

**Département des Sciences de la Terre**

**Licence Sciences et Techniques**

**Eau et Environnement**

**Mémoire de Fin d'Études**

**Dimensionnement de la Station d'Épuration  
du centre Ayir (Province de Safi),  
Évaluation de son Impact  
sur l'Environnement**

**Réalisé par :**

**Encadrées par :**

**Imane EL YAKOUBI**

**N. KHAMLI**

**FSTG Marrakech**

**Fatima Ezzahra AIT BALLAGH**

**I.AITABDELOUAHED ONEE-BRANCHE EAU**

**I. ELAMRI**

**ONEE-BRANCHE EAU**

**Soutenu le 20/02/2013 devant la commission d'examen composée de :**

- **Pr. Nadia KHAMLI**
- **Pr. Abdelfattah BENKADDOUR**
- **Pr. El Mehdi SAIDI**

**Année universitaire : 2012/2013**

## Dédicace :

*Nous dédions ce travail, comme preuve de respect, de gratitude et de reconnaissance à nos chers parents, Mly Abdessalam EL YAKOUBI, Mustapha AIT BALLAGH, Malika ABOUHAMZA et Rabiaa RIDA CHAFI, qu'ils trouvent ici l'hommage de notre gratitude qui, si grande qu'elle puisse être, ne sera à la hauteur de leurs sacrifices et leurs prières pour nous.*

*Nous les remercions pour tout ce qu'ils ont fait, Que Dieu les récompense pour tous leurs bienfaits.*

*Un grand merci à nos Chers sœurs et frère : Asma, Loubna et Hicham*

*A tous nos ami(e)s qui nous sont chers : qu'ils trouvent ici l'expression de nos sentiments les plus dévoués et nos vœux les plus sincères.*

***Merci infiniment.***

## Remerciement :

*Nous saisissons cette occasion pour exprimer nos profondes reconnaissances et nos vifs remerciements au Professeur Nadia KHAMLI, notre encadrante à la Faculté des Sciences et Techniques Marrakech, département des sciences de la terre, qui n'a épargné aucun effort pour nous conseiller et nous faire profiter de sa large expérience tout au long de la réalisation de ce travail.*

*Nous tenons à remercier chaleureusement nos encadrantes Ibtissame ELAMRI et Ibtissame AITABDELOUAHED (ONEE – Branche Eau) qui ont déployé tous les efforts pour la réussite de notre projet. Leur sympathie et disponibilité à rendre le service ont constitué, en outre, des éléments importants au bon déroulement de notre stage.*

*Qu'il nous soit permis au terme de ce travail, d'adresser nos sincères remerciements à Mr Saïd MAATAOUI (ABHT).*

*Aux membres de jury Mr Abdelfattah BENKADDOUR et Mr El Mehdi SAIDI qui ont accepté de juger ce travail, qu'ils soient vivement remerciés pour leur contribution à l'amélioration de ce mémoire.*

*Sans oublier d'adresser nos vives considérations et respect à Mmes et Mrs les professeurs du département des Sciences de la terre, FST Marrakech, pour nous avoir permis d'acquérir une excellente formation en Eau et Environnement, une formation didactique et appréciable tout au long de notre cursus. Nous leur exprimons notre reconnaissance et remerciements.*

*Enfin, à tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin à la réalisation de ce travail, trouvent ici l'expression de nos sincères gratitude et nos meilleures salutations.*

## ACRONYMES :

<b>ONEE</b>	<b>: Office National d'Électricité et de l'Eau Potable</b>
<b>C.A.A.DI</b>	<b>: Compagnie d'Aménagement Agricole et du Développement Industriel</b>
<b>SDNAL</b>	<b>: Schéma Directeur National d'Assainissement Liquide</b>
<b>STEP</b>	<b>: Station de Traitement des Eaux Polluées</b>
<b>AEP</b>	<b>: Alimentation en Eau Potable</b>
<b>CR</b>	<b>: Commune Rurale</b>
<b>NGM</b>	<b>: Niveau Général Marocain</b>
<b>TA</b>	<b>: Taux d'Accroissement</b>
<b>TB</b>	<b>: Taux de Branchement</b>
<b>DBO5</b>	<b>: Demande Biochimique en Oxygène (5 jours)</b>
<b>DCO</b>	<b>: Demande Chimique en Oxygène</b>
<b>MES</b>	<b>: Matière En Suspension</b>
<b>PVC</b>	<b>: PolyChlorure de Vinyle</b>
<b>BV</b>	<b>: Béton Vibré</b>
<b>HMT</b>	<b>: Hauteur Manométrique Totale</b>

# Sommaire :

INTRODUCTION : ..... 9

PRESENTATION DE L'ONEE-BRANCHE EAU :..... 10

## **Chapitre 1 : PRESENTATION DU CENTRE AYIR:**

1. Cadre géographique :..... 13

2. Cadre environnemental : ..... 14

2.1. Topographie et géologie :..... 14

2.2. Climat :..... 15

2.2.1. Température :..... 15

2.2.2. Précipitations ..... 16

2.2.3. Évaporation :..... 17

2.2.4. Vents ..... 17

2.3. Ressources en eau : ..... 19

2.3.1. Les eaux de surface :..... 19

2.3.2. Les eaux souterraines :..... 19

3. Cadre démographique ..... 23

4. Activités et équipements : ..... 23

4.1. Activités :..... 23

4.2. Équipements :..... 24

5. Infrastructure de base : ..... 24

## **Chapitre 2 : ETUDE DES USAGES D'EAU ET DES REJETS:**

1. L'Assainissement :..... 26

2. Horizon de dimensionnement :..... 26

3. Détermination des besoins en eau potable : ..... 26

3.1. Calcul de la consommation en eau potable :..... 26

3.1.1.	Le taux de branchement : .....	27
3.1.2.	La dotation : .....	27
3.2.	<i>Calcul des rejets</i> : .....	28
3.2.1.	Calcul des eaux usées : .....	28
3.2.2.	Calcul des charges polluantes : .....	30

### **Chapitre 3 : RESEAU D'ASSAINISSEMENT:**

<b>1.</b>	<b>Situation actuelle</b> : .....	<b>36</b>
<b>2.</b>	<b>Description du système d'assainissement</b> : .....	<b>36</b>
2.1.	<i>Système autonome</i> : .....	36
2.2.	<i>Système collectif</i> : .....	37
2.2.1.	<i>Réseau unitaire</i> : .....	37
2.2.2.	<i>Réseau séparatif</i> : .....	37
2.2.3.	<i>Réseau mixte</i> : .....	38
2.2.4.	<i>Réseau pseudo séparatif</i> : .....	38
<b>3.</b>	<b>Ouvrages annexes</b> : .....	<b>38</b>
3.1.	<i>Collecteurs et conduites</i> : .....	38
3.2.	<i>Détermination des caractéristiques de la Station de pompage</i> : .....	39
3.2.1.	<i>La hauteur manométrique totale</i> : .....	39
3.2.2.	<i>La puissance des moteurs</i> : .....	39

### **Chapitre 4 : DIMENSIONNEMENT DE LA STATION D'EPURATION DES EAUX USEES**

<b>1.</b>	<b>Analyse multicritère et choix du site approprié</b> : .....	<b>41</b>
<b>2.</b>	<b>Prétraitement</b> : .....	<b>42</b>
2.1.	<i>Dégrilleur</i> : .....	43
2.2.	<i>Dessableur</i> : .....	45
<b>3.</b>	<b>Procédé épuratif</b> : .....	<b>46</b>

3.1.	<i>Choix du procédé convenable :</i>	46
3.2.	<i>Filières de lagunage naturel :</i>	47
3.2.1.	<i>Bassin anaérobie :</i>	48
3.2.2.	<i>Bassin facultatif :</i>	50
3.2.3.	<i>Bassin de maturation :</i>	53
<b>Résumé :</b>		<b>54</b>

## **Chapitre 5 : EVALUATION DES IMPACTS DE LA STEP SUR L'ENVIRONNEMENT**

<b>IDENTIFICATION ET EVALUATION DES IMPACTS :</b>		<b>56</b>
1.1.	<i>Identification des impacts :</i>	56
1.1.1.	Phase de construction	56
1.1.2.	Phase d'exploitation	56
1.2.	<i>Évaluation des impacts :</i>	57
1.3.	<i>Impacts positifs</i>	57
1.4.	<i>Impacts négatifs</i>	58
1.4.1.	Phase de construction	58
1.4.2.	Phase d'exploitation	58
<b>CONCLUSION :</b>		<b>60</b>



## **INTRODUCTION :**

**Les eaux usées constituent de nos jours un véritable danger pour l'environnement et les êtres vivants. Leur rejet dans le milieu naturel a des conséquences terribles, en particulier la modification du taux d'oxygène dissout, aussi bien qu'elles causent des maladies qui infectent les milliers d'individus chaque année.**

**La collecte et l'épuration de ces eaux est donc la solution la plus efficace pour protéger le milieu naturel et social, par diminution de leurs concentrations en matières organiques, chimiques et bactériologiques, tout en respectant les normes relatives aux au déversement des eaux épurées dans les domaines hydrauliques.**

**C'est pour cela que l'état a fait appel à l'assainissement qui est un processus servant à collecter les eaux usées domestiques et industrielles et les traiter avant leur rejet dans la nature. Dans ce sens, La direction régionale de l'ONEE-BRANCHE EAU-BRANCHE EAU à Marrakech a entamé le projet d'assainissement où l'état a inscrit le centre Ayir, relevant de la province de Safi, dans le Programme National d'Assainissement. Cette étude a été confiée à la Compagnie d'Aménagement Agricole et de Développement Industriel (C.A.A.D.I).**

**L'objectif de ce mémoire est de dimensionner les ouvrages d'une station d'épuration des eaux usées au centre Ayir et d'évaluer les impacts de cette station sur l'environnement pendant les phases de construction et d'exploitation.**

**Pour atteindre cet objectif, nous devons déterminer la consommation en eau potable du centre et d'en déduire donc les quantités des eaux usées qui seront traitées par la station d'épuration.**

**Les données de base exploitées dans cette étude ont été recueillies par un bureau d'étude.**

## **PRESENTATION DE L'ONEE-BRANCHE EAU :**

Créé en 1972, l'ONEE-BRANCHE EAU (ex Office National de l'Eau Potable) est un acteur principal dans le secteur de l'eau potable et de l'assainissement au Maroc, il assure la planification, la production et la distribution des ressources hydriques du pays.

L'Office National de l'Eau Potable du Maroc (ONEP) est devenu après sa fusion avec l'Office national de l'Electricité (ONE), l'Office National d'Électricité et de l'Eau Potable (ONEE-BRANCHE EAU). Le projet de fusion a été matérialisé par un décret le 12 avril 2012 et entré en vigueur le 23/04/2012.

- **Activités principales :**

- Planification de l'approvisionnement en eau potable à l'échelle nationale.
- Production de l'eau potable.
- Distribution de l'eau potable pour le compte des collectivités locales.
- Gestion de l'assainissement liquide pour le compte des C.L.
- Contrôle de la qualité des eaux.
- Pérenniser, sécuriser et renforcer l'AEP en milieu urbain.
- Généraliser l'accès à l'eau potable en milieu rural.
- Rattraper le retard en matière d'Assainissement liquide.
- Assurer une veille technologique.
- Impliquer le citoyen dans l'économie et la protection des ressources en eau.

- **Assainissement liquide et protection des ressources en eau :**

L'Office intervient dans le domaine de l'assainissement liquide en vue d'assurer la protection des ressources hydriques et d'améliorer les conditions sanitaires des populations dans le cadre d'une vision de gestion intégrée du cycle de l'eau.

### **Programme National de l'Assainissement :**

L'Office a mis au point un plan de développement de 15 milliards de Dhs visant à activer la réalisation des projets d'assainissement liquide à l'horizon 2015 dans l'ensemble des communes dans lesquelles il assure la distribution d'eau potable. L'office assure le service de l'assainissement dans plus de 41 communes totalisant plus de 1,7 millions d'habitants.

- **Perspectives 2011-2015 :**

- Traiter un débit d'eaux usées supplémentaire de 200 000 m<sup>3</sup>/j.
- Contribuer à l'amélioration des conditions sanitaires d'une population d'environ 1,6 millions d'habitants.

# Chapitre 1 :

# PRESENTATION

# DU CENTRE

# AYIR

## **1. Cadre géographique :**

Le centre Ayir est le chef lieu de la commune rurale portant le même nom; il est situé au Nord-Ouest de la province de Safi, à environ 56km, sur la route régionale côtière reliant Safi à El-Jadida.

Ce centre est délimité par la commune rurale d'EL-Oualidia au Nord, au Sud par la commune rurale de Beddouza et Had Hrara, à l'Est par la commune rurale de Moulay Bergui et à l'Ouest par l'océan Atlantique. Ses coordonnées Lambert moyennes sont les suivantes :

-X= de 153200 à 156400 ;    -Y= de 236000 à 238600.

L'aire d'étude comprend les centres de Laakarta et d'El Kasbah, formant le centre Ayir, dont le périmètre d'aménagement s'étend sur une superficie de 340 ha.

La carte ci-dessous donne la localisation géographique du centre :



Figure 1 : Emplacement du centre Ayir dans la province de Safi

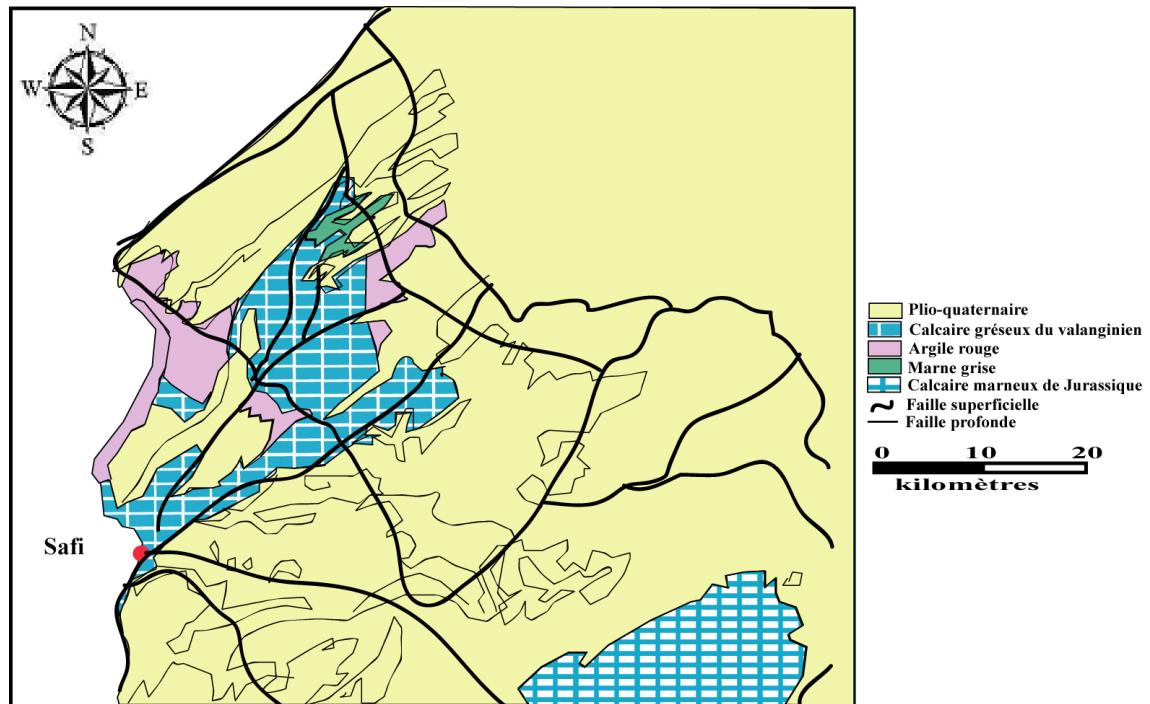
(Source : <http://www.safi-ville.com/geographie.php>)

## 2. Cadre environnemental :

### 2.1. Topographie et géologie :

Le territoire de la province de Safi est généralement plat ou légèrement ondulé. Les points culminants ne dépassent pas 500m d'altitude et se situent dans les collines de Mouissettes qui divisent la province en 2 parties.

Le centre Ayir se trouve à une altitude de 80m NGM; son relief se caractérise par un terrain plat, constitué de plaines et de vallées.



**Figure 2 : Carte géologique de la province de Safi**

(Source : C.A.A.D.I)

## **2.2. Climat :**

De part de sa situation, la province de Safi est moins soumise aux perturbations provenant du front polaire qui affecte le Maroc entre Septembre et Mai. Par conséquent, elle connaît des perturbations faibles (de 400 mm au Nord-Ouest à moins de 250 mm au Sud-Est). Ces caractéristiques confèrent à la province un climat semi-aride, avec un hiver rigoureusement humide et tempéré et un été chaud et sec.

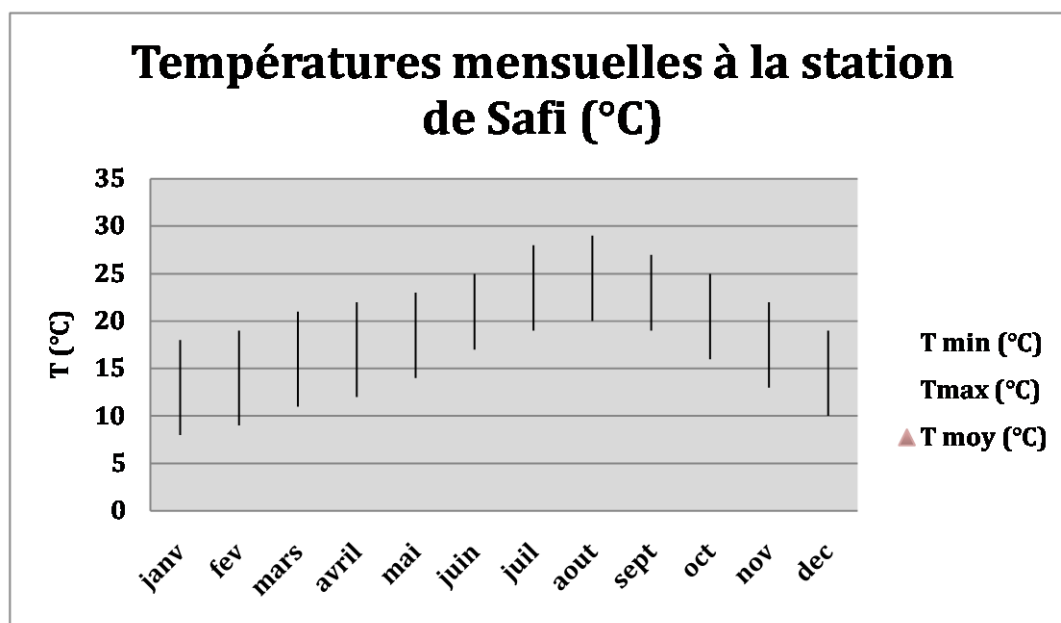
### **2.2.1. Température :**

Les températures moyennes mensuelles oscillent entre 13 et 25°C.

Le tableau et la figure ci-dessous illustrent la variation des températures minimales, maximales et moyennes mensuelles à la province de Safi :

	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept	Oct.	Nov.	Déc.
T min (°C)	8	9	11	12	14	17	19	20	19	16	13	10
T max (°C)	18	19	21	22	23	25	28	29	27	25	22	19
T moy (°C)	13	14	16	17	19	21	24	25	23	21	18	15

**Tableau 1 : températures moyennes mensuelles de la station de Safi**



**Figure 3 : variations des températures mensuelles de la station de Safi**

(Source : Direction de la Météorologie Nationale)

### 2.2.2. Précipitations :

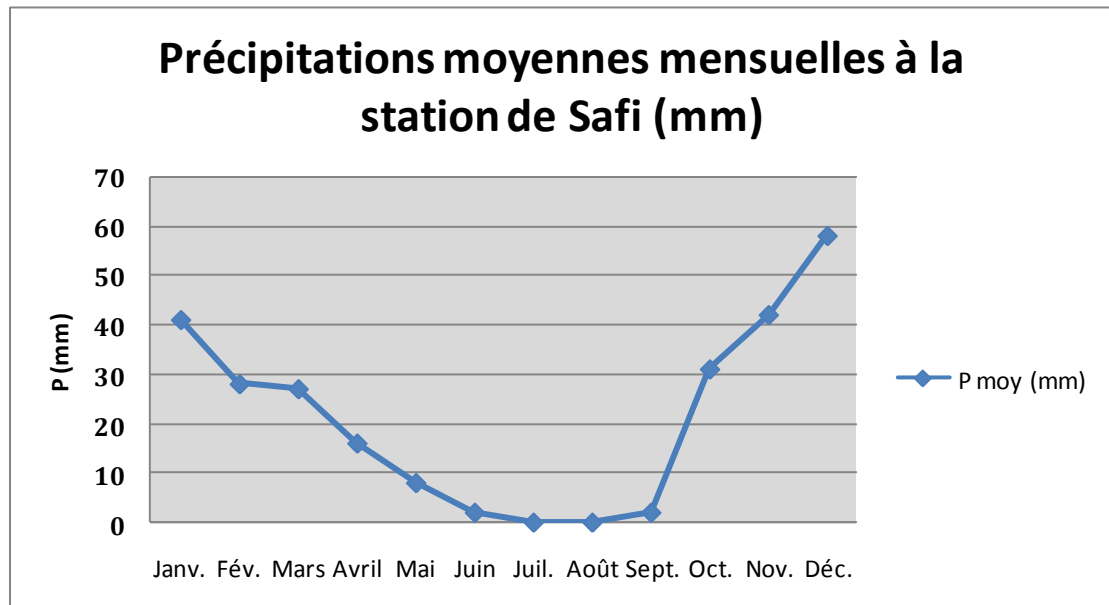
Les précipitations varient considérablement du Nord au Sud et de l'Ouest vers l'Est. La station de Safi reçoit annuellement 254 mm à la moyenne.

Le tableau et la figure ci-dessous illustrent la variation des précipitations moyennes mensuelles à la province de Safi :



	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.
<b>P moy (mm)</b>	41	28	27	16	8	2	0	0	2	31	42	58

**Tableau 2 : précipitations moyennes mensuelles de la station de Safi**



**Figure 4 : variations des précipitations mensuelles moyennes de la station de Safi**

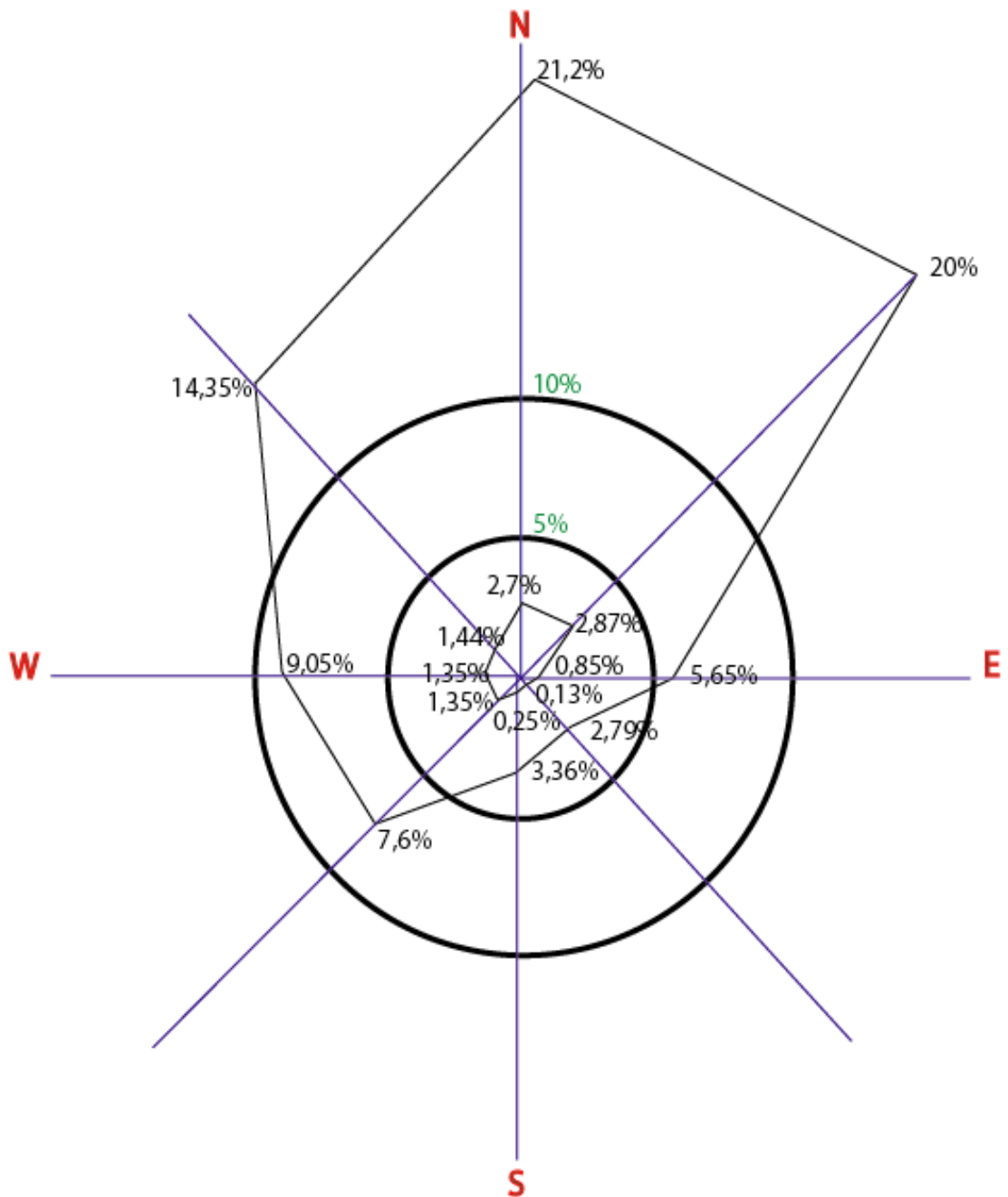
(Source : Direction de la Météorologie Nationale)

### 2.2.3. Évaporation :

L'évaporation moyenne annuelle dans la station de Safi est de l'ordre de 1750 mm, soit une évaporation journalière moyenne d'environ 5mm/j.

### 2.2.4. Vents

Le tableau suivant récapitule les résultats des mesures des vents, données en pourcentage, pour la station de Safi :



**Figure 5 : rose des vents à la station de Safi (%)**

**(Source : Ministère de l'équipement – Direction des Ports)**

Il en ressort les constats suivants :

- Les vents faibles à modérés (vitesse entre 2 et 10m/s) viennent principalement du continent, direction Est et Nord-Est.
- Les vents forts (vitesse entre 11 et 16m/s) viennent du Nord-Est et de l'Ouest.

- Les vents très forts (vitesse entre 17 et 24m/s) sont de direction Ouest et Sud-Ouest.

La rose des fréquences de vents illustre la distribution des pourcentages selon les directions (voir Annexe).

## **2.3.Ressources en eau :**

### **2.3.1. Les eaux de surface :**

L'Oued Tensift constitue le seul Oued traversant le territoire de la Province. Il prend sa source dans l'Atlas et se jette dans l'Atlantique à Souira Kédima.

On note l'inexistence de cours d'eau ni chaabas à l'intérieur du périmètre d'aménagement du centre.

### **2.3.2. Les eaux souterraines :**

Les réserves en eaux souterraines de la Province sont estimées à 88 millions de m<sup>3</sup> dont 50 millions seulement sont exploitées à des fins agricoles ou domestiques. Ces eaux se trouvent à des profondeurs importantes séparées généralement de la surface terrestre par des couches argileuses et marneuses défavorisant leur exploitation.

Les ressources en eau de la province de Safi circulent dans les aquifères du Plio-Quaternaire, des calcaires du Crétacé Inférieur et ceux du Jurassique.

- **Aquifère du Plio-Quaternaire :**

Les ouvrages captant le Plio-Quaternaire sont concentrés dans leur majorité, dans la plaine des Abda et le sahel de Safi.

La productivité des ouvrages est généralement inférieure à 5l/s dans le sahel et la plaine des Abda et dépasse cette valeur dans la nappe du bas-Tensift.

La profondeur de l'eau est généralement comprise entre 5 et 50 m et l'épaisseur de la nappe est inférieure à 10m, sauf au niveau de la nappe alluviale du bas-Tensift où elle dépasse cette épaisseur.

La qualité de l'eau est généralement bonne, avec un résidu sec inférieur à 2g/l, sauf le long de l'oued Tensift où la minéralisation totale dépasse 4g/l.

- **Aquifère du Crétacé Inférieur :**

Cet aquifère est contenu dans les formations calcaires de l'Hauterivien Moyen, dites : calcaires du Dridrat.

Ces formations sont caractérisées par une productivité d'environ 5l/s par ouvrage et par une bonne qualité de l'eau, avec un résidu sec moyen de l'ordre de 1g/l. la qualité de l'eau se dégrade le long de la zone côtière, en raison de l'invasion de l'aquifère par les eaux marines.

L'épaisseur de la tranche captée moyenne est de l'ordre de 40m. Cette épaisseur varie entre 20 et 80m le long de la zone côtière.

- **Aquifère du Jurassique :**

Cet aquifère est contenu dans les calcaires fissurés et karstifiés, alternant avec des bancs d'anhydrites. Il est en partie en charge, notamment le long de l'axe passant par Safi et Had Hrara.

La productivité des ouvrages est généralement comprise entre 1 et 5 l/s. cette productivité dépasse 5l/s au niveau des axes de drainage de la nappe.

L'épaisseur de la tranche captée varie entre 30 et 150m dans la plaine des Abda et dépasse 200m au Sud de l'oued Tensift.

Les eaux sont généralement chargées en sel (du fait de la présence d'anhydrite hydratée) avec un résidu sec compris entre 1 et 5g/l.

Les eaux circulant dans les horizons supérieurs (base du Crétacé) sont de bonne qualité, avec un résidu sec inférieur à 2g/l.

La carte suivante illustre les différentes nappes de la plaine des Abda et du sahel de Safi :

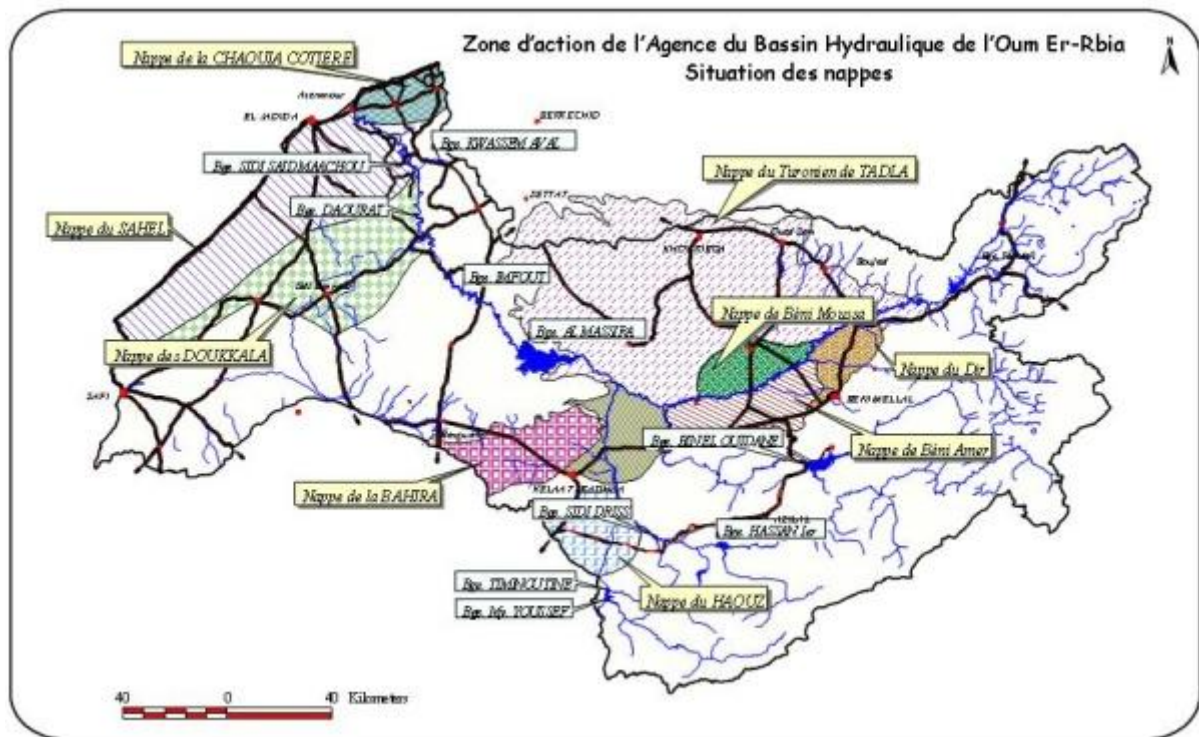


Figure 6 : carte des nappes phréatiques à Doukkala- Abda

(Source : ABH OUM ER-RABIA)

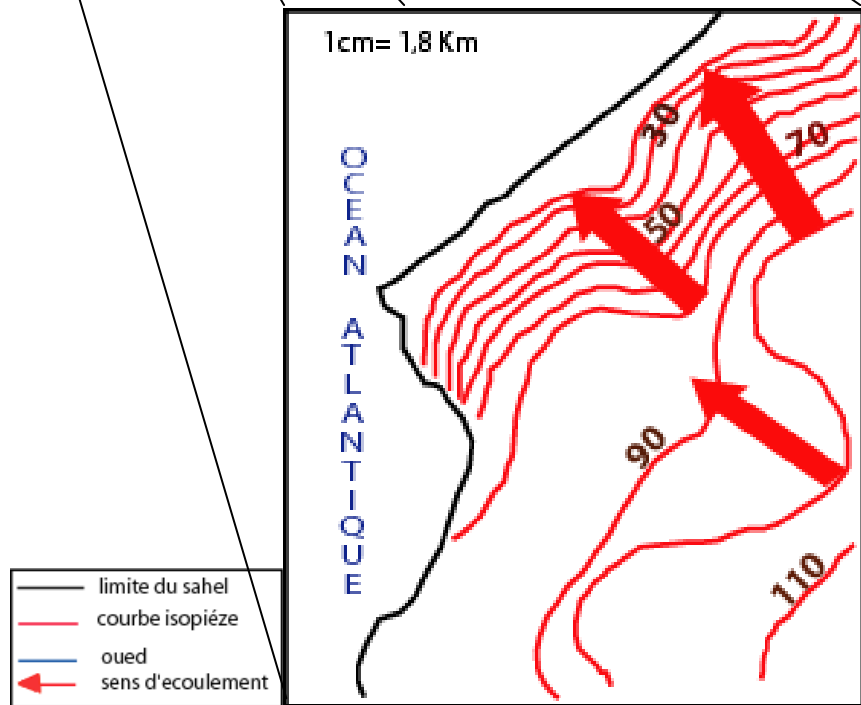
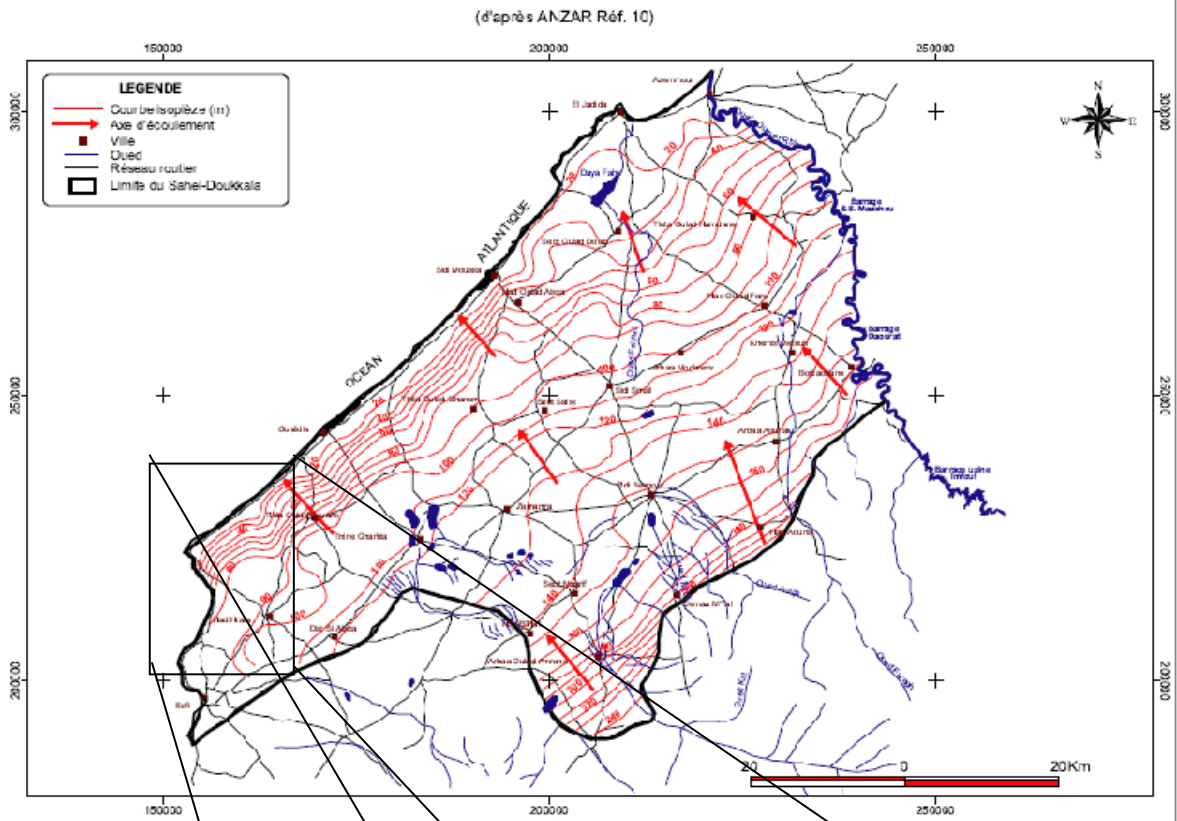


Figure 7 : Carte piézométrique de la province de Safi

(Source : C.A.A.D.I)

### 3. Cadre démographique

Les bases de prévisions démographiques pour le cas du centre Ayir sont les suivantes :

- Le taux de croissance annuel de la CR selon le dernier recensement de la population effectué en 1994 est de 1.6%)
- Le centre connaît dernièrement une activité touristique importante qui draine des investissements économiques et une masse laborieuse importante.
- Le centre connaît dernièrement une activité touristique importante qui draine des investissements économiques et une masse laborieuse importante.

Compte tenu de ce qui précède, le taux d'accroissement annuel retenu de la population, à l'horizon de l'étude (2013-2023), est de 4%.

Le tableau suivant donne l'évolution de la population à partir du Taux d'Accroissement :

	2013	2015	2017	2019	2021	2023
T.A %	4	4	4	4	4	4
Population	7892	8536	9233	9986	10801	11682

**Tableau 3 : prévisions démographiques de la population (2013-2023)**

(Source : Haut-Commissariat au Plan du Royaume du Maroc)

### 4. Activités et équipements :

Ils permettent la description de l'état social et économique du centre Ayir, ainsi que la détection des sources de pollution :

#### 4.1. Activités :

- L'économie dans le centre Ayir, repose principalement sur les activités suivantes :
- L'agriculture et l'élevage : la superficie agricole utile, au niveau de la CR Ayir, s'élève à 5640 ha, dont 1358 ha irriguées. Les cultures dominantes sont les cultures céréalières et maraichères. L'effectif du cheptel, au niveau de la CR, atteint 32253 têtes.

- Le commerce : la commune dispose d'un souk hebdomadaire.
- Le tourisme : le centre Ayir enregistre une activité touristique grâce à ses plages.

#### **4.2.Équipements :**

Les équipements socio-économiques et les services publics existants au niveau du centre Ayir, sont les suivants :

- Siège de la commune rurale ;
- Agence commerciale de l'ONEE-BRANCHE EAU ;
- 1 centre de santé ;
- 1 souk hebdomadaire ;
- 1 abattoir ;
- 3 stations d'essence.

#### **5. Infrastructure de base :**

- Téléphone : le centre Ayir est raccordé au réseau téléphonique automatique.
- Voirie : la CR d'Ayir, dispose d'un réseau routier constitué d'une route régionale (côtière), 3 routes provinciales, 7 routes communales et 15 pistes non carrossables.
- Électricité : le centre Ayir est raccordé au réseau national ONEE ; le nombre de ménages raccordés dans la CR dépasse les 1300.



**Chapitre 2 :**  
**ETUDE**  
**DES USAGES**  
**D'EAU**  
**ET DES REJETS**

## **1. L'Assainissement :**

L'assainissement est une démarche visant à améliorer la situation sanitaire globale de l'environnement dans ses différentes composantes. Il comprend la collecte, le traitement et l'évacuation des déchets liquides, des déchets solides et des excréments.

L'étude des usages d'eaux et des rejets présente l'étape principale dans tout projet d'assainissement puisqu'elle permet d'estimer la quantité du rejet à partir de la détermination des besoins en eau potable.

## **2. Horizon de dimensionnement :**

Le choix de l'horizon de dimensionnement est un choix technico-économique basé sur l'évolution démographique du centre et le coût total du projet. Il est préférable de ne pas surdimensionner les ouvrages d'épuration pour respecter une charge nominale prévue à longue date, sous peine de s'exposer à une sous-alimentation de la station et un mauvais fonctionnement du système durant les premières années d'exploitation. Il est plutôt recommandé de prévoir à moyen terme une extension de la station avec la construction éventuellement d'une deuxième filière en parallèle avec la première.

Pour le cas du centre Ayir, on estime que la réalisation de la station d'épuration se réalisera en 2013. L'année 2023 sera l'horizon que nous allons prendre en considération pour le dimensionnement des ouvrages de la station.

## **3. Détermination des besoins en eau potable :**

### **3.1. Calcul de la consommation en eau potable :**

Un calcul de la consommation de l'eau potable est faite dans l'objectif de recommander les valeurs absolues, qui serviront de base pour des projections fiables pour le futur de la station d'épuration.

Les paramètres, déterminant de la demande en eau potable, en plus de la population sont :

### 3.1.1. Le taux de branchement :

Le taux de branchement est défini comme le rapport de la population branchée au réseau de distribution de l'eau potable par la population totale.

Pour les valeurs du taux de branchement et compte tenu de la situation actuelle et de la politique de l'état en matière de généralisation de l'AEP, nous avons retenu les valeurs suivantes pour le centre Ayir :

Un taux de branchement de 70% en 2013 jusqu'à 80% en 2015 et ce taux va atteindre 90% en 2020 (C.A.A.D.I, 2010)

### 3.1.2. La dotation :

La dotation prise en considération dans les calculs est de 50 l/hab/j pour la population branchée entre les années 2013 et 2023 (ONEE BRANCHE EAU /PL, 2010).

Donc, la consommation en eau potable (C) dans le centre est présentée dans le tableau. Nous l'avons calculée par la relation suivante :

$$\text{Consommation (m}^3\text{/j)} = (\text{dotation (l/hab/j)} * \text{population branchée}) / 10^3$$

Années	2013	2015	2017	2019	2021	2023
Population	7892	8536	9233	9986	10801	11682
Dotation (l/hab/j)	50	50	50	50	50	50
TDB %	70	80	80	80	90	90
Population branchée	5524	6829	7386	7989	9721	<u>10514</u>
Consommation (m <sup>3</sup> /j)	276	341	369	399	486	<u>526</u>
Consommation (l/s)	3,197	3,952	4,274	4,623	5,625	<u>6,084</u>

Tableau 4 : Détermination des besoins en eau potable (2013-2023)

## **3.2. Calcul des rejets :**

### **3.2.1. Calcul des eaux usées :**

Le calcul de volume des eaux usées est obtenu à partir de la consommation en eau potable, en appliquant :

#### **3.2.1.1. Le taux de raccordement au réseau d'assainissement :**

C'est le taux désignant la population branchée au réseau d'assainissement. En 2013, ce taux atteint 44%.

D'autre part, il faut signaler que les pouvoirs publics sont conscients de l'importance et de l'urgence de la résorption de ce retard. Par conséquent, on prévoit en 2023, un taux de raccordement de 85% (C.A.A.D.I , 2010).

#### **3.2.1.2. Le taux de retour à l'égout :**

Le schéma directeur national d'assainissement liquide (SDNAL) a retenu un taux de retour à l'égout de 80% pour les eaux du centre.

#### **3.2.1.3. Le taux des eaux parasites :**

Les eaux parasites proviennent essentiellement de l'infiltration d'eau potable, suite aux fréquentes fuites, pouvant survenir sur le réseau d'eau potable.

Pour les différents horizons, on prend un taux de 10% d'eaux parasites, en supposant que tous les efforts seront mis en œuvre pour réaliser un bon réseau d'assainissement et pour éviter des fuites au niveau du réseau d'eau potable (C.A.A.D.I , 2010).

#### **3.2.1.4. Débit moyen des eaux usées :**

Le calcul de ce débit dépend du taux de retour à l'égout (le taux retenu pour le centre Ayir est de 80%) :

$$\text{Débit moyen des eaux usées (l/s)} = \text{consommation (l/s)} * \text{Taux de retour à l'égout (\%)}$$

Années	2013	2015	2017	2019	2021	2023
<b>Consommation en eau potable (l/s)</b>	3,197	3,952	4,274	4,623	5,625	6,084
<b>Débit moyen des eaux usées (l/s)</b>	<b>2,558</b>	<b>3,161</b>	<b>3,419</b>	<b>3,699</b>	<b>4,500</b>	<b>4,868</b>

**Tableau 5 : calcul des débits moyens des eaux usées (2012-2023)**

### 3.2.1.5. Débit moyen net des eaux usées :

Le débit moyen net des eaux usées se calcule à partir du débit moyen et le pourcentage des eaux parasites

<b>Débit moyen net (l/s) = débit moyen des eaux usées (l/s) + pourcentage des eaux parasites</b>
--

Années	2013	2015	2017	2019	2021	2023
<b>Eaux parasites</b>	10%	10%	10%	10%	10%	10%
<b>Débit moyen des eaux usées (l/s)</b>	2,558	3,161	3,419	3,699	4,500	4,868
<b>Débit moyen net (l/s)</b>	<b>2,813</b>	<b>3,478</b>	<b>3,761</b>	<b>4,068</b>	<b>4,950</b>	<b>5,354</b>

**Tableau 6 : calcul des débits moyens net des eaux usées (2013-2023)**

### 3.2.1.6. Débit de pointe des eaux usées:

Le calcul du débit de pointe des eaux usées nous permet de dimensionner les conduites du réseau de l'eau potable, du faite qu'elles supportent les débits maximaux.

Nous l'avons calculé à partir du coefficient de pointe horaire (K) déterminé par la relation suivante :

$$\text{Coefficient de pointe horaire} = (1,5 + (2,5 / \text{débit moyen net}^{0,5})) \leq 3$$

Donc :

$$\text{Débit de pointe des eaux usées} = \text{débit moyen net (l/s)} * \text{coefficient de pointe horaire (K)}$$

Alors, on obtient le tableau qui montre les volumes d'eaux usées, pour les différents horizons de calcul :

Années	2013	2015	2017	2019	2021	2023
Consommation (l/s)	3,197	3,952	4,274	4,623	5,625	6,084
débit moyen (l/s)	2,558	3,161	3,419	3,699	4,500	4,868
eaux parasites	10%	10%	10%	10%	10%	10%
débit moyen net (l/s)	2,813	3,478	3,761	4,068	4,950	5,354
Coefficient de pointe	3,0	2,8	2,8	2,7	2,6	2,6
Débit de pointe (l/s)	8,413	9,879	10,491	11,145	12,988	13,816

**Tableau 7 : tableau récapitulatif des débits des eaux usées (2013-2023)**

### 3.2.2. Calcul des charges polluantes :

#### 3.2.2.1. Domestiques et administratives :

Le calcul des flux de pollution est effectué sur la base des volumes d'eaux usées, de la population et des ratios de pollution unitaire. Il est à préciser que la pollution des administrations et des services sociaux, est comprise dans celle domestique.

### **-Hypothèses de base**

Étant donné que le centre est dépourvu de réseau d'assainissement d'eaux usées et donc l'impossibilité de caractérisation de ces dernières, la présente étude s'est basée, dans le calcul des flux de pollution, sur les approches suivantes :

- **Approche basée sur les ratios de pollution à l'habitant** (SDNAL, 2010) :

Cette méthode recommande les ratios unitaires de pollution suivants :

Années	2013	2015	2017	2019	2021	2023
<b>DBO5 (g/hab/j)</b>	30	30	30	31	31	31
<b>DCO (g/hab/j)</b>	60	61	61	61	61	62
<b>MES (g/hab/j)</b>	46	46	46	47	47	47

**Tableau 8 : les ratios unitaires de pollution au centre Ayir (2013-2023)**

- **Approche basée sur les concentrations des différents polluants** (ONEE BRANCHE EAU/GTZ, 2010):

Le traitement des données récoltées par l'ONEE-branche Eau à travers les campagnes de la caractérisation quantitative et qualitative qui ont été réalisées sur les rejets liquides d'une soixantaine d'agglomérations, recommande les concentrations suivantes, des différents polluants, pour les centres de la taille d'Ayir (<20000 habitants) :

Le calcul des concentrations se fait par les relations suivantes :

$$\text{Charge polluante (kg/j)} = \text{ratio} * \text{population raccordée}/10^3$$

$$\text{Charge polluante totale (kg/j)} = \text{la somme des ratios} * \text{population raccordée}/10^3$$

$$\text{Concentration (mg/l)} = \text{charge polluante (kg/j)} * 10^3 / \text{débit des eaux usées (m}^3/\text{j)}$$

	Années	2013	2015	2017	2019	2021	2023
<b>charge polluante (kg/i)</b>	<b>DBO5</b>	104	128	161	217	261	308
	<b>DCO</b>	208	260	327	426	514	616
	<b>MES</b>	160	196	246	329	396	467
<b>Total</b>		<b>472</b>	<b>585</b>	<b>734</b>	<b>972</b>	<b>1171</b>	<b>1390</b>
<b>Concentration (mg/l)</b>	<b>DBO5</b>	429	426	494	616	611	665
	<b>DCO</b>	857	866	1005	1213	1202	1331
	<b>MES</b>	657	653	758	935	926	1009
<b>Total</b>		<b>1943</b>	<b>1946</b>	<b>2257</b>	<b>2764</b>	<b>2738</b>	<b>3005</b>

**Tableau 9 : production totale et concentrations de pollution au centre Ayir**

### **3.2.2.2. Industrielles :**

#### **-Provenant de l'abattoir :**

Selon les données obtenues de l'ONEE-BRANCHE EAU, L'abattoir du centre Ayir traite, en moyenne 3 bovins et 7 ovins et caprins par semaine pendant les mois de Septembre à Juin. Pendant la période estivale, ces quantités sont multipliées par 5.

Les effluents, qui sont déversés dans la nature, sont essentiellement des eaux de lavage, qui sont très chargées en pollution organique. 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 enlevés. Les peaux sont envoyées en tanneries. Aucun prétraitement n'est actuellement effectué.

Le tableau ci-après, donne la quantité de pollution générée par l'abattoir du centre Ayir (souk el kasbah) :



	<b>Bovins</b>	<b>Ovins et caprins</b>
<b>Quantité annuelle</b>	<b>168</b>	<b>336</b>
<b>Moyenne Mensuelle</b>	<b>14</b>	<b>28</b>
<b>Nombre de jours d'abattage/Mois</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
<b>Nombre d'abattage/Jour</b>	<b>3</b>	<b>6</b>
<b>Poids moyen (Kg)</b>	<b>200</b>	<b>12</b>
<b>charge polluante</b>		
<b>poids KG/J</b>	<b>560</b>	<b>67,2</b>
<b>Sang</b>	<b>7%</b>	
<b>Sang (l/j)</b>	<b>39,20</b>	<b>4,70</b>
<b>DBO5 (g/l)</b>	<b>180</b>	
<b>DBO5 Kg/j</b>	<b>7,06</b>	<b>0,85</b>
<b>Total (Kg/j)</b>	<b>7,90</b>	
<b>Equivalent habitant</b>	<b>263,42</b>	
<b>Population (hab)</b>	<b>7016</b>	
<b>DBO5 spécifique gDBO5/hab/j</b>	<b>1,13</b>	
<b>DBO5 spécifique Moyenne DBO5 g/hab/j</b>	<b>1,13</b>	

**Tableau 10 : Pollution générée par l'abattoir du centre Ayir**

Les valeurs du tableau sont obtenues par les relations suivantes :

**Nombre d'abattage /jour= moyenne mensuelle / nombre de jours d'abattage par mois**

**Sang (l/j) =poids (kg/j)\*pourcentage du sang**

**DBO5 (kg/j) = DBO5 (g/l)\*sang (l/j)**

**DBO5 spécifique (gDBO5/hab/j) = total du DBO5 (kg/j) \*10<sup>3</sup>**

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

- 1 bovin : 200 kg de carcasses ;
- 1 ovin : 12 kg de carcasses

### **-Stations services :**

Il existe au niveau du centre Ayir des stations services, susceptibles de rejeter dans les futurs réseaux des eaux de lavage de véhicules, des huiles de vidange, des graisses.

Les eaux de lavage sont chargées en matières 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 soient collectées et déversées, dans un endroit autre que le réseau.

# Chapitre 3 :

# RESEAU

# D'ASSAINISSEMENT

## **1. Situation actuelle :**

Le centre Ayir ne dispose pas d'un réseau d'assainissement d'eaux usées ; l'évacuation des eaux usées est assurée par des puits perdus, réalisés de façon traditionnelle.

Les principales caractéristiques des dispositifs d'assainissement individuels, existants dans le centre sont les suivantes :

- la fosse-puits est remplie par des pierres sèches ;
- les matériaux utilisés sont généralement locaux (argiles et pierres) ;
- l'entretien réalisé se limite à une simple vidange manuelle ou par pompage qui est très rare ;
- la typologie d'habitat et la densité de la population influent également sur les dimensions de puits. En effet, les habitations isolées disposent généralement d'un puits de grande taille ; les eaux ménagères sont généralement déversées dans la nature ;
- le problème de remplissage de la fosse-puits ne se pose pas dans ce centre ; ceci est dû à la faible quantité d'eau utilisée et aux grandes dimensions du puits.

La situation d'assainissement, dans ce centre, présente des risques importants de contamination du réseau d'eau potable.

Dans l'avenir, les puits perdus devront être remblayés et abandonnés (ou transformés en mini-fosses septiques) et la population devra être raccordée au réseau d'assainissement.

## **2. Description du système d'assainissement :**

Il existe 2 types de système :

### **2.1.Système autonome :**

Les eaux usées sont collectées dans des fosses septiques. C'est le système actuel qui fonctionne dans le centre.

## 2.2. Système collectif :

C'est la collecte, le transport et l'évacuation de ces eaux vers la STEP par des ouvrages hydrauliques qu'on appelle réseau d'assainissement

Dans le cas du centre Ayir, et compte tenu de sa taille relativement importante et sa vocation touristique ainsi que la typologie de l'habitat (groupé), la solution d'assainissement consiste à adopter l'un des réseaux collectifs suivants :

### 2.2.1. Réseau unitaire :

Évacuation des eaux usées et pluviales par un seul réseau généralement pourvu de déversoirs permettant en cas d'orage le rejet direct, par surverse d'une partie des eaux dans le milieu naturel.

<i>Avantages</i>	<i>Inconvénients</i>
-Système compact.  -Économique (investissement initial).  -Facile à installer (un seul réseau).	-Problème d'écoulement en temps sec.  -Coût d'entretien élevé

**Tableau 11 : caractéristiques du réseau unitaire**

### 2.2.2. Réseau séparatif :

Collecte séparée des eaux usées et des eaux pluviales dans deux réseaux distincts :

<i>Avantages</i>	<i>Inconvénients</i>
- Petite STEP ;  -Minimum de dépôt ;  -Coût d'entretien peu élevé.	-Coût d'investissement réseau élevé ;  -Difficulté d'installation.

**Tableau 12 : caractéristiques du réseau séparatif**

### **2.2.3. Réseau mixte :**

Réseau constitué suivant les zones en partie en réseau unitaire et en partie en réseau séparatif.

### **2.2.4. Réseau pseudo séparatif :**

Une partie des eaux pluviales (environ 25%) est évacuée avec les eaux usées. il s'agit notamment des eaux des terrasses et des cours. Les eaux de ruissellement sont évacuées directement dans la nature par des caniveaux et des fossés.

<i>Avantages</i>	<i>Inconvénients</i>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Exploitation des eaux pluviales aisée ;</li><li>-Coût d'investissement &amp; entretien raisonnable ;</li><li>-Peu de problèmes de dépôt.</li></ul>	—

**Tableau 13 : caractéristiques du réseau pseudo-séparatif**

On constate de ce qui précède que le réseau convenable à installer dans le centre Ayir sera celui unitaire puisqu'il constitue le système d'assainissement prédominant au Maroc (desserte de 83% de la population et 68% des centres), aussi bien que les eaux pluviales sont faibles.

## **3. Ouvrages annexes :**

### **3.1. Collecteurs et conduites :**

Le dimensionnement des conduites de refoulement a été effectué avec les formules de Chezy et de Colebrook, tandis que celui des collecteurs gravitaires a été effectué avec la formule de Manning- Strickler (voir annexe).

## **3.2.Détermination des caractéristiques de la Station de pompage :**

Le transport des eaux usées sera effectué par mode gravitaire, mais cela n'empêche qu'on aura besoin des stations de pompage au niveau du centre pour collecter ses eaux et les regrouper avant de les acheminer vers la station, aussi qu'une autre sera utile pour rejeter les eaux traitées vers la mer.

### **3.2.1. La hauteur manométrique totale:**

La hauteur manométrique totale est la somme de la hauteur géométrique et des pertes de charge totales.

- **Hauteur géométrique :**

Elle correspond à la différence de niveau entre les côtes des regards d'arrivée et les niveaux dans les bâches d'aspiration.

- **Pertes de charge :**

Les pertes de charge ont été calculées par la formule de Colebrook, avec un coefficient de rugosité de 1,5 mm, qui tient compte des pertes de charge singulières, de l'état neuf des conduites à poser et de la qualité de l'eau usée :

### **3.2.2. La puissance des moteurs :**

La puissance des moteurs est calculée par la formule suivante :

$$P = G * (Q * HMT) / R$$

Avec :

G : 9,81 m/s<sup>2</sup>

Q : débit en m<sup>3</sup>/s

HMT : hauteur manométrique totale en mCE (colonne d'eau)

R : rendement global des pompes et des moteurs pris égal à 60% (0.75\*0.80), pour le calcul de départ.

**Chapitre 4 :**  
**DIMENSIONNEMENT**  
**DE LA STATION**  
**D'EPURATION DES**  
**EAUX USEES**



Les eaux usées collectées du centre seront acheminées vers la station d'épuration où elles vont subir des traitements avant de les rejeter dans la mer.

Ces traitements vont servir à éliminer les substances grossières telles que déchets, sables et graviers, pour ne pas affecter négativement les traitements ultérieurs ou endommager les équipements, par l'utilisation des dégrilleurs, dessableurs et déshuileurs.

Les eaux passeront ensuite vers les bassins afin de subir des traitements microbiologiques.

### **Les objectifs sanitaires du projet :**

La législation marocaine (voir annexe) a fixé, les valeurs limites spécifiques des rejets domestiques :

<b>Paramètres</b>	<b>Valeurs limites spécifiques de rejet domestique</b>
<b>DBO5 mg O2/l</b>	<b>120</b>
<b>DCO mg O2/l</b>	<b>250</b>
<b>MES mg O2/l</b>	<b>150</b>

**Tableau 14 : valeurs spécifiques des rejets au Maroc**

## **1. Analyse multicritère et choix du site approprié :**

Le choix du site se fait selon des critères qui exigent le meilleur emplacement, la plus longue durée, avec moins de problèmes au futur.

Parmi ces critères :

- L'orientation générale de la pente du terrain, favorisant le transport des rejets vers la station en mode gravitaire.
- La station doit être le plus loin possible du plan d'aménagement en tenant compte aux extensions futures (voir Annexe).

- La fiabilité de la solution et son adaptabilité aux variations saisonnières (de la température et du sens du vent).

- La facilité d'exploitation et la sécurité de fonctionnement.

- L'intégration dans le paysage et l'impact sur l'environnement naturel et social.

Notre visite au centre nous a permis de choisir un site (voir Annexe), dont les caractéristiques sont comme suit :

- Site situé à environ 3 km du centre (Sud-est de Laakarta).
- Statut foncier du site est de type domaine communal.
- Topographie plane et régulière.
- Le transfert des eaux usées vers la STEP se fera par mode gravitaire.
- La superficie ne présente pas de limitation.
- Site accessible par des pistes.
- Rejet vers la mer est non loin du site proposé.
- Les vents dominants proviennent de l'Ouest du centre ; de ce fait ils n'ont pas d'influence sur le centre.

## **2. Prétraitement :**

Le prétraitement des eaux usées comprennent :

- Le dégrillage: retient les déchets volumineux ;

- Le dessablage: donne une meilleure décantation des sables afin d'éviter l'abrasion des équipements ;

- Le dégraissage et le déshuilage: évite l'encrassement de la station par des corps gras.

Donc l'étape du prétraitement vise à éliminer les fractions les plus grossières de la charge polluante, contenues dans les effluents résiduaux.

## **2.1.Dégrilleur :**

C'est le premier poste de prétraitement, il retient les matières volumineuses qui pourraient perturber la suite du traitement.

Il permet d'éviter l'accumulation de déchets non biodégradables (plastiques) sur les ouvrages et le colmatage des canalisations de transfert.

Un défaut d'entretien ou une panne prolongée entraîne la mise en charge des collecteurs et le risque d'odeur.

Le contrôle visuel et l'inspection de la quantité de déchets retenus se font quotidiennement.

On distingue 2 types de grilles :

### **-Les grilles à nettoyage mécanique :**

Permettent de diminuer les interventions manuelles de nettoyage.

### **-Les grilles à nettoyage manuel :**

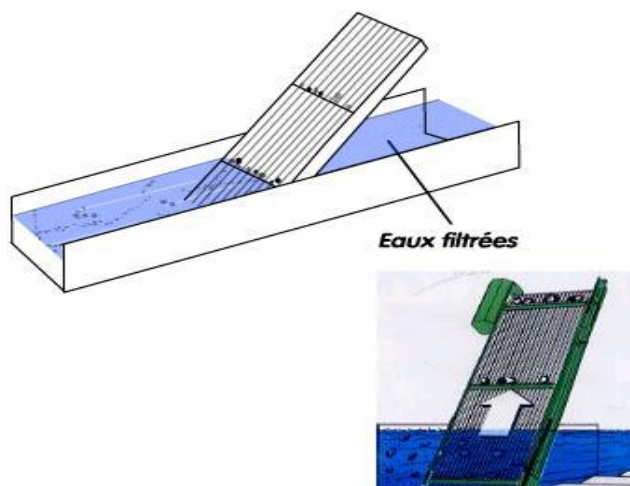
- Plus simples, plus rustiques ;
- Constituées par des barreaux droits, de section cylindrique ou rectangulaire ;
- Elles sont verticales ou inclinées (60° à 80°).

- **Le dégrilleur manuel:**

- Est adapté aux très petites stations d'épuration ;
- Nécessite un nettoyage journalier de la grille

(La fréquence pourra être réduite suivant l'importance des déchets retenus) ;

- L'exploitant passe pour relever les déchets, les mettre dans un bac d'égouttage avant évacuation.



**Figure 8 : Photo d'un dégrilleur manuel incliné**

Le dégrillage manuel sera assuré par une grille avec entrefer de 20 mm. La grille est inclinée à 60°, à partir d'une plate-forme de travail.

La section du dégrilleur est définie par la section de la conduite d'arrivée et la vitesse à travers la grille, comprise entre 0,70 et 1m/s au maximum.

Le tableau ci-dessous récapitule les paramètres et les résultats de dimensionnement du dégrilleur pour une station d'épuration pour un horizon de 10 ans en utilisant les relations suivantes :

$$\text{Section brute (m}^2\text{)} = \text{débit de pointe (m}^3\text{/h)} / (\text{vitesse de passage (m/s)} * 3600)$$

$$\text{Section nette (m}^2\text{)} = \text{section brute (m}^2\text{)} / \text{coefficient de colmatage}$$

Années	2013	2015	2017	2019	2021	2023
<b>Débit De pointe (m<sup>3</sup>/h)</b>	<b>10,13</b>	<b>12,52</b>	<b>13,54</b>	<b>14,65</b>	<b>17,82</b>	<b>19,28</b>
<b>vitesse de passage (m/s)</b>	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
<b>Coefficient de colmatage</b>	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
<b>section brute (m<sup>2</sup>)</b>	<b>0,0035</b>	<b>0,0043</b>	<b>0,0047</b>	<b>0,0051</b>	<b>0,0062</b>	<b>0,0067</b>
<b>section nette (m<sup>2</sup>)</b>	<b>0,0059</b>	<b>0,0072</b>	<b>0,0078</b>	<b>0,0085</b>	<b>0,0103</b>	<b>0,0112</b>

**Tableau 15 : dimensionnement du dégrilleur pour la STEP (2013-2023)**

## 2.2.Dessableur :

Les eaux urbaines contiennent des particules minérales dont la densité est bien supérieure à celle de l'eau et des matières organiques. Ce sont des débris de verre ou de métaux mais surtout des graviers et des sables.



**Figure 9 : Photo d'un dessableur**

Le dessablage consiste à faire passer l'eau dans un bassin (dans un canal longitudinal) où la vitesse est plus lente; ce qui a pour effet de déposer le sable et le gravier au fond du bassin.

Il permet la rétention des matières minérales lourdes  $DN > 200 \mu m$ .

La vitesse, qui est de l'ordre de 0,2 à 0,3 m/s, permet d'éviter la déposition des matières organiques en même temps que les sables, ce qui aboutirait à l'obtention d'un résidu difficile à stocker et à évacuer sans nuisances.

Il est utilisé afin d'éviter l'usure des pompes, des centrifugeuses, l'engorgement des canalisations les dépôts dans les bassins et la réduction de la production des boues.

La hauteur d'eau en amont du canal dessableur est donnée par la formule suivante :

$$\text{Hauteur maximale (m)}^{(3/2)} = \text{Débit d'entrée (l/s)} / (1,7 * \text{Largeur de rétrécissement (m)})$$

$$\text{Section de rétrécissement (m)} = \text{Largeur de rétrécissement (m)} * \text{Hauteur maximale}^{1/2}$$

Donc :

$$L = V1 / (V2 * H)$$

L : Longueur du dessableur(m)

V1 : Vitesse dans le dessableur (m/s)

V2 : Vitesse de décantation d'une particule (m/s)

H : Hauteur maximale (m)

Les résultats de dimensionnement du dessableur, pour la station d'épuration à l'horizon de l'étude, sont récapitulés dans le tableau suivant :

<b>DESSABLEUR</b>	<b>2023</b>
<b>Débit d'entrée (l/s)</b>	<b>5,35</b>
<b>V1 : Vitesse dans le dessableur (m/s)</b>	<b>0,3</b>
<b>hauteur maximale (m)</b>	<b>4,22</b>
<b>section de rétrécissement (m<sup>2</sup>)</b>	<b>0,36</b>
<b>V2 : Vitesse de décantation d'une particule (m/s)</b>	<b>0,02</b>
<b>longueur du dessableur (m)</b>	<b>3,56</b>

**Tableau 16 : Dimensionnement du dessableur pour la STEP (2023)**

### **3. Procédé épuratif :**

#### **3.1.Choix du procédé convenable :**

Le traitement des eaux usées peut se dérouler à l'aide de différents procédés :

- a. Le lagunage naturel : une technique naturelle de traitement des eaux usées par les fonctions auto épuratives des écosystèmes aquatiques.
- b. Boues activées : Les eaux usées sont en contact avec des micro-organismes dans un bassin afin d'éliminer essentiellement les pollutions carbonées biodégradables.

Au Maroc, les stations qui fonctionnent avec les boues activées sont généralement limitées dans les grandes villes, car leur coût est assez élevé et leur consommation énergétique est importante.

- c. Lits bactériens : c'est une méthode d'épuration biologique par cultures fixées. Ce système est le plus souvent utilisé pour les eaux très chargées provenant d'industries agroalimentaires.

Les performances de ce procédé restent faibles ; cela tient en grande partie aux pratiques anciennes de conception. Le coût d'investissement est très élevé.

- d. L'infiltration-percolation : L'épuration est assurée par une biomasse se développant dans un massif filtrant à base de sable. L'aération du massif est assuré par le principe de l'alimentation par bâchées.

Dans ce cas, il est nécessaire de fournir un ouvrage de décantation primaire efficace, et aussi des grandes quantités de sables.

Nous avons choisi le lagunage naturel, comme procédé épuratif pour traiter les eaux usées du centre Ayir pour les raisons suivantes :

- Élimination d'une grande partie des nutriments (phosphore et azote) et des germes pathogènes ;
- Adaptation aux fortes variations de charge hydraulique ;
- Construction modeste : génie civil simple ;
- Cout d'investissement faible par rapport aux autres techniques.
- Bonne intégration paysagère.

- **Principe du lagunage naturel :**

Le principe est de faire passer les eaux usées par écoulement gravitaire dans une succession de bassins où le métabolisme des organismes (bactéries, végétaux etc.) assure la dépollution des eaux tandis que substrat et végétaux se chargent de la filtration.

### **3.2.Filières de lagunage naturel :**

- Bassins anaérobies : en position primaire,
- Bassins facultatifs : en position secondaire,
- Bassins de maturation : en position tertiaire.

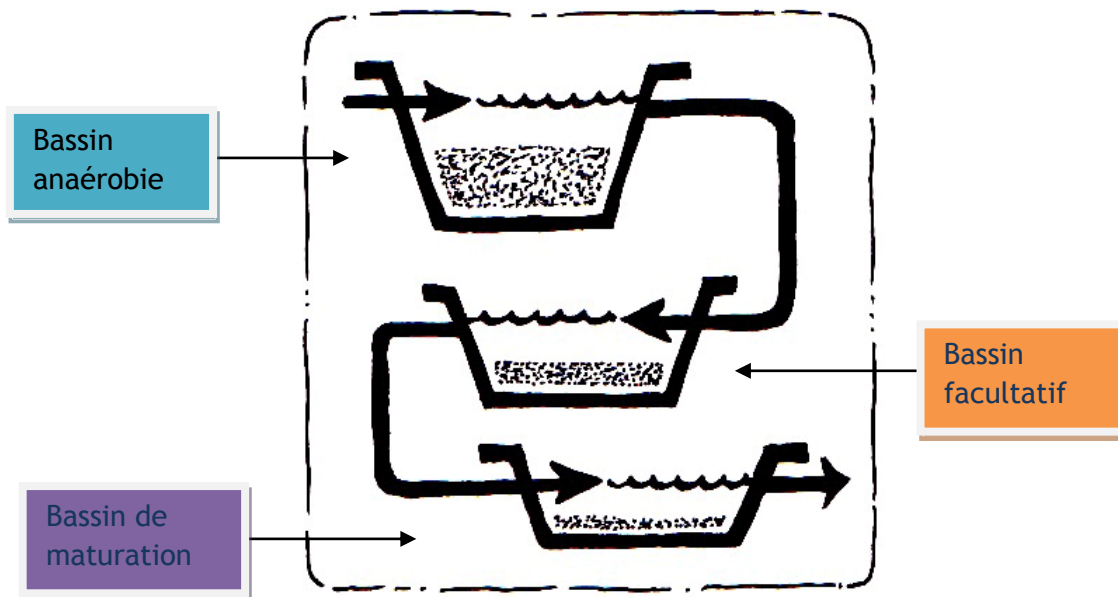


Figure 10 : Schéma des filières de lagunage naturel

### 3.2.1. Bassin anaérobie :

Les bassins anaérobies sont des bassins à micro-organismes, où est dégradée la matière organique contenue dans les eaux usées.

Le volume des bassins anaérobies est donné par la formule suivante :

$$V = DR * [DBO5] / CV$$

Avec : DR : débit des rejets  $m^3/j$

[DBO5] : concentration de DBO5 en mg/l

CV : charge volumique  $g/m^3/j$

La charge volumique est théoriquement déterminée par la formule :

$$CV = 20 * T - 100$$

Elle doit être ajustée (entre 50 et 300  $g/m^3/j$ ) pour obtenir un temps de séjour correct.

Ce volume est majoré de 40% pour tenir compte de la revanche d'accumulation des boues.



La température de dimensionnement des bassins anaérobies est de 14°C, qui correspond à la température moyenne mensuelle des 3 mois les plus froids de l'année.

Le temps de séjour est donné par la relation suivante :

$$\text{Temps de séjour} = \text{volume des bassins (m}^3\text{)} / \text{débit journalier (m}^3\text{/j)}$$

Ce temps doit se situer entre 2 et 5j. La profondeur des bassins anaérobies est prise égale à 4m. Le rendement minimal des bassins anaérobies est estimé par la relation suivante :

$$\text{Rendement anaérobie} = (2 * T \text{ moy} + 20) / 100$$

Le nombre de bassins de lagunage est volontairement choisis (2 à l'horizon du projet) pour tenir compte du caractère saisonnier des rejets. Ils ont généralement une forme longitudinale, avec un rapport longueur largeur, variant entre 2 et 3.

Les caractéristiques dimensionnelles des bassins anaérobies ainsi que les paramètres de dimensionnement et de vérification du fonctionnement pour les différents horizons, sont récapitulées dans le tableau suivant :

Années	2013	2015	2017	2019	2021	2023
Population raccordée	3473	4268	5355	6990	8425	9930
Débit eaux usées (m <sup>3</sup> /j)	243	300	325	352	428	463
charge polluante (kg/j)	104	128	161	217	261	308
concentration (mg/l)	<u>429</u>	<u>426</u>	<u>494</u>	<u>616</u>	<u>611</u>	<u>665</u>
nombre de bassins	<u>2</u>	<u>2</u>	<u>2</u>	<u>2</u>	<u>2</u>	<u>2</u>
Charge volumique (g/m <sup>3</sup> /j)	180	180	180	180	180	180
Volume calculée (m <sup>3</sup> )	579	711	892	1204	1451	1710
volume des boues (m <sup>3</sup> )	139	171	214	280	337	397
volume total des bassins (m <sup>3</sup> )	718	882	1107	1483	1788	2107
volume d'un seul bassin (m <sup>3</sup> )	359	441	553	742	894	1054
volume pris en considération (m <sup>3</sup> )	1054	1054	1054	1054	1054	1054
volume total de bassin (m <sup>3</sup> )	2107	2107	2107	2107	2107	2107
profondeur (m)	<u>3</u>	<u>3</u>	<u>3</u>	<u>3</u>	<u>3</u>	<u>3</u>
largeur (m)	<u>13</u>	<u>13</u>	<u>13</u>	<u>13</u>	<u>13</u>	<u>13</u>
longueur (m)	<u>27</u>	<u>27</u>	<u>27</u>	<u>27</u>	<u>27</u>	<u>27</u>
charge volumique réelle (g/m <sup>3</sup> /j)	145	145	145	146	146	146
charge surfacique (m <sup>2</sup> )	2966	3646	4574	6170	7436	8764
temps de séjour	<u>4</u>	<u>4</u>	<u>3</u>	<u>3</u>	<u>2</u>	<u>2</u>
rendement (%)	48	48	48	48	48	48
concentration à la sortie (mg/l)	<u>223</u>	<u>222</u>	<u>257</u>	<u>321</u>	<u>318</u>	<u>346</u>

**Tableau 17 : Paramètres de dimensionnement des bassins anaérobies (2013-2023)**

### 3.2.2. Bassin facultatif :

Les bassins facultatifs ont une double fonction :

- Élimination de la charge organique

- Élimination de la charge bactérienne

Ces bassins sont constitués de 2 strates : une anaérobie et une aérobie. La limite entre elles fluctue dans le temps, en fonction de la pénétration de la lumière. Pour favoriser les réactions en aérobies, qui nécessitent la lumière, la profondeur de ce type de bassin doit se situer entre 1 et 2m.

Dans le cas du centre Ayir, la profondeur est prise égale à 1,2m.

Le dimensionnement des bassins facultatifs, qui est donné par la relation suivante, consiste à déterminer leur surface avec

$$\text{Charge surfacique} = 20 * T - 60$$

$$\text{Surface} = (\text{débit} * \text{concentration à la sortie des anaérobies}) / \text{charge surfacique}$$

De même, la charge surfacique de dimensionnement des bassins facultatifs doit être ajustée (entre 100 et 300 Kg/ha/j), de manière à obtenir un temps de séjour correct.

Le temps de séjour dans les bassins facultatifs est de :

$$\text{Temps de séjour} = (\text{surface} * \text{profondeur}) / \text{débit journalier}$$

Le rendement épuratoire à la sortie des bassins facultatifs est globalement de 80%.

Les caractéristiques dimensionnées des bassins facultatifs (qui sont également au nombre de 3 à l'horizon du projet) ainsi que les paramètres de dimensionnement et de vérification du fonctionnement pour les différents horizons, sont récapitulées dans le tableau suivant :

Années	2013	2015	2017	2019	2021	2023
Population raccordée	3473	4268	5355	6990	8425	9930
Débit eaux usées (m <sup>3</sup> /j)	243	300	325	352	428	463
concentration (mg/l)	<u>257</u>	<u>256</u>	<u>297</u>	<u>370</u>	<u>366</u>	<u>399</u>
nombre de bassins	<u>2</u>	<u>2</u>	<u>2</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>3</u>
Charge surfacique (Kg/ha/j)	220	220	220	220	220	220
surface calculée (m <sup>2</sup> )	2841	3492	4381	5910	7123	8395
surface d'un seul bassin (m <sup>2</sup> )	1421	1746	2191	2955	2374	2798
Volume total d'un bassin (m <sup>3</sup> )	2273	2794	3505	4728	3799	4477
surface prise en considération (m <sup>2</sup> )	4198	4198	4198	4198	4198	4198
surface totale de bassin (m <sup>2</sup> )	8395	8395	8395	8395	12593	12593
profondeur (m)	<u>1,6</u>	<u>1,6</u>	<u>1,6</u>	<u>1,6</u>	<u>1,6</u>	<u>1,6</u>
largeur (m)	<u>46</u>	<u>46</u>	<u>46</u>	<u>46</u>	<u>46</u>	<u>46</u>
longueur (m)	<u>92</u>	<u>92</u>	<u>92</u>	<u>92</u>	<u>92</u>	<u>92</u>
Volume total (m <sup>3</sup> )	6716	6716	6716	6716	6716	6716
temps de séjour	<u>28</u>	<u>22</u>	<u>21</u>	<u>19</u>	<u>16</u>	<u>15</u>
rendement (%)	80	80	80	80	80	80
concentration à la sortie (mg/l)	<u>51</u>	<u>51</u>	<u>59</u>	<u>74</u>	<u>73</u>	<u>80</u>

Tableau 18 : Paramètres de dimensionnement des bassins facultatifs (2013-2023)

### **3.2.3. Bassin de maturation :**

Les bassins de maturation reçoivent un effluent très peu chargé provenant des bassins précédents. La taille et le nombre de bassins de maturation dépend des normes de rejet ou de la qualité microbiologique souhaitée. Dans ces bassins, il n'y a pas de réelle stratification biologique et physico-chimique comme dans les lagunes facultatives. La faible profondeur des lagunes de maturation (de 1 à 1,5 mètres) est indispensable afin de maintenir le bassin en conditions d'aérobiose et de permettre aux rayons du soleil de pénétrer jusqu'au fond du bassin.

Ces bassins sont utiles lorsque les eaux seront utilisées pour l'irrigation des périmètres particuliers comme les terrains de golf.

Puisque les eaux traitées seront rejetées vers la mer, cette étape n'est pas importante, mais si on en aura besoin dans l'avenir, leur construction ne causera pas de problème tant que le site prévu de la station ne présente pas de limitation.

## **Résumé :**

La station d'épuration sera construite au centre d'Ayir, en tenant compte du débit des rejets qui va atteindre 463 m<sup>3</sup>/j à l'horizon 2023, résultant de l'augmentation de la population raccordée au réseau d'assainissement qui passera de 3473 habitants à 9930 habitants.

Ce débit nous a permis de préciser le nombre de bassins dont on aura besoin :

Deux bassins anaérobies, deux jusqu'à trois bassins facultatifs et aucun bassin de maturation tant que les eaux traitées seront rejetées vers la mer avec un rendement épuratoire de 80%.

L'ajout d'autres bassins dans la station en avenir, sera déterminé en fonction du débit d'effluent rejeté, des moyens financiers de la commune et de l'ONEE-BRANCHE EAU ainsi que de la disponibilité du terrain.

**Chapitre 5 :**  
**EVALUATION**  
**DES IMPACTS**  
**DE LA STEP SUR**  
**L'ENVIRONNEMENT**

La construction de la station d'épuration des eaux usées dans le centre Ayir, influencera son milieu environnant et ses conditions climatiques locales.

Les zones qui seront impactées sont les périmètres urbains ainsi que la partie sud vers la route côtière reliant le centre à la ville de Safi, elle englobe aussi la partie littorale pour inclure le lieu de rejet des eaux usées épurées.

Pendant la phase de construction, la pollution du milieu sera causée par les creusements des emplacements des conduites du réseau et des bassins de la station, tandis que la phase d'exploitation, qui mènera une pollution durable, va entraîner des problèmes des odeurs néfastes, des bruits des engins et un danger d'infiltration des eaux usées dans le sol en menaçant la qualité des eaux souterraines.

## **1. IDENTIFICATION ET EVALUATION DES IMPACTS :**

### **1.1. Identification des impacts :**

En vue d'identifier et de prédire les impacts environnementaux et socio-économiques du centre Ayir, il est essentiel de suivre une procédure qui permet d'évaluer objectivement la situation.

Les impacts seront identifiés pour deux phases du projet.

#### **1.1.1. Phase de construction :**

Il s'agit principalement des impacts liés aux opérations de:

- Terrassement (creusement, excavations,...) impactent négativement la qualité du sol et de l'air (génération de bruit et de poussière) et donc la qualité de vie de la population et le paysage. De même, cette procédure a un impact positif sur le marché de l'emploi
- Pose des canalisations et de construction des ouvrages d'assainissement (Station d'épuration et station de pompage) qui engendre les mêmes impacts.

#### **1.1.2. Phase d'exploitation :**

Il s'agit principalement des impacts liés à :



- La présence des ouvrages d'assainissement (STEP et station de pompage), qui engendre le dégagement d'odeurs et de bruits touchant négativement la qualité de l'air et donc la qualité de vie, la santé de la population et le paysage ;

- Le fonctionnement des ouvrages d'assainissement impacte positivement les ressources en eau, la qualité de vie et la santé de la population et le paysage, car les eaux usées ne sont plus rejetés à l'état brut constituant une menace potentielle de pollution et de maladie. Par contre, le mauvais fonctionnement de ces ouvrages ainsi que la production de boues ont un impact négatif sur ces mêmes éléments.

## **1.2.Évaluation des impacts :**

L'évaluation des impacts identifiés est faite selon des indicateurs relatifs à l'étendue de l'impact, son intensité et sa durée :

### **1.2.1. Étendue :**

Il s'agit de la portée géographique de l'impact. Elle peut être ponctuelle, locale, régionale ou nationale.

### **1.2.2. Intensité :**

L'intensité de l'impact représente le degré d'effet sur un élément du milieu. Elle est :

- Forte, si l'impact détruit ou altère l'élément de manière significative ;
- Moyenne, si l'impact modifie de manière sensible l'intégrité de l'élément ;
- Faible, si l'impact modifie peu la qualité de l'élément.

### **1.2.3. Durée :**

La durée de l'impact peut être courte, moyenne ou longue.

## **1.3.Impacts positifs :**

La réalisation de la STEP au centre Ayir constitue une mesure pour protéger l'environnement. En effet, l'absence de réseau de collecte des eaux usées et leur évacuation dans des puits perdus ou des fosses non conformes ou dans les voies publiques constitue une

menace réelle pour les ressources en eau et la santé de la population. Les impacts positifs peuvent être récapitulés dans ce qui suit :

- La suppression des stagnations des eaux usées contribue significativement à l'amélioration des conditions et la qualité de vie de la population et le paysage ;
- La réduction du risque de pollution des ressources en eau souterraine et de contamination du réseau d'eau potable et donc des risques sanitaires ;
- La création d'emplois temporaires de la main d'œuvre locale durant la construction et de la main d'œuvre permanente pour l'exploitation du réseau, de la STEP et de la station de pompage.

## **1.4.Impacts négatifs :**

### **1.4.1. Phase de construction :**

Les impacts, lors de cette phase, sont causés par les opérations suivantes :

- La circulation des engins et le transport des matériaux de construction ;
- Les travaux d'excavation ;
- La pose des canalisations et la construction des ouvrages et des pistes d'accès.

Ces impacts restent, malgré tout, d'importance mineure, puisque leur intensité est jugée faible, leur étendue est locale et de courte durée.

### **1.4.2. Phase d'exploitation :**

Les impacts, lors de cette phase, sont causés par les éléments suivants :

- Le transport des eaux usées ;
- Le fonctionnement de la STEP : cas de dégagement des gaz nauséabonds et infiltrations des effluents au niveau des bassins. Pour atténuer à ceci, une plantation des arbres peut permettre de réduire les odeurs et augmenter le paysage, aussi installer des géomembrane pour assurer de l'étanchéité. L'intensité de l'impact est faible, sa portée est locale, l'importance est faible sur une longue durée;

- Les rejets d'eaux épurées de la STEP : l'impact des rejets est quasi-nul sur le milieu marin et le milieu humain, tant que l'effluent épuré sera conforme aux normes de rejet en milieu naturel ;

- La production des boues de la STEP : les boues produites par les bassins, seront déposées dans des lits de séchage, dont l'étanchéité est assurée par une couche de béton. Les boues déshydratées et stabilisées seront mises en décharge publique. L'impact de la production des boues est d'une intensité faible et l'étendue est locale sur une longue durée. Donc l'importance est considérée mineure.

## **CONCLUSION :**

**Cette étude portant sur le dimensionnement de la Station d'épuration du centre Ayir (Province de Safi), nous a offert l'occasion d'apprendre et de maîtriser les étapes à suivre lors de l'élaboration de tels projets.**

**Nous avons déterminé dans un premier temps la demande en eau potable de la population et son évolution dans les années à venir.**

**Nous avons défini ensuite les débits des rejets et leur concentration en pollution, ce qui est nécessaire pour dimensionner les ouvrages de la station d'épuration et pour en sortir avec des rendements optimaux.**

**Nous nous sommes initiées aux calculs et formules qui servent à construire les bassins et nous avons aussi pris connaissance du procédé du traitement physique des eaux usées par lagunage qui présente celui le mieux adapté pour le centre Ayir.**

**Le milieu naturel est une richesse à conserver et il doit toujours être pris en considération en menant des projets similaires. Dans le chapitre d'évaluation des impacts de la station sur l'environnement, Nous avons essayé de déterminer les différents effets, qu'ils soient positifs ou négatifs, causés pendant les étapes de réalisation et fonctionnement de la STEP.**

## **Références Bibliographiques :**

- Racault Y., (1997) - Le lagunage naturel : les leçons tirées de 15 ans de pratique en France. Quae ed., 60 p..

- Secrétariat d'état chargé de l'eau et l'environnement département de l'environnement, (2011) - Recueil des lois relatives à la protection de l'environnement, rapport interne, Rabat, 167 p..

- Lagrani S., (2012) - Conception et dimensionnement des ouvrages de prétraitement des eaux usées - Institut international de l'eau et de l'assainissement (rapport inédit), 59p ..

-Laaouan M., (2000) - Conception et dimensionnement des systèmes d'épuration des eaux usées - lagunage naturel. Institut international de l'eau et de l'assainissement, direction ingénierie de formation (rapport inédit), 14p..

- Knidiri J., Khattabi A., (2010) - Assainissement liquide du centre Tnine l'Oudaya : Dimensionnement du réseau des eaux pluviales et de la station d'épuration, Rapport de licence, Université Cadi Ayyad, 67p...

-ONNEE-Branche Eau, (2010) – Étude d'Assainissement liquide des Centre de Beddouza, Ayir et Souiria Lakdima-Province de Safi, mission 1 : étude avant projet sommaire, 99p...

### **Les sites web consultés :**

1. [http://www.agrosupdijon.fr/fileadmin/user\\_upload/pdf/formations/IAE/Bibliographie/Reseaux\\_3\\_hydraulique.pdf](http://www.agrosupdijon.fr/fileadmin/user_upload/pdf/formations/IAE/Bibliographie/Reseaux_3_hydraulique.pdf)
2. [http://www.hydranet.fr/doc/621\\_Degrillage.pdf](http://www.hydranet.fr/doc/621_Degrillage.pdf)
3. [http://www.ensa.dz/IMG/pdf/Cours\\_Hydraulique\\_TC3.pdf](http://www.ensa.dz/IMG/pdf/Cours_Hydraulique_TC3.pdf)
4. [http://www.agire-maroc.org/fileadmin/user\\_files/pdf/presentation\\_agadir/mardi/%C3%A9puration%20des%20eaux%20us%C3%A9es/AhmedCHALABI-experienccemarocaineenmatieredelagunage.pdf](http://www.agire-maroc.org/fileadmin/user_files/pdf/presentation_agadir/mardi/%C3%A9puration%20des%20eaux%20us%C3%A9es/AhmedCHALABI-experienccemarocaineenmatieredelagunage.pdf)
5. <http://www.onep.ma/index.htm>
6. <http://www.iea.ma/>

## Liste des tableaux:

**Tableau 1 : températures moyennes mensuelles de la station de Safi**

**Tableau 2 : précipitations moyennes mensuelles de la station de Safi**

**Tableau 3 : prévisions démographiques de la population (2013-2023)**

**Tableau 4 : Détermination des besoins en eau potable (2013-2023)**

**Tableau 5 : calcul des débits moyens des eaux usées (2012-2023)**

**Tableau 6 : calcul des débits moyens net des eaux usées (2013-2023)**

**Tableau 7 : tableau récapitulatif des débits des eaux usées (2013-2023)**

**Tableau 8 : les ratios unitaires de pollution au centre Ayir (2013-2023)**

**Tableau 9 : production totale et concentrations de pollution au centre Ayir**

**Tableau 10 : Pollution générée par l'abattoir du centre Ayir**

**Tableau 11 : caractéristiques du réseau unitaire**

**Tableau 12 : caractéristiques du réseau séparatif**

**Tableau 13 : caractéristiques du réseau pseudo-séparatif**

**Tableau 14 : valeurs spécifiques des rejets au Maroc**

**Tableau 15 : dimensionnement du dégrilleur pour la STEP (2013-2023)**

**Tableau 16 : Dimensionnement du dessableur pour la STEP (2023)**

**Tableau 17 : Paramètres de dimensionnement des bassins anaérobies (2013-2023)**

**Tableau 18 : Paramètres de dimensionnement des bassins facultatifs (2013-2023)**

## **Liste des figures :**

**Figure 1 : Emplacement du centre Ayir dans la province de Safi**

**Figure 2 : Carte géologique de la province de Safi**

**Figure 3 : Variations des températures mensuelles de la station de Safi**

**Figure 4 : Variations des précipitations mensuelles moyennes de la station de Safi**

**Figure 5 : rose des vents à la station de Safi (%)**

**Figure 6 : Carte des nappes phréatiques à Doukkala- Abda**

**Figure 7 : Carte piézométrique de la province de Safi**

**Figure 8 : Photo d'un dégrilleur manuel incliné**

**Figure 9 : Photo d'un dessableur**

**Figure 10 : Schéma des filières de lagunage naturel**

## **Liste des Annexes :**

**Annexe n°1 : Les formules du dimensionnement de la station de pompage**

**Annexe n°2 : Des lois relatives à la protection de l'environnement**

**Annexe n°3 : Photos de la zone du projet et du marché hebdomadaire**

**Annexe n°4 : Les points d'eau de la commune rurale Ayir**

**Annexe n°5 : tableau des fréquences des vents à la station de Safi**

**Annexe n°6 : Plan d'aménagement du centre Ayir (Laakarta)**

**Annexe n°7 : Schéma localisant le site de la STEP**



## ANNEXE n° 1:

### Formule de Manning Strickler:

$$C = K * Rh^{1/6}$$

$$Q = V * S = K * Rh^{2/3} * i^{1/2} * S$$

Avec :

Q= débit en m<sup>3</sup>/s

V= vitesse moyenne en m/s

Rh= rayon hydraulique de la section en m

I= pente longitudinale du canal en m/m

S= section mouillée m<sup>2</sup>

K=coefficient de MANNING-STRICKLER

Caractéristiques	$K_s$ m <sup>1/3</sup> s <sup>-1</sup>
<i>Parois très lisses</i> : revêtements en mortier de ciment et sable, très lisses; planches rabotées; tôle métallique sans soudures saillantes . . . . .	100 à 90
Mortier lissé . . . . .	85
<i>Parois lisses</i> : planches avec des joints mal soignés; enduit ordinaire; grès . . . . .	80
Béton lisse; canaux en béton avec des joints nombreux . . . . .	75
Maçonnerie ordinaire; "ciment-gun"; terre exceptionnellement régulière. . . . .	70
<i>Parois rugueuses</i> : terre irrégulière; béton rugueux ou vieux; maçonnerie vieille ou mal soignée. . . . .	60
<i>Parois très rugueuses</i> : terre très irrégulière avec des herbes; rivières régulières en lit rocheux . . . . .	50
Terre en mauvais état; rivière en lit de cailloux . . . . .	40
Terre complètement à l'abandon; torrents transportant de gros blocs . . . . .	20 à 15

### **Formule de Chezy :**

La formule de Chezy est inspirée de celle de darcy-weisbach :

$$h_f = \lambda * L / (D * (V^2 / 2g))$$

avec :

L= diamètre de la section d'écoulement (m)

V=vitesse d'écoulement (m/s)

$\lambda$ = coefficient de frottement

### **Formule de Colebrook :**

$$1/\text{racine} = -2 \text{Log} [(k / (3,71 * D)) + (2,51 / (R_e * \text{racine}))]$$

avec :

D= diamètre de la section d'écoulement circulaire

$R_e$ = nombre de Reynolds qui définit les régimes d'écoulement

k= hauteur des protubérances des surfaces rugueuses

## ANNEXE n° 2 :

### Quelques lois relatives à la protection de l'environnement :

- **Dahir n° 1-95-154 du 16 août 1995 portant promulgation de la loi n° 10-95 sur l'eau :**

#### Article 54 :

Il est interdit :

De rejeter des eaux usées ou des déchets solides dans les oueds à sec, dans les puits, abreuvoirs et lavoirs publics, forages, canaux ou galeries de captage des eaux. Seule est admise l'évacuation des eaux résiduaires ou usées domestiques dans des puits filtrants précédés d'une fosse septique ....

- **Décret n° 2-97-787 du 4 février 1998 (6 chaoual 1418), relatif aux normes de qualité des eaux et à l'inventaire du degré de pollution des eaux.**
- **Décret n° 2-04-553 du 13 hijja 1425 relatif aux déversements, écoulements, rejets, dépôts directes ou indirectes dans les eaux superficielles ou souterraines :**

#### Article 12 :

Les caractéristiques physiques, chimiques, biologiques et bactériologiques de tout déversement doivent être conformes aux valeurs limites de rejet fixées par arrêtés conjoints des autorités gouvernementales chargées de l'intérieur, de l'eau, de l'environnement, de l'industrie et de toute autre autorité gouvernementale concernée. Ces arrêtés fixent également les échéanciers dans lesquels les déversements doivent se conformer auxdites valeurs qui peuvent être générales ou spécifiques pour certaines activités.

- **Dahir n° 1-03-56 du 10 Rabi 1- 1424 (12 mai 2003) portant promulgation de la loi n° 11-03 relative à la protection et à la mise en valeur de l'environnement :**

Article 31 :

L'émission dans l'air de toute substance polluante en particulier les fumées, poussières ou gaz toxiques, corrosifs ou radioactifs est interdite au-delà des limites prévues par les dispositions législatives et réglementaires.

Article 44 :

Les dispositions législatives et réglementaires fixent notamment :

- la liste des substances liquides et gazeuses dont le rejet est interdit, leur composition et le degré de leur concentration ainsi que les substances en circulation donnant lieu à autorisation ou à déclaration préalable ;
- les conditions dans lesquelles doivent s'effectuer les opérations de collecte, de stockage, de traitement, de recyclage, de réutilisation et d'élimination définitive des rejets.

## ANNEXE n° 3 :



**Figure 1 : Zone du projet**



**Figure 2 : Marché hebdomadaire avec abattoir**

# ANNEXE n° 4 :

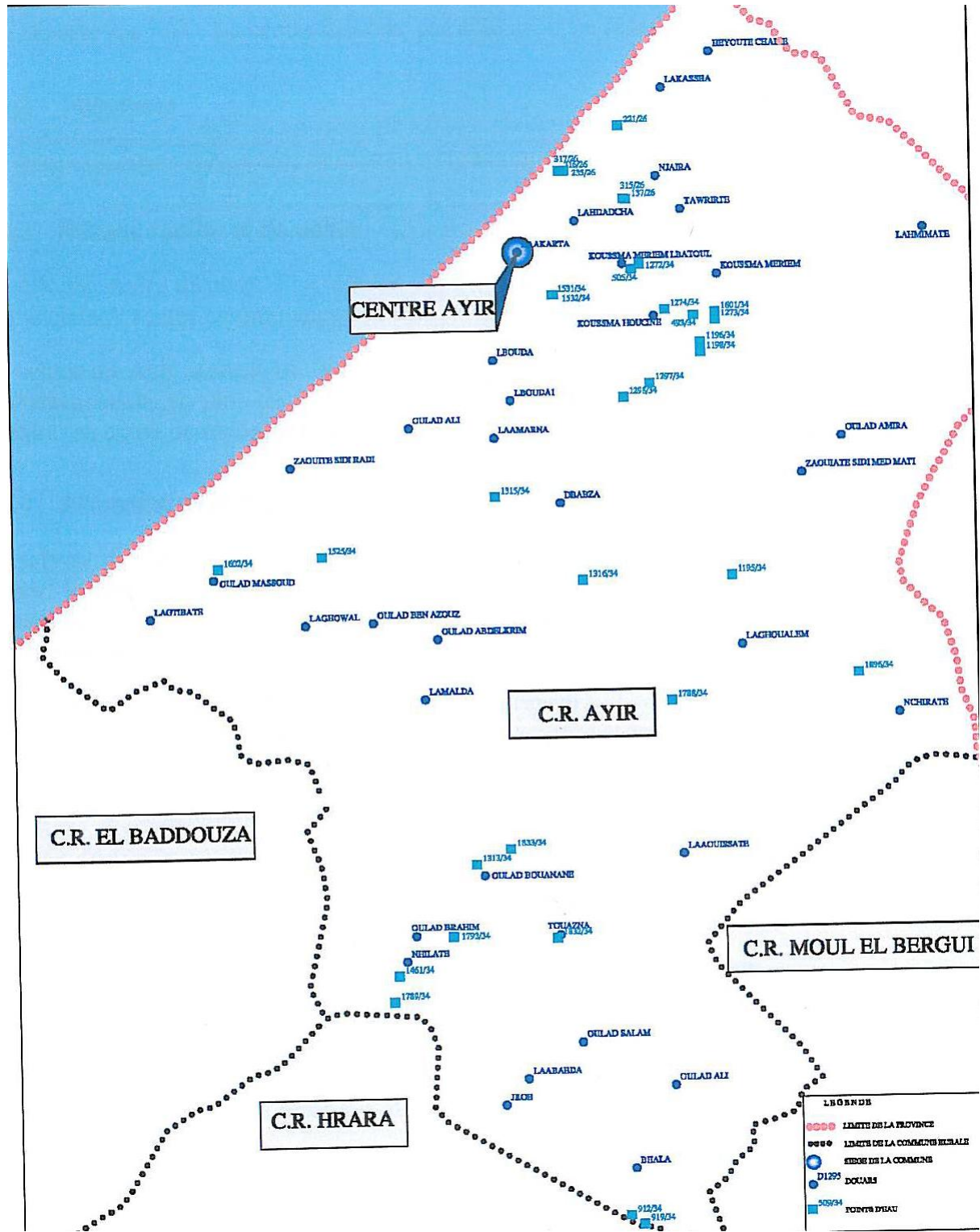


Figure : les points d'eau de la commune rurale Ayir  
(Source : C.A.A.D.I)

## ANNEXE n° 5 :

vitesse (m/s)	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	Totaux
< 2	–	–	–	–	–	–	–	–	13,18
2 à 5	5,43	<u>7,64</u>	<u>18,7</u>	1,9	0,69	2,55	8,31	7,23	52,48
6 à 10	4,81	<u>9,95</u>	<u>8,32</u>	0,31	0,41	1,41	4,39	2,75	32,35
11 à 16	0,12	<u>0,56</u>	0,27	–	–	0,24	<u>0,69</u>	0,03	1,91
17 à 24	–	–	–	–	–	0,01	<u>0,07</u>	–	0,08
Totaux	10,36	18,15	27,32	2,21	1,1	4,21	13,46	10,01	100

**Tableau : fréquences des vents à la station de Safi**

(Source : C.A.A.D.I)

# ANNEXE n° 6 :

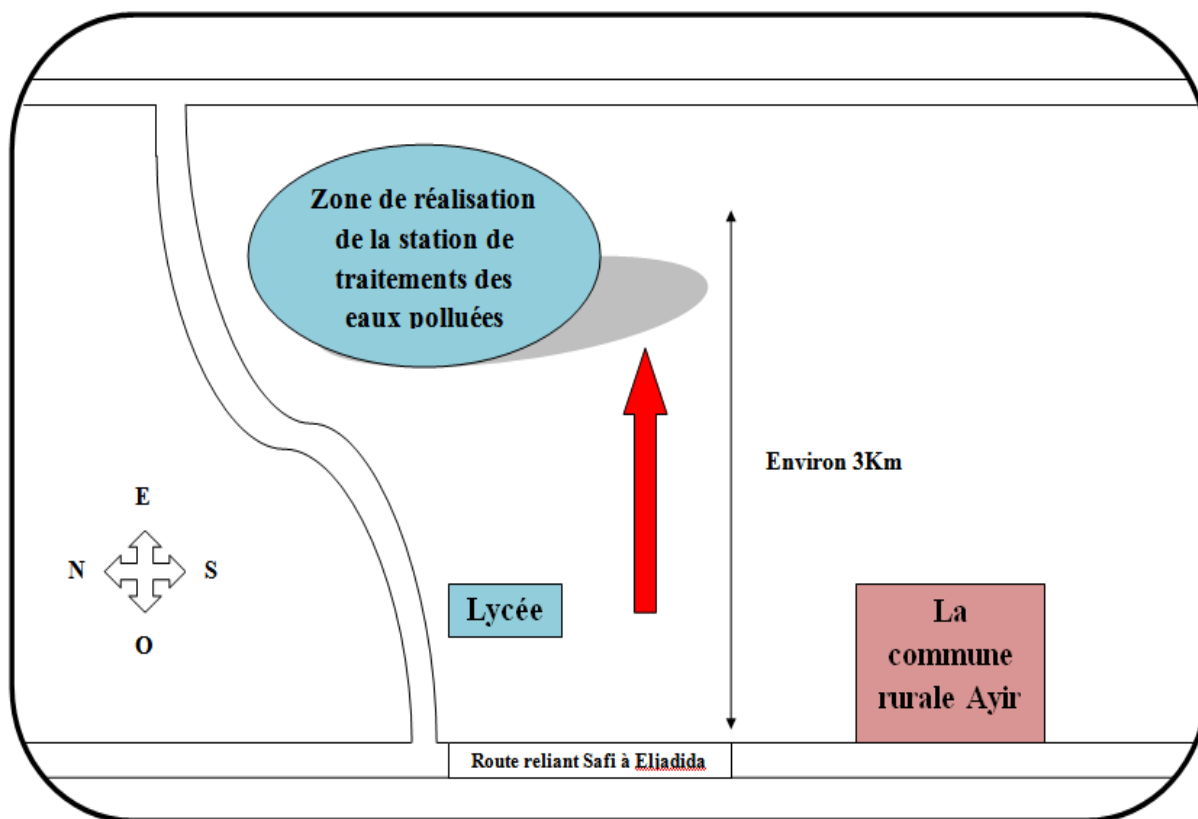


Figure : plan d'aménagement du centre Ayir (Laakarta)

(Source : C.A.A.D.I)



## ANNEXE n° 7 :



**Figure : Schéma localisant le site de la STEP**