novembre 2015).

2.3.3. Unité de production CILAS ciment Lafarge-Souakri à Biskra : Cimenterie de classe mondiale résultat d'une Partenariat de 51% Groupe Souakri devant 49% LafargeHolcim en 2016 avec une Capacité de production ciment : 2.7 million de ton /an (Présentation de Lafarge ciment de M'sila par la communication Lafarge en 15 novembre 2015).

2.3.4. Laboratoire de développement de la construction (CDL) :

Depuis longtemps, Lafarge Algérie place l'innovation au cœur de ses métiers. Facteur-clé de croissance du groupe, l'innovation nous permet aujourd'hui d'adopter une logique de fournisseur de solutions, de produits et services à valeur ajoutée et de systèmes constructifs au service des acteurs la construction.

- En Algérie, Lafarge a implanté en 2013 son premier laboratoire de développement de la construction. Ce pôle de recherche, premier genre en Afrique, se veut être une plate-forme centralisant le développement de toutes les innovations du groupe

Chapitre II :Présentation de la cimenterie LAFARGE de M'sila LCM et sa station d'épuration des eaux usées

Lafargeholcim pour l'Algérie. Une équipe pluridisciplinaire d'ingénieurs, d'architectes et de techniciens y sont installés pour mettre au point les futurs produits, systèmes et solutions à base béton pour l'ensemble de la construction.

- Au plus près de l'utilisateur final, et grâce à cette plateforme tester toutes les idées permettant d'améliorer la construction des logements et des infrastructures, et en profiter pour former les maçons et autres experts de la construction à la mise en œuvre de ces nouvelles technologies. Plâtre

Situation géographique de L'usine Lafarge ciment de M'sila :

Est situé à la wilaya de M'Sila, a la commune Hammam Dalâa, (Figure N°7) à 4 Km au nord-estde la route nationale RN60, à 30 km au le nord-ouest de la ville de M'sila et 220 km au sud-est de la capitale ; Alger.



Figure N°7 : Situation de l'usine Lafarge ciment de M'sila LCM (Google earth) (GHALIA.S.LAIFA.A, 2023)

Les Principaux étapes de la fabrication du ciment à LCM

Comme indique la Figure N°8 La fabrication du ciment suivre plusieurs étapes de la source (carrière de matière première) au produit fini comme suit :

1. L'extraction de la matière première.
2. La préparation de la matière crue (concassage et pré homogénéisation).
3. Le broyage de la matière crue et stockage.
4. La clinkérisation (cuisson dans les fours à 1450°C).

Chapitre II :Présentation de la cimenterie LAFARGE de M'sila LCM et sa station d'épuration des eaux usées

5. Le broyage du ciment et stockage du produit fini en silos.
6. L'ensachage et expédition en sacs ou en vrac.

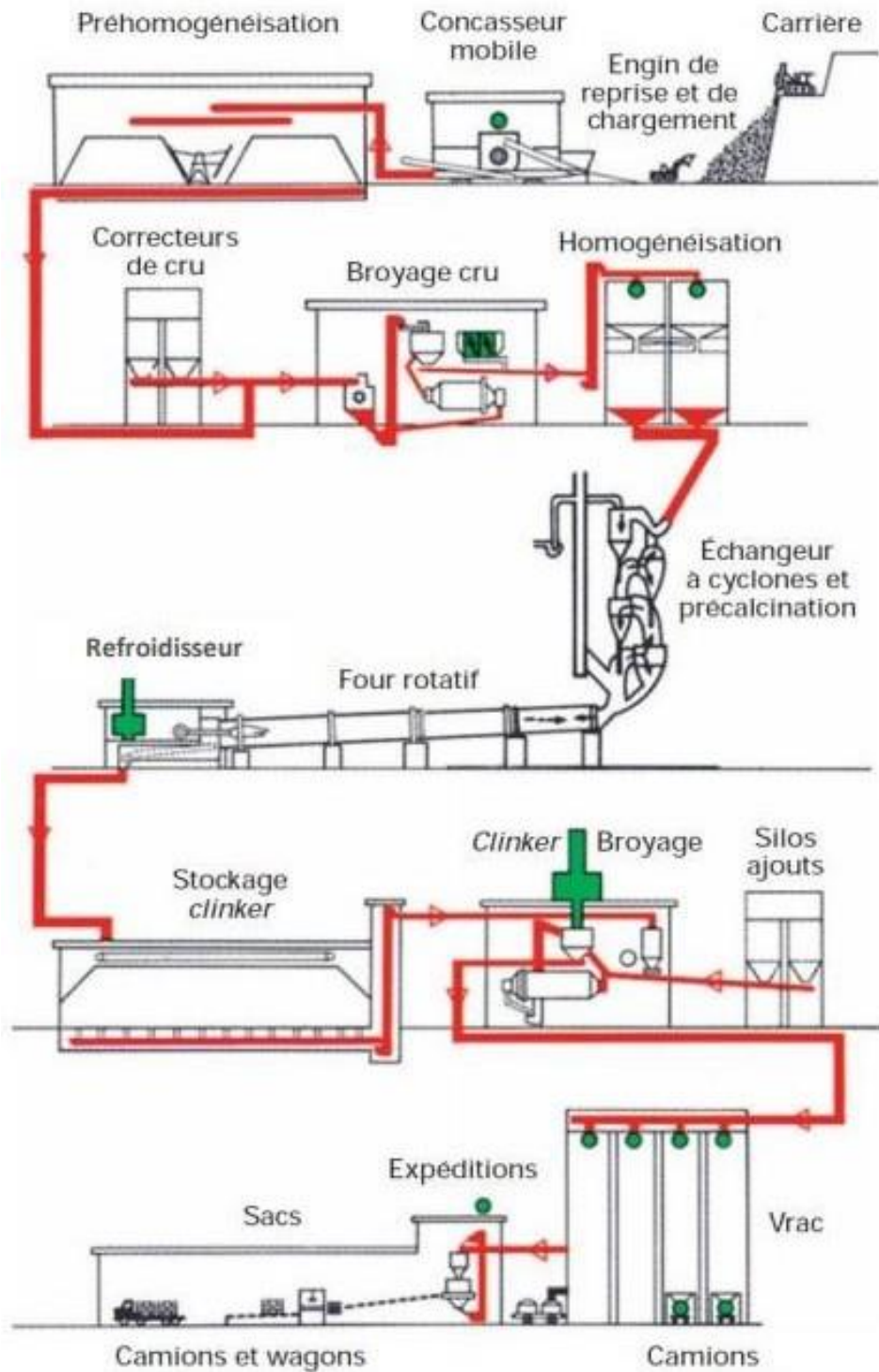


Figure N°8 : La fabrication du ciment à Lafarge ciment de M'sila LCM.

Chapitre II :Présentation de la cimenterie LAFARGE de M'sila LCM et sa station d'épuration des eaux usées

2.3.1.1. L'extraction de la matière première :

Trois principales carrières du calcaire : Chauf Ammar au nord de l'usine, Chauf Ammar West et la Carrière de Gottaya, 2km au sud-est de l'usine ; En plus d'autres carrières secondaires celle du BirMaddi pour l'argile ainsi que la carrière du gypse à Chaiba a Biskra.

2.3.1.2. La préparation de la matière crue (concassage et pré homogénéisation) :

dans le Figure N°9 Le concassage de la matière première se fait avec un concasseur à marteau avant d'être stocké dans hall de pré-homogénéisation du mélange calcaire – argile avec un dosage bien défini.



Figure N° 9: Le concasseur à marteau et le transport vers le hall de pré-homogénéisation
.PHOTO LCM

2.3.1.1. Broyage et stockage de la matière cru :

Dans le Figure N°10 C'est une étape de broyage et de la correction de la matière première avant l'alimentation du four, dont elle exige d'atteindre une finesse demandée pour une farine homogène et dosée par des ajouts : minerais de fer et du sable à des pourcentages bien calculés à l'aide un système de contrôle de qualité de la haute technologie (Présentation de Lafarge ciment de M'sila par la communication Lafarge en 15 novembre 2015).



Figure N°10 : Broyeur ATOX de la matière cru (GHALIA.S. LAIFA.A, 2023)

2.3.1.1. La clinkérisation (production du clinker) :

Le clinker est un constituant du ciment qui résulte de la cuisson d'un mélange composé d'environ 80 % de calcaire (qui apporte le calcium) et de 20 % d'aluminosilicate (notamment des argiles qui apportent le silicium, l'aluminium et le fer).

Cette cuisson, la clinkérisation, se fait à une température d'environ 1 450 °C qui explique la forte consommation d'énergie des cimenteries ; LCM équipé de deux fours rotatifs de la marque F.L.Smith (Figure N°11), de 4,80m de diamètre et d'une longueur de 74m pour une capacité de 5800 tonnes de clinker par jour chacun.

Les deux fours sont asservis par deux tours de préchauffage de cinq étages par ligne pour la préparation de la matière avant l'alimentation des fours, ce système est alimenté principalement par le gaz naturel.



Figure N°11 : Four rotatif et tours de préchauffage. (GHALIA.S. LAIFA.A, 2023)

2.3.1.1 Le broyage du ciment et stockage du produit fini en silos :

L'usine Lafarge ciment de M'sila est équipée par 5 broyeurs du ciment (Figure N°12):

4 de 160 tonne/h de capacité chaque un et un broyeur de 85tonne/h de ciment pour les opérations de broyage et production du ciment, sous la veille et contrôle de qualité par le laboratoire interne.

Les broyeurs ciment dans l'usine sont partagés en deux ligne (deux broyeurs en ligne1 et Trois à la deuxième ligne) afin d'assurer les besoins en ciment près à l'ex pédier aux clients



Figure N°12 : Broyeur ciment LCM (avec une capacité de 160 t/h). (GHALIA.S. LAIFA.A, 2023)

Chapitre II :Présentation de la cimenterie LAFARGE de M'sila LCM et sa station d'épuration des eaux usées

Les pourcentages des ajouts en fonction du type de ciment voulu :

Généralement les ajouts définissent le type de ciment, ainsi en aura . Tableau N°3 : pourcentage des ajouts selon le type de ciment.

(CimenterieLAFARGE. Msila, 2015)

	CLINKER	CALCAIRE	GYPSE
Cpj35	62%	32%	6%
Cpj45	80%	14%	6%
Cpj55	89%	5%	6%

2.3.1.1. L'ensachage et expédition en sacs ou vrac

Comme indique dans Figure N°13 L'usine équipée par 8 machines pour l'expédition de ciment par un système semi- automatique dont la politisation 04 machine par ligne pour une capacité de 12000tonne par jours 04 bouches vrac pour la livraison d du ciment vrac de capacité moyenne de 7000 tonne par jour.



Figure N°13 : la zone d'expédition du ciment Nouvelle Palettisation (GHALIA.S. LAIFA.A, 2023)

Chapitre II :Présentation de la cimenterie LAFARGE de M'sila LCM et sa station d'épuration des eaux usées

Produits de l'usine tout les types de ciment de LCM dans la figure 14



Figure N°14 : Les produits fabriqués par l'usine PHOTO LCM

- « Chamil », CPJ - CEM II/B 32,5 R NA442 est un ciment de très haute qualité pour tous les usages courants (logement individuel, travaux de finition...etc.).
- « Mâtine », CPJ - CEM II/B 42,5 R NA442 est destiné aux constructions qui nécessitent performance et haute résistance, telles que les grands édifices.
- « Moukaouem », CPJ - CEM I 42,5 N-SR3 NA442 est un ciment résistant aux sulfates. Il est destiné aux réalisations en milieu chimiquement agressifs et certains ouvrages spéciaux tels que les barrages, canalisation...etc.
- « OWC class G », CRS - ciment pétrolier pour les puits pétrole et gaz, Un ciment très haute qualité pour tous les forages pétroliers. v (Aiche Omar, Chouiref abdelhadi Houcine, 2022)

Ciment pétrolier

la cimenterie de Lafarge M'sila a commencé la production de ciment pétrolier

Le 15 septembre 2021 après avoir obtenu le certificat. D'API (Figure15) avec production 3500 par mois Dans (la figure 16) hall du clinker pétrolier le camion dans la figure N° 17



C'est date historique pour LafargeHolcim (GHALIA.S. LAIFA.A, 2023)

Chapitre II :Présentation de la cimenterie LAFARGE de M'sila LCM et sa station d'épuration des eaux usées

Figure15 le certificat. D'API de LafargeHolcim



Figure N°16 : hall du clinker pétrolier juin 2023 (GHALIA.S. LAIFA.A, 2023)



Figure N°17 : PREMIÈRE EXPORTATION DE WELLCEM 16 MARS 2023 (GHALIA.S. LAIFA.A, 2023)

2.3.1.1 Laboratoire du contrôle de la Qualité

L'usine LCM équipé d'un laboratoire de haute technologie pour effectuer toutes les opérations de contrôle des différents points du procédé de la production afin d'assurer une haute qualité des produits dont il est équipé par :

- Un système de prise des échantillons automatique des zones d'usine vers le laboratoire et pour une fréquence bien déterminée.
- Un système de contrôle de qualité liées avec toutes la chaîne de production afin d'assurer et de couvrir toutes les étapes de production comme mentionnée dans la figure.15.
- Des analyses minéralogique et chimique par des appareils de haut qualité et technologie FX (fluorescence a Rayon X) et DRX (diffractométrie rayon x)et l'analyse chimique comme mentionnée dans la **figure.18**.
- Un laboratoire physique pour le contrôle de la résistance de ciment et les différents analyses du béton.
- Un système de rapports qui assurera la communication la réaction rapide en cas d'une alertes avec un système de suivi des différents rapports comme les rapports Journalier , Hebdomadaire et celui de l'assurance qualité....etc.
- Un système de suivi et de satisfaction client afin d'assurer une qualité de service et d'accompagnement totale du produit et orientation des clients.
- Et un laboratoire de qualité de ciment pétrolière (Figure N° 19)

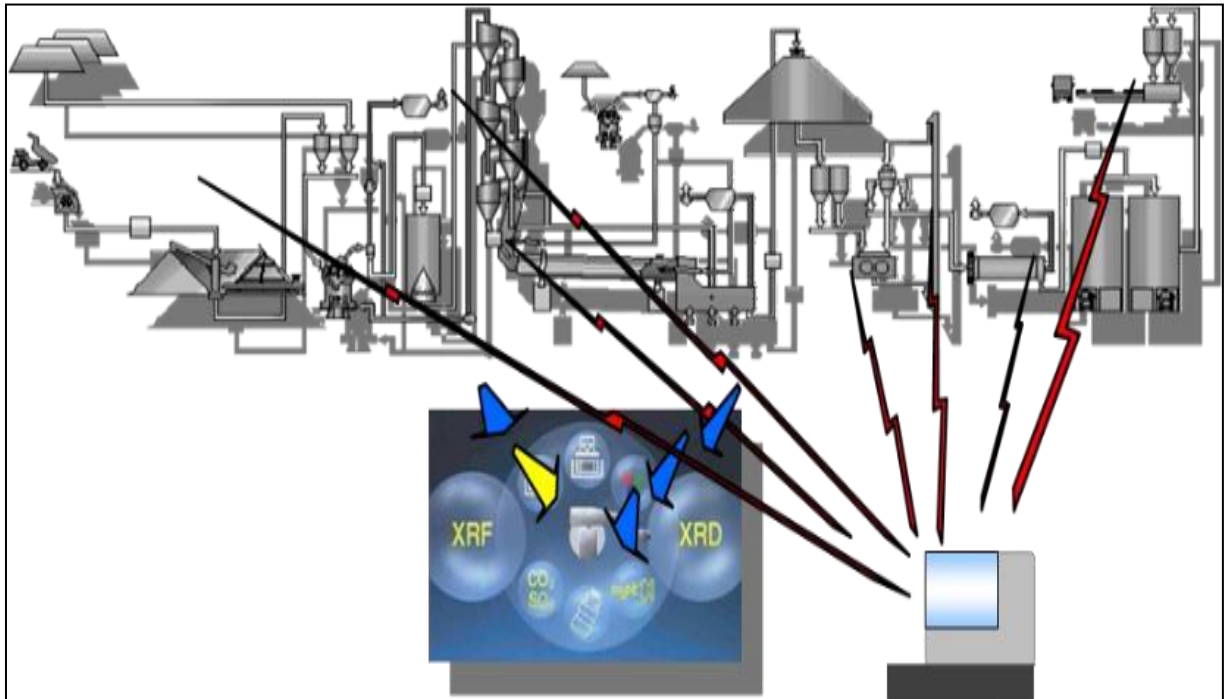


Figure 18 : Système du contrôle de qualité LCM. (Djeghaba Mounir, 2020)

Laboratoire de qualité pour le ciment pétrolier



Figure N° 19 : Laboratoire de qualité ciment pétrolier (GHALIA.S. LAIFA.A, 2023)

Description de la station de traitement des eaux usées de la cimenterie Lafarge de M'sila (LCM) (Vivendi Water Systems Egypt, 2004)

Remarque : Toutes les informations présentées dans cette partie sont basées sur les données fournies par la société responsable de la construction et de l'exploitation de la station, vivendi (Veolia) ainsi que sur les informations obtenues auprès du responsable de la station.

2.4.1 Généralités sur la station :

La station de traitement des eaux usées de la cimenterie LCM, illustrée dans la Figure 20, est opérationnelle depuis la construction de la cimenterie en 2003.

Elle fonctionne selon le processus de boues activées, utilisant des bactéries biologiques.

Le nettoyage de l'usine est effectué périodiquement, et que l'analyse de l'eau après traitement révèle la nécessité de le faire. Dans l'usine de ciment de M'sila, l'eau est d'épuration ne rejette aucune eau à l'extérieur ; l'eau traitée est utilisée pour l'irrigation des espaces verts



Figure 20 : Station de traitement des eaux usées de la cimenterie LCM (GHALIA.S. LAIFA.A, 2023).

Chapitre II :Présentation de la cimenterie LAFARGE de M'sila LCM et sa station d'épuration des eaux usées

2.4.2 Fonctionnement de la station d'épuration :

L'usine LCM a été construite sur un dénivelé naturel, avec la station d'épuration des eaux usées située au point le plus bas, désigné comme le point (1) dans la Figure 21 (vue satellite de la cimenterie LCM ; Google Earth juin 2023). Cette station constitue la destination finale des canalisations du réseau d'assainissement, ainsi qu'une partie des eaux de pluie et de ruissellement, qui s'écoulent par gravité vers cette zone.

Par la suite, l'eau traitée est pompée vers le point le plus élevé de l'usine, correspondant au point (2), où se trouve un grand bassin d'une capacité de 200 m³/jour. Ce bassin est utilisé pour collecter les eaux destinées à l'irrigation des espaces verts via un réseau d'irrigation.



Figure N°21 : Vue satellite de la cimenterie LCM. (Google Earth) (GHALIA.S. LAIFA.A, 2023)

La taille de la station d'épuration est basée sur le débit de pointe des eaux usées. Il est toutefois important de noter que sa capacité est limitée soit par la charge organique quotidienne, soit par le débit hydraulique de conception qui est inclus dans les données de conception comme suit : Dans les tableaux 4 et 5

Chapitre II :Présentation de la cimenterie LAFARGE de M'sila LCM et sa station d'épuration des eaux usées

Tableau 4 Caractéristiques technique de la station d'épuration LCM (Vivendi Water Systems Egypt, 2004)

Paramètres	Unités	
Débit journalier moyen (DJM)	m ³ /J	200
Débit horaire moyen	m ³ /h	8.33
Facteur de crête	No.	3
Débit horaire de pointe (3.0 x DJM)	m ³ /h	25
L'influante DBO ₅	PPM	400
L'influante SS	PPM	500
Charge quotidienne DBO ₅	kg/J	80
Number de flux	No.	1
Capacité de rétention dans le bassin d'aération	H	24
Taux de montée du clarificateur au débit de pointe	m ³ /m ² .h	<1.4
Production quotidienne de boues excédentaires	m ³ /J	5.5
Qualité des effluents après traitement secondaire DBO ₅ /SS	PPM	20/30
Qualité des effluents après traitement tertiaire DBO ₅ /SS	PPM	10/10

Les dimensions des réservoirs et des bâtiments nécessaires à la station d'épurationsont listées ci-dessous

Tableau N°5 : Dimensions des réservoirs et ouvrages de la station d'épuration LCM

(Vivendi Water Systems Egypt, 2004)

Réservoir / Ouvrage	Qtt	Longueu r [m]	Largeur [m]	Profonde ur [m]	volume [m3]
Bassin d'eaux usées brutes	1	2	2	3,5	14
Une grille	1	1,5	0,5	1	/
Réservoir d'aération	1	11	6,25	4	275
Réservoir de décantation	2	3	3	4	36
Réservoir de désinfection	1	6,25	1,5	4	37,5
Réservoir de rétention des boues	1	6,25	2	4	50
Réservoir d'irrigation	1	11	6	4	264
Salle des équipements	1	6	4,75	4	114

2.4.3 Sources et natures des effluents de la cimenterie LCM :

La station de traitement des eaux usées de la cimenterie LCM traite les eaux usées :

- Des sanitaires de l'usine qui contiennent plusieurs substances polluantes.
- De la cantine qui peut contenir des substances nutritives.
- De pluie et de ruissellement qui contient : les matières en suspension (MES) et les micropolluants organiques.

2.4.4 Les étapes de traitement des eaux usées dans la cimenterie LCM

La figure N° 22 et 23 indique que La station de traitement des eaux usées LCM reçoit en continu et sans interruption les eaux provenant de différentes zones de l'usine. Par conséquent, le processus de traitement est automatique et se déroule à travers plusieurs étapes définies par le fabricant Vivendi

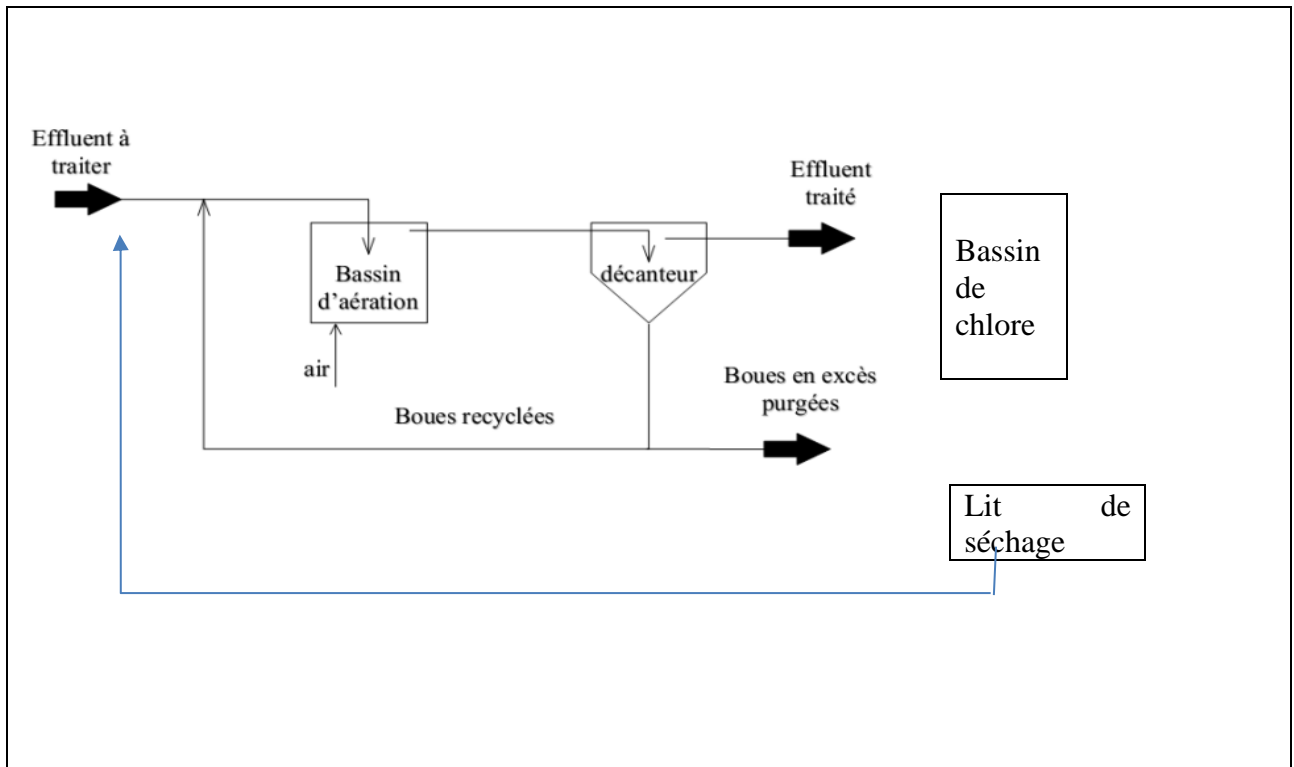


Figure N°22 : schéma global de la STEP de LCM (GHALIA.S. LAIFA.A, 2023)

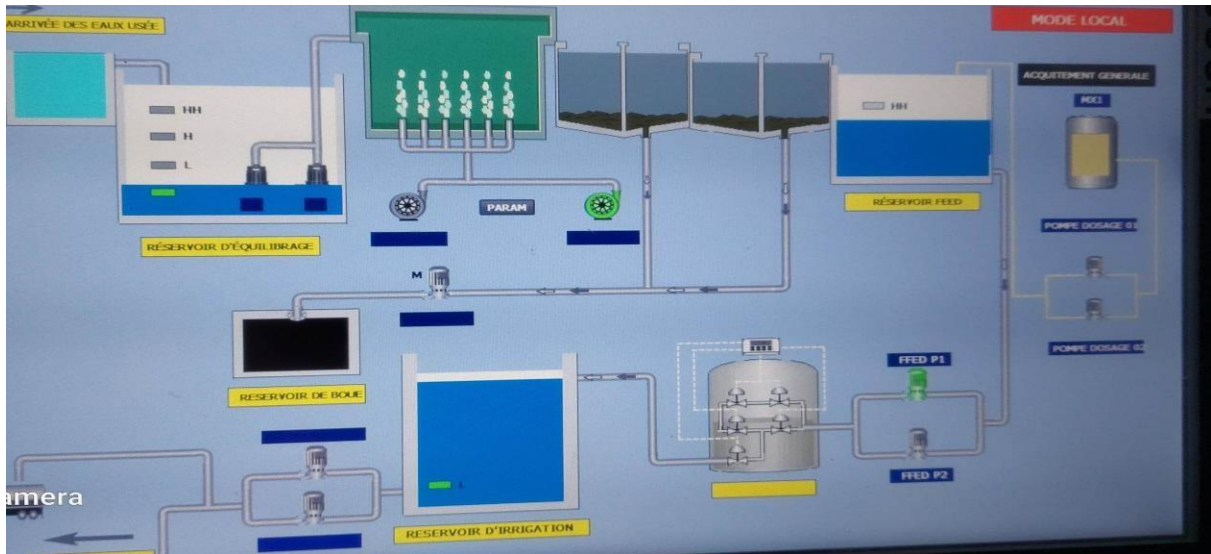


Figure N°23 : photo de système automatique de station STEP LCM
(GHALIA.S. LAIFA.A, 2023)

2.4.4.1 Bassin de relevage des eaux usées brutes (figure N° 24)



Figure N°24 : Bassin de relevage des eaux usées brutes juin 2023

Le débit d'eaux usées brutes, normalement provenant des égouts, doit s'écouler librement dans le puits humide des eaux usées brutes où il rencontrera une solution de contrôle des odeurs. La capacité de travail du puits humide est le volume situé en dessous du niveau des égouts, qui doit être suffisant pour contenir tout excès d'eaux usées pendant

Chapitre II :Présentation de la cimenterie LAFARGE de M'sila LCM et sa station d'épuration des eaux usées

Les périodes où le débit provenant des égouts dépasse le débit maximal prévu vers la station d'épuration des eaux usées. (Tableau N°6)

Les pompes submersibles des eaux usées dans le puits humide sont actionnées par des interrupteurs de niveau et transportent les eaux usées vers l'usine d'aération prolongée, qui est située à la surface.

Tableau N°6 :grille du réservoir brute

Quantité	Un
Type	Incliné, râteau manuel
Matériau de construction	Acier au carbone, sablé et fini avec deux couches d'époxy
	au goudron de houille
Espacement des barres	25 mm
Inclinaison de la grille	55°
Fabricant	Local

2.4.4.1 Bassin d'aération (Figure N°25)

Le débit pompé des eaux usées brutes provenant de la station de relevage des eaux usées brutes arrive à l'usine d'aération prolongée via la grille manuelle, qui retient les débris qui pourraient autrement causer des obstructions et qui doivent être raclés manuellement périodiquement. La grille est logée dans une boîte de grille qui, sur les plus petites usines de la gamme, peut comporter un système de déversement conçu pour permettre uniquement le débit maximal prévu de passer au processus d'aération prolongée tandis que le débit excédentaire est renvoyé à la station de relevage des eaux usées brutes.

Chapitre II :Présentation de la cimenterie LAFARGE de M'sila LCM et sa station d'épuration des eaux usées

Les eaux usées filtrées se déversent dans le réservoir d'aération où elles sont mélangées avec de la boue activée recyclée (un mélange de microorganismes aérobies naturels). Pour que la purification puisse se dérouler, le mélange doit être agité pour éviter le dépôt et être aéré pour fournir de l'oxygène aux microorganismes. L'agitation et l'oxygène sont assurés par le système d'aération



Figure N°25 : bassin d'aération (GHALIA.S. LAIFA.A, 2023)

La station d'aération comprend des soufflantes d'air qui délivrent de l'air à travers un collecteur d'air vers des diffuseurs situés près du fond du réservoir d'aération. Ces diffuseurs permettent de libérer l'air dans le réservoir.

Les microorganismes présents dans le réservoir d'aération éliminent les matières organiques présentes dans les eaux usées et se multiplient en grand nombre. Cette augmentation du nombre de microorganismes conduit à une accumulation excessive de boue activée, qui doit être éliminée périodiquement. La fréquence et le volume des rejets de boue doivent être déterminés en fonction du fonctionnement spécifique de l'usine.

En général, il est estimé qu'entre 0,5 et 1,0 kg de boue sont rejetés pour chaque 1,0 kg de demande biochimique en oxygène (DBO) éliminée par l'usine. Une concentration de boue de 0,5 à 1,0 % est courante pour les rejets de boues excédentaires.

Lorsque la réaction biologique est terminée, le liquide mixte s'écoule vers le réservoir de décantation où la vitesse est réduite dans un tambour de diffusion et la boue activée est séparée de l'effluent secondaire pendant une période de décantation calme.

L'effluent secondaire s'écoule de l'usine via un déversoir de trop-plein et une partie de la boue décantée est renvoyée au réservoir d'aération pour traiter plus d'eaux usées, tandis que le reste est rejeté.

Chapitre II :Présentation de la cimenterie LAFARGE de M'sila LCM et sa station d'épuration des eaux usées

2.4.4.2 Soufflantes d'air(blower)(Vivendi Water Systems Egypt, 2004)

Tableau N°7 : grille du réservoir brute Soufflantes d'air (blower)

Quantité	Deux (1 en fonctionnement / 1 de secours)
Capacité	650 m3/h
Pression de refoulement	500 mbar
Type	Rotatif, à déplacement positif
Filtre	À l'entrée
Silencieux	À l'échappement
Disposition du moteur	Accouplement par courroie trapézoïdale
Bobinage du moteur	TEFC, IP55
Puissance du moteur	15 Kw
Vitesse de la soufflante	2380 tr/min
Vitesse du moteur	2930 tr/min
Isolation	Classe 'F' maximum
Vannes	* Vanne d'isolement
	* Clapet anti-retour
	* Soupape de décharge
Accessoires	* Base de support en acier
	* Tendeur de courroie
	* Supports anti-vibrations
Fabricant / Origine	Aerzener Maschinenfabrik / Allemagne
Modèle	GM 25 S

Chapitre II :Présentation de la cimenterie LAFARGE de M'sila LCM et sa station d'épuration des eaux usées

2.4.4.2 Bassin de décantation (Figure N°26)

Ce bassin de décantation va permettre à la boue de retomber au fond, et à l'eau de rester à la surface. L'eau traitée va être passe au réservoir désinfection



Figure N°26 :Bassin de décantation (GHALIA.S. LAIFA.A, 2023)

Remarque : La boue sera récupérée et triée. 70 % des boues sortant du bassin de décantation seront remises en circulation dans la même station d'épuration, et 30 % seront des boues contenant une concentration importante d'éléments reproductifs. Ces boues subiront un traitement avant d'être renvoyées dans le bassin d'aération

4.3 Système de désinfection



Figure N°27 : Bassin désinfection
(GHALIA.S. LAIFA.A, 2023)

Chapitre II :Présentation de la cimenterie LAFARGE de M'sila LCM et sa station d'épuration des eaux usées

Le trop-plein de l'effluent secondaire de l'usine d'aération prolongée se déverse dans le réservoir de contact/chloration (Figure N°26) où il rencontre une dose contrôlée de solution d'hypochlorite de sodium. La solution d'hypochlorite de sodium est prélevée dans le réservoir de stockage d'hypochlorite Tableau N°8 par des pompes de dosage d'hypochlorite à débit réglable.

Tableau N°8 : réservoirs dosage d'hypochlorite

Quantité	Un
Réactif	Hypochlorite de sodium
Capacité	200 litres
Matériau	Polyéthylène



Figure N°28 : réservoir de préparation de chlore(GHALIA.S. LAIFA.A, 2023)

2.4.4.4 l'étape de filtration tertiaire .:



Figure N°29 : filtre de STEP LCM (GHALIA.S. LAIFA.A, 2023)

Des interrupteurs de niveau dans le réservoir de contact/chloration actionnent des pompes d'alimentation en filtre qui transportent l'effluent secondaire désinfecté vers les filtres tertiaires (Figure N° 29) à travers un milieu filtrant de sable gradué. L'effluent tertiaire des filtres est ensuite dirigé vers le réservoir de stockage de l'effluent traité du client.

Au fur et à mesure (Tableau N°9) que les solides s'accumulent dans le lit de sable, la perte de pression à travers le milieu filtrant augmente et atteint périodiquement une valeur supérieure à celle pour laquelle l'usine ne fonctionnera pas correctement. À ce moment-là, le filtre doit être lavé pour éliminer les solides accumulés. Le milieu filtrant est lavé en sens inverse par un écoulement contrôlé d'effluent tertiaire provenant du réservoir de stockage de l'effluent traité du client par les pompes d'alimentation du filtre. L'eau de lavage remonte à travers le milieu filtrant, évacuant les solides accumulés, et l'eau de lavage usée qui en résulte est renvoyée dans le puits humide des eaux usées brutes pour un prétraitement Filtre à média double sous pression

Chapitre II :Présentation de la cimenterie LAFARGE de M'sila LCM et sa station d'épuration des eaux usées

Tableau N°9 : caractéristique de Filtre à média double sous pression

Quantité	Un (100% en fonctionnement)
Diamètre	36 pouces
Pression de fonctionnement	3,5 bar
Matériau de construction	Acier au carbone
Revêtement	Protégé à l'intérieur avec un revêtement époxy, émaillé à l'extérieur
Débit de service	8 m ³ /h
Heures de fonctionnement	24 heures
Débit de filtration	12 m ³ /m ² .h
Débit de lavage à contre-courant	27 m ³ /h
Type de média	Anthracite / Sable de silice calibré
Fonctionnement	Automatique
Tuyauterie	Tuyauterie frontale en PVC pour le filtre
Vannes	Entrée, sortie, rinçage, contre-lavage, vidange
Fabricant / Origine	Culligan / Italie
Modèle	Hi - Flo 9, UF-36

2.4.4.5 Traitement des boues

Cette étape a été annulée dans le cadre du développement de la station et a été remplacée par lit de séchage (Figure N°30)

2.4.4.4 Lit de séchage



Figure N°30 : Lit de séchage (GHALIA.S. LAIFA.A, 2023)

Remarque : Cette étape a été développée par l'équipe de travail de la station en collaboration avec le service environnement

de l'usine. Elle consiste à utiliser un lit de séchage, qui est composé d'une couche de 50 cm de gravier agissant comme un filtre et un système de drainage pour la récupération de l'eau interstitielle qui s'écoule rapidement à travers le gravier et retourne dans le bassin des eaux brutes. Les boues restent en surface et sèchent progressivement au fil du temps. Elles sont ensuite recyclées avec la matière première dans le four, soit comme un traitement final, soit utilisées comme compost pour les espaces verts de l'usine

CHAPITRE III

MATERIEL ET METHODE

3.1. Présentation de milieu d'étude

- * Nom de station d'épuration : STEP de LCM
- * Commune de hammam d'alaa.
- * Wilaya de Msila
- * Localités concernées par traitement : l'usine LAFARGEHOLCIM.
- * Capacité de la station : 200 m³/j.
- * Milieu récepteur : l'usine LAFARGEHOLCIM /eau réutilisée à des fins espace vert et agricole (périmètre d'irrigation 27 Hectare).
- * Procédé de traitement : par boue activée.
- * Date de mise en service de la station : 15 /09/2004.
- * Caractéristique des eaux usées épurées :
Charge journalière de BOD₅ = 80 kg/j
- * Qualité des effluents après traitement secondaire DBO₅/SS 20/30 ppm
- * Qualité des effluents après traitement tertiaire DBO₅/SS 10/10 ppm
- * Production quotidienne de boues excédentaires 5.5 m³/J
- * Localisation du site de prélèvement Dans ce travail, le prélèvement a été réalisé en 02 points au niveau de STEP LCM.
 - L'eau entrée : l'eau brute.
 - L'eau sortie : l'eau épurée. Apres traitement

Prélèvement des échantillons

Le but général de la manipulation Faire des analyses physico-chimiques de l'eau usée de la STEP LCM

*Echantillonnage Les prélèvements doivent être dans des flacons en plastique préalablement bien lavés et rincés avec de l'eau à examiner.

Remarque 1 : La taille de la station d'épuration est basée sur le débit de pointe des eaux usées. Il est toutefois important de noter que sa capacité est limitée soit par la charge organique quotidienne, soit par le débit hydraulique de conception qui sont inclus dans les données de conception dans le tableau N° 4

3.2 Les paramètres principaux de suivi de la qualité d'eau dans la station

Afin d'évaluer les performances de fonctionnement de la STEP de LCM en matière de respect des normes de rejet et la possibilité de réutiliser ces eaux en agriculture, une série de mesures sur les paramètres de pollution de l'eau ont été effectuées à la sortie (eaux traitées) de la STEP.

Le travail expérimental mené, au niveau de la STEP, a été effectué sur une période d'environ 90 jours allant du 05/04/2023 au 05/06/2023.

Les paramètres ayant fait l'objet d'analyses sont : la température, le pH, la conductivité électrique, le total des sels dissous (TDS), les matières en suspension (MES), la demande biochimique en oxygène (DBO5), la demande chimique en oxygène (DCO), Nitrite et nitrate et phosphate

3.2.1 Les paramètres physico-chimiques

3.2.1.1 Le PH



Figure N° 31 : HANNA PH 210 + température

- C'est le potentiel d'hydrogène qui consiste à mesurer la concentration en ions H^+ dans l'eau afin de déterminer l'acidité ou l'alcalinité de cette eau (Rejsek, 2002) selon la norme **NFT 90-008**

a- Matériels et réactifs utilisés

-Le pH- mètre. Ce paramètre a été mesuré au moyen d'un pH mètre de marque HANNA PH 210

Réactifs : Solution d'étalonnage de 4, 7, 10

b- Mode opératoire

Etalonner le pH-mètre avec la solution tampon

Plonger l'électrode en verre dans le bécher contenant la solution à analyser

Noter la valeur de pH affiché après la stabilisation du lecteur

On constate que les valeurs du pH des eaux traitées sont légèrement alcalines Elles varient de 7,77 à 7,95 proche de la limite recommandée

Pour l'eau d'irrigation sont situées dans la gamme : 5.5 à 8,5.

3.2.1.2 Température

La détermination de la température est faite au laboratoire à l'aide d'un thermomètre incorporé à pH-mètre HANNA PH 210 étalonné avant chaque manipulation. On lit directement la température exprimée en degré Celsius (C°).(LYES, 2014)



Figure N° 32 : température mètre

3.2.1.3 . La conductivité électrique (CE)

La conductivité électrique a été déterminée à l'aide d'un conductimètre électrique qui permet de mesurer également les solides totaux dissous. La mesure de la conductivité donne une idée sur la salinité de l'eau, plus la concentration ionique des sels dissous est grande.



Figure N° 33 : Conductivité mètre

La méthode selon la norme ISO 7888 (RéFEA, 2020)

a- Mode opératoire

- Etalonnage de l'appareil.
- Introduire un volume de l'échantillon l'eau à analyser dans bécher.
- Les résultats sont exprimés en $\mu\text{S}/\text{cm}$.

b- Remarque : à partir de cet appareil on peut mesurer la salinité

Les valeurs moyennes enregistrées au cours des trois mois sont presque identiques pour l'eau brute ($<1500 \mu\text{S}/\text{cm}$) et l'eau épurée ($<2300 \mu\text{S}/\text{cm}$), ce qui indique une augmentation de la conductivité électrique (CE) et suggère une forte minéralisation due aux sels présents dans les eaux brutes.

Malgré cela, la conductivité de l'eau de la STEP LCM est conforme aux normes algériennes.

3.2.1.4 Demande biochimique en oxygène (DBO5)

La DBO (demande biochimique en oxygène) exprime la quantité d'oxygène nécessaire à la dégradation de la matière organique biodégradable d'une eau par le développement de micro-organismes, dans des conditions données.

Chapitre III : Matériels et méthodes

Les conditions communément utilisées sont 5 j (on ne peut donc avoir qu'une dégradation partielle) à 20°C, à l'abri de la lumière et de l'air; on parle alors de la DBO₅. Cette mesure est très utilisée pour le suivi des rejets des stations d'épuration, car elle donne une approximation de la charge en matières organiques biodégradables. Elle est exprimée en mg de O₂ consommé (cf. tableau ci-dessous)

a- Mode opératoire

En ce qui concerne la méthode physico-chimique, on utilise une sonde à oxygène dissous (oxymètre) pour mesurer la concentration en O₂ d'un échantillon représentatif,

Avant de répéter l'opération après 5 jours d'incubation.

La différence entre les deux valeurs donne la DBO₅

Selon la méthode standard 5210 B. Les résultats sont exprimés en mg/l.

b- Matériel

A l'obscurité à l'aide d'un système de mesure OxiTop. Ce système est plus pratique, rapide et donne des résultats représentatifs.



Figure N° 34 : DBO mettre

3.2.2 Analyses avec Spectrophotomètre



Figure N°35 : Jenway 6300 - longueur d'onde : 320 à 1000 nm - pour une cuve 10 x 10 mm (Spectrophotomètres, 2021)

3.2.2.1. Demande chimique en oxygène (DCO)

La DCO ne fait l'objet d'une réglementation dans la majorité des normes, mais dans tous les cas, elle ne doit pas dépasser 120 mg/l selon l'OMS.

La méthode photométrique

Au cours de la digestion, l'ion dichromate oxyde 95 à 97 % des composés organiques de l'échantillon. Il en résulte une réduction de l'ion chrome de l'état hexavalent (VI) à l'état trivalent (III).

Les deux espèces chromiques sont colorées et absorbent la lumière dans le spectre visible. Alors que l'ion dichromate est très absorbant à une longueur d'onde de 400 nm, l'ion chromique (Cr^{3+}) absorbe très peu. Par contre, à une longueur d'onde de 600 nm, l'ion chromique est très absorbant tandis que le dichromate se révèle d'une absorbance quasi nulle. Ainsi, pour des valeurs DCO situées entre 100 et 900 mg/L, le photomètre émet une lumière blanche avec filtre à bande passante 600 nm pour déterminer l'augmentation de concentration des ions chromiques (Cr^{3+}). Des valeurs DCO supérieures peuvent être obtenues en procédant à une dilution de l'échantillon. Pour les valeurs DCO de 90 mg/L et en dessous, on observera la diminution de la concentration des ions dichromate à une lumière d'une longueur d'onde de 420 nm émise par l'instrument.

3.2.2.2 Les matières en suspension (MES)

Les matières en suspension (MES) sont les matières en phase transitoire dans les stations d'épuration. C'est-à-dire qu'elles ne sont pas sous forme de colloïdes ou dissoutes. Comme leur nom l'indique, il s'agit de particules en suspension dans le liquide. Elles peuvent être filtrées et sont composées de particules organiques et minérales.

La teneur en matières en suspension est obtenue par la pesée après filtration et séchage à 105 °C. Elle est exprimée en milligramme par litre (mg/l), selon la norme NF EN 872.

La méthode de photométrie de détermination des MES est une mesure directe, simple qui ne nécessite ni filtration, ni séchage, ni pesée. (Technologie and Laboratoire, 2014)



Figure N°36 : Dans DJAOUDA LAB

Figure N°37 : dans labo de station de LCM

On homogénéise l'échantillon de l'eau brute et épurée,

On verse ensuite 10 ml dans le flacon colorimétrique,

La lecture des résultats se fait suivant les étapes citées ci-dessous :

-On choisit le numéro du programme,

-Verser le blanc (10 ml eau distillée) et l'échantillon (10 ml eau brute, 10 ml eau épurée)

Dans les cuvettes de colorimètre.

-Placer le blanc dans le puits de mesure

- Presser sur zéro,
- Agiter puis placer l'échantillon dans le puits du colorimètre,
- Remettre le capuchon de l'appareil et appuyez sur le bouton read et noter le résultat

3.2.2.3 Nitrates

- 1- Préparez les échantillons : Collectez les échantillons d'eau à analyser et assurez-vous qu'ils sont représentatifs de la zone d'échantillonnage.
- 2- Préparez les réactifs :
- 3- Préparez la solution réactive appropriée pour la mesure des nitrates selon le protocole choisi (par exemple, solution de réactif de réduction).
- 4- Allumez le photomètre : Mettez le photomètre Jenway 6300 sous tension en appuyant sur le bouton d'alimentation.
- 5- Calibrez l'instrument : Effectuez une calibration de l'instrument en utilisant des standards de concentration connue de nitrates. Suivez les instructions spécifiques du photomètre pour effectuer la calibration.
- 6- Préparez les cuvettes : Nettoyez les cuvettes en verre ou en plastique fournies avec le photomètre et séchez-les soigneusement.
- 7- Remplissez les cuvettes : Remplissez deux cuvettes avec l'échantillon à tester jusqu'à la marque de niveau indiquée. Remplissez une autre cuvette avec de l'eau distillée ou déionisée pour une référence de blanc.
- 8- Effectuez la mesure : Insérez la cuvette contenant l'eau distillée ou déionisée dans le compartiment du photomètre et appuyez sur le bouton de mesure pour enregistrer la référence de blanc. Ensuite, insérez la cuvette contenant l'échantillon à tester dans le compartiment et
- 9- appuyez à nouveau sur le bouton de mesure pour enregistrer la lecture.
- 10- Enregistrez les résultats : Notez la valeur affichée par le photomètre pour la lecture de l'échantillon.
- 11- Calculez la concentration de nitrates : Utilisez les valeurs de référence de blanc et de l'échantillon pour calculer la concentration de nitrates en vous référant à la courbe d'étalonnage établie lors de la calibration.
- 12- Interprétez les résultats : Comparez la concentration de nitrates obtenue avec les limites réglementaires ou les normes de qualité pour déterminer si l'échantillon est conforme ou non.

13- Nettoyez le photomètre : Rincez soigneusement les cuvettes et nettoyez l'instrument conformément aux instructions du fabricant pour éviter toute contamination croisée entre les échantillons.

Il est important de noter que ce mode opératoire fourni est une indication générale et que les étapes précises peuvent varier en fonction du modèle spécifique du photomètre Jenway 6300 et du protocole d'analyse choisi. Il est donc recommandé de consulter le manuel d'utilisation du photomètre pour des instructions détaillées et spécifiques.

(Le même méthode avec Nitrites ET Phosphates)

Chapitre IV

Résultats et discussion

Problème :

Au cours du dernier mois, nous avons observé une détérioration de la capacité de traitement de l'eau de la station d'épuration de LCM. On a proposé aux responsables de STEP LCM d'explorer ce sujet dans le cadre de notre mémoire. À travers cette étude, nous envisageons de développer un modèle d'analyse afin de trouver une solution au problème de la station d'épuration de LCM.

Remarque :

Les analyses ont été réalisées dans le laboratoire de la station et dans des laboratoires externes sous contrat avec elle (DJAOU DALAB et AMANELAB). Trouvés sont dans ce tableau :

Chapitre IV : Résultats et discussion

Tableau 10 : des résultats d'analyses de derniers 03 mois avril- mai- juin 2023

Paramètres physico-chimique	Avr-23		Mai-23		Juin-23		Normes
	Entrée	Sortie	Entrée	Sortie	Entrée	Sortie	
PH	7,52	7,95	7,67	7,77	7,63	7,78	8,5
Température c°	20	23	21	24	22	25	30
MES mg/l	20	200	22	250	20	300	35
DCO mg/l	100	30	102	25	101	36	80
DBO5 mg/l	35	64	30	77	35	80	30
Conductivité A 25° US/CM	1500	2100	1452	2200	1418	2300	2500
SALINITE 0 ppt	0,7	0,8	0,75	0,8	0,7	0,9	0,75
Minimalisation mg/l	1100	1181	1090	1200	1073	1300	
Résidu sec 105 ° mg/l	822	1083	830	1100	832	1200	
Paramètres de pollution							
Ammonium	2,07	1,3	2	2,7	2,06	2,8	0,5
Nitrates mg/l	9	41	9,11	28	9	19,5	50
Phosphates mg/l	0,09	0,3	0,1	1,6	0,09	1,7	0,5
Nitrites mg/l	0,3	1,3	0,31	2,1	0,3	2,7	0,1

(GHALIA.S. LAIFA.A, 2023)

Potentiel d'Hydrogène (pH)

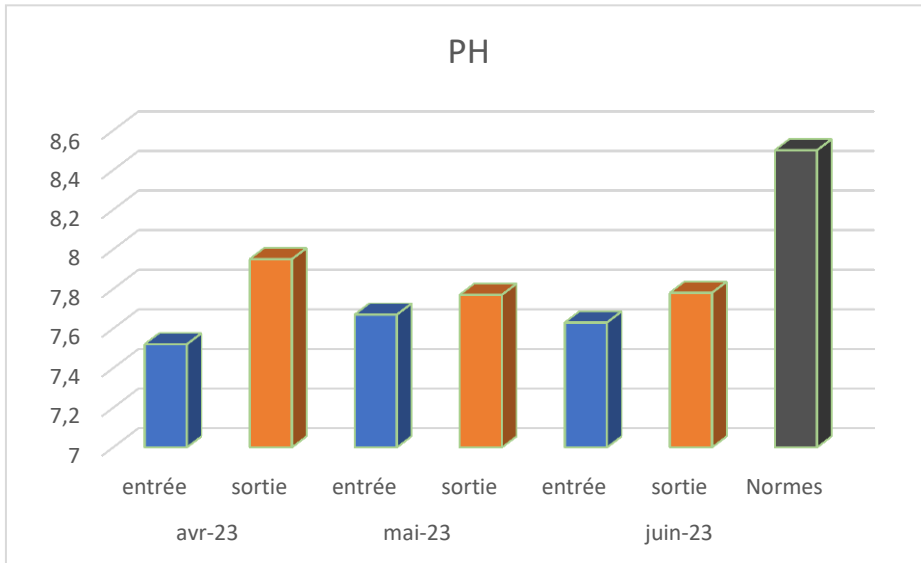


Figure N°38 : Histogrammes de l'évolution de PH à l'entrée et la sortie de station d'épuration LCM (2eme trimestre 2023).

Le ph est entre 7.52-7.95 a la norme de OMS (7.5-8.5)

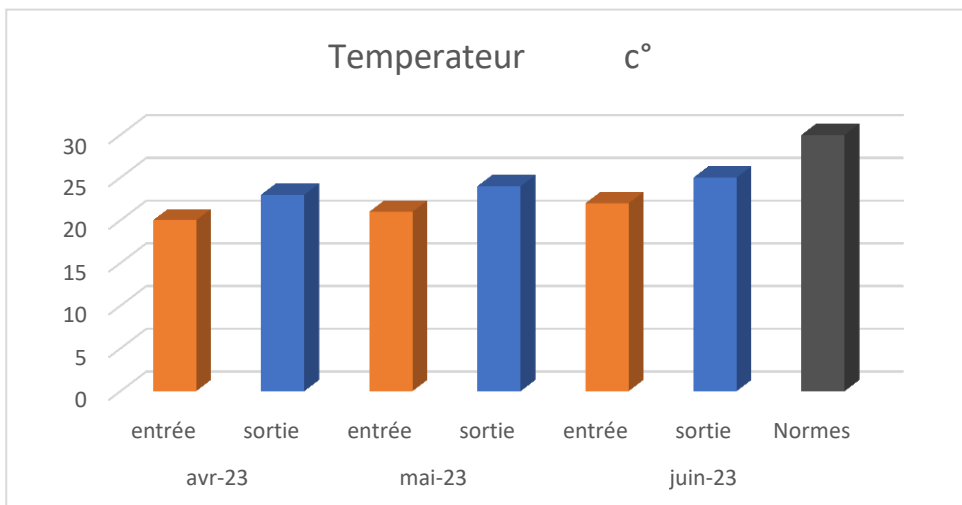


Figure N°39 : Histogrammes de l'évolution de la température à l'entrée et la sortie de station d'épuration LCM (2eme trimestre 2023).

Malgré que les différentes valeurs de température soient liées aux conditions climatiques, en examinant les résultats obtenus, on remarque que les températures des eaux traitées varient de 23 °C à 25 °C. On constate que ces températures sont compatibles avec la limite recommandée pour l'eau d'irrigation, qui est $T < 30\text{ °C}$

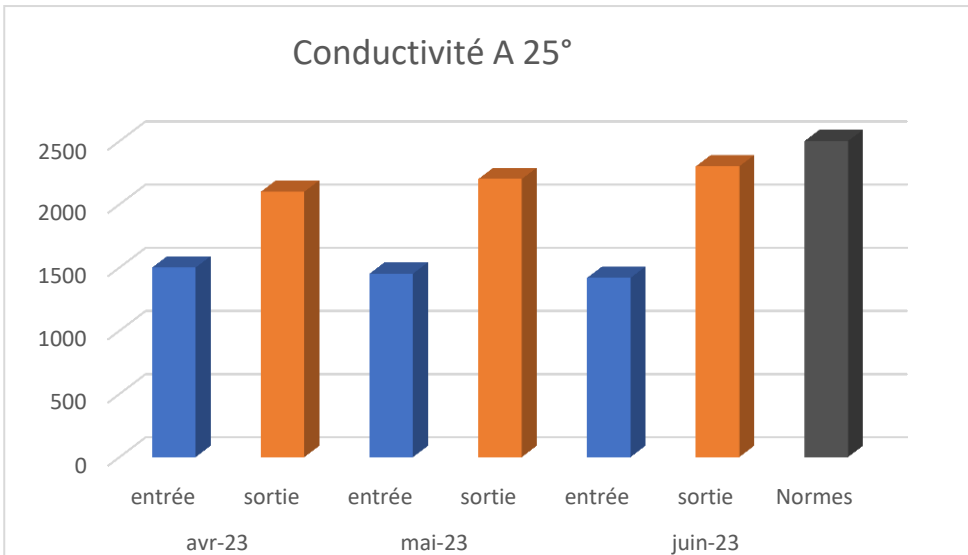


Figure N°40 : Histogrammes de l'évolution de la conductivité à l'entrée et la sortie De station d'épuration LCM (2eme trimestre 2023)

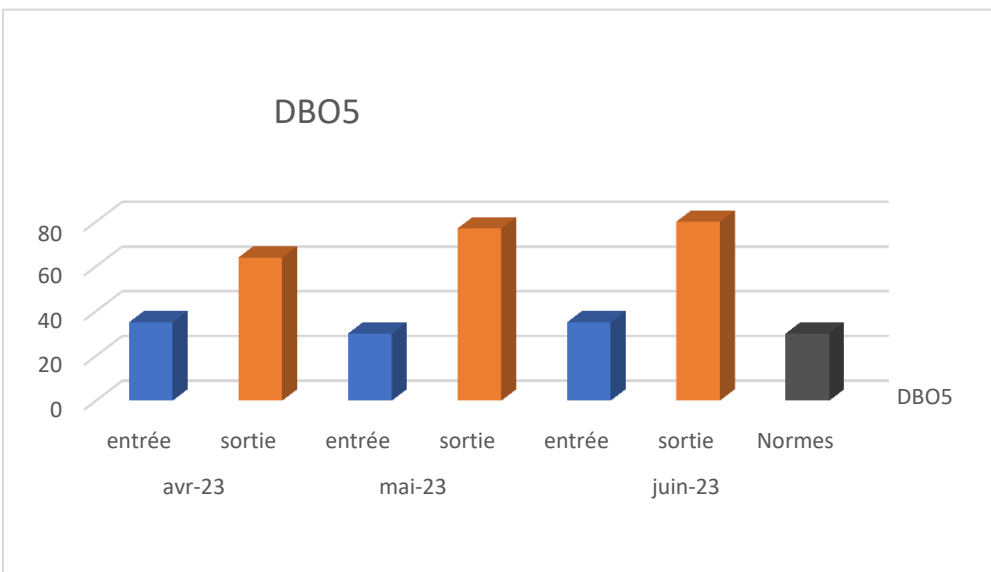


Figure N°41 : Histogrammes de l'évolution de DBO5 à l'entrée et la sortie de station d'épuration LCM (2eme trimestre 2023).

L'eau usée brute à l'entrée de la station présente une DBO₅ supérieur à 35 mg/l. Par contre, pour l'eau traitée, on remarque que la DBO₅ à la sortie de la station est d'une moyenne de 73 mg/supérieur la norme

La diminution de la valeur de DBO₅ de l'entrée à la sortie, prouve l'efficacité du design et le traitement de la station d'épuration LCM et de sa capacité de 80 kg/jour

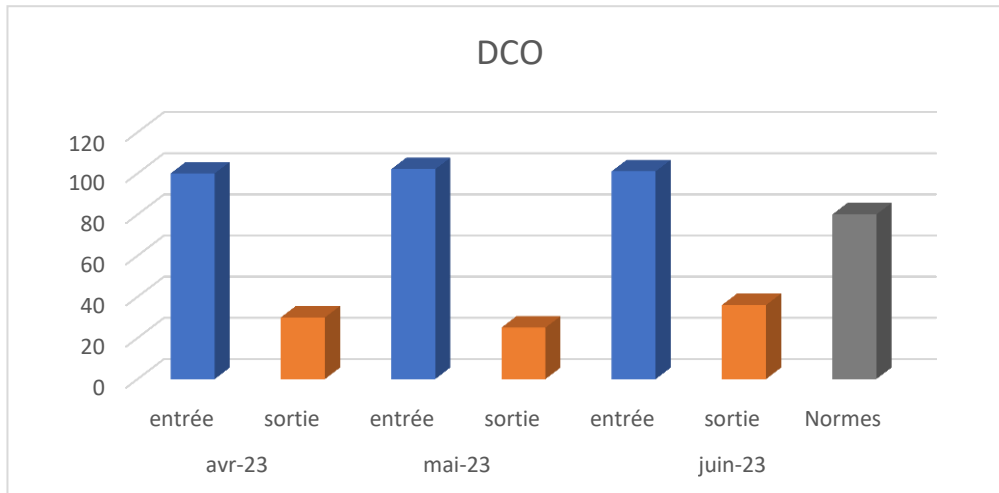


Figure N°42 : Histogrammes de l'évolution de DCO à l'entrée et la sortie de station d'épuration LCM (2eme trimestre 2023).

En observant le Histogrammes de l'évolution de la DCO, on constate que la concentration de DCO dans l'eau traitée par la station d'épuration (STEP) n'est pas stable. De grandes variations sont observées, avec une teneur de 100 mg/l dans l'eau brute et de 30 mg/l dans l'eau traitée, sans toutefois dépasser la limite maximale de 120 mg/l fixée par l'OMS pour la réutilisation. Ces variations dans la concentration de DCO sont probablement dues aux fluctuations de la quantité d'oxygène dans les bassins d'aération

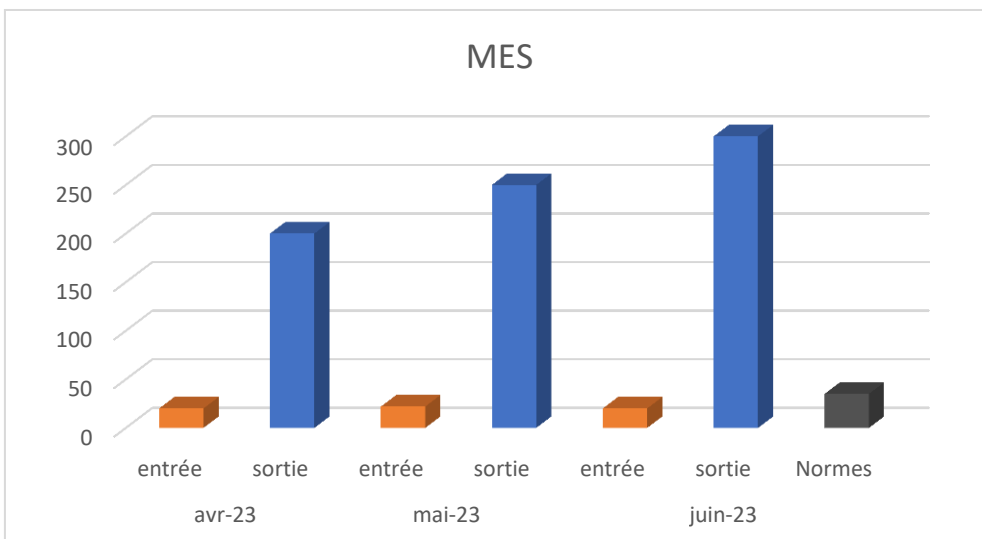


Figure N°43 : Histogrammes de l'évolution de MES à l'entrée et la sortie de station d'épuration LCM (2ème trimestre 2023).

Chapitre IV : Résultats et discussion

L'histogramme révèle que les MES à l'entrée de la station ont une valeur moyenne de 21 mg/l, tandis qu'à la sortie de la station, cette valeur moyenne s'élève à 250 mg/l. Il est clairement constaté que cette dernière dépasse largement la limite légale de la norme algérienne fixée à 35 mg/l. Les analyses indiquent ainsi l'inefficacité du filtre d'une part, et la présence abondante de boues dans le décanteur.

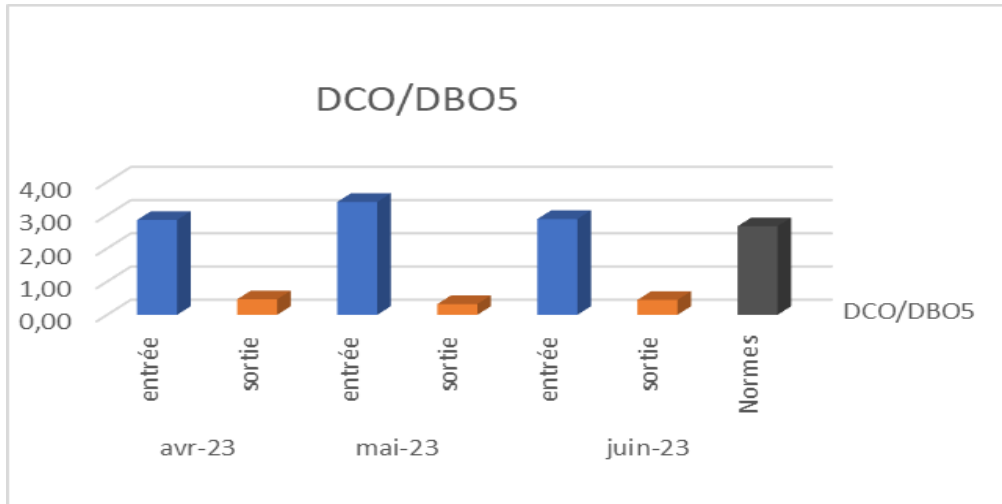


Figure N°44 : Histogrammes de l'évolution de DCO/DBO5 à l'entrée et la sortie de station d'épuration LCM (2eme trimestre 2023)

Nous utilisons l'équation DCO/DBO5 comme indicateur de la biodégradabilité de la matière organique dans l'eau, ce qui peut fournir des informations précieuses pour évaluer l'efficacité des procédés de traitement de l'eau de station

La valeur DCO/DBO5 de l'eau traitée en amont est supérieure à celle de l'eau brute, ce qui indique la présence de matières organiques faiblement biodégradables. Cela signifie que la dégradation biologique de ces matières sera plus difficile et prendra plus de temps.

3.2.2 Paramètres de pollution

3.2.2.2 Nitrates

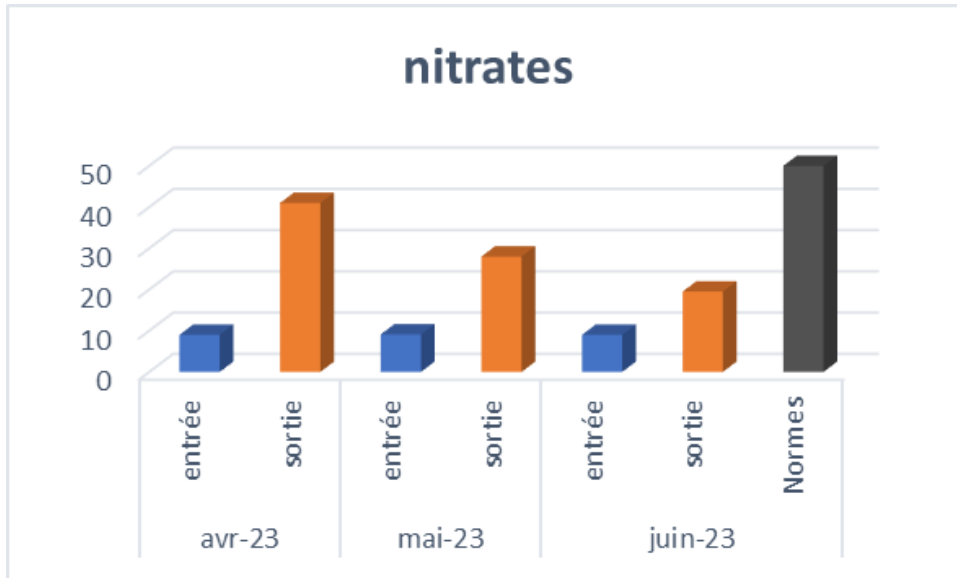


Figure N°45 : Histogrammes de l'évolution de nitrates à l'entrée et la sortie de station d'épuration LCM (2eme trimestre 2023)

La figure N°45 montre la variation de la concentration en nitrates dans l'eau en sortie de la STEP. La valeur maximale tolérée pour l'irrigation est de l'ordre de 30 mg/l selon la FAO et les normes algériennes (voir annexe 1).

3.2.2.3 Nitrites

Les nitrites sont formés lors de l'oxydation de l'ammonium (dans un bassin d'aération Ils sont très toxiques pour la faune aquatique

Car ils perturbent la fixation de l'oxygène, surtout lorsque le pH est inférieur à 7, Les nitrites peuvent aussi poser des problèmes de santé publique

Des concentrations en NO₂ inférieures à 1 mg/l peuvent engendrer du stress et des mortalités piscicoles. Pour cela, on peut dire que la concentration en NO₂ ne devrait pas dépasser 1 mg/l dans les rejets de stations.

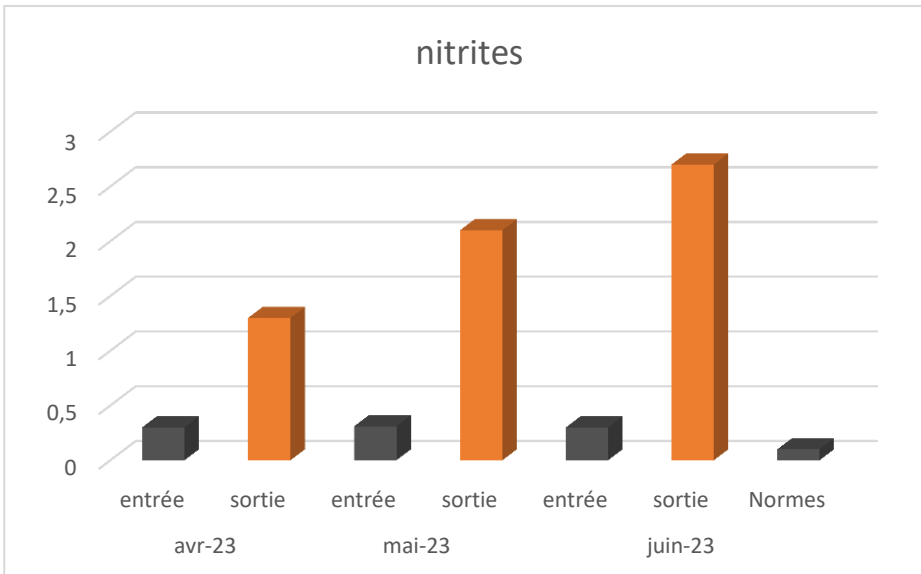


Figure N°46 : Histogrammes de l'évolution de Nitrites à l'entrée et la sortie de station d'épuration LCM (2eme trimestre 2023).

Selon les résultats indiqués sur le tableau N° 10 on observe que les valeurs des nitrates (N-NO₃) dans l'eau épurée sont largement inférieures à la limite fixée pour les eaux d'irrigation (soit 50 mg/l). Les teneurs en nitrates oscillent entre 19 et 41 mg/l et dépendent du rendement des bactéries de nitrification-dénitrification.

Histogrammes ici qui présente l'évolution dans les 03 mois pour des nitrates des eaux usées entre l'entrée et la sortie, montre que les teneurs en nitrates augmentent à la sortie de la step et que leur

Variation est aléatoire. Ces résultats peuvent être expliqués par la prolifération des algues au niveau du bassin de finition. Malgré que la croissance des phytoplanctons nécessitent les nutriments tels que L'azote et le phosphore

3.2.2.4 Phosphates

Les phosphates (appelés aussi ortho phosphates) (ions PO₄) sont la forme la plus simple et la plus répandue du phosphore dans l'eau La quantité d'ortho phosphates d'une eau se mesure en mg/l. de PO₄ Dans les eaux superficielles, la teneur naturelle en phosphates est de l'ordre de 0,1 à 0,2mg de PO₄/l. pour moins de 0,1mg de P/l. en phosphore total. La mesure de la fraction organique de phosphore d'une eau s'obtient à l'analyse par différence entre le phosphore total et les ortho phosphates.

Le phosphate de calcium minéral contenu dans les roches calcaires est peu soluble et n'est donc pas responsable de la pollution des eaux par excès de phosphore.

Chapitre IV : Résultats et discussion

Critères analytiques du PO₄ dans l'eau :

de 0 à 0,1mg/l. de PO₄ très bon.

de >0,1 à 0,5 mg/l. : bon.

de >0,5 à 1 mg/l. : médiocre.

de >1 à 2 mg/l. : pollution.

de >2 mg/l. : très pollué. (Phosphore sédimentaire)

Dans les cours d'eau, les sédiments peuvent stocker ou relarguer du phosphore en fonction de l'état physico-chimique des eaux.

D'après la présentation graphique

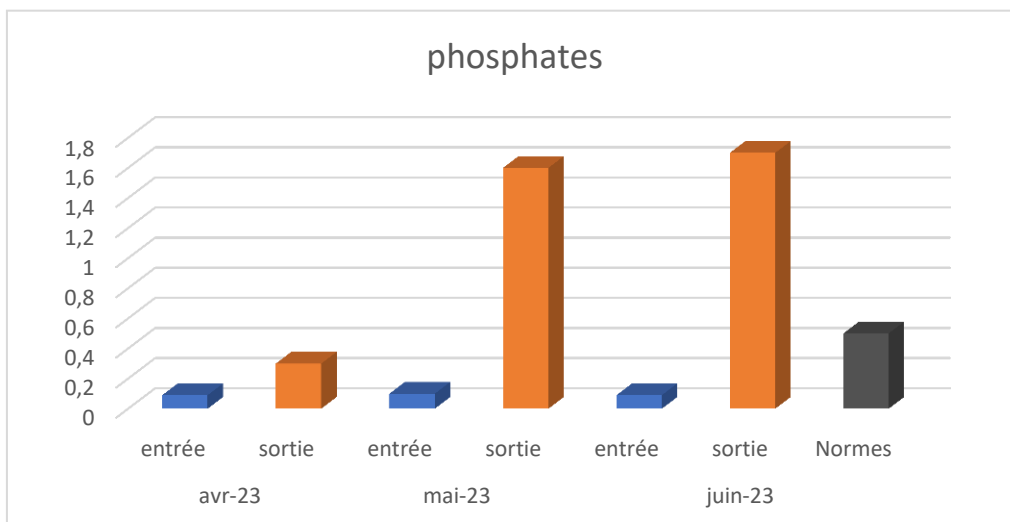


Figure N°47 : Histogrammes de l'évolution de Phosphates à l'entrée et la sortie de station d'épuration LCM (2eme trimestre 2023).

On remarque une diminution de la teneur en PO₄³⁻ même s'elles ne sont pas conformes à la norme fixée par l'OMS (2004) qui est valeur de l'eau sortir >1 à 2 mg/c'est à dire il Ya de pollution.

Ceci s'explique par une perturbation du processus biologique responsable de la dégradation de phosphore, ou bien à l'arrivée excessive de phosphates dans la station d'épuration, du moment qu'il n'y pas de traitement tertiaire et cela est probablement dû au phénomène de Bulking.

Conclusion

CONCLUSION GENERAL :

Ce travail a été réalisé dans le but d'établir un diagnostic de l'état physico- chimique des eaux usées de station d'épuration LCM la performance de sa STEP. D'après cette caractérisation on constate que :

-Les effluents de la DCO, la DBO5 et les MES, sont relativement concentrés par rapport à la norme algériens. Cette concentration des eaux traités se traduit, dans ce cas par des valeurs moyennes de DCO et DBO5 dépassant les limites supérieures des gammes habituelles

-Les températures et le pH a la norme algérienne

-Le rapport DCO/DBO5 calculé montre une valeur moyenne de 5.26 pour l'eau traite de la STEP à caractère mixte, cela permet de dire que ces effluents contiennent des substances peu biodégradables

-Les MES dépasse largement la limite légale de la norme algérienne fixée à 35 mg/l.

-Les analyses indiquent ainsi l'inefficacité du filtre d'une part, et la présence abondante de boues dans le décanteur.

Apporter des solutions au problème de la STEP LCM

D'après les résultats précédents, il est évident que la station d'épuration LCM est actuellement hors service. Par conséquent, nous vous suggérons les mesures suivantes :

- 1- Effectuer un nettoyage complet de tous les réservoirs de la station.
- 2- Nettoyer le filtre de manière à le rendre opérationnel après le nettoyage des réservoirs.
- 3- Assurer une désinfection continue dans le réservoir : de désinfection en utilisant du chlore ou des rayons UV.
- 4- Après la mise en service de la station et la formation des boues, il est nécessaire d'évacuer les boues du bassin de décantation vers le bassin de séchage des boues. Environ deux tiers du volume des boues sont envoyés vers le bassin de séchage, tandis que le tiers restant est renvoyé au bassin d'aération pour maintenir l'activité des bactéries aérobies.

Ces actions sont essentielles pour rétablir le fonctionnement normal de la station d'épuration LCM.

START-UP شركة ناشئة

Immédiatement après avoir fourni les solutions nécessaires pour remettre la station dans son fonctionnement habituel dans notre mémoire MASTRE ACADIMIQUE

Je suis Ghalia Seddik, j'ai entamé le processus de candidature pour une start-up, le projet était auparavant inscrit à l'Incubateur M'sila

Ma startup est spécialisée dans l'analyse et la résolution de problèmes liés aux équipements et à la maintenance, s'appuyant sur plus de 25 ans d'expérience dans le domaine du traitement des eaux principalement dans les stations des dessalements, les stations d'épuration

Notre société :

Notre société offre des services d'analyse pour tous types d'eaux, ainsi que des services de maintenance préventive et corrective des équipements de traitement. Nous proposons également des services de nettoyage et de désinfection des réservoirs.

REFERENCES ET BIBLIOGRAPHIQUE :

- Aiche Omar, Chouiref abdelhadi Houcine, K.A. (2022) 'La caractérisation du ciment pétrolier local'.
- Allen, J. (1994) Allen J., Choate J., Mckim M., 1994 : Surveillance de qualité des eaux de surface. Guide à l'intention des citoyens. Des étudiants et des communautés du Canada atlantique, p103.
- AROUA A. (1994) AROUA A. L'homme et son milieu. Edition société national. Alger, (1994).
- Asano T (1998) Asano T., 1998: Wastewater reclamation and reuse. Water quality management library, p1475.
- Baumont, C. (2004) 'Spatial effects in housing price models: do house prices capitalize urban development policies in the agglomeration Dijon (1999)?', Regional group seminar of the Federal Reserve Bank of Chicago [Preprint], (1999). Available at: www.u-bourgogne.fr/LEG.
- BAUMONT S (2005) BAUMONT S, CAMARD J-P, LEFRANC A, FRANCONI A. Réutilisation des eaux usées épurées : risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. Institut d'aménagement et d'urbanisme de la région Ile-de-France, France, (2005).
- Bouziane M. (2000) Bouziane M., 2000 : l'eau de la pénurie aux maladies. Ed. Ibn Khaldoun, p 130.
- Cauchi. , Hyvrard. (1996) Cauchi. , Hyvrard., Nakache., Schwartzbrod., Zagury., Baron., Carre., Courtois., Denis., Dernas., Larbaigt., Derangere., Martigne., Seguret., 1996 : Dossier : la réutilisation des eaux usées après épuration. Techniques, Sciences et Méthodes, 2 : 81-118.
- Choocat B (1997) - Choocat B., 1997 : Encyclopédie de l'hydrologie urbaine et de l'assainissement. Ed Technique et Documentation, p 24.
- Cimenterie LAFARGE. Msila (2015) document interne.
- CSHPF. (1995) CSHPF., 1995 : Recommandations sanitaires relatives à la désinfection des réseaux usés urbains, p22.
- Degrémont (2004) Degrémont, (2004), Mémento technique de l'eau , Tome 1, collection

degrémont.

- Djeghaba Mounir, B. souhila et B.H. (2020) Valorisation et élimination de la boue Des eaux usées de l'usine Lafarge ciment de M'sila (LCM).
- Donnier.Brigitte (no date) 'Brigitte Donnier, La pollution chimique en méditerrané, Laboratoire C. E. R. B. O. M., Nice, France'.
- Elskens M. (2010) Elskens M.,2010 : Analyse des eaux résiduaires, Mesure de la pollution. Techniques de l'ingénieur, P4200v2.
- Elskens M., 2010 (2008) 'Analyse des eaux résiduaires, Mesure de la pollution . Techniques de l'ingénieur', p. P4200v2.
- F. HRRLEKAS (2008) F. HRRLEKAS ; « Couplage des procédés membranaires aux techniques physico- chimiques ou biologique pour le traitement des rejets liquides de l'industrie de textile », Thèse de doctorat, université cadi ayyad, de MARRAKECH, Maroc, 2008.
- F, L. (2006) Ladjel F, Exploitation d'une station d'épuration à boue activée niveau 02. Centre de formation au métier de l'assainissement. CFMA, Boumerdes, 2006.
- Faby J.A. (1997) Faby J.A., Brissaud F., 1997 : L'utilisation des eaux usées épurées en irrigation. Office International de l'Eau, p76.
- Gaid, A. (1984) Gaid A, (1984), « Épuration biologique des eaux usées urbaines tome I », édition OPU, Alger.
- GHALIA.S. LAIFA.A (2023) Caractérisation physico chimique de rejet de la STEP LCM M'sila
- Grosclaude, G. (1999) Grosclaude, Gérard, dir. (1999) L'eau, tome 1 : Milieu naturel et maîtrise et tome 2 : Usages et polluants. Versailles, Institut National de la recherche Agronomique (Coll. « Un point sur ... »)
- Juel, U.D.E. (2012) 'pa,t ~':»
- Khawla, M. and Rima, S. (2017) 'Remerciements'.
- LYES, T. (2014) 'Suivi de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux usées de Ouargla au cours de leur traitement', pp. 1–70.
- M. Zeghoud (2014) - Zeghoud M., 2014 : Etude de système d'épuration des eaux usées urbaines par lagunage naturel de village de Méghibra ; mémoire de fin d'étude de Master en hydraulique Université d'El-Oued.

- **Metahri, M.S.** (2012) Élimination simultanée de la pollution azotée et phosphatée des eaux usées traitées, par des procédés mixtes. Cas de la STEP Est de la ville de Tizi_Ouzou
- Thèse de doctorat. Université Mouloud Mammeri De TIZI-OUZOU.
- **MIZI, A.** (2006) A. MIZI. Traitement des eaux de rejets d'une raffinerie des corps gras région de BEJAIA et valorisation des déchets oléicoles Thèse de doctorat. Université de Badji Mokhtar. ANNABA. Algérie, 2006.
- **Moussa. Moumouni. Djermakoye H** (2005) Moussa. Moumouni. Djermakoye H., 2005 : Les eaux résiduaires des tanneries et des teintureries caractéristiques physico-chimiques et biologiques « impact sur les eaux de surface et les eaux souterraines ». Université de Bamako, Bamako, p 119.
- **Mr. Rahou Kada Boubakeur** (2014) 'Mr. Rahou Kada Boubakeur (2014), Evaluation des performances des aérateurs de surface de la STEP d'El-kerma Oran , mémoire de master, département de génie chimie, université d'Oran'.
- **Nalco.** (1983) □Nalco., 1983.Manuel de l'eau, Tec- Doc– Lavoisier, Paris.
- **ONA, R.** de l'office national de l'assainissement A. and S, P. (2013) 'ONA', Apport dia.
- **P.Savary** (2003) Savary P., 2005 : guide des analyses de la qualité des eaux. Edition technicité, Paris 2003.
- **Parveau, P.** (2011) bactéries multirésistantes dans l'environnement : recherche dans les effluents de la ville de Toulouse. Thèse pour le diplôme D'état de Docteur en pharmacie. université de Limoges, faculté de pharmacie,.
- **Présentation de Lafarge ciment de m'sila** par la communication lafarge en 15 novembre 2015. (2015).
- **RéFEA** (2020) 'Analyse Physico-Chimique', 2020, 4, pp. 1–26.
- **Rejsek, F.** (2002) Rejsek, F. (2002) Analyse des eaux : Aspects réglementaires et techniques. Scéren (CRDP AQUITAINE). Coll. Biologie technique. Sciences et techniques de l'environnement. 360p.
- **Richard** (1996) 'Richard C. 1996. « Les eaux, les bactéries ; les hommes et les animaux ». Edition Elsevier ; Paris.138p.', p. 138.
- **Rodier, J.** (1996) Rodier J., BAZIN C., BROUTIN J.P., CHAMBON P., & RODI L., 1996 : Analyse de l'eau ; eaux naturelles, eaux résiduaires et eaux de mer, 8ème édition,

Dunod, Paris, p1383.

- **Rodier, J. and Legube, B. (2009)** 'L'Analyse De L'Eau Contrôle Et Interprétation', pp. 1–1600. Available at: www.dunod.com.
 - **Roques H. (1983)** Roques H., (1983), Fondement théorique du traitement biologique des eaux, techniques et documentations, Ed LAVOISIER, Paris.
 - **S. Bouafia (2010)** S.Bouafia; dégradation des colorants textiles par procédés d'oxydation avancée basée sur la réaction de fenton ; Thèse de doctorat; Université Saad Dahleb de Blida; Algérie, 2010.
 - **Salghi, R. (2001)** Salghi R., 2001 : Différentes filières de traitement des eaux, ed univ IZ Rabat, p.22.
- Spectrophotomètres (2021) 'série 6300 Un large choix en fonction de votre application ':
- **Tarmoul F; Sodi M (2007)** 'Tarmoul F., Sodi M ;2007 : Mémoire, « Détermination de la pollution résiduelle d'une station d'épuration par lagunage naturel ». Tribune de l'eau n°:563/3. Ed. CEBEDOC, p 27-32.'
 - **Technologie, T.E.T. and Laboratoire, A.E.N. (2014)** 'Nouvelles méthodes de photométrie : Test d ' un nouveau spectrophotomètre'.
 - **Vivendi Water Systems Egypt (2004)** (VWSE) Co.
 - **Xanthoulis.d (1993)** Xanthoulis D., 1993 : Valorisation agronomique des eaux usées des industries agro-alimentaires. Tribune de l'eau n°:563/3. Ed. CEBEDOC, p 27-32.
 - **Xanthoulis D (1993)** 'Xanthoulis D., 1993 : Valorisation agronomique des eaux usées des industries agro-alimentaires. Tribune de l'eau n°:563/3. Ed. CEBEDOC, p 27-32.'
 - **ZELLA L ; L'eau pénurie ou incurie. Edition OPU Office des Publications Universitaire..pdf** (2007).
 - (<https://www.algerie-eco.com>, 2022) (2022) algerie-eco.com.

ANNEXES

Arrêté interministériel du 8 Safar 1433 correspondant au 2 janvier 2012 fixant les spécifications des eaux usées épurées utilisées à des fins d'irrigation.

Le ministre des ressources en eau,

Le ministre de l'agriculture et du développement rural,

Le ministre de la santé, de la population et de la réforme hospitalière,

Vu le décret présidentiel n° 10-149 du 14 Jomada Ethania 1431 correspondant au 28 mai 2010 portant nomination des membres du Gouvernement ;

Vu le décret exécutif n° 05-464 du 4 Dhou El Kaada 1426 correspondant au 6 décembre 2005 relatif à l'organisation et au fonctionnement de la normalisation ;

Vu le décret exécutif n° 07-149 du 3 Jomada El Oula 1428 correspondant au 20 mai 2007 fixant les modalités de concession d'utilisation des eaux usées épurées à des fins d'irrigation ainsi que le cahier des charges-type y afférent ;

Arrêtent :

Article 1er. — En application des dispositions de l'article 2 du décret exécutif n° 07-149 du 3 Jomada El Oula 1428 correspondant au 20 mai 2007, susvisé, le présent arrêté a pour objet de fixer les spécifications des eaux usées épurées utilisées à des fins d'irrigation conformément à l'annexe jointe.

Art. 2. — le présent arrêté sera publié au *Journal officiel* de la République algérienne démocratique et populaire.

Fait à Alger, le 8 Safar 1433 correspondant au 2 janvier 2012.

Le ministre
des ressources en eau

Le ministre de l'agriculture
et du développement rural

Abdelmalek SELLAL

Rachid BENAÏSSA

Le ministre de la santé, de la population
et de la réforme hospitalière

Djamel OULD ABBES

ANNEXE

SPECIFICATIONS DES EAUX USEES EPUREES
UTILISEES A DES FINS D'IRRIGATION

I. PARAMETRES MICROBIOLOGIQUES

GROUPES DE CULTURES	PARAMETRES MICROBIOLOGIQUES	
	Coliformes fécaux (CFU/100ml) (moyenne géométrique)	Nématodes intestinaux (œufs/l) (moyenne arithmétique)
Irrigation non restrictive. Culture de produits pouvant être consommés crus.	<100	Absence
Légumes qui ne sont consommés que cuits. Légumes destinés à la conserverie ou à la transformation non alimentaire.	<250	<0,1
Arbres fruitiers (1). Cultures et arbustes fourragers (2). Cultures céréalières. Cultures industrielles (3). Arbres forestiers. Plantes florales et ornementales (4).	Seuil recommandé <1000	<1
Cultures du groupe précédent (CFU/100ml) utilisant l'irrigation localisée (5) (6).	pas de norme recommandée	pas de norme recommandée

(1) L'irrigation doit s'arrêter deux semaines avant la cueillette. Aucun fruit tombé ne doit être ramassé sur le sol.

L'irrigation par aspersion est à éviter.

(2) Le pâturage direct est interdit et il est recommandé de cesser l'irrigation au moins une semaine avant la coupe.

(3) Pour les cultures industrielles et arbres forestiers, des paramètres plus permissifs peuvent être adoptés.

(4) Une directive plus stricte (<200 coliformes fécaux par 100 ml) est justifiée pour l'irrigation des parcs et des espaces verts avec lesquels le public peut avoir un contact direct, comme les pelouses d'hôtels.

(5) Exige une technique d'irrigation limitant le mouillage des fruits et légumes.

(6) A condition que les ouvriers agricoles et la population alentour maîtrisent la gestion de l'irrigation localisée et respectent les règles d'hygiène exigées. Aucune population alentour.

2. PARAMETRES PHYSICO - CHIMIQUES

	PARAMETRES	UNITÉ	CONCENTRATION MAXIMALE ADMISSIBLE
Physiques	pH	—	$6.5 \leq \text{pH} \leq 8.5$
	MES	mg/l	30
	CE	ds/m	3
	Infiltration le SAR = $\alpha - 3$ CE		0.2
	3 - 6		0.3
	6 - 12	ds/m	0.5
	12 - 20		1.3
	20 - 40		3
Chimiques	DBO5	mg/l	30
	DCO	mg/l	90
	CHLORURE (Cl)	meq/l	10
	AZOTE (NO ₃ - N)	mg/l	30
	Bicarbonate (HCO ₃)	meq/l	8.5
Eléments toxiques (*)	Aluminium	mg/l	20.0
	Arsenic	mg/l	2.0
	Béryllium	mg/l	0.5
	Bore	mg/l	2.0
	Cadmium	mg/l	0.05
	Chrome	mg/l	1.0
	Cobalt	mg/l	5.0
	Cuivre	mg/l	5.0
	Cyanures	mg/l	0.5
	Fluor	mg/l	15.0
	Fer	mg/l	20.0
	Phénols	mg/l	0.002
	Plomb	mg/l	10.0
	Lithium	mg/l	2.5
	Manganèse	mg/l	10.0
	Mercure	mg/l	0.01
	Molybdène	mg/l	0.05
	Nickel	mg/l	2.0
	Sélénium	mg/l	0.02
	Vanadium	mg/l	1.0
Zinc	mg/l	10.0	

(*) : Pour type de sols à texture fine, neutre ou alcalin.

Tableau 1 Normes de l’OMS de rejet des eaux usées (Rodier and Legube, 2009)

Caractéristiques	Normes	Unités
pH	6.5-8.5	-
Température	<30	°C
DBO ₅	<30	mg/l
DCO	<90	mg/l
MES	<20	mg/l
NH ⁺ ₄	<0.5	mg/l
NO ₂	1	mg/l
NO ₃	<1	mg/l
P ₂ O ₅	<2	mg/l
Couleur	Incolore	-
Odeur	Inodore	-

Tableau 2 Spécifications des eaux usées épurées utilisées à des fins d’irrigation (JORAD, 2012).

PARAMETRES		UNITE	CONCENTRATION MAXIMALE ADMISSIBLE
PHYSIQUE	pH	-	6.5 ≤ pH ≤ 8.5
	MES	mg/l	30
	CE	ds/m	3
	Infiltration le SAR=0-3CE	ds/m	0.2
	3-6		0.3
	6-12		0.5
12-20	1.3		
20-40	3		
CHIMIQUE	DBO ₅	mg/l	30
	DCO	mg/l	90
	CHLORURE (Cl)	meq/l	10
	AZOTE (NO ₃ -N)	mg/l	30
	Bicarbonate (HCO ₃)	mg/l	8.5
Eléments toxiques	Aluminium	mg/l	20.0
	Arsenic	mg/l	2.0
	Béryllium	mg/l	0.5
	Bore	mg/l	2.0
	Cadmium	mg/l	0.05
	Chrome	mg/l	1.0
	Cobalt	mg/l	5.0
	Cuivre	mg/l	5.0
	Cyanures	mg/l	0.5

	Fluor	mg/l	15.0
	Fer	mg/l	20.0
	Phénols	mg/l	0.002
	Plomb	mg/l	10.0
	Lithium	mg/l	2.5
	Manganèse	mg/l	10.0
	Mercure	mg/l	0.01
	Molybdène	mg/l	0.05
	Nickel	mg/l	2.0
	Sélénium	mg/l	0.02
	Vanadium	mg/l	1.0
	Zinc	mg/l	10.0

PARAMETRES		UNITE	CONCENTRATION MAXIMALE ADMISSIBLE
PHYSIQUE	pH	-	$6.5 \leq \text{pH} \leq 8.5$
	MES	mg/l	30
	CE	ds/m	3
	Infiltration le SAR=0-3CE	ds/m	0.2
	3-6		0.3
	6-12		0.5
12-20	1.3		
20-40	3		
CHIMIQUE	DBO ₅	mg/l	30
	DCO	mg/l	90
	CHLORURE (Cl)	meq/l	10
	AZOTE (NO ₃ -N)	mg/l	30
	Bicarbonate (HCO ₃)	mg/l	8.5
Eléments toxiques	Aluminium	mg/l	20.0
	Arsenic	mg/l	2.0
	Béryllium	mg/l	0.5
	Bore	mg/l	2.0
	Cadmium	mg/l	0.05
	Chrome	mg/l	1.0

Cobalt	mg/l	5.0
Cuivre	mg/l	5.0
Cyanures	mg/l	0.5
Fluor	mg/l	15.0
Fer	mg/l	20.0
Phénols	mg/l	0.002
Plomb	mg/l	10.0
Lithium	mg/l	2.5
Manganèse	mg/l	10.0
Mercure	mg/l	0.01
Molybdène	mg/l	0.05
Nickel	mg/l	2.0
Sélénium	mg/l	0.02
Vanadium	mg/l	1.0
Zinc	mg/l	10.0

ANNEXE 4

DJAOUDA LAB

DECISION N° 29 DU 09 JANVIER 2013 (AUTORISE DEPUIS 2003)

ANALYSES ET CONTRÔLE DE LA QUALITE

BULLETIN D'ANALYSES PHYSICO-CIMIQUES

Nom du produit:	Eau de rejet Après traitement
Reçu:	30/05/2023
N° d'inscription:	223/2023
Date de prélèvement:	30/05/2023
Lieu de prélèvement:	Station de traitement Lafarge H. Dalaa

Nom ou raison sociale du client: GHALIA SEDDIK
--

N° du bon de commande: /
Date du bon de commande: /
Adresse: M'SILA

DETERMINATIONS	RESULTATS	CONCENTRATIONS MAXIMALES ADMISSIBLES	REFERENCES
A- PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES			
PH	7,78	6,5-8,5	NA-751
CONDUCTIVITE A 25°C	1331 µs/cm	/	NA-749
MINERALISATION	1006 mg/L	/	NA-6345
RESIDUS SECS à 105°C	723 mg/L	/	NA-6356
B- PARAMETRES DE POLLUTION			
NITRATES	19,5 mg/L	50 mg/L	NA-1656
PHOSPHATES	0,3 mg/L	/	NA-1657
NITRITES	0,4 mg/L	0,1 mg/L	NA-1852
AMMONIUM	2,40 mg/L	/	NA-1657
Demande biologique en oxygène DBO5*	39 mg/L	30mg/L	
C- MINERALISATION			
DURETE TOTALE (TH)	56,8 °F	/	NA-752
CALCIUM	142 mg/L	500 mg/L	NA-1655
MAGNESIUM	26 mg/L	300 mg/L	NA-1655
CHLORURES	738 mg/L	700 mg/L	T 90- 040
SULFATES	120 mg/L	400 mg/L	NA-6361
SALINITE	0,7 ppt	/	
TAUX D'ALCALINITE (TA)	0,00 °F	/	NA-756
TAUX D'ALCALINITE COMPLET (TAC)	25°F	/	NA-756
BICARBONATES	307 mg/L	/	NA-756
CARBONATES	0,00 mg/L	/	NA-756

CONCLUSION: D'après les résultats obtenus ci-dessus et selon l'arrêté du 06 janvier 2013 fixant les valeurs limites maximales et les données particulières relatives aux rejets d'effluents, de déversement ou de dépôts de matières de toute nature ne présentant pas de risques de toxicité ou de nuisance dans le domaine public hydraulique, on peut conclure que l'échantillon soumis à l'essai est non conforme.

Adresse:
Rue du 28 janvier 57
Cité cheikh Taher M'SILA 28000

CPA:315400335121170
RC:01A2828055
MF:296730010024836
AI: 28019102100

Bulletin établi :
04/06/2023

Tel: 035 36 05 13
Fax: 035 36 05 13
Mob: 07 74 40 40 45
E-mail : eldjaoudalab@yahoo.fr

DJAOUDA LAB

DECISION N° 29 DU 09 JANVIER 2013 (AUTORISE DEPUIS 2003)

ANALYSES ET CONTRÔLE DE LA QUALITE

BULLETIN D'ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES

Nom du produit: Eau de rejet
Avant traitement
Reçu: 30/05/2023
N° d'inscription: 222/2023
Date de prélèvement: 30/05/2023
Lieu de prélèvement: Station de traitement
Lafarge H. Dalaa

Nom ou raison sociale du client:
GHALIA SEDDIK

N° du bon de commande: /
Date du bon de commande: /
Adresse: M'SILA

DETERMINATIONS	RESULTATS	CONCENTRATIONS MAXIMALES ADMISSIBLES	REFERENCES
A- PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES			
PH	7,63	6,5-8,5	NA-751
CONDUCTIVITE A 25°C	1418 µs/cm	/	NA-749
MINERALISATION	1073 mg/L	/	NA-6345
RESIDUS SECS à 105°C	832 mg/L	/	NA-6356
B- PARAMETRES DE POLLUTION			
NITRATES	9 mg/L	50 mg/L	NA-1656
PHOSPHATES	0,09 mg/L	0,5 mg/L	NA-1657
NITRITES	0,3 mg/L	0,1 mg/L	NA-1852
AMMONIUM	2,06 mg/L	/	NA-1657
Demande biologique en oxygène DBO5	35 mg/L	30mg/L	
C- MINERALISATION			
DURETE TOTALE (TH)	57,2 °F	/	NA-752
CALCIUM	160 mg/L	500 mg/L	NA-1655
MAGNESIUM	21 mg/L	300 mg/L	NA-1655
CHLORURES	442 mg/L	700 mg/L	T 90- 040
SULFATES	150 mg/L	400 mg/L	NA-6361
SALINITE	0,8 ppt	/	
TAUX D'ALCALINITE (TA)	0,00 °F	/	NA-756
TAUX D'ALCALINITE COMPLET (TAC)	31,5°F	/	NA-756
BICARBONATES	384 mg/L	/	NA-756
CARBONATES	0,00 mg/L	/	NA-756

CONCLUSION: D'après les résultats obtenus ci-dessus et selon l'arrêté du 06 janvier 2013 fixant les valeurs limites maximales et les données particulières relatives aux rejets d'effluents, de déversement ou de dépôts de matières de toute nature ne présentant pas de risques de toxicité ou de nuisance dans le domaine public hydraulique, on peut conclure que l'échantillon soumis à l'essai est non conforme.

Adresse:
Rue du 28 janvier 57
Cité cheikh Taher M'SILA 28000

CPA:315400335121170
RC:01A2828055
MF:296730010024836
AI: 28019102100

Bulletin établi :
04/06/2023

Tel: 035 36 05 13
Fax: 035 36 05 13
Mob: 07 74 40 40 45
E-mail: eldjaoudalab@yahoo.fr



Laboratoire d'analyse, contrôle de la qualité et de la conformité AMANELAB

مخبر التحاليل و مراقبة النوعية

Autorisé par décision du ministre de commerce N°023 du 10/10/2016
Cité 412 Logs, Corso Boumerdes
Mail : amanelab2@gmail.com tél : 0560203012

BULLETIN D'ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE كشف التحاليل الفيزيوكيميائية

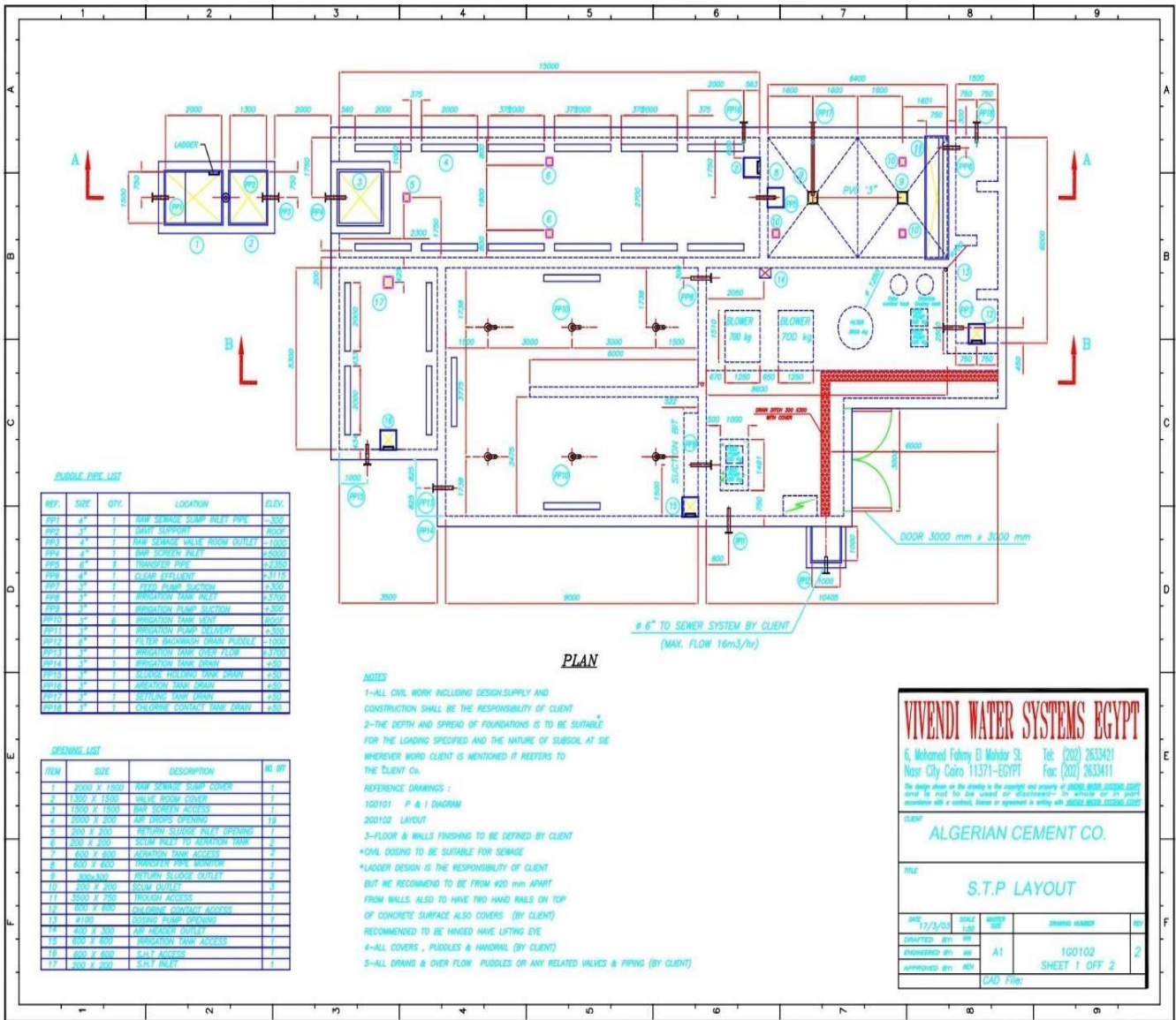
N° d'inscription au laboratoire : 672/2021

Etabli le 31/12/2022

- Selon le décret exécutif N° 06-141 :

Paramètre	Résultat	unité	LD	LQ	Limite réglementaire D.E. 06-141	Méthode
Température	23	°C	-5	-4	30	Thermomètre
pH	7.57	--	0	0	5,5 - 8,5	NF T90-008
DCO (Demande chimique oxygène)	101.25	mg/l	0.01	0.03	80	ISO 6060/1989
Matières décantables	0.1	mg/l	0.01	0.04	0.5	Gravimétrie
Plomb Pb	0.021	mg/l	0.001	0.002	0,5	NF EN ISO 17294-2
Chrome Cr6	0.062	mg/l	0.001	0.002	0,1	NF EN ISO 17294-2
Cadmium Cd	<0.001	mg/l	0.001	0.002	0.07	NF EN ISO 17294-2
Nickel Ni	0.068	mg/l	0.001	0.002	0.1	NF EN ISO 17294-2
Zinc Zn	0.67	mg/l	0.001	0.002	2	NF EN ISO 17294-2
Cuivre Cu	0.031	mg/l	0.001	0.002	0.1	NF EN ISO 17294-2
Chrome total	0.14	mg/l	0.001	0.002	0,5	NF EN ISO 17294-2
Matière en suspension MES	300	mg/l	0.001	0.002	35	NF T 90 - 105
Cyanures	0.01	mg/l	0.01	0.015	0,1	NF EN ISO 17294-2
Hydrocarbures totaux	0.013	mg/l	0.001	0.005	10	ISO 9377-2
Huiles et graisses	0.5	mg/l	0.001	0.002	20	Méthode Rodier 2009
Aluminium	0.014	mg/l	0.001	0.002	3	NF EN ISO 17294-2
Azote Kjeldahl	27.8	mg/l	0.01	0.03	30	DIN EN ISO 25663
DBO ₅	64	mg/l	0.01	0.03	35	ISO 5813





VIVENDI WATER SYSTEMS EGYPT

6, Mohamed Fahmy El Makhor St. Tel: (202) 2633421
Nasr City Cairo 11371-EGYPT Fax: (202) 2633411

The design shown on this drawing is the copyright and property of VIVENDI WATER SYSTEMS EGYPT and is not to be copied or reproduced in whole or in part without the written consent of VIVENDI WATER SYSTEMS EGYPT.

CLIENT: **ALGERIAN CEMENT CO.**

TITLE: **S.T.P. LAYOUT**

DATE	SCALE	DESIGNER	DRAWING NUMBER	REV
17/3/03	1:50	MS	100102	2
DESIGNED BY: MS	A1		SHEET 1 OFF 2	
APPROVED BY: MS				

CAD File:

(Vivendi Water Systems Egypt, 2004)