



OFFICE NATIONAL DE L'EAU POTABLE
DIRECTION DE L'ASSAINISSEMENT ET DE L'ENVIRONNEMENT
RABAT



Mémoire de fin d'études

Pour l'obtention de :
La Licence en ès Sciences et Techniques
« Eau et Environnement »

**Dimensionnement de la station d'épuration de type lagunage de
la ville de Chemaia (Province d'El Yousoufia)**

Réalisé par :

**-Mlle SOPHIA BOUZIT
-Mlle ZINEB TAALIBI**

Encadrées par :

**- Pr M. AGOUSSINE – Faculté des Sciences et Techniques de Marrakech
- Mr A. EL HIDAOUI- ONEP de Rabat**

Soutenue le 1^{er} mars 2012, devant le jury composé de:

**- Pr M. AGOUSSINE – Faculté des Sciences et Techniques de Marrakech
-Pr D. CHAFIKI – Faculté des Sciences et Techniques de Marrakech
-Pr H. IBOUH – Faculté des Sciences et Techniques de Marrakech**

Année universitaire : 2011-2012

REMERCIEMENTS

Au terme de ce travail, nous tenons à adresser nos remerciements à Mr EL HIDAOUI chef de Service à l'Office National de l'Eau Potable – Rabat, pour nous avoir encadrées durant toute la période de notre stage.

Nos profonds remerciements vont également à notre tuteur académique Mr AGOUSSINE, Professeur à la Faculté des Sciences et Techniques de Marrakech.

Qu'il nous soit permis de remercier également l'ensemble du personnel de l'ONEP de Rabat , ainsi que tous les Enseignants qui ont assuré notre formation à la FST de Marrakech .

Nos remerciements vont également à tous les membres du jury qui par leurs critiques et suggestions contribueront à enrichir ce travail.

Enfin, que toute personne ayant contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail, puisse trouver ici l'expression de nos sincères remerciements.

SOMMAIRE

REMERCIEMENTS	2
SOMMAIRE	3
LISTE DES FIGURES.....	5
LISTE DES PHOTOS.....	5
LISTE DES TABLEAUX	6
LISTE DES ABBREVIATIONS.....	7
RESUME	8
PREAMBULE.....	9
PRESENTATION DE L'ORGANISME D'ACCUEIL (ONEP)	10
INTRODUCTION.....	11
1 ^{er} chapitre	12
PRESENTATION DE LA ZONE DU PROJET	12
I- CADRE GEOGRAPHIQUE ET ADMINISTRATIF DE LA VILLE DE CHEMAIA.....	13
II-ACTIVITES ECONOMIQUES.....	14
III-MILIEU PHYSIQUE.....	14
III.1- Topographie	14
III.2- Caractéristiques physiques du Lac Zima	15
III.3- Caractéristiques physiques du bassin versant	16
III.4- Climat	17
III.5- Hydrologie	17
IV- INFRASTRUCTURES DE BASE EXISTANTES	18
IV-1. Eau potable	18
IV.2- Réseau d'assainissement liquide existant.....	18
IV.3- Assainissement solide	18
IV.4- Equipements	19
IV.5- Industrie	20
2 ^{ème} chapitre	21
ANALYSE DEMOGRAPHIQUE	21
I- Etude démographique.....	22
I.1- Evolution antérieure.....	22
I.3- Prévisions démographiques	23
I.3.1- Projections démographiques du CERED.....	23
I.3.2- Projections par le PDAIRE (2008-2009).....	24
I.3.3- Projections démographiques retenues dans la présente étude	24

I.4-ANALYSE URBAINE.....	25
I.4.1- Population prévue par le plan d'aménagement	25
I.4.2- Occupation future du sol.....	26
I.4.3- Occupation actuelle du sol et répartition spatiale de la population.....	27
3ème Chapitre.....	29
LES USAGES DE L'EAU ET DES REJETS.....	29
I- Analyse de statistiques passées	30
I.1- Taux d'accroissement des populations	30
I.2- Taux de branchement	30
I.3- La consommation d'eau	31
II- PROJECTIONS FUTURES	31
II.1- POPULATION ET TAUX D'ACCROISSEMENT.....	31
II.2- POPULATION ET TAUX DE BRANCHEMENT AU RESEAU D'EAU POTABLE.....	31
II.3- DOTATION ET CONSOMMATION.....	32
II.4- CALCUL DES REJETS GENERES	33
III- LA POLLUTION	34
III.1- CALCUL DES CHARGES POLLUANTES A TRAITER	34
III.2- Pollution industrielle	35
III.2.1- Abattoir	35
III.2.2-Stations-services.....	37
III.2.3-Pollution totale.....	37
4ème chapitre.....	38
EPURATION DES EAUX USEES ET DIMENSIONNEMENT DE LA STEP	38
I- CHOIX DE PROCEDES D'EPURATION	39
II- OBJECTIFS SANITAIRES DU PROJET	39
III- PRETRAITEMENT	40
III.1- Dégrillage.....	40
III.2- Dessablage-déshuilage	42
III.3- Présélection de procédés d'épuration	43
IV-LAGUNAGE NATUREL	46
IV.1- Principe de traitement	47
IV.2 - Dimensionnement des bassins.....	47
IV.3- Choix du site d'implantation de la station	48
IV.4- Sites d'épuration potentiels identifiés.....	49
IV.5- Ouvrages d'épuration	51
CONCLUSION GENERALE.....	53
ANNEXES.....	54
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	58

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Situation géographique de la ville de Chemaia

Figure 2 : Carte topographique de Chemaia

Figure 3 : Photo satellite du lac Zima

Figure 4 : Bassin versant de Chemaia

Figure 5 : Plan d'aménagement de Chemaia

Figure 6 : Sites proposés pour l'implantation de la STEP de Chemaia

Figure 7 : Schéma de la future STEP de Chemaia

LISTE DES PHOTOS

Photo1 : Dégrilleur courbe

Photo2 : Extraction du sable d'un dessableur

Photo3 : Racleur des graisses d'un dégraisseur

Photo4 : exemple de bassin de lagunage naturel (STEP de Ouarzazate)

LISTE DES TABLEAUX

- Tableau n° 1 : Forages assurant l'alimentation en eau potable
- Tableau n° 2 : Effectifs des étudiants et enseignants dans les enseignements primaire et secondaire
- Tableau n°3 : évolution antérieure de la population
- Tableau n°4 : paramètres pour l'élaboration des projections de la population par le CERED
- Tableau n°5 : projections de la population urbaine de la ville de Chemaia (CERED, 1998)
- Tableau n° 6 : projections de la population urbaine de la ville de Chemaia (PDAIR, 2009)
- Tableau n° 7 : Caractéristiques de l'occupation du sol selon le plan d'aménagement
- Tableau n° 8 : occupation actuelle du sol et répartition spatiale de la population
- Tableau n° 9 : taux d'accroissement des populations
- Tableau n° 10 : taux de branchement
- Tableau n° 11 : consommation moyenne par habitant (m³/hab/j)
- Tableau n°12 : population et taux d'accroissement futurs
- Tableau n° 13 : population et taux de branchement futurs
- Tableau n° 14 : consommation moyenne future par habitant (m³/hab/j)
- Tableau n° 15 : Calcul des rejets générés globaux (m³/j)
- Tableau n° 16 : calcul du débit moyen, journalier et horaire
- Tableau n° 17 : les charges polluantes en (mg/l)
- Tableau n° 18 : Calcul des flux de pollution selon les approches SDNAL et ONEP
- Tableau n°19 : calcul des charges polluantes de l'abattoir de Chemaia
- Tableau n° 20 : évolution de la pollution rejetée par l'abattoir de Chemaia
- Tableau n° 21 : calcul des flux de pollution totale
- Tableau n° 22 : valeurs limites spécifiques des rejets domestiques au Maroc
- Tableau n° 23 : avantages et inconvénients des procédés d'épuration extensifs
- Tableau n°24 : avantages et inconvénients des procédés d'épuration intensifs
- Tableau n° 25 : coûts d'épuration par habitant raccordée pour différents procédés (en DH HT)
- Tableau n° 26 : caractéristiques des sites d'épuration identifiés
- Tableau n°27 : caractéristiques de dimensionnement de la station d'épuration

LISTE DES ABBREVIATIONS

ONEP : office national de l'eau potable

PNAL : le plan national d'assainissement liquide

PIB: Produit intérieur brut

NGM : Nord Géographique Maroc

IRE : Indice des Ressources en Eau

SOTRADEMA : Société de Travaux d'Adduction d'eau potable et assainissement

PTT : Postes, télégraphes et téléphones

ONE : Office national de l'électricité

TAIM : taux d'accroissement interannuel moyen

CERED : Le Centre d'études et de recherche démographiques

ADI : Cie d'Aménagement Agricole et de Développement Industriel

SDNAL : Schéma directeur national d'assainissement liquide

RGPH : Recensement Général de la Population et de l'Habitat

PDAIRE : plan directeur d'aménagement intégré

OER : objectifs environnementaux de rejet

I.C : Intervalle de confiance

ABH : agence du bassin hydraulique

RDC : rez de chaussée

HFD : habitat à faible densité

HMD : habitat à moyenne densité

HD : habitat dense

HTD : habit très dense

HR : habitat à restructurer

ZAT : zone d'aménagement touristique

TR : taux de raccordement

T.R : taux de restitution

DBO5: Demande Biologique en Oxygène sur 5 jours,

DCO : demande chimique en oxygène

MES : matière en suspension

M.O : matière organique

STEP : station de traitement des eaux polluées / station d'épuration

CS : charge surfacique

CF : coliformes fécaux

HR : habitat à restructurer

RESUME

Le projet consiste à dimensionner une station d'épuration des eaux usées dans la ville de Chemaia. Une collecte de données est donc nécessaire : population, consommation et rejet journalier en eaux polluées avec un taux de pollution mesuré. Ces chiffres sont projetés à l'horizon 2030 pour un long fonctionnement de la station.

A partir des rejets en eau, on a pu déterminer le volume des eaux usées entrantes à la station, et par la suite, dimensionner les bassins en fonction d'un temps de séjour connu.

PREAMBULE

En tant qu'étudiantes dans le domaine de l'eau et l'environnement à la faculté des sciences et techniques de Marrakech, on a choisi d'effectuer notre projet de fin d'études au sein de l'office national de l'eau potable, spécialisé dans le domaine du traitement des eaux usées. C'est un domaine qui nous tient tout particulièrement à cœur.

La proposition, puisque notre avenir professionnel y sera lié, que nous a faite l'ONEP est particulièrement bien adaptée à l'élaboration d'un projet de fin d'études. En effet, il s'agit d'un sujet permettant d'associer le dimensionnement et le traitement des eaux usées appliqué dans le cas de la ville de Chemaia (Province d'El Youssoufia).

Durant le stage, on a obtenu des informations importantes qui ont enrichies nos connaissances et nous ont permis d'acquérir de l'expérience dans le domaine de traitement des eaux usées.

En effet, ce domaine joint la partie théorique apprise à l'université et à la partie pratique appliquée dans l'office national de l'eau potable.

PRESENTATION DE L'ORGANISME D'ACCUEIL (ONEP)

Crée en 1972, l'Office National de l'Eau Potable (ONEP) est un établissement public à caractère industriel et commercial doté de la personnalité civile et de l'autonomie financière et est placé sous la tutelle du Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Eau et de l'Environnement.

L'ONEP est l'acteur principal dans le domaine de la production de l'eau potable au Maroc. Il assure plus de 80 % de la production nationale, soit près de 700 millions de m³ / an.

L'ONEP est également le premier distributeur d'eau potable en desservant près de 900 000 abonnés répartis sur plus de 350 Communes Urbaines et Rurales.

Les principales missions de l'ONEP

- **Planifier** : L'approvisionnement en eau potable du Royaume et la programmation des projets ;
- **Etudier** : L'approvisionnement en eau potable et assurer l'exécution des travaux des unités de production de distribution ;
- **Gérer** : La production d'eau potable et assurer la distribution pour le compte des communes qui le souhaitent ;
- **Contrôler** : La qualité des eaux produites et distribuées et la pollution des eaux susceptibles d'être utilisées pour l'alimentation humaine ;
- **Assister** : En matière de surveillance de la qualité de l'eau ;
- **Participer** : Aux études en liaison avec les ministères intéressés des projets de textes législatifs et réglementaires nécessaires à l'accomplissement de sa mission

INTRODUCTION

L'eau est un bien économique, social et environnemental. Il est donc nécessaire et important d'en garantir la disponibilité dans le temps au moyen de formes d'exploitation durables qui permettent de faire face aux exigences actuelles sans menacer l'équilibre environnemental. La pénurie des ressources en eau au Maroc ne fait que s'accroître. De ce fait, il est apparu urgent de réduire la consommation et de préserver la ressource en eau, à travers une gestion efficace de tout le cycle de l'utilisation de l'eau, en associant l'utilisation rationnelle de ces ressources en eau naturelles à d'autres sources d'approvisionnement non conventionnelles, notamment le traitement des eaux usées.

Au Maroc, le développement démographique et socio-économique engendre un volume d'eaux usées de plus en plus important. De plus, les objectifs fixés par le PNAL, d'atteindre un niveau de raccordement global au réseau d'assainissement de 80 % en milieu urbain et de rabattre la pollution domestique à 60 % en 2010 et à 80 % en 2015, vont permettre d'accroître encore d'avantage ce volume d'eaux usées dont une partie reste sans traitement, et est rejetée dans la nature. Selon le secrétariat d'Etat chargé de l'eau et de l'environnement, le coût de dégradation de l'environnement, dont la pollution sous toutes ses formes constitue la cause principale, a été estimé ces dernières années à 13,10 milliards de dirhams de perte économique soit 3,7 % du PIB national.

Le thème traité dans ce mémoire concerne le dimensionnement d'une station d'épuration de type lagunage, destinée à l'épuration des eaux usées de la ville de Chemaia.

Le présent document est une synthèse des travaux effectués. Il détaille les démarches de calculs utilisées et donne, dans le cas échéant, les références sur lesquelles nous nous sommes appuyées.

Les grandes lignes de ce travail sont :

- La présentation de la zone du projet
- L'analyse démographique de la ville de Chemaia
- La description de l'usage de l'eau et des rejets
- L'épuration des eaux usées

1^{er} chapitre
PRESENTATION DE LA ZONE DU PROJET

I-CADRE DEOGRAPHIQUE ET ADMINISTRATIF DE LA VILLE DE CHEMAIA

Le centre CHEMAIA est une Municipalité; il fait partie du Cercle Ahmer et relève administrativement de la Province d'EL YOUSOUFIA, qui fait partie de la région économique de Doukkala_Abda.

Il est limité au Nord et à l'Est par la commune rurale de Tiamim, à l'Ouest par la commune rurale de Jdour et au Sud par la commune de Jnane Bouih.

Le centre CHEMAIA est situé dans la partie Sud de la province de Youssoufia, sur l'intersection des routes régionales RR204 reliant Safi et Marrakech et la route RR201 reliant Agadir à Casablanca, via Chichaoua. Le centre est situé à 21Km de la ville de Youssoufia, et à 83 Km et 68 km, respectivement de Marrakech et Safi.

Les coordonnées Lambert moyennes du centre sont les suivants :

X = 195,150 km Y = 196,500 km



Figure 1 : Situation géographique de la ville de Chemaia (Google earth)

II-ACTIVITES ECONOMIQUES

L'activité principale du centre de Chemaia est dominée par l'agriculture (les céréales), l'élevage et la production du sel au niveau du lac Zima.

Un souk hebdomadaire se tient tous les jeudis et constitue la source d'approvisionnement du centre Chemaia et des douars limitrophes.

L'activité administrative reste relativement faible par rapport au rôle que joue le centre.

III-MILIEU PHYSIQUE

III.1- Topographie

Le Centre de Chemaia présente une topographie relativement plane ; la majeure partie de l'espace urbain est constituée par des plaines et des plateaux, représentant respectivement 80 et 20% de la superficie totale, estimée à 19 km². Les pentes sont, en général, descendantes vers le Lac Zima, variant entre 0,5 et 2%. L'altitude du centre varie entre 360 et 390 m.



Figure 2 : La carte topographique de la ville de Chemaia (Google earth)

III.2- Caractéristiques physiques du Lac Zima

La sebkha correspond à un bassin endoréique de l'extrême ouest de la cuvette de la Bahira occidentale; elle est alimentée par les eaux salées souterraines du plateau de Youssofia, ainsi que par les eaux superficielles douces ou peu salées, provenant des versants voisins (oued Zima, oued Mellah, oued Sedra, oued Ammar Khoud, oued Basbas), formant un réseau hydrographique dense mais à écoulement temporaire ou éphémère.

Le niveau d'eau du lac peut atteindre une hauteur de 1,5 m durant les années pluvieuses. La nappe phréatique est très proche et apparaît au niveau des drains, qui parcourent cette sebkha. La mise en eau dure en général 4 à 6 mois (de Novembre à Avril).



Figure 3 : photo satellite du lac Zima (Google earth)

III.3- Caractéristiques physiques du bassin versant

La dépression occupe le cœur d'un synclinal de nature gréseuse du Primaire, sur lequel se sont déposées des couches salifères du Permo-Trias, constituées de grès rouges, de marnes avec dépôt de sel gemme. Le Jurassique supérieur et le Crétacé sont à dominance marneuse, marno-calcaire, avec des intrusions gypseuses. Des dépôts du Quaternaire variés (limons salés, conglomérats, cailloutis et croûtes calcaires) viennent directement au-dessus des couches jurassiques.

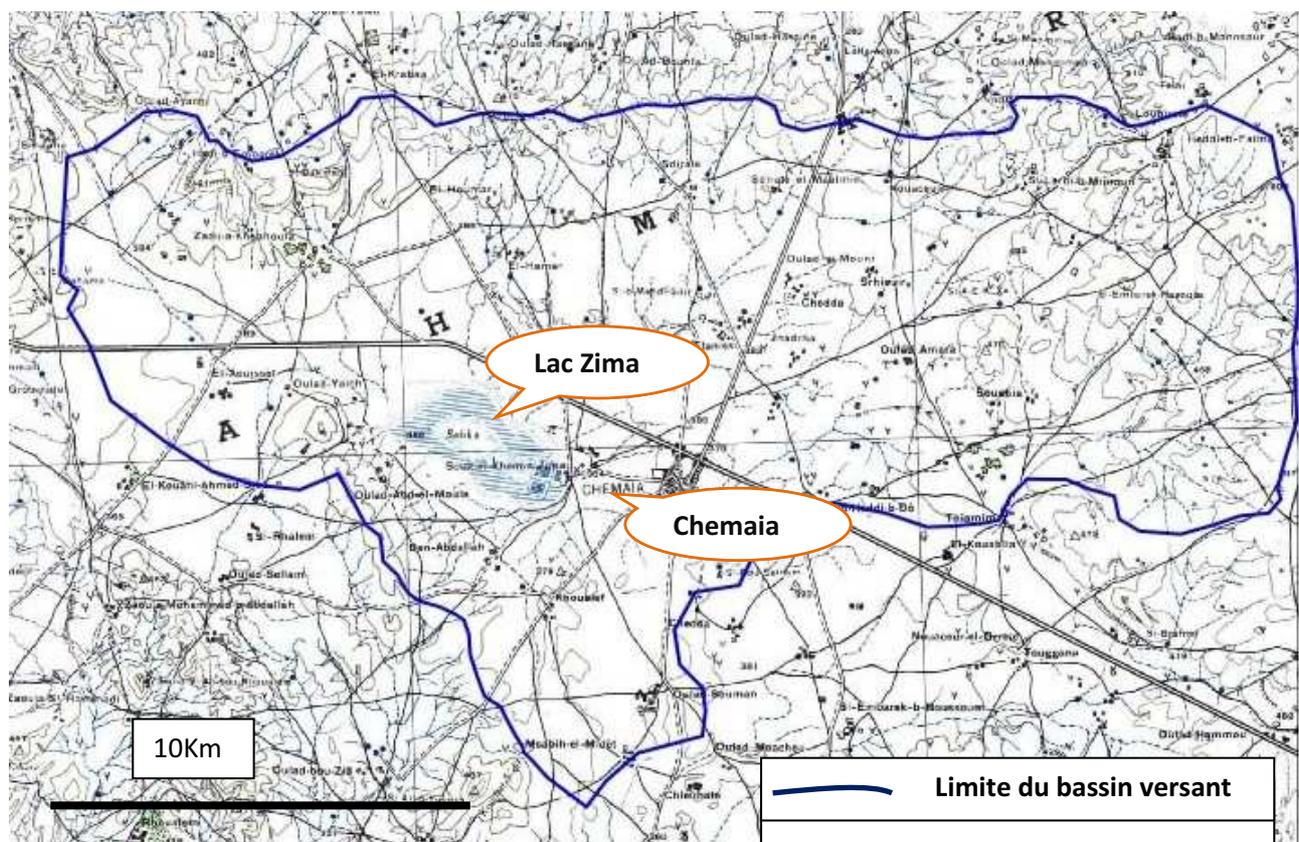


Figure 4 : Le bassin versant de Chemaia (extrait de la carte 1/100000 de Youssoufia)

III.4- Climat

La ville de Chemaia est dotée d'un climat semi-aride.

Les moyennes des températures maximales et minimales enregistrées à Zima, entre 1986 et 1991, sont de 5°C, et 22,5°C en janvier, et de 17,2°C et 38,7° en juillet.

La moyenne annuelle des précipitations, enregistrée par la Direction Provinciale de l'Agriculture de Safi-Centre de Travaux de Chemaia, durant la période 2001-2010, est d'environ 225 mm

III.5- Hydrologie

La zone d'étude, qui fait partie de la nappe de la Bahira, s'étend d'Est en Ouest sur 5000 km² et est délimitée par le massif des Jbilet au Sud et le plateau des Rehamna et des Gantour au Nord.

Les deux aquifères de la nappe de la Bahira sont constitués par des formations secondaires et tertiaires, recouvertes par des dépôts néogènes et quaternaires en plaine. Les formations secondaires et tertiaires affleurent au Nord et s'enfoncent au sud, pour se terminer en biseau contre le massif des Jbilet.

La nappe phréatique circule dans les dépôts alluvionnaires de la zone orientale et dans les limons, les marnes sableuses et les calcaires gréseux du plio-quaternaire dans la zone occidentale.

La nappe éo-crétacée, qui circule dans les formations calcaires, s'étend sous la quasi-totalité de la plaine. Elle est libre là où les formations aquifères affleurent ou se situent à de faibles profondeurs, et captive dans les zones où l'épaisseur des couvertures plio-quaternaires est importante. Les infiltrations des eaux de pluie et des ruissellements, provenant des Jbilet, estimées à 56 millions de m³ par an, constituent la principale composante de la recharge naturelle de la nappe de la Bahira. L'écoulement général se fait en direction de l'Oued Tessaout. Une partie de cet écoulement se dirige vers le lac Sed El Mejnoun. Un faible écoulement s'effectue également vers le lac Zima dans la partie occidentale de la plaine.

Les valeurs de transmissivité sont bonnes dans les formations Eocènes, et faibles dans les formations quaternaires. Le coefficient d'emmagasinement varie entre 2 et 4%.

La qualité de l'eau de la nappe de la Bahira est généralement moyenne à mauvaise. La salinité des eaux des formations plio-quaternaires est très élevée aux endroits où la nappe affleure aux environs des lacs de Sed El Mejnoun et Zima où elle atteint 30 g/l. Elle diminue vers le Sud où le niveau d'eau est relativement profond et vers l'Est où les formations deviennent alluvionnaires.

IV- INFRASTRUCTURES DE BASE EXISTANTES

IV-1. Eau potable

Le centre de Chemaia est alimenté en eau potable à partir de la nappe de la Bahira, via trois forages. Ces derniers sont exploités pour une alimentation commune de Chemaia et de Youssoufia. La production de ces ouvrages se répartit comme suit :

Forage	N° IRE	Débit équipé en l/s
F1	1888/44	60
F2	3032/44	70
F3	3766/44	60

Tableau n° 1 : forages d'alimentation en eau potable

Ces ouvrages alimentent une bache de 500 m³; cette dernière alimente gravitairement la ville de Youssoufia. Une station de reprise est installée sur la conduite d'adduction pour assurer le relèvement des eaux vers le réservoir de 2000 m³ de la ville, qui dessert le réseau de distribution de la ville de Chemaia.

IV.2- Réseau d'assainissement liquide existant

Au niveau de Chemaia, il existe un ancien réseau d'assainissement dont nous n'avons pas pu avoir d'informations. (Schéma, longueur, diamètre...)

IV.3- Assainissement solide

La collecte des ordures ménagères est assurée par une société privée depuis 2008, dans le cadre d'une convention de gestion déléguée, entre la Commune de Chemaia et la société SOTRADEMA.

La décharge sauvage est située au sud de la ville à environ 100 m du cimetière, et à 400 m des quartiers Derb Jdid.

Il est à souligner que cette décharge est située à l'intérieur du périmètre d'aménagement.

IV.4- Equipements

Au niveau du centre de Chemaia, les équipements socio-économiques et les services publics existants, sont les suivants :

Services publics

Le centre de Chemaia dispose des Administrations suivantes : Siège de la municipalité ; Siège de la Pachalik ; Gendarmerie Royale ; PTT ; ONE ; Eaux et forêt; Caserne des forces auxiliaires; Annexe du Ministère de l'équipement; Perception ; ONEP ; Centre des travaux agricoles et Services vétérinaire.

Au niveau de l'Enseignement, Chemaia dispose des effectifs suivant :

Etablissements	Elèves + Enseignants
Primaire	3281
Secondaire	3331

Tableau n° 2 : Effectifs des étudiants et enseignants dans les enseignements primaire et secondaire

Au niveau de la santé publique, le centre de Chemaia est doté d'un centre de Santé et d'une maison d'accouchement. Ce secteur dispose d'un médecin, 5 sages-femmes et 8 infirmiers.

Equipements socio-économiques

Les équipements socio-économiques de Chemaia, sont les suivants :

- Une maison des jeunes ;
- Un foyer féminin ;
- Un souk (tous jeudis)
- Une maison de Culture;
- Trois stations de service ;
- **Etc.**

IV.5- Industrie

Le centre ne dispose d'aucune unité industrielle.

Seul le sel est exploité et produit par la société Chérifienne des sels, au niveau des gisements, qui se situent au lac Zima. La récolte se fait entre Juin et Octobre de chaque année à destination du marché local.

2^{ème} chapitre
ANALYSE DEMOGRAPHIQUE

I- Etude démographique

I.1- Evolution antérieure

La population du centre de Chemaia, telle qu'elle ressort des résultats des quatre recensements de 1971, 1982, 1994 et 2004, est présentée dans le tableau n° 3, qui montre que :

- La population est passée de 5611 habitants en 1971 à 21 859 habitants en 2004, soit environ quatre fois en l'espace de 33 ans ;
- Elle est passée de 10 848 à 21 859, entre 1982 et 2004, soit un facteur multiplicatif de 2 en l'espace de 22 ans ;
- Elle est passée de 18 010 à 21 859, entre 1994 et 2004, soit un facteur multiplicatif de 1,2 environ en l'espace de 10 ans.

Désignation	1971	1982	1994	2004
Population (hab)	5611	10 848	18 010	21 859
Taux d'accroissement		6,18%	4,32%	1,96%

Tableau n°3 : Evolution antérieure de la population

Le taux d'accroissement interannuel moyen (TAIM), observé pour le centre, entre 1971 et 1982, était de 6,18%. Ce taux élevé s'explique par l'exode des populations des douars avoisinants vers le centre, qui est doté d'infrastructures et d'équipements de base, dont notamment l'eau potable et l'électricité.

Entre 1982 et 1994, le TAIM a baissé de façon significative pour atteindre 4,32%. Cette régression peut être expliquée par la migration de la population vers les grandes villes de la région, et en particulier Safi, El Jadida et Casablanca, mais également par l'ensemble des actions de planification familiale qui ont visé à augmenter l'âge du premier mariage, à limiter le nombre d'enfants par famille, etc...

Entre 1994 et 2004, le TAIM a encore baissé pour atteindre environ 2%. Ce TAIM reste supérieur aux taux enregistrés, particulièrement dans la région de Doukala-Abda (1%) et pour l'ensemble du Maroc (1,4%).

I.3- Prévisions démographiques

Plusieurs projections démographiques ont été effectuées pour le centre de Chemaia et sont présentées, ci-après : Prévisions du CERED (Août 1998) ; Prévisions du plan d'aménagement de la ville de Chemaia et Prévisions de l'étude du SDNAL.

I.3.1- Projections démographiques du CERED

En 1998, le CERED a élaboré, sur la base des résultats du RGPH de 2004, les projections démographiques de la population, jusqu'à l'horizon 2014 :

- Pour tout le Maroc ;
- Par milieu de résidence (urbaine et rurale) ;
- Par provinces, aussi bien globale que, par milieu de résidence.

Pour l'élaboration des projections de la population urbaine, jusqu'à l'horizon 2014, le CERED s'est basé sur les hypothèses suivants :

Paramètre	1987	1994	1999	2004	2009	2014
Espérance de vie à la naissance	69,7	71,5	72,4	73,8	74,8	75,7
Indice synthétique de fécondité	2,51	2,28	2,05	1,97	1,93	1,90

Tableau n° 4 : Paramètres pour l'élaboration des projections de la population par le CERED

Concernant le taux de migration nette de la population, le CERED a retenu l'évolution tendancielle de ce ratio.

Pour les projections, au niveau provincial, le CERED a utilisé la méthode, dite des composantes qui est la plus utilisée, pour dresser les projections de la population par sexe et âge. Une telle méthode fait appel aux données de bases suivantes :

- La répartition de la population par sexe et âge, à l'année de base des projections ;
- Les taux de fécondité générale par âge ;
- Les taux de mortalité ;
- Le volume de la migration nette et sa structure par âge et par sexe.

Lorsque ces données ne sont pas disponibles au niveau provincial, le CERED applique une autre méthode qui se base sur le poids démographique, par âge et par sexe, de chaque province.

Les projections de la population urbaine de la province de Safi, effectuées par le CERED, pour la période 1994-2014, sont présentées dans le tableau n° 5 ci-dessous.

Comme précisé ci-avant, et afin de déterminer la population par centre, en cas d'indisponibilité d'information sur les paramètres déterminants de la croissance démographique, le CERED admet que le centre garde son poids (rapport entre population du centre et population urbaine totale) dans les années à venir. C'est cette approche qui a été retenue. Cette hypothèse a permis de déterminer la population jusqu'à 2015.

La population du centre de Chemaia, représentait, 4,9% et 5,3% de la population urbaine de la province de Safi, respectivement en 1994 et 2004. En se basant sur l'évolution de ce ratio pour la période 1994-2004, les projections du centre de Chemaia, qui en résultent, sont présentées dans le tableau ci-après. Pour les horizons 2015 à 2030, l'I.C a reconduit le même taux que celui observé sur la période 2004-2015.

Désignation	1994	2004	2005	2010	2015	2020	2025	2030
Population (hab)	18 010	21 859	22 000	23 316	24 421	25 504	26 635	27 816

Tableau n° 5 : projections de la population urbaine de la ville de Chemaia (CERED, 1998)

I.3.2- Projections par le PDAIRE (2008-2009)

Le tableau n° 6 donne les projections retenues par le PDAIRE en 2009, qui a expliqué des résultats des derniers RGPH, et qui a adopté une approche, par centre, tenant compte de son rayonnement. Les projections de PDAIRE ont été validées par l'ONEP.

Désignations	1994	2004	2010	2015	2020	2025	2030
Population (hab)	18 010	21 859	24 257	26 455	28 500	30 703	33 076

Tableau n° 6 : projections de la population urbaine de la ville de Chemaia (PDAIR, 2009)

I.3.3- Projections démographiques retenues dans la présente étude

Pour l'établissement des projections démographiques à retenir, l'I.C a procédé à l'analyse comparative des différentes projections ; il en ressort que les projections PDAIRE sont supérieures à celles du CERED.

Compte tenu de ce qui précède, la population recommandée par l'I.C, est celle estimée par le PDAIRE, ces prévisions reflètent la particularité du centre, validé par l'ONEP et l'ABH, et ce, jusqu'à l'horizon 2030. Elle est donnée dans le tableau n° 6 ci-dessus.

I.4-ANALYSE URBAINE

I.4.1- Population prévue par le plan d'aménagement

La municipalité de Chemaia est dotée d'un nouveau plan d'aménagement, en cours d'homologation. Ce plan d'aménagement prévoit les zones d'occupation suivantes :

✓ **Zone d'habitat à faible densité HFD (villa)**

La zone HFD est une zone urbaine résidentielle, destinée à l'habitat individuel sous ses différentes formes.

✓ **Zone d'habitat à moyenne densité (HMD) (R+1)**

Cette zone est destinée à recevoir des maisons unifamiliales ou bi familiales à deux niveaux, et présente un tissu de moyenne densité, composé uniquement d'habitations.

Dans cette zone, les types de logements vont de la maison traditionnelle ou néo-traditionnelle prédominant avec patio ou donnant sur la cour, en passant par les logements économiques de différentes catégories des parties existantes, pour aboutir aux maisons dont les pièces principales s'aèrent et s'éclairent sur rue ou façades arrières, donnant sur un jardin.

Ces maisons comportent au maximum 2 logements, disposant des pièces annexes, telles que salle de toilette, cabinet d'aisance, cuisine, etc...

✓ **Zone d'habitat dense (HD) (R+2)**

La zone est destinée à recevoir des immeubles continus à trois niveaux. Cependant, l'immeuble, donnant sur les voies principales, peut être destiné à l'usage administratif, fonction libérale, commerce au RDC, bureaux ou autre, qui n'est pas en contradiction avec la destination prépondérante de la zone d'habitat.

✓ **Zone d'habitat très dense (HTD) (R+3 et plus)**

Cette zone est destinée à recevoir des immeubles continus ou collectifs à plusieurs niveaux, avec un maximum de 4 niveaux, destinés à l'habitation mono familiale ou plurifamiliale. Cependant, l'immeuble, donnant sur les voies d'aménagement, peut être destiné à l'usage administratif, hôtelier, bureaux de fonction libérale ou tout autre usage, qui n'est pas en contradiction avec la destination prépondérante de la zone d'habitat mono ou plurifamiliale.

✓ **Zone d'habitat à restructurer (HR)**

Toutes les nouvelles constructions, dans les zones à restructuration, sont soumises à des dispositions particulières. En fonction de leur destination, ces constructions doivent satisfaire les points suivants :

- Leur implantation et prolongement doit être compatible avec la destination de la zone ;
- Eviter toute gêne entre différentes formes de constructions ;
- Respecter le voisinage, le gabarit et la typologie existante ;
- Toute construction vétuste présentant du danger pour les occupants doit être démolie.

✓ **Zone d'aménagement touristique (ZAT)**

Le plan d'aménagement porte sur une exploitation des potentialités de la zone (Lac Zima), par l'implantation, d'une zone d'aménagement touristique, pouvant répondre aux attentes des estivants et même d'autres catégories de population.

La zone est située sur la RR 204 vers Safi, au nord du Lac Zima.

I.4.2- Occupation future du sol

Le plan d'aménagement de la ville de Chemaia couvre environ 1556 ha, dont 656 ha sont des zones d'habitat. Les caractéristiques de l'occupation du sol, à saturation, selon le plan d'aménagement, sont présentées dans le tableau suivant :

Occupation	Superficie
1- Zone d'habitat	656,00 ha
2- Espace vert et boisement	357,25 ha
3- Service publique et équipement	273,35 ha
4- Zone d'activité touristique	17,70 ha
5- Zone industrielle de 2 ^{ème} catégorie	21,80 ha
6- Places et parking	38,00 ha
7- Zone non aefendi	5,28 ha
8- Voirie	189,00 ha
Total	1556 ha

Tableau n° 7 : Caractéristiques de l'occupation du sol selon plan d'aménagement

I.4.3- Occupation actuelle du sol et répartition spatiale de la population

A l'exception du lotissement Mgadim qui présente un habitat à deux ou trois niveaux , relativement bien organisé et structuré, les autres quartiers du centre sont à un ou deux niveaux au maximum à restructurer ; il s'agit des quartiers El Massira, la gare, Chef Mbarek, Srasra, Derb Jdid, Esswika, Essaada, Quartier Lahrach, Khmiss Zima et Douar El Hamdani.

L'occupation actuelle du sol est présentée comme suit dans le tableau, ci-après :

Zone	Type d'habitat	Superficie (ha)	Densité	TR (%)	Population (hab)
1	HDR à restructurer	134,50	250,00	50%	16813
2	HDR à restructurer	18,65	250,00	70%	3264
3	HDR à restructurer	6,70	250,00	42%	704
4	HDR à restructurer	6,10	250,00	40%	610
5	HDR à restructurer	1,92	250,00	80%	384
6	HDR à restructurer	8,20	250,00	40%	820
7	HDR à restructurer	5,06	250,00	70%	886
8	HD (R+2)	8,40	200,00	25%	420
9	HFD (Villa)	8,50	100,00	42%	357
Total		123,45			24 256

Tableau n° 8 : occupation actuelle du sol et répartition spatiale de la population



Figure 5 : Plan d'aménagement de la ville de Chemaia

3ème Chapitre
LES USAGES DE L'EAU ET DES REJETS

L'étude des usages de l'eau et des rejets constitue une étape fondamentale dans tout projet d'assainissement, puisqu'elle permet d'estimer la quantité du rejet à partir de la détermination du besoin en eau potable, et aussi la qualité de ces rejets à travers des analyses sur le site et/ou le traitement comparatif des données statistiques des régions semblables.

I- Analyse de statistiques passées

I.1- Taux d'accroissement des populations

Années	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Population (hab)	21859	22242	22631	23027	23430	23840	24257
Taux d'accroissement (%)		1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75

Tableau n° 9 : taux d'accroissement des populations

Entre 2004 et 2010, le taux d'accroissement baisse d'environ 0,21%, cela s'expliquerait par la migration des habitants vers les grandes villes de la région et en particulier SAFI-EL JADIDA et CASABLANCA.

I.2- Taux de branchement

Années	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Taux de branchement (%)		91	92	92	94	95	96

Tableau n° 10 : taux de branchement

Le taux de branchement est défini comme le rapport de la population branchée par la population totale.

La population branchée est calculée à partir du nombre de personnes par abonné multiplié par le nombre d'abonnés particuliers.

Le nombre de personnes par ménage pour l'année 2004, est obtenu à partir des résultats du recensement général de la population de l'habitat de Septembre 2004, et s'élève à 5,43 pour l'année 2010, il est estimé à 5 personnes par ménage.

Dans le centre de Chemaia, L'ONEP assure à la fois la production et la distribution, et par conséquent, maîtrise parfaitement la valeur de ce paramètre pour l'année 2010, c'est la valeur communiquée par L'ONEP (qui est de 96%).

I.3- La consommation d'eau

Années	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Consommation							
Pop. Branchée	41	42	42	42	41	42,64	50
Pop non branchée	0	0	0	0	0	0	5
Administrative	5	6	7	7	6	6,27	5
Industrielle	1	2	2	2	1	1,01	2
Dotation totale	44	47	47	47	46	47,78	55

Tableau n° 11 : consommation moyenne par habitant (m3/hab/j)

Les besoins en eau d'une région sont évalués sur la base du nombre d'habitants (population) et de la consommation moyenne par habitant (dotation en l/hab/j).

II- PROJECTIONS FUTURES

II.1- POPULATION ET TAUX D'ACCROISSEMENT

L'ONEP maintient un taux d'accroissement de 1,75% pour le calcul des populations de 2005 jusqu'à 2015 et de 1,5% de 2020 jusqu'à 2030.

$$\text{Population future} = \text{Population actuelle} \cdot (1+a)^n$$

a : le taux d'accroissement

n : la différence entre l'horizon futur et actuel.

Années	2010	2015	2020	2025	2030
Population (hab)	24 257	26 455	28 500	30 703	33 076
Taux d'accroissement (%)	1,75	1,75	1,5	1,5	1,5

Tableau n°12 : population et taux d'accroissement futurs

II.2- POPULATION ET TAUX DE BRANCHEMENT AU RESEAU D'EAU POTABLE

Selon L'ONEP, le taux de branchement enregistré en 2010 est de 96%, et il est supposé croître jusqu'à 98% à partir de l'horizon 2015.

La population branchée est calculée de la façon suivante :

$$\text{Population branchée} = \text{Taux de branchement} * \text{Pop totale}$$

Années	2010	2015	2020	2025	2030
Taux de branchement (%)	96	98	98	98	98
Population branchée (hab)	23 287	25 926	27 930	30 089	32 414

Tableau n° 13 : population et taux de branchement futurs

II.3- DOTATION ET CONSOMMATION

En tenant compte de l'évolution de la dotation sur la période 2005-2009, et par mesure de sécurité, L'ONEP a recommandé de retenir pour les années à venir les valeurs suivantes :

- Dotation de population branchée 50 l/hab/j
- Dotation de population non branchée 5 l/hab/j
- Dotation industrielles 2 l/hab/j

La consommation C est donnée par la relation suivante :

$$C = (\text{Pop} * \text{dotation}) / 1000$$

Années	2010	2015	2020	2025	2030
Pop.branchée (hab)	424 983	473 148	509 723	549 123	591 564
Pop.non branchée (hab)	1771	966	1040	1121	1207
Administrative	44 269	48280	52 013	56 033	60 364
Industrielle	17 708	19 312	20805	22 413	24 145
Consommation totale	488 730	541 706	583 580	628 690	677 281

Tableau n° 14 : consommation moyenne future par habitant (m3/hab/j)

II.4- CALCUL DES REJETS GENERES

$$\text{Rejets} = \text{Consommation} * \text{Taux de restitution}$$

Avec un taux de restitution T.R de 80%

$$\text{T.R} : \text{Pourcentage des eaux sortant du réseau} - \text{Pertes} = 100-20=80\%$$

<i>Rejets générés par</i>	2010	2015	2020	2025	2030
Population branchée (m³/j)	339 986	378 518	407 778	439 299	473 251
Population non branchée (m³/j)	1417	772	832	897	966
Administrations (m³/j)	35 415	38 624	41 610	44 826	48 291
Industrie (m³/j)	13 281	14 484	15 604	16 810	18 109
Rejet global (m³/an)	390 099	432 399	465 824	501 83	540 617
Rejet global (l/s)	12,37	13,71	14,77	15,91	17,14
Rejet global (m³/j)	1068,76	1184,65	1276,23	1374,88	1481,14

Tableau n° 15 : Calcul des rejets générés globaux (m³/j)

Les rejets domestiques occupent la majorité des rejets générés globales.

Calcul du débit :

Années	2010	2015	2020	2025	2030
Tx de raccordement (%)	63	75	80	85	90
Tx des eaux parasites (%)	1,30	1,25	1,20	1,15	1,10
Débit moyen des eaux usées (m³/an)	319 491	405 374	447 191	490 540	535 211
Débit de pointe journalier (l/s)	13,2	16,7	18,4	20,2	22,1
Coefficient de pointe horaire (l/s)	2,19	2,11	2,08	2,06	2,03
Débit de pointe horaire des eaux usées (l/s)	28,83	35,29	38,39	41,57	44,84

Tableau n° 16 : calcul du débit moyen, journalier et horaire

Le débit moyen des eaux usées dans la zone de projet est fonction du taux de raccordement qui est le % de connexion entre les 2 lignes bassin et population permettent de faire passer les eaux usées aux endroits de traitements et du taux d'eau parasites.

Les eaux parasites sont définies comme des eaux naturelles qui en pénétrant dans le réseau produisent les effets suivant :

- Diminution de la concentration
- Augmentation du débit

III- LA POLLUTION

III.1- CALCUL DES CHARGES POLLUANTES A TRAITER

L'étude de L'ONEP s'est appuyée sur le traitement statistique des données analytiques relatives aux eaux usées qu'elle a récoltées à travers les campagnes de la caractérisation quantitatives et qualitatives qui ont été réalisées sur les rejets liquides d'une soixantaine d'agglomérations de différentes tailles.

Les concentrations des différents paramètres recommandés par cette étude pour les centres de la taille de CHEMAIA (Nombre d'habitants >20000) sont les suivants :

Années	2010	2015	2020	2025	2030
DBO5 (mg/l)	350	354	357	361	364
DCO (mg/l)	909	918	927	937	900
MES (mg/l)	385	389	393	397	401

Tableau n° 17 : les charges polluantes en (mg/l)

Une évolution de 1% par quinquennat, pour les valeurs de tous les paramètres est également appliquée pour tenir compte de l'évolution du mode de vie des populations.

Années	2004	2010	2015	2020	2025	2030
Approche SDNAL (1)						
DBO5 (t/an)	201	263	306	353	407	201
DCO (t/an)	374	491	569	658	758	374
MES (t/an)	262	344	399	461	531	262
Approche ONEP(2)						
DBO5 (t/an)	112	143	160	177	195	112
DCO (t/an)	288	368	411	455	501	288
MES (t/an)	123	158	176	195	214	123
Rapport entre les résultats de (1/2)						
DBO5 %	180%	184%	191%	200%	209%	180%
DCO %	130%	133%	139%	145%	151%	130%
MES %	213%	218%	227%	237%	248%	213%

Tableau n° 18 : Calcul des flux de pollution selon les approches SDNAL et ONEP

Il en résulte que :

- Pour la DBO5, l'écart est très significatif, les valeurs retenues par SDNAL sont plus élevées.
- Pour la DCO, les valeurs retenues par SDNAL sont plus élevées.
- Pour la MES, les ratios par le SDNAL sont plus élevées.

III.2- Pollution industrielle

III.2.1- Abattoir

L'abattoir du centre de CHEMAIA traite en moyenne 45 bovins et 1200 ovins et caprins par semaine.

Les effluents qui sont déversés dans la nature, sont essentiellement des eaux de lavage, qui sont très chargées en pollution organique biodégradable. Elles contiennent le sang mais aussi tous

les déchets (abats, poils, matières stercoraires...). Seuls les os et les bêtes non conformes à l'examen sanitaire, sont élevés. Les peaux sont envoyées en tanneries.

Aucun prétraitement n'est actuellement effectué. Comme il n'existe pas de mesure disponible sur les paramètres de pollution des rejets de l'abattoir, on se basera sur des ratios spécifiques, utilisés par des centres marocains similaires.

Le tableau ci-après donne les ratios utilisés et la quantité de pollution générée par l'abattoir du centre de CHEMAIA.

Espèce	Grandeurs caractéristiques de l'activité retenue	Quantité de carcasses (Kg/an)	MES (kg/an)	M.O (kg/an)	L'azote réduit (kg/an)	Matière phosphorées (kg/an)
Bovins	Coefficient spécifiques de pollution	468 000	20	17,1	3	0,21
	Quantité de pollution		9360000	8002800	1404000	98280
Ovins	Coefficient spécifiques de pollution	748 800	10	27,3	10,5	0,72
	Quantité de pollution		7488000	20442240	7862400	539136
Total tonnes/an			16,85	28,45	9,27	0,46
Total Kg/an			46,16	77,93	25,39	1,75

Tableau n°19 : calcul des charges polluantes de l'abattoir de Chemaia

Quantité de pollution = quantité de carcasses * coefficient spécifique

Pour la quantité de carcasses, elle a été estimée sur la base de ratios suivants :

- un bovin : 200 Kg de carcasses
- un ovine : 12 Kg de carcasses

En adoptant un accroissement annuel de 5% de la quantité des carcasses, l'évolution de la pollution rejetée sera la suivante:

	2010	2015	2020	2025	2030
DBO5 (Kg/j)	43,30	55,26	70,52	90,01	114,88
DCO (Kg/j)	95,25	121,57	157,15	198,02	252,73
M.O (Kg/j)	77,93	99,46	126,94	162,01	206,78
MES (Kg/j)	46,16	58,91	75,19	95,96	122,47

Tableau n° 20 : évolution de la pollution rejetée par l'abattoir de Chemaia

D'après les ratios observés pour la pollution des abattoirs similaires, la valeur de la DCO est prise égale à 2,2 fois celle du DBO.

Un prétraitement devra être envisagé dans l'avenir et comportera :

- Un dégrilleur fin pour les abats, les poils et les plumes.
- Un débourbeur et dégraisseur.

Ces aménagements permettraient de retenir les éléments grossiers et les graisses, susceptibles de colmater les regards de visite et de diminuer la section utile des réseaux. Les eaux prétraitées seront acheminées vers la STEP.

III.2.2-Stations-services

Il existe au niveau du centre de CHEMAIA trois stations-services, susceptibles de rejeter dans les réseaux d'égout des eaux de lavage de véhicules, des huiles de vidange, des graisses et des détergents.

Les eaux de lavage sont chargées en matière en suspension, et de façon moindre, en hydrocarbures, il serait nécessaire de disposer, au niveau des stations-services, d'un piège à hydrocarbures, faisant également office de décanteur, vis-à-vis des matières en suspension.

Les huiles de vidange et les graisses sont des produits difficilement biodégradables sur les bassins, le film huileux empêche toute oxygénation et met en panne les ouvrages d'épuration. En conséquence, il serait impératif que les huiles de vidange soient collectées et déversées dans un endroit autre que le réseau.

III.2.3-Pollution totale

Le calcul de la pollution organique totale collectée (domestique et industrielle) exprimée en DBO5 est donné dans le tableau suivant :

Années	2010	2015	2020	2025	2030
Population (hab)	24 257	26 455	28 520	30 703	33 076
Population raccordée (hab)	16 495	19 841	22 800	26 098	29 768
Débit moyen (m ³ /j)	875,32	1110,6	1225,18	1343,94	1466,33
Charge polluante (Kg/j)	362,9	446,42	508,44	613,30	714,43
Charges polluantes (g/hab/j)	22	22,5	23	23,5	24

Tableau n° 21 : calcul des flux de pollution totale

4ème chapitre
EPURATION DES EAUX USEES ET
DIMENSIONNEMENT DE LA STEP

Les eaux usées sont toutes les eaux chargées de différents éléments provenant de la population mais aussi des activités commerciales et industrielles du fait qu'elles ont été utilisées pour le lavage ou les toilettes, qui sont de nature à polluer les milieux dans lesquels elles seront déversées. C'est pourquoi, dans un souci de respect de ces différents milieux, des traitements sont réalisés sur ces effluents par le réseau d'assainissement urbain.

Ces traitements peuvent être réalisés de manière collective dans une station d'épuration ou de manière individuelle. La plupart des stations d'épuration fonctionnent selon les mêmes processus de base, mais des différences plus ou moins importantes peuvent exister dans la manière de mettre en place ces processus. Le traitement se divise généralement en plusieurs étapes.

I- CHOIX DE PROCÉDES D'ÉPURATION

La démarche, préalable au choix du procédé d'épuration, doit suivre les étapes suivantes :

- La définition des contraintes amont : il s'agit de la caractérisation de l'effluent à traiter, pour le calcul des volumes des rejets et des flux de pollution (Cette partie a été traitée dans le chapitre 3).
- La définition des contraintes aval: il s'agit de la caractérisation des objectifs de traitement. En effet, le choix du système d'épuration le mieux adapté dépend directement des objectifs sanitaires que l'on se fixe ;
- La présélection des technologies de traitement (extensives ou intensives) et la vérification de la faisabilité de cette technologie.

II- OBJECTIFS SANITAIRES DU PROJET

Les objectifs d'épuration dépendent des usages qui seront faits de l'eau traitée (réutilisation pour l'irrigation, réutilisation directe ou indirecte avec stockage, rejet dans un milieu naturel sensible, rejets pouvant atteindre des sources d'eau potable...).

La législation marocaine a fixé, par l'arrêté n°1607-06 du 25/07/2006, les valeurs limites spécifiques des rejets domestiques :

Paramètres	Valeurs limites spécifiques de rejet domestique*(périodes provisoires)	Valeurs limites spécifiques de rejet domestique
DBO5 mg O2/l	300	120
DCO mg O2/l	600	250
MES mg O2/l	250	150

Tableau n° 22 : valeurs limites spécifiques des rejets domestiques au Maroc

Valeurs limites spécifiques de rejet domestique applicables aux déversements existants d'eaux usées des agglomérations urbaines pendant la septième (7^{ème}), la huitième (8^{ème}), la neuvième (9^{ème}) et la dixième (10^{ème}) année à partir de la publication du présent arrêté (c.à.d. de 2013 à 2016).

Par ailleurs, la réutilisation des eaux usées épurées, pour l'irrigation et l'arrosage des espaces verts, doit se conformer aux critères fixés dans l'arrêté conjoint n°1276-01 du 17/10/2002 portant sur la fixation des normes de qualité des eaux destinées à l'irrigation.

III- PRETRAITEMENT

Le prétraitement consiste en trois étapes principales qui permettent de supprimer de l'eau les éléments qui gêneraient les phases suivantes de traitement. Toutes les stations d'épuration ne sont pas forcément équipées des trois, seul le dégrillage est généralisé, les autres sont le dessablage et le déshuilage.

III.1- Dégrillage

Le dégrillage et le tamisage permettent de retirer de l'eau les déchets insolubles tels que les branches, les plastiques et les serviettes hygiéniques. 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).

La section du dégrilleur est définie par la section de la conduite d'arrivée et la vitesse à travers la grille, comprise entre 0,7 et 1 m/s au maximum.

Dimensionnement du dégrilleur :

- Largeur = 0,4 m
- Longueur = 0,2 m
- Coefficient du colmatage = 0,3 (manuel)
- Vitesse de passage = 0,6 m/s
- Espacement des barreaux = 20 mm
- Epaisseur des barreaux = 10 mm
- Débit de pointe (Q_p (l/s) * 1000/3600 = 12,45 m³/h

Avec

$$Q_p : \text{débit de pointe horaire} = 44,84 \text{ l/s}$$

- Section du champ de grille = $(Q_p/3600)/(V * C_c) = 0,20 \text{ m}^2$

Avec

V : vitesse d'écoulement

Cc : coefficient de colmatage dans le cas d'un dégrilleur manuel = 0,3

- Inclinaison de la grille = 60°
- Surface totale = $Q_p / (V * A * C_c)$

Avec

A : la section transversale du dégrilleur = $e/(s + e)$

e = épaisseur

s = espacement



Photo 1 : Dégrilleur courbe

III.2- Dessablage-déshuilage

- Le dessablage permet, par décantation, de retirer les sables mélangés dans les eaux par ruissellement ou amenés par l'érosion des canalisations. Ce matériau, s'il n'était pas enlevé, se déposerait plus loin, gênant le fonctionnement de la station et provoquant une usure plus rapide des éléments mécaniques comme les pompes. Les sables extraits peuvent être lavés avant d'être mis en décharge, afin de limiter le pourcentage de matières organiques dont la dégradation provoquerait des odeurs et une instabilité mécanique du matériau.

Dimensionnement du dessableur

- Le débit d'entrée à la station $Q = 44,84 \text{ l/s}$
- La hauteur maximale $H_m = Q / V^2 = (44,84 * 10^{-3}) / 0,3^2 = 0,5 \text{ m}$
- Vitesse horizontale dans le dessableur (c^{te}) $V_h = 0,3 \text{ m/s}$
- Rapport hauteur largeur au plafond $R_a = 1,5$
- Largeur maximale $L = H_m / r_a = 0,5 / 1,5 = 0,33 \text{ m}$
- Section du rétrécissement $S = 0,177 * H^{0,5} = 0,12 \text{ m}^2$
- Vitesse spécifique de chute des grains (0,15 mm) $V_s = 0,02 \text{ m/s}$
- Temps de sédimentation $T_s = H_m / V_s = 0,5 / 0,02 = 25 \text{ s}$
- Longueur du dessableur $L = V_h * T_s = 0,3 * 25 = 7,5 \text{ m}$



Photo 2 : Extraction du sable d'un dessableur

- L'injection de fines bulles d'air dans un bassin permet de faire remonter les huiles et les graisses en surface où elles sont raclées.



Photo 3 : Raclage des graisses d'un dégraisseur

III.3- Présélection de procédés d'épuration

Un éventail de procédés d'épuration existent, et peuvent être classés en deux grandes catégories : les procédés extensifs et les procédés intensifs. Les tableaux ci-après récapitulent ces procédés en précisant leurs principaux avantages et inconvénients. Les critères de conception et de dimensionnement pour chaque procédé sont consignés dans l'annexe n°8.

Filière	Avantages	Inconvénients
Infiltration-percolation	<ul style="list-style-type: none"> -Excellents résultats sur la DBO5, la DCO, les MES et nitrification poussée ; -superficie nécessaire -capacité de décontamination intéressante. 	<ul style="list-style-type: none"> -nécessité d'un ouvrage de décantation primaire efficace ; -risque de colmatage à gérer ; -nécessité d'avoir à disposition de grandes quantités de sables ; -adaptation limitée aux surcharges hydrauliques.
Filtres plantés à écoulement vertical	<ul style="list-style-type: none"> -facilité et faible coût d'exploitation. Aucune consommation énergétique si la topographie le permet ; -traitement des eaux usées domestiques brutes ; -gestion réduite au minimum des dépôts organiques retenus sur les filtres du 1^{er} étage ; -bonne adaptation aux variations saisonnières de population. 	<ul style="list-style-type: none"> -exploitation régulière, faucardage annuel de la partie aérienne des roseaux, désherbage manuel avant la prédominance des roseaux ; -utiliser cette filière pour des capacités supérieures à 2000 EH reste très délicat pour des questions de maîtrise de l'hydraulique et de coût par rapport aux filières classiques ; -risque de présence d'insectes ou de rougeurs ;
Filtres plantés de roseaux à écoulement horizontal	<ul style="list-style-type: none"> -faible consommation énergétique : -pas de nuisance sonore et bonne intégration paysagère ; -aucune nécessité d'une qualification poussée pour l'entretien ; -bonne réaction aux variations de charge. 	<ul style="list-style-type: none"> -forte emprise au sol abords compris -celle-ci est de l'ordre de 10 m2/EH (équivalente à l'emprise d'une lagune naturelle) -une installation pour des tailles de 2000 à 15000 EH peut s'envisager sous réserve d'une réflexion poussée des conditions d'adaptation des bases de dimensionnement et de l'assurance de la maîtrise de (hydraulique).
Lagunage naturel	<ul style="list-style-type: none"> -un apport d'énergie n'est pas nécessaire si le dénivelé est favorable ; -l'exploitation reste légère mais, si le curage global n'est pas réalisé à temps, les performances de la lagune chutent très sensiblement ; -élimine une grande partie des nutriments : phosphore et azote (en été). -faibles rejets et bonne élimination des germes pathogènes en été ; -s'adapte bien aux fortes variations de charge hydraulique ; - pas de construction 'en dur', génie civil simple : -bonne intégration paysagère ; Bon outil pour l'initiation à la nature : -absence de nuisance sonore ; -les boues de curage sont bien stabilisées sauf celles présentes en tête du premier bassin. 	<ul style="list-style-type: none"> -coût d'investissement très dépendent de la nature du sous-sol. Dans un terrain sableux ou instable, il est préférable de ne pas se tourner vers ce type de lagune ; -performances moindres que les procédés intensifs sur la matière organique. -qualité du rejet variable selon les saisons -la maîtrise de l'équilibre biologique et des processus épuratoires reste limitée.
Lagunage aéré	<ul style="list-style-type: none"> -tolérant aux variantes de charges hydrauliques et/ou organiques importantes ; -tolérant aux effluents très concentrés ; -tolérant aux effluents déséquilibrés en nutriments -boues stabilisées. 	<ul style="list-style-type: none"> -rejet d'une qualité moyenne sur tous les paramètres ; -présence de matériels électromécaniques nécessitent l'entretien par un agent spécialisé. -forte consommation énergétique.

Tableau n° 23 : avantages et inconvénients des procédés d'épuration extensifs

Filière	Avantages	Inconvénients
Lit bactérien et disque biologique	-Faible consommation d'énergie ; -fonctionnement simple demandent moins d'entretien et de contrôle que la technique des boues activées ; -bonne décantabilité des boues ; -plus faible sensibilité aux variations de charge et aux toxiques que les boues activées ; Adaptés pour les petites collectivités.	-coût d'investissement assez élevés -nécessite de prétraitements efficace ; -sensibilité au colmatage ; -ouvrages de taille importante si des objectifs d'élimination de l'azote sont imposés.
Boues activées	-adaptée pour toute taille de collectivité -bonne élimination de l'ensemble des paramètres de pollution (MES, DCO, DBO5) -adaptée pour la protection de milieux récepteurs sensibles : -boues légèrement stabilisées ; -facilité de mise en œuvre d'une déphosphatation simultanée.	-coûts d'investissement assez importants ; -consommation énergétique importante ; -nécessité de personnel qualifié et d'une surveillance régulière ; -sensibilité aux surcharges hydrauliques ; -décantabilité des boues pas toujours aisées à maîtriser ; -forte production de boues qu'il faut concentrer.

Tableau n° 24 : avantages et inconvénients des procédés d'épuration intensifs

Selon ces tableaux, certains procédés comme les filtres plantés à écoulement vertical et les filtres plantés à écoulement horizontal, qui ne sont pas adaptés aux agglomérations ayant des capacités supérieures à 2000 EH, ne seront pas considérés dans la suite de l'étude. On se propose d'étudier et comparer, techniquement et économiquement, les quatre procédés suivants, qui s'adaptent, plus ou moins, aux caractéristiques du centre de CHEMAIA (taille, variations saisonnières des charges hydrauliques et organiques,...)

- Les boues activées ;
- Les lits bactériens ;
- **Le lagunage naturel ;**
- L'infiltration-percolation.

Les ratios, généralement pris en compte dans les études existantes ou convenus avec l'ONEP, pour des centres de la taille de CHEMAIA, sont récapitulés dans le tableau suivant :

	Boues activées	Lits bactériens	Lagunes naturelles	Infiltration-percolation
Investissement	1000	700	500	600

Tableau n° 25 : coûts d'épuration par habitant raccordée pour différents procédés (en DH HT)

Il apparaît bien que les solutions d'épuration intensives nécessitent des investissements, nettement plus importants que les solutions d'épuration extensives. Cette différence s'accroît lorsqu'on compare les frais de fonctionnement (notamment les frais d'énergie). A titre d'exemple, les frais de fonctionnement du système à boues activées sont 2 à 3 fois plus importants que ceux des systèmes de lagunage naturel ou d'infiltration-percolation.

IV-LAGUNAGE NATUREL

Le lagunage écologique est la reconstitution fidèle des écosystèmes aquatiques épuratoires, caractéristiques des eaux stagnantes, que l'on agence correctement l'un après l'autre. Une station de lagunage est donc une succession de bassins de rétention peu profonds dans lesquels l'eau s'écoule lentement par gravité. Dans chacun de ces bassins, stagne une tranche d'eau où évolue un écosystème particulier.



Photo 4 : exemple de bassin de lagunage naturel (STEP de Ouarzazat)

IV.1- Principe de traitement

Les eaux usées collectées par vos égouts sont acheminées vers le lagunage.

Avant de se déverser dans le bassin anaérobie, ces eaux sont débarrassées des gros objets, des sables et des graviers, des huiles et des graisses, grâce à divers procédés.

- **Arrivées dans les bassins anaérobies**, les matières organiques vont se séparer en deux catégories : * celles qui vont se déposer dans le fond du bassin et qui seront mangées par des bactéries de fond ; * Celles qui resteront en suspension dans l'eau et qui seront mangées par des bactéries de pleine eau. La digestion des premières bactéries produit des sels nutritifs et des gaz de digestion (méthane, hydrogène sulfuré). Les sels nutritifs restent sur place et les gaz s'évaporent. Quant aux secondes bactéries, elles produisent des sels minéraux et du gaz carbonique.
- **Dans les bassins facultatifs**, l'eau arrive donc chargée de ces bactéries de pleine eau, productrices de gaz carbonique et de sels minéraux. Les sels minéraux et le gaz carbonique rencontrent de minuscules algues (phytoplancton) qu'ils nourrissent sous l'action du soleil. Il se dégage alors de l'oxygène et les algues se multiplient.
- **Les bassins de maturation** eux accueillent le reste des bactéries de pleine eau, des sels minéraux restant et les minuscules algues. Ce milieu est favorable au développement de microscopiques animaux (zooplancton) qui vont se nourrir des bactéries et de ces algues, et respirent grâce à l'oxygène produit par celles-ci.

Au bout d'un cycle qui dure environ 80 jours, est rejeté dans la rivière ce riche plancton dans une eau épurée à 99,99 %.

IV.2 - Dimensionnement des bassins

✚ Dimensionnement des bassins anaérobies (voir tableau annexe)

- Volume utile = (charge en DBO5 * 10³)/charge volumique
- Volume plus tranche morte d'environ 30% = Vu (1 + 30%)
- Charge volumique = 20 * T (°C) – 100 (température de l'hiver)
- temps de séjour = Vu / débit journalier
- nombre des bassins anaérobies :
- profondeur d'eau comprise entre 3 et 4 mètres
- surface des bassins = Vu / P
- rapport longueur largeur : l=L
- rendement épuratoire 40%

✚ Dimensionnement des bassins facultatifs (voir tableau annexe)

- Surface = (charge en DBO5 * (100% - rendement épuratoire)) / charge surfacique
- Charge surfacique = $20 * T (^{\circ}\text{C}) - 60$ (température de l'hiver)
- Temps de séjour = (surface * profondeur) / débit
- Nombre des bassins facultatifs
- Profondeur d'eau comprise entre 1 et 1,5 mètre
- Volume = surface * profondeur
- Rapport longueur largeur L=2l
- Rendement épuratoire 80%

✚ Dimensionnement des bassins de maturation

- Constante $k = 2,6 (1,19)^{(T-20)}$ température du printemps
- Charge surfacique = $20 * T (^{\circ}\text{C}) - 60$
- Nombre de bassins = 2
- Profondeur d'eau 1,2m
- Surface = charge polluante / charge surfacique
- Volume = surface * profondeur
- Rapport longueur largeur L=2l
- temps de séjour ($T_{m1} = 5j$; $T_{m2} = 3j$)
- Coliformes fécaux à l'entrée = 10^7 CF / 100 ml
- Abattement (CF entrée / CF sortie) = $1 / ((1+K*Ta) (1+K*Tf)(1+K*Tm))^n$

Ta : temps de séjour pour le bassin anaérobie

Tf : temps de séjour pour le bassin facultatif

Tm : temps de séjour pour le bassin de maturation

N : nombre des bassins

IV.3- Choix du site d'implantation de la station

La station d'épuration reste un outil fondamental pour la protection des milieux naturels.

La valorisation de l'image de la station passe par un ensemble de dispositions qui sont à prendre en considération dès l'élaboration du projet en commençant par le choix de l'emplacement du site.

A cet égard, quelques règles doivent être rappelées :

- Éviter les zones inondables entraînant parfois des dysfonctionnements pendant de longues périodes ; sinon veiller à mettre les équipements électriques hors d'eau,
- Éviter de construire à proximité d'habitations, de zones d'activités diverses (sportives, touristiques, industrielles, ...). Dans la pratique, et pour éviter tout contentieux avec le voisinage, on réserve une distance minimale de 200 m en tenant compte de la dominance des vents (si possible) ;

- S'éloigner le plus possible des zones de captage même si le périmètre de protection est respecté ;
- Réaliser des études géotechniques (vérification de l'imperméabilité par exemple pour un lagunage). La portance du sol (tenue des ouvrages et des canalisations de liaison) et les qualités de sol conditionnent beaucoup le coût du génie civil ;
- Prendre des précautions particulières lorsqu'un aquifère se situe à faible profondeur (clapets en fond de bassins, ...) ; ne pas implanter les ouvrages dans les zones plantées d'arbres à feuilles caduques (lit bactérien, lagunage, bassin d'aération...) ;
- Penser aux extensions ou aux aménagements futurs (disponibilité et réservations de terrains).

IV.4- Sites d'épuration potentiels identifiés

Tenant compte de l'ensemble de ces critères, cinq sites potentiels ont été identifiés :

- **Les sites n°1 et 2** : suffisamment éloignés, situés à environ 2,6 km au Sud-Est du centre, sur la rive gauche de la RR201 reliant Chemaia à Chichaoua. Ces sites sont loin des zones inondables, et offrent la possibilité de valorisation des eaux usées épurées dans l'irrigation, vue leur proximité des terrains cultivés ;
- **Le site n°3** : situé à environ 1,2 km au Sud du centre, sur la rive droite de la route régionale RR201 reliant Chemaia à Chichaoua (à quelques centaines de m de la route). Ce site est proche de deux fermes et imposera la réutilisation ou le rejet des eaux épurées vers le lac Zima.
- **Le site n°4** : situé à environ 1,5 km au Nord-Ouest du centre, sur la rive droite de la route régionale RR204, reliant Chemaia à Safi, en empruntant une piste vers douar Al Houmar. Ce site imposera la réutilisation ou le rejet des eaux épurées vers le lac Zima.
- **Le site n°5** : situé à environ 2,5 km au Nord-Ouest du centre, et a les mêmes caractéristiques que le site n°4.

Le tableau suivant récapitule les informations, relatives à l'ensemble des critères analysés ci-dessus, et ce, pour les cinq sites identifiés :

	Eloignement	Odeurs-Situation	Exutoire naturel	Inondabilité	Hydrogéologie et pollution	Disponibilité de terrain
Sites 1 et 2	2,6 Km	Néant	Oued : Possibilité de réutilisation	Néant	Niveau piézométrique profond. Sites loin des points d'eau existants.	Oui
Site n°3	1,2 Km	Néant	Lac Zima : Possibilité de réutilisation	Néant		Oui
Site n°4	1,5 Km	Néant	Lac Zima : Possibilité de réutilisation	Néant		Oui
Site n°5	2,5 Km	Néant	Lac Zima : Possibilité de réutilisation	Néant		Oui

Tableau n° 26 : caractéristiques des sites d'épuration identifiés

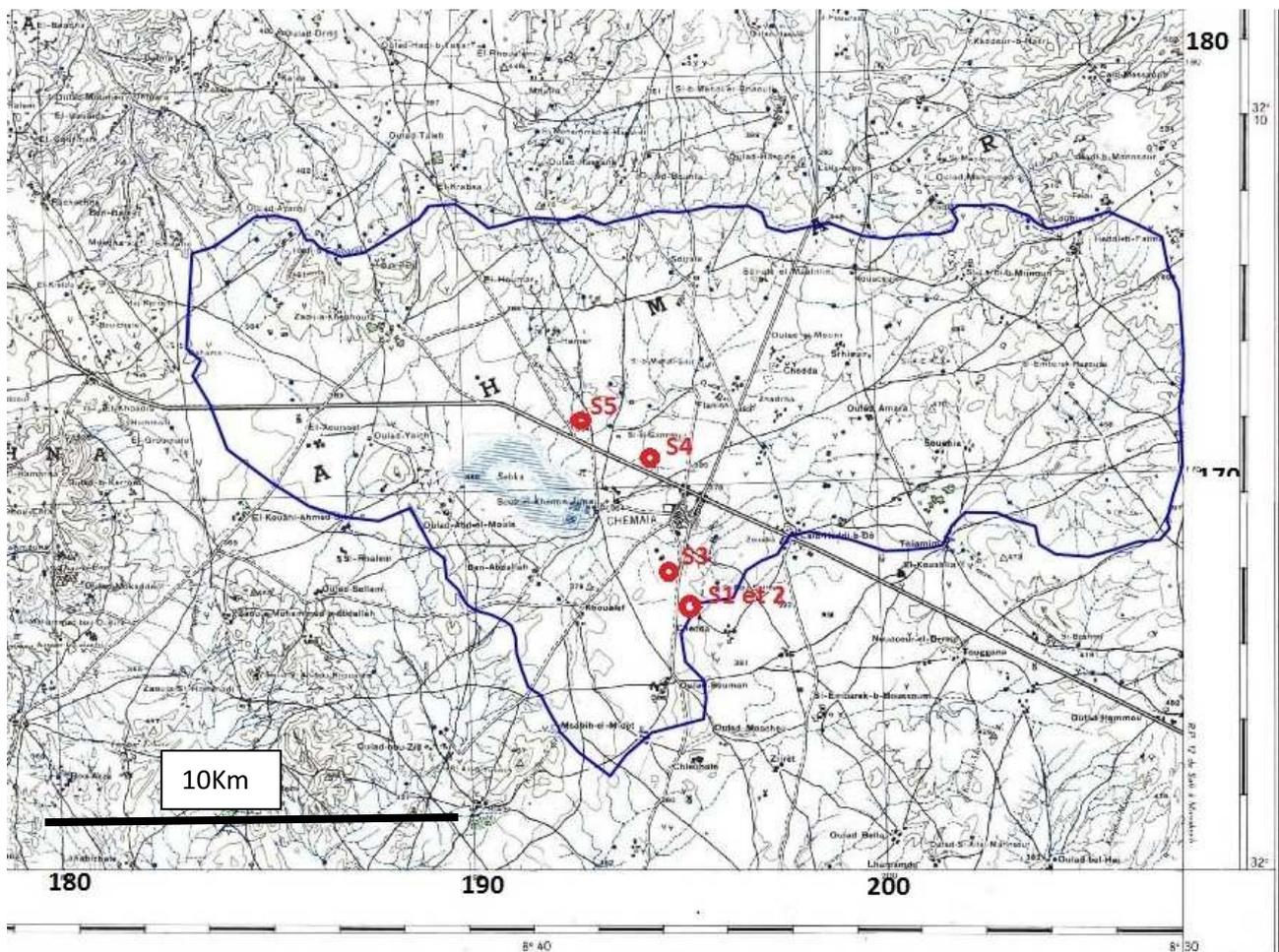


Figure 6 : Les sites proposés pour l'implantation de la STEP de Chemaia

Le site le plus convenable à l'implantation de la STEP est le **site 1** ayant les caractéristiques suivantes :

- un terrain meuble : Facilité des travaux de terrassements
- Ne se trouve pas dans la direction des vents dominants (Nord-Est);
- terrain non cultivée ;
- Superficie suffisante pour une éventuelle extension future (2030)
- valorisation des eaux usées épurées dans l'irrigation
- suffisamment loin de la ville pour éviter les nuisances des odeurs (2,6 km)

IV.5- Ouvrages d'épuration

Le dimensionnement de la station d'épuration a été effectué pour l'horizon 2030, et son fonctionnement a été vérifié pour les différents horizons intermédiaires. Le tableau suivant récapitule les données de base de dimensionnement de la station d'épuration.

Horizon	2030
Débit moyen en m³/j	1466,33
DBO5 en kg/j	714,43
CF en 10⁷/100 ml	1

Tableau n°27 : caractéristiques de dimensionnement de la station d'épuration du centre de CHEMAIA

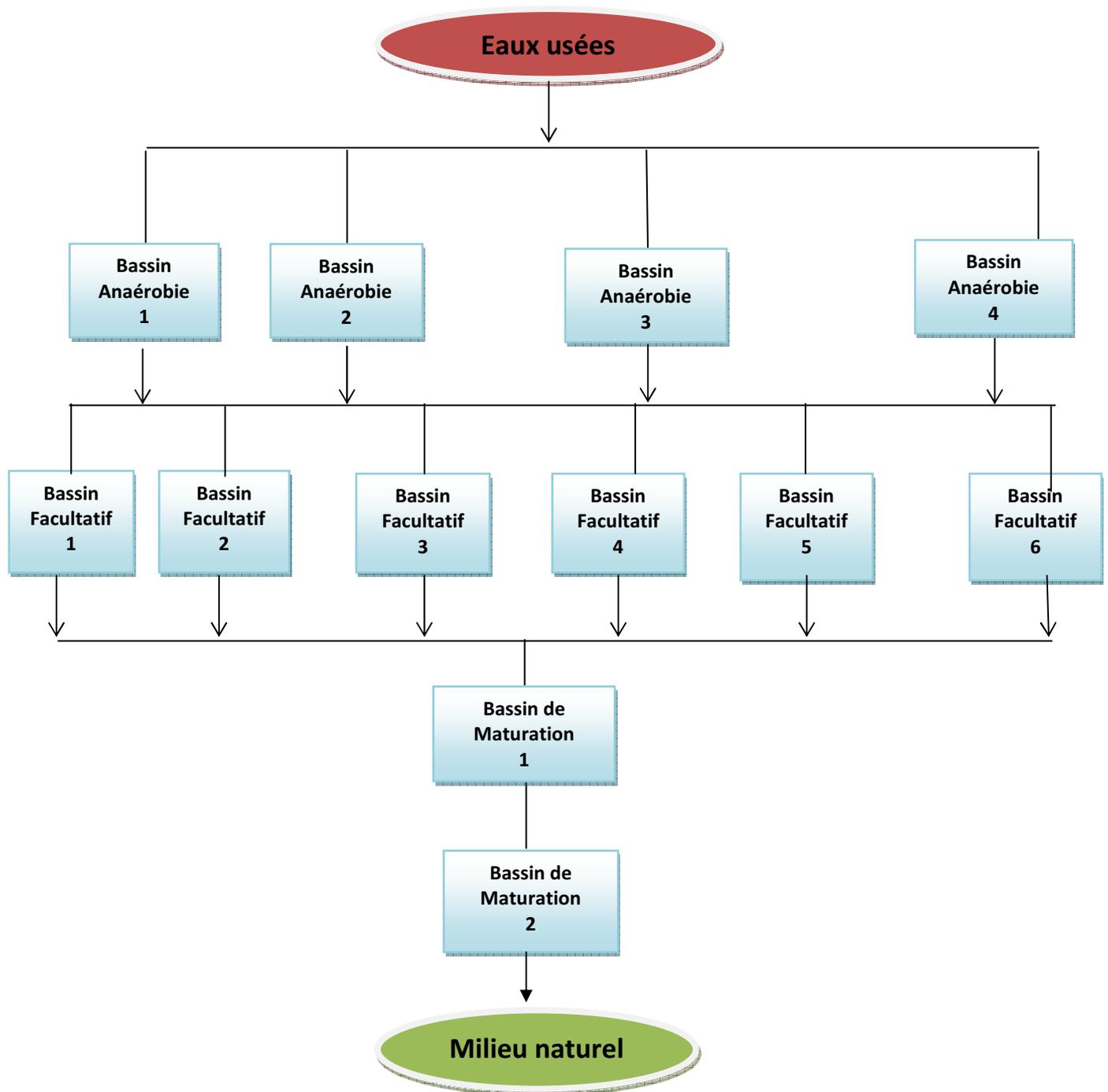


Figure 7 : Schéma de la future STEP de Chemaia

CONCLUSION GENERALE

Le but de cette étude consiste, dans une première partie, à dimensionner une station d'épuration par lagunage naturel extensif pour le traitement des eaux usées de la ville de Chemaia, d'une population d'environ trente-trois milles soixante-seize (33 076) habitants, et qui sont rejetées actuellement, à l'état brute dans la nature, pour être réutilisées à des fins d'irrigation en agriculture, ce qui constitue une menace réelle pour la santé et l'environnement.

La station d'épuration constitue la pièce maitresse du projet d'assainissement liquide de la ville de Chemaia, elle représente la fin de collecte et de transfert des eaux usées et en même temps, c'est le point de départ de toute réutilisation éventuelle des eaux.

En effet l'un des plus importants objectifs de mise en place de la station est la réutilisation des eaux épurées pour des fins d'irrigation.

ANNEXES

Annexe 1: Bassins anaérobies

Données de base	2015	2020	2025	2030
Débit (m ³ /j)	1110,6	1225,18	1343,94	1466,33
Charge polluante (kg/j)	446,42	508,44	613,3	714,43
Température du printemps (°C)	18	18	18	18
Température de l'hiver (°C)	10	10	10	10
Coliformes Fécaux (/100ml)	1000000	1000000	1000000	1000000
Bassins anaérobies				
Charge volumique (g/m ³ /j)	100	100	100	100
Volume des bassins (m ³)	7144,3	7144,3	7144,3	7144,3
Plus tranche morte d'environ 30% (m ³)	9287,59	9287,59	9287,59	9287,59
Profondeur du bassin (m)	3	3	3	3
Superficie des bassins (m ²)	3095,86333	3095,86333	3095,86333	3095,86333
Temps de séjour (jours)	8,36267783	7,58059224	6,91071774	6,33390165
Efficience (% d'abattement en DBO5)	40%	40%	40%	40%
Nombre des bassins	2	3	3	4
Volume réel (sans boues) (m ³)	3572,15	5358,225	5358,225	7144,3
Volume réel (avec boues) (m ³)	4643,795	6965,6925	6965,6925	9287,59
Cv réelle (sans boues) (g/m ³ /j)	124,972356	94,8896323	114,459546	100
Cv réelle (avec boues) (g/m ³ /j)	96,1325812	72,9920248	88,0458045	76,9230769
Temps de séjour (sans boues) (jours)	3,21641455	4,3734186	3,98695254	4,87223204
Temps de séjour (avec boues) (jours)	4,18133892	5,68544418	5,18303831	6,33390165
Pente	0,5	0,5	0,5	0,5
Crête (m)	0,5	0,5	0,5	0,5
Rapport Longuer-Largeur	1	1	1	1
A mi-profondeur				
Volume par bassin (m ³)	4643,795	3095,86333	3095,86333	2321,8975
Surface par bassin (m ²)	1547,93167	1031,95444	1031,95444	773,965833
Largeur du bassin (m)	39,3437627	32,1240478	32,1240478	27,8202414
Longueur du bassin (m)	39,3437627	32,1240478	32,1240478	27,8202414
Au fond				
Largeur du bassin (m)	33,3437627	26,1240478	26,1240478	21,8202414
Longueur du bassin (m)	33,3437627	26,1240478	26,1240478	21,8202414
Au miroir				
Largeur du bassin (m)	45,3437627	38,1240478	38,1240478	33,8202414
Longueur du bassin (m)	45,3437627	38,1240478	38,1240478	33,8202414
A la crête				
Largeur du bassin (m)	47,3437627	40,1240478	40,1240478	35,8202414
Longueur du bassin (m)	47,3437627	40,1240478	40,1240478	35,8202414

Annexe 2: Bassin de facultatif

Bassins facultatifs	2015	2020	2025	2030
Charge surfacique (kg/ha/j)	140	140	140	140
Surface des bassins (m ²)	19132,2857	21790,2857	26284,2857	30618,4286
Profondeur du bassin (m)	1,2	1,2	1,2	1,2
Volume des bassins (m ³)	22958,7429	26148,3429	31541,1429	36742,1143
Temps de séjour (jours)	20,6723779	21,34245	23,46916	25,0571933
Efficience (% en DBO5)	80%	80%	80%	80%
Nombre des bassins	6	6	6	6
Pente	0,5	0,5	0,5	0,5
Crête (m)	0,5	0,5	0,5	0,5
Rapport Longueur-Largeur	2	2	2	2
A mi-profondeur				
Surface par bassin (m ²)	3188,71429	3631,71429	4380,71429	5103,07143
Volume par bassin (m ³)	3826,45714	4358,05714	5256,85714	6123,68571
Largeur du bassin (m)	39,929402	42,6128753	46,8012515	50,5127282
Longueur du bassin (m)	79,858804	85,2257506	93,602503	101,025456
Au fond				
Largeur du bassin (m)	39,329402	42,0128753	46,2012515	49,9127282
Longueur du bassin (m)	78,658804	84,0257506	92,402503	99,8254565
Au miroir				
Largeur du bassin (m)	40,529402	43,2128753	47,4012515	51,1127282
Longueur du bassin (m)	81,058804	86,4257506	94,802503	102,225456
A la crête				
Largeur du bassin (m)	42,529402	45,2128753	49,4012515	53,1127282
Longueur du bassin (m)	85,058804	90,4257506	98,802503	106,225456

Annexe 3: Bassins de maturation :

Bassins de maturation	2015	2020	2025	2030
Constante K	1,83602853	1,83602853	1,83602853	1,83602853
Nombre des bassins	2	2	2	2
Charge surfacique (kg/ha/j)	300	300	300	300
Charge polluante (kg/j)	53,5704	61,0128	73,596	85,7316
Profondeur du bassin (m)	1	1	1	1
Rapport Longueur-Largeur	2	2	2	2
Surface par bassin (m ²)	892,84	1016,88	1226,6	1428,86
Volume par bassin (m ³)	892,84	1016,88	1226,6	1428,86
Largeur du bassin (m)	21,1286535	22,5486141	24,7648945	26,7288234
Longueur du bassin (m)	42,2573071	45,0972283	49,529789	53,4576468
1er bassin				
Temps de séjour (jours)	5	5	5	5
Abattement (CF entrée/CF sortie)	0,00015325	0,00016286	0,00016178	0,00016447
CF sortie (/100ml)	1532,54529	1628,64162	1617,79503	1644,7118
2ème bassin				
Temps de séjour (jours)	3	3	3	3
Abattement (CF entrée/CF sortie)	0,00023975	0,00025479	0,00025309	0,0002573
CF sortie (/100ml)	2397,54018	2547,87492	2530,90633	2573,01539

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Edwige le Douarin et Martin Werckmann (2009) : **L'assainissement écologique**, édition Eryolles
- Ghislain de Marsily (1995) : **L'eau**, édition Flammarion
- ADI (Cie d'Aménagement Agricole et de Développement Industriel) (2010) :
Conception de la STEP de Chemaia.
- <http://www.saharawind.com/nato.sfp-982620/kick-off.meeting/ONEP.NATO.Sfp-982620.Sahara.Wind.kick-off.D1.29.11.07.pdf>
- <http://www.water.gov.ma/userfiles/file/pres/3%20-%20Mosleh,%20Session%20II.pdf>
- <http://www.scribd.com/doc/50663959/1/CHAPITRE-I-MISSIONS-DE-L%E2%80%99ONEP>
- <http://www.adiv84.fr/gestion-de-l-eau/introduction/gestion-de-l-eau.html>
- http://www.wetlands.org/reports/ris/1MA022_RISfr.pdf
- http://www.wetlands.org/reports/ris/1MA022_RISfr.pdf
- <http://www.abhoer.ma/index.cfm?gen=true&id=144>
- http://www.sotradema.com/sotradema/assainissement/detection_fuites_eau.html
- http://www.safi.ma/index.php?option=com_content&view=article&id=52&catid=13&phpMyAdmin=98c5791e4550ade2d59bd0d7a86b9562&Itemid=62&lang=fr
- <http://gazetteer.de/wg.php?x=1325706946&men=gpro&lng=fr&des=wg&geo=-134&srt=npan&col=adhog&msz=1500&pt=c&va=x&geo=-113241/>
- http://www.wetlands.org/reports/ris/1MA022_RISfr.pdf