

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة أبي بكر بلقايد- تلمسان
Université Aboubakr Belkaïd- Tlemcen –
Faculté de TECHNOLOGIE



MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du **diplôme de MASTER**

En : HYDRAULIQUE

Spécialité : OUVRAGES HYDRAULIQUES

Par :

Mlle. Aicha BOUKHATEB

Sujet

**ÉTUDE DE LA QUALITE DES EAUX REJETEES PAR LA
MAÏSERIE DE MAGHNIA**

Soutenu publiquement, le / juin /2018, devant le jury composé de :

M ^{lle} . Wassila FANDI	MMA	Univ. Tlemcen	Présidente
M ^{me} . Imen MAROK- GUASMI	MCB	Univ Tlemcen	Directrice de mémoire
M ^f . Maamar BOUMEDIENE	MCB	Univ. Tlemcen	Examinateur 1
M ^{me} . Fouzia ADJIM	Professeur	Univ. Tlemcen	Examinateur 2



Remerciements



« La reconnaissance est la mémoire du cœur »

(B. FONTENELLE).

Je remercie ALLAH le tout puissant et miséricordieux, de m'avoir donné le courage et la volonté de mener à bien ce modeste travail.

Je tiens à remercier profondément mon encadreur M^{me} I. MAROK-GUASMI, pour sa compréhension, son encouragement et ses orientations accordés tout au long de ce travail.

Mes remerciements vont également aux membres du jury, qui ont accepté d'évaluer la qualité de mon projet de fin d'études.

Je tiens aussi à remercier M^{me} F. ADJIM et Mr M. BOUMEDIENE pour l'intérêt qu'ils ont porté à ce mémoire en acceptant de l'examiner. Mes vifs remerciements vont à M^{lle} W. FANDI pour m'avoir fait l'honneur de présider le jury de ma soutenance.

Mes remerciements aux responsables et personnels de l'usine de la Maïserie - Maghnia -.

Je souhaite adresser également ma profonde gratitude à tous les professeurs de l'université Abou Bakr Belkaid en particulier ceux du département d'Hydraulique.

Enfin, je remercie tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à L'épanouissement de ce travail.

B. Aïcha



Dédicace



Je dédie ce modeste travail à :

*Mes chers parents «**Mohammed et Maghnia**» que je remercie énormément pour leurs sacrifices, leur soutien et leurs encouragements durant toutes ces années,*

Que Dieu les garde pour moi.

*A mon adorable sœur : **Bouchra***

Ma grand-mère.

Mes oncles et mes tantes.

*Ma cousine : **Rim***

*Tous mes camarades de promotion Hydraulique option :
Ouvrages Hydrauliques qui m'ont encouragée,
Merci pour les bons moments qui ont contribué à rendre ces
années inoubliables.*

*Et à tous ceux qui m'ont enseignée tout au long de ma vie
scolaire ;*

*Enfin je le dédie à tous mes ami(e)s et à tous ceux
qui me connaissent.*



Ficha

Résumé

L'eau est la source de vie et le vecteur le plus important pour la concrétisation de projets dans le cadre d'un développement durable.

Les rejets des effluents résiduels urbains et industriels qui se jetaient directement et sans traitement préalable dans le milieu récepteur généraient une pollution importante ; c'est pour mettre un terme à cette pollution que la station d'épuration a été érigée par les usines.

La maïserie est édié sur un site surplombant la ville de Maghnia en bordure de la route de Sebdou un terrain de 10 Hectares, que fait partie de groupe METIDJI. Il produit de l'amidon, du sirop de glucose, des dextrines et des coproduits (gluten, son).

Notre étude vise à contrôler la qualité physico-chimique, des paramètres organiques des usées rejetées par la maïserie de Maghnia.

Mots clés : Eau, Qualité, Maïserie de Maghnia, STEP, Eaux usées, groupe METIDJI.

Abstract

Water is the source of life and the most important vector for the realization of projects in the context of sustainable development.

The discharges of urban and industrial effluents discharged directly and without prior treatment into the receiving environment generated significant pollution; it is to put an end to this pollution that the treatment plant was erected by the factories.

Corn mill is built on a site overlooking the city of Maghnia along the road Sebdou a plot of 10 hectares, part of METIDJI group. It produces starch, glucose syrup, dextrans and co-products (gluten, bran).

Our study aims to control the physicochemical quality of the organic parameters of wastewater discharged by the Maghnia corn mill.

Key words: Water, Quality, Maghnia corn mill, WWTP, Wastewater, METIDJI group.

ملخص

المياه هي مصدر الحياة وأهم ناقلات لإدراك المشاريع في سياق التنمية المستدامة. إن تصريفات النفايات السائلة الحضرية والصناعية التي يتم تصريفها مباشرة وبدون معالجة مسبقة في البيئة المستقبلية تولد تلوثاً كبيراً؛ هو وضع حد لهذا التلوث الذي أقامته المصانع.

تم بناء مطحنة الذرة على موقع يطل على مدينة مغنية على طول الطريق سيبدو على قطعة ارض بمساحة 10 هكتار، وهي جزء من مجموعة ميتيدجي. وتنتج النشاء، وشراب الجلوكوز، والدكستران والمنتجات المشتركة (الغلوتين، النخالة).

تهدف دراستنا إلى التحكم في الجودة الفيزيوكيميائية للمعاملات العضوية لمياه الصرف الصحي التي تطلقها مطحنة الذرة لمغنية.

الكلمات المفتاحية: المياه، الجودة، مطحنة الذرة المغنية، محطة معالجة مياه الصرف الصحي، مياه الصرف الصحي، مجموعة ميتيدجي.

TABLE DES MATIERES

Pages

REMERCIEMENTS	
DEDICACES	
RESUME	
TABLE DES MATIERES	
INTRODUCTION GENERALE	i

Chapitre 1 : GENERALITES SUR L'EAU

I. CADRE GENERAL	1
A. OBJECTIF DE L'ETUDE	1
B. INTRODUCTION	1
II. GENERALITES SUR L'EAU POTABLE	2
1. L'EAU POTABLE DE CONSOMMATION	2
1.1. Définition	3
1.2. Importance de l'eau	4
1.2.1. L'eau dans l'organisme humain	4
1.2.2. Eau et alimentation	4
2. REPARTITION DE L'EAU SUR LA TERRE	5
3. PROPRIETES DE L'EAU	5
4. CATEGORIE DE L'EAU	5
III. GENERALITES SUR LES EAUX USEES	6
1. INTRODUCTION	6
2. LES DIFFERENTS TYPES DES EAUX USEES	6
2.1. Les eaux usées domestiques	6
2.2. Les eaux pluviales	6
2.3. Les eaux usées industrielles	6
3. ORIGINE DES EAUX USEES	7
4. COMPOSITION DES EAUX USEES	7
4.1. Les matières en suspension	7
4.2. Les micropolluants organiques et non organiques	7
4.2.1. Éléments traces	8
4.2.2. Les micropolluants organiques	8
4.2.3. Les substances nutritives	8
4.2.3.1. L'azote	9
4.2.3.2. Le phosphore	9
4.2.3.3. Le potassium (K ⁺)	9
4.2.3.4. Chlore et sodium	9
5. POLLUTION DE L'EAU	9
5.1. L'origine de la pollution	9
5.2. Les types de la pollution	10
5.2.1. Pollution physique	10
5.2.2. Pollution chimique	10
5.2.2.1. Pollution Organique	10
a/ Les détergents	11
b/ Les pesticides	11
c/ Les hydrocarbures	11

5.2.2.2. Pollution minérale	11
a/ Les métaux lourds	11
b/ Les éléments minéraux nutritifs	11
5.2.3. Pollution microbiologique	11
5.2.3.1. Les virus	12
5.2.3.2. Les bactéries	12
5.2.3.3. Les protozoaires	12
6. CARACTERISTIQUES DES EAUX USEES	13
6.1. Caractéristiques physiques	13
6.1.1. Température	13
6.1.2. Conductivité	13
6.1.3. Turbidité	13
6.1.4. Matières en suspension (MES)	13
6.1.5. Matières décantables	13
6.2. Caractéristiques chimiques	14
6.2.1. pH	14
6.2.2. Oxygène dissous	14
6.2.3. Demande biologique en oxygène (DBO ₅)	14
6.2.4. Demande chimique en oxygène (DCO)	14
6.2.5. Carbone organique total (COT)	14
6.2.6. Azote	14
6.2.7. Nitrites (NO ₂ ⁻)	15
6.2.8. Nitrates (NO ₃ ⁻)	15
6.3. Caractéristiques microbiologique	15
IV. CONCLUSION	15

Chapitre 2 : CADRE GENERAL

I. PRESENTATION DE LA REGION D'ETUDE	17
1. SITUATION DE LA ZONE D'EUDE	17
2. CADRE HYDROGRAPHIQUE	18
2.1. Oued Mouilah	18
2.2. Oued Ouarefou	18
2.3. Oued Abbes	18
3. CADRE CLIMATOLOGIQUE	19
3.1. Etude des précipitations	19
3.2. Etude de la température	20
4. LES DIFFERENTES INDUSTRIES EXISTANTES	20
II. PRESENTATION DE LA MAÏSERIE DE LA TAFNA - MAGHNIA -	21
1. HISTORIQUE	21
2. ORGANISATION DE L'ENTREPRISE	21
2.1. Fiche technique	22
3. ORGANIGRAMME GENERAL	23
4. SITUATION GEOGRAPHIQUE	23
5. ACTIVITES DE L'USINE	24
III. TRANSFORMATION DU MAIS EN AMIDON	24
1. L'AMIDON DANS L'INDUSTRIE ALIMENTAIRE	24
2. LES METHODES DE MODIFICATION DE L'AMIDON NATIF	24
3. CRITERES DES GRAINS DE MAÏS POUR UN MEILLEUR	24

RENDEMENT EN AMIDON	
IV. FICHE TECHNIQUE DE CHAQUE PRODUIT FINIS COMMERCIALISE	25
1. FICHE TECHNIQUE D'AMIDON DE MAÏS	25
1.1. Généralités	25
1.2. Caractéristiques physico-chimiques	25
1.3. Les applications	26
1.4. Conditionnement	26
2. FICHE TECHNIQUE DU SIROP DE GLUCOSE	26
2.1. Généralités	26
2.2. Propriétés	26
2.3. Caractéristiques	27
2.4. Applications	27
2.5. Emballages	27
V. CARACTERISTIQUES DES PRODUITS DERIVES DU MAÏS DESTINES A L'ALIMENTATION ANIMALE	28
1. FICHE TECHNIQUE DU GLUTEN	28
1.1. Propriétés	28
1.2. Caractéristiques physico-chimiques	28
1.3. Applications	28
1.4. Conditionnement	29
2. FICHE TECHNIQUE DU GERME	29
2.1. Propriétés	29
2.2. Caractéristiques	29
3. FICHE TECHNIQUE DU SON DE MAÏS	29
3.1. Caractéristiques	29
4. FICHE TECHNIQUE DU DEXTRINE	30
4.1. Les applications dextrine	30
5. D'AUTRES PRODUIT DERIVES COMMERCIALISES	30
VI. DESCRIPTION GENERALE DU PROCESSUS	31
1. AMIDONNERIE	31
2. PROCESSUS DE FABRICATION D'AMIDON	32
3. DEXTRINERIE	33
4. PROCESSUS DE FABRICATION DE LA DEXTRINE	33
5. GLUCOSERIE	34
6. PROCESSUS DE FABRICATION DU GLUCOSE	34
VII. CONCLUSION	35

Chapitre 3 : PROCÉDES D'ÉPURATION DES EAUX USEES

I. INTRODUCTION	36
II. LES DEVERSEMENTS DES EAUX USEES DANS LE MILIEU NATUREL	36
1. LA NECESSITE DE L'ÉPURATION	36
2. LES STATIONS D'ÉPURATION (STEP)	36
3. ÉPURATION DES EAUX USEES	37
3.1. Procédés d'épuration des eaux usées	37
3.1.1. Traitement préliminaire	37
3.1.1.1. Dégrillage	38

3.1.1.2. Dessablage	38
3.1.1.3. Déshuilage	38
3.1.2. Traitement primaire	38
3.1.3. Traitement secondaire (traitement biologique)	39
3.1.3.1. Boues Activés	39
3.1.3.2. Lit bactérien	40
3.1.3.3. Lagunage	40
a/ Le lagunage naturel	41
i. Bassins anaérobies	41
ii. Bassins facultatifs	42
iii. Bassin de maturation	42
b/ Le lagunage aéré	43
c/ Influence des conditions climatiques sur les performances du	43
lagunage	
i. La durée du jour et l'intensité de l'ensoleillement	43
ii. La température	44
iii. Le régime des vents dominants dans la région et leur	44
orientation	
iv. L'évaporation	44
v. La pluviométrie	44
3.1.4. Traitement tertiaire	44
3.1.4.1. Traitement bactériologique par rayonnement UV	44
3.1.4.2. Traitement par voie physico-chimique	44
3.1.4.3. Traitement des odeurs	45
4. PROBLEMATIQUE DES BOUES	45
4.1. Origine des boues	45
VI. CONCLUSION	45

Chapitre 4 : STATION D'EPURATION DE LA MAISERIE DE MEGHNIA

I. INTRODUCTION	46
II. DESCRIPTION DE LA STATION D'EPURATION DE LA MAÏSERIE	46
III. FONCTIONNEMENT DE LA STATION D'EPURATION (STEP)	47
1. SECTION D'ARRIVEE, DEGRILLAGE ET SOULEVEMENT	47
1.1. Dégrillage	47
1.2. Bassin de balancement (V1)	48
1.3. Bassin d'évacuation (V17)	48
2. TRAITEMENT PHYSIQUE- CHIMIQUE	48
2.1. Bassin de neutralisation/coagulation (V2)	49
2.2. Bassin de floculation (V3)	49
2.3. Sédimentateur dynamique (V4)	49
2.4. Bassin de soulèvement boues (V5)	50
2.5. Fosse de récupération de la mousse (V6)	50
3. TRAITEMENT BIOLOGIQUE	50
3.1. Première phase	50
3.2. Deuxième phase	51
4. TRAITEMENT DES BOUES	53
4.1. Epaissement des boues (V14)	53
4.2. Déshydratation (NP1)	54

4.3. Le décanteur (Centrifugeuse)	55
V. CONCLUSION	55

Chapitre 5 : METHODES D'ANALYSES ET INTERPRETATIONS

I. MATERIELS ET METHODES	56
1. INTRODUCTION	56
2. ECHANTILLONNAGE ET PRELEVEMENT	56
3. PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES	57
3.1. Le potentiel Hydrogène pH	57
3.1.1. Mode opératoire	57
a/ Le protocole d'analyse	57
3.2. La Température	58
3.3. Demande chimique en oxygène (DCO)	58
3.3.1. DCO (50-300 mg O ₂ /L)	58
3.3.1.1. Mode opératoire	58
3.3.2. DCO (5000-60000 mg O ₂ /L)	58
3.3.2.1. Mode opératoire	58
3.4. L'azote	59
3.4.1. L'ammonium (NH ₄ ⁺)	59
3.4.1.1. Mode opératoire	59
3.5. Les nitrites NO ₂	60
3.5.1. Le mode opératoire	60
II. RESULTATS ET DISCUSSIONS	60
1. RESULTATS DES ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES	60
1.1. Le pH	60
1.2. La température	61
1.3. Demande chimique en oxygène (DCO)	61
1.4. L'ammonium (NH ₄ ⁺)	62
1.5. Des nitrites NO ₂	63
III. CONCLUSION	64
CONCLUSION GENERALE	65
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	
LISTE DES ABREVIATIONS	
LISTE DES FIGURES	
LISTE DES TABLEAUX	
LISTE DES PHOTOS	
ANNEXES	

INTRODUCTION GENERALE

Parallèlement, avec l'accroissement de la population et l'accélération du développement technique et industriel, les besoins en eau (eaux de surfaces et souterraines) ont considérablement augmentés conduisant à des pressions sur cette ressource. Malgré le développement des techniques de traitements et de recyclage des eaux usées, ainsi que les procédés de dessalement de l'eau de mer, on remarque en même temps une extension des causes de pollutions massives et variées, avec toutes les conséquences sur la qualité de l'environnement.

Leonard de Vinci a dit : *«L'eau est la force motrice de toute la nature»*.

L'eau est un bien précieux qui subit diverses pollutions et dégradations: les écosystèmes et la santé des personnes en sont directement impactés. Les pollutions présentes dans l'eau sont d'origines diverses: industrielle, domestique ou agricole. Les chiffres publiés par l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) en 2004 révèlent que chaque année 1,8 million de personnes dont 90% d'enfants de moins de cinq ans, vivants pour la plupart dans les pays en voie de développement, meurent de maladies diarrhéiques. Or, à l'échelle mondiale, 88% des maladies diarrhéiques sont imputables à la mauvaise qualité de l'eau de boisson et à un assainissement insuffisant des eaux usées.

Le maïs comme matière première et l'amidon comme produit finis représentent eux aussi des risques sanitaires. L'amidon est un glucide complexe de réserve, pour les végétaux supérieurs. L'amidon est une des ressources caloriques principales pour l'espèce humaine, car il est le constituant principal des céréales.

L'objectif essentiel de notre contribution consiste à suivre la qualité physico-chimique des eaux usées brutes et épurées rejetées par la maïserie de Maghnia dans le but de détecter les dysfonctionnements s'ils existeront et proposer par la suite les solutions convenables.

Ce travail a été réalisé au niveau de la station d'épuration de l'usine de la maïserie à la ville de Maghnia qui a effectué les analyses physico-chimiques à l'entrée et la sortie de la STEP dans deux périodes d'étude en juillet 2013 et novembre 2017.

Le présent travail est subdivisé en cinq (05) chapitres :

- Le premier chapitre comprend des généralités sur l'eau (origines, différents types des eaux, etc...),
- Le second chapitre a pour objectif de présenter la zone d'étude.
- Le troisième, une présentation et description des procédés d'épuration des eaux usées.
- Quant au quatrième chapitre, celui-ci est consacré à la description et le fonctionnement de la station d'épuration des eaux usées de la maïserie de Maghnia et résume l'échantillonnage et les méthodes d'analyse des paramètres physicochimiques.
- En fin, le cinquième chapitre comprend tous ce qui est partie pratique traitant les résultats d'analyses et leurs interprétations.

*Chapitre 1 :
Généralités sur
l'eau*

Premier Chapitre : **GENERALITES SUR L'EAU**

I. CADRE GENERALE

A. OBJECTIF DE L'ETUDE

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, pour que leur incidence sur la qualité de l'eau, en tant que milieu naturel aquatique, soit la plus faible possible.

L'épuration consiste à éliminer les plus gros débris organiques ou minéraux, retirer les MES de densité différente de l'eau tels que les grains de sables et les particules minérales, et aussi à éliminer les pollutions résiduelles qui pourraient être gênantes en aval (germes pathogènes, azote, phosphore....etc.).

Elle se fait dans des stations d'épuration qui comportent des installations de traitement des eaux et des dispositifs de traitement des boues produites.

Le présent travail fait l'objet d'une étude sur la qualité des eaux rejetées par la maïserie de Maghnia après utilisation dans les différents procès de fabrication.

Pour mener à bien ce travail, nous allons présenter nos observations et interprétations à partir d'un suivi temporel de la qualité des rejets. La problématique est alors posée sous forme de questions, dont les plus importantes sont:

- Quel est l'état actuel de la qualité physico-chimique des eaux rejetées dans l'Oued?
- Quels sont les différentes sources de pollution et les types de polluants rejetés ?
- Quel est le taux de pollution dans ce cours d'eau?

Les réponses à ces questions sont développées dans les différents chapitres qu'on va aborder.

B. INTRODUCTION

L'eau de boisson, de bonne qualité, est essentielle à la santé. S'assurer de sa potabilité représente un défi pour le monde entier. L'organisme humain a besoin d'environ deux litres et demi (2,5) d'eau par jour. L'eau sert à véhiculer les éléments nutritifs tout en aidant à l'élimination des déchets et à maintenir le fragile équilibre électrolytique à l'intérieur des cellules [52].

A cet effet, il est indispensable d'avoir une eau saine, car l'eau contaminée par des produits chimiques ou des micro-organismes peuvent nuire à la santé. On ne détecte souvent la contamination de l'eau de boisson qu'après une crise sanitaire : déclaration de maladies à transmission hydrique pouvant entraîner la mort. Pour cela, l'eau doit répondre à des normes pré- établies qui fixent les concentrations «seuil» à ne pas dépasser pour un certain nombre de substances dangereuses et pouvant y être présentes. Cependant, bien

qu'une eau potable soit conforme aux normes, cela ne signifie pas pour autant qu'elle soit indemne de ces substances, mais que leur teneur est assez faible pour ne pas mettre en danger la santé du consommateur [33].

La pollution de l'eau est une dégradation physique, chimique, biologique ou bactériologique de ses qualités naturelles, provoquée par l'homme et ses activités. Elle perturbe les conditions de vie de la flore et de la faune aquatiques.

La dégradation des ressources en eau, sous l'effet des rejets d'eaux polluées, peuvent non seulement détériorer gravement l'environnement mais aussi entraîner des risques de pénurie, d'où la nécessité de traiter ces eaux usées avant de les rejeter dans le milieu récepteur. Cette pollution est provoquée par le rejet d'eau salie par nos activités domestiques, et par de diverses activités industrielles et agricoles, nécessaires pour nous fournir les aliments et biens dont nous avons besoin.

Les rejets des eaux usées augmentent du fait de l'industrialisation et l'élévation de niveau de vie de la population

II. GENERALITES SUR L'EAU POTABLE

1. L'EAU POTABLE DE CONSOMMATION

L'eau est la matière la plus abondante sur terre; elle occupe environ 75% ou le 3/4 de la surface terrestre.

Elle représente un volume de 1400 millions km³ dont 97% d'eau salée sous forme d'océans. Les 3% restant de la masse totale de l'eau c'est l'eau douce. Les trois quarts d'eau douce sont bloqués dans les glaciers et les neiges situées dans les régions polaires, et le un quart restant est représenté par les nappes phréatiques (eau souterraines) et les eaux de surfaces (rivières, lac, oued, etc....) [28].

L'eau est une substance incolore, inodore, insipide qui couvre trois quart de la surface terrestre et qui joue un rôle primordial pour tout ce qui a trait à la vie [65].

Par contre une eau est dite potable quand elle satisfait à un certain nombre des caractéristiques (eau potable doit être limpide, incolore, fraîche (10° - 12°C), inodore et de saveur agréable, son pH est de 7. Elle ne peut contenir de substances toxiques minérales ou organiques et elle doit être exempte de germes pathogènes) [53].

La nature et la forme des normes s'appliquant à l'eau de boisson peuvent varier d'un pays ou d'une région à l'autre. Il n'existe pas d'approche unique, universellement applicable. Lors du développement et de la mise en œuvre des normes, il est essentiel de prendre en compte la législation actuelle et en préparation concernant l'eau, la santé et l'administration locale et d'évaluer la capacité du pays à établir des réglementations et à les faire appliquer. Des démarches susceptibles de fonctionner dans un pays ou une région ne sont pas nécessairement transposables à d'autres pays ou Régions. Il importe que chaque pays fasse le bilan de ses besoins et de ses capacités pour la mise au point d'un cadre réglementaire.

Les standards de référence dans ce domaine diffèrent selon les époques et les pays (et selon l'autorité en charge de cette définition dans certains pays. Le concept de

«potabilité» varie à travers le monde, fruit d'un contexte historique, scientifique et culturel local. Il détermine la question de l'accès à l'eau, puisqu'une eau de bonne qualité est essentielle au développement économique et humain.

Selon le décret exécutif N°11-125 du 17 Rabie Ethani 1432 correspondant au 22 mars 2011 relatif à la qualité de l'eau de consommation humaine, une eau potable doit répondre à une série de critères répertoriés dans l'Annexe 1.

Une eau est considérée comme non propre «eau usée» lorsque son état et sa composition sont modifiés par les actions anthropiques dans une mesure telle qu'elle se prête moins facilement à toutes ou certaines des utilisations auxquelles elle peut servir à l'état naturel [1].

1.1. Définition

L'eau (H₂O), est un liquide inodore, insipide et incolore constitué d'hydrogène et d'oxygène. Forme des cours d'eau, des lacs et des mers. L'eau est un élément essentiel pour toutes les matières vivantes (animale ou végétale).

Elle est présente sur notre Terre et indispensable à la survie. Elle a des propriétés physiques originales qui résultent de la composition de sa molécule et de la façon dont ces molécules se lient entre elles. [63].

On peut la trouver sous trois formes :

- Liquide (pluie, brouillard, cours d'eau, lacs, nappes, mers et océans)
- Solide (neige, givre, glaces et glaciers)
- Gazeux (vapeur d'eau)

Une eau de boisson saine ne présente aucun risque notable pour la santé d'une personne qui la consommerait sur toute la durée de sa vie, compte tenu des variations de sensibilité éventuelles entre les différents stades de la vie. Les plus exposés au risque de maladie véhiculée par l'eau sont les nourrissons et les jeunes enfants, les personnes affaiblies ou vivant dans des mauvaises conditions d'hygiène et les personnes âgées. Une eau de boisson saine se prête à tous les usages domestiques habituels, et notamment l'hygiène personnelle. Les Directives de potabilités s'appliquent à l'eau en bouteille et à la glace destinées à la consommation humaine. Toutefois, certains usages particuliers, comme la dialyse rénale et le nettoyage des lentilles de contact, ou encore certaines applications dans le cadre de la production d'aliments ou de médicaments, peuvent exiger une eau de plus grande qualité.

Une eau est dite propre à la consommation humaine quant elle se rallie aux critères de potabilité Algérienne ou de l'OMS. Elle doit remplir 63 critères principaux, répartis en sept groupes de paramètres :

- 1- **Paramètres organoleptiques** : La couleur, la saveur, l'odeur, la transparence.
- 2- **Paramètres physico-chimiques** : La structure naturelle des eaux avec les limites de concentrations des éléments minéraux, la température, la conductivité, le pH.
- 3- **Paramètres des substances indésirables** : Substances dont la présence est tolérée si elle est inférieure à un certain seuil.
- 4- **Paramètres des substances toxiques**.
- 5- **Paramètres microbiologiques** : L'absence de bactéries et de virus pathogènes.

6- **Paramètres relatifs aux pesticides et produits apparentés** : Les contaminants des eaux de surface par ruissellement, et les eaux souterraines par infiltration.

7- **Paramètres des eaux adoucies** : Livrées à la consommation humaine.

La qualité des eaux est divisée en quatre classes:

1. L'eau est claire et saturée en O₂ et le nombre d'espèces est élevé,
2. L'eau est faiblement polluée et les espèces y sont encore nombreuses,
3. L'eau est fortement polluée par des substances étrangères et le besoin en O₂ est élevé,
4. L'oxygène est totalement absorbé par les bactéries qui y prédominent.

1.2. Importance de l'eau

1.2.1. L'eau dans l'organisme humain

L'eau est le principal constituant du corps humain. La quantité moyenne d'eau contenue dans un organisme adulte est de 65%, ce qui correspond à environ 45L d'eau pour une personne de 70 kg.

L'organisme élimine en permanence de l'eau. En fin de digestion la plus grande part de l'eau traverse les parois de l'intestin pour aller rejoindre le sang et la lymphe, qui la transportent dans tout l'organisme, notamment vers les reins, la peau et les poumons; elle sera ensuite éliminée de diverses manières (urine, sueur, expiration).

L'homme doit donc chaque jour subvenir à ses besoins en eau, en buvant, mais aussi en mangeant car les aliments en contiennent beaucoup. Pour maintenir l'organisme en bonne santé, les pertes en eau doivent toujours être compensées par les apports. La soif est d'ailleurs un mécanisme par lequel l'organisme "avertit" qu'il est en état de déshydratation [75].

1.2.2. Eau et alimentation

- Puisqu'elle ne contient ni protéines, ni glucides et ni lipides, l'eau n'est pas un aliment. Elle ne fournit pas d'énergie brute. Par contre, l'eau est essentielle à la vie. C'est grâce à l'eau que le corps peut utiliser l'énergie présente dans les aliments [49].

Au moment de la digestion, outre l'eau apportée par les boissons et les aliments ingérés, l'organisme fournit lui-même plusieurs litres d'eau à l'estomac et à l'intestin grêle pour faciliter la circulation et la digestion des aliments. En fin de digestion, une faible proportion de toute cette eau descend dans l'intestin qui l'élimine avec les résidus de la digestion. Mais la plus grande part traverse les parois de l'intestin grêle et du colon pour aller rejoindre le sang et la lymphe, qui la transportent dans tout l'organisme, notamment vers les reins, la peau et les poumons [3].

Sur le plan quantitatif, les activités humaines consommatrices d'eau traitée sont réparties selon les domaines:

- ✓ L'agriculture: 68% (pour l'irrigation),
- ✓ La consommation humaine: 24%,
- ✓ L'industrie: 5%,
- ✓ Production d'énergie: 3% [43].

2. REPARTITION DE L'EAU SUR LA TERRE

Près de 70% de la surface de la Terre est recouverte d'eau (97% d'eau salée et 3% d'eau douce dans différents réservoirs), essentiellement sous forme d'océans mais l'eau est aussi présente sous forme gazeuse, liquide et solide.

Selon *M. DITMAN*, le volume approximatif de l'eau de la Terre (tous les réserves d'eau du monde) est de 1 360 000 000 km³. Dans ce volume, la répartition est la suivante:

- 1 320 000 000km³ (97,2%) se trouve dans les océans,
- 25 000 000km³ (1,8%) se trouve dans les glaciers et les calottes glaciaires,
- 13 000 000km³ (0,9%) sont des eaux souterraines,
- 250 000km³ (0,02%) sous forme d'eau douce dans les lacs, les mers intérieures, et les fleuves,
- 13 000km³ (0,001%) sous forme de vapeur d'eau atmosphérique à un moment donné.

3. PROPRIETES DE L'EAU

L'eau est une molécule remarquable dont les propriétés sont présentées ci-dessous :

- L'eau a une force de cohésion élevée (difficile à évaporer),
- (Température d'ébullition particulièrement élevée pour une molécule de cette masse molaire),
- Cela permet à une importante phase liquide d'exister aux températures, connues sur terre (phase liquide indispensable à la vie telle que nous la connaissons).
- Ses propriétés de solvant «doux» (un très grand nombre de réactions biochimiques possible),
- Le fait que la densité de l'eau soit plus grande à l'état liquide que solide, (conséquence remarquable : la glace flotte sur l'eau liquide),
- La densité de l'eau douce soit maximale à 4°C fait que la température au fond d'un lac ne peut pas descendre en dessous de 4°C (sauf cas extrêmes). Cela permet à la vie aquatique de survivre aux périodes glacées, car l'eau reste liquide sous son manteau de glace isolant),
- La tension superficielle particulièrement élevée permet le phénomène de capillarité (qui permet, entre autres, à la sève des végétaux de monter) et à de nombreux êtres vivants de se déplacer sur la surface de l'eau [64].
- L'eau est aussi la seule substance qui existe en trois états : liquide, solide et vapeur. Toutes les autres substances ne peuvent revêtir que deux états physiques seulement [36].

4. CATEGORIE DE L'EAU

Les différents types d'eaux douces sont définis par le département fédéral de l'intérieur (D.F.I). On distingue :

- L'Eau potable,
- L'Eau de source,
- L'Eau minérale naturelle

III. GENERALITES SUR LES EAUX USEES

1. INTRODUCTION

Les eaux usées regroupent les eaux résiduaires domestiques (les eaux vannes et les eaux Ménagères), les eaux de ruissellement et les effluents industriels (eaux usées des usines). Elles constituent donc un effluent pollué, et qui sont rejetées dans un émissaire d'égout vers le milieu naturel [56].

2. LES DIFFERENTS TYPES DES EAUX USEES

On distingue 3 types des eaux usées:

2.1. Les eaux usées domestiques

Les eaux usées domestiques comprennent les eaux ménagères (eaux de toilette, de lessive, de cuisine) et les eaux vannes (urines et matières fécales).

Ces eaux contiennent des matières minérales (chlorures, phosphates, sulfates, etc.) et des matières organiques constituées de composés ternaires, tels que les sucres et les graisses [47].

2.2. Les eaux pluviales

Ce sont les eaux de ruissellement (eaux pluviales, eaux d'arrosage des voies publiques, eaux de lavage des caniveaux, des marchés et des cours).

Les eaux qui ruissellent sur les toitures, les cours, les jardins, les espaces verts, les voies publiques et les marchés entraînent toutes sorte de déchets minéraux et organiques: de la terre, des limons, des déchets végétaux, etc., et toute sortes de micropolluants (hydrocarbures, pesticides, détergents...etc [54].

2.3. Les eaux usées industrielles

Tous les rejets résultant d'une utilisation de l'eau autre que domestique sont qualifiés de rejets industriels. Cette définition concerne les rejets des usines, mais aussi les rejets d'activités artisanales ou commerciales. Ces eaux ont une grande variété et peuvent être toxiques pour la vie aquatique, ou pour l'homme.

Les eaux résiduaires sont celles qui ont été utilisées dans des circuits de réfrigération, qui ont servi à nettoyer ou laver des appareils, des machines, des installations, des matières premières ou des produits d'une usine, elles peuvent contenir des substances chimiques utilisées au cours des fabrications.

Les liquides résiduaires sont des liquides résultant des fabrications; c'est le cas des solutions de produits chimiques, des solutions de sous-produits, ou le cas des liquides acides provenant de la vidange des cuves de décapage des métaux [22].

Les rejets industriels peuvent donc suivre trois voies d'assainissement [56],

- Ils sont directement rejetés dans le réseau domestique,
- Ils sont prétraités puis rejetés dans le réseau domestique,
- Ils sont entièrement traités sur place et rejetés dans le milieu naturel.

3. ORIGINE DES EAUX USEES

Selon Eckenfelder (1982) [61], les eaux usées proviennent de quatre sources principales:

- 1- Les eaux usées domestiques,
- 2- Les eaux usées industrielles,
- 3- Les eaux de pluie et de ruissellement dans les villes,
- 4- Le ruissellement dans les zones agricoles.

4. COMPOSITION DES EAUX USEES

La composition des eaux usées (Tableau .1), est extrêmement variable en fonction de leur origine. Elles peuvent contenir de nombreuses substances, sous forme solide ou dissoute, ainsi que de nombreux microorganismes. En fonction de leurs caractéristiques physiques, chimiques, biologiques et du danger sanitaire qu'elles représentent, ces substances peuvent être classées en quatre groupes : les matières en suspension, les microorganismes, les éléments traces minéraux ou organiques et les substances nutritives [56].

Tabl. 1: Composants majeurs typique d'eau usée domestique. (S.W. DEKHIL, 2012) [59]

Constituants	Concentration (mg/L)		
	Fort	Moyen	Faible
Solides totaux	1200	700	350
Solides dissous (TDS)	850	500	250
Solides suspendus	350	200	100
Azote (en N)	85	40	20
Phosphore (en P)	20	10	6
Chlore 1	100	50	30
Alcalinité (en CaCO ₃)	200	100	50
Graisses	150	100	50
DBO ₅	300	200	100

La DBO₅ est la demande biochimique en oxygène à 20°C pendant 5 jours, c'est une mesure de la matière organique biodégradable dans les eaux usées. Selon Faby en 1997 [45], elle dépend de:

- ❖ L'activité humaine et la nature des effluents industriels éventuellement rejetés dans le réseau urbain.
- ❖ La composition des eaux d'alimentation en eau potable, et la nature des matériaux des canalisations d'eau.

4.1. Les matières en suspension

Les matières en suspension sont en majeure partie de nature biodégradable. La plus grande part des microorganismes pathogènes contenus dans les eaux usées est transportée par les MES. Elles donnent également à l'eau une apparence trouble, un mauvais goût et une mauvaise odeur. Cependant, elles peuvent avoir un intérêt pour l'irrigation des cultures [45].

4.2. Les micropolluants organiques et non organiques

Les micropolluants sont des éléments présents en quantité infinitésimale dans les eaux usées. La voie de contamination principale, dans le cas d'une réutilisation des eaux usées épurées, est l'ingestion. C'est la contamination par voie indirecte qui est

généralement préoccupante. Ainsi, certains micropolluants, comme les métaux lourds ou les pesticides, peuvent s'accumuler dans les tissus des êtres vivants, et notamment dans les plantes cultivées.

Il peut donc y avoir une contamination de la chaîne alimentaire et une concentration de ces polluants dans les organismes [56].

4.2.1. Éléments 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 [11].

Certains éléments traces, peu nombreux, sont reconnus nécessaires, en très faibles quantités, au développement des végétaux : le bore, le fer, le manganèse, le zinc, le cuivre et le molybdène. L'irrigation, à partir d'eaux usées, va apporter ces éléments [45].

4.2.2. 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, etc.

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 [14].

Les principales familles de la chimie organique de synthèse sont représentées: Hydrocarbures polycycliques aromatiques, chlorophénols, phtalates, avec une concentration de l'ordre de 1 à $10\mu\text{g/L}$ dans les effluents.

Dans le sol, ces micropolluants restent liés à la matière organique ou adsorbés sur les particules du sol. Cependant, quelques composés ioniques (pesticides organochlorés, solvants chlorés) peuvent être entraînés en profondeur.

En raison de la faible solubilité de ces éléments organiques, on les retrouvera concentrés dans les boues et c'est surtout lors de l'épandage de ces dernières que leurs teneurs devront être contrôlées.

Les pesticides sont les éléments traces les plus surveillés, et une étude d'impact et de métabolisme est obligatoire avant leur mise sur le marché. Par contre, le danger représenté par tous les autres polluants organiques est encore mal apprécié actuellement. Les contrôles de routine ne permettent pas de repérer toutes les toxines [56].

4.2.3. Les substances nutritives

L'azote, le phosphore, le potassium, et les oligo-éléments, le zinc, le bore et le soufre, indispensables à la vie des végétaux, se trouvent en quantités appréciables, mais en proportions très variables par rapport aux besoins de la végétation, dans les eaux usées

épurées ou non. D'une façon générale, une lame d'eau résiduaire de 100 mm peut apporter à l'hectare :

- De 16 à 62 kg d'azote,
- De 2 à 69 kg de potassium,
- De 4 à 24 kg de phosphore,
- De 18 à 208 kg de calcium,
- De 9 à 100 kg de magnésium,
- De 27 à 182 kg de sodium [45].

4.2.3.1. L'azote

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^+) [35].

La nitrification est une transformation chimique de l'azote organique par l'intermédiaire de bactéries et passe par les étapes:

- N organique à NH_4^+ : Ammonification,
- NH_4^+ , NO_2^- : Nitratation par *Nitrosomonas*, NO_2^- , NO_3^- : Nitratation par *Nitrobacter* [21].

4.2.3.2. Le phosphore

La concentration en phosphore dans les effluents secondaires varie de 6 à 15 mg/L (soit 15 à 35 mg/L en P_2O_5). Cette quantité est en général trop faible pour modifier le rendement [32]. Mais s'il y a excès, il est pour l'essentiel retenu dans le sol par des réactions d'adsorption et de précipitation; cette rétention est d'autant plus effective que le sol contient des oxydes de fer, d'aluminium ou du calcium en quantités importantes. On ne rencontre pas en général de problèmes liés à un excès de phosphore [60].

4.2.3.3. Le potassium (K^+)

Le potassium est présent dans les effluents secondaires à hauteur de 10 à 30 mg/L (12 à 36 mg/L de K_2O) et permet donc de répondre partiellement aux besoins.

4.2.3.4. Chlore et sodium

Leur origine est:

- * Naturelle (mer: 27 g/L NaCl, et terrains salés),
- * Humaine (10 à 15 g/L NaCl dans les urines/j),
- * Industrielle (potasse, industrie pétrolière, galvanoplastie, agroalimentaire).

Les chlorures et le sodium peuvent également poser problème, notamment en bord de mer, quand les réseaux d'égout drainent des eaux phréatiques saumâtres

5. POLLUTION DE L'EAU

5.1. L'origine de la pollution

La pollution de l'eau connaît différentes origines: naturelle, domestique, industrielle et agricole. L'origine naturelle implique un phénomène tel que la pluie, lorsque par exemple l'eau de ruissellement passe à travers des terrains riches en métaux lourds ou encore lorsque les précipitations entraînent les polluants de l'atmosphère vers le sol.

L'origine domestique concerne les eaux usées ménagères (salle de bains, cuisine, ...etc.), les eaux vannes (WC...etc.), ainsi que les eaux rejetées par les hôpitaux, commerces,...etc.

Quant à l'origine agricole et industrielle, elle concerne par exemple les eaux surchargées par des produits issus de l'épandage (engrais, pesticides) ou encore les eaux contaminées par des résidus de traitement métallurgique, et de manière plus générale, par des produits chimiques tels que les métaux lourds, les hydrocarbures...etc [6].

5.2. Les types de la pollution

5.2.1. Pollution physique

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 [56].

❖ *Pollution mécanique*

Elle résulte des décharges de déchets et de particules solides apportés par les eaux résiduaires industrielles, ainsi que les eaux de ruissellement. Ces polluants sont soit les éléments grossiers soit du sable ou bien les matières en suspension MES [24].

❖ *Pollution thermique*

Les eaux rejetées par les usines utilisant un circuit de refroidissement de certaines installations (centrales thermiques, nucléaires, raffineries, aciéries.); l'élévation de température qu'elle induit diminue la teneur en oxygène dissous. Elle accélère la biodégradation et la prolifération des germes. Il se trouve qu'à charge égale, un accroissement de température favorise les effets néfastes de la pollution [24].

❖ *Pollution radioactive*

La pollution des eaux par des substances radioactive pose un problème de plus en plus grave, a un effet direct sur les peuplements aquatiques en raison de la toxicité propre de ses éléments et des propriétés cancérogènes et mutagènes de ses rayonnements.

5.2.2. Pollution chimique

Elle résulte des rejets chimiques, essentiellement d'origine industrielle, domestique et agricole. La pollution chimique des eaux est regroupée dans deux catégories:

***Organique** (hydrocarbures, pesticides, détergents..).

***Minérale** (métaux lourds, cyanure, azote, phosphore...).

5.2.2.1. Pollution Organique

C'est les effluents chargés de matières organiques fermentescibles (biodégradables), fournis par les industries alimentaires et agroalimentaires (laiteries, abattoirs, sucreries...), et par les effluents domestique (déjections humaines, graisses,...etc.).

La première conséquence de cette pollution consommation d'oxygène dissous de ces eaux. Les polluants organiques ce sont principalement les détergents, les pesticides et les hydrocarbures.

a/ Les détergents

Sont des composés tensioactifs synthétiques dont la présence dans les eaux est due aux rejets d'effluent urbains et industriels. Les nuisances engendrées par l'utilisation des détergents sont:

- L'apparition de goût de savon,
- La formation de mousse qui freine le processus d'épuration naturelle ou artificielle,
- Le ralentissement du transfert et de la dissolution de l'oxygène dans l'eau,

b/ Les pesticides

On désigne généralement comme des produits utilisés en agriculture les conséquences néfastes dues aux pesticides sont liées aux caractères suivants:

- Rémanence et stabilité chimique conduisant à une accumulation dans les chaînes alimentaire.
- Rupture de l'équilibre naturel.

c/ Les hydrocarbures

Provenant des industries pétrolières et des transports, qui sont des substances peu solubles dans l'eau et difficilement biodégradables, leur densité inférieure à l'eau les fait surnager. En surface, ils forment un film qui perturbe les échanges gazeux avec l'atmosphère [19].

5.2.2.2. Pollution minérale

La pollution minérale des eaux peut provoquer le dérèglement de la croissance végétale ou trouble physiologique chez les animaux. Le polluant minéral ce sont principalement les métaux lourds et les éléments minéraux nutritifs [41].

a/ Les métaux lourds

Sont essentiellement le mercure (Hg), le cadmium (Cd), le plomb l'argent (Ag), le cuivre (Cu), le chrome (Cr), le nickel (Ni) et le zinc (Zn). Ces éléments, bien qu'ils puissent avoir une origine naturelle (roches du sous-sol, minerais), proviennent essentiellement de la contamination des eaux par des rejets d'activités industrielles diverses. Ils ont la particularité de s'accumuler dans les organismes vivants ainsi que dans la chaîne trophique [34].

b/ Les éléments minéraux nutritifs

Ceux sont les Nitrates et les phosphates provenant pour l'essentiel de l'agriculture et des effluents domestiques [41], 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.

5.2.3. 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 [56].

5.2.3.1. Les virus

Ce sont des organismes infectieux de très petite taille (10 à 350 nm) qui se reproduisent en infectant un organisme hôte. Les virus ne sont pas naturellement présents dans l'intestin, contrairement aux bactéries. Ils sont présents soit intentionnellement (après une vaccination contre la poliomyélite, par exemple), soit chez un individu infecté accidentellement.

L'infection se produit par l'ingestion dans la majorité des cas, sauf pour le coronavirus où elle peut aussi avoir lieu par inhalation [CSHPF, (1995) : Recommandations sanitaires relatives à la désinfection des eaux usées urbaines, 22p].

On estime leur concentration dans les eaux usées urbaines comprise entre 10³ et 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.

Les virus entériques sont ceux qui se multiplient dans le trajet intestinal; parmi les virus entériques humains les plus importants, il faut citer les entérovirus (exemple : polio), les rota-virus, les rétrovirus, les adénovirus et le virus de l'Hépatite A [60].

5.2.3.2. 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 10¹² bactéries/g [60].

Les eaux usées urbaines contiennent environ 10⁶ à 10⁷ bactéries/100 ml dont 10⁵ porteuse et entérobactéries, 10³ à 10⁴ streptocoques et 10² à 10³ clostridiiums. Parmi les plus communément rencontrées, on trouve les salmonelles dont on connaît plusieurs centaines de stéréotypes différents, dont ceux responsables de la typhoïde, des paratyphoïdes et des troubles intestinaux. Des germes témoins de contamination fécale sont communément utilisés pour contrôler la qualité relative d'une eau ce sont les coliformes thermo tolérants.

5.2.3.3. 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 [56]. Parmi les protozoaires les plus importants du point de vue sanitaire, il faut citer *Entamoebahistoltytica*, responsable de la dysenterie amibienne et *giardialamblia* [60].

6. CARACTERISTIQUES DES EAUX USEES

6.1. Caractéristiques physiques

6.1.1. 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).

Il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision, en effet celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique, dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels. Elle agit aussi comme un facteur physiologique agissant sur le métabolisme de croissance des micro-organismes vivant dans l'eau [42].

6.1.2. Conductivité

La conductivité mesure la capacité de l'eau à conduire le courant entre deux électrodes.

La plupart des matières dissoutes dans l'eau se trouvent sous forme d'ions chargés électriquement. La mesure de la conductivité permet donc d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau.

6.1.3. 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. Elle est causée, dans les eaux, par la présence des matières en suspension (MES) fines, comme les argiles, les grains de silice et les micro-organismes. Une faible part de la turbidité peut être due également à la présence des matières colloïdales d'origine organiques ou minérale [27].

6.1.4. Matières 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.

6.1.5. Matières décantables

De nombreuses particules peuvent constituer des impuretés d'une eau. Les techniques analytiques nécessaires à leurs déterminations dépendent des dimensions de ces particules.

Les impuretés présentes dans l'eau ont pour origine soit des substances minérales, végétales ou animales.

Les matières décantables sont les matières des grandes tailles, entre 40 micromètres et 5 mm et qui se déposent sans traitement physique et chimique.

6.2. Caractéristiques chimiques

6.2.1. pH

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

6.2.2. Oxygène dissous

La concentration en oxygène dissous est un paramètre essentiel dans le maintien de la vie, et donc dans les phénomènes de dégradation de la matière organique et de la photosynthèse.

Une eau très aérée est généralement sursaturée en oxygène (torrent), alors qu'une eau chargée en matières organiques dégradables par des micro-organismes est sous-saturée. En effet, la forte présence de matière organique, dans un plan d'eau par exemple, permet aux microorganismes de se développer tout en consommant de l'oxygène.

6.2.3. Demande biologique en oxygène (DBO₅)

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 [14].

6.2.4. Demande chimique en oxygène (DCO)

C'est la mesure de la quantité d'oxygène nécessaire qui correspond à la quantité des matières oxydables par oxygène renfermé dans un effluent. Elles représentent la plus part des composés organiques (détergents, matières fécales).

6.2.5. Carbone organique total (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).

Certaines matières organiques échappent à ces mesures ; dans ce cas, le dosage du COT est mieux adapté. Il est indépendant de l'état d'oxydation de la matière organique et ne mesure pas les éléments inorganiques tels que l'azote et l'hydrogène qui peuvent être pris en compte par la DCO et la DBO.

La détermination porte sur les composés organiques fixés ou volatils, naturels ou synthétiques, présents dans les eaux résiduaires (celluloses, sucres, huiles, etc.). Suivant que l'eau a été préalablement filtrée ou non, on obtiendra le carbone dissous (DCO) ou le carbone organique total (COT). Cette mesure permet de faciliter l'estimation de la demande en oxygène liée aux rejets, et d'établir éventuellement une corrélation avec la DBO et la DCO [29].

6.2.6. Azote

Dans les eaux usées domestiques, l'azote est sous forme organique et ammoniacale, on le dose par mesure du N-NTK (Azote Totale Kjeldahl) et la mesure du N-NH₄.

Azote Kjeldahl = Azote ammoniacal + Azote organique

L'azote organique, composant majeur des protéines, est recyclé en continu par les plantes et les animaux.

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 [29].

6.2.7. Nitrites (NO_2^-)

Les ions nitrites (NO_2^-) sont un stade intermédiaire entre l'ammonium (NH_4^+) et les ions Nitrates (NO_3^-). Les bactéries nitrifiantes (nitrosomonas) transforment l'ammonium en nitrites.

Cette opération, qui nécessite une forte consommation d'oxygène, est la nitratisation. Les nitrites proviennent de la réduction bactérienne des nitrates, appelée dénitrification.

Les nitrites constituent un poison dangereux pour les organismes aquatiques, même à de très faibles concentrations. La toxicité augmente avec la température [42].

6.2.8. 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.

Les nitrates ne sont pas toxiques ; mais des teneurs élevées en nitrates provoquent une prolifération algale qui contribue à l'eutrophisation du milieu. Leur potentiel danger reste néanmoins relatif à leur réduction en nitrates [42].

6.3. Caractéristiques microbiologique

La détermination de la flore aérobie mésophile totale, des coliformes totaux, coliformes fécaux, staphylocoque, streptocoque, salmonelles et les shigelles, ainsi que certains pathogènes peuvent donner une indication sur les risques liés à l'utilisation de certains types d'eaux [56].

IV. CONCLUSION

L'eau est incolore, inodore et sans saveur, de valeur nutritive à peu près nulle, elle est cependant le constituant principal de tout être vivant. L'organisme humain peut vivre pendant près d'un mois sans manger mais ne peut survivre que quelques jours sans boire.

L'eau potable est une eau qui est apte à être consommée par l'être humain, cette dernière peut contenir des substances polluantes. C'est pourquoi, elle a besoin d'être protégée, traitée et économisée.

Collectées par le réseau d'assainissement, les eaux usées contiennent de nombreux éléments polluants, provenant de la population, des activités commerciales, industrielles et agricoles et des phénomènes naturels.

Les eaux usées se caractérisent par des paramètres physico-chimiques et bactériologiques, qui permettent de déterminer leur éventuelle origine et de connaître l'importance de leur charge polluante.

Avant qu'elles ne soient rejetées dans le milieu naturel et ne le dégradent, elles doivent impérativement obéir à des normes établies pour protéger les milieux récepteurs contre la pollution. Pour cela, elles sont acheminées vers une station d'épuration où elles subissent plusieurs phases d'épuration.

Chapitre 2 : Cadre Général

Deuxième chapitre : CADRE GENERAL

I. PRESENTATION DE LA REGION D'ETUDE

1. SITUATION DE LA ZONE D'EUDE

La commune de Maghnia, Située à l'extrême Nord Ouest de l'Algérie dans la wilaya de Tlemcen., sa position frontalière lui confère un rôle stratégique entre Algérie et Maroc. Elle est limitée géographiquement :

- Au Nord, par le massif des Traras qui l'isole de la mer méditerranée.
- Au Sud à l'Est, par les monts de Tlemcen.
- A l'Ouest et au Sud-Ouest, par la ligne frontalière avec le Maroc.

La commune de Maghnia s'étend sur une superficie totale de 294 Km²; elle compte huit (08) agglomérations :

- Le chef lieu de la commune, Maghnia.
- Les agglomérations secondaires: Akid Abbas, Akid Lotfi, M'Samda, Bekhata, Chebikia, Bettaine et Legfef. [25].

La plaine de Maghnia (Fig.1) couvre une étendue d'environ 351 Km², celui-ci représente 80% de l'espace communal.

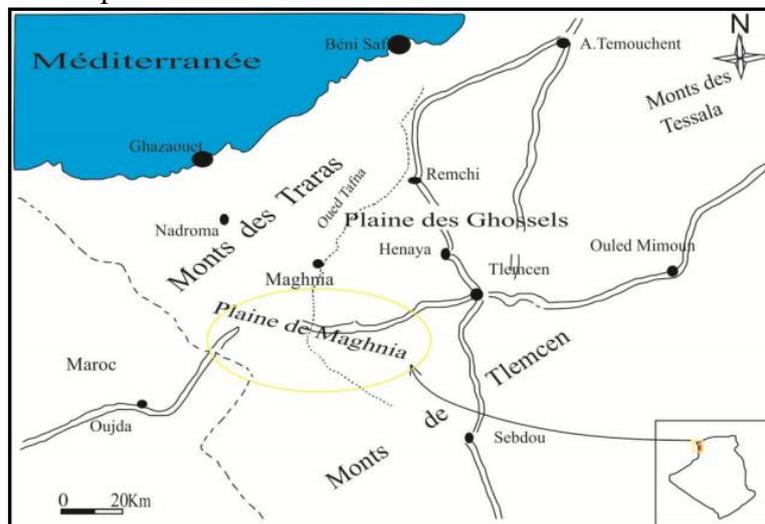


Fig. 1 : Carte de localisation de la plaine de Maghnia [4].

2. CADRE HYDROGRAPHIQUE

Le réseau hydrographie de la plaine de Maghnia est représenté par deux (02) Oueds principaux traversent la plaine de Maghnia (Figure. 2) :

- ♦ Oued Mouilah avec deux affluents : Oued Bou-Naim et Aouedj.
- ♦ Oued Ouarefou avec trois affluents : Oued Abbas, Ouina, et Mehaguene.

2.1. Oued Mouilah

Important affluent rive gauche de la Tafna, prend naissance dans la région d'El Abed, en Algérie, à 1250m d'altitude, puis pénètre au Maroc sous le nom d'oued Isly qui suit un cours intermittent. Il redevient permanent en aval de la ville d'Oujda (Maroc) à 490 m d'altitude, sous l'appellation d'oued Bou Naim, et enfin pénètre en Algérie, aux environs de Maghnia, et prend le nom d'oued Mouilah [48].

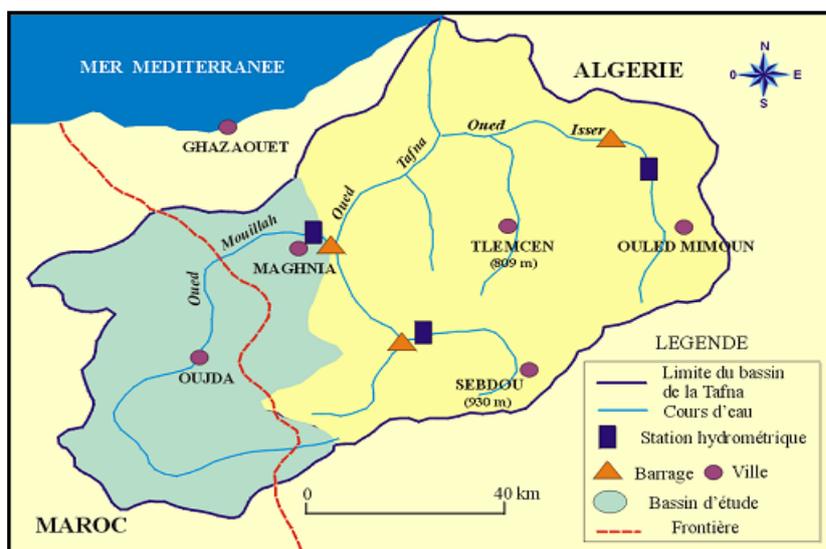


Fig. 2: Situation du bassin versant de l'Oued Mouillah [8].

2.2. Oued Ouardefou

Il est le plus important de la zone d'étude, il passe à proximité de la ville de Maghnia, son principal affluent est l'oued Mehaguene qui prend naissance dans le territoire Marocain.

2.3. Oued Abbas

Son principal affluent est l'Oued Mansour ainsi qu'un nombre assez important de cours d'eau tels que ceux qui collectent les eaux de ruissellement des monts d'El Gargachi, Rouaguen et El Babouche.

Il est à signaler que cet oued sert d'exutoire aux rejets industriels des unités économiques de la ville de Maghnia [4].

Tabl. 2: Caractéristiques des deux principaux Oueds.

Oueds	O. Mouilah	O. Ouardefou
Superficie du bassin versant (Km ²)	1827	612
Altitude moyenne (m)	854	676

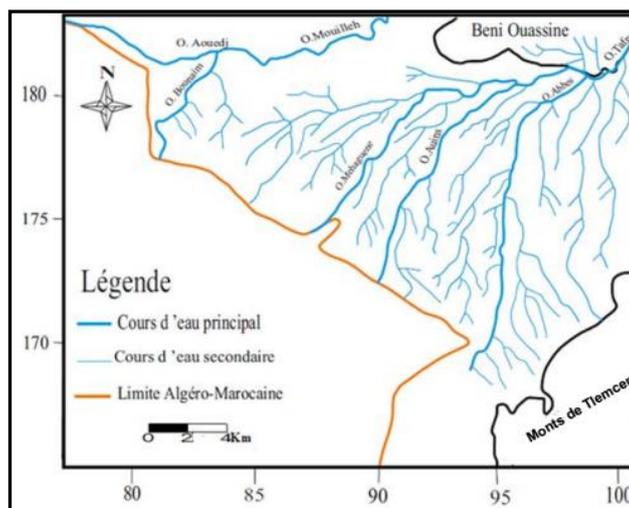


Fig. 3: Réseau hydrographique de la plaine de Maghnia [4].

3. CADRE CLIMATOLOGIQUE

3.1. Etude des précipitations

La précipitation, la température, la vitesse du vent, la durée d'insolation sont des facteurs climatiques qui jouent un rôle déterminant dans le développement des cultures et l'estimation du potentiel de leur rendement. Ces paramètres sont facilement mesurables par les stations météorologiques équipées de l'ensemble des instruments de mesures [38].

Le tableau.3 représente la variation des précipitations mensuelles à la station du Barrage de Hammam Boughrara durant la période de 1999 à 2018.

Tabl. 3: Valeurs des précipitations mensuelles à la station du Barrage de Hammam Boughrara (1999 - 2018)

Année	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	A	Moy An
99/00	20,5	18,7	50,8	60,2	0,5	-	6	8,7	49,1	0,5	-	-	26,62
00/01	15,9	71,4	50	26	32	26,6	9,1	4,3	3,3	-	-	-	19,88
01/02	15,1	27	113,7	24,5	1,8	3	8,3	60,5	36,8	0,5	-	17,4	25,72
02/03	-	10,3	68,5	14,3	68,7	66,5	19,3	27,2	15,5	3,3	-	-	24,47
03/04	4,3	27	33,8	47,2	36,5	17,2	104	17,9	50,2	4,1	-	4,4	28,88
04/05	1,8	25,4	32,5	58,8	17,5	50,7	34,1	4,5	3,3	-	-	-	19,05
05/06	2,5	2,5	34,4	5,7	54,6	34	18,8	12,6	21,1	1,2	9,7	-	16,42
06/07	38	21,3	7,7	29	8,8	25,3	5,3	80,2	5,4	-	-	-	18,42
07/08	8,3	34,4	56,5	27,1	16,1	7,8	-	4,8	2,7	-	-	-	13,14
08/09	35,2	146,6	58,8	76,4	92,4	11,5	18,2	21,3	6,4	1,5	-	-	39,02
09/10	85,4	1,3	31,8	17,3	39,9	33,8	65,9	52,6	17,7	16,8	-	20,5	31,92
10/11	3,6	71,8	13,3	18,8	12,5	28,2	19	44,3	64,3	13,2	-	3,6	24,38
11/12	0,8	54,3	80,6	24,5	11,8	50,8	23,7	17,3	5	1,4	0,6	-	22,57
12/13	23	44	131,3	19,3	67	39,9	33,9	31,7	35,5	-	5,6	2,4	36,13
13/14	11,6	-	32,3	93,4	53,5	36,5	40,9	6,8	15,4	9,9	-	-	25,03
14/15	20,7	4,3	32,7	76,1	71,5	33,1	31,4	5,8	26,2	4,3	-	2,6	24,73
15/16	8,6	30,9	10,2	-	13,7	54	34,9	19,3	44	1,7	-	-	18,11
16/17	4,5	3,5	27,1	54,2	117,3	22,2	10,9	8,7	8,4	-	-	-	21,4
17/18	-	30,5	3,3	100,9	63,5	42,8	-	-	-	-	-	-	20,08

3.2. Etude de la température

La station de Maghnia dont les caractéristiques sont consignées dans suivant :

Tabl. 4: Caractéristiques de la station de mesure [4].

Maghnia	Station	Coordonnées			Etat
	Longitude	Latitude (m)	Altitude (m)	Période d'enregistrement	
	34°81N	01°78W	428	1979 - 2016	Opérationnelle

Les valeurs de la température moyenne annuelle à la station de Maghnia pendant la période (1979 - 2016) sont référées au tableau. 5:

Tabl. 5 : Valeurs des Températures moyennes annuelles (1979/1980-2015/2016) [4].

Années	T (°C)	Années	T (°C)	Années	T (°C)
79/80	17,7	92/93	15,88	05/06	17,38
80/81	16,4	93/94	16,59	06/07	17,58
81/82	19,6	94/95	16,89	07/08	17,22
82/83	18,02	95/96	18,5	08/09	17,04
83/84	18,6	96/97	17,63	09/10	20,19
84/85	18,9	97/98	16,68	10/11	21,03
85/86	19,03	98/99	16,74	11/12	19,4
86/87	17,35	99/00	16,82	12/13	18,9
87/88	15,98	00/01	17,93	13/14	20,1
88/89	16,45	01/02	17,03	14/15	20,00
89/90	18,48	02/03	17,78	15/16	19,8
90/91	16,18	03/04	17,38	Tmoy	17,9
91/92	15,81	04/05	17,11		

4. LES DIFFERENTES INDUSTRIES EXISTANTES

Les différentes unités industrielles constituant la zone industrielle de Maghnia, dont essentiellement *la Maïserie du Groupe METIDJI*, l'Entreprise nationale des corps gras (L'ENCG) et l'Entreprise nationale des produits miniers non ferreux (L'ENOF) considérées comme étant des unités polluantes.

A signaler aussi la décharge dans le réseau d'assainissement des produits hydrocarbures (fuel et huiles moteur) des stations de lavage et de graissage existantes. Et des eaux résiduaires de quelques coopératives de conditionnement d'olives.

Les grandes unités industrielles sont munies de Station d'Épuration des eaux industrielles.

L'industrie dans la région de Maghnia est prédominée par cinq (05) unités industrielles importantes :

Tabl. 6: Principales unités industrielles

L'unité industrielle	Production	Milieu récepteur
Entreprise nationale des produits miniers non ferreux (E.N.O.F)	Traitement des terres décolorantes	Oued Ouerdeffou
Complexe de la vaisselle et céramique (CERTAF)	Production de céramique et vaisselle	Oued Abbés
Entreprise nationale des corps gras (E.N.C.G)	Huiles alimentaires et savons	Oued Abbés
Entreprise des aliments et dérivés de maïs	Production d'amidon	Oued Abbés
Coopérative oléicole	Production d'huile d'olive	

II. PRESENTATION DE LA MAÏSERIE DE LA TAFNA - MAGHNIA -

1. HISTORIQUE

Le complexe de transformation de maïs de MAGHNIA a été initié le cadre du second plan quadriennal 1970 par l'ex-société nationale des industries chimiques (SNIC). Il était destiné des se mise en exploitation, à courir les besoins du pays en amidon, sirops de glucose et de dextrans.

Sa réalisation a été confiée à un consortium allemand regroupant quatre grandes sociétés :

- KLOCKNER chef de file assurant les services généraux et la coordination.
- STARCOSA fournisseur d'équipement.
- M.I.A.G construction des silos.

Après une période de construction de presque 03 ans (entre 1975 et 1978). La mise en production industrielle de complexe a lieu le mai 1980, le complexe est réceptionné définitivement en juillet 1982.

En janvier 1983 le complexe a été rattaché à L'ERDIAD de SIDI ABBEES dans le cadre de la restructuration des entreprises du secteur public et puis il est devenu EPE, puis SPA régie par le code du commerce lors de la restructuration des entreprises, à la fin des années 1998 ce complexe a été dénommé Maïserie de la Tafna doté d'un capital de 60 millions de dinars qu'elle détient en totalité.

2. ORGANISATION DE L'ENTREPRISE

Au début de l'année 2005, l'Amidonnerie de Maghnia, dans le cadre de la privatisation totale des entreprises publiques économiques décidée par les pouvoirs publics rejoint le *Groupe METIDJI*.

Entre l'année 2010 et 2011 une modernisation et rénovation de la Maïserie a été entreprise, rénovation technologique des équipements suivant les nouvelles technologies (l'automatisme).

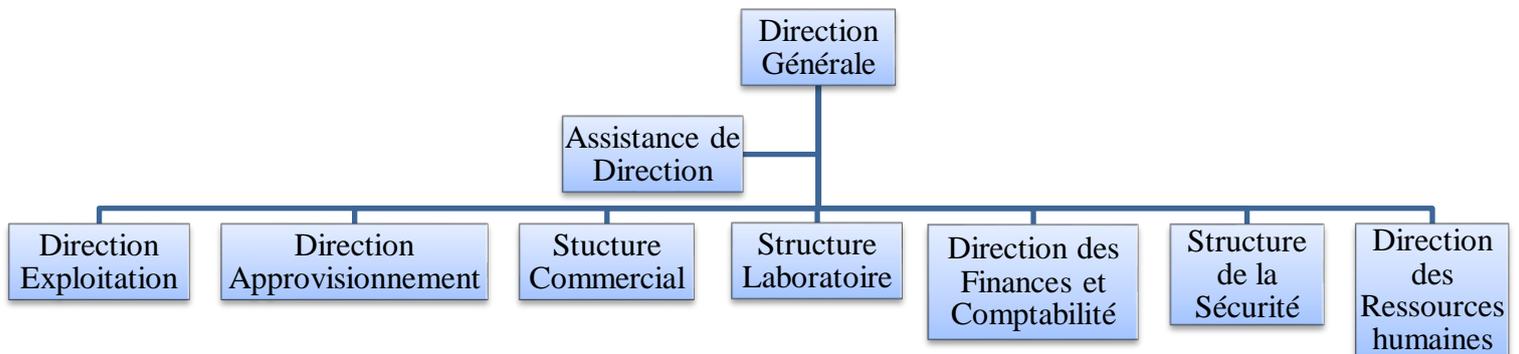


Photo. 1: Usine de la Maïserie de la Tafna - Maghnia –

2.1. Fiche technique

- Raison Sociale: Filiale Maïserie de la Tafna,
- Groupe d'affiliation: SPA Mitidja Holding,
- Adresse du Siège Social: Route de Sebdou B.P/108 Maghnia wilaya de Tlemcen,
- Limite géographique :
 - Au Sud: Unité de céramique de vaisselles,
 - A l'Est: Terres agricoles,
 - A l'Ouest: Entreprise de charpente métallique,
 - Au Nord: Habitations (logement de fonctions),
- Téléphone/Fax: 043 31 40 04,
- Email: am@groupe_metidji.com,
- Site: www.groupe_metidji.com,
- Statut Juridique: Société par actions,
- Capital social: 1.920.000.000 DA,
- Année de mise en exploitation: 1980,
- Année de privatisation: en juin 2005,
- Année de rénovation et modernisation de la maïserie: 2010-2011,
- Activités: Production et commercialisation des produits dérivés du maïs (amidon, glucose et dextrine),
- Capacité nominales : Trituration du maïs: 200 t/j,
- Capacité actuelle: 100 t/j,
- Produits principaux:
 - Amidon,
 - Sirop de Glucose,
- Capacités journalière des produits finis:
 - Amidon +dextrines: 52,4 tonnes en matière sèche (MS),
 - Gluten: 8,7 tonnes en matière sèche (MS),
 - Glucose: 58,1 tonnes en matière sèche (MS),
 - Germes: 11,5 tonnes en matière sèche (MS),
 - Son: 34,1 tonnes en matière sèche (MS),
 - La matière première: Maïs,
 - Lieu de vente: National.

3. ORGANIGRAMME GENERAL



4. SITUATION GEOGRAPHIQUE

L'amidonnerie de Maghnia, l'unique maïserie en Algérie située dans la zone industrielle, que fait partie de groupe **METIDJI**.

Ce dernier comprend plusieurs unités, les moulins de SIGG, le comptoir du Maghreb et l'amidonnerie du Maghnia....etc

L'unité d'amidonnerie est édifée sur un site surplombant la ville de Maghnia. En bordure de la route de Sebdou, un terrain de 10 Hectares sert d'assiette aux bâtiments de production, aux divers bâtiments annexes et notamment les silos de maïs, les entrepôts, les bâtiments administratif et social. Elle est spécialisée dans la transformation du maïs par voie humide et produit de l'amidon, du sirop de glucose, gluten et de la dextrine.

Cette unité est unique dans l'Afrique dans son genre elle jouit d'une grande notoriété sur le territoire national et international [57].



Fig. 4: Vue satellite de la Maïserie

5. ACTIVITES DE L'USINE

L'entreprise maïserie de la TAFNA développe une activité industrielle. Le complexe est doté d'une technologie de transformation de maïs par voie humide. Il produit de l'amidon, du sirop de glucose, des dextrans et des coproduits (gluten, son).

Cette unité est unique dans l'Afrique dans son genre, elle jouit d'une grande notoriété sur le territoire national et international. [62].

III. TRANSFORMATION DU MAÏS EN AMIDON

L'amidon obtenu par transformation du maïs peut être vendu tel quel, sous forme d'amidon natif, ou soumis à des transformations plus poussées. L'amidon modifié est obtenu par torréfaction, cuisson ou oxydation, alors que des hydrolyses par voie acide ou enzymatique produisent divers composés comme des sirops de glucoses, des dextroses, des polyols etc. L'amidon et ses dérivés sont utilisés dans de nombreux secteurs : pharmacie, chimie, production de papier et carton [66].

1. L'AMIDON DANS L'INDUSTRIE ALIMENTAIRE

L'industrie agroalimentaire, très exigeante en termes de qualité et de traçabilité, est également un client majeur pour les amidonniers. L'amidon fait partie intégrante du marché des ingrédients alimentaires et est caractérisé par sa nature complexe. L'amidon est utilisé dans de nombreuses applications alimentaires. Sous sa forme native, l'amidon est utilisé comme épaississant et comme liant.

2. LES METHODES DE MODIFICATION DE L'AMIDON NATIF

L'amidon peut aussi être modifié selon différentes voies pour lui donner de nouvelles fonctions. La modification physique ou chimique de l'amidon affecte sa viscosité et donc sa stabilité au pH et à la chaleur. Il peut être hydrolysé en dérivés par voie enzymatique ou chimique (dégradation acide), peut être aussi pré-gélatinisé pour lui assurer une meilleure dissolution au cours de la fabrication d'un produit et pour son utilisation dans les produits froids. La taille des granules de nombreux amidon contribue à sa viscosité, à la vitesse de gélatinisation et à la température de gélatinisation. Plus la granule d'amidon est grosse, plus la viscosité devient importante [51].

3. CRITERES DES GRAINS DE MAÏS POUR UN MEILLEUR RENDEMENT EN AMIDON

Les grains de maïs livrés à l'industrie amidonnière sont transformés en amidon par mouture humide. Parmi les critères de qualité de la matière première qui interviennent dans le rendement final en amidon, on distingue :

Une teneur du grain en amidon élevée. En effet, plus la teneur en amidon, est élevée, meilleur sera le rendement en usine. Une grande qualité intrinsèque de l'amidon. Ce qui est recherché, c'est un amidon présentant une granulométrie régulière au séchage et des performances constantes en modification. Un bon niveau de viscosité en solution est également requis.

Une faible proportion de grains cassés. Les grains de maïs une fois nettoyés, sont introduits dans des cuves de trempage. Au cours de cette étape, les grains cassés ou abimés vont subir des pertes d'amidon préjudiciables au rendement final. Une bonne séparabilité amidon / protéine. Après trempage, le maïs est soumis à plusieurs traitements : broyage grossier, dégermage, broyage fin, tamisage. Vient alors la centrifugation, qui aboutit à la séparation du lait d'amidon et des protéines.

La qualité amidonnière du maïs est d'autant plus grande que cette séparation est facile. Une humidité du grain inférieure à 32%. Le taux d'humidité du grain influe en fait sur les deux points précédents. En effet, plus le grain est sec, moins il craint la casse au moment de la récolte, et mieux il résiste au séchage conservant une séparabilité amidon /protéine facile. De plus, un grain de maïs bien sec est moins sensible aux pertes mécaniques d'amidon liées à des températures de séchage trop élevées ou à la méthode de séchage (décollement des enveloppes et des germes) [66].

IV. FICHE TECHNIQUE DE CHAQUE PRODUIT FINIS COMMERCIALISE

1. FICHE TECHNIQUE D'AMIDON DE MAÏS

1.1. Généralités

✓ L'amidon de maïs est un hydrate de carbone que les plantes synthétisent par polymérisation du Glucose. Il contient environ 27% d'amylose et 73% d'amylopectine.

✓ Les granules d'amidon sont insolubles dans l'eau mais peuvent y être maintenus en suspension par agitation mécanique, par augmentation de la température ou alcalinisation du milieu, ces granules absorbent l'eau, gonflent et forment un empois. Lorsque la concentration est suffisamment élevée, ce dernier s'épaissit après refroidissement et forme un gel irréversible. C'est ainsi qu'à partir de l'amidon natif extrait des céréales ou des tubercules, pas moins de 600 produits différents ont été mis au point pour répondre aux besoins spécifiques des industries utilisatrices.

1.2. Caractéristiques physico-chimiques

- Aspect : poudre blanche,
- Cout et odeur : neutre,
- Teneur d'humidité <12%,
- Protéines totaux <0,35%,
- Protéines solubles <0,02%,
- Matières grasses <0,1%,
- Cendres <0,1%,
- SO₂ <0,04%,
- pH =5 - 7.



Photo. 2: Amidon de Maïs

1.3. Les applications

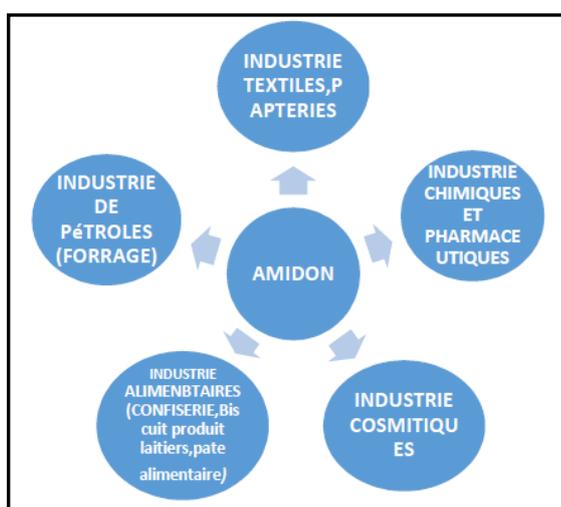


Fig. 5: Les applications d'amidon

1.4. Conditionnement

Sac Kraft de 25 Kg et 50 Kg net.

2. FICHE TECHNIQUE DU SIROP DE GLUCOSE

2.1. Généralités

- ✓ Les sirops de glucose: sont des solutions aqueuses de sucres nutritifs dérivés de l'amidon.
- ✓ Ils sont obtenus par hydrolyse chimique de l'amidon.
- ✓ Les sirops de glucose se différencient essentiellement par leur D.E (Dextrose équivalent) qui caractérise le degré de conversion de l'amidon en sucres : plus l'hydrolyse est poussée, plus la teneur en mono et disaccharides augmente et plus le D.E est élevé.

2.2. Propriétés

- Le sirop de glucose: est un mélange de plusieurs sucres alimentaires de haute valeur nutritive.
- Il donne de la viscosité et empêche ou modère la cristallisation du saccharose.
- Le sirop de glucose confère une plasticité qui améliore la structure et la texture de divers produits de confiserie. Son pouvoir sucrant étant moyen, le choix d'une combinaison adéquate avec le saccharose permet d'obtenir l'intensité sucrée désirée.

2.3. Caractéristiques

- Matière sèche: 82 à 84%,
- D.E.: 40 à 50%,
- pH: 4,5 à 6,0,
- Densité: 1,40,
- Gout: Doux,
- Odeur: Neutre,
- Couleur: blanc, légèrement jaunâtre,
- Aspect: Liquide visqueux, limpide.



Photo. 3: Sirop de glucose.

2.4. Applications

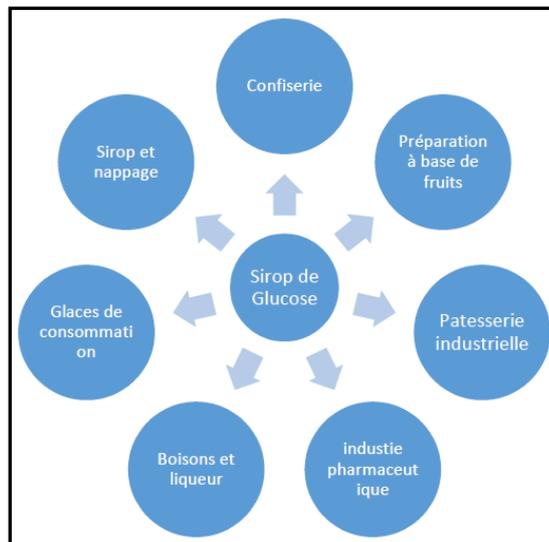


Fig. 6: Les applications du sirop de glucose

2.5. Emballages

Le sirop de glucose : est conditionné en fûts métalliques traités de 300 Kg ou livrés en citernes (vrac).

V. CARACTERISTIQUES DES PRODUITS DERIVES DU MAIS DESTINES A L'ALIMENTATION ANIMALE

1. FICHE TECHNIQUE DU GLUTEN

1.1. Propriétés

Gluten de maïs: est un produit obtenu en fin de cycle d'extraction de l'amidon des grains de maïs. Il est constitué essentiellement par le réseau protéique reliant les granules d'amidon.

1.2. Caractéristiques physico-chimiques

- Aspect: poudre jaunâtre.
- Humidité : 10% à 13%.
- Protéines brutes : 35 à 55%.
- Matières grasses : 3 à 5%.
- Matières minérales : 1 à 2%.



Photo. 4: Gluten de maïs

1.3. Applications

Produits riches en protéines destinés à l'alimentation animale. Il peut être incorporé dans les pâtes alimentaires et les condiments.

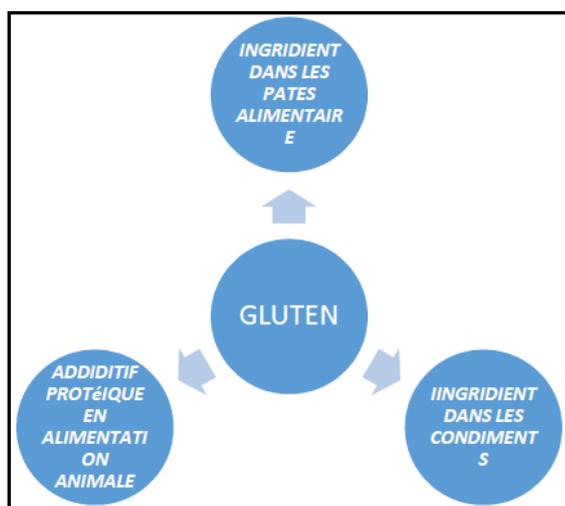


Fig. 7: Les applications du gluten

1.4. Conditionnement

Le gluten est livré en sac papèterie (pp) de 50 Kg (sac Kraft multiplies de 50 Kg).

2. FICHE TECHNIQUE DU GERME

2.1. Propriété

Germes de maïs: constituant du grain de maïs, riche en lipide (huile de maïs) extrait après un premier broyage grossier.

2.2. Caractéristique

- Humidité $\leq 4\%$.
- Matières grasses brutes $>45\%$.



Photo. 5: Germe de maïs

3. FICHE TECHNIQUE DU SON DE MAÏS

3.1. Caractéristique

- Humidité $\leq 10\%$.
- Protéines brutes $>20,5\%$.
- Cendres $\leq 8\%$.



Photo. 6: Son de maïs

4. FICHE TECHNIQUE DU DEXTRINE

4.1. Les applications dextrine

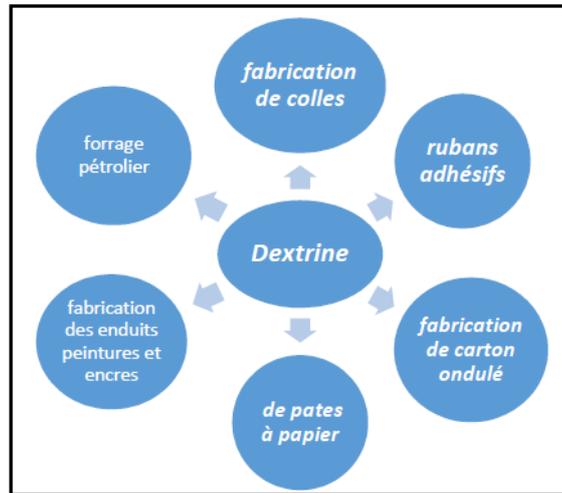


Fig. 8: Les applications dextrine.



Photo. 7: Dextrine blanche



Photo. 8: Dextrine jaune

5. D'AUTRES PRODUIT DERIVES COMMERCIALISES



Photo. 9: Coque de Maïs



Photo. 10 : Brisure de Maïs



Photo. 11 : Maïs sec

VI. DESCRIPTION GENERALE DU PROCESSUS

1. AMIDONNERIE

➤ Réception de maïs au niveau du silo (le maïs acheté est transporté par des camions de 25-30 tonnes puis stocké dans des silos (12 silos), la capacité de chaque silo est 1000 tonnes),

➤ Nettoyage de maïs par des tamis (la séparation de briseur et de coque et de maïs nettoyé). La coque et le briseur sont conditionnés pour la commercialisation,

➤ Transport de maïs nettoyé au niveau des cuves de trempage (transport hydraulique par l'eau de procédé),

➤ Trempage de maïs par l'eau soufrée (0,2 à 0,25%) (le maïs nettoyé mélangé avec l'eau soufrée dans des bacs de 135 m³ on 8 bacs de trempage, la durée du trempage entre (48 heures et 72 heures) pour avoir une humidité de 37% à 40% à température entre 50°C et 52°C.

• *Le Bût de trempage*

- Le grain de maïs doit être trempé de telle façon que le germe est facilement détaché, sans blessure lors de broyage grossière dans le dégermeur.

- Elle est nécessaire aussi pour faciliter la séparation ultérieure entre l'amidon et le gluten.

- Les matières solubles surtout les sels minéraux et les protéines, sont solubilisés dans l'eau de trempage pour réduire les proportions des protéines dans l'amidon. Cette eau de trempage est prise pour l'usage biologique (étude pharmaceutique pour la fabrication d'antibiotiques).

➤ Broyage de maïs trempé (Broyage grossières : au cours du broyage le maïs va se couper en deux sans casser les germes. Le maïs doit être trempé dans des conditions optimales pour pouvoir être égermé de façon adéquate il ne suffit pas que les germes soient mouillés mais ils doivent être trempés pour qu'ils créés une élasticité et ils peuvent être brisé).

➤ Dé-germination (la séparation des germes par pression dans des cuves pyramides (on deux séparation, la première séparation se fait sur trois cuves et la deuxième séparation sur trois cuves), elle permet de couper le grain de maïs on deux et de libérer le germe sans le blessé. Les germes sont lavés par l'eau de procédé puis séchés pour obtenir des germes qu'on peut conditionner et commercialiser.

➤ Après l'élimination de germe, le reste comme : la semoule, le gluten, l'amidon sont écrasés par des broyeurs spécifiques (broyage fin), après on passe ces produits dans des tamiseurs pour séparer le Son (pelure / semoule).

➤ La semoule sera lavée, déshydratée puis séchée pour être conditionnée puis commercialisée en fourrage (cette substance destinée pour l'alimentation animale ou dans les industries après des traitements complémentaires).

➤ Le reste c'est-à-dire l'amidon et le gluten sont séparés par centrifugation (dans un séparateur par centrifugation) cette opération va donner le lait du gluten et le lait d'amidon.

• Le lait de gluten est frotté puis concentré dans un concentrateur ensuite déshydraté puis séché pour enfin avoir du gluten qu'on va conditionner et par la suite commercialiser.

• Le lait d'amidon est raffiné par de l'eau fraîche dans un hydrocyclone puis déshydraté et séché ce processus va donner de l'amidon prêt au conditionnement et à la commercialisation. Cet amidon peut être aussi transformé soit par voie sèche pour donner la dextrine, soit par voie hydrolysée pour donner la glucoserie.

2. PROCESSUS DE FABRICATION D'AMIDON

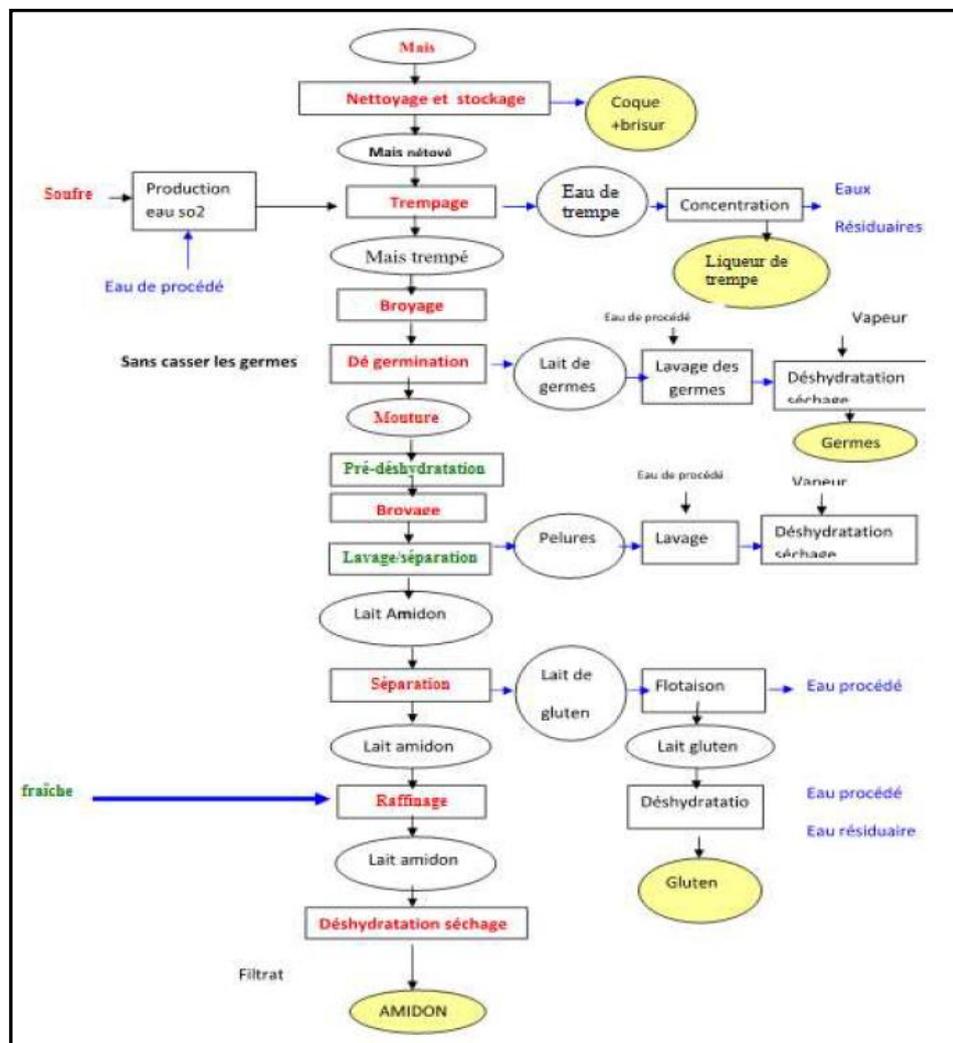


Fig. 9: Processus de fabrication d'amidon

3. DEXTRINERIE

Après l'obtention de poudre d'amidon, cette dernière peut être passée par les transformations suivantes:

➤ **Acidification:** Pendant cette étape elle se fait mélangée avec l'HCl (5%), pendant 25mn puis on la ramène dans des bacs de repos pendant 12 heures, ensuite le tout sera séché à l'aide de la vapeur.

➤ **Torréfaction:** pour ce processus la température utilisée est de 150°C avec un taux d'humidité entre 2% et 3%, ensuite on va refroidir le tout dans un refroidisseur avant de passer par un humidifuge qui va augmenter l'humidité jusqu'à 13%, enfin on stocke la dextrine dans des bacs.

4. PROCESSUS DE FABRICATION DE LA DEXTRINE

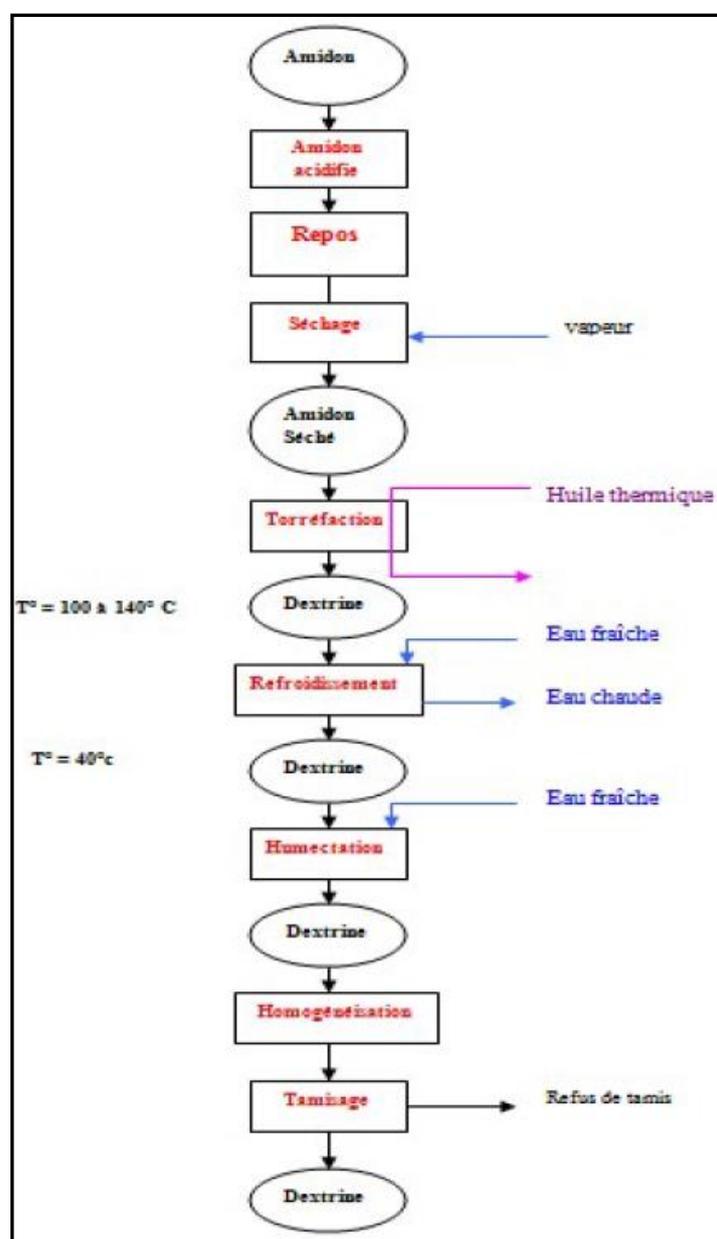


Fig. 10: Processus de fabrication de la dextrine.

5. GLUCOSERIE

Pour la glucoserie on utilise le lait d'amidon :

- L'acidification : on mélange le lait d'amidon avec l'HCl (10%) et avec la vapeur à 10 bars pour obtenir de l'amidon acidifié.
- On ajoute du Na₂CO₃ jusqu'à obtenir un pH entre 4,8 et 5,2.
- On sépare le lait d'amidon et les protéines par un séparateur.
- On va ensuite faire une filtration où les protéines sont jetées et la substance restée est préchauffée à 70 C°.
- On obtient un sirop déminéralisé qu'on va le concentrer avec la présence de vapeur pour obtenir du glucose en matière sèche.

6. PROCESSUS DE FABRICATION DU GLUCOSE

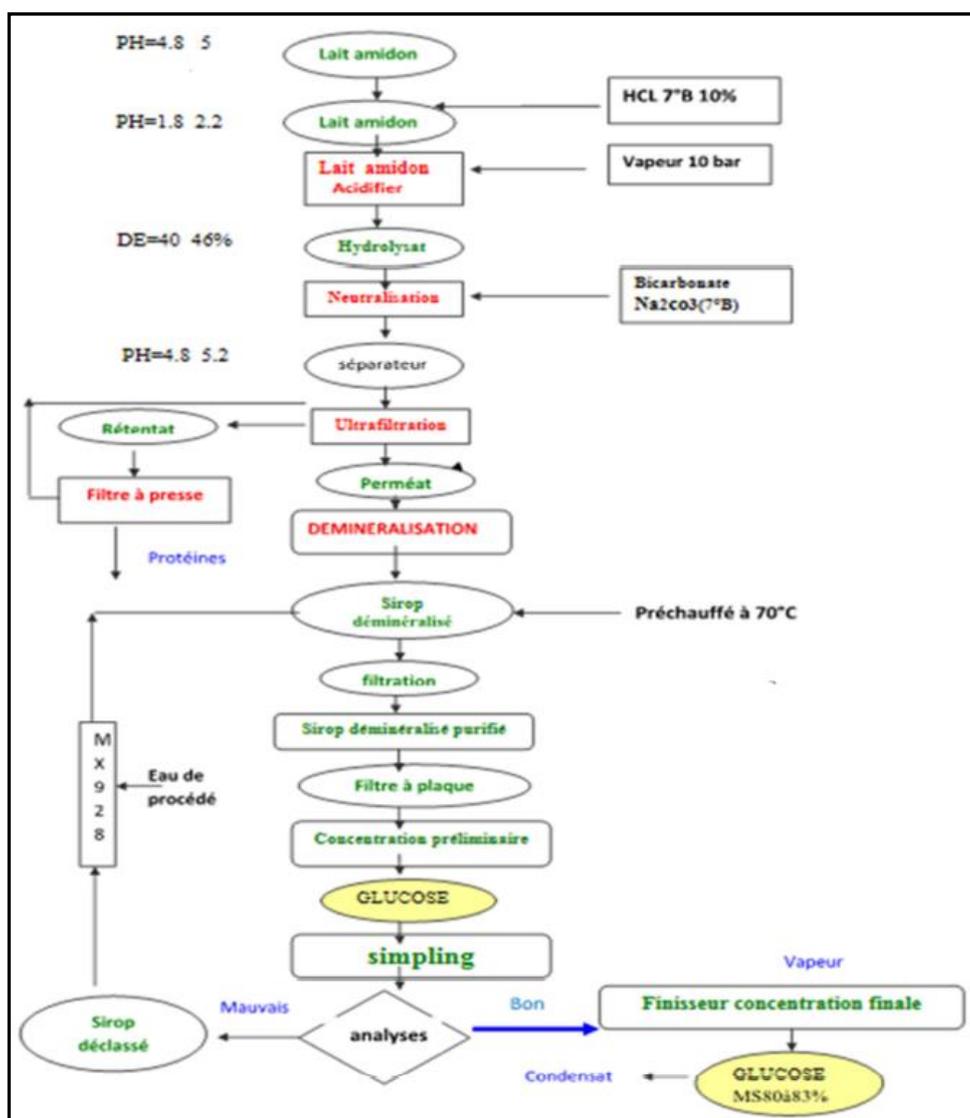


Fig. 11: Processus de fabrication du glucose

VII. CONCLUSION

Ce chapitre Comporte plusieurs parties, nous avons présenté la maïserie de Maghnia TAFNA, ainsi que les différents produits fabriqués dans ses ateliers. Nous avons commencé par donner une fiche d'identification de cette filiale qui appartient au groupe MITIDJA HOLDING, ensuite nous avons exposé dans un organigramme l'organisation générale de la maïserie. Par la suite nous avons présenté les fiches techniques des différents produits que fabrique cette usine, nous avons commencé par l'amidon de maïs, puis le sirop de glucose après nous avons donné les caractéristiques des produits dérivés du maïs destiné à l'alimentation animale. Ensuite nous avons présenté les processus de fabrication de l'amidon, de la dextrine et du glucose.

*Chapitre 3:
Procédés d'épuration
des eaux usées*

Troisième Chapitre : **PROCEDES D'EPURATION DES EAUX USEES**

I. INTRODUCTION

L'objectif d'épuration des eaux usées est l'obtention d'une eau épurée qui satisfait aux normes de rejets édictés par la législation, et pouvant par suite être évacuée sans danger du point de vue du risque pour la santé humaine et l'environnement.

Selon la nature et l'importance de la pollution, différents procédés peuvent être mis en œuvre pour l'épuration des eaux résiduaires en fonction des caractéristiques de celles-ci et du degré d'épuration désiré.

Au cours de ce chapitre nous nous sommes intéressés à l'étude des paramètres de la pollution des eaux usées évacuées par les agglomérations urbaines à l'exutoire, et les différents procédés d'épuration de ces effluents avant les rejetés dans le milieu naturel.

II. LES DEVERSEMENTS DES EAUX USEES DANS LE MILIEU NATUREL

Le rejet direct des eaux usées domestiques dans le milieu naturel perturbe l'équilibre aquatique en transformant les rivières en égouts à ciel ouvert. Cette pollution peut aller jusqu'à la disparition de toute vie. Il faut retirer des eaux usées un maximum de déchets, avant de les rejeter dans l'environnement, pour que leur incidence sur la qualité de l'eau, en tant que milieu naturel aquatique, soit la plus faible possible [21].

Quand les eaux usées ou les eaux résiduaires industrielles ne sont pas épurées avant le rejet dans le milieu naturel, l'altération de ce dernier et les déséquilibres qui s'y produisent ont non seulement des effets immédiats sur les utilisations de l'eau, mais aussi des effets à long terme, parfois irréversibles dans le domaine de la vie humaine [47].

1. LA NECESSITE DE L'EPURATION

L'épuration des eaux est un ensemble de techniques qui consistent à purifier l'eau soit pour recycler les eaux usées dans le milieu naturel, soit pour transformer les eaux naturelles en eau potable.

Les caractéristiques d'une station d'épuration et le degré de traitement doivent être tels que l'effluent n'altère pas l'état du milieu récepteur dans une mesure incompatible avec les exigences de l'hygiène et de la salubrité publique et d'une façon générale, avec les exigences des diverses utilisations ou activités (alimentation en eau des hommes et des animaux, utilisation agricole ou industrielles, production piscicole ou production de coquillages, navigation, baignades et autres activités sportives) [13].

2. LES STATIONS D'EPURATION (STEP)

Elles constituent une autre voie d'élimination des eaux usées dans la mesure où celles-ci subissent toute une batterie de traitements avant leur déversement dans le milieu naturel.

Une STEP, généralement placée à l'extrémité aval d'un réseau est conçue pour épurer les eaux usées et limiter l'apport en excès de matière organique et dans certains cas, de substances minérales telles les nitrates et les phosphates dans les milieux récepteurs, sachant que certaines substances contenues dans un effluent, à partir d'une certaine concentration, peuvent constituer un danger pour la communauté aquatique, l'épuration des eaux usées diminue l'impact sur les écosystèmes aquatiques [31].

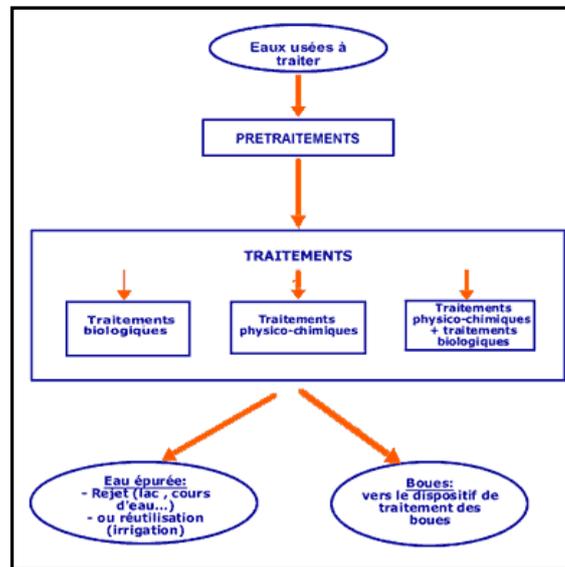


Fig. 12 : Schéma général d'une station d'épuration

3. ÉPURATION DES EAUX USEES

L'épuration des eaux usées le plus approprié est celui qui fournit, avec certitude, des effluents de qualité chimique et microbiologique exigée pour un certain usage spécifique, à bas prix et des besoins d'opération et d'entretien minimaux.

Les stations d'épuration des eaux résiduaires, indépendamment du type de traitement, réduisent la charge organique et les solides en suspension et enlèvent les constituants chimiques des eaux usées qui peuvent être toxiques aux récoltes ainsi que les constituants biologiques (microbes pathogènes) qui concernent la santé publique en général.

Les différents degrés de traitements conventionnels sont :

3.1. Procédés d'épuration des eaux usées

3.1.1. Traitement préliminaire

Enlèvement des solides grossiers et d'autres grands fragments de l'eau usée brute [32].

En tête d'une station d'épuration, ces procédés permettent de retenir les matières volumineuses grâce à des grilles (dégrillage), les sables (dessablage), les matières flottantes grossières (écumage) et les liquides moins denses que l'eau (désuilage). Les déchets solides peuvent être déchiquetés (dilacération) par des pompes dilacératrices, cette opération facilitant leur dispersion [54].

3.1.1.1. Dégrillage

Le dégrillage et le tamisage permettent de retirer de l'eau les déchets insolubles tels que les branches, les plastiques, serviettes hygiéniques, etc. En effet, ces déchets ne pouvant pas être éliminés par un traitement biologique ou physico-chimique, il faut donc les éliminer mécaniquement. Pour ce faire, l'eau usée passe à travers une ou plusieurs grilles dont les mailles sont de plus en plus serrées. Celles-ci sont en général équipées de systèmes automatiques de nettoyage pour éviter leur colmatage, et aussi pour éviter le dysfonctionnement de la pompe (dans les cas où il y aurait un système de pompage).

➤ **Un dégrillage grossier:** l'eau brute passe à travers une première grille qui permet l'élimination des matières de diamètre supérieur à 50mm.

➤ **Un dégrillage fin:** après le relevage de l'eau par quatre pompes (1250 m³/h pour chacune), il passe par deux grilles à câble composées de barreaux placés verticalement ou inclinés de 60 à 80° sur l'horizontale. L'espacement des barreaux est de 20mm, la vitesse moyenne de passage entre les barreaux est comprise entre 0,6 et 1 m/s [9].

3.1.1.2. Dessablage

Le dessablage a pour but d'extraire les graviers, sables et autres particules minérales de diamètres supérieures à 0,2 mm contenus dans les eaux usées, de façon à éviter les dépôts dans les canaux et conduits, à protéger les pompes et autres appareils contre l'abrasion.

L'écoulement de l'eau à une vitesse réduite dans un bassin appelé *dessableur* entraînant ainsi leur dépôt au fond de l'ouvrage. Ces particules sont ensuite aspirées par une pompe. Par contre, les sables extraits peuvent être lavés avant d'être mis en décharge, afin de limiter le pourcentage de matières organiques. Notons que la dégradation provoque des odeurs et une instabilité mécanique du matériau [15].

3.1.1.3. Déshuilage

C'est généralement le principe de la flottation qui est utilisé pour l'élimination des huiles. Son principe est basé sur l'injection de fines bulles d'air dans le bassin de déshuilage, permettant de faire remonter rapidement les graisses en surface (les graisses sont hydrophobes). Leur élimination se fait ensuite par raclage de la surface. Il est important de limiter au maximum la quantité de graisse dans les ouvrages en aval pour éviter par exemple un encrassement des ouvrages, notamment des canalisations [39].

3.1.2. Traitement primaire

Enlèvement des solides organiques et inorganiques sédimentables ainsi que les matériaux flottants [32].

La décantation des matières dans un bassin est déterminée par *l'indice de Mohlman*. Cet indice est déterminé chaque jour dans les stations d'épuration importantes afin de vérifier le bon fonctionnement du système.

À la fin de ce traitement, la décantation de l'eau a permis de supprimer environ 60% des matières en suspension, environ 30% de la demande biologique en oxygène (DBO) et 30% de la demande chimique en oxygène (DCO). Cette part de DBO₅ supprimée était induite par les matières en suspension. La charge organique restant à traiter est allégée

d'autant. Les matières supprimées forment au fond du décanteur un lit de boues appelé boues primaires [40].

3.1.3. Traitement secondaire (traitement biologique)

Enlèvement des matières organiques solubles et des matières en suspension des eaux usées traitées primaires [32].

Les procédés d'épuration secondaire (ou biologique) comprennent des procédés biologiques, naturels ou artificiels, faisant intervenir des microorganismes aérobies pour décomposer les matières organiques dissoutes ou finement dispersées [54].

La dégradation peut se réaliser par voie aérobie (en présence d'oxygène) ou anaérobie (en l'absence d'oxygène).

❖ La voie anaérobie

Si les réactions s'effectuent à l'abri de l'air, en milieu réducteur. Le carbone organique, après dégradation, se retrouve sous forme de CO₂, méthane et biomasse. Ce type de traitement appelé *digestion anaérobie* n'est utilisé que pour des effluents très concentrés en pollution carbonées, de type industriel (basserie, sucrerie, conserverie ...).

❖ La voie aérobie

Si l'oxygène est associé aux réactions. Cette voie est celle qui s'instaure spontanément dans les eaux suffisamment aérées. Le carbone organique se retrouve sous forme de CO₂ et de biomasse [15].

L'épuration biologique des eaux usées peut être mise en œuvre dans les microorganismes se développent en suspension dans l'eau (boues activées), ou encore dans réacteurs à biomasse fixée dans lesquelles les micro-organismes se développent sur un support grossier ou sur garnissage plastique (lit bactériens), sur de disque (disques biologiques).

3.1.3.1. Boues Activées

Les traitements réalisés en station d'épuration consistent à dégrader et séparer les polluants de l'eau (particules, substances dissoutes, microorganismes) par des procédés physiques, chimiques et biologiques pour ne restituer au milieu aquatique qu'une eau de qualité suffisante au regard du milieu récepteur.

Le résultat de ces opérations est la production de boues qui est le principal sous-produit du cycle de traitement de l'eau. Donc les boues d'épuration urbaines résultent du traitement des eaux usées domestiques qui proviennent de l'activité des particuliers et éventuellement des rejets industriels dans les réseaux des collectivités après avoir suivi un prétraitement obligatoire [10].

Une station de traitement par boues activées comprend dans tous les cas :

- ✓ Un bassin dit d'aération dans lequel l'eau à épurer est mise en contact avec la masse bactérienne épuratrice, - un clarificateur dans lequel s'effectue la séparation de l'eau épurée et de la culture bactérienne,
- ✓ Un dispositif de recirculation assurant le retour vers le bassin d'aération de la boue biologique récupérée dans le clarificateur. Cela permet de maintenir dans ce bassin la

quantité (ou concentration) de micro-organismes nécessaire pour assurer le niveau d'épuration recherché,

✓ Un dispositif d'extraction et d'évacuation des boues en excès, c'est-à-dire du surplus de culture bactérienne synthétisée en permanence à partir du substrat,

✓ Un dispositif de fourniture d'oxygène à la masse bactérienne présente dans le bassin d'aération,

✓ Un dispositif de brassage de ce même bassin, afin d'assurer au mieux le contact entre les cellules bactériennes et la nourriture, [15].

3.1.3.2. Lit bactérien

Le principe de fonctionnement d'un lit bactérien consiste à faire ruisseler les eaux usées, préalablement décantées sur une masse de matériaux poreux ou caverneux qui sert de support aux micro-organismes (bactéries) épurateurs.

Une aération est pratiquée soit par tirage naturel soit par ventilation forcée. Il s'agit d'apporter l'oxygène nécessaire au maintien des bactéries aérobies en bon état de fonctionnement. Les matières polluantes contenues dans l'eau et l'oxygène de l'air diffusent, à contre-courant, à travers le film biologique jusqu'aux micro-organismes assimilateurs. Le film biologique comporte des bactéries aérobies à la surface et des bactéries anaérobies près du fond. Les sous-produits et le gaz carbonique produits par l'épuration s'évacuent dans les fluides liquides et gazeux. Le rendement maximum de cette technique est de 80% d'élimination de la DBO₅ [55].

3.1.3.3. Lagunage

Parmi les divers procédés d'épuration des eaux usées, dont l'application dépend des caractéristiques des eaux à traiter et du degré de dépollution souhaité, figure le lagunage naturel.

Moyen rustique d'épuration des eaux usées, il se distingue des autres techniques de traitement réputées intensives par de nombreux avantages. Ce procédé écologique, simple et peu onéreux se base sur les phénomènes responsables de l'autoépuration des cours d'eau.

➤ Définition

Le lagunage est une technique biologique d'épuration des eaux usées, où le traitement est assuré par une combinaison de procédés aérobies et anaérobies, impliquant un large éventail de micro-organismes (essentiellement des algues et des bactéries). Les mécanismes épuratoires et les micro-organismes qui y participent sont, fondamentalement, les mêmes que ceux responsables du phénomène d'autoépuration des lacs et des rivières [37].

➤ Principe de fonctionnement

Le lagunage se présente comme une succession de bassins (minimum 2 et généralement 3) peu profonds (le plus souvent rectangulaires) dits lagunes. La surface et la profondeur de ces lagunes influencent le type de traitement (aérobie ou anaérobie) et confèrent un rôle particulier à chacune d'entre-elles. L'épuration par lagunage consiste à faire passer des effluents d'eau usée par écoulement gravitaire de lagune en lagune où la pollution est dégradée par : [30].

- L'activité bactérienne;
- L'activité photosynthétique et l'assimilation des substances minérales;
- Le pouvoir germicide de la lumière et de certaines algues.

Les matières en suspension de l'eau brute décantent dans le bassin de tête. Les bactéries assimilent la pollution dissoute, et l'oxygène nécessaire à cette dépollution, est assuré par l'action chlorophyllienne de végétaux qui participent aussi à la synthèse directe de la matière organique:

- Les microphytes ou algues microscopiques ; ce sont essentiellement des algues vertes ou bleues difficilement séparables,
- Les macrophytes ou végétaux macroscopiques, qui comprennent des formes libres (ex. lentilles d'eau) ou fixées (ex. roseaux). Les jacinthes d'eau peuvent s'enraciner ou non. Les végétaux supérieurs jouent un rôle de support et doivent normalement permettre d'augmenter la quantité de bactéries et d'algues épuratrices [17].

Les macrophytes sont consommés par le zooplancton, et les macrophytes filtrent l'eau en sortie avant rejet. L'ensemble de ces phénomènes apparaît dans plusieurs bassins en séries, ce qui autorise l'étagement des phénomènes épuratoires.

Le processus épuratoire qui s'établit dans une lagune est particulièrement intéressant, car c'est un phénomène vivant, un cycle naturel qui se déroule continuellement.

a/ Le lagunage naturel

Ce sont des bassins artificiels et imperméabilisés, de faible profondeur pouvant recevoir des effluents bruts ou prétraités et où la recirculation des boues biologiques décantées n'est pas réalisée, et la concentration de la biomasse épuratrice reste faible. Alimentées d'effluents à traiter, les lagunes naturelles sont nommées étangs de stabilisation [18], que l'on classe en fonction des filières de développement des bactéries en trois catégories : anaérobies, aérobies ou facultatifs (mixtes).

Différents assemblages de ces bassins sont possibles en fonction des conditions locales, des exigences sur la qualité de l'effluent final, du débit à traiter, ...

A titre d'exemple, si l'on souhaite un degré de réduction plus élevé des organismes pathogènes, on dispose les bassins en série comme suit : étang anaérobie, facultatif puis anaérobie [2].

Le lagunage naturel peut être utilisé, en traitement complet des effluents ou en traitement tertiaire, pour affiner la qualité de l'eau traitée par une boue activée (ex. la désinfection) [16].

i. Bassins anaérobies

Les bassins anaérobies sont caractérisés par un manque d'oxygène dissous causé par une forte DBO₅ (100-400 g/m³/jour), et les solides en suspension s'y déposent facilement; ils forment sur le fond une couche où les bactéries anaérobies décomposent la matière organique.

Un des résultats est la production de gaz : l'hydrogène sulfuré (H₂S) et le méthane (CH₄) qui s'échappent vers la surface sous forme de bulles.

Typiquement, ces lagunes ont une profondeur de 2 à 5 m et le temps de séjour de l'effluent y est de 3 à 5 jours. Ils reçoivent des effluents bruts et mènent à des réductions de la DBO₅ de 40 à 60% et des solides en suspension de 50 à 70%.

En générale, on n'y trouve pas de micro-algues à cause des conditions défavorables à leur croissance [44].

ii. Bassins facultatifs

D'une profondeur de 1 à 2m et un temps de séjour de 4 à 6jours [44]. Ces étangs fonctionnent dans des conditions telles que la partie supérieure entretient un milieu aérobie, riche en algues et en micro-organismes aérobies, alors que le fond, couvert de sédiments organiques, est le siège de fermentation anaérobie ; entre ces deux zones règne un milieu de transition favorable aux bactéries facultatives [46].

Les fermentations benthiques donnent lieu à un dégagement de méthane (CH_4), de dioxyde de carbone (CO_2), d'hydrogène sulfuré (H_2S) et d'ammoniac, ainsi que de composés organiques de faible masse moléculaire.

Ce produit alimente la flore des zones supérieures et les composés minéraux dégagés entretiennent les algues ; une certaine fraction de ces algues meurent et se sédimentent, venant s'ajouter au lit de boues [46].

iii. Bassin de maturation

Les bassins des maturations ou des aérobie sont peu profonds (0,8 à 1,2m) où la lumière peut pénétrer et favorisant le développement d'algues vertes. Par leur action photosynthétique, les algues produisent de l'oxygène qui permet le développement de bactéries épuratrices aérobies [16].

Le temps de séjour dans ces étangs est beaucoup plus long, de 12 à 18 jours ou plus, et permet un traitement d'effluent déjà partiellement épuré [44]. Ces étangs sont caractérisés par [7]:

- * Charge ($\text{Kg DBO}_5/\text{ha}/\text{jour}$) : 111 à 112;
- * Rendement (% de DBO_5) : 80 à 95%;
- * Concentration en algues (mg/L) : 100.

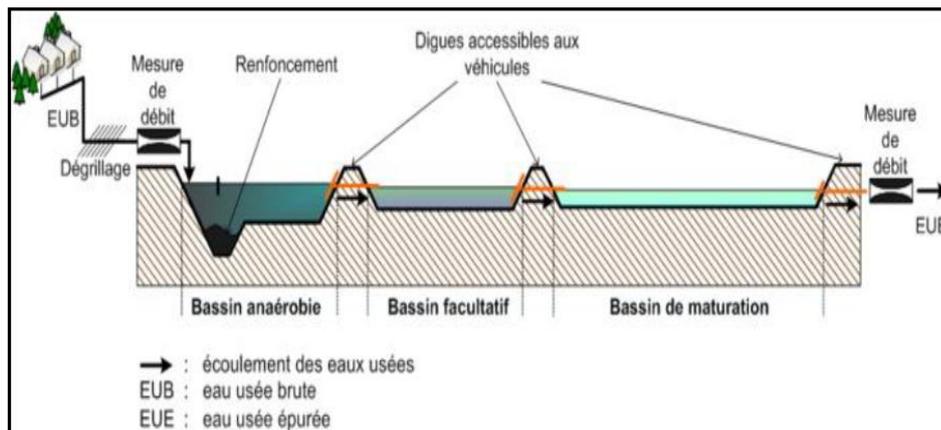


Fig. 13: Schéma d'épuration des eaux usées par lagunage naturel [www.lagunage.eu].

❖ Avantages et inconvénients du lagunage naturel**✓ Avantages**

Le lagunage naturel présente de nombreux avantages par rapport aux procédés classiques :

- Excellente élimination de la pollution microbiologique,
- Faibles coûts d'investissement et de fonctionnement,
- Raccordement électrique inutile,
- Très bonne intégration paysagère,
- Valorisation aquacole et agricole de la biomasse planctonique produite et des effluents épurés,

- Boues peu fermentescibles,
- Bonne élimination de l'azote (70%) et du phosphore (60%).

✓ Inconvénients

A l'inverse, le lagunage naturel présente les inconvénients suivants :

- Variation saisonnière de la qualité de l'eau en sortie,
- En cas de mauvais fonctionnement, risque d'odeurs, de moustiques, de rongeurs,

- Emprise au sol importante,
- Difficultés d'extraction des boues,
- Pas de réglage possible en exploitation,
- Sensibilité aux effluents septiques et concentrés.

b/ Le lagunage aéré

Ce sont de vastes bassins constituant un dispositif très proche du procédé à boues activées à faible charge. On y effectue une épuration biologique bactérienne comme celle qui se pratique naturellement dans les étangs, en apportant de l'extérieur par insufflation d'air ou oxygénation au moyen d'aérateurs de surface, l'oxygène nécessaire au maintien des conditions aérobies des bactéries épuratrices.

Bien que théoriquement elle ne s'impose pas, une recirculation de l'eau traitée et parfois des boues biologiques en tête de lagune est souvent pratiquée. Elle permet d'améliorer le mélange complet et d'assurer une meilleure répartition de la biomasse.

Il est rare, en raison de la concentration relativement élevée en matières en suspension, que l'on puisse rejeter directement l'effluent traité à l'exutoire sans décantation finale [18].

c/ Influence des conditions climatiques sur les performances du lagunage

Le microclimat est le climat local auquel sont soumises les lagunes, il résulte de l'action de plusieurs facteurs qui jouent un rôle important dans l'implantation du lagunage naturel ; ce sont principalement :

i. La durée du jour et l'intensité de l'ensoleillement

La durée du jour conditionne, dans une certaine mesure, la vitesse de multiplication du phytoplancton. L'intensité de l'ensoleillement a une influence sur l'activité photosynthétique des végétaux. Si le ciel reste couvert pendant plusieurs jours, surtout en été

alors que le phytoplancton est abondant, la production de l'oxygène due à la photosynthèse pendant la journée devient moins importante, ce qui risque d'entraîner une désoxygénation passagère [44].

ii. La température

Les écarts de température exercent une influence sur le bon fonctionnement des systèmes de lagunage naturel. La croissance des algues est favorisée par une température élevée. Lorsqu'ils sont bien ensoleillés et bien oxygénés, les bassins aérobies ne dégagent pas d'odeur. Un ciel nuageux, plusieurs jours de suite, affaiblit le phénomène de photosynthèse créant ainsi des zones anaérobies dont les produits de fermentation conduisent à de mauvaises odeurs. La température intervient aussi dans le calcul du dimensionnement des installations; les moyennes mensuelles des cinq dernières années doivent alors être connues [7].

iii. Le régime des vents dominants dans la région et leur orientation

Les vents dominants sont ceux dont la direction est la plus fréquente. Ce régime des vents étant connu pour une région donnée, nous permet de fixer l'implantation du système de telle sorte à éviter le rabattement sur les habitations des mauvaises odeurs susceptibles de provenir de l'installation, et de ne pas avoir des effets néfastes sur l'ouvrage (dégradation des digues par batillage) [7].

iv. L'évaporation

L'évaporation est un facteur très important. Elle est très intense en période estivale (10 à 15mm/j). Conjugée à une infiltration importante, elle peut être néfaste et doit donc être prise en considération lors des calculs de dimensionnement des bassins [7].

v. La pluviométrie

Elle devrait également être connue pour le calcul de la hauteur des digues, afin d'éviter tout risque éventuel d'inondation [7].

3.1.4. Traitement tertiaire

A l'issue des procédés décrits précédemment, les eaux sont normalement rejetées dans le milieu naturel. Dans le cadre d'une réutilisation des eaux usées épurées (REUE), les eaux usées nécessitent des traitements supplémentaires, essentiellement pour éliminer les microorganismes qui pourraient poser des problèmes sanitaires. Ce ne sont pas des traitements *d'épuration classiques* (mis à part le lagunage) ; par contre ils sont fréquemment utilisés dans les usines de production d'eau potable [23].

3.1.4.1. Traitement bactériologique par rayonnement UV

Le traitement par rayons ultraviolets utilise des lampes à mercure disposées parallèlement ou perpendiculairement au flux d'eau. Leur rayonnement s'attaque directement aux microorganismes. Ce traitement est très simple à mettre en œuvre, car il n'y a ni stockage, ni manipulation de substances chimiques et les caractéristiques chimiques de l'effluent ne sont pas modifiées. La durée d'exposition nécessaire est très courte (20 à 30s).

3.1.4.2. Traitement par voie physico-chimique

Le traitement tertiaire inclut un ou plusieurs des processus suivants:

- ✓ Désinfection par le chlore ou l'ozone (pour éliminer les germes pathogènes),

✓ Neutralisation des métaux en solution dans l'eau : en faisant varier le pH de l'eau dans certaines plages, on obtient une décantation de ces polluants.

3.1.4.3. Traitement des odeurs

Les premières phases du traitement, le dégrillage, le dessablage/déshuilage et la phase anaérobie du traitement biologique sont généralement confinées dans des bâtiments plus ou moins étanches afin que les mauvaises odeurs ne se répandent pas dans l'environnement de la station. Ce qui provoquerait des nuisances olfactives inacceptables par les riverains. Cette odeur nauséabonde est collectée et traitée. Elle passe par trois (03) tours de lavage: une à l'acide sulfurique (H_2SO_4), une à l'eau de Javel et la dernière au soude [20].

4. PROBLEMATIQUE DES BOUES

Le processus de dépollution des eaux usées urbaines produit d'un côté de l'eau épurée; de l'autre des sous-produits en grande quantité : les boues ; représentant chaque jour un volume considérable, ces boues doivent trouver une destination en continu.

4.1. Origine des boues

Les éléments polluants et leur produits de transformation, retirés de l'eau usée au cours du traitement d'épuration, se trouvent rassemblés, dans la grande majorité des cas, dans une suspension plus ou moins concentrée, dénommées *boues*.

La composition d'une boue urbaine dépend à la fois de la nature de la pollution initiale de l'eau et des procédés de traitement auxquels elle a été soumise dans la station d'épuration [26].

III. CONCLUSION

Les eaux usées ménagères, industrielles et agricoles sont acheminées jusqu'à la station d'épuration, qui se situe le plus souvent à l'extrémité d'un réseau de collecte. L'eau est alors en partie traitée avant d'être rejetées dans le milieu naturel.

La STEP est une installation permettant la dépollution des eaux usées urbaines domestiques. Après accord certaines entreprises peuvent se raccorder à ce réseau. Mais cela peut poser problème :

- Le passage en STEP des effluents non domestiques peut parfois être inefficace pour le traitement de certaines pollutions caractéristiques qu'ils entraînent. C'est notamment le cas pour les micropolluants organiques et minéraux : le milieu naturel est aussi pollué en aval que s'il n'y avait pas eu de passage en STEP et cela génère un problème de valorisation des boues. Par contre, les capacités de traitement des STEP sont par exemple adaptées aux effluents du secteur agroalimentaire.

- Les pollutions industrielles peuvent entraîner des risques pour la santé des travailleurs exposés aux effluents (en réseau ou en STEP), ainsi que des risques de dégradation des réseaux d'assainissement.

*Chapitre 4 :
Station d'épuration de
la Maïserie de Maghnia*

Quatrième Chapitre : **STATION D'EPURATION DE LA MAÏSERIE DE MEGHNA**

I. INTRODUCTION

Les stations d'épurations constituent une autre voie d'élimination des eaux usées dans la mesure où celles-ci subissent toute une batterie de traitements avant leur déversement dans le milieu naturel.

Une STEP, généralement placée à l'extrémité aval d'un réseau, est conçue pour épurer les eaux usées et limiter l'apport en excès de matière organique et dans certains cas, de substances minérales telles les nitrates et les phosphates dans les milieux récepteurs. Sachant que certaines substances contenues dans un effluent, à partir d'une certaine concentration, peuvent constituer un danger pour la communauté aquatique, l'épuration des eaux usées diminue l'impact sur les écosystèmes aquatiques [58].

II. DESCRIPTION DE LA STATION D'EPURATION DE LA MAÏSERIE

La station d'épuration a été dimensionnée sur les bases suivantes :

Débit horaire :	25 m ³ /h
Débit journalier :	600 m ³ /j
Temps de travail :	24 h
Température moyenne de l'eau :	30°C
pH :	4-5
DCO :	12 000 mg/L
DBO ₅ :	7 000 mg/L
MES :	1 700 mg/L
TKN :	250 mg/L



Photo. 12: La Station d'épuration de la Maïserie

III. FONCTIONNEMENT DE LA STATION D'ÉPURATION (STEP)

Dans cette section nous allons présenter le fonctionnement général de station d'épuration STEP sous forme d'un schéma illustré dans la figure suivante :

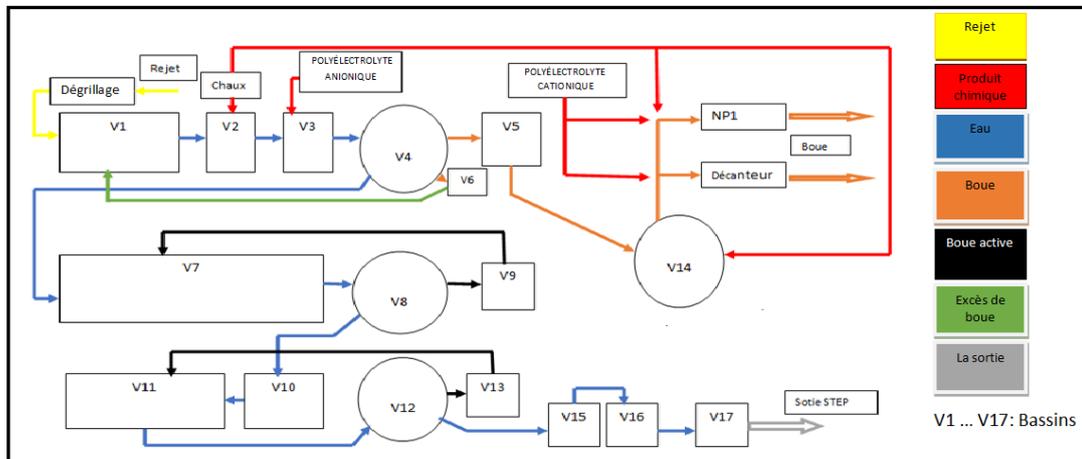


Fig. 14 : Schéma de la STEP de la maïserie.

1. SECTION D'ARRIVÉE, DEGRILLAGE ET SOULEVEMENT

1.1. Dégrillage

Cette section est utile pour retenir les solides grossiers ayant des dimensions caractéristiques supérieures à l'espace entre les barres de la grille.

En amont du bassin de balancement est réalisé un canal de grillage CG1 et traverse la grille GA1.

La GA1 est à nettoyage automatique: l'opérateur doit contrôler périodiquement le niveau des impuretés dans le caisson de récupération CS1a et prévoir si nécessaire sa vidange.

Quand la grille GA1 se trouve en conditions d'avarie ou bien soumis à un entretien, il est nécessaire de dévier le flux de l'eau en entrée, en baissant la vanne manuelle PT1 et en levant la vanne manuelle PT2. De cette manière l'eau entrera dans le canal de by-pass et traversera la grille GG1



Photo. 13: Les grilles.

1.2. Bassin de balancement (V1)

Considérant la variabilité de la charge hydraulique et de la charge polluante durant la journée, il est prévu d'utiliser un bassin de balancement (V1) ayant une capacité d'environ 600m³ de manière à accumuler soit l'eau reflue produite en un jour que la circulation des boues produites par la station d'épuration.



Photo. 14: Bassin de balancement (V1).

1.3. Bassin d'évacuation (V17)

Dans le bassin (V17) on ramasse soit les eaux épurées avant le déchargement final soit le trop plein du bassin (V1) en cas d'avarie des pompes de relevage ou de disfonctionnement. Une telle perspicacité permet d'éviter l'inondation et se configure comme un by-pass général de la station.



Photo. 15: Bassin d'évacuation (V17)

2. TRAITEMENT PHYSIQUE- CHIMIQUE

Le résidu provenant de la section d'homogénéisation est soumise à un premier traitement physicochimique pour réduire les parties solides en suspension et la charge non biodégradable. Le traitement consiste en une clarifloculation réalisée dans les bassins suivants V2, V3 et V4.

Tout ceci s'articule en trois différentes phases et qui se déroulent dans les trois (03) bassins.

2.1. Bassin de neutralisation/coagulation (V2)

Dans ce bassin se déroule le dosage du *lait de chaux* à travers le groupe de préparation et de stockage CH1. Le dosage est effectué en base au pH du rejet influent et il est automatisé grâce au groupe de mesure et de contrôle du pH.

Le dosage de lait de chaux (chaux a 5% indicatif) permet d'augmenter le pH dans la gamme de 8 à 9 de telle manière a:

- Favoriser la précipitation des métaux et des solides suspendus présent en forme soluble dans le rejet, créant des micros-flocons diffusés.
- Stabiliser le rejet pour éviter la formation de phénomène septique dut à l'activité de quelques souches bactériennes spontanées.

2.2. Bassin de floculation (V3)

Dans ce bassin se produit le dosage d'un poly électrolyte anionique liquide à poids moléculaire élevé, à travers le correspondant groupe de préparation et stockage (CH2). Le dosage du poly électrolyte anionique favorise l'épaississement des micros flocons diminuant le temps de sédimentation et augmentant l'activité de la coagulation.

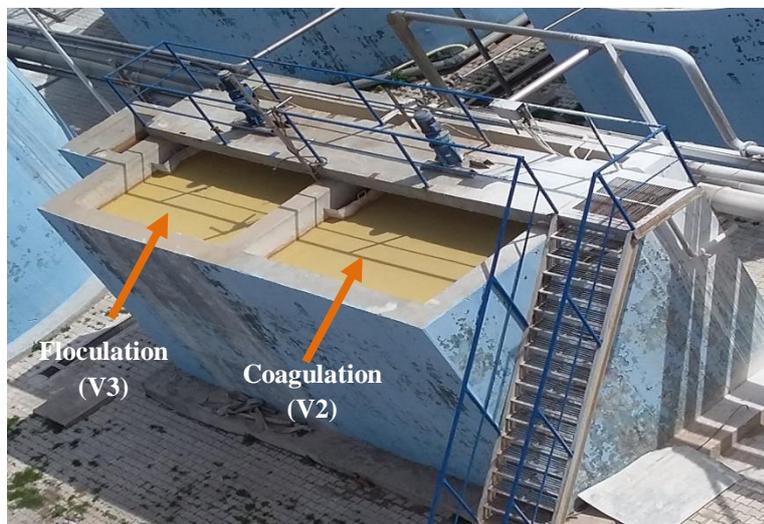


Photo. 16 : Bassin de coagulation (V2) et de floculation (V3).

2.3. Sédimentateur dynamique (V4)

C'est un bassin à tronc conique en béton armé ayant un diamètre utile de 9m dans lequel advient la séparation des flocons, qui s'est formé dans les précédents bassins de réaction, sur flottant qui sera envoyé au traitement biologique successif à double stade. La boue recueillie dans le bassin de soulèvement de la boue (V5) est envoyée par des pompes à l'épaississeur (V14). Eventuel écumes présentes en superficie sont recueillies dans le puits approprié de recueillement d'écume (V6).



Photo. 17: Sédimentateur dynamique (V4).

2.4. Bassin de soulèvement boues (V5)

Dans ce bassin les boues en sortie du Sédimentateur dynamique (V4) sont accumulées et envoyées à l'épaississeur (V14).

2.5. Fosse de récupération de la mousse (V6)

Dans cette fosse est accumulé la mousse provenant du sédimentateur dynamique du traitement chimico-physique (V4), et non pas les boues en excès provenant des sédimentateurs des deux phases biologiques (V8-V12).

A partir de la, le matériel accumule est les envoies en tête de la station, dans le bassin de balancement (V1).

3. TRAITEMENT BIOLOGIQUE

3.1. Première phase

La première phase de traitement biologique se fait dans un bassin en CAV (V7) ayant un volume utile de 4 000 m³, à l'intérieur duquel le mixed *liquor*, ou bien le mélange eaux résiduaires - biomasse active, elle est aérée et maintenue en suspension à travers l'injection d'air insufflé et homogènement distribué.

Le stade est complété avec une ligne d'urgence pour le dosage chaux toutes les fois où des phénomènes septiques en bassin d'oxydation se produit.

Successivement, le mixed liquor est envoyé pour trop plein à un sédimentateur dynamique (V8), dans lequel il se produit la séparation de la boue par rapport à l'eau émergente. La boue ramassée dans le bassin de soulèvement des boues (V9) est ensuite envoyée par des pompes en tête au bassin d'oxydation (V7) et au bassin V6. L'eau émergente est envoyée comme "trop plein" au bassin de dénitrification et donc a la deuxième phase de traitement biologique.

➤ Bassin d'oxydation (V7)

Dans cette section se produit une première dégradation biologique du rejet à travers l'oxydation aux boues actives.



Photo. 18: Bassin d'oxydation (V7).

➤ **Sédimenteur (V8)**

Il s'agit d'un bassin à tronc conique en CAV avec un diamètre utile de 9 mt, à l'intérieur duquel se produit la séparation du flocon, formé dans les bassins de réaction précédente, des eaux émergentes qui sera envoyé aux traitements successifs.

La boue, récupéré dans le bassin de relevage des boues (V9) est recyclé au moyen de pompe dans le bassin d'oxydation (V7). La mousse éventuelle présent en surface est récupéré dans la fosse spéciale pour la récupération de la mousse (V6).



Photo. 19: Sédimenteur (V8).

➤ **Bassin de soulèvement des boues (V9)**

Dans ce bassin les boues en sortie du sédimentateur dynamique (V8) est accumulé et ré-envoyé dans le bassin d'oxydation (V7) et dans le bassin (V6).

3.2. Deuxième phase

Le deuxième stade de traitement biologique consiste en un premier bassin en béton armé (V10) ayant un volume utile de 1 000 m³, à l'intérieur duquel le mixed liquor, ou bien le mélange résiduel - bio massique actif, est maintenu en suspension par un couple des mélangeurs submersibles.

Dans ce bassin il n'est pas fourni d'oxygène et, à utilisation de bactéries spécifiques, il s'actualise le procédé de dénitrification: Les composants de l'azote présent sous forme de nitrates et nitrites viennent dégrader en azote gazeux, lequel est libéré dans l'atmosphère.

Successivement le mixed liquor est envoyé par trop-plein à un bassin en béton armé (V11) d'un volume utile de 3 000 m³, à l'intérieur duquel le mixed liquor est aéré et maintenu en suspension à travers l'émission d'air insufflée et homogénément distribuée. Dans ce bassin se produit le deuxième stade de dégradation biologique. Pour garantir l'équilibre du cycle de l'azote, le mixed liquor est re-circulé en tête au bassin de dénitrification.

Successivement à la deuxième phase d'oxydation, le mixed liquor est envoyé par trop plein au sédimentateur dynamique (V12) dans lequel advient la séparation de la boue du sur flottant: la boue recueillie dans le bassin de soulèvement des boues (V13) est ensuite envoyée au moyen d'une pompe en tête au bassin d'oxydation du deuxième stade (V11), et au bassin de dénitrification (V10) et au bassin de balancement (V6); le sur flottant est envoyé par trop plein au bassin d'accumulation intermédiaire (V15) et donc à la filtration au quartz.

➤ **Bassin de dénitrification (V10)**

Dans ce bassin l'oxygène ne vient pas fournir de manière à utiliser les bactéries spécifiques, on exécute le procédé de dénitrification: les composants de l'azote présent sous forme de nitrates et nitrites viennent dégrader in en azote moléculaire gazeuse, lequel est libéré dans l'atmosphère.



Photo. 20: Bassin de dénitrification (V10).

➤ **Bassin d'oxydation biologique de seconde phase (V11)**

Dans cette section continue la dégradation biologique du rejet à travers l'oxydation à boues actives.



Photo. 21: Bassin d'oxydation biologique (V11).

➤ **Sédimentateur dynamique (V12)**

Il s'agit d'un bassin à tronc conique en CAV avec un diamètre utile de 9m, à l'intérieur duquel se produit la séparation du flocon, formé dans les bassins de réaction précédente, des eaux émergentes qui sera envoyé aux traitements successifs. La boue, récupérée dans le bassin de soulèvement des boues (V13) est recyclé au moyen de pompe dans le bassin d'oxydation (V10) et dans le bassin d'oxydation (V11). La mousse éventuelle présente en surface est récupérée dans la fosse spéciale pour la récupération de la mousse (V6).

➤ **Bassin de soulèvement boues (V13)**

Dans ce bassin les boues en sortie du Sédimentateur dynamique (V12) sont accumulées et ré-envoyé dans le bassin de dénitrification (V10) et dans le bassin d'oxydation (V11).



Photo.22: Sédimentateur dynamique (V12) et bassin de soulèvement boues (V13).

4. TRAITEMENT DES BOUES

4.1. Epaissement des boues (V14)

Les boues provenant du bassin de relevage boues (V5) sont envoyées dans un bassin circulaire en CAV (V14) qui épaisse et prépare les boues pour leur traitement successif.

Tout cela est possible au moyen de piquet spécial qui en tournant lentement permettent d'extraire l'air encore présent dans les boues.

Il est prévu un espacement sur la ligne principale de dosage de lait de chaux de manière à pouvoir conditionner les boues.

Successivement les boues sont convoyées avec des râteaux de fond au puits central d'évacuation alors que l'eau en excès glisse dans les petits canaux positionné sur la partie périphérique du bassin et retourne dans le premier bassin d'oxydation biologique (V7) à travers la tuyauterie.



Photo. 23: Epaississeur (V14).

4.2. Déshydratation (NP1)

La boue épaissie est envoyée à la presse à ruban (NP1) composé de blutoir prédéshydrateur (B1) et groupe de dosage poly-électrolyte cationique.

Au moyen de la presse à ruban, on obtient l'augmentation du pourcentage de résidus secs dans la boue et par conséquent la diminution des volumes de boue destinée à l'élimination. La presse à ruban se caractérise par le numéro des rouleaux de pressage et par la largeur des toiles filtrantes.

Le blutoir est utilisé pour augmenter le rendement des filtres à ruban, en effet, outre à exercer une pré filtration de l'eau qui reste en suspension sur la toile, il permet le mélange de la boue et du poly-électrolyte: de cette manière on obtient une suspension de flocons en mesure de céder rapidement l'eau libre sur la toile filtrante.

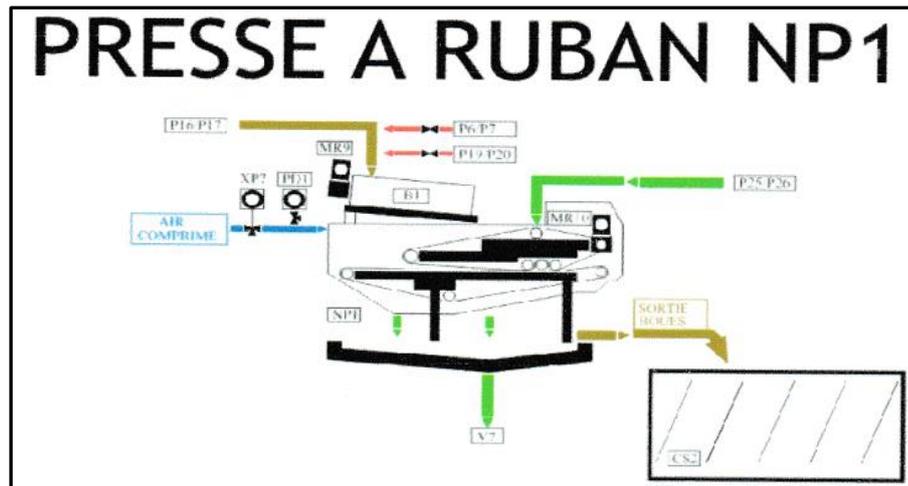


Fig. 15: Déshydratation (NP1).

4.3. Le décanteur (Centrifugeuse)

Le décanteur est utilisé dans l'industrie pour réaliser la séparation mécanique de mélanges solides et liquides.



Photo. 24: Le décanteur

IV. CONCLUSION

La STEP de la Maïserie de Maghnia est une station à boues activées.

Le procédé à boue activée est une technique biologique d'épuration des eaux. Il représente une alternative efficace et relativement écologique (sans utilisation de produits chimiques) aux techniques d'épuration les plus couramment utilisées.

Le principe consiste à revaloriser les eaux usées en y introduisant un concentré de bactéries diverses. On ajoute à ce mélange un brassage mécanique qui permet l'oxygénation du tout, nécessaire au bon fonctionnement des bactéries et à la dégradation des matières. Ces dernières *mangent* les substances polluantes et les transforment en boue.

*Chapitre 5 :
Méthodes d'analyses et
interprétations*

Cinquième Chapitre : **METHODES D'ANALYSES ET INTERPRETATIONS**

I. MATERIELS ET METHODES

1. INTRODUCTION

Dans toute station d'épuration des eaux usées il est nécessaire d'effectuer des analyses de l'eau brute (l'entrée) et de l'eau traitée (la sortie) afin de déterminer les différents paramètres physicochimiques permettant d'évaluer le niveau de pollution dans chaque phase de traitement et le rendement d'élimination des pollutions pour donner une bonne appréciation des performances épuratoires de la STEP.

Nous avons effectué des analyses sur les paramètres suivants: pH, Température, MES, DCO, DBO₅, Nitrate, Nitrite, Ammonium, Phosphate et Azote total [1].

Au cours de ce chapitre, on va procéder au prélèvement et à l'échantillonnage afin d'analyser l'eau usée brute et épurée de la STEP de la Maïserie 'Maghnia'.

L'analyse effectuée touche les paramètres physico-chimiques dans le but de faire apparaître les lacunes qui peuvent exister dans la STEP concernée.

2. ECHANTILLONNAGE ET PRELEVEMENT

L'échantillonnage est une opération sensible à la quelle le plus grand soin doit être apporté. Afin d'effectuer cela, on doit laver les béciers avant cette opération pour éliminer toutes les impuretés pour des échantillons plus précis. Une fois que toute la verrerie soit prête, on se dirige vers les deux bassins d'échantillonnages qui sont :

- ✓ L'entrée de la STEP : bassin de balancement (V1),
- ✓ La sortie de la STEP : bassin d'évacuation (V17).

En ce qui concerne les paramètres physico-chimique, on a réalisé des analyses à l'entrée et à la sortie de la station comme suit :

- Rejet en entrée de la station (Bassin de balancement V1) : ph, température, MES, DCO, DBO₅ et Azote total.
- Rejet en sortie de la station (Bassin d'évacuation V17) : pH, température, MES, DCO, DBO₅, Nitrate, Nitrite, Ammonium, Phosphate et Azote total.



Photo. 25: Laboratoire de la STEP

3. PARAMETRES PHYSICO-CHIMIQUES

La connaissance de certains paramètres physico-chimiques donne une appréciation préliminaire de la qualité et le degré de la pollution d'une eau.

Les paramètres étudiés sont :

3.1. Le potentiel Hydrogène pH

Le pH est une des caractéristiques fondamentales de l'eau. Il donne une indication de l'acidité d'une substance. Il est déterminé à partir de la quantité d'ions d'hydrogène hydronium (H^+) ou d'ions hydroxyde (OH^-) contenus dans la substance.

3.1.1. Mode opératoire

La mesure du pH est effectuée par un pH-mètre électronique relié à une électrode en verre.

a/ Le protocole d'analyse

- S'assurer que le pH-mètre est étalonné;
- Verser environ 40 ml d'échantillon dans le Bécher;
- Plonger l'électrode du pH-mètre dans l'échantillon;
- Laisser la valeur se stabiliser et faire directement la lecture sur l'écran du pH-mètre.

Le pH-mètre est l'appareil mesurant le pH, il donne également la température de l'échantillon en °C. La lecture se fait directement sur l'écran de l'appareil.

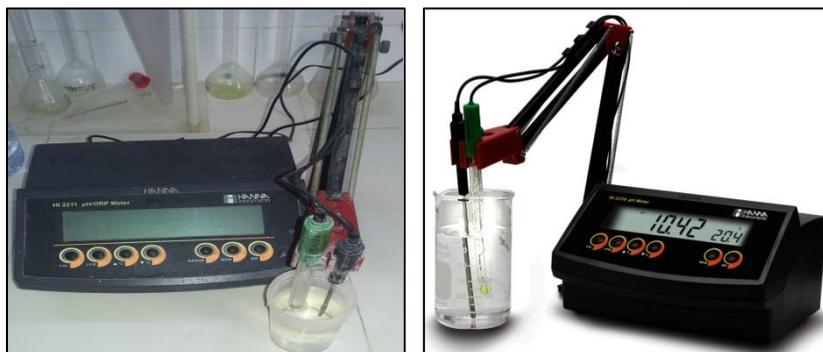


Photo. 26: Le pH-mètre

Le pH est un des paramètres garantis à la décharge et devra être compris dans la gamme [5,5 - 8,5].

3.2. La Température

La température est un paramètre physique de l'eau jouant un grand rôle dans la solubilité des gaz dans l'eau et sur la vitesse des réactions chimiques et biochimiques.

La mesure de la température a été effectuée par l'utilisation d'une sonde thermométrique qui est trompée soigneusement dans la prise d'essai ou par l'utilisation de pH mètre [1].

3.3. Demande chimique en oxygène (DCO)

La demande chimique en oxygène est la quantité d'oxygène consommée par les matières existantes dans l'eau et oxydable dans des conditions opératoires bien définies. Elle est d'autant plus élevée qu'il y'a des corps oxydables dans le milieu. L'oxygène affecte pratiquement la totalité des matières organiques biodégradables et non biodégradables. La DCO est mesuré en mg d'O₂/L [50].

3.3.1.DCO (50-300 mg O₂/L)

3.3.1.1. Mode opératoire

Les analyses suivantes sont à effectuer sur l'échantillon d'eau épurée :

- Mélanger le contenu pour avoir une solution homogène.
- Pipeter 2 ml d'échantillon avec précaution.
- Fermer la cuve, nettoyer l'extérieur de celle-ci, et mélanger.
- Chauffeur dans le thermostat HT 200 S:15 minutes
- Sortir la cuve chaude. Après le déverrouillage, retourner 2 fois avec précaution.
- Laisser refroidir à température ambiante dans le thermostat.
- Les résidus doivent être complètement éliminés avant l'évacuation.
- Bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer.

3.3.2.DCO (5000-60000 mg O₂/L)

3.3.2.1. Mode opératoire

Les analyses suivantes sont à effectuer sur l'échantillon des impuretés en entrée de la station :

- Mélanger le contenu pour avoir une solution homogène,
- Pipeter 0,2 ml d'échantillon avec précaution,
- Fermer la cuve, nettoyer l'extérieur de celle-ci, et mélanger,
- Chauffeur dans le thermostat HT 200 S: 15 minutes,
- Sortie la cuve chaude. Apres le déverrouillage, retourner 2 fois avec précaution,
- Laisser refroidir à température ambiante dans le thermostat,
- Les résidus doivent être complètement éliminés avant l'évacuation,
- Bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer.

N.B : La norme de la DCO est de 120 mg O₂/L.



Photo. 27: Le thermostat

3.4. L'azote

Aujourd'hui, le cycle naturel de l'azote est perturbé par le développement démographique, industriel, agricole et de l'urbanisation.

Il peut se trouver sous forme minérale (Ammoniac, Nitrites ou Nitrates) ou organique. La présence d'azote organique au ammoniacale se traduit par une consommation d'oxygène dans le milieu naturel [50].

3.4.1. L'ammonium (NH_4^+)

L'ammonium dans l'eau traduit habituellement un processus de dégradation incomplet de la matière organique. L'ammonium provient de la réaction de minéraux contenant du fer avec des nitrates. C'est donc un excellent indicateur de pollution des eaux.

3.4.1.1. Mode opératoire

- ◆ Enlevez délicatement la feuille de protection du DosiCap Zip détachable,
- ◆ Dévissez le DosiCap Zip,
- ◆ Pipeter 0,2 ml d'échantillon,
- ◆ Pipeter 0,2 ml de la solution (ammonium),
- ◆ Vissez immédiatement le DosiCap Zip (dirigeant le cannelage vers le haut),
- ◆ Secouer énergiquement,
- ◆ Attendre 15 minutes, bien nettoyer l'extérieur de la cuve et mesurer la lecture à l'aide de spectrophotomètre.

N.B : La norme de l'Ammonium NH_4^+ est de 5 mg/L.



Photo. 28: Le spectrophotomètre

3.5. Les nitrites NO₂

L'azote nitreux (NO₂⁻) représente une forme moins oxygénée et moins stable représentant ainsi la forme du passage entre les nitrates et l'ammonium. Il s'agit d'une forme toxique. Les nitrites sont dus à l'effet de l'oxydation de la forme ammonium [5].

3.5.1. Le mode opératoire

- ◆ Enlevez délicatement la feuille de protection du DosiCap Zip détachable,
- ◆ Dévissez le DosiCap Zip,
- ◆ Pipeter 0,2 ml d'échantillon,
- ◆ Vissez immédiatement le DosiCap Zip (dirigeant le cannelage vers le haut),
- ◆ Attendre 10 minutes, bien nettoyer l'extérieur de la cuve,
- ◆ Mesurer à l'aide de spectrophotomètre.

N.B : La norme des Nitrites NO₂ oscille entre 1 et 2 mg/L.

II. RESULTATS ET DISCUSSIONS

1. RESULTATS DES ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES

Dans cette partie nous étudierons la qualité de l'eau épurée par la station d'épuration des eaux usées de la maïserie de Maghnia.

Ce travail est essentiellement consacré à la présentation et à la discussion des différents résultats obtenus. Cette description sera commentée et confrontée aux normes et textes algériens qui régissent les effluents liquides industriels. Les résultats sont regroupés dans des tableaux et illustrés par des graphes. Le travail expérimental a été réalisé sur une période d'environ 15 jours divisé entre deux périodes : la première au mois de Juillet 2013, et la deuxième au mois de Novembre 2017.

1.1. Le pH

La figure. 16, représente la variation du pH de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP.

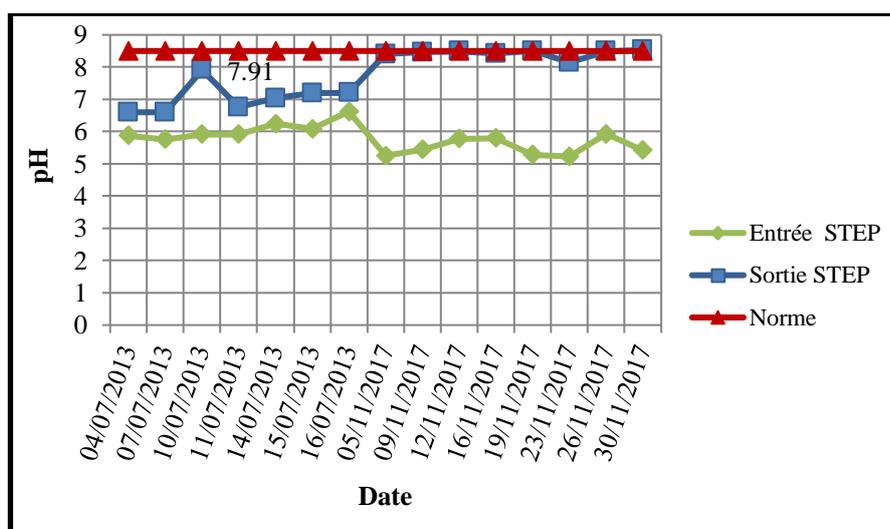


Fig. 16: Variation journalière du pH de l'eau (Entrée et sortie STEP)

On remarque que les valeurs du pH mesurées durant l'année 2013 varient pour l'entrée de la STEP entre 5,88 et 6,62 et pour la sortie, il varie entre 6,6 et 7,2.

Par contre pendant l'année 2017, les valeurs de pH sont comprises entre 5,25 et 5,42 dans le bassin de balancement (V1) et entre 8,4 et 8,53 dans le bassin d'évacuation (V17).

Ces dernières valeurs sont très proches de la norme Algérienne qui est de 8,5 mg/L.

1.2. La température

La figure représente la variation de la température de l'eau de la STEP.

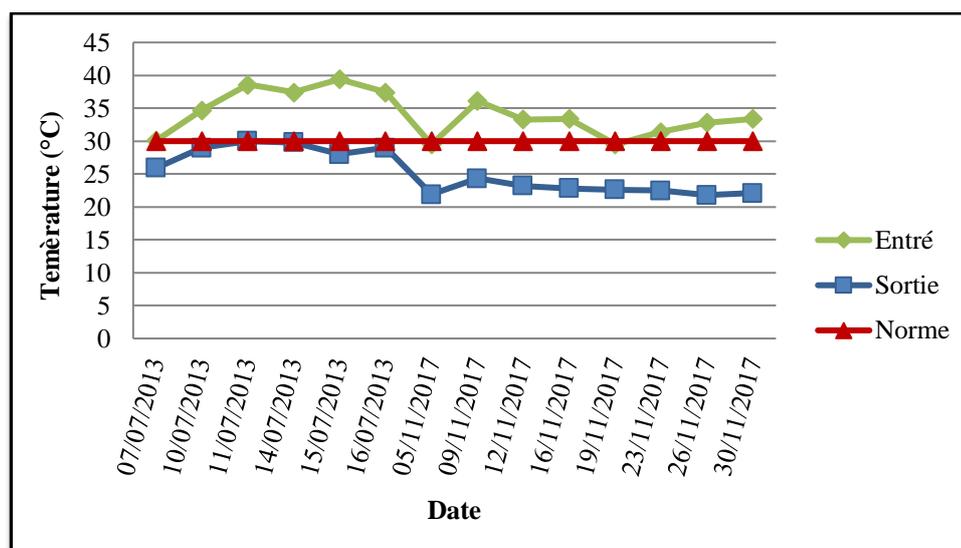


Fig. 17: Variation journalière de la température de l'eau (Entrée et sortie STEP).

D'après les résultats obtenus (figure. 17), les valeurs de la température se situent dans un intervalle qui va d'un minimum de 29,5°C à un maximum de 39,4°C à l'entrée, cette augmentation est due au rejet de la glucoserie, et entre 21,8°C et 29,8°C pour les eaux épurées. On constate que les valeurs de la température de l'eau à la sortie de la STEP ne dépassent pas la norme autorisée 30°C.

La température de l'eau joue un rôle très important en ce qui concerne l'accroissement des vitesses des réactions chimiques et biochimiques et sur l'activité bactérienne d'où elle influe beaucoup sur l'efficacité du procédé de traitement.

1.3. Demande chimique en oxygène (DCO)

La figure suivante représente la variation de la turbidité de l'eau à l'entrée et à la sortie de la STEP.

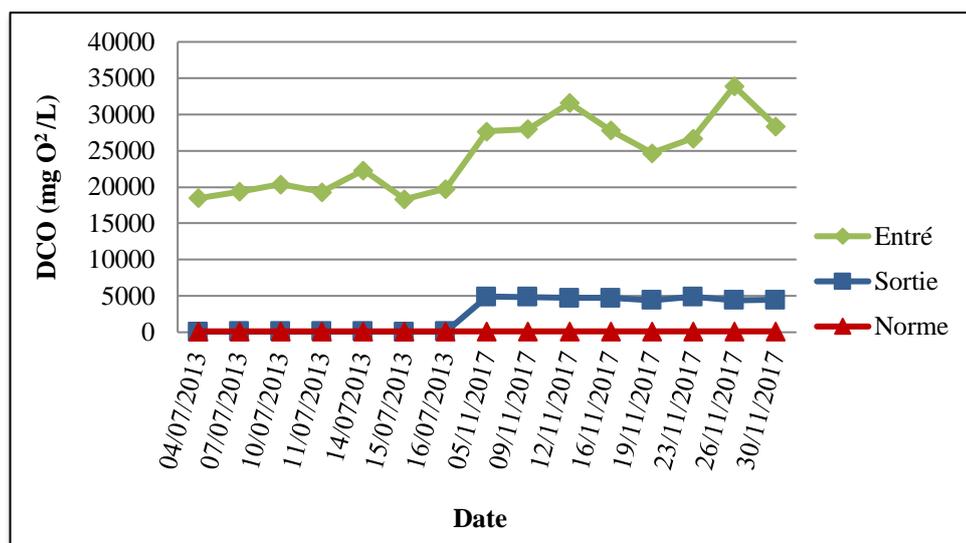


Fig. 18: Variation journalière de la demande chimique en oxygène (DCO) à l'entrée et sortie de la STEP

À l'entrée de la STEP les valeurs de concentration de la DCO à l'entrée de la STEP varient entre un maximum de 33 900 mg/L et un minimum de 18 330 mg/L.

Par ailleurs, à la sortie, les valeurs de DCO varient entre 82 mg/L et 92 mg/L, obéit aux normes algériennes de rejet (120 mg/L) pendant les jours d'année 2013. Et elles oscillent entre 4900 mg/L et 4396 mg/L durant l'année 2017, Cette dernière reste au dessus de la norme algérienne de rejet (120 mg/L) à cause de la mauvaise aération dans le bassin biologique, donc une grande concentration n'a pas été éliminée par ce procédé car il n'y a pas une dégradation importante de la charge polluante.

1.4. L'ammonium (NH₄⁺)

La figure. 19 représente la variation journalière du NH₄⁺ à la sortie de la STEP.

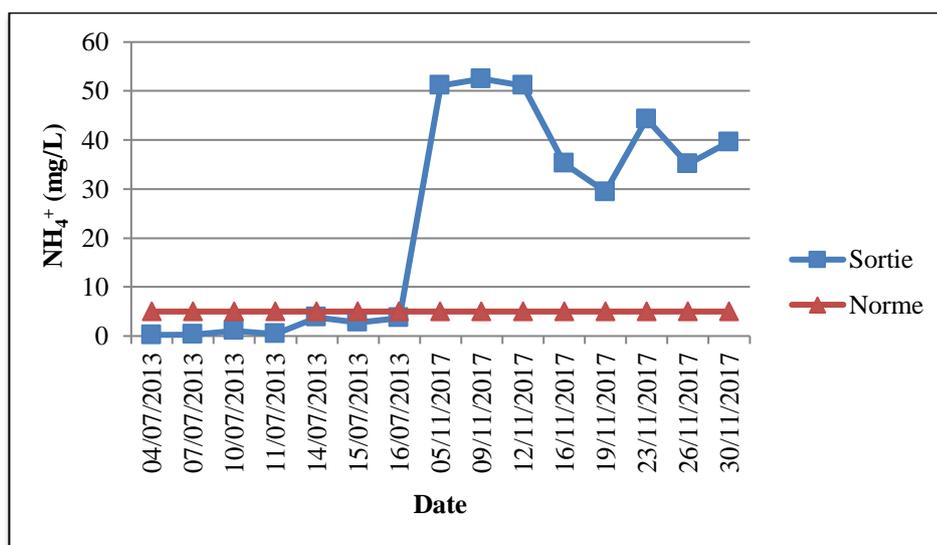


Fig. 19: Variation journalière de NH₄⁺ à la sortie de la STEP.

Selon les résultats présentés sur la figure. 19, durant l'année 2013, on remarque que la concentration de l'ammonium dans la sortie de la STEP de la maïserie varie entre 0,227 mg/L à 3,82 mg/L.

En 2017, on constate que les valeurs de NH_4^+ varient entre 52,5 mg/L et 29,4 mg/L, l'azote ammoniacal rencontré dans les eaux usées épurées, et dont la présence est normalement ne doit pas dépasser les 5 mg/L, traduit habituellement un processus de dégradation incomplète de la matière organique lorsque la teneur en oxygène est insuffisante pour assurer sa transformation.

1.5. Des nitrites NO_2

La figure. 20 représente la variation journalière des nitrites (NO_2) dans l'eau usée à la sortie de la STEP

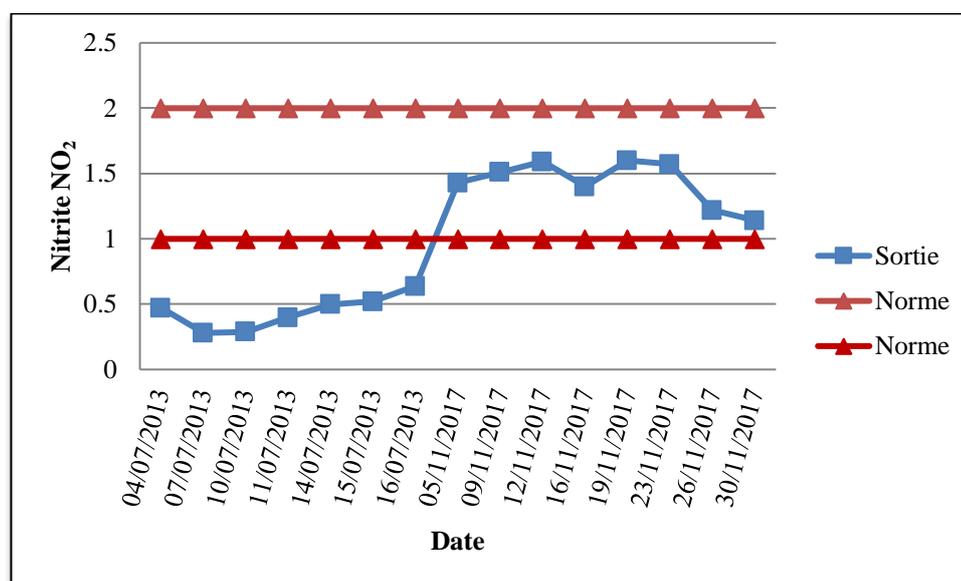


Fig. 20: Variation journalière de NO_2 à la sortie de la STEP

D'après les résultats obtenus (Figure. 20), pendant les jours d'année 2013, on remarque que la teneur en nitrite des eaux usées brutes est très faible. Ainsi, dont les valeurs se situent entre 0,28 mg/L et 0,637 mg/L. Ceci est fonction de la qualité d'eau usée.

Les valeurs des nitrites (NO_2) dans l'eau épurée sont largement à l'intervalle 1 à 2mg/L

Pour l'année 2017, les résultats obtenus que les valeurs de NO_2 se situent entre 1,14 mg/L et 1,59 mg/L, Ils sont très proche de la norme algérienne (1 à 2mg/L).

Remarque : En ce qui concerne les analyses :

1. Le laboratoire d'analyse de la STEP n'effectue que les éléments traités dans la partie résultats et discussions c'est-à-dire : le pH, la température, Nitrite, Ammonium et la DCO.

2. On n'a pas pu avoir d'autres résultats significatifs car la station présentait de longue période d'arrêt en plus d'autres analyses présentes des résultats hors norme.

III. CONCLUSION

D'après les graphes obtenus et pendant les jours de prélèvement de l'année 2013, on remarque que la station d'épuration de la maïserie de Maghnia donne dans la plupart des cas de bon résultat qui sont conforme à la norme algérienne.

En 2017, les paramètres analysés des eaux épurées de la STEP il convient de signaler qu'ils ne sont pas tous conformes aux normes de rejet et d'après les résultats obtenus nous confirmons le mauvais fonctionnement de cette station d'épuration, qui ne contribue pas à préserver le milieu récepteur (Oued Abbas) de la pollution générée par cette usine.

En l'occurrence les eaux rejetées par ces unités industrielles présentent une pollution chimique accentuée et elles sont de nature douteuse.

Conclusion Générale

CONCLUSION GENERALE

L'objectif de notre travail a été de présenter la maïserie du groupe METIDJI, ainsi que ses différents secteurs d'activités en ce qui concerne la chaîne de transformation du Maïs en différents dérivés d'une part.

Sans oublier de donner un aperçu sur la chaîne d'épuration des eaux usées de l'usine, son débit des eaux usées à évacuer aux années futures, avec identification de la qualité physicochimiques de ces eaux et la charge polluante en termes de matière organique avant le rejet de ces eaux dans le milieu naturel.

Après avoir examiné l'état du lieu et recenser toutes les données sur la région, nous avons étudiée la station d'épuration intégrée au sein de l'usine avec la variante du système d'épuration par boues activées.

Une station d'épuration est une usine de traitement des eaux usées destinée à les rendre propre à être rejetées sans inconvénients majeurs dans le milieu naturel et rejoindre le cycle de l'eau. Il ne s'agit en aucun cas d'une usine de traitement des eaux naturelles, de surface ou issues d'un captage, en vue de leur potabilisation et de leur fourniture aux besoins des hommes.

Cette technique consiste à revaloriser les eaux usées en y introduisant un concentré de bactéries diverses. On ajoute à ce mélange un brassage mécanique qui permet l'oxygénation du tout, nécessaire au bon fonctionnement des bactéries et à la dégradation des matières. Ces dernières mangent les substances polluantes et les transforment en boue.

Le choix de cette technique a été fait suite aux avantages qu'elle présente. Entre autre l'élimination des molécules de phosphore, d'azote et de carbone présentes dans les eaux résiduaires. Il est de plus relativement sûr, du fait du contrôle aisé des différents facteurs nécessaires à son fonctionnement. Comparé à la technique des lits bactériens, il est plus efficace et plus rapide. Enfin, les nuisances telles que les odeurs ou les mouches sont inexistantes et son installation demande peu de place.

Ce dispositif est intéressant à partir de 400 équivalent-habitants minimum et peut aller jusqu'à un traitement de 100 000 à 200 000 équivalent-habitants.

Comme elle présente des avantages, elle présente aussi des inconvénients. L'épuration biologique à boue activée est un dispositif qui nécessite un entretien rigoureux sous peine de dysfonctionnement, voire de panne. L'investissement de départ est élevé, mais une comparaison avec les autres modes d'épuration permet de relativiser. L'implantation d'un site dans un espace vert peut provoquer quelques nuisances, au niveau du bruit et des matériaux utilisés. Enfin, la production de boues reste conséquente.

L'utilisation des eaux usées épurées pour l'irrigation doit être autorisée par les services sanitaires et épidémiologiques et les organes de contrôle vétérinaire sur la base des analyses des laboratoires agrochimiques et hydro-chimiques.

Un procédé performant est le fruit d'un dimensionnement convenable et d'un bon suivi durant toutes les phases de sa réalisation de l'étude jusqu'à la mise en service d'où il est nécessaire que le personnel chargé des études ou impliqué dans le suivi des projets de réalisation des systèmes de lagunage, maîtrise les étapes de calculs, les règles de la bonne réalisation. L'exploitation d'un système par lagunage est très simple mais très utile pour garantir un maximum de rendement, les recommandations que nous avons donné ne peuvent suffire il appartient donc à l'exploitant sur terrain, de faire des consignes qui peuvent être fructueuses.

Les résultats d'analyses des paramètres de pollution (DCO, NH_4^+ , NO_2^-) ont été faits selon les normes en vigueur. Notre étude a montré que les valeurs trouvées respectent les normes de rejet à la sortie de la STEP à l'année 2013 et on remarque que les rejets dépassent les normes et cela est dû à la charge excessive dans l'année 2017.

La présence de la mousse est liée à une mauvaise exploitation de la station (Mauvais fonctionnement du déshuileur: problème mécanique, absence d'oxymètre au niveau du bassin d'aération pour contrôler le taux d' O_2 dissous, arrêts quotidiens des aérateurs).

A la fin, on peut conclure que les anomalies enregistrées (augmentation de la DCO et des composés azotes) sont due à la croissance excessive des algues en particulier durant la période d'étude.

PERSPECTIVES RECOMMANDATIONS

Pour faire face au phénomène de la prolifération des algues, on recommande d'utiliser les divers inhibiteurs chimiques ou biologiques à savoir:

- Les algicides chimiques sont très efficaces pour éliminer les algues. Ce sont le plus souvent des produits à base de cuivre. Un excès de cuivre bloque le transfert d'énergie à l'intérieur de la plante qui conduit à la mort des algues. Le produit est également un inhibiteur de la photosynthèse.
- Les zooplanctons en particulier les daphnés qui se nourrissent des phytoplanctons et peuvent survivre dans les eaux saumâtres (Eau usées épurées).

Bibliographie

Références Bibliographiques

- [1]A. BENELMOUAZ, (2015): Performances épuratoires d'une station d'épuration de Maghnia. Mémoire de master en hydraulique, université de Tlemcen.
- [2]A. CHAIB, (2004): Bio-épuration par lagunage naturel. Bulletin du Centre de Développement des Énergies Renouvelables (CDER), N°5 Juin 2004, pp21.
- [3]A. HUOT, (2010): Eau et santé. La revue Bio-contact, N°200.
- [4]A. LALAM, (2017): Caractérisations, classification et statistique multivariable des eaux de l'aquifère alluvionnaire de la plaine de Maghnia. Diplôme de master en Hydraulique. Université de Tlemcen.
- [5]A. MEBARKIA, (2011) : Etudes des caractéristiques physico-chimiques des eaux de surface, cas du barrage de Ain Zada wilaya de Bordj Bou-Arredj» (Nord-Est Algérien). Mémoire de magister en géologie. Université d'Annaba.
- [6]AFIR & MEZAOUA, (1984): Application et dimensionnement d'un procédé de coagulation floculation pour le traitement des eaux résiduaires de la papeterie de Baba Ali. Mémoire d'ingénieur, école nationale de polytechnique.
- [7]ANRH: Agence Nationale des Ressources Hydrauliques, (1996): Étude de faisabilité du lagunage sur les hauts plateaux. 13p.
- [8]B. DJELITA, K.C. NEHAR & S. BOUZID-LAGHA, (2015): Mécanismes d'eutrophisation dans le barrage de Hammam Bouhrara, Algérie : Apports en nutriments et dynamique des populations phytoplanctoniques.
- [9]B. LEGUBE, (1996): Le traitement des eaux superficielles pour la production d'eau potable, agence de l'eau loir –Bretagne.
- [10]C. PERNIN, (2003): Épandage de boues d'épuration en milieu sylvo-pastoral. Étude des effets in situ et en mésocosmes sur la méso-faune du sol et la décomposition d'une litière de chêne liège (*Quercus suber* L.) Ecole doctorale: Sciences de l'environnement, Marseille, Aix-Marseille III.
- [11]CAUCHI & al., (1996): Dossier : la réutilisation des eaux usées après épuration.
- [12]CSHPF, (1995): Recommandations sanitaires relatives à la désinfection des eaux usées urbaines, 22p.
- [13]D. HAMSA, (2006): Utilisation des eaux d'une station d'épuration pour l'irrigation des essences forestières urbaines, mémoire de fin d'étude de Magistère en Ecologie et Environnement Université de Constantine.
- [14]D. XANTHOULIS, (1993): Valorisation agronomique des eaux usées des industries agroalimentaires.
- [15]DEGREMONT, *Mémento*, (1972): Technique de l'eau. Paris : Dégriment.
- [16]DEGREMONT, (1978): *Mémento technique de l'eau* : 8ème édition. Edition Technique et Documentation Lavoisier, 1200p.

- [17] **DEGREMONT, (1989)**: Mémento technique de l'eau: vol. 1, 9^{ème} édition. Edition Technique et Documentation Lavoisier, 592p.
- [18] **E. KOLLER, (2004)**: Traitement des pollutions industrielles : eau, air, déchets, sols, boues. Edition DUNOD, 424p.
- [19] **ENCYCLOPÉDIE, (1995)**: Industrial chemistry, Water in Ull man's, Wiley-VCH Verlags, vol.8. Epuraton. Techniques, Sciences et Méthodes, 2 : 81-118.
- [20] **F. ALLOUCHE, D. LAMRI & F. ZAHF, (1999)**: Surveillance de la qualité bactériologique et physico-chimique des eaux de contamination niveau des trois communes : Ali Boussid, Saby, Ben Badis, wilaya de Sidi Bel Abbes. Mémoire de fin d'étude d'ingénieur d'état en biologie, Université de Sidi bel Abbes.
- [21] **F. CHELLE, M. DELLALE, M. DEWACHTER, F. MAPAKOU & L. VERMEY, (2005)**: L'épuration des eaux: pourquoi et comment épurer Office international de l'eau, 15p.
- [22] **F. EDLINE, (1979)**: L'épuration biologique des eaux résiduaires. Ed. CEBEDOC, Paris, 306p.
- [23] **F. EDLINE, (1996)**: L'épuration physico-chimique des eaux.3^{ème} édition. Ed. CEBEDOC.
- [24] **F. GALAF & M. GHANNA, (2003)**: Contribution à l'élaboration d'un manuel et d'un siteWeb sur la pollution du milieu marin. Mémoire d'ingénieur d'état.
- [25] **F. KHENNANE, (2015)**: Modélisation de la qualité des eaux du cours d'eau de Mouillah par weap. Diplôme de master en Hydraulique. Université d'Oran.
- [26] **F. REJESK, (2002)**: Analyse des eaux ; aspects réglementaires et techniques. Centre régional de documentaires techniques pédagogique d'aquitaine.
- [27] **F. REJSEK, (2005)**: Analyse des eaux ; aspects réglementaires et techniques. Centre régional de documentaires techniques pédagogique d'aquitaine.
- [28] **F. SAHNOUN, (2010)**: Contrôle et surveillance de la pollution par la qualité des eaux du littoral - cas de la zone industrielle d'Arzew. Mémoire de magister en chimie industrielle. Université d'Oran.
- [29] **F. TARMOUL & M. SODI, (2007)**: Détermination de la pollution résiduelle d'une station d'épuration par lagunage naturel. Tribune de l'eau N° :563/3. Ed. CEBEDOC, pp: 27-32.
- [30] **F. VALIRON, (1983)**: La réutilisation des eaux usées. Edition Technique et Documentation Lavoisier, 207p.
- [31] **F.G. BRIERE, (1994)**: Distribution et Collecte des eaux Edition de l'Ecole Polytechnique de Montréal.
- [32] **FAO, (2003)**: L'irrigation avec des eaux usées traitées : Manuel d'utilisation. FAO Irrigation and Drainage paper, 65p.
- [33] **G. BERGER, J.F. SABOURET, M. TISSIER, (2004)**: Dossier scientifique : l'eau. CNRS, France.
- [34] **G. KECK & E. VERNUS, (2000)**: Déchets et risques pour la santé. Techniques de l'Ingénieur, Paris, 2450p.

- [35] **G. MARTIN, (1979)**: Le problème de l'azote dans les eaux. Ed technique et documentation, Paris, 279p.
- [36] **H. MAILLARD & S. MORILLON, (2013)**: L'eau source de vie. Association française.
- [37] **H. PEARSON, (2005)**: Microbiology of waste stabilisation ponds. In: A. SHILTON (Ed.): pp.14-48. Pond Treatment Technology. London: IWA Publishing.
- [38] **I. BENSALÉM & N. BOUHENNA, (2017)**: Étude de faisabilité de l'extension du périmètre irrigué de Maghnia. Mémoire de master en Hydraulique. Université de Tlemcen.
- [39] **J. BONNIN, (1977)**: Hydraulique urbain, 5^{ème} édition Eyrolle Paris, 228p.
- [40] **J. BONTAUX, (1994)**: Introduction à l'étude des eaux résiduaires industrielle. 2^{ème} édition Lavoisier technique et documentation, 225p.
- [41] **J. MAYET, (1994)**: La pratique de l'eau, Traitements aux points d'utilisation, le Moniteur. 2^{ème} Edition, p382, Paris.
- [42] **J. RODIER & al. (1996)**: L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. 8^{ème} édition. DUNOD. Paris.
- [43] **J. RODIER, (2009)**: L'analyse de l'eau .9eme édition© Dunod, Paris, 2009. ISBN 978-2-10- 054179-9. 1526p.
- [44] **J. SEVRIN-REYSSAC, J. DE LA NOUE, D. PROULX, (1995)**: Le recyclage du lisier de porc par lagunage. Edition Technique et Documentation Lavoisier, 118p.
- [45] **J.A. FABY & F. BRISSAUD, (1997)**: L'utilisation des eaux épurées en irrigation.
- [46] **J.P. BEAUDRY, (1984)**: Traitement des eaux. Edition le Griffon d'Aigle Inc, 231p.
- [47] **J.R. VAILLANT, (1974)**: Perfectionnement et nouveautés pour l'épuration des eaux résiduaires: eaux usées urbaines et eaux résiduaires industrielles. Ed. Eyrolles. Paris, 413p.
- [48] **K. BABA HAMED, (2007)**: Hydrodynamique et modélisation d'une nappe alluviale, validation par l'approche géostatistique. application à la nappe de la plaine de Maghnia (N.W Algérie). Thèse de doctorat en géologie appliquée. Université de Tlemcen.
- [49] **L. DUMOULIN & M. MANTHA, (2009)**: Boire de l'eau pourquoi et combien ? Révision médicale : Dr Paul Lépine, M.D., D.O. Le 26 septembre 2005, Mise à jour : mai 2009.
- [50] **L. FYECHE, (2014)** : Suivi de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux usées d'Ouargla au cours de leur traitement. Mémoire de master en hydraulique. Université d'Ouargla.
- [51] **L. LABUSSIÈRE, (2008)**: Le marché de l'amidon: ses acteurs, son développement et ses challenges futurs. France. Blog agroalimentaire.
- [52] **M. GIDDINGS, (1997)**: La lumière sur l'eau potable. Santé Canada.

- [53]OMS, (2004): WORLD HEALTH ORGANIZATION, Guidelines for Drinking water Quality. Recommandations, Vol1, Third Edition, Geneva, 494p.
- [54]R. DESJARDINS, (1997): Le traitement des eaux. 2^{ème} édition. Ed. Ecole polytechnique.
- [55]RODART & al, (1989): Modélisation statistique d'une usine de traitement de l'eau potable. Rencontres Internationales Eau et Technologies Avancées. Montpellier.
- [56]S. BAUMONT, J.P. CAMARD, A. LEFRENC & A. FRANCONIE, (2004): Réutilisation des eaux usées: risques sanitaires et faisabilité en Île-de-France. Rapport ORS, 220p.
- [57]S. KHERBOUCHE, (2016): Etude de la qualité et analyse des dangers et maîtrise des points critique au niveau de la maïserie groupe METIDJI-Maghnia. Diplôme de master en Agronomie. Université de Tlemcen.
- [58]S. YAHIA TENE, E. TAHIRIM, (2011): Réflexion sur la caractérisation physico-chimique, des effluents Liquides rejets dans la grande sebka d'Oran. Mémoire Licence en génie civil .Université d'Oran.
- [59]S.W. DEKHIL, (2012): Traitement des eaux usées urbaines par boues activées au niveau de la ville de Bordj Bou Arreridj en Algérie effectué par la station d'épuration des eaux usées. Mémoire en ligne. Mémoire de master en chimie et microbiologie de l'eau.
- [60]T. ASANO, (1998): Wastewater reclamation and reuse. Water quality management library, 1475p.
- [61]W.W. ECKENFELDER, (1982): Gestion des eaux usées urbaines et industrielles. Ed. Lavoisier. Paris, 503p.
- [62]Z. NOUALI, (2014) : Etude qualitative physico-chimique et bactériologique de l'eau destinée à la transformation industrielle de maïs en amidon 'Maïserie de MAGHNIA', mémoire de master en biologie. Université de Tlemcen.

Web Site

- [63]Anonyme: <https://www.cieau.com/le-metier-de-leau/ressource-en-eau-eau-potable-eaux-usees/leau-cest-quoi/>
- [64]M. DITMAN, (2009): L'eau introduction.
<http://www.eth.cern.ch/~dittmar/thoiry/eau1juin2009.pdf>.
- [65]M. NICOLAS, (1994): <http://www.africmemoire.com/part.2-introduction-775.html>.
- [66]R. FOURNIER, (2007): Régis. Les attentes de l'industrie amidonnière. France. Maisadour semences. <http://www.maisadour-semences.fr/qualite-mais-amidonnerie.html>.

Liste des Abréviations

LISTE DES ABREVIATIONS

ABREVIATIONS	SIGNIFICATIONS
%	<i>Pourcentage</i>
Km ³	<i>Kilomètre cube</i>
°C	<i>Degré Celsius</i>
H ₂ O	<i>Eau</i>
OMS	<i>Organisation Mondiale de la Santé</i>
O ₂	<i>Oxygène</i>
Kg	<i>Kilogramme</i>
L	<i>Litre</i>
DFI	<i>Département Fédérale de l'Intérieur</i>
DBO ₅	<i>Demande Biochimique en Oxygène en cinq jours</i>
MES	<i>Matières en Suspensions</i>
µg/L	<i>Microgramme par litre</i>
NH ₄ ⁺	<i>Ammonium</i>
NO ₃ ⁻	<i>Nitrates</i>
Hg	<i>Mercure</i>
Cd	<i>Cadmium</i>
Ag	<i>Argent</i>
Cu	<i>Cuivre</i>
Cr	<i>Chrome</i>
Ni	<i>Nickel</i>
Zn	<i>Zinc</i>
nm	<i>Nano mètre</i>
ml	<i>Millimètre</i>
DCO	<i>Demande chimique en Oxygène</i>
COT	<i>Carbone organique total</i>
pH	<i>Potentiel d'Hydrogène</i>
N ₃ H	<i>Ammoniac</i>
NO ₂ ⁻	<i>Nitrites</i>
km ²	<i>Kilomètre carré</i>
ENOF	<i>Entreprise nationale des produits miniers non ferreux</i>
ENCG	<i>Entreprise nationale des corps gras</i>
SNIC	<i>Société Nationale des Industries Chimiques</i>
SPA	<i>Société par Action</i>
EPE	<i>Entreprise Économique Publique</i>
MS	<i>Matière Séche</i>
HCl	<i>Hydrochlorure</i>
STEP	<i>Station d'Épuration</i>
m ³ /h	<i>Mètre cube par heure</i>
m/s	<i>Mètre par seconde</i>
CO ₂	<i>Dioxyde de Carbone</i>
H ₂ S	<i>Hydrogène sulfuré</i>
CH ₄	<i>Méthane</i>
REUE	<i>Réutilisation des Eaux Usées Epurées</i>
H ₂ SO ₄	<i>Acide Sulfurique</i>

Liste des Figures

Liste des Figures

<i>Fig. 1</i>	<i>Carte de localisation de la plaine de Maghnia</i>	<i>17</i>
<i>Fig. 2</i>	<i>Situation du bassin versant de l'Oued Mouillah</i>	<i>18</i>
<i>Fig. 3</i>	<i>Réseau hydrographique de la plaine de Maghnia</i>	<i>19</i>
<i>Fig. 4</i>	<i>Vue satellitaire de la Maïserie</i>	<i>23</i>
<i>Fig. 5</i>	<i>Les applications d'amidon</i>	<i>26</i>
<i>Fig. 6</i>	<i>Les applications du sirop de glucose</i>	<i>27</i>
<i>Fig. 7</i>	<i>Les applications du gluten</i>	<i>28</i>
<i>Fig. 8</i>	<i>Les applications dextrine</i>	<i>30</i>
<i>Fig. 9</i>	<i>Processus de fabrication d'amidon</i>	<i>32</i>
<i>Fig. 10</i>	<i>Processus de fabrication de la dextrine</i>	<i>33</i>
<i>Fig. 11</i>	<i>Processus de fabrication du glucose</i>	<i>34</i>
<i>Fig. 12</i>	<i>Schéma général d'une station d'épuration</i>	<i>37</i>
<i>Fig. 13</i>	<i>Schéma d'épuration des eaux usées par lagunage naturel</i>	<i>42</i>
<i>Fig. 14</i>	<i>Schéma de la STEP de la maïserie</i>	<i>47</i>
<i>Fig. 15</i>	<i>Déshydratation (NP1)</i>	<i>55</i>
<i>Fig. 16</i>	<i>Variation journalière du pH de l'eau (Entrée et sortie STEP)</i>	<i>60</i>
<i>Fig. 17</i>	<i>Variation journalière de la température de l'eau (Entrée et sortie STEP).</i>	<i>61</i>
<i>Fig. 18</i>	<i>Variation journalière de la demande chimique en oxygène (DCO) à l'entrée et sortie de la STEP</i>	<i>62</i>
<i>Fig. 19</i>	<i>Variation journalière de NH_4^+ à la sortie de la STEP</i>	<i>62</i>
<i>Fig. 20</i>	<i>Variation journalière de NO_2 à la sortie de la STEP</i>	<i>63</i>

Liste des Tableaux

Liste des tableaux

<i>Tabl. 01 Composants majeurs typique d'eau usée domestique</i>	<i>7</i>
<i>Tabl. 02 Caractéristiques des deux principaux Oueds</i>	<i>18</i>
<i>Tabl. 03 Valeurs des précipitations mensuelles à la station du Barrage de Hammam Bouhrara (1999 - 2018)</i>	<i>19</i>
<i>Tabl. 04 Caractéristiques de la station de mesure</i>	<i>20</i>
<i>Tabl. 05 Valeurs des Températures moyennes annuelles (1979/1980-2015/2016)</i>	<i>20</i>
<i>Tabl. 06 Principales Unités Industrielles</i>	<i>21</i>

Liste des Photos

Liste des Photos

<i>Photo. 1</i>	<i>Usine de la Maïserie de la Tafna - Maghnia –</i>	22
<i>Photo. 2</i>	<i>Amidon de Maïs</i>	26
<i>Photo. 3</i>	<i>Sirop de Glucose</i>	27
<i>Photo. 4</i>	<i>Gluten de Maïs</i>	28
<i>Photo. 5</i>	<i>Germe de Maïs</i>	29
<i>Photo. 6</i>	<i>Son de Maïs</i>	29
<i>Photo. 7</i>	<i>Dextrine Blanche</i>	30
<i>Photo. 8</i>	<i>Dextrine Jaune</i>	30
<i>Photo. 9</i>	<i>Coque de Maïs</i>	30
<i>Photo. 10</i>	<i>Brisure de Maïs</i>	30
<i>Photo. 11</i>	<i>Maïs Sec</i>	31
<i>Photo. 12</i>	<i>La Station d'épuration de la Maïserie</i>	46
<i>Photo. 13</i>	<i>Les grilles</i>	47
<i>Photo. 14</i>	<i>Bassin de balancement (V1)</i>	48
<i>Photo. 15</i>	<i>Bassin d'évacuation (V17)</i>	48
<i>Photo. 16</i>	<i>Bassin de coagulation (V2) et de floculation (V3)</i>	49
<i>Photo. 17</i>	<i>Sédimentateur dynamique (V4)</i>	50
<i>Photo. 18</i>	<i>Bassin d'oxydation (V7)</i>	51
<i>Photo. 19</i>	<i>Sédimenteur (V8)</i>	51
<i>Photo. 20</i>	<i>Bassin de dénitrification (V10)</i>	52
<i>Photo. 21</i>	<i>Bassin d'oxydation biologique (V11)</i>	53
<i>Photo. 22</i>	<i>Sédimentateur dynamique (V12) et bassin de soulèvement boues (V13)</i>	53
<i>Photo. 23</i>	<i>Epaississeur (V14)</i>	54
<i>Photo. 24</i>	<i>Le décanteur</i>	55
<i>Photo. 25</i>	<i>Laboratoire de la STEP</i>	57
<i>Photo. 26</i>	<i>Le pH-Mètre</i>	57
<i>Photo. 27</i>	<i>Le thermostat</i>	59
<i>Photo. 28</i>	<i>Le spectrophotomètre</i>	59

Annexes

Annexes

Annexe.1 : LES NORMES DE L'OMS POUR L'EAU POTABLE

(Les lignes directrices de l'OMS en ce qui concerne la qualité de l'eau potable, mises à jour en 2006 sont la référence en ce qui concerne la sécurité en matière d'eau potable).

PARAMETRES AVEC VALEURS INDICATIVES

Groupe de parametre	Paramètres	Unités	Valeurs indicatives
Paramètres physiques	pH		Pas de valeur guide mais un optimum entre 6,5 et 9,5
	Conductivité		pas de norme
	Température		acceptable
	Turbidité	NTU (1NTU pour la désinfection)	5
Paramètres organoleptiques	Couleur		Pas de valeur guide
	Goût et odeur		acceptable

PARAMETRES AVEC VALEURS LIMITES

Groupe de paramètre	Paramètres	Unités	VALEURS LIMITES (CMA)
Eléments toxiques	Arsenic (As)	mg/L	0,01
	Cadmium (Cd)	mg/L	0,003
	Chrome Cr ⁺³ , Cr ⁺⁶	mg/L	chrome total : 0,05
	Cyanure (CN ⁻)	mg/L	0,07
	Mercure (Hg)	mg/L	inorganique: 0,006
	Sélénium (Se)	mg/L	0,01
	Plomb (Pb)	mg/L	0,01
	Antimoine (Sb)	mg/L	0,02
	Fer (Fe)		Pas de valeur guide
	Manganèse (Mn)	mg/L	0,4
Eléments indésirables	Aluminium(Al)	mg/L	0,2
	Cuivre (Cu ²⁺)	mg/L	2
	Ammonium (NH ₄ ⁺)	mg/L	0,5
	Argent		Pas de valeur guide
	Fluorures	mg/L	1,5
	Zinc(Zn)	mg/L	3
	Bore(B)	mg/L	0,5
	Hydrocarbures aromatiques polynucléaires C ₂ H ₃ N ₁ O ₅ P ₁ 3	µg/L	0,1
THM (Trihalométhanes) C Cl ₄	µg/L	4	
Minéralisation globale	Calcium Ca ²⁺	mg/L	100
	Chlorures(Cl)	mg/L	250
	Magnésium Mg ²⁺	mg/L	50
	Dureté mg/l CaCO ₃	Ppm	200
	Sodium (Na)	mg/L	20

	Potassium (K⁺)	mg/L	12
	Sulfates (SO₄)	mg/L	500

PARAMETRES MICROBIOLOGIQUES

Groupe de paramètre	Paramètres	Unités	Valeurs indicatives
Paramètres microbiologiques	Coliformes totaux	nb/100ml	0
	Coliformes fécaux	nb/100ml	0
	Streptocoques fécaux	nb/100ml	0
	Clostridium Sulfito-Réducteurs	nb/100ml	0
	Staphylocoques pathogènes	nb/100ml	0
	Spores des bactéries	nb/20ml	0
	Vibrions cholériques	nb/10ml	Absence
	Salmonelles	nb/5L	Absence

Annexe.2 : LES NORMES ALGERIENNES DU MINISTRE DES RESSOURCES EN EAU (DEPUIS 22 MARS 2011)

(L'Algérie s'est basée sur les normes internationales, pour établir ses propres normes, on peut dire que c'est une combinaison de différentes normes qui existe sur le plan international).

PARAMETRES DE QUALITE DE L'EAU DE CONSOMMATION HUMAINE

PARAMETRES AVEC VALEURS INDICATIVES

Groupe des paramètres	Paramètres	Unités	Valeurs indicatives
Paramètres physico-chimiques en relation avec la structure naturelle des eaux	pH	Unité pH	$\geq 6,5$ et $\leq 9,5$
	Conductivité	$\mu\text{S}/\text{cm}$ à 20°C	2800
	Température	°C	25
	Dureté	mg/L en CaCO ₃	200
	Alcalinité	mg/L en CaCO ₃	500
	Calcium	mg/L en CaCO ₃	200
	Chlorures	mg/L	500
	Potassium	mg/L	12
	Résidu sec	mg/L	1500
	Sodium	mg/l	200
Paramètres organoleptiques	Sulfates	mg/L	400
	Couleur	mg/L Platine	15
	Turbidité	NTU	5
	Odeur 12°C	Taux dilution	4
	Saveur 25°C	Taux dilution	4

PARAMETRES AVEC VALEURS LIMITEES

Groupe des paramètres	Paramètres	Unités	Valeurs limites
Paramètres chimiques	Aluminium	mg/L	0,2
	Ammonium	mg/L	0,5
	Baryum	mg/L	0,7
	Bore	mg/L	1
	Fer total	mg/L	0,3
	Fluorures	mg/L	1,5
	Manganèse	$\mu\text{g}/\text{L}$	50
	Nitrates	mg/L	50
	Nitrites	mg/L	0,2
	Oxydabilité	mg/L O ₂	5
	Phosphore	mg/L	5
	Acrylamide	$\mu\text{g}/\text{L}$	0,5
	Antimoine	$\mu\text{g}/\text{L}$	20
	Argent	$\mu\text{g}/\text{L}$	100
	Arsenic	$\mu\text{g}/\text{L}$	10
	Cadmium	$\mu\text{g}/\text{L}$	3
Chrome total	$\mu\text{g}/\text{L}$	50	

	Cuivre	mg/L	2
	Cyanure	µg/L	70
	Mercure	µg/L	6
	Nickel	µg/L	70
	Plomb	µg/L	10
	Sélénium	µg/L	10
	Zinc	mg/L	5
	Hydrocarbures polycycliques aromatiques (H,P,A) totaux	µg/L	0,2
	Phénols	µg/L	0,5
	Pesticides (Totaux)	µg/L	0,5
	Bromates	µg/L	10
	Chlore	mg/L	5
	Chlorite	mg/L	0,07
	Trihalométhanes (THM) (Total)	µg/L	100
Radionucléides	Particules alpha	Picocurie/L	15
	Particules bêta	Millirems/an	4
	Tritium	Bequerel/L	100
	Uranium	µg/L	15
	Dose totale indicative (DTI)	(mSv/an)	0,1

PARAMETRES MICROBIOLOGIQUES

Groupe de paramètres	Paramètres	Unités	Valeurs limites
Paramètres microbiologiques	Escherichia Coli	nb /100ml	0
	Entérocoques	nb /100ml	0
	Bactéries sulfitoréductrices y compris les spores	nb/20ml	0

Annexe.3 : Valeurs limites maximales de la teneur en substances nocives des eaux usées autres que domestiques au moment de leur déversement dans un réseau public d'assainissement ou dans une station d'épuration

(Journal Officiel de la République Algérienne N°36, Année 2009).

Paramètres	Valeurs limites Maximales (mg/L)
Azote global	150
Aluminium	5
Argent	0,1
Arsenic	0,1
Bérylium	0,05
Cadmium	0,1
Chlore	3
Chrome trivalent	2
Chrome hexavalent	0,1
Chromates	2
Cuivre	1
Cobalt	2
Cyanure	0,1
Demande biochimique en oxygène (DBO₅)	500
Demande chimique en oxygène (DCO)	1000
Etain	0,1
Fer	1
Fluorures	10
Hydrocarbures totaux	10
Matières en suspension	600
Magnésium	300
Mercure	0,01
Nickel	2
Nitrites	0,1
Phosphore total	50
Phénol	1
Plomb	0,5
Sulfures	1
Sulfates	400
Zinc et composés	2

Annexe.4 : Valeurs limitent des paramètres de rejet dans un milieu récepteur (Journal Officiel de la République Algérienne, 2006).

PARAMÈTRES	UNITÉS	VALEURS LIMITES
Température	°C	30
pH	-	6,5 à 8,5
MES	mg/L	35
DBO₅	mg/L	35
DCO	mg/L	120
Azote Kjeldahl	mg/L	30
Phosphates	mg/L	02
Phosphore total	mg/L	10
Cyanures	mg/L	0,1
Aluminium	mg/L	03
Cadmium	mg/L	0,2
Fer	mg/L	03
Manganèse	mg/L	01
Mercure total	mg/L	0,01
Nickel total	mg/L	0,5
Plomb total	mg/L	0,5
Cuivre total	mg/L	0,5
Zinc total	mg/L	03
Huiles et Graisses	mg/L	20
Hydrocarbures totaux	mg/L	10
Indice Phénols	mg/L	0,3
Fluor et composés	mg/L	15
Étain total	mg/L	02
Composés organiques chlorés	mg/L	05
Chrome total	mg/L	0,5
(*) Chrome III +	mg/L	03
(*) Chrome VI +	mg/L	0,1
(*) Solvants organiques	mg/L	20
(*) Chlore actif	mg/L	1,0

Annexe.5 : Normes internationaux des rejets

Paramètres	Unités	Normes utilisées (OMS)
pH	-	6,5-8,5
DBO₅	mg/L	<30
DCO	mg/l	<90
MES	mg/L	<20
NH₄	mg/L	<0,5
NO₂	mg/L	1
NO₃	mg/l	<1
P₂O₅	mg/L	<2
Température T	°C	<30
Couleur	-	Incolore
Odeur	-	Inodore

Annexe.6

AMIDON

L'amidon de maïs est un hydrate de carbone que les plantes synthétisent par polymérisation du glucose. Il contient environ 27% d'amylose et 73% d'amylopectine.

Les granules d'amidon sont insolubles dans l'eau mais peuvent y être maintenus en suspension par agitation mécanique. Par augmentation de la température ou alcalinisation du milieu, ces granules absorbent l'eau, gonflent et forment un empois. Lorsque la concentration est suffisamment élevée, ce dernier s'épaissit après refroidissement et forme un gel irréversible.

C'est ainsi qu'à partir de l'amidon natif extrait des céréales ou des tubercules, pas moins de 600 produits différents ont été mis au point pour répondre aux besoins spécifiques des industries utilisatrices.

Caractéristiques physico-chimiques

- Aspect : Poudre blanche
- Goût et odeur : Neutre
- Humidité : 10 à 13 %
- Protéines brutes : 1% au maximum
- Protéines solubles : 0,1 % au maximum
- Matières grasses : 0,3 % au maximum
- SO₂ : 50 ppm au maximum
- pH : 4,5 à 6

Applications

- Industries alimentaires (Confiseries, Biscuits, Pâtes alimentaires, Produits laitiers)
- Industries textiles, papeteries
- Industries chimiques et pharmaceutiques
- Industries cosmétiques
- Industries du pétrole (forages)

Conditionnement

Ce produit est livré en sacs kraft de 25 et 50 kg net.

Annexe.7

DEXTRINES

Les dextrines sont obtenues par la transformation de l'amidon sous forme granulaire au moyen d'une torréfaction à sec en présence d'acide chlorhydrique à faible concentration. L'opération de dextrinisation entraîne l'apparition d'un pouvoir réducteur et d'une solubilité partielle dans l'eau froide.

En faisant varier l'acidification, la température et le temps de torréfaction, une grande variété de dextrines blanches et jaunes peut être obtenue. La dextrine blanche est caractérisée par sa solubilité dans l'eau froide, alors qu'au contraire la dextrine jaune est caractérisée par sa viscosité.

Caractéristiques physico-chimiques

Dextrine blanche

- Aspect : poudre blanche
- Humidité : 10 à 12%
- pH : 3,0 à 4,0
- Solubilité : 5   75%

Dextrine jaune

- Aspect : poudre jaunâtre
- Humidité : 10 à 11%
- pH : 2,5
- Viscosité : 80   175 Cp

Applications

- Fabrication de colles et rubans adhésifs
- Fabrication de carton ondulé et de pâtes à papier
- Fabrication des enduits, peintures et encres
- Forage pétrolier

Conditionnement

Les dextrines sont livrées en sacs polypropylène de 50 kg.



Annexe. 8

LE SIROP DE GLUCOSE

Le sirop de glucose est une solution aqueuse de sucres nutritifs dérivés de l'amidon. Il est obtenu par hydrolyse acide de l'amidon et confère une plasticité qui améliore la structure et la texture des divers produits de la confiserie.

Son pouvoir sucrant étant moyen, le choix d'une combinaison adéquate avec le saccharose permet d'obtenir l'intensité sucrée désirée.

Le sirop de glucose se différencie essentiellement par son D.E. (Dextrose Equivalent) qui caractérise le degré de conversion de l'amidon en sucres : plus l'hydrolyse est poussée, plus la teneur en mono et disaccharides augmente et plus le D.E. est élevé.

Caractéristiques physico-chimiques

- Aspect : liquide, limpide
- Couleur : jaunâtre
- Goût : doux
- Odeur : neutre
- Humidité : 17 à 20%
- Baumé : 44 ±1%
- D.E. : 40 à 50%
- Cendres : 0,1 à 0,5%
- pH : 4,5 à 6,0
- SO₂ : 20 ppm

Applications

- Confiserie
- Pâtisserie industrielle
- Sirops et nappages
- Glaces de consommation
- Boissons et liqueurs
- Préparations à base de fruits
- Industries pharmaceutiques

Conditionnement

Le sirop de glucose est livré en citernes (vrac) ou en fûts métalliques d'un poids net de 300 kg.



GLUTEN ET AUTRES

Gluten

Produit obtenu en fin de cycle d'extraction de l'amidon des grains de maïs. Il est constitué essentiellement par le réseau protéique reliant les granules d'amidon.

Caractéristiques physico-chimiques

- Aspect : poudre jaunâtre
- Humidité : 10 à 13%
- Protéines brutes : 35 à 55%
- Matières grasses : 3 à 5%
- Matières minérales : 1 à 2%

Applications

- Ingrédient dans les pâtes alimentaires et les condiments
- Additif protéique en alimentation animale

Germes de maïs

Constituant du grain de maïs, riche en lipides (huile de maïs), extrait après un premier broyage grossier et séparé par un dégermeur.

Coques de maïs

Enveloppes et membranes du grain de maïs, obtenues après diverses séparations par centrifugation.

Liqueur de trempage (ou Corn steep)

Constituée de l'eau qui a servi au trempage du maïs, elle est composée des matières solubles du grain de maïs (matières minérales, vitamines hydrosolubles, acides aminés). De par sa composition très riche en éléments nutritifs, ce produit est utilisé dans les milieux de culture pour la fabrication des antibiotiques.

**Annexe. 10: Valeurs des précipitations mensuelles à la station du barrage de Hammam Boughrara
(1999-2000/2017-2018)**

Année pluviaux	Sept	Oct.	Nov.	Déc.	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Aout
1999-2000	20,5	18,7	50,8	60,2	0,5		6	8,7	49,1	0,5	-	-
2000-2001	15,9	71,4	50	26	32	26,6	9,1	4,3	3,3	-	-	-
2001-2002	15,1	27	113,7	24,5	1,8	3	8,3	60,5	36,8	0,5	-	17,4
2002-2003	-	10,3	68,5	14,3	68,7	66,5	19,3	27,2	15,5	3,3	-	-
2003-2004	4,3	27	33,8	47,2	36,5	17,2	104	17,9	50,2	4,1	-	4,4
2004-2005	1,8	25,4	32,5	58,8	17,5	50,7	34,1	4,5	3,3	-	-	-
2005-2006	2,5	2,5	34,4	5,7	54,6	34	18,8	12,6	21,1	1,2	9,7	-
2006-2007	38	21,3	7,7	29	8,8	25,3	5,3	80,2	5,4	-	-	-
2007-2008	8,3	34,4	56,5	27,1	16,1	7,8	-	4,8	2,7	-	-	-
2008-2009	35,2	146,6	58,8	76,4	92,4	11,5	18,2	21,3	6,4	1,5	-	-
2009-2010	85,4	1,3	31,8	17,3	39,9	33,8	65,9	52,6	17,7	16,8	-	20,5
2010-2011	3,6	71,8	13,3	18,8	12,5	28,2	19	44,3	64,3	13,2	-	3,6
2011-2012	0,8	54,3	80,6	24,5	11,8	50,8	23,7	17,3	5	1,4	0,6	
2012-2013	23	44	131,3	19,3	67	39,9	33,9	31,7	35,5	-	5,6	2,4
2013-2014	11,6	-	32,3	93,4	53,5	36,5	40,9	6,8	15,4	9,9	-	-
2014-2015	20,7	4,3	32,7	76,1	71,5	33,1	31,4	5,8	26,2	4,3	-	2,6
2015-2016	8,6	30,9	10,2		13,7	54	34,9	19,3	44	1,7	-	-
2016-2017	4,5	3,5	27,1	54,2	117,3	22,2	10,9	8,7	8,4	-	-	-
2017-2018	-	30,5	0,3	100,9	63,5	42,8						

Annexe. 11: Résultats d'analyses à l'entrée et sortie de la STEP de la maïseri – Maghnia -

❖ **ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES**

1. ENTREE DE LA STATION D'EPURATION DE LA MAÏSERIE - MAGHIA -

	2013							2017								Norme
	04/07	07/07	10/07	11/07	14/07	15/07	16/07	05/11	09/11	12/11	16/11	19/11	23/11	26/11	30/11	
T (°C)	31,6	30,1	34,7	38,6	37,4	39,4	37,4	29,5	36,1	33,3	33,4	22,60	22,50	21,80	22,10	30
pH	5,88	5,76	5,91	5,91	6,24	6,08	6,62	5,25	5,44	5,78	5,8	8,5	8,14	8,49	8,53	5
DCO (mg O²/L)	18500	19360	20380	19320	22320	18330	19760	27700	28000	31600	27800	4396	4900	4428	4458	12000

2. SORTIE DE LA STATION D'EPURATION DE LA MAÏSERIE - MAGHIA -

Année	2013							2017								Norme
	04/07	07/07	10/07	11/07	14/07	15/07	16/07	05/11	09/11	12/11	16/11	19/11	23/11	26/11	30/11	
T (°C)	31,6	30,1	34,7	38,6	37,4	39,4	37,4	29,5	36,1	33,3	33,4	22,60	22,50	21,80	22,10	30
pH	5,88	5,76	5,91	5,91	6,24	6,08	6,62	5,25	5,44	5,78	5,8	8,5	8,14	8,49	8,53	8,5
DCO (mg O²/L)	18500	19360	20380	19320	22320	18330	19760	27700	28000	31600	27800	4396	4900	4428	4458	120
NH₄ (mg/L)	0,227	0,282	1,08	0,404	3,82	2,8	3,7	51,1	52,5	51,1	35,2	29,4	44,3	35,1	39,6	5
NO₂ (mg/L)	0,471	0,28	0,289	0,399	0,498	0,521	0,637	1,43	1,51	1,59	1,4	1,6	1,57	1,22	1,14	1-2

Annexe. 12: Article de press

Maghnia: Des citoyens protestent contre la pollution causée par la maïserie

Par **Cheikh GUETBI**
Publié dans : **Le Quotidien d'Oran, le 17/10/2016**

Une action de protestation a été menée, samedi, par des citoyens pour dénoncer le déversement dans l'oued Abbes des eaux résiduares, par les unités industrielles notamment par la maïserie Tafna et exprimer leur marasme et leur inquiétude relatifs à la pollution de l'environnement et du barrage de Hammam Boughrara et au devenir de l'agriculture le long de cet oued et en aval du barrage. Ils étaient une centaine parmi les fellahs du versant du barrage, des riverains, de citoyens anonymes, soutenus par la présence du bureau de la Ligue du droits de l'Homme local à se rassembler sur le pont qui traverse l'oued Abbes, à la sortie-est de la ville pour dénoncer à coups de banderoles l'insouciance des responsables de cette unité qui malgré la station d'épuration qu'ils ont été contraints de réaliser et qui leur a coûté 20 milliards de centimes, des rejets liquides chargés de gluten continuent d'être déversés. Si les autres unités industrielles tels le complexe céramique Certaf', l'ex complexe des corps gras et l'usine de fabrication de bentonite ont limité, considérablement, la pollution de l'oued, la maïserie se montre, selon les protestataires, indifférente à ce qu'endurent les fellahs et à la pollution de l'environnement et des 1,8 million de m³ d'eau du barrage que ses rejets bruts non conformes à la législation, engendrent et dont l'odeur nauséabonde caractéristiques embaume la région environnante.

Afin de minimiser les déchets toxiques et autres métaux lourds et préserver le barrage de la pollution drainée par l'Oued Ouerdefou dans lequel se jette Oued Abbes, une station d'épuration a été réalisée mais qui ne semble pas jouer son rôle initial car de l'avis de protestataires, l'eau n'est traitée que parcimonieusement. «Normalement l'eau qui nous arrive de celle-ci et qui se dirige vers le barrage doit être traitée, ce qui n'est pas le cas. Cette situation est à l'origine de notre continuelle persécution de la part des services de l'environnement et des services de qualité et actuellement on nous a catégoriquement interdit l'irrigation à partir de l'oued à cause de ses eaux polluées. Nous estimons que nous sommes victimes de décisions arbitraires car au lieu que les principaux responsables de cette pollution à savoir : la maïserie et cette station d'épuration implantée à Gfaf, soient rappelées à l'ordre, ils se sont rabattus sur nous qui sommes le maillon faible. En plus de la confiscation de pompes d'irrigation de certains fellahs, l'un de nous a été condamné à 2ans de prison ferme, c'est dire que les responsable se trompent de cible». Ainsi des dizaines de familles de fellahs se trouvent au chômage technique et le principal barrage de la wilaya de Tlemcen continue de subir la pollution dans l'attente de décisions strictes et efficaces capables de contraindre cette unité, mise à l'index, à se conformer aux exigences environnementales ainsi que la station d'épuration de Gfaf à assurer continuellement le traitement des eaux qu'elle reçoit». Les protestataires ont achevé leur action par un hommage rendu à un citoyen du village de Gfaf décédé, suite à un malaise, durant une action de protestation similaire, organisée précédemment.