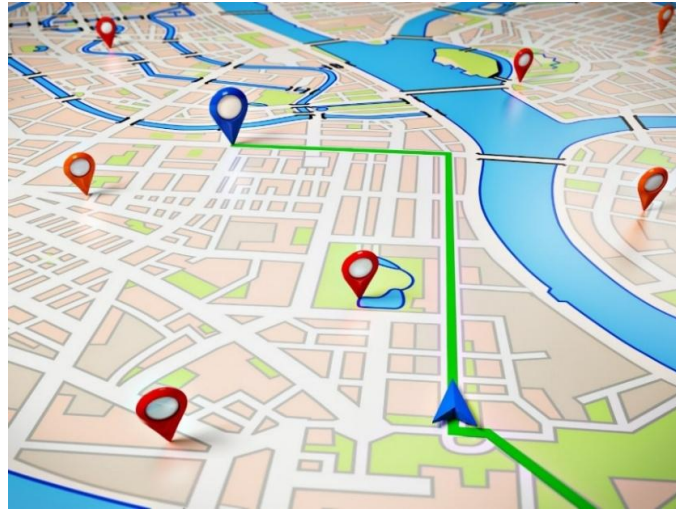


**MEMOIRE DE FIN D'ETUDE**  
**LICENCE EN SCIENCES ET TECHNIQUES**  
**« Eau et Environnement »**

Intitulé :

**GÉOLOCALISATION DES STATIONS DE POMPAGE ET STATIONS  
D'ÉPURATION DES EAUX USÉES DANS LA ZONE D'ACTION DE LA  
RÉGIE AUTONOME INTERCOMMUNALE DE DISTRIBUTION D'EAU,  
D'ÉLECTRICITÉ ET D'ASSAINISSEMENT LIQUIDE DES PROVINCES  
D'EL JADIDA ET DE SIDI BENNOUR**



Réalisé par :

Lahcen OUIHI

Taha Amine EL WAQOUDI

**Soutenu : Le 03 Chawwal 1438**

Devant le jury composé de :

Mme. ELHARIRI Khadija

FST-Marrakech, Encadrante

M. FADILE Abdelali

RADEEJ, Co-encadrant

M. HAFID Ahmid

FST-Marrakech, Examineur

**ANNEE UNIVERSITAIRE : 2016-2017**



# REMERCIEMENTS

**La reconnaissance est la mémoire du cœur**

« Hans Christian Andersen »

Après nos louanges à Dieu, et au terme de notre stage, nous tenons à exprimer nos remerciements les plus sincères à **Monsieur Abdellah ILHAMI**, Directeur Général de la R.A.D.E.E.J de nous avoir accordée l'opportunité d'approfondir nos connaissances professionnelles via un stage de fin d'études au sein de la RADEEJ.

Notre profonde gratitude s'adresse également à **Monsieur EL KOURSI**, Chef division « Eau et Assainissement » pour son accueil et son précieux soutien.

Nos vifs remerciements vont à **M. FADILE Abdelali** et **Mme. EL HARIRI Khadija** et pour la qualité de leur encadrement, leurs fructueuses orientations et leur soutien tout au long de ce stage.

A tous, MERCI.

**Lahcen OUIHI**

**Taha Amine ELWAQOUDI**

## DÉDICACES

*Louange à Dieu seul,*

*Ce modeste travail est dédié spécialement*

*À nos chères mamans en témoignage de nos reconnaissances  
pour leur amour et leur affection.*

*À nos chers papas pour leur soutien, leurs sacrifices et leur  
dévouement.*

*« À vous, nos parents, on vous dit merci d'avoir fait de nous  
ceux que nous sommes aujourd'hui. Aucune dédicace ne  
pourra exprimer nos respects, nos considérations et notre  
grande admiration pour vous. Puisse ce travail vous  
témoigner notre affection et notre profond amour »*

*À nos frères et sœurs et à nos meilleurs amis, qu'ils gardent de  
bons souvenirs des moments inoubliables qu'on a passé  
ensemble.*

# RÉSUMÉ

Notre travail est scindé en trois parties :

- La première consiste en la réalisation de différentes prises de points sur terrain par GPS.

Pour effectuer ce travail, plusieurs visites ont été effectuées sur site, par l'assistance des agents de la Régie Autonome Intercommunale de Distribution d'Eau, d'Électricité et d'Assainissement liquide des Provinces d'El Jadida et de Sidi Bennour, la prise des points s'est déroulée durant 9 missions.

- La deuxième consiste au calage des points sur la carte à l'aide des logiciels appropriés.

Une variété de cartes a été élaborée durant cette étape, y compris des cartes d'altitudes, des cartes topographiques, des cartes géographiques et des cartes géologiques, tous dans notre zone d'étude, limitée dans la zone d'action de la RADEEJ

- La troisième partie est consacrée à l'analyse et à l'interprétation des cartes élaborées.

Cette analyse ambitionne non seulement une gestion efficiente des stations existantes, et une meilleure appréciation de leur impact environnemental, mais aussi d'élaborer une stratégie qui s'appuie sur une bonne compréhension du choix des sites des stations de pompage et d'épuration. Cela nous aidera par la suite à proposer d'autres projets qui satisferont tous les besoins liés à l'assainissement.

# Liste des tableaux

Tableau 1 : Les stations de pompage de la zone d'action de la RADEEJ

Tableau 2 : Les stations d'épuration des eaux usées de la zone d'action de la RADEEJ

Tableau 3 : Les 9 missions de prise des points

Tableau 4 : Coordonnées du contour de la station de Prétraitement d'El Jadida

Tableau 5 : Coordonnées de l'émissaire en mer

Tableau 6 : Coordonnées des contours des stations Essaadiyine et Sidi Daoui

Tableau 7 : Coordonnées des contours des stations de pompage Sidi Bouzid, My Abdellah et Hay Farah

Tableau 8 : Coordonnées des contours des stations de pompage Marjana et Jabrane Khalil Jabrane.

Tableau 9 : Coordonnées de la station d'épuration de Ouled Frej

Tableau 10 : Coordonnées du contour de la station d'épuration de la ville de Zemamra

Tableau 11 : Coordonnées du contour de la station de refoulement de Zemamra

Tableau 12 : Coordonnées du contour de la station d'épuration de Oualidia

Tableau 13 : Coordonnées du contour des stations de pompage de Oualidia

Tableau 14 : Coordonnées du contour de la station de pompage de Bir Jdid

Tableau 15 : Les stations de pompage et leurs altitudes moyennes

## Liste des cartes

- Carte 1 : Carte représentant la zone d'action de la RADEEJ
- Carte 2 : Carte géologique de la zone d'action de la RADEEJ extraite de la carte géologique du Maroc
- Carte 3 : Carte représentant la station de prétraitement et la digue de l'émissaire en mer d'El Jadida
- Carte 4 : Carte représentant les stations de pompage Essaadiyine et Sidi Daoui
- Carte 5 : Carte représentant les stations de pompage Sidi Bouzid, My Abdellah et Hay Farah
- Carte 6 : Carte représentant la station de pompage Marjana et Jabrane Khalil Jabrane
- Carte 7 : Carte représentant la station d'épuration de Ouled Frej
- Carte 8 : Carte représentant la station d'épuration de la ville de Zemamra
- Carte 9 : Carte représentant la station d'épuration des eaux usées Zemamra et la station de pompage de Zemamra
- Carte 10 : Carte représentant la station d'épuration de Oualidia
- Carte 11 : Carte représentant la station d'épuration de Oualidia et de ces quatre stations de pompage
- Carte 12 : Carte représentant la station de pompage des eaux usées de Bir Jdid
- Carte 13 : Carte représentant l'emplacement global des stations de pompage et stations d'épuration
- Carte 14 : Carte représentant les différentes stations projetées sur une carte de l'altitude

## Liste des photos

Photo 1 : Photo représentant une station de pompage à Zemamra

Photo 2 : Photo du GPS Garmin Oregon 650

Photo 3 : Photo illustrant le déroulement de la première mission à la STEP Zemamra

Photo 4 : Caractéristiques des projections Lambert-Maroc

Photo 5 : Photo de la station de prétraitement des eaux usées d'El Jadida

Photo 6 : Photo d'un bassin anaérobie dans la station d'épuration de Ouled Frej

Photo 7 : Photo représentant la station d'épuration des eaux usées de Zemamra

Photo 8 : Photo représentant l'entrée de la station d'épuration des eaux usées de Oualidia

## Liste des figures

Figure 1 : Figure représentant les stations de pompage et la station d'épuration des eaux usées du centre Oualidia

Figure 2 : Coupe représentant la différence d'altitudes entre les stations de pompage et la SPRET d'El Jadida

Figure 3 : Coupe représentant la différence d'altitudes entre les stations de pompage de Sidi Bouzid, My Abdellah, Hay Farah et la SPRET d'El Jadida

Figure 4 : Coupe représentant la différence d'altitudes entre la station d'épuration et le centre de Ouled Frej

Figure 5 : Coupe représentant la différence d'altitudes entre la station de pompage de Zemamra et la station d'épuration de Zemamra

Figure 6 : Coupe représentant la différence d'altitudes entre les stations de pompage SP1, SP3 et SP4 et la STEP de Oualidia

Figure 7 : Coupe représentant la différence d'altitudes entre la station de pompage SP2 et la STEP de Oualidia

Figure 8 : Coupe représentant la différence d'altitudes entre la station de pompage de Bir Jdid et Oued Lahouir

## Nomenclature et liste d'abréviation

<b>ABREVIATION</b>	<b>DESIGNATION</b>
RADEEJ	Régie Autonome Intercommunale de Distribution d'Eau, d'Électricité et d'Assainissement liquide des Provinces d'El Jadida et de Sidi Bennour
SIG	Système d'Informations Géographiques
GPS	Global Positioning System
GNSS	Global Navigation Satellite System
GSM	Global System for Mobile
GPRS	General Packet Radio Service
UMTS	Universal Mobile Telecommunications System
SP1	Station de pompage 1
SP2	Station de pompage 2
SP3	Station de pompage 3
SP4	Station de pompage 4
SPRET	Station de prétraitement
STEP	Station d'épuration
EH	Equivalent-Habitant



# SOMMAIRE

1.	Introduction .....	11
2.	Présentation de l'organisme d'accueil.....	12
3.	Objectif de l'étude .....	13
3.1.	Problématique.....	13
3.2.	Objectif.....	14
4.	Synthèse bibliographique .....	15
4.1.	La géolocalisation.....	15
4.1.1.	Définition.....	15
4.1.2.	Domaines d'utilisation.....	15
4.1.3.	Les risques de la géolocalisation .....	16
4.2.	La cartographie.....	16
4.2.1.	Définition .....	16
4.2.2.	Types de cartes.....	17
4.2.3.	Éléments de la carte .....	17
4.3.	Les eaux usées .....	17
4.3.1.	Contexte des eaux usées .....	17
4.3.2.	Les impacts des eaux usées .....	18
4.3.3.	Le traitement des eaux usées.....	19
4.4.	L'assainissement .....	20
4.4.1.	Définition de l'assainissement.....	20
4.4.2.	L'assainissement en milieu urbain .....	20
4.4.3.	L'assainissement et la santé .....	21
4.5.	Etude d'impact d'environnement .....	21
5.	La zone d'étude .....	22
5.1.	Cadre géographique et géologique .....	22
5.1.1.	Cadre géographique .....	22
5.1.2.	Cadre géologique.....	23
5.2.	Description des stations.....	24
5.2.1.	Les stations de pompage des eaux usées de la zone d'action de la RADEEJ.....	24
5.2.2.	Les stations d'épuration des eaux usées de la zone d'action de la RADEEJ.....	25
6.	Méthodologie de travail.....	26
6.1.	Outils de travail .....	26

6.1.1.	Matériel Utilisé .....	26
6.1.2.	Programmes informatiques.....	27
6.2.	Coordonnées et prise des points .....	28
6.2.1.	La prise des points .....	28
6.2.2.	Système de coordonnées .....	29
6.3.	Calages des points sur la carte.....	30
7.	La Géolocalisation des stations de pompage et d'épuration de la zone d'étude.....	31
7.1.	Les stations de pompage et de prétraitement d'El Jadida.....	31
7.1.1.	La station de prétraitement d'El Jadida .....	31
7.1.2.	Stations de pompage Essaadiyine et Sidi Daoui.....	33
7.1.3.	Les stations de pompage Sidi Bouzid, My Abdellah et Hay Farah :.....	34
7.1.4.	Stations de pompage Marjana et Jabrane Khalil Jabrane .....	36
7.2.	La station d'épuration de Ouled Frej.....	37
7.3.	La station de pompage et d'épuration de Zemamra .....	40
7.3.1.	La station d'épuration des eaux usées de la ville de Zemamra.....	40
7.3.2.	La station de pompage de Zemamra.....	42
7.4.	Les stations de pompage et d'épuration de Oualidia .....	43
7.4.1.	La station d'épuration des eaux usées de Oualidia.....	43
7.4.2.	Les quatre stations de pompage de Oualidia .....	45
7.5.	Station de pompage de Bir Jdid.....	46
7.6.	Schématisation globale des stations de pompage et d'épuration.....	47
8.	Analyse et traitement des données .....	49
8.1.	Rôles des stations de pompage des eaux usées de la zone d'action de la RADEEJ.....	51
8.1.1.	La ville d'El Jadida .....	52
8.1.2.	Centre Ouled Frej .....	54
8.1.3.	La ville de Zemamra.....	54
8.1.4.	Centre Oualidia.....	55
8.1.5.	La ville de Bir Jdid .....	56
8.2.	Impact environnemental et critères du choix des sites des stations d'épuration .....	57
8.2.1.	Critères du choix des sites.....	57
8.2.2.	Impact environnemental des stations d'épuration.....	57
9.	Conclusion.....	59
	Références bibliographiques .....	60

# 1. Introduction

A l'origine, la géolocalisation a été conçue pour des besoins de l'armée américaine. En 1993, Bill Clinton décide d'ouvrir cette technique au grand public. Des services sont alors apparus permettant de localiser des objets (bâtiments voitures...), des personnes, de gérer des flottes de véhicules sur un plan ou une carte à l'aide de coordonnées géographiques.

Depuis quelques années, la géolocalisation s'est démocratisée pour ensuite devenir très utilisée notamment pour la navigation routière, maritime, et aérienne.

Les positions sont obtenues à l'aide de systèmes de radionavigation par satellites (GNSS), le terminal le plus connu du grand public est le GPS (Global Positioning System).

Cependant, les systèmes de géolocalisation au Maroc n'ont pas fait de mise à jour pour présenter les infrastructures les plus récentes, c'est-à-dire que tout projet de géolocalisation aidera drastiquement à augmenter la fiabilité de l'utilisation des GPS au Maroc.

Avec le système d'information géographique et à l'aide de GPS on a aussi localisé de notre part les stations de pompage et stations d'épuration des eaux usées dans la zone d'action de la Régie Autonome Intercommunale de Distribution d'Eau, d'Électricité et d'Assainissement liquide des Provinces d'El Jadida et de Sidi Bennour.

Ce travail jamais fait auparavant a été effectué afin de géolocaliser ces stations dans une carte topographique bien simplifiée. Cela aidera l'entreprise à traquer ces stations pour faire des économies et pour avoir un suivi de sécurité permettant des interventions plus rapides, à l'occurrence d'incendies par exemple, en utilisant cette carte.

D'autre part, ces données spatiales nous aiderons à étudier le rôle et l'impact des stations déjà installées au niveau environnemental, ainsi que de proposer la mise en œuvre de nouvelles stations nécessaires pour faire face aux besoins des régions correspondant à la zone de notre étude.

## 2. Présentation de l'organisme d'accueil

Intégrer la R.A.D.E.E.J, c'est rejoindre un organisme en pleine expansion qui gère les activités de distribution d'Eau Potable et d'Electricité ainsi que le Service d'Assainissement Liquide dans 23 Communes au niveau des Provinces d'El Jadida et Sidi Bennour.

La RADEEJ est un établissement semi public à caractère commercial et industriel, elle est dotée de la personnalité civile et de l'autonomie financière. La RADEEJ a été créé le 22 décembre 1970 pour assurer la distribution d'eau et d'électricité dans la ville d'El Jadida à partir du 1<sup>er</sup> janvier 1971.

Le 05 janvier 1977 et par délibération du conseil d'administration de la RADEEJ du 22 octobre 1976, concernant l'institution de la régie intercommunale de distribution d'eau et d'électricité de la province approuvée par arrêté n°00011 du ministre de l'intérieur du 05 janvier 1977, elle a été transformée en régie autonome intercommunale de distribution d'eau et d'électricité de la province d'El Jadida.

La régie a pour mission la distribution d'eau potable et d'électricité et du réseau d'assainissement, et de tous les travaux liés à ces activités.

Leurs activités en matière d'eau potable sont financées par les abonnées grâce à une redevance destinée à redécouvrir les charges de production ou d'achat de l'eau auprès de l'ONEP, ainsi que celles de l'exploitation et d'entretien du réseau de distribution.

En ce qui concerne l'électricité, la régie s'approvisionne auprès d'ONEE.

Pour assurer au mieux ce service qui lui a été confié, la régie réalise à l'intérieur de son périmètre de distribution des travaux d'extension de réseau. Elle est tenue d'installer toutes les nouvelles canalisations (exception faite des travaux réalisés par les lotisseurs à sous contrôle de la régie) tous les équipements et branchements qui lui sont demandés et de procéder aux investissements nécessaires pour faire face à la demande.

Elle a pris en charge les services suivants :

- Exploitation d'électricité :

Le périmètre d'action de la RADEEJ s'étend de la ville d'Azemmour (y compris la rive Nord de l'oued Oum Er-rbia – Commune Sidi Ali Benhamdouche) à Sidi Abed passant par la commune de Haouzia, la ville d'El Jadida, les communes de Moulay Abdellah et Ouled Hcine.

- Distribution d'eau potable :

La RADEEJ assure la distribution d'eau potable dans les villes d'El Jadida, Azemmour, Sidi Bennour, Khémis Zemamra, Bir Jdid et dans les communes d'Ouled Frej, Sidi Smail, Tnine Gharbia, Moulay Abdellah, Sidi Abed, Ouled Ghanem, Oualidia, Chtouka, Haouzia, Sidi Ali Ben Hamdouche et Ouled Hcine.

La Régie assure la production d'eau potable des villes de Sidi Bennour, Khémis Zemamra et des communes de Sidi Smail, Tnine Gharbia, Oualidia, Ouled Ghanem et Sidi Abed.

- Assainissement liquide

La RADEEJ assure la gestion du réseau d'assainissement liquide de la ville d'El Jadida et de la commune de Haouzia depuis le 18 Décembre 2003, et récemment elle a pris en charge les réseaux d'assainissement Des villes de Sidi Bennour, Azemmour et de la commune rurale d'Oualidia.

Depuis l'année 2004 la RADEEJ n'a ménagé aucun effort pour améliorer les conditions de fonctionnement des ouvrages d'assainissement liquide des villes et centres dont elle a la responsabilité de la gestion du réseau d'assainissement liquide. C'est ainsi qu'elle a entamé la première tranche des travaux d'urgence qui a été recommandée par les études des schémas Directeurs de la ville d'El Jadida et du centre Oualidia, comme elle a lancé les études des schémas Directeurs des villes de Sidi Bennour, Azemmour et Bir Jdid et la réalisation de la station d'épuration de Zemamra et Ouled Frej.

## 3. Objectif de l'étude

### 3.1. Problématique

La zone d'action de la RADEEJ est très large comptant au total 23 villes et centres, avec une superficie dépassant les 6314 Km<sup>2</sup>. Cependant la RADEEJ a été chargée de l'assainissement et des eaux usées depuis 2004 dans 10 villes et centres.

La RADEEJ ne compte actuellement qu'une station de prétraitement, trois stations d'épuration et 13 stations de pompage des eaux usées, cela ne répond pas aux besoins, en termes de traitement de toutes les eaux usées, des provinces d'El Jadida et de Sidi Bennour. La géolocalisation globale du total des stations liées aux eaux usées, permettra une gestion efficace des stations existantes, une meilleure appréciation de leur impact environnemental, ainsi qu'une bonne compréhension du choix des sites des stations de pompage et d'épuration. Cela nous aidera par la suite à proposer d'autres projets qui satisferont tous les besoins liés à l'assainissement.

## 3.2. Objectif

La géolocalisation des stations de pompage et stations d'épuration des eaux usées dans la zone d'action de la RADEEJ, et la schématisation globale de l'ensemble de ces stations en une seule carte, est un projet jamais réalisé auparavant, rendant son utilité ; l'utilité principale de la géolocalisation, réside dans la détermination de la position absolue sur le globe.

Ce sujet ayant un aspect plutôt environnemental, utilisera ces données spatiales pour étudier l'impact environnemental des stations déjà installées, ainsi que de comprendre le service attendu des stations de pompage vis-à-vis du réseau d'assainissement. Ce qui permettra ainsi de généraliser et de définir les critères du choix des sites des stations d'épuration d'une part et les stations de pompage d'autre part.

Pour enfin proposer de nouveaux projets d'assainissement à mettre en œuvre dans la zone d'action de la RADEEJ, qui répondront aux besoins liés à la gestion des eaux usées des provinces d'EL Jadida et de Sidi Bennour, et qui impacteront positivement leur environnement.

## 4. Synthèse bibliographique

### 4.1. La géolocalisation

#### 4.1.1. Définition

La géolocalisation ou géoréférencement est un procédé permettant de positionner un objet (une personne, etc.) sur un plan ou une carte à l'aide de ses coordonnées géographiques.

Cette opération est réalisée à l'aide d'un terminal capable d'être localisé grâce à un système de positionnement par satellites et un récepteur GPS par exemple, ou par d'autres techniques; de plus le terminal est en mesure de publier, en temps réel ou de façon différée, ses coordonnées géographiques latitude/longitude. Les positions enregistrées peuvent être stockées au sein du terminal et être extraites ultérieurement, ou être transmises en temps réel vers une plateforme logicielle de géolocalisation. La transmission en temps réel nécessite un terminal équipé d'un moyen de télécommunication de type GSM, GPRS, UMTS, radio ou satellite lui permettant d'envoyer les positions à des intervalles réguliers. Ceci permet à la plateforme de visualiser la position du terminal au sein d'une carte. La plateforme est le plus souvent accessible depuis internet. (Pierre Smith ,2011)

#### 4.1.2. Domaines d'utilisation

Les applications de la géolocalisation sont en plein développement, tant au niveau privé qu'au niveau professionnel. De plus, couplées à des systèmes de télérelève intégrés et sur mesure, de vraies applications métier ont rapidement vu le jour. La géolocalisation dans le milieu professionnel est presque toujours synonyme de gain de productivité, économies de carburant, économies de communications et sécurité accrue. De plus, ces solutions offrent aux responsables de l'exploitation du parc1 une vision globale et un meilleur temps de réactivité en cas d'incident. Ceci permet à l'entreprise utilisant un système de géolocalisation d'améliorer son service client et de réduire ses coûts afin d'accroître sa compétitivité.

Quelques domaines dans lesquels la géolocalisation est communément utilisée sont :

Logistique et transport - Loisirs - Agriculture et pêche - Positionnement et suivi - Navigation aérienne - Navigation maritime – Défense. (Romain, 2014)

### 4.1.3. Les risques de la géolocalisation

Devenue à la mode, l'application géolocalisation est utilisée comme outil de travail pour les cambrioleurs. Indiquer ses allées et venues via son checking ou son statut permettent aux voleurs de planifier leur vol ; «Vous vous souvenez peut-être de PleaseRobMe (“s’il vous plaît, cambriolez-moi”), un site qui visait à sensibiliser les utilisateurs des tels services aux risques potentiels ; en se basant sur les informations fournies par Foursquare, Gowalla, etc., PleaseRobMe montrait les personnes qui n’étaient pas chez elles et par conséquent plus susceptibles au cambriolage... » (Techcrunch, un réseau de cambrioleurs). (Pierre Smith ,2011)

## 4.2. La cartographie

### 4.2.1. Définition

La cartographie est à la fois la science, la technique et l’art de réaliser et d’utiliser les cartes. Un bon cartographe doit non seulement en maîtriser les aspects scientifiques et techniques mais doit également mettre en œuvre des compétences artistiques dans le choix des traits, des couleurs et des écritures.

Toutes les cartes sont prévues pour être utilisées, soit pour la randonnée ou la navigation routière, soit pour décrire l’aménagement du territoire ou pour la recherche d’informations dans un atlas. Les cartes sont d’une grande utilité et elles n’ont jamais auparavant été publiées par un si grand nombre de moyens de diffusion.

La carte est un moyen de communication efficace entre un producteur et un utilisateur, et grâce au GPS, beaucoup de choses peuvent être localisées sur une carte. Pendant longtemps le papier a été la matière la plus utilisée pour les cartes. De nos jours, la plupart des cartes sont réalisées grâce à des logiciels cartographiques et sont distribuées sur le net, mais les règles cartographiques restent identiques quel que soit le mode de diffusion. Dans cet ouvrage nous décrirons comment les cartes sont conçues et utilisées, et de quelle façon elles sont distribuées, ainsi que la méthode pour obtenir les données nécessaires. (Bengt Rystedt, 2014)



## 4.2.2.Types de cartes

Il existe différentes sortes de cartes que l'on choisit en fonction de l'objectif visé.

- Si on cherche des informations concernant le relief, les cours d'eau, le climat, la végétation ou la population, on consultera une carte géographique.
- Si on cherche des frontières, des pays, des provinces ou des villes, on consultera une carte politique.
- Si on cherche des autoroutes, des routes, des chemins ou des rues, on consultera une carte routière. (Antoniou B., Haklay M., Morley J., 2010)

## 4.2.3.Eléments de la carte

- D'abord, il y a le titre qui indique le type de carte.
- La signification des symboles et des couleurs est expliquée dans la légende qui se situe dans un encadré juste à côté de la carte. Elle regroupe la signification de chacun des symboles utilisés. Si la carte fait partie d'un atlas, la légende se trouve au début ou à la fin du livre.
- Un autre élément important d'une carte géographique, l'échelle qui permet de savoir la distance réelle entre deux endroits en fonction de la mesure sur la carte. L'échelle est représentée sur la carte ou dans l'encadré de la légende. Elle peut apparaître de différentes façons.
- Finalement, et en relation avec l'orientation, une carte comprend une rose des vents. (Antoniou B., Haklay M., Morley J., 2010)

## 4.3. Les eaux usées

Selon l'OMS 1,6 million d'enfants meurent chaque année en raison de l'insalubrité de l'eau, l'absence de services d'assainissement de base et le manque d'hygiène. (Magli FILOU, juillet 2006)

### 4.3.1.Contexte des eaux usées

Les eaux usées peuvent être définies comme les eaux qui sont dégradées par les activités des hommes. Il peut s'agir d'activités domestiques ou industrielles.

Les eaux usées ont deux origines :

- **Les eaux domestiques :**

Elles correspondent à l'eau que nous consommons à la maison pour les différents besoins quotidiens. On distingue deux catégories d'eaux usées domestiques :

- Les eaux ménagères qui ont pour origine les salles de bain, les cuisines. Elles contiennent des solvants, des graisses et des débris organiques.
- Les eaux vannes s'appliquent aux rejets des toilettes. Elles sont chargées de diverses matières organiques azotées et de germes fécaux.

On estime que la pollution journalière produite par une personne consommant 200 litres d'eau est évaluée comme suit : 70 à 90 g de matières en suspension, 60 à 70 g de matières organiques, 15 à 17 g de matières azotées, 4 g de phosphore, plusieurs milliards de germes pour 100 ml.

- **Les eaux industrielles :**

Les caractéristiques des eaux industrielles varient en fonction de l'industrie qui les produit. Elles peuvent contenir du phosphate et des métaux lourds. De manière générale, les industriels possèdent leur propre système de traitement des eaux usées. Ce qui est plus rare pour les eaux artisanales. (Magli FILOU, juillet 2006)

### 4.3.2. Les impacts des eaux usées

Les eaux usées ont des impacts sur les milieux aquatiques mais également sur la santé de l'homme. (Magli FILOU, juillet 2006)

- **Sur le milieu naturel**

**L'océan :** Lorsque les eaux usées sont rejetées dans la mer après un traitement insuffisant ou sans épuration, elles polluent les eaux de mer. Ce qui influence négativement sur la faune aquatique.

Ces eaux peuvent transmettre à l'homme des maladies, en cas d'ingestion ou de contact.

**Eaux superficielles :** Il arrive que ces déchets soient déversés directement dans le milieu naturel. La présence excessive de phosphates, en particulier, favorise le phénomène d'eutrophisation, c'est-à-dire la prolifération d'algues qui diminue la quantité d'oxygène contenue dans l'eau et peut provoquer à terme la mort des poissons et des autres organismes aquatiques qui y vivent.

Les métaux lourds comme le mercure, le chrome et l'arsenic peuvent avoir des effets sur les espèces aquatiques les plus fragiles. Sous certaines conditions physico-chimiques, certains métaux lourds tel que mercure peuvent s'accumuler le long de la chaîne trophique et avoir un impact sur l'homme.

**Eaux souterraines :** La qualité de l'eau des nappes phréatiques peut être dégradée par les eaux usées, si l'étanchéité de la station d'épuration ou de la lagune est défectueuse ou lorsque le système d'assainissement non collectif présente des dysfonctionnements. (Magli FILOU, juillet 2006)

- Sur la santé de l'Homme

L'eau, ressource naturelle indispensable à la vie, est aussi devenue, de manière directe ou indirecte, la première cause de mortalité et de maladie au monde. L'inégalité dans la répartition des ressources en eau associée à la dégradation de la qualité de l'eau engendrent de grands problèmes de santé. Ainsi, dans les pays en développement, 80 % des maladies sont dues à l'eau, un Africain sur deux souffre d'une maladie hydrique. (Magli FILOU, juillet 2006)

### 4.3.3. Le traitement des eaux usées

Traiter ces eaux usées consiste à en ôter ses polluants pour pouvoir les réutiliser.

Trois à quatre grandes étapes sont nécessaires :

- **Le prétraitement :** qui consiste à éliminer de l'eau les corps flottants
- **Le traitement primaire :** qui permet de supprimer les matières en suspensions
- **Le traitement secondaire** qui vise à éliminer les matières dissoutes dans l'eau
- **Le traitement tertiaire** n'est pas toujours réalisé. C'est une étape complémentaire qui permet de réduire un certain nombre de bactéries.

## 4.4. L'assainissement

### 4.4.1. Définition de l'assainissement

Selon l'OMS (1995), on entend par « assainissement » l'ensemble des travaux à effectuer, en se conformant aux règles d'hygiène, les particuliers, les collectivités et les pouvoirs publics pour faire disparaître dans les agglomérations toutes causes d'insalubrités. Selon le rapport de la première réunion tenue en 1950 du comité des experts de l'environnement, l'assainissement implique le contrôle de l'approvisionnement public en eau, de l'évacuation des excréta et des eaux usées, de l'élimination des déchets et des vecteurs de maladies, des conditions de logement, des aliments et leur manipulation, des conditions atmosphériques et des conditions de sécurité sur le lieu de travail (FRANCEYS, PICKFORD, REED, OMS, 1995).

### 4.4.2. L'assainissement en milieu urbain

L'une des grandes menaces pour la santé humaine dans le monde entier concerne le manque d'accès à des structures d'assainissement adéquat pour une population de plus en plus importante.

Au niveau de l'assainissement, les estimations indiquaient qu'en 1988 plus de 1,7 milliard de personnes dont 331 millions dans les villes et 1,388 milliard dans les campagnes ne bénéficiaient pas d'un assainissement adéquat

Il existe deux principaux systèmes de collectes des eaux usées et des eaux pluviales.

-Le système unitaire : c'est un réseau unique où transite les eaux usées et les eaux pluviales vers un exutoire avec ou sans traitement.

-Le système séparatif : il est composé de deux réseaux, l'un déversant les eaux pluviales dans l'exutoire le plus proche, l'autre collectant les eaux usées pour les ramener généralement à une station de traitement.

Néanmoins, il existe un système « PSEUDO-SEPARATIF » dans lequel les eaux provenant des propriétés (eaux usées et eaux des toitures) sont recueillies dans le réseau « eaux usées » tandis que les eaux de ruissellement provenant des espaces publics le sont par un réseau « pluviale ». Ce système ne nécessite qu'un branchement. (OMS, 1988).

### 4.4.3.L'assainissement et la santé

La santé n'est pas seulement une absence de maladie. Elle ne peut être assurée que là où les ressources permettent de satisfaire les besoins de l'homme et où les milieux de vie et de travail sont protégés contre les polluants, les agents pathogènes et les risques physiques menaçant la vie et la santé.

La santé implique donc un sentiment de bien-être et de sécurité. Les milieux de vie et de sécurité déficients génèrent aussi bien des problèmes de santé physique que psychosocial.

En définitive, la santé est un état de bien-être physique, mental et social et ne consiste pas à une absence de maladie ou d'infirmité. (Pega Tuo,2007)

## 4.5. Etude d'impact d'environnement

Le maître d'ouvrage est responsable de l'étude d'impact, mais l'État doit en contrôler l'existence et le contenu (fond et forme) avant de déclarer que le dossier est complet et la demande d'autorisation recevable.

L'étude d'impact est la règle pour la majorité des projets d'aménagement en raison soit de leur nature, soit d'un seuil technique, soit de leur coût (égal ou supérieur à 1 900 000 euros toutes taxes comprises).

L'étude d'impact est requise pour les installations classées pour la protection de l'environnement soumises à autorisation. Les cas de dispense sont généralement limités aux opérations de faible envergure, aux travaux d'entretien et aux grosses réparations.

Certaines opérations dispensées d'étude d'impact requièrent une notice d'impact.

Qu'elles soient engagées ou non par le même maître d'ouvrage, plusieurs opérations fractionnées dans l'espace, ayant un lien fonctionnel entre elles et étant réalisées de manière simultanée, relèvent d'une étude d'impact portant sur l'ensemble du programme.

Lorsque la réalisation d'une opération est fractionnée dans le temps, l'étude d'impact de chacune des phases de l'opération doit comporter une appréciation des impacts de l'ensemble du programme. (Patrick Michel, 2001)

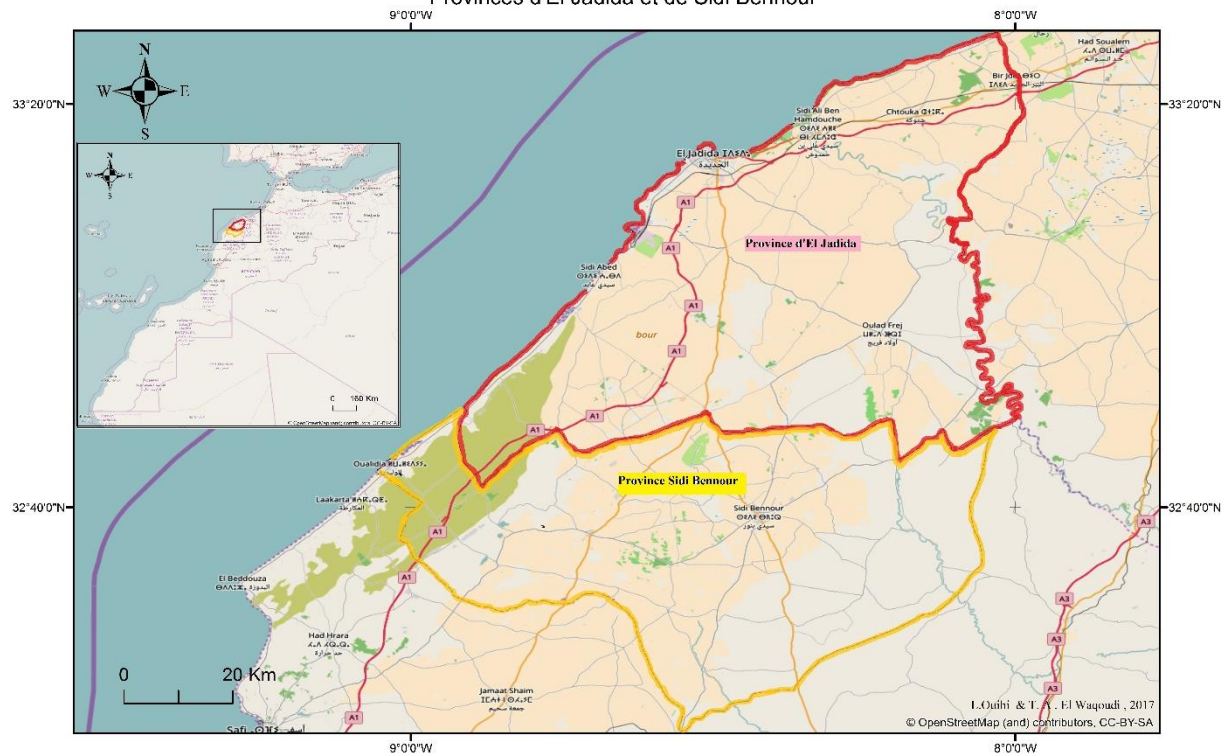
## 5. La zone d'étude

### 5.1. Cadre géographique et géologique

#### 5.1.1. Cadre géographique

Notre zone d'étude est la zone d'action de la RADEEJ qui est située dans la région de Grand Casablanca-Settat, précisément les deux provinces d'EL Jadida et de Sidi Bennour. Ces provinces sont limitées au Nord et Nord-Ouest par l'Océan atlantique, à l'Est par l'Oued Oum Er-rbia et au Sud par les la région de Marrakech-Safi.

Zone d'action de la Régie Autonome Intercommunale de Distribution d'Eau, d'Électricité et d'Assainissement liquide des Provinces d'El Jadida et de Sidi Bennour



Carte 1 : Carte représentant la zone d'action de la RADEEJ

### 5.1.2. Cadre géologique

Faisant partie de la plaine des Abda-Doukkala, la zone d'étude appartient, du point de vue géologique, à la grande unité « Meseta Marocaine atlasique ». Cette grande unité est connue par ses formations composées de dépôts secondaires et tertiaires, sur un substratum primaire affecté par la chaîne hercynienne.

Cette dernière affleure dans le massif de Rehamna et disparaît de plus en plus vers le Nord-Ouest sous des formations secondaire, tertiaire et quaternaire.



Carte 2 : Carte géologique de la zone d'action de la RADEEJ extraite de la carte géologique du Maroc

## 5.2. Description des stations

### 5.2.1. Les stations de pompage des eaux usées de la zone d'action de la RADEEJ

Les stations de pompage des eaux usées assurent le transport des eaux usées domestiques, industrielles et communales, ainsi que des eaux de pluie. Elles sont utilisées là où l'assainissement par voie gravitaire est impossible ou non rentable. Le tableau ci-dessous (**Tableau 1**) résume les différentes stations de pompage mises en service dans la zone d'action de la RADEEJ.

Tableau 1 : Les stations de pompage de la zone d'action de la RADEEJ

Ville/Centre	Station de Pompage	Débit (l/s)
Ville d'El Jadida	Sidi Daoui	560
	Marjana	560
	Essaadiyine	1120
	Sidi Bouzid	42
	Moulay Abdellah	82.5
	Hay Farah	43.5
	Jabrane Khalil Jabrane	300
Centre Oualidia	SP1	128
	SP2	128
	SP3	32
	SP4	128
Ville de Bir Jdid	Bir Jdid	140
Ville de Zemamra	Zemamra	48.4



La photo d'une des stations de pompage, précisément celle de Zemamra, est représentée ci-dessous pour donner un exemple de ces dernières.



Photo 1 : Photo représentant une station de pompage à Zemamra

### 5.2.2. Les stations d'épuration des eaux usées de la zone d'action de la RADEEJ

Les stations d'épuration des eaux usées (STEP) sont des systèmes de traitement considérés comme étant tous les ouvrages de dépollution des eaux usées par des procédés biologiques et physico-chimiques. Les eaux usées ménagères, industrielles et agricoles sont acheminées jusqu'à la station d'épuration, qui se situe le plus souvent à l'extrémité d'un réseau de collecte. L'eau est alors en partie traitée avant d'être rejetées dans le milieu naturel.

La RADEEJ possède une station de prétraitement dans la ville d'El Jadida, ainsi que trois autres stations d'épuration, l'une située au centre Zemamra, une autre située au centre Oualidia, et la dernière située au centre Ouled Frej.

Le tableau suivant (**Tableau 2**) représente les différentes stations d'épuration des eaux usées de la zone d'action de la RADEEJ avec ; leur débit moyen ( $m^3/j$ ), leur procédé de traitement, le volume des eaux usées traité annuel (Millions de  $m^3$ ) et leur capacité (EH). Cette capacité qui a comme unité ; l'équivalent habitant (EH), est une unité de mesure permettant d'évaluer la capacité d'une station d'épuration, cette unité de mesure se base sur la quantité de pollution émise par personne et par jour.

Tableau 2 : Les stations d'épuration des eaux usées de la zone d'action de la RADEEJ

Ville/Centre – Province	El Jadida – El Jadida	Ouled Frej – El Jadida	Zemamra – Sidi Bennour	Oualidia – Sidi Bennour
<b>Station d'épuration</b>	SPRET El Jadida	STEP Ouled Frej	STEP Zemamra	STEP Oualidia
<b>Débit Moyen (m<sup>3</sup>/j)</b>	20000	550	1200	800
<b>Procédé de traitement</b>	Prétraitement + émissaire	Lagunage naturel	Lagunage naturel	Lagunage aéré
<b>Volumes des eaux usées traité Annuel (Millions de m<sup>3</sup>)</b>	6.9	0.2	0.3	0.25
<b>Capacité (EH)</b>	300000	20374	17950	13000

## 6. Méthodologie de travail

### 6.1. Outils de travail

#### 6.1.1. Matériel Utilisé

Ce travail a été réalisé par l'utilisation du GPS Garmin Oregon 650 qui nous a été confié de la part du Département des Sciences de la Terre, de la Faculté des Sciences et Techniques Marrakech. Ce GPS dispose d'un compas électronique 3 axes avec compensation de l'inclinaison. Il affiche la direction suivie même à l'arrêt ou lorsque le GPS est tenu face à soi. Son altimètre barométrique reflète les changements de pression atmosphérique pour indiquer l'altitude et peut même les archiver pour suivre l'évolution des conditions météo au fil du temps. Equipé d'un récepteur GPS haute sensibilité HotFix™ compatible WAAS, l'Oregon calcule rapidement et précisément la position et la maintient même dans les zones très boisées ou dans les vallées encaissées.

De plus, en étant associé au système GLONASS, le GPS met en moyenne 20 % de temps en moins pour obtenir une position fiable. En utilisant simultanément les systèmes GPS et GLONASS, le récepteur est en mesure de se connecter à 24 satellites supplémentaires.

La photo ci-dessous (**Photo 2**) représente le GPS avec lequel on a effectué toutes les mesures lors de nos missions organisées dans le cadre de notre projet d'étude :



Photo 2 : Photo du GPS Garmin Oregon 650

### 6.1.2. Programmes informatiques

Après la prise des coordonnées des stations de pompage et d'épuration des eaux usées grâce au GPS Garmin Oregon 650, on a procédé au calage des points à l'aide d'un Système d'Informations Géographiques « SIG », notamment ArcGIS 10.4.1, ce système est composé de différentes plateformes qui permettent aux utilisateurs SIG, qu'ils soient bureautiques, web, ou mobiles, de collaborer et de partager l'information géographique.

Le tracé de l'ensemble des stations sur une carte à échelle 1 :600 000, a été finalisé grâce aux deux programmes informatiques ; AutoCAD 2012 et Covadis 10.1, qui opèrent mutuellement pour concevoir des plans topographiques détaillés.

SketchUp est un programme informatique de modélisation 3D pour une large gamme d'applications de dessin telles que l'architecture, l'aménagement intérieur, l'architecture paysagère, l'ingénierie civile et mécanique, la conception de films et de jeux vidéo. Ce programme nous a aidé à bien visualiser les stations de pompage en 3D pour une meilleure compréhension du rôle de chacune vis-à-vis du réseau d'assainissement.

## 6.2. Coordonnées et prise des points

### 6.2.1. La prise des points

Avec un total de 9 missions, où le déplacement vers les stations, une par une, s'est effectué par l'assistance des agents de la RADEEJ, on a pu rassembler les coordonnées Lambert d'environ 350 points.

Le tableau ci-dessous regroupe les détails de ces 9 missions :

Tableau 3 : Les 9 missions de prise des points

<b>N° de la Mission</b>	<b>Destination</b>	<b>Date</b>	<b>Station(s) Géolocalisée(s)</b>
Mission 1	Zemamra	25 Avril 2017	Aucune station
Mission 2	Zemamra	02 Mai 2017	Station de pompage Zemamra - Station d'épuration Zemamra
Mission 3	El Jadida	03 Mai 2017	Station de prétraitement El Jadida – Digue de l'émissaire en mer d'El Jadida
Mission 4	Oualidia	04 Mai 2017	Station d'épuration Oualidia
Mission 5	El Jadida	05 Mai 2017	Stations de pompage : Sidi Bouzid – My Abdellah – Hay Farah
Mission 6	El Jadida	08 Mai 2017	Stations de pompage : Essaadiyine – Sidi Daoui – Marjana – Jabrane Khalil Jabrane
Mission 7	Bir Jdid	10 Mai 2017	Station de pompage Bir Jdid
Mission 8	Oualidia	11 Mai 2017	Stations de pompage : SP1 - SP2 – SP3 – SP4
Mission 9	Ouled Frej	12 Mai 2017	Station d'épuration Ouled Frej

Les photos ci-dessous ont été prises durant notre première mission à la station d'épuration des eaux usées Zemamra, en train de collecter les coordonnées des points de chaque coin du bassin.



Photo 3 : Photo illustrant le déroulement de la première mission à la STEP Zemamra

## 6.2.2. Système de coordonnées

Les références cartographiques utilisées au Maroc se réfèrent à la projection conforme de Lambert. Il s'agit d'une projection conique, répétée sur quatre zones avec lesquelles est subdivisé le pays, vis-à-vis de quatre couples distincts de parallèles.

Le système de coordonnées Merchich (degree) avec lequel on a travaillé, est détaillé ci-dessous :

### **Système de coordonnées géographiques :**

- Zone : 1
- Ellipsoïde : Clarke 1880
- Méridien central (°) : -5.4
- Latitude référ. (°) : 33.3
- 1er parallèle standard (°) : 31.72786641202
- 2ème parallèle standard (°) : 34.8717272112
- Faux Est (m) : 500000
- Faux Nord (m) : 300000



Les quatre zones du Maroc sont caractérisées par les paramètres représentés sur la photo ci-dessous :

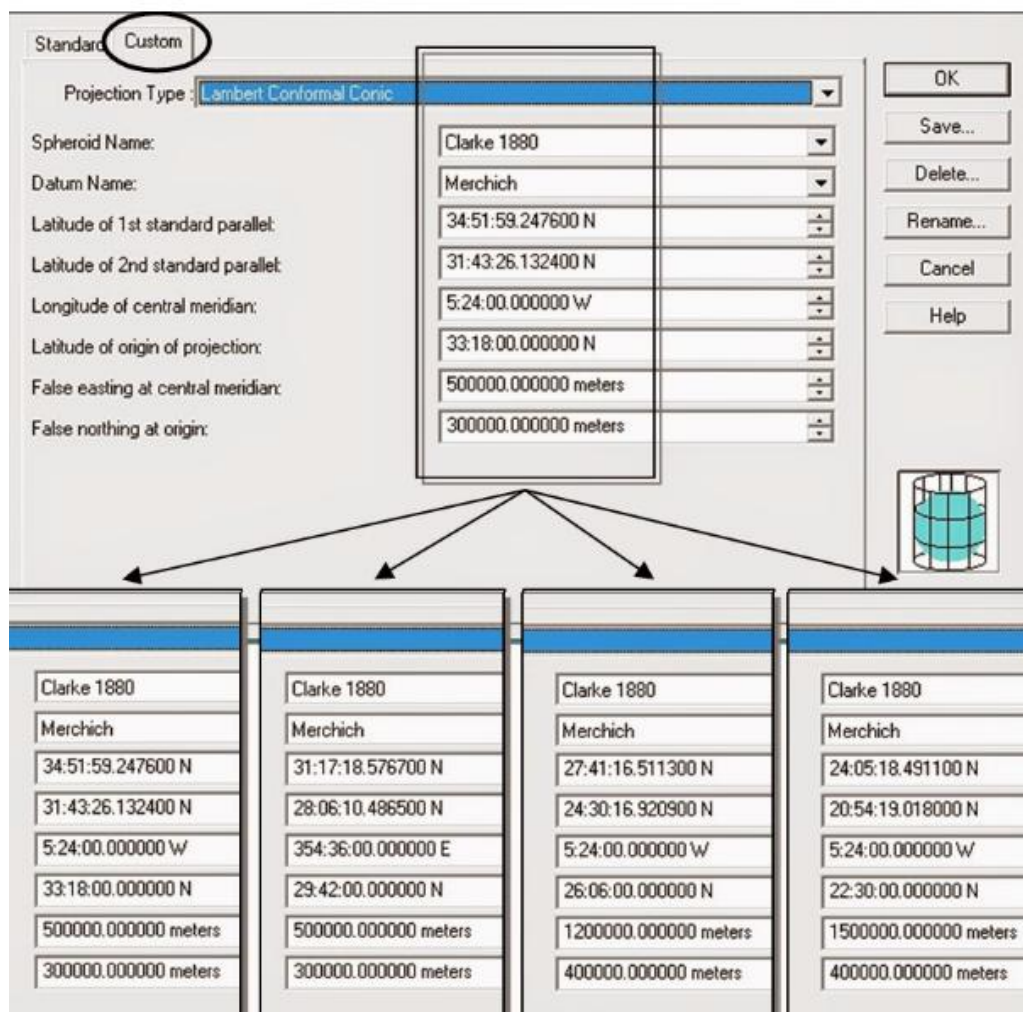


Photo 4 : Caractéristiques des projections Lambert-Maroc

### 6.3. Calages des points sur la carte

Après les 9 missions de terrain, représentant le tiers du travail, le travail au sein de la RADEEJ a consisté en la transmission des données vers le logiciel ArcGIS afin de représenter les 17 stations sur la carte et les schématiser.

Après avoir chargé les points sur ArcGIS on est passé au dessin des différentes structures des stations étudiées sur une carte de base OpenStreetMap qui a pour but de constituer une base de données géographiques libre du monde (permettant par exemple de créer des cartes sous licence libre), en utilisant le système GPS et d'autres données libres.

## 7. La Géolocalisation des stations de pompage et d'épuration de la zone d'étude

### 7.1. Les stations de pompage et de prétraitement d'El Jadida

#### 7.1.1. La station de prétraitement d'El Jadida

La station de prétraitement d'El Jadida s'étale sur une superficie de 2 ha et un périmètre de 637.7m, dans une altitude moyenne de 5 m. La prise des points a été effectuée autour de la station pour le tracé de son contour puis à l'intérieur pour les différentes infrastructures de cette dernière. En total, 33 points ont été pris.

Pour la station de prétraitement, 10 points ont été pris pour son contour représentés dans le tableau ci-dessous (**tableau 4**) :

Tableau 4 : Coordonnées du contour de la station de Prétraitement d'El Jadida

<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>	<b>Altitude</b>
N 33,25839	O 08,52539	5,4
N 33,25839	O 08,52478	5,5
N 33,25828	O 08,52446	5,5
N 33,25823	O 08,52425	5,5
N 33,25785	O 08,52304	5,3
N 33,25764	O 08,52306	5,2
N 33,25787	O 08,52386	5,3
N 33,25718	O 08,52435	5,3
N 33,25755	O 08,52484	5,3
N 33,25819	O 08,52577	5,2

L'émissaire en mer, qui a une longueur de 2086 mètres linéaires, et qui a pour objectif de refouler les eaux prétraitées vers la mer, est couverte partiellement d'une digue de 385 mètres de longueur. Les 6 points limitant la forme aérienne de cette digue sont représentés sur le tableau suivant (**tableau 5**) :

Tableau 5 : Coordonnées de l'émissaire en mer

Latitude	Longitude	Altitude
N 33,26161	O 08,52803	1
N 33,26173	O 08,52761	1
N 33,26029	O 08,52697	0
N 33,26049	O 08,52662	0
N 33,25898	O 08,52532	-1
N 33,25894	O 08,52538	-1

Après le calage des points décrits précédemment sur ArcGIS, nous avons obtenu le résultat suivant, représenté sur la carte (**Carte 3**) à l'échelle 1 :8000 :



Carte 3 : Carte représentant la station de prétraitement et la digue de l'émissaire en mer d'El Jadida.





Photo 5 : Photo de la station de prétraitement des eaux usées d'El Jadida

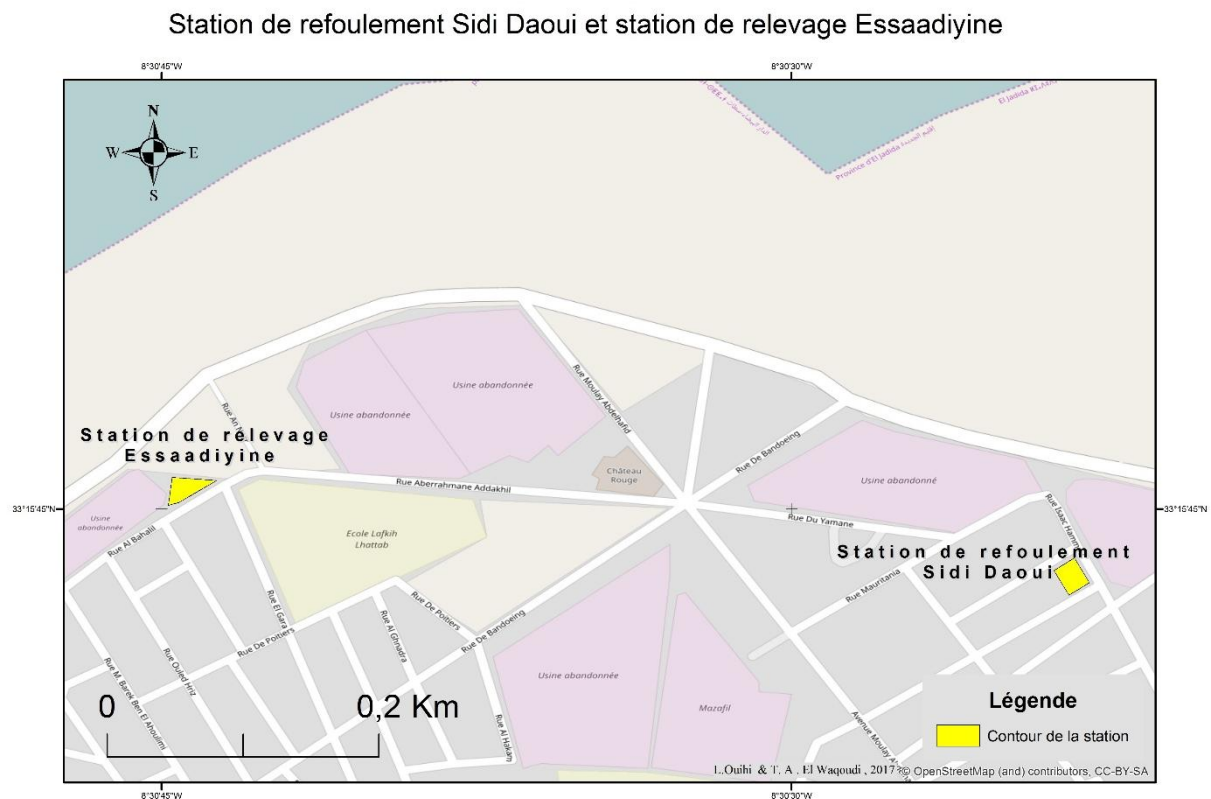
### 7.1.2. Stations de pompage Essaadiyine et Sidi Daoui

La station de relevage Essaadiyine et la station de refoulement Sidi Daoui sont des stations qui bordent l'océan, et qui s'étale respectivement sur une superficie de 413 m<sup>2</sup> et de 339.5 m<sup>2</sup>, et un périmètre de 89.8m et 75.2 m, dans une altitude moyenne de 7 m et 1 m au-dessus du niveau de la mer, on a pris 5 points pour la station Essaadiyine et 4 pour la station Sidi Daoui. Le tableau ci-dessous représente les coordonnées des contours de ces stations.

Tableau 6 : Coordonnées des contours des stations Essaadiyine et Sidi Daoui

<b>Station</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>	<b>Altitude</b>
Station de relevage Essaadiyine	N 33,26524	O 08,51374	7
	N 33,26525	O 08,51379	7
	N 33,26534	O 08,51401	7
	N 33,26505	O 08,51394	7
	N 33,26507	O 08,51387	7
Station de refoulement Sidi Daoui	N 33,26472	O 08,50803	1
	N 33,26468	O 08,50820	1
	N 33,26459	O 08,50791	1
	N 33,26450	O 08,50805	1

La carte ci-dessous représente la station de relevage Essaadiyine et la station de refoulement Sidi Daoui à l'échelle 1 :3000.



### 7.1.3. Les stations de pompage Sidi Bouzid, My Abdellah et Hay

Farah :

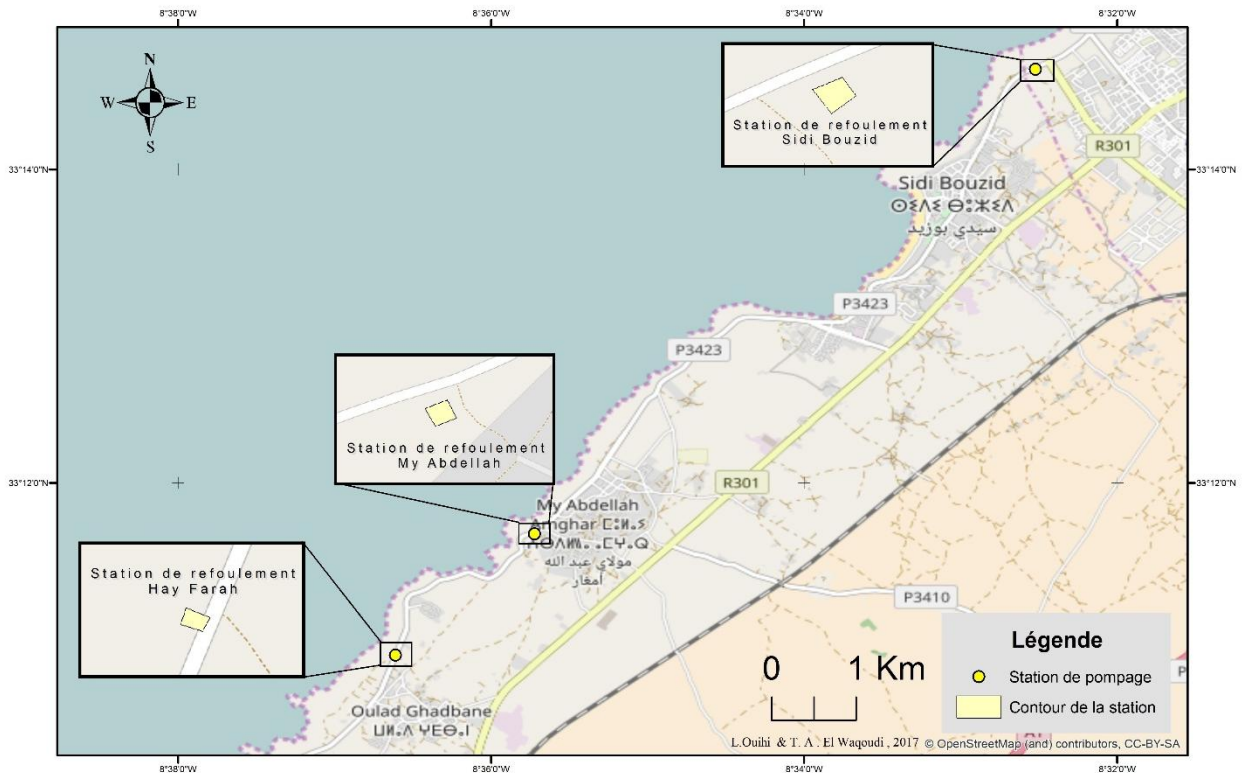
Ces trois stations de pompage sont aussi au bord de la mer, 13 points ont été géolocalisés pour ces dernières. Elles assurent le refoulement des eaux usées vers la station de prétraitement d'El Jadida.

Les coordonnées des trois stations sont regroupées dans le tableau suivant (tableau 7) :

Tableau 7 : Coordonnées des stations de pompage Sidi Bouzid, My Abdellah et Hay Farah

Station	Latitude	Longitude	Altitude
Station Sidi Bouzid	N 33,19713	O 08,59700	7
	N 33,19696	O 08,59690	7
	N 33,19704	O 08,59671	7
	N 33,19721	O 08,59679	7
Station My Abdellah	N 33,24655	O 08,54365	4
	N 33,24635	O 08,54350	4
	N 33,24650	O 08,54330	4
	N 33,24656	O 08,54334	4
	N 33,24664	O 08,54341	4
Station Hay Farah	N 33,18423	O 08,61180	2
	N 33,18408	O 08,61187	2
	N 33,18416	O 08,61212	2
	N 33,18434	O 08,61206	2

Stations de pompage Sidi Bouzid, My Abdellah et Hay Farah



Carte 5 : Carte représentant les stations de pompage Sidi Bouzid, My Abdellah et Hay Farah

## 7.1.4.Stations de pompage Marjana et Jabrane Khalil

### Jabrane

Les deux stations Marjana et Jabrane Khalil Jabrane assurent le pompage des eaux usées du centre de la ville d'El Jadida vers la station de prétraitement près de la mer.

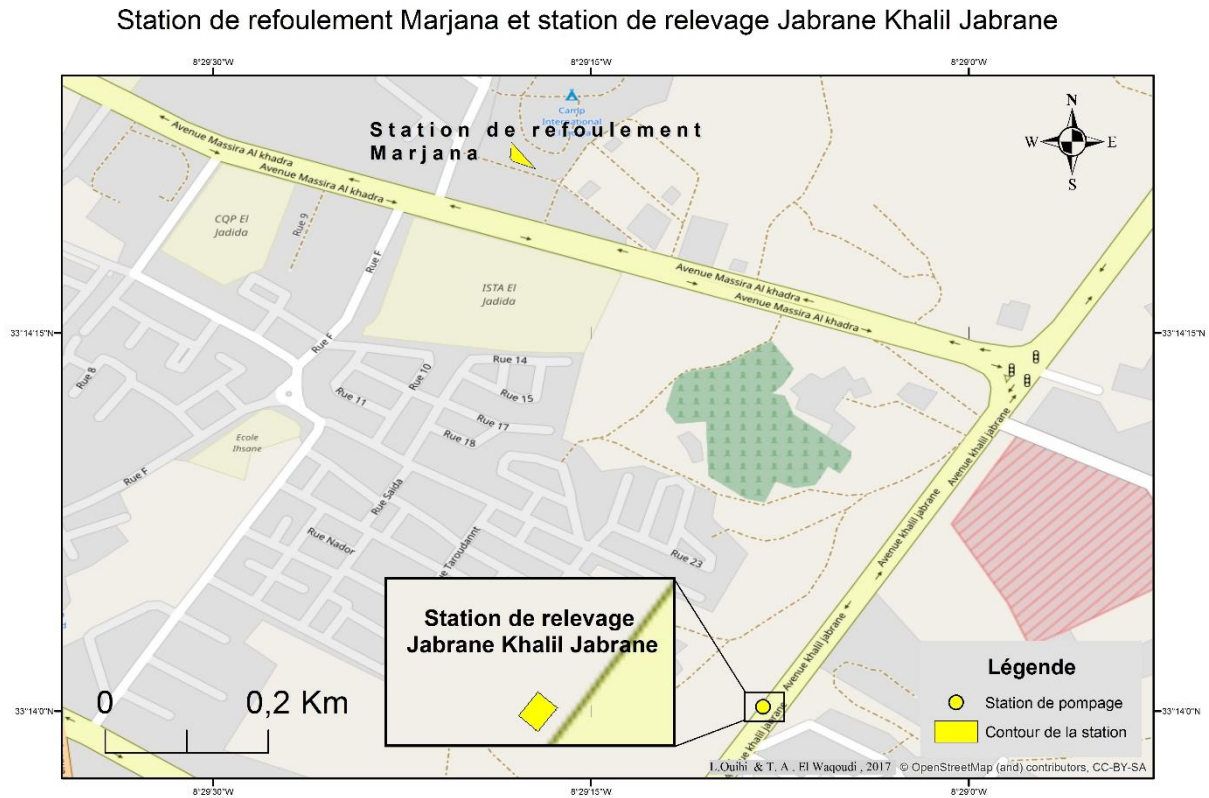
On a pris 9 points pour les deux stations afin de les géolocaliser et les schématiser sur la carte.

Le tableau ci-dessous représente les coordonnées des contours des deux stations.

Tableau 8 : Coordonnées des contours des stations de pompage Marjana et Jabrane Khalil Jabrane.

<b>Station</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>	<b>Altitude</b>
Station Marjana	N 33,24189	O 08,48971	4
	N 33,24218	O 08,48998	4
	N 33,24197	O 08,48997	4
	N 33,24203	O 08,48998	4
	N 33,24202	O 08,49000	4
Station Jabrane Khalil Jabrane	N 33,23596	O 08,48720	13
	N 33,23594	O 08,48722	13
	N 33,23593	O 08,48720	13
	N 33,23595	O 08,48718	13

La carte ci-dessous montre l'emplacement de la station de relevage Jabrane Khalil Jabrane, et celui de la station de refoulement Marjana.



## 7.2. La station d'épuration de Ouled Frej

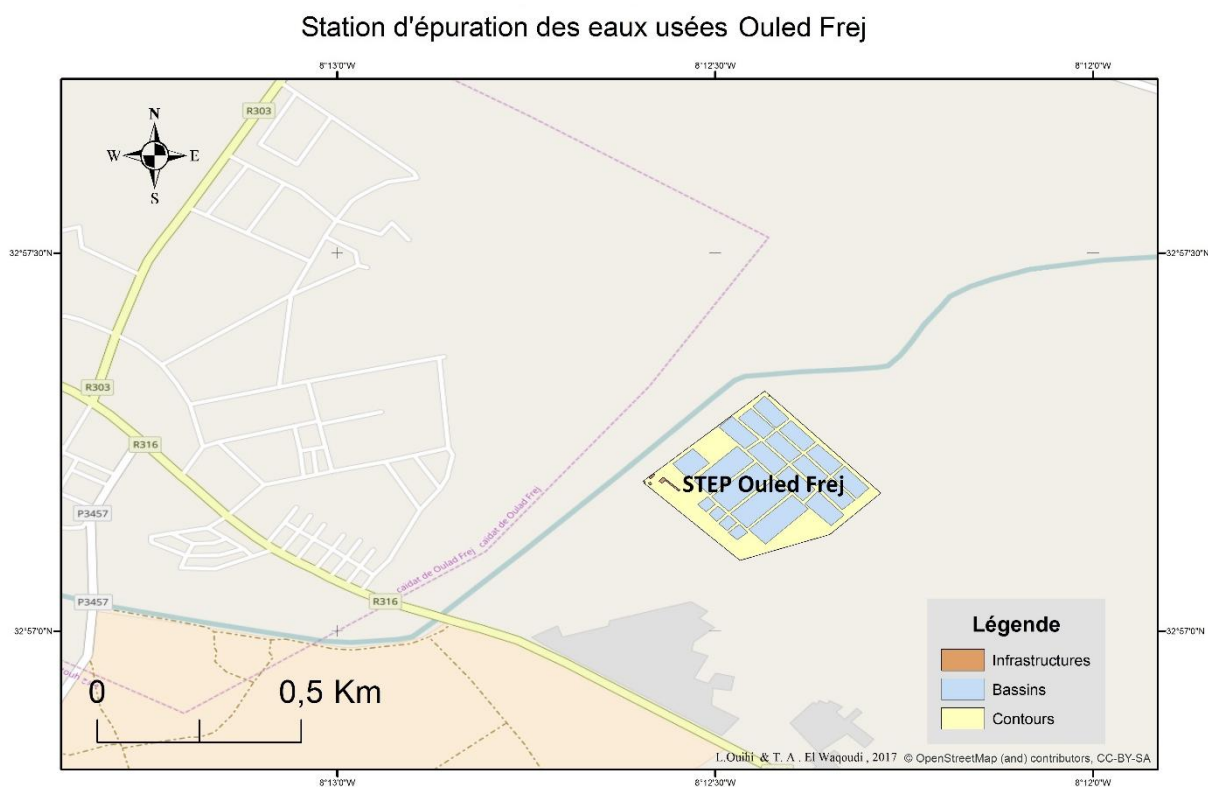
La station d'épuration d'Ouled Frej s'étale sur une superficie de 13 Ha, elle contient en totale 20 bassins de différents types et tailles, 4 petits bassins de type anaérobie, 4 grands bassins et 12 bassins de taille moyenne. La station contient 6 bassins de séchage. Les coordonnées de 108 points ont été pris un par un.

La station assure l'épuration des eaux usées pour ensuite en bénéficier pour l'irrigation des champs à proximité, cela est assurée par une station de pompage d'eau traitée à l'intérieur de cette station.

**Tableau 9 : Coordonnées de la station d'épuration de Ouled Frej**

Latitude	Longitude	Altitude
N 32,95786	O 08,20883	120
N 32,95561	O 08,20627	121
N 32,95449	O 08,20881	124
N 32,95413	O 08,20938	124

La carte ci-dessous représente la station d'épuration de Ouled Frej à l'échelle 1 :10000.





Autres informations sur Ouled Frej :

- Superficie de la station : 13 Ha
- Commune rurale : Ouled Frej
- Superficie : 113Km2
- Population : 17047 habitants répartis sur 19 douars (Recensement 2004)
- Accessibilité : Route régionale N° 316



Photo 6 : Photo d'un bassin anaérobie dans la station d'épuration de Ouled Frej

## 7.3. La station de pompage et d'épuration de Zemamra

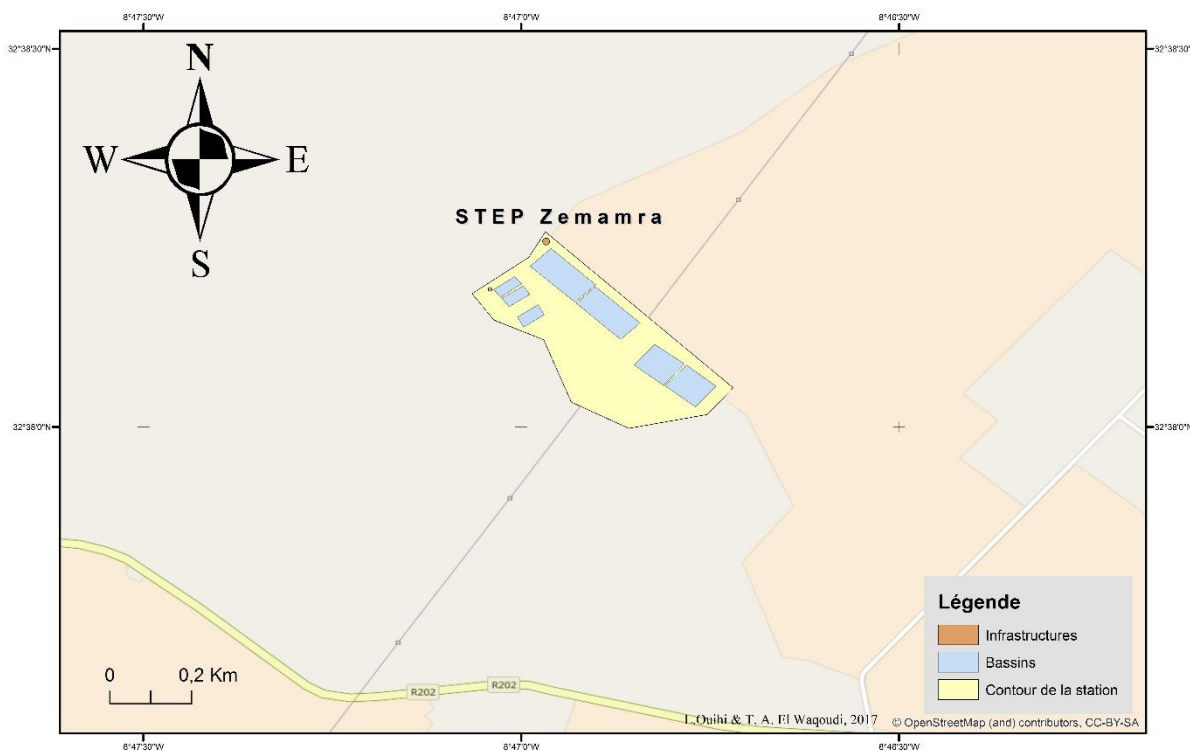
### 7.3.1. La station d'épuration des eaux usées de la ville de Zemamra

La station d'épuration de la ville de Zemamra s'étale sur une superficie de 11,6 Ha, et un périmètre de 1547,2 mètres, sur une altitude moyenne de 120m, on a pris 39 coordonnées pour les différents bassins, ainsi que pour le point d'entrée des eaux usées et le point de sortie des eaux traitées vers un bassin externe pour l'utiliser dans les champs d'irrigation.

Tableau 10 : Coordonnées du contour de la station d'épuration de la ville de Zemamra

Latitude	Longitude	Altitude
N 32,63678	O 08,78062	121
N 32,63632	O 08,78108	120
N 32,63890	O 08,78557	124
N 32,63982	O 08,78426	124

### Station d'épuration des eaux usées Zemamra



Carte 8 : Carte représentant la station d'épuration de la ville de Zemamra



La carte 8 à l'échelle 1 :10000 représente la station de Zemamra. Cette station a été réalisée en 2007, à une altitude moyenne de 124 m, elle tient compte de l'environnement, vu que plusieurs études ont montré que l'épandage des eaux usées de la ville de Zemamra, sans aucun contrôle, crée d'importantes nuisances pour le milieu récepteur (mauvaises odeurs, prolifération des moustiques, risques sanitaires pour la population en contact avec ces eaux usées...), et que les analyses physico-chimiques du sol irrigué par les eaux usées et du sol où se pratique l'épandage ont montré que le sol est riche en azote et en sels.

La photo ci-dessous est prise à l'entrée de la station d'épuration des eaux usées de Zemamra



Photo 7 : Photo représentant la station d'épuration des eaux usées de Zemamra

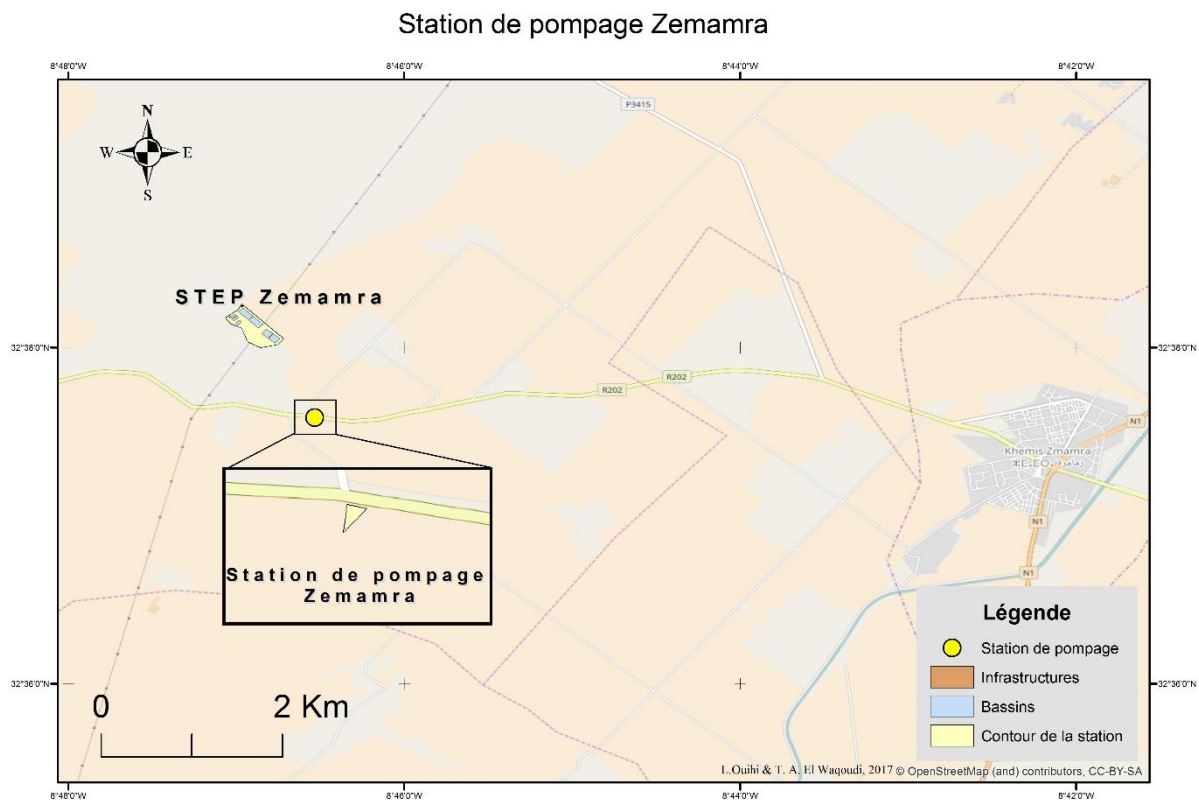
### 7.3.2.La station de pompage de Zemamra

La station de pompage Zemamra, assure le pompage des eaux usées vers la station d'épuration Zemamra, afin de le traiter pour l'utiliser ensuite dans les champs d'irrigation.

Tableau 11 : Coordonnées du contour de la station de refoulement de Zemamra

Latitude	Longitude	Altitude
N 32,62891	O 08,77716	124
N 32,62854	O 08,77721	124
N 32,62881	O 08,77693	124
N 32,62886	O 08,77691	124

La station de pompage Zemamra sur une altitude moyenne de 124m, est aussi représentée sur la carte ci-dessous (Carte 9).



Carte 9 : Carte représentant les stations d'épuration des eaux usées et de pompage de Zemamra

## 7.4. Les stations de pompage et d'épuration de Oualidia

### 7.4.1. La station d'épuration des eaux usées de Oualidia

La station d'épuration des eaux usées de Oualidia est une station qui couvre une superficie de 9.3 Ha, et un périmètre de 1246 m, et une altitude moyenne de 61 m, il est situé dans une zone un peu éloignée de la mer afin de veiller sur la propreté de cette dernière étant une direction pour un grand nombre de touristes marocains et étrangers.

On a pris 44 point pour cette station, 28 pour les bassins, 12 pour les infrastructures et 4 pour le contour de la station.

Les eaux usées sont pompées vers la station par quatre stations de pompage SP1, SP2, SP3 et SP4 dont on a aussi pris les coordonnées.

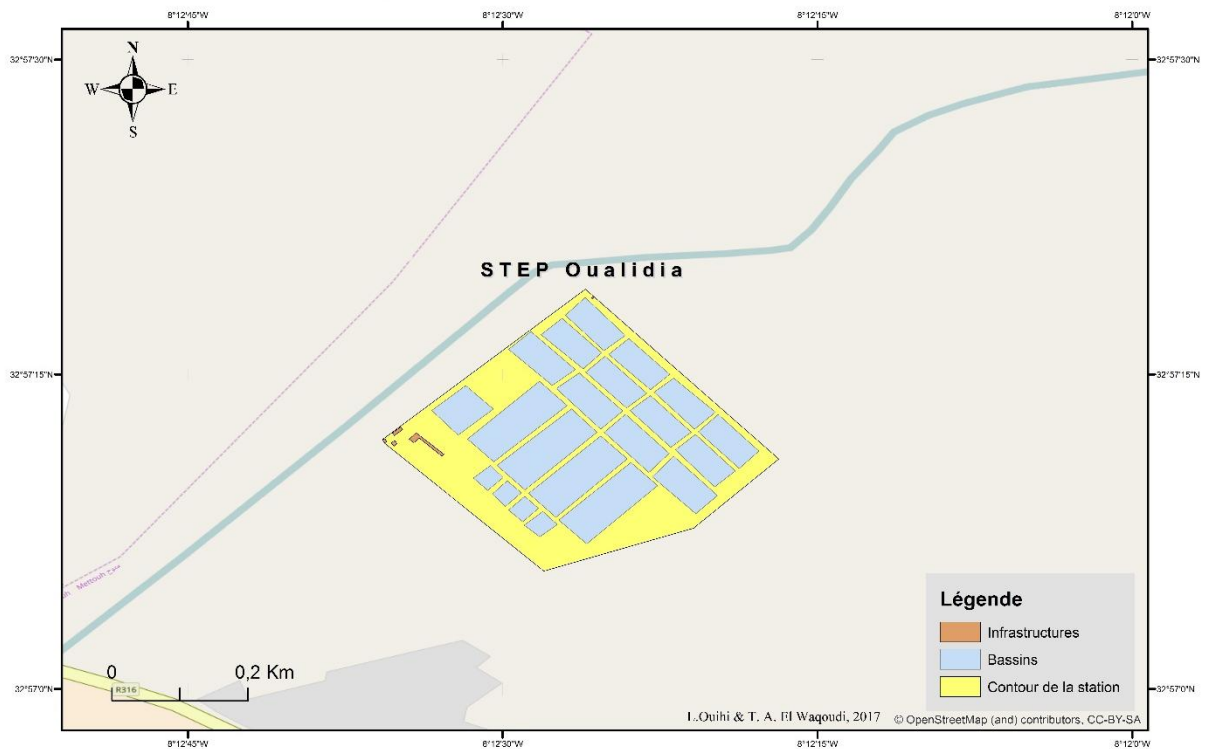
Tableau 12 : Coordonnées du contour de la station d'épuration de Oualidia

<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>	<b>Altitude</b>
N 32,72121	O 09,01814	62
N 32,72370	O 09,02087	61
N 32,72529	O 09,01904	58
N 32,72287	O 09,01630	54

Avec une altitude moyenne de 61m, la station d'épuration représentée sur la **carte 10** à l'échelle 1 :6000, dépasse de loin l'altitude du centre Oualidia. Ce qui nécessite l'installation des stations de pompage citées auparavant, pour pomper les eaux usées à partir d'une basse altitude vers la station d'épuration en haute altitude.

La station d'épuration des eaux usées de Oualidia est caractérisée par une filière complète d'épuration allant du prétraitement jusqu'au traitement tertiaire des eaux usées. La station avec une superficie dépassant les 9 Ha, a un impact sanitaire, économique et environnemental sur la commune, car il permet d'éviter la pollution des eaux souterraines et superficielles et la sauvegarde de la lagune de Oualidia.

## Station d'épuration des eaux usées Oualidia



Carte 10 : Carte représentant la station d'épuration de Oualidia



Photo 8 : Photo représentant l'entrée de la station d'épuration des eaux usées de Oualidi

## 7.4.2. Les quatre stations de pompage de Oualidia

Les stations de pompage de Oualidia assurent le pompage des eaux usées vers la station d'épuration.

Pour chaque station de pompage nous avons pris quatre coordonnées, donc 16 au total pour les quatre stations.

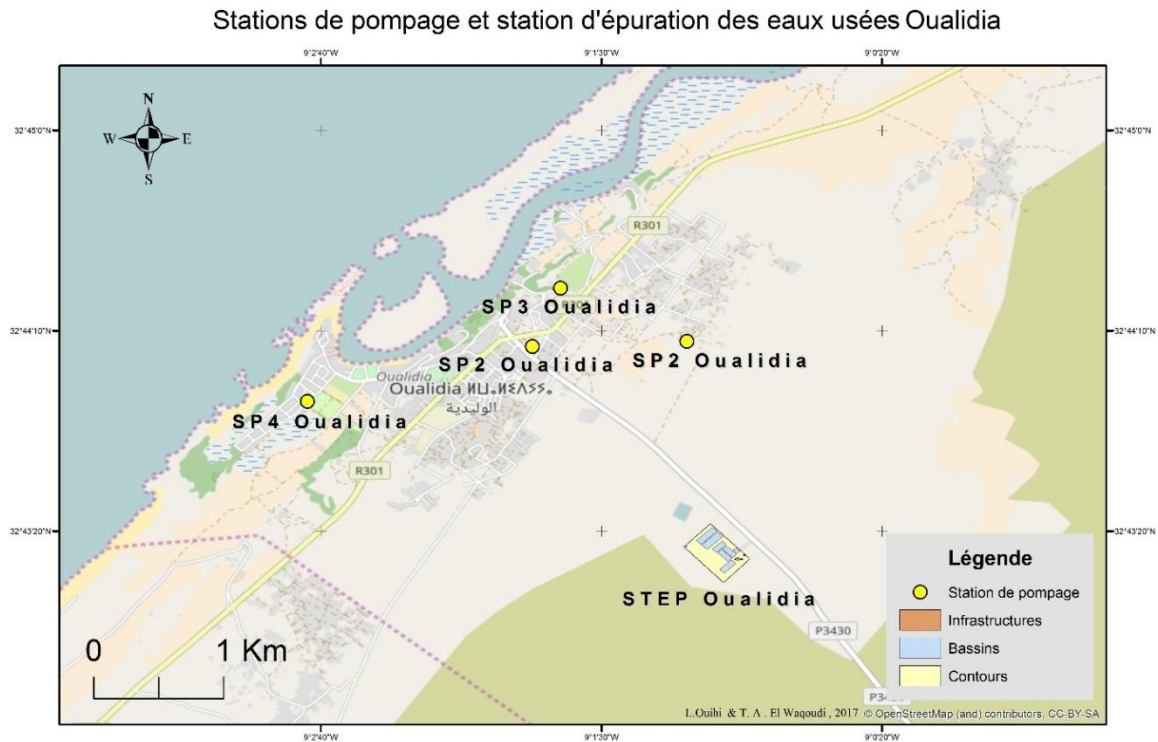
Ces coordonnées sont regroupées dans le tableau 13 :

Tableau 13 : Coordonnées du contour des stations de pompage de Oualidia

<b>Station</b>	<b>Latitude</b>	<b>Longitude</b>	<b>Altitude</b>
SP1	N 32,73757	O 09,03138	51
	N 32,73764	O 09,03149	51
	N 32,73742	O 09,03157	53
	N 32,73748	O 09,03164	53
SP2	N 32,73792	O 09,02067	59
	N 32,73775	O 09,02078	59
	N 32,73784	O 09,02096	59
	N 32,73799	O 09,02083	59
SP3	N 32,74161	O 09,02942	46
	N 32,74150	O 09,02951	46
	N 32,74158	O 09,02962	46
	N 32,74165	O 09,02954	46
SP4	N 32,73377	O 09,04697	3
	N 32,73373	O 09,04671	3
	N 32,73346	O 09,04685	3
	N 32,73356	O 09,04701	3
	N 32,73367	O 09,04701	3



La carte ci-dessous (**Carte 11**) représente les stations de pompage de la ville de Oualidia et la station d'épuration des eaux usées.



Carte 11 : Carte représentant la station d'épuration de Oualidia et ses quatre stations de pompage

## 7.5. Station de pompage de Bir Jdid

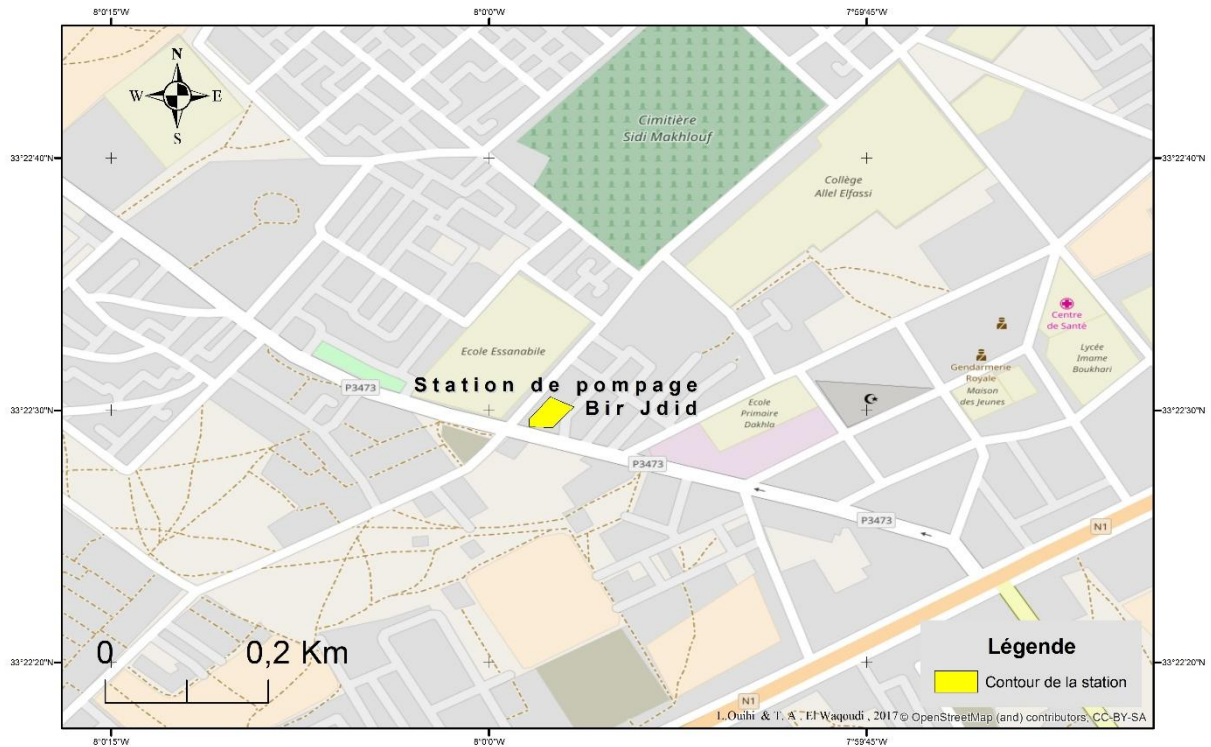
Bir Jdid, aussi appelée la porte de la province, est une petite ville de plus de 15000 habitants.

Seule dans cette ville, la station de pompage Bir Jdid ne refoule pas les eaux usées vers une station d'épuration, mais plutôt vers Oued Lahour qui déverse à son tour ces eaux non traitées en mer. Le tableau ci-dessous regroupe les coordonnées des points pris pour cette station :

Tableau 14 : Coordonnées du contour de la station de pompage de Bir Jdid

Latitude	Longitude	Altitude
N 33,37741	O 08,00116	98
N 33,37749	O 08,00116	97
N 33,37774	O 08,00092	98
N 33,37763	O 08,00066	98
N 33,37740	O 08,00090	98

## Station de pompage Bir Jdid



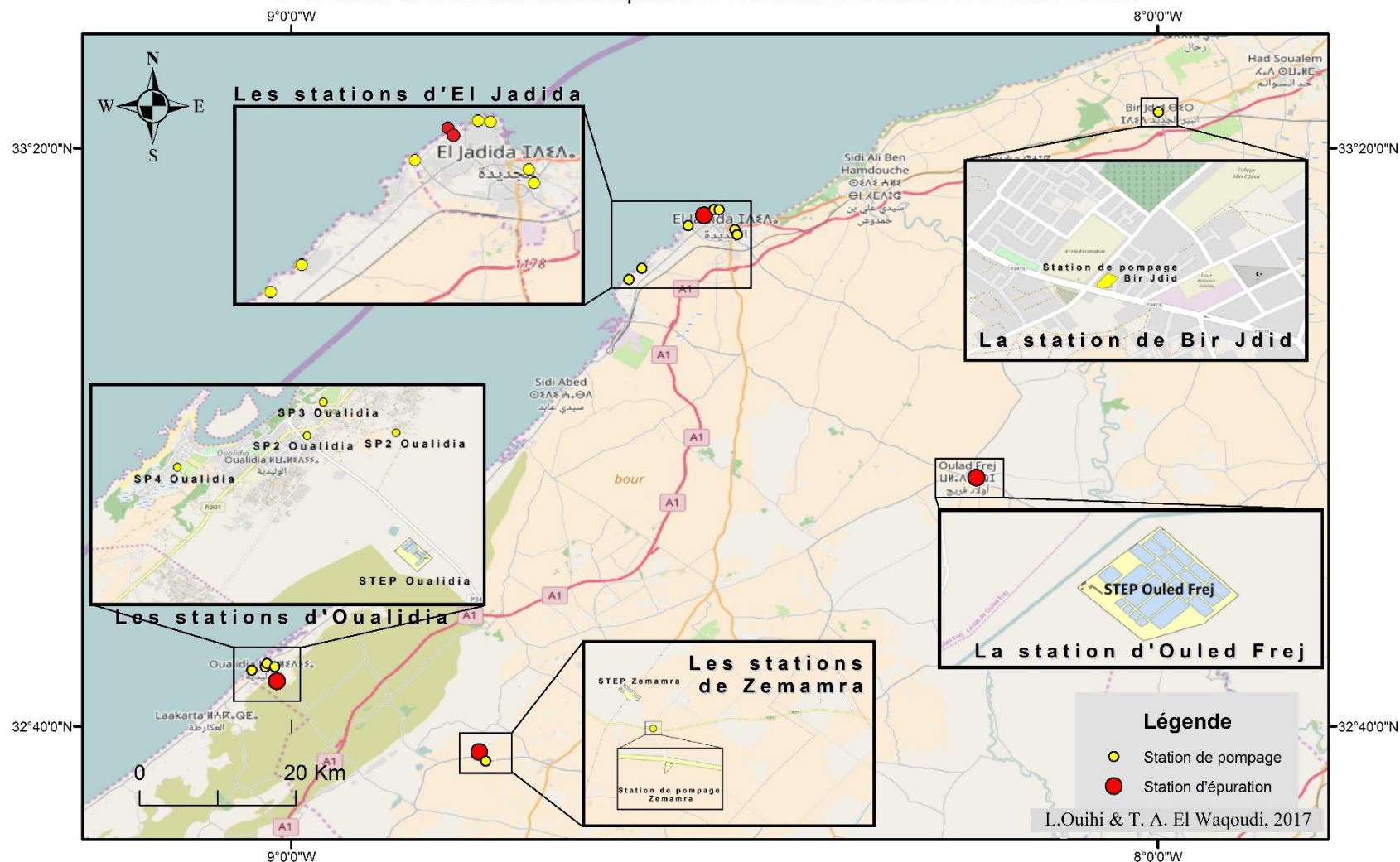
Carte 12 : Carte représentant la station de pompage des eaux usées de Bir Jdid

## 7.6. Schématisation globale des stations de pompage et d'épuration

Après la géolocalisation des différentes stations de pompage et d'épuration des eaux usées des provinces d'El Jadida et de Sidi Bennour, une carte finale (carte 13), regroupant toutes ces stations, a été réalisée à une échelle de 1 :600000

Cette carte représente la position exacte de l'ensemble des stations de pompage et d'épuration du service d'assainissement de la RADEEJ. Avec 7 stations de pompage pour une station de prétraitement à El Jadida, 4 stations de pompage pour une station d'épuration à Oualidia, une station de pompage pour une station d'épuration à Zemamra, une station d'épuration sans station de pompage à Ouled Frej, et une station de pompage à Bir Jdid.

Stations d'épuration et stations de pompage dans la zone d'action de la Régie Autonome Intercommunale de Distribution d'Eau, d'Électricité et d'Assainissement liquide des Provinces d'El Jadida et de Sidi Bennour



Carte 13 : Carte représentant l'emplacement global des stations de pompage et stations d'épuration

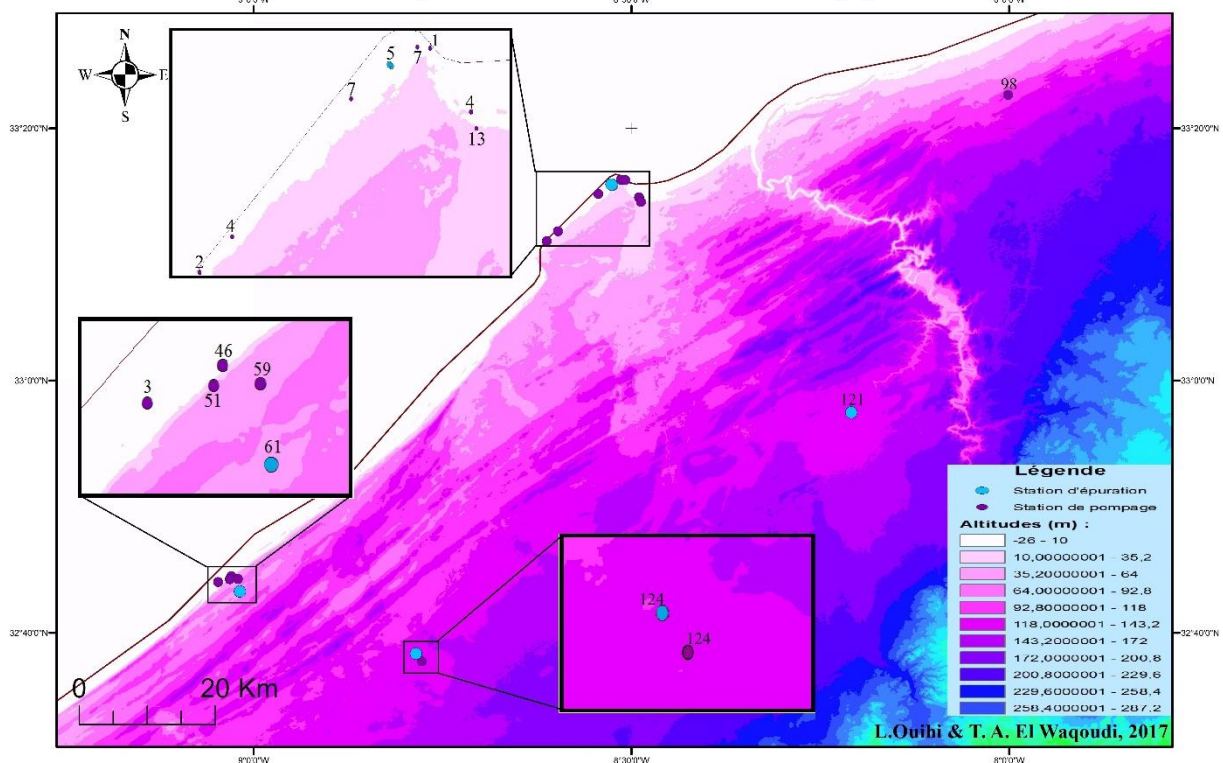


## 8. Analyse et traitement des données

En général, dans un réseau d'assainissement on essaie de faire véhiculer les eaux usées gravitairement, si éventuellement la topographie et la nature du terrain le permettent. Parfois cette solution devient difficile à cause de certaines contraintes topographiques et géotechniques (exemples : terrains accidentés ou trop plats, terrains très rocheux, etc...). Donc pour éviter de caler le réseau à des profondeurs excessives, on fait recours à des stations de pompage (refoulement ou relèvement, selon la cas). Les stations de pompage permettent d'élever le niveau des eaux usées d'un point à un autre en vue de leur déversement dans des ouvrages tels que regards de visite ou autres ouvrages spéciaux.

Pour servir leurs causes, les stations de pompages des eaux usées sont alors placées aux points de plus basse altitude dans le réseau d'assainissement, et c'est le cas pour les stations de pompage du réseau d'assainissement de la RADEEJ, comme présenté sur la carte et le tableau ci-dessous :

Stations d'épuration et stations de pompage des eaux usées dans la zone d'action de la Régie Autonome Intercommunale de Distribution d'Eau, d'Electricité et d'Assainissement liquide des Provinces d'El Jadida et de Sidi Bennour projetées sur une carte d'altitudes (en m)



Carte 14 : Carte représentant les différentes stations projetées sur une carte d'altitudes

Tableau 15 : Les stations de pompage et leurs altitudes moyennes

<b>VILLE/CENTRE</b>	<b>STATION</b>	<b>ALTITUDE MOYENNE</b>
<b>EL JADIDA</b>	SPRET El Jadida	5 m
	SP Sidi Daoui	1 m
	SP Marjana	4 m
	SP Essaadiyine	7 m
	SP Sidi Bouzid	7 m
	SP Moulay Abdellah	4 m
	SP Hay Farah	2 m
	SP Jabrane Khalil Jabrane	13 m
	<b>CENTRE OULED FREJ</b>	STEP Ouled Frej
<b>CENTRE ZEMAMRA</b>	STEP Zemamra	124 m
	SP Zemamra	124 m
<b>CENTRE OUALIDIA</b>	STEP Oualidia	61 m
	SP1	51 m
	SP2	59 m
	SP3	46 m
	SP4	3 m
<b>CENTRE BIR JDID</b>	SP Bir Jdid	98 m

## 8.1. Rôles des stations de pompage des eaux usées de la zone d'action de la RADEEJ

Le rôle principal des stations de pompage est le transport des eaux usées. Certes, chacune de ces stations exécute son rôle différemment selon sa situation dans le réseau d'assainissement. Pour mieux comprendre les tâches exécutées par chaque station, nous avons recours à SketchUP, un programme informatique permettant la modélisation 3D. La figure ci-dessous représente un exemple d'un des modèles 3D qu'on a réalisé, illustrant les stations de pompage et la station d'épuration des eaux usées du centre Oualidia, sur ce programme informatique.

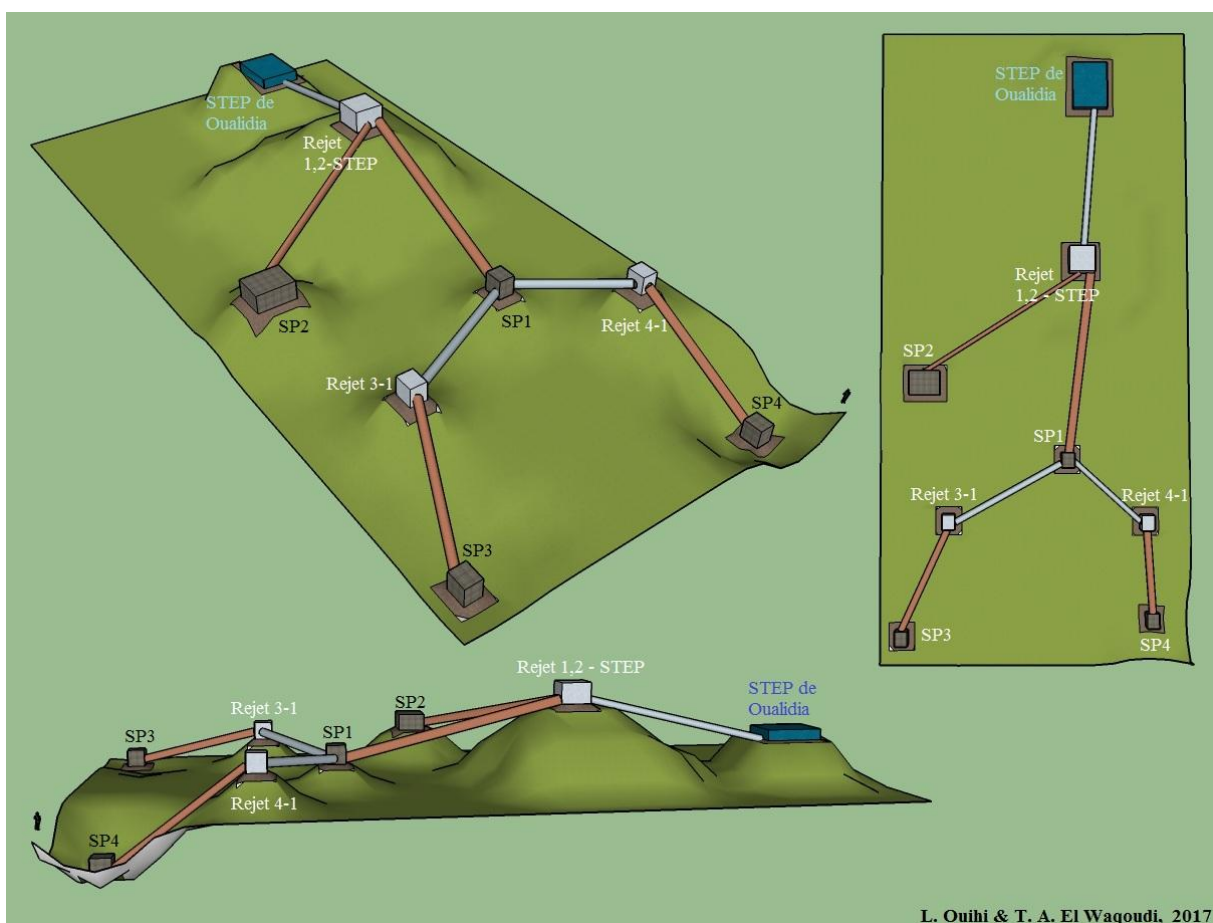


Figure 1 : Figure représentant les stations de pompage et la station d'épuration des eaux usées du centre Oualidia

### 8.1.1. La ville d'El Jadida

La ville d'El Jadida suit une même stratégie pour les trois groupes de stations de pompage : Une station de relevage installée à la fin de la série de stations de chaque groupe, sur des altitudes plus hautes que la moyenne, pour élever le niveau des eaux usées, afin d'assurer l'écoulement gravitaire de ces eaux directement vers la station de prétraitement d'El Jadida.

Les deux couples de stations ci-dessous représente un fonctionnement commun, de tel sorte que chaque couple de stations fonctionne coopérativement. Les eaux usées cumulées dans les premières stations, notamment : Sidi Daoui et Marjana, sont refoulées vers les 2 stations de relevage, qui élèvent le niveau des eaux usées vers de plus hautes altitudes, pour qu'elles s'écoulent par la suite gravitairement en direction de la station de prétraitement d'El Jadida.

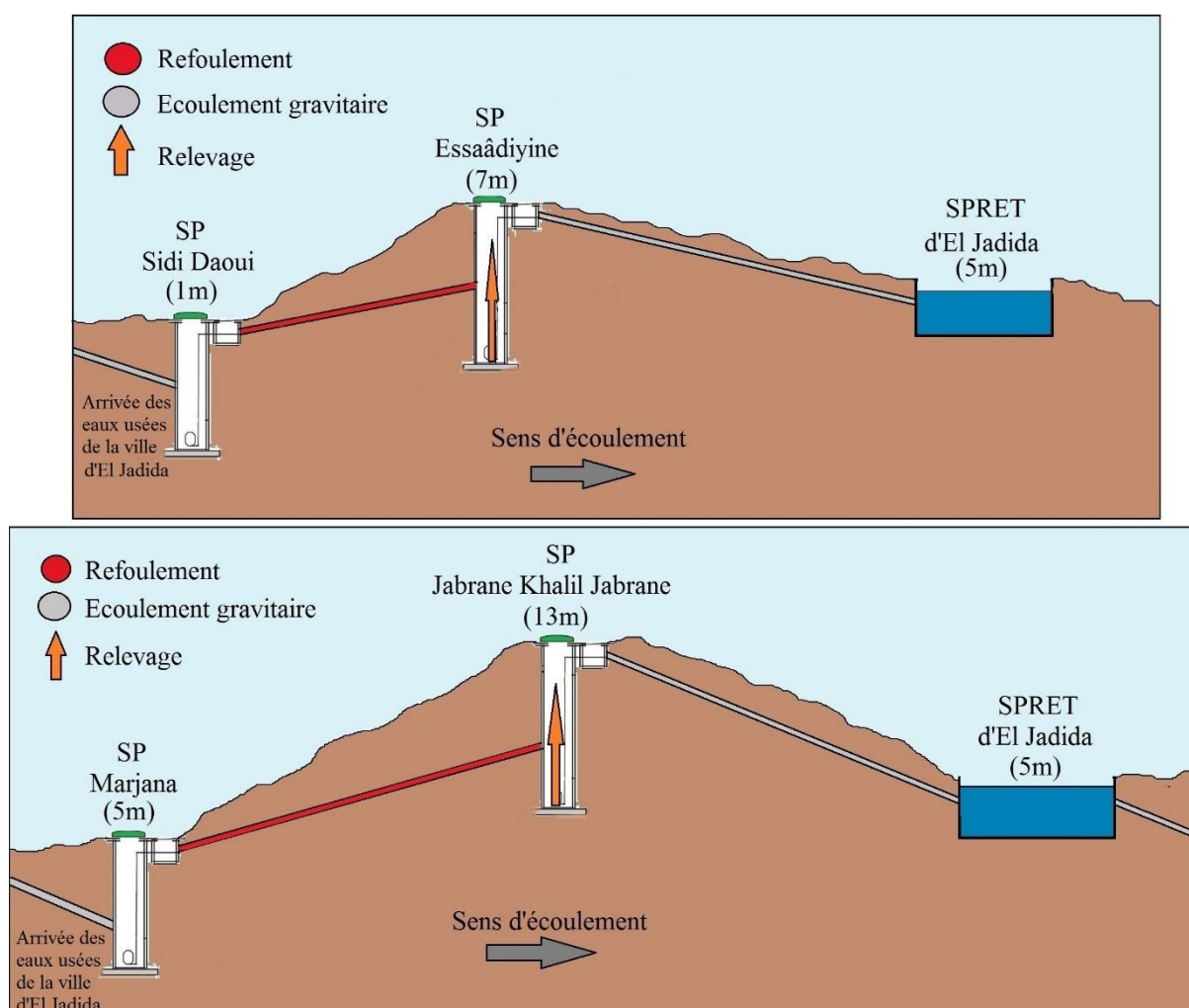


Figure 2 : Coupe représentant la différence d'altitudes entre les stations de pompage et la SPRET d'El Jadida

La station de pompage Hay Farah refoule les eaux usées d'une altitude de 2m à une altitude de 4m, directement vers la station de pompage Moulay Abdellah. Cette basse altitude insuffisante pour transporter les eaux usées vers la SPRET, nous conduit à refouler ces eaux une deuxième fois vers un rejet de 15m d'altitude, pour ensuite profiter de cette différence de potentiel hydraulique, pour en bénéficier d'un écoulement gravitaire, qui n'est lui-même pas suffisant pour conduire ces eaux jusqu'à la station de prétraitement, à cause de la distance linéaire dépassant les 5000m, et la pente augmentant avec un minimum de 0.5% défini pour les eaux usées.

La station de relevage de Sidi Bouzid est alors là pour accueillir toutes ces eaux usées cumulées, à une altitude de 5.8m au-dessous du niveau de la mer, pour enfin les relevées jusqu'à une altitude de 7m au-dessus du niveau de la mer, qui est assez suffisante pour transporter ces eaux usées à la station de prétraitement d'El Jadida

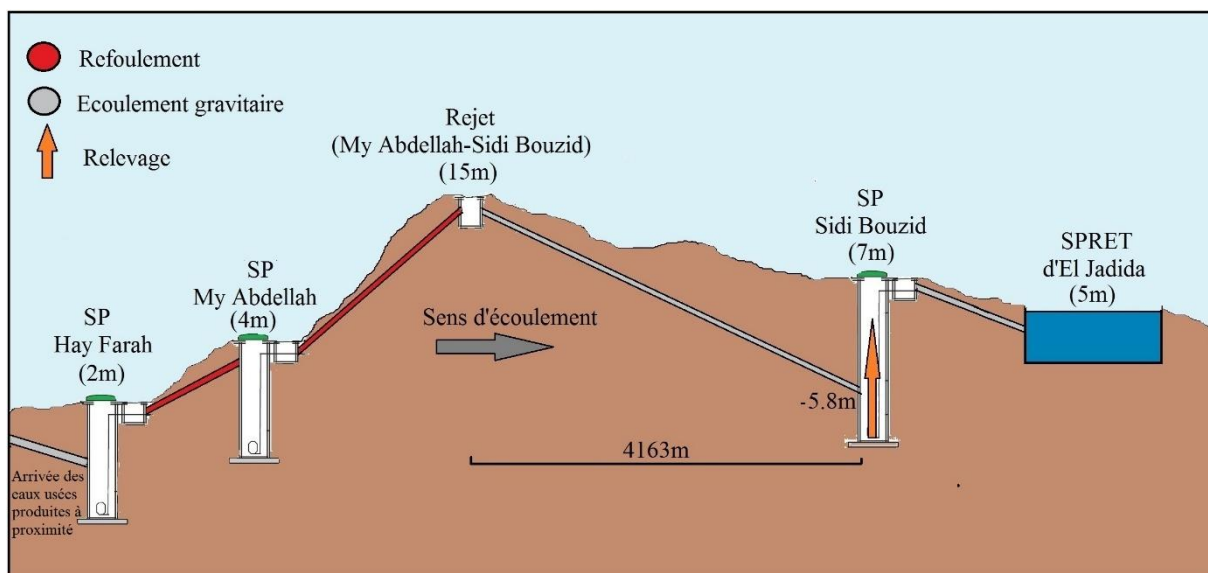


Figure 3 : Coupe représentant la différence d'altitudes entre les stations de pompage de Sidi Bouzid, My Abdellah, Hay Farah et la SPRET d'El Jadida

### 8.1.2. Centre Ouled Frej

La station d'épuration de Ouled Frej occupe un site type pour en installer une, puisqu'elle ne requiert pas de station de pompage pour assister le transport des eaux usées du centre de Ouled Frej vers sa station, par contre, le transport des eaux usées est assuré totalement par la gravité, puisque tout le centre est sur une altitude suffisamment supérieure à celle de la station.

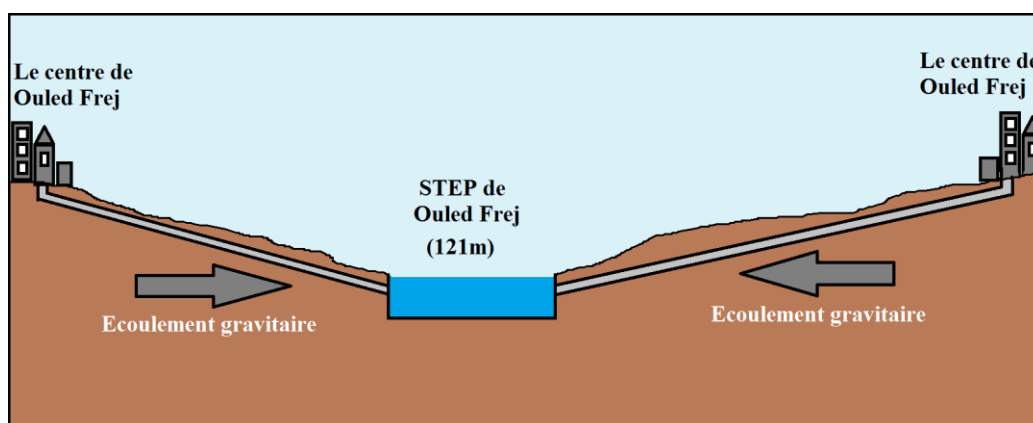


Figure 4 : Coupe représentant la différence d'altitudes entre la station d'épuration et le centre de Ouled Frej

### 8.1.3. La ville de Zemamra

La ville de Zemamra est sur une altitude moyenne de 159m, qui théoriquement permettra un écoulement gravitaire vers un point loin de la ville de 7911m et sur une altitude de 124m pour de l'eau normale. Mais pour des eaux usées qui risquent de se stagner sur une pente inférieure à 0.5%, l'altitude minimale qu'on peut atteindre pour traverser une distance de 7911m est de 119m au-dessus du niveau de la mer.

Certes, la station d'épuration de Zemamra est sur une altitude de 124m, on aura donc recours à une station de pompage qui refoulera les eaux usées à une altitude supérieure à celle de la station d'épuration.

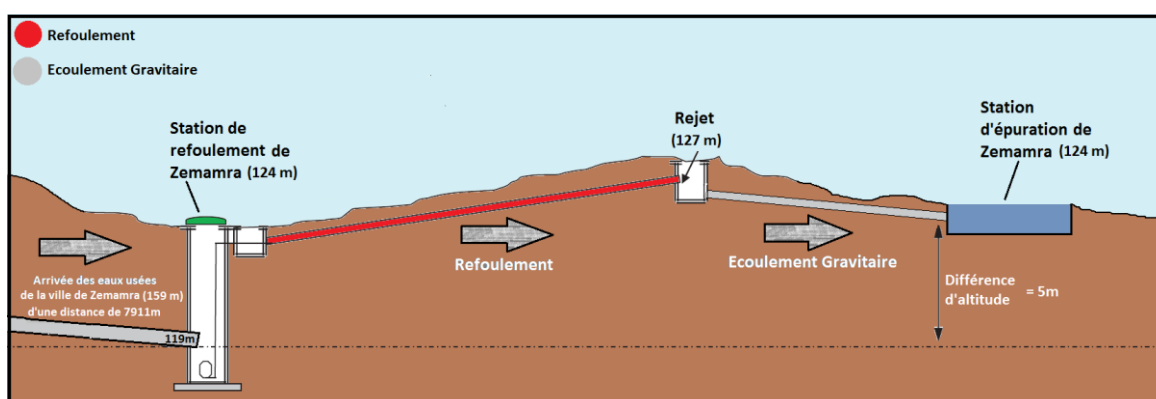


Figure 5 : Coupe représentant la différence d'altitudes entre la station de pompage de Zemamra et la station d'épuration de Zemamra



### 8.1.4. Centre Oualidia

Le centre de Oualidia compte quatre stations de pompage SP1, SP2, SP3 et SP4, installée chacune à une altitude précise. Pour les ménages à basse altitude, c'est la SP4 et la SP3 qui se chargent du refoulement des eaux usées à 2 points de haute altitude : (Rejet 4-1) - (Rejet 3-1), qui à leur tour permettent l'écoulement gravitaire vers SP1.

Cette dernière refoule les eaux usées, rassemblées par les 2 stations SP4 et SP3, vers un autre rejet (1-STEP), qui est à un niveau plus élevé que celui de la STEP de Oualidia, permettant ainsi un écoulement gravitaire vers cette station d'épuration.

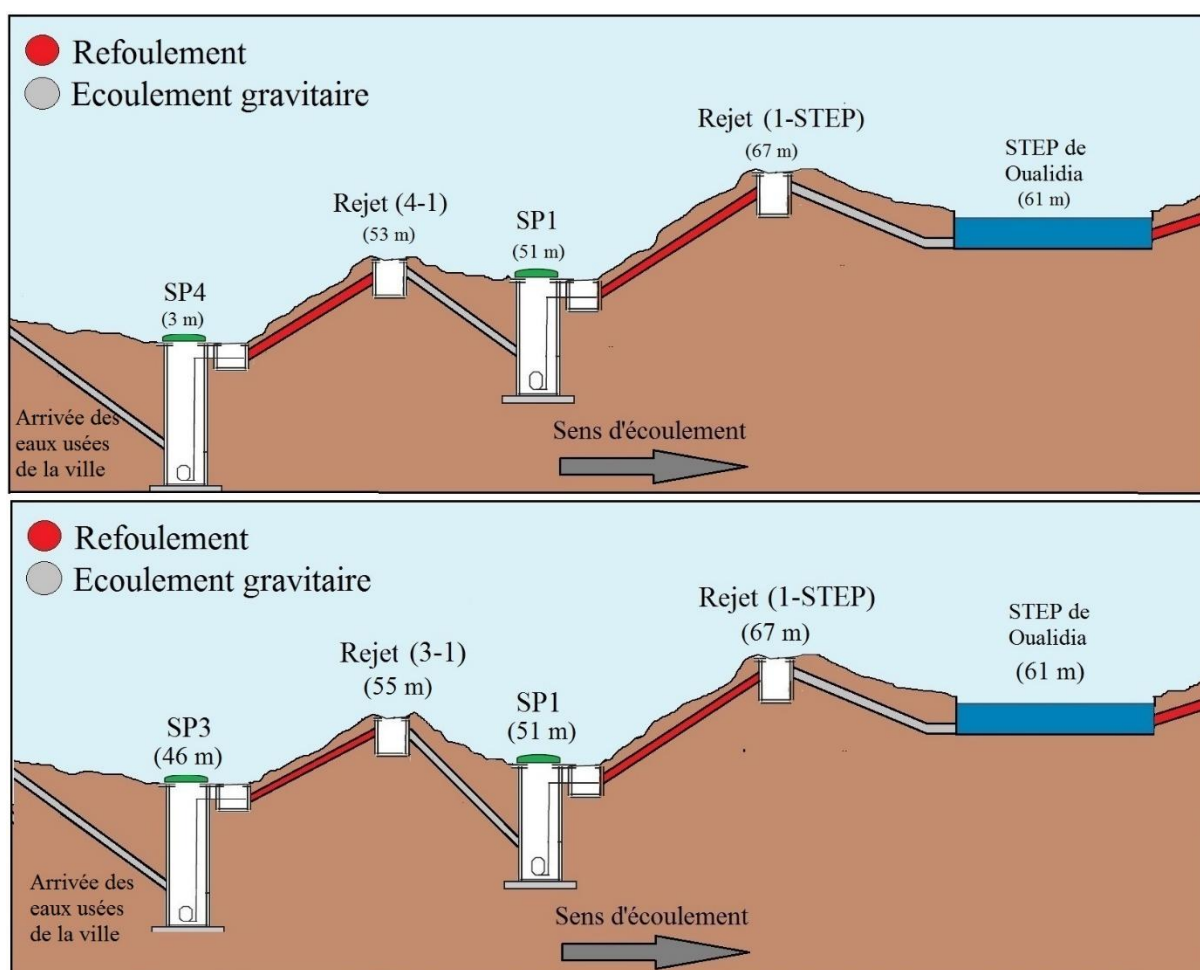


Figure 6 : Coupe représentant la différence d'altitudes entre les stations de pompage SP1, SP3 et SP4 et la STEP de Oualidia

La station SP2 refoule les eaux usées vers un rejet de plus haute altitude : Rejet (2-STEP), pour assurer son écoulement gravitaire vers la STEP de Oualidia.

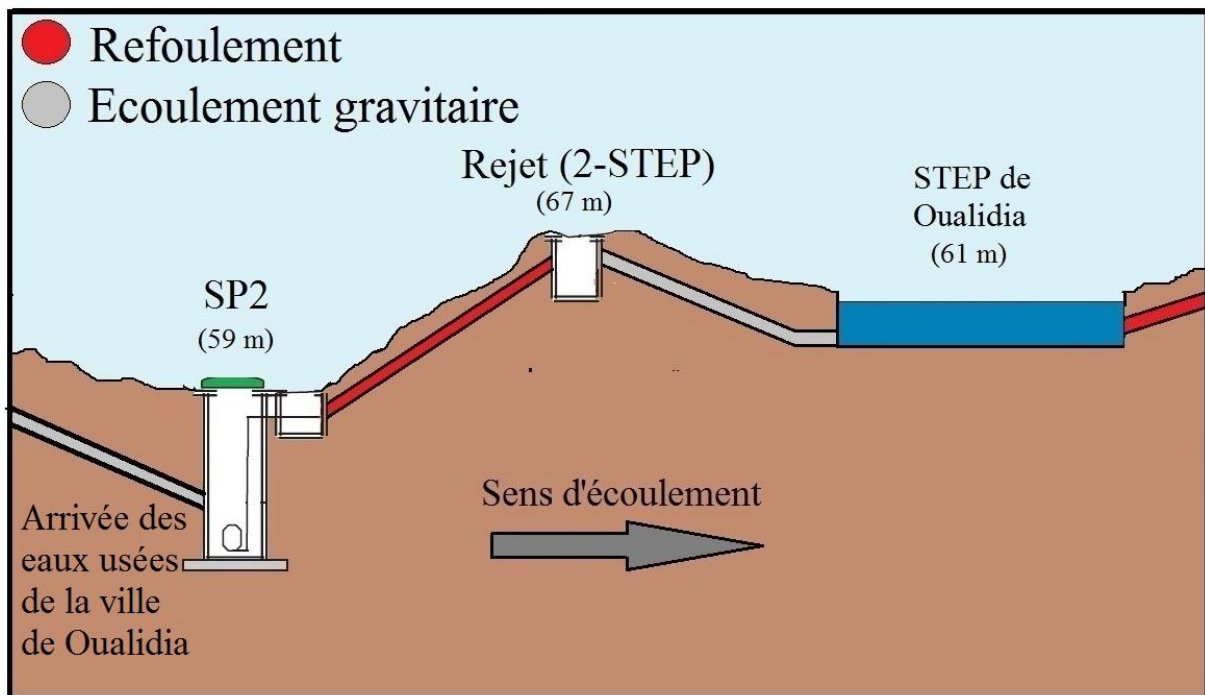


Figure 7 : Coupe représentant la différence d'altitudes entre la station de pompage SP2 et la STEP de Oualidia

### 8.1.5. La ville de Bir Jdid

L'absence d'une station d'épuration des eaux usées dans la ville de Bir Jdid, nous mène à rejeter les eaux usées dans l'oued Lahour. Cela est assuré par un refoulement des eaux usées grâce à la station de pompage de Bir Jdid, vers un rejet assez élevé, qui garantira ensuite un écoulement gravitaire vers cette vallée.

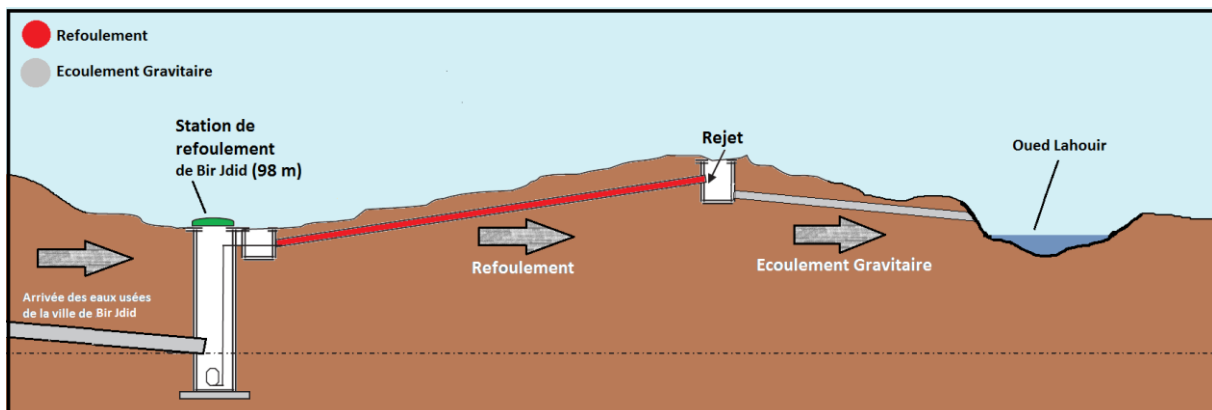


Figure 8 : Coupe représentant la différence d'altitudes entre la station de pompage de Bir Jdid et Oued Lahour



## 8.2. Impact environnemental et critères du choix des sites des stations d'épuration

### 8.2.1. Critères du choix des sites

Avant de citer les critères d'installation des stations d'épuration des eaux usées, on aura à parler des motivations pour lesquels on crée ces stations, résidant dans la préservation de l'environnement en particulier qui nécessite une installation de celles-ci. Ainsi que l'augmentation prévisible de la population, proportionnelle à celle du débit de production des eaux usées, notamment en période estivale dans les zones ayant une importance touristique tel que la ville d'El Jadida, qui connaît une croissance de population de 214 000 habitants, et le centre de Oualidia où la population d'environ 15 000 habitants double.

Un site est choisi selon 4 critères essentiels :

- **Topographie** : Il est préférable de choisir un site à la plus basse altitude (cas de Ouled Frej), qui permet d'assurer un écoulement gravitaire des eaux usées.
- **Economique** : Diminuer le coût du projet le plus possible par exemple par l'achat du terrain auprès de la commune.
- **Technique** : La technique d'implantation du terrain doit permettre un accès facile, le rejet des effluents épurés dans l'emplacement envisagé le plus proche (Oued, mer, bassin d'irrigation), et doit disposer d'une ligne électrique à moyenne tension à proximité, pour produire l'énergie nécessaire à son fonctionnement.
- **L'environnement du site** : La zone la plus éloignée des habitats et des campings touristiques est la plus préférable.

### 8.2.2. Impact environnemental des stations d'épuration

#### - Les impacts positifs :

- L'amélioration des conditions sanitaires, et l'assurance de l'hygiène des citoyens par la diminution des matières toxiques et indésirables dans les eaux usées dangereuses pour l'environnement.
- La réutilisation des eaux épurées dans l'irrigation des périmètres agricoles, à la place des eaux usées utilisées actuellement et qui sont nocifs pour l'environnement et pour la santé des consommateurs des céréales, légumes et fruits irrigués par ces eaux.
- Les eaux épurées peuvent être utilisées pour le nettoyage des places publiques (rue, commune, hôpital, etc), à la place de l'eau potable qui est plus chère.

- Le projet d'une station d'épuration va créer une activité socio-économique par l'investissement de la main d'œuvre locale.
- La protection de toutes les composantes de l'environnement. A savoir l'air, l'eau, la biomasse, la terre.
  - **Les impacts négatifs :**
    - Pour l'air : le transport des mauvaises odeurs provenant de la station va être manifesté par le vent ce qui va détruire la qualité olfactive de l'air.
    - Pour le sol : Risques de contamination de la nappe et des eaux souterraines par des fuites sur le réseau en exploitation.
    - Pour la population : risques de maladies causés par la pollution olfactive transportée par les vents dominant vers la population, et risques d'accidents de travail pour le personnel travaillant dans la STEP
  - **Les solutions :**
    - La conservation d'un écran naturel autour du site pour préserver la station d'épuration et pour éliminer la pollution de l'air.
    - Le choix des engins doit respecter le règlement du chantier, afin d'éviter le dégagement des polluants atmosphériques trop nuisibles. Pour minimiser les bruits, il est primordial de donner des consignes aux chauffeurs pour qu'ils limitent au maximum l'avertisseur sonore et qu'ils arrêtent le moteur de leurs véhicules si ce n'est pas nécessaire.
    - Assurer l'arrosage du chantier pour limiter les émissions de poussières.
    - Récupérer le biogaz riche en énergie issu des bassins et l'utiliser pour la production de l'électricité afin de réduire l'intensité des mauvaises odeurs.
    - Epaissement, et stabilisation des boues pour qu'elles soient aptes à être épandues directement sans poser de problème sur l'environnement du centre.
    - Mise en décharge des boues après stabilisation et séchage, et les transporter dans des sacs étanches pour le curage
    - Les boues épaissies et stabilisées peuvent être aussi utilisées en agriculture comme composte.
    - Utilisation des groupes électrogènes au cas de panne ou de dysfonctionnement des pompes servant à l'acheminement des eaux épurées.
    - Vaccination du personnel et mettre à sa disposition tous les équipements de protections nécessaires.
    - Assurer l'étanchéité des bassins telle qu'elle est recommandée.

## 9. Conclusion

L'installation des stations de pompage et d'épuration repose sur plusieurs études (environnementale, économique, urbanisation...). Toute installation d'une station d'épuration doit répondre à des critères qui sont bien précis et prédéterminés. Cela est par la suite suivi par l'installation de stations de pompage.

Notre étude consistait à la détermination des critères du choix des sites d'installation des stations de pompage d'une part et des stations d'épuration d'autre part, grâce aux données récoltées lors de la géolocalisation des stations mises en service.

Après nos 9 missions dans les 4 stations d'épuration et de prétraitement et les 13 stations de pompage, on a pu au terme du présent projet, grâce à notre démarche s'appuyant sur l'usage de matériel fiable et de programmes informatiques reconnus mondialement, que le critère principal pour l'installation d'une station de pompage a été le paramètre d'altitude.

L'installation d'une station d'épuration fait appel à des critères géographiques et environnementaux, ainsi que des critères liés à la population et au sol.

Après avoir étudié le territoire de notre zone d'étude, nous avons estimé le besoin en stations d'épuration des eaux usées dans plusieurs villes et centres :

- **La ville de Sidi Bennour**, avec sa population qui dépasse les 40000 habitants, mais toutefois sans station d'épuration pour mieux gérer les eaux usées et leurs dangers.
- **Le parc industriel Jorf Sfer**, qui connaît une activité industrielle qui nécessite la présence d'une station d'épuration, pour au moins limiter l'influence négative des eaux industrielles chargées en matière toxique phosphorée ou azotée.
- **La ville d'Azemmour et Sidi Ali Benhamdouch**, qui ont un poids touristique très important, ce qui nécessite l'installation de station d'épuration le plus tôt possible.
- **La ville de Bir Jdid**, doit songer à la mise en place de stratégies précises, reposant sur l'adéquation de la gestion des eaux usées avec les infrastructures de traitement qu'il faut dans les brefs délais sans oublier d'aménager une station d'épuration de ces eaux usées pour pouvoir les récupérer en agriculture, au lieu de les déverser dans des milieux naturels.

## Références bibliographiques

- Antoniou B., Haklay M., Morley J., 2010, « *Web 2.0 Geotagged Photos: Assessing the Spatial Dimension of the Phenomenon* », *Geomatica*, vol. 64, No.1, 99-110
- Fadili, M. (2014). *Etude hydrogéologique et géophysique de l'extension de l'intrusion marine dans le Sahel de l'Oualidia (Maroc) : Analyse statistique, hydrochimie et prospection électrique*. Thèse de Doctorat Es-science, Univ. Chouaib Doukkali, p. 15.R.
- Franceys, J.Pickford et R. Red, OMS, Genève, 1995 : *Guide de l'assainissement individuel*, 258 pages
- KASSI Léon Paul, 2004 : *Site urbain, assainissement et risques naturels à GrandBassam*. Mémoire de Maîtrise, Université de Cocody, IGT, 106 pages
- Magli FILOU, juillet 2006 - *Baignade toujours*, juillet 2006
- OMS, 2006 : *Les facteurs environnementaux sont la cause de 24% de maladies* 105
- OMS., 1988 : *Directives de qualité pour l'eau de boisson*, deuxième édition, Volume 2, critères d'hygiène et documentation à l'appui, Genève, 1050 pages
- Pierre Smith, Février 2011, *La géolocalisation : définition, usages et limites*, Publié le 2 par dans contact multicanal
- Romain, 15 Juin 2014, *GPS : un superman des temps modernes*

## Webographie :

- <http://www.ec-eau.com>
- <http://www.sololiya.fr>
- <http://test.alloprof.qc.ca/geographie/les-outils-du-geographe/la-carte-geographique.aspx>