



FACULTÉ DES SCIENCES
ET TECHNIQUES

MARRAKECH



Département des Sciences de la Terre
Licence Sciences et Techniques
Option : Eau et Environnement

Mémoire de Fin d'Etudes

Diagnostic du réseau d'assainissement de
la ville de Marrakech : Rejet direct des
eaux usées dans le milieu naturel

Stage effectué du 25-05-2010 au 25-07-2010

Réalisé par:

Najlaa FATHI

Encadrée par:

- Pr M. AGOUSSINE (FST)
- Mr M. ERRAMI (RADEEMA)

Soutenu le 24 - 02 - 2011 devant le jury :

- Pr M.AGOUSSINE
- Pr K.EL HARIRI
- Pr N.KHAMLI

Année Universitaire : 2010 – 2011

SOMMAIRE

LISTE DES FIGURES	3
LISTE DES TABLEAUX	3
LISTE DES PHOTOS.....	4
REMERCIEMENTS	5
INTRODUCTION.....	6
CHAPITRE I : CADRE DE TRAVAIL	7
1- PRESENTATION DE LA RADEEMA.....	7
• <i>Missions de la RADEEMA</i>	<i>8</i>
• <i>Cadre institutionnel</i>	<i>8</i>
• <i>Cadre juridique</i>	<i>9</i>
2- PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE.....	11
2.1- <i>Situation géographique</i>	11
2.2- <i>Occupation de sol</i>	12
2.3- <i>Climat.....</i>	12
2.3-1. <i>Précipitations et hygrométrie.....</i>	<i>12</i>
2.3-2. <i>La période de sécheresse</i>	<i>13</i>
2.3-3. <i>Température:</i>	<i>13</i>
2.3-4. <i>Vents</i>	<i>13</i>
3. GEOLOGIE ET PEDOLOGIE	13
4. HYDROGEOLOGIE.....	14
4.1- <i>Contexte hydrogéologique</i>	14
4.2- <i>Alimentation de la nappe.....</i>	15
4.3- <i>Profondeur et qualité de la nappe.....</i>	15
4.4- <i>Mode d'exploitation de la nappe</i>	15
5. HYDROLOGIE	16
5.1- <i>Le réseau de l'oued du Tensift.....</i>	16
5.2- <i>Les débits et inondations</i>	16
CHAPITRE II : PROBLEMATIQUES DE L'ASSAINISSEMENT A MARRAKECH	17
1. INTRODUCTION.....	17
2. LES EAUX USEES	17
2.1. <i>Définition.....</i>	17
2.2. <i>Les sortes des eaux usées</i>	17
3. CARACTERISTIQUES DES REJETS.....	18
3.1. <i>Effluents domestiques et industriels</i>	18
3.1.1. <i>Définition</i>	<i>18</i>
3.1.2. <i>Caractéristiques.....</i>	<i>18</i>
3.2. <i>Effluents pluviaux et inondations</i>	19
3.2.1. <i>Définition</i>	<i>19</i>
3.2.2. <i>Caractéristiques.....</i>	<i>20</i>
3.2.3. <i>Les inondations localisées et zone d'épandage.....</i>	<i>20</i>
4. POLLUTION ET NUISANCE	21
CHAPITRE III : PRESENTATION DES POINTS DE REJETS DANS LE MILIEU NATUREL ET ETUDE DE LA VULNERABILITE DE LA NAPPE	22

1.	PRESENTATION DES POINTS DE REJETS DANS LE MILIEU NATUREL	22
1.1.	Introduction	22
1.2.	Secteurs de rejets	22
1.2.1.	Secteur de M'hamid	22
1.2.2.	Secteur d'Agdal	23
a)	Bab Jdid	23
b)	Ghabat Chabab	23
1.2.3.	Secteur d'Ennakhil	24
a)	Club Med	24
b)	Douar Ben Salk	25
c)	Douar Genoun	26
1.2.4.	Secteur de Menara	27
a)	Chaaba Ali Bali (deux cas)	27
b)	Azzouzia (trois cas)	28
1.2.5.	Secteur de Gueliz	30
a)	Zone izdihar	30
b)	Zone Douar Zemrani	31
2.	ETUDE DE LA VULNERABILITE DE LA NAPPE	32
2.1.	Introduction	32
1.1.	<i>localisation des points</i>	32
1.1.1.	localisation géographique	32
1.1.2.	Localisation géologique	35
1.2.	<i>Descriptions des points</i>	35
2.4	<i>Echantillonnage des points</i>	35
2.5.	Mesure in situ	36
2.6.	Analyses bactériologiques	37
2.6.1.	Protocole expérimental	37
2.6.2.	Résultats du dénombrement des bactéries	39
	CHAPITRE IV : CARACTERISTIQUES DU RESEAU D'ASSAINISSEMENT A MARRAKECH	41
1.	RESEAU D'ASSAINISSEMENT A MARRAKECH	41
1.1.	Type du réseau	41
1.2.	Constitutions du réseau et coté environnementale :	42
2.	ANOMALIE DE FONCTIONNEMENT DU RESEAU	42
3.	CAUSES DE DISFONCTIONNEMENT	43
4.	LA REPARTITION DES RESEAUX ET LEURS PROBLEMES DE DYSFONCTIONNEMENT	43
5.	SOLUTIONS POUR SUPPRIMER LES POINTS DE REJETS DES EAUX USEES	45
	CONCLUSION GENERALE	58
	WEBOGRAPHIE	59

ANNEXE: Photos des boites à pétri des cultures : Azzouzia, Guenoun, M'Hamid, Golf Palace

Liste des figures

Figure 1: Organigramme de la RADEEMA.....	7
Figure 2:Organigramme de département d'exploitation et assainissement	7
Figure 3: Présentation de la zone d'étude (JICA, MATEE, ABHT, 2007)	11
Figure 4: Occupation de sol de la région de Marrakech (http://maps.google.com/).....	12
Figure 5: carte géologique du bassin de Haouz (Sinan, Bouibrine, 2007, EHTP)	14
Figure 6: Présentation de la nappe aquifère à Marrakech et du réseau hydrographique (ABHT).....	14
Figure 7: Evolution de la profondeur de la nappe entre 1986 et 2002(Limam, 2002).....	15
Figure 8 : volume des rejets industriels en %	19
Figure 9:Paramètres intervenant dans l'évaluation des eaux souterraines (Sinan, Boudrine, 2007, EHTP).....	32
Figure 10:Carte des points de mesure et de rejet	34
Figure 11:coupe lithologique de type de forage captant la nappe phréatique du Haouz (F2692/53). (Sinan, Boudrine, 2007)	35

Liste des tableaux

Tableau 1 : Tableau des paramètres de température	13
Tableau 2 : description de point de rejet de M'Hamid	22
Tableau 3 : description de point de rejet dans l'oliverai de Bab Jdid	23
Tableau 4 : Description de point de rejet dans le bassin de rétention d'Agdal	23
Tableau 5 : description de point de rejet dans un terrain libre	24
Tableau 6 : description de point de rejet sur Oued Issil	25
Tableau 7 : description de point de rejet Douar Guenoun sur Oued Issil	26
Tableau 8 : description de point de rejet de Golf Palace	26
Tableau 9 : description de point de rejet Chaaba Ali Bali 1 ^{er} cas	27
Tableau 10 : description de point de rejet Chaaba Ali Bali 2 ^{eme} cas	28
Tableau 11 : description de point de rejet D.O 1 ^{er} cas Azzouzia	28
Tableau 12 : description de point de rejet 2 ^{eme} cas Azzouzia.....	29
Tableau 13 : description de point de rejet Douar Chaouf l'ayadi 3 ^{eme} cas Azzouzia	30
Tableau 14 : description de point de rejet de la zone Izdihar.....	30
Tableau 15 : description de point de rejet Douar Zemrani.....	31
Tableau 16 : Caractéristique des points de mesure.....	33
Tableau 17 : Coordonnées des points de rejets et de mesure	34
Tableau 18 : Résultats des mesures de quelques paramètres physico chimique prise sur terrain.....	36
Tableau 19 : tableau des normes publiées par l'agence de bassin de Tensift (Article 9).....	37
Tableau 20 : Dénombrement des Coliformes Totaux	39
Tableau 21 : Dénombrement des Coliformes Fécaux	39
Tableau 22 : Dénombrement des Aeromonas.....	39
Tableau 23 : Dénombrement des Pseudomonas.....	39
Tableau 24 : Dénombrement des Streptocoques.....	39
Tableau 25 : Dénombrement de l'Aérobic Total	39
Tableau 26:Récapitulation des résultats obtenus.....	40
Tableau 27 : Données de réseau d'assainissement à Marrakech.....	42
Tableau 28: Récapitulation des solutions proposées pour supprimer les points noirs	57

Liste des photos

<i>Photo 1:(a) rejets domestiques, (b) rejets industrielles</i>	18
<i>Photo 2:Points de rejets dans le secteur de M'hamid</i>	22
<i>Photo 3: Points de rejets dans l'oliverai de Bab Jdid</i>	23
<i>Photo 4:Points de rejets dans le bassin de rétention d'Agdal</i>	24
<i>Photo 5:Points de rejets dans le bassin de rétention d'Agdal</i>	24
<i>Photo 6:Points de rejets du déversoir d'orage Douar Ben Salk sur oued Issil</i>	25
<i>Photo 7:Points de rejets du déversoir d'orage Douar Ben Salk sur oued Issil</i>	26
<i>Photo 8:Points de rejets de Golf Palace</i>	27
<i>Photo 9:Points de rejets du déversoir d'orage de la zone Targua (collecteur Ouest)</i>	27
<i>Photo 10:Points de rejets des lotissements Jawhar</i>	28
<i>Photo 11:Points de rejets déversoir d'orage 1^{er} cas Azzouzia</i>	29
<i>Photo 12:Points de rejets 2^{eme} cas Azzouzia</i>	29
<i>Photo 13:Points de rejets Douar Chaouf lAyadi 3^{eme} cas Azzouzia</i>	30
<i>Photo 14: Points de rejets de la zone Izdihar</i>	31
<i>Photo 15:Points de rejets Douar Zemrani</i>	31
<i>Photo 16:(a) : prélèvement par pompage dans le puits 1 ,(b) : prélèvement des surfaces d'eau fontaine dans le puits 4 , (c) :prélèvement d'un tuyau utilisé pour l'arrosage dans le puits 2 ,(d) : puits 2 implanté au sein de la pépinière</i>	36
<i>Photo 17:Localisation des points noirs à M'hamid</i>	45
<i>Photo 18:localisation des points noirs à Bab Jdid</i>	46
<i>Photo 19:Localisation des points noirs à Ghabat Chabab</i>	47
<i>Photo 20:localisation des points noirs à Chaaba Ali Bali</i>	48
<i>Photo 21:localisation des points noirs à Azouzia</i>	49
<i>Photo 22:localisation des points noirs à Chouf Aiyadi</i>	50
<i>Photo 23: localisation des points noirs à Club Med</i>	51
<i>Photo 24:localisation des points noirs à Ben Salek</i>	52
<i>Photo 25:localisation des points noirs à Douar Genoun</i>	53
<i>Photo 26:localisation des points noirs à l'Izdihar</i>	54
<i>photo 27:localisation de point de rejet à Douar Zemrani</i>	55
<i>Photo 28:localisation de point de rejet à Golf Palace</i>	56

Remerciements

Avant toute chose, qu'il me soit permis de remercier Dieu tout puissant, source d'intelligence et de sagesse infinies.

L'accomplissement de ce travail est le fruit d'un semestre de travail, durant lequel j'ai pu compter sur l'appui et la disponibilité de tous les Professeurs du département.

Je tiens à remercier en premier lieu, le corps professoral et administratif de la Faculté des sciences et technique de Marrakech, pour leur dévouement à améliorer la qualité de notre formation.

Mes vifs remerciements sont adressés à mon encadrant M. AGOUSSINE, Professeur au Département des Sciences de la Terre, à la Faculté des Sciences et Techniques, pour sa compréhension, son humanité, ses conseils constructifs. Il n'a épargné ni temps ni efforts pour me permettre de mener ma mission dans de bonnes conditions.

Je tiens aussi à témoigner ma reconnaissance et à remercier, pour son aide, sa patience et sa coopération professionnelle mon co-encadrant Mr Mustapha ERRAMI de la RADEEMA de Marrakech.

Je tiens aussi à remercier Mr IGMOULAN qui m'a offert l'occasion de passer une semaine au sein du laboratoire de la Faculté des sciences Semlalia. De même je remercie Mr AMZILE professeur de Biologie à la Faculté de Semlalia pour son accueil et la confiance qu'il m'a accordé dès mon arrivée au laboratoire.

Ma gratitude va, aussi, à tous ceux qui ont facilité la réalisation de ce travail et qui ont contribué de près ou de loin au bon déroulement de ce sujet.

Pour finir, je remercie tout de même mes parents en particulier pour m'avoir permis de poursuivre mes études et pour leurs soutiens.

Introduction

Le Maroc se développe et les causes de pollution sont, comme ailleurs, de plus en plus nombreuses.

Et parmi les problèmes liés à l'environnement et visibles à l'œil nu : les rejets directs des eaux usées dans le milieu naturel. Le problème est aggravé par la dégradation ou l'absence du réseau d'assainissement ainsi le manque d'entretien et de dispositifs inadéquat à l'évacuation de ces eaux usées.

C'est le cas auquel est confrontée la ville de Marrakech où l'insuffisance ou l'inexistence de réseau d'assainissement en résulte des rejets directs des déchets liquides dans le milieu naturel. Ces rejets proviennent essentiellement des fuites, des réseaux d'égouts dont l'état physique est inadapté à la collecte et au transport des eaux usées jusqu'à la station d'épuration, ou bien du raccordement incomplet des habitations à l'égout ou l'inversement des branchements particuliers .

Ces rejets dans le milieu naturel sans aucun traitement préalable, peuvent engendrer un risque sérieux pour les eaux souterraines et pour la santé publique en particulier.

L'assainissement constitue une partie fondamentale du cycle de l'eau puisqu'il met en relation le milieu récepteur et le milieu urbain à travers l'évacuation des eaux pluviales et des eaux usées.

Ce modeste travail consiste en premier lieu à déterminer et décrire les points de rejets dans le milieu naturel au niveau de la ville de Marrakech. Le point suivant est axé sur la contamination de quelques puits qui se localise auprès des points noirs .Ce travail à aussi eu pour objectif de supprimer les risques et les problèmes liés à cette pollution et cela par l'étude du disfonctionnement du réseau d'assainissement afin d'arriver aux solutions convenable pour améliorer l'état de ces sites.

Chapitre I : Cadre de travail

1- Présentation de la RADEEMA

La RADEEMA (Régie Autonome de Distribution d'Eau, d'Electricité et d'Assainissement de Marrakech) a été créée le 1er janvier 1971 en vertu du décret 2-64-394 du 22 Joumada I 1384 (29 septembre 1964) relatif aux régies communales dotées de la personnalité civile et de l'autonomie financière. Elle est administrée par un conseil d'administration et un comité de direction élus selon la loi en vigueur.

Pour ce qui concerne la gestion du service assainissement liquide de la ville de Marrakech, elle a été prise en charge en 1998 et le cahier des charges qui régit ce service date de cette même année. (RADEEMA, 2008)

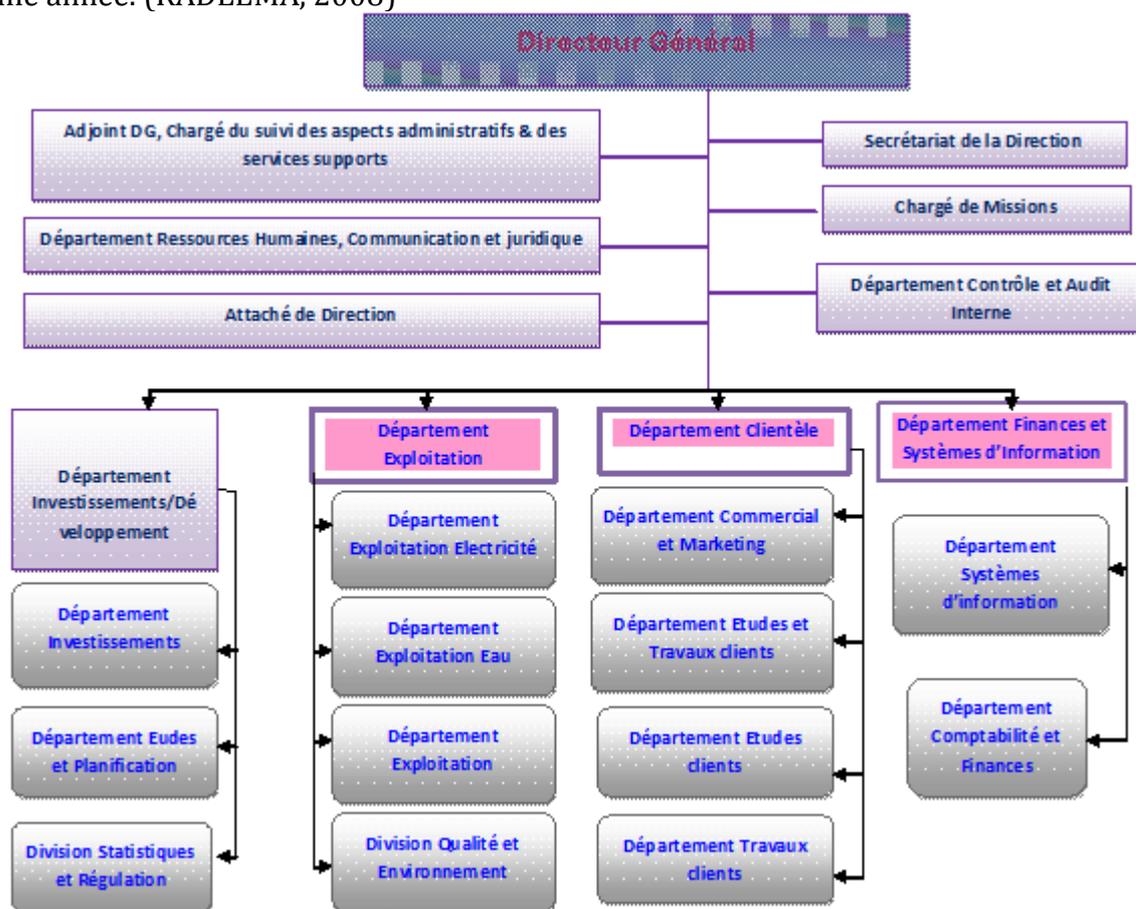
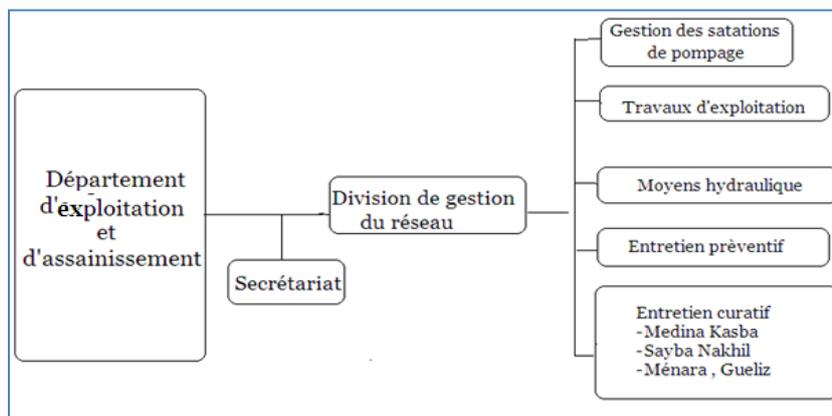


Figure 1: Organigramme de la RADEEMA

Figure 2: Organigramme de département d'exploitation et d'assainissement



Le stage est effectuée au sein de département d'exploitation assainissement qui est à son tour chargé de plusieurs travaux: la gestion des stations de pompage, travaux d'exploitation, entretien préventif et curatif et des moyens hydrauliques figure 2.

- **Missions de la RADEEMA**

Ce sujet vise l'intervention efficace de la RADEEMA dans le secteur de l'assainissement à travers la gestion.

A cause de l'augmentation de la densité de la population dans le milieu urbain, la ville de Marrakech a connu des problèmes d'ordre sanitaire et ceci est dû aux déchets d'origine humaine, des matières fécales, et d'urine qui présentent les sources d'une multitude d'infections et de maladies.

L'objectif du sujet est la participation à la protection de l'environnement, des eaux superficielles, des nappes d'eau souterraines, d'améliorer la situation des espaces naturels et de minimiser les risques de contamination par les maladies transmissibles par les eaux usées non traitées ainsi que les mauvaises odeurs.

L'assainissement est un outil précieux de lutte contre la pollution et de sauvegarde de la salubrité du milieu.

- **Cadre institutionnel**

Le Ministère de l'Environnement et son émanation, l'Observatoire National de l'Environnement du Maroc, sont chargés de la politique d'environnement au niveau national.

D'autres Ministères sont concernés de manière indirecte, par la gestion de l'environnement au niveau national:

- Ministère de la Santé Publique: l'activité environnementale constitue le suivi épidémiologique/hygiène du milieu contrôle de la qualité des points d'eau lutte contre les maladies liées à la détérioration des conditions de vie et de la qualité de l'environnement
- Ministère des Travaux Publics: qui se charge de la gestion de qualité des eaux naturelles et de faire des enquêtes sur les établissements commodes et incommodes.

Marrakech, fait partie de la région du Tensift, qui n'est pas une entité réelle administrative puisqu'elle n'a pas de budget ni de structure propres. Cependant, un certain nombre d'organismes de niveau régional, émanations de Ministères, ont un rôle consultatif concernant l'environnement:

- Direction de la Région Hydraulique de Tensift (DRHT): sous la tutelle du Ministère des Travaux Publics, la DRHT gère le domaine hydraulique public (nappe, oueds) et assure la coordination technique des études expérimentales en matière d'épuration des eaux usées, ou de traitement des déchets solides,
- Office Régional de Mise en Valeur Agricole du Haouz (ORMVAH):

il est concerné par la réutilisation des eaux usées à des fins agricoles,

- comité provincial d'assainissement.

Ces comités sont composés des autorités locales, des élus, et des services techniques intéressés par le thème du comité, notamment la Direction Régionale de l'Hydraulique, l'ONEP, l'ORMVAM, la RADEEMA, la Délégation Provinciale de la Santé. Ils présentent un grand intérêt dans la mesure où ce sont des structures transversales, destinées à gérer l'environnement de manière préventive et plus globale.

- La communauté urbaine réunit Marrakech-Médina, Méchouar-Kasbah, Ménara Guéliz et Sidi Youssef Ben Ali et intégrera bientôt Annakhil.

Elle gère entre autre les services communs aux différentes communes urbaines:

Décharge d'ordures ménagères, espaces verts intercommunaux, transports, hygiène. Les transports en commun, l'approvisionnement en eau potable et l'assainissement liquide

sont gérés en régie directe par des régies autonomes (RATMA et RADEEMA). (ONEM, 2007)

- **Cadre juridique**

Les textes réglementaires touchant l'environnement sont peu nombreux, anciens et en général, mal adaptés à la situation actuelle.

La réglementation utilisée par les communes urbaines et la communauté urbaine en matière d'assainissement est la suivante :

- arrêté municipal permanent n° 268 du 7 juillet 1939 concernant la gestion des eaux usées dans les municipalités,
- arrêté municipal permanent n° 94 du 23 juillet 1923 concernant le contrôle des fosses d'aisance à l'occasion de leur vidange et interdisant l'utilisation des vidanges dans les jardins maraîchers.

Ces arrêtés ont pour objet:

- de classer les rejets par catégorie (rejets domestiques et industriels) et de rendre obligatoire pour plusieurs d'entre eux, une autorisation de rejet,
- d'imposer dans certaines conditions, le prétraitement des rejets avant leur évacuation dans le réseau public,
- d'interdire les rejets des eaux usées par infiltration percolation à proximité d'un puits, d'une source ou d'une réserve d'eau de surface,
- de réglementer, le rejet des effluents en zones proches des points de prélèvement d'eau potable,
- de prévoir la constitution des périmètres de protection autour des points de prélèvement d'eau potable.

Arrêté du 7 juillet 1939

➤ Evacuation des eaux usées

Article 75 :L'évacuation sur la voie publique des eaux ménagères et des eaux résiduelles des industries est interdite. Ainsi, pour toutes les constructions voisines d'un égout public, l'administration pourra imposer des canalisations souterraines se raccordant à cet égout pour l'évacuation des eaux ménagères et pluviales.

A défaut d'égout, l'administration pourra autoriser la réception des eaux ménagères ou des eaux résiduelles des industries dans des puisards absorbants. Ceux-ci devront être placés au moins à 4 mètres de toute construction.

➤ Charte communale

Article 40 de la Charte Communale relatif à l'hygiène, la salubrité et l'environnement charge le Conseil Communal de veiller à "l'évacuation et au traitement des eaux usées et pluviales" et à "la lutte contre toutes les formes de pollution et de dégradation de l'environnement et de l'équilibre naturel". (DEA, ONEP).

➤ Responsabilité du propriétaire

Article 9 : Il est interdit de forer des puits à l'intérieur des pièces habitables

Autorisation de branchement à l'égout

Tout bâtiment situé, soit directement, soit indirectement par interposition de cour, de jardin, de passage particulier ou de voie privée de lotissement, en bordure d'une rue, desservie par une canalisation d'égout, doit être relié à cette canalisation par un branchement.

Article 100 : Les travaux de branchements à l'égout seront exécutés sous la surveillance du service des travaux municipaux, par l'entrepreneur adjudicataire de ces travaux.

Article 102 : Tous les cabinets d'aisance seront munis d'un réservoir permettant de donner dans les cuvettes soit à volonté soit automatiquement, des chasses d'eau suffisamment vigoureuses.

➤ Tuyaux Collecteurs

Le tuyau collecteur aura un diamètre extérieur de 20 mm à 30 mm, il sera en principe rectiligne, la pente minimum du tuyau sera de 2%/m

Article 103 :L'entretien de la canalisation intérieure du branchement est à la charge du propriétaire. Le propriétaire d'un immeuble branché sur l'égout public sera tenu sur simple réquisition de laisser visiter les ouvrages intérieurs. Il est formellement interdit d'introduire des corps solides, débris de cuisines, linges, etc. dans une partie quelconque de l'installation d'assainissement de l'immeuble. (ONEM, 2007)

➤ Protection de l'environnement

La loi n°11-03 relative à la protection et à la mise en valeur de l'environnement prévoit dans son article 2 la mise en application: "d'un équilibre nécessaire entre les exigences du développement national et celles de la Protection de l'environnement lors de l'élaboration des plans sectoriels de développement"(DEA, ONEP)

➤ Loi de l'eau

La loi 10-95 sur l'eau a été adoptée par la Chambre des Représentants en juillet 1995. Elle soumet toute utilisation des eaux, qu'elle soit le fait de personnes physiques ou morales, de droit public ou privé, au paiement d'une redevance. La loi sur l'eau repose sur un certain nombre de principes de base qui découlent des objectifs cités ci-dessus :

- La domanialité publique des eaux : d'après ce principe, posé par les dahirs de 1914 et 1919, toutes les eaux font partie du domaine public à l'exception des droits acquis et reconnus. Cependant, la nécessité d'une valorisation maximale des ressources en eau imposée par leur rareté a fait que la loi a apporté une limite à ces droits de telle sorte que les propriétaires de droits sur les eaux seulement ou sur des eaux qu'ils n'utilisent qu'en partie seulement pour leurs fonds ne peuvent les céder qu'aux propriétaires de fonds agricoles.
- La mise au point d'une planification de l'aménagement et de la répartition des ressources en eau basée sur une large concertation entre les usagers et les pouvoirs publics.
- La protection de la santé de l'homme par la réglementation de l'exploitation, de la distribution et de la vente des eaux à usage alimentaire.
- La réglementation des activités susceptibles de polluer les ressources en eau.
- La répartition rationnelle des ressources en eau en période de sécheresse pour atténuer les effets de la pénurie.
- Une plus grande revalorisation agricole grâce à l'amélioration des conditions d'aménagement et d'utilisation des eaux à usage agricole.
- La prévision de sanctions et la création d'une police des eaux pour réprimer toute exploitation illicite de l'eau ou tout acte susceptible d'altérer sa qualité.

Parmi les apports de cette loi, figure également la contribution à l'amélioration de la situation environnementale des ressources en eau nationales. Cette loi constituera en effet un moyen efficace de lutte contre la pollution des eaux étant entendu que la réalisation de cet objectif nécessite, par ailleurs, un travail législatif supplémentaire en matière de gestion du littoral et de réglementation des produits chimiques utilisés dans les activités économiques productrices. (Ministère de l'aménagement du territoire de l'eau et de l'environnement, RADEEMA)

2- Présentation de la zone d'étude

2.1- Situation géographique

L'agglomération de Marrakech est située dans la plaine du Haouz centrale enserrée par le massif du Haut Atlas au Sud et celui des Jbilettes au Nord et qui s'étend sur une superficie de 60 km². Le site de Marrakech est une plaine uniforme s'inclinant doucement selon une pente d'environ 8 % orientée du sud-est vers le Nord-Ouest depuis la côte 460 NGM (Est de l'aéroport) jusqu'à la côte 380 NGM (oued Tensift) figure 3. Les seuls reliefs sont constitués par les jbel (collines) Guéliz et Koudiat al Abid. (ONEM, 2007)

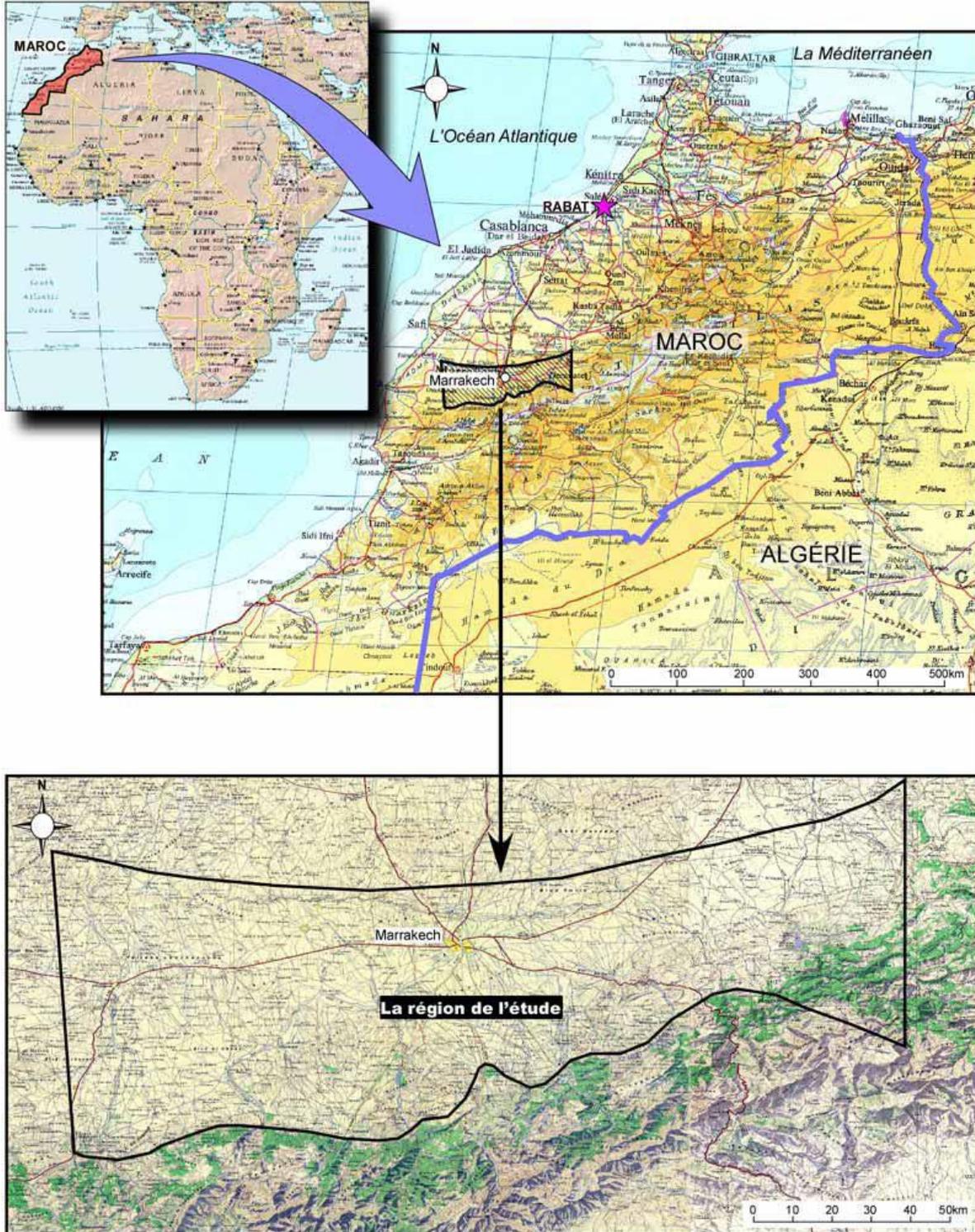


Figure 3: Présentation de la zone d'étude (JICA, MATEE, ABHT, 2007)

2.2- Occupation de sol

Marrakech est caractérisé par un tissu urbain hétérogène, constitué des types d'habitats suivants : la médina à l'habitat traditionnel, la ville moderne (Guéliz), l'habitat économique (Sidi Youssef ben Ali et M'Hamid), les quartiers de villas (Hivernage, Palmeraie), les nouveaux quartiers (auto-construction, recasement, opérations privées de standing supérieur) et enfin les douars et habitats "spontanés", situés essentiellement en périphérie figure 4.



Figure 4: Occupation de sol de la région de Marrakech (<http://maps.google.com/>)

Les deux principales zones industrielles de Marrakech sont le Quartier industriel au sud du camp Ghul, zone vieillissante et enclavée et la zone nouvelle de Sidi Ghanem. Elles sont toutes deux situées à Ménara-Gueliz. Une future zone industrielle couplée à la création d'une ville nouvelle, est en projet au Nord de Marrakech à Harbil.

L'artisanat et le commerce sont surtout concentrés dans la médina, Syba et Ménara-Guéliz.

Les hôtels sont implantés dans la Médina, quartier de l'Hivernage et la Palmeraie. Le paysage (vues sur l'Atlas et la Médina), le patrimoine historique et l'environnement naturel (palmeraie, oliveraie et espaces verts) sont des facteurs d'attraction pour le tourisme et des arguments de vente pour les hôtels qui en bénéficient.

Les espaces verts sont surtout constitués de grands espaces au Sud et au Sud-ouest de Marrakech (Ménara, Oliveraie Bâb Jdid, Agdal). Peu d'espaces verts sont à l'intérieur du tissu urbain. Les espaces naturels sont menacés par l'urbanisation, notamment la Palmeraie et les oliviers. (RADEEMA, 2008)

2.3- Climat

La région de Marrakech est soumise à un climat aride, chaud à hiver frais, caractérisé par une pluviométrie faible et variable.

Les données ci-dessous ont été mesurées par la station météorologique de l'aéroport de Marrakech-Ménara, située à 3 km du centre-ville. (ONEM, 2007)

2.3-1. Précipitations et hygrométrie

Selon Emberger la zone de Marrakech se situe dans l'étage bioclimatique semi-aride caractérisé par des précipitations peu abondantes, groupées pendant la saison froide, du mois de septembre au mois de mai, avec deux maxima en novembre-décembre et en mars-avril, les précipitations moyennes sont de 240 mm par an (moyenne mesurée entre 1955 et 1988).

Soulignant la sécheresse du climat, l'humidité relative passe en moyenne de 73 % en janvier, à 33 % en juillet. Durant ces derniers mois, elle peut s'annuler lorsque soufflent des vents desséchants : chergui et sirocco.

2.3-2. La période de sécheresse

Les données météorologiques enregistrées depuis 1979 montrent que Marrakech connaît une période de sécheresse relativement longue. Dans cette région où l'agriculture constitue l'activité principale de plus de 60 % de la population, la sécheresse a entraîné un exode rural vers Marrakech, et a contribué au développement des douars et de SYBA. Elle a aussi pour conséquence des difficultés dans l'approvisionnement en eau potable.

2.3-3. Température:

Les contrastes de températures sont remarquables, en raison des variations diurnes, saisonnières ou annuelles. A Marrakech, la moyenne annuelle calculée est de 19,9 °C (moyenne mesurée entre 1941 et 1970), avec pour des extrêmes pouvant varier de - 3 °C (février 1935) à 48,1 °C (juillet 1929). Les moyennes mensuelles oscillent entre 11,5 °C en janvier et 28,8 °C en août. Le nombre de jours d'insolation se chiffre à 240 dont 119 d'insolation continue. . (ONEM, 2007)

	Min de température	Max de température	Nombre de jour d'insolation
Periode	Février 1935	Juillet 1929	Année
Valeur	-3 °C	48,1 °C	240 jours

Tableau 1 : Tableau des paramètres de température

2.3-4. Vents

Les vents dominants sont calmes et originaires de l'Ouest et du Nord-Ouest. Au contraire les vents desséchants de chergui et de sirocco (mesurés au mois de juillet), soufflent respectivement de l'Est et du Sud, pour une durée dans l'année cumulée de 39 jours. . (ONEM, 2007).

3. Géologie et pédologie

La plaine du Haouz, contenant la ville de Marrakech, se développe entre les chaînes du Haut Atlas au Sud et le massif des Jbilettes au nord. Elle est formée sur un substratum paléozoïque essentiellement schisteux et imperméable, elle est recouverte d'un dépôt alluvial graveleux datant du quaternaire. Ce dépôt est le fruit de l'érosion des roches de l'Atlas, charriées par un réseau hydrographique au régime torrentiel.

Ces dépôts détritiques, insérés dans une matrice souvent argileuse sont caractérisés par leur extrême hétérogénéité. Les collines calcaires Jbel Guéliz et Koudiat al Abid sont les seuls reliefs de cette plaine, issus de l'érosion du socle paléozoïque figure 5. (ONEM, 2007)

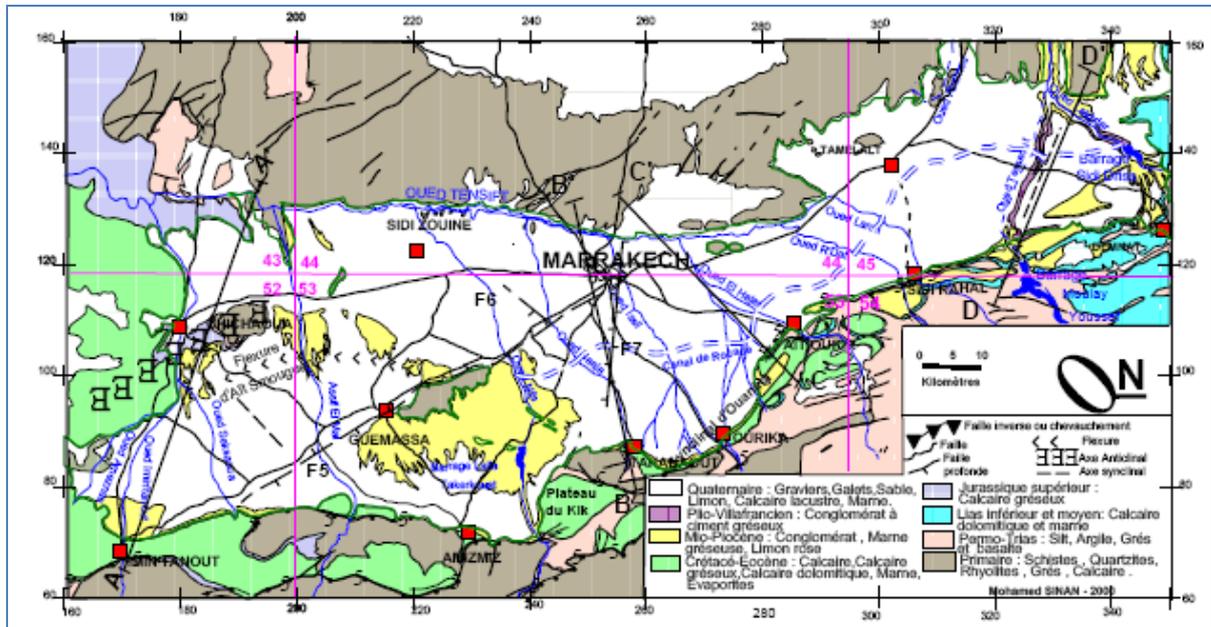


Figure 5: carte géologique du bassin de Haouz (Sinan, Bouibrine, 2007, EHTP)

4. Hydrogéologie

4.1- Contexte hydrogéologique

L'agglomération de Marrakech fait partie du bassin hydrogéologique du Haouz de Marrakech.

La seule nappe présente dans le sous-sol de l'agglomération de Marrakech est un système aquifère à nappe phréatique. C'est un aquifère continu, monocouche à nappe libre, reposant directement sur une couche schisteuse imperméable.



Figure 6: Présentation de la nappe aquifère à Marrakech et du réseau hydrographique (ABHT)

En général, l'aquifère est contenu dans les dépôts alluviaux quaternaires, détritiques ou graveleux, à porosité d'interstice. La limite de cette nappe coïncide au Nord, à 10 km de Marrakech, avec l'oued Tensift et au Sud s'étend jusqu'à 30 km de Marrakech. (ONEM, 2007)

4.2- Alimentation de la nappe

La percolation directe des eaux de pluie peut, en raison de la faible pluviométrie et de l'imperméabilité des terrains limoneux, être tenue comme négligeable. L'alimentation de la nappe provient plutôt du sous-écoulement des oueds (1440 l/s) et de l'infiltration des eaux lors des crues le long des lits (6300 l/s).

Ainsi La nappe s'écoule du Sud vers le Nord au Sud de Marrakech, puis de l'Est vers l'Ouest au Nord de Marrakech, selon l'axe de l'oued Tensift. Les terrains sont moyennement transmissible hydrauliquement ($T= 6.10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$).

4.3- Profondeur et qualité de la nappe

La surface libre de la nappe phréatique s'équilibre en moyenne à une profondeur de 5 à 10 m le long des oueds et à 20 m ailleurs. La profondeur de la nappe du Haouz a enregistré une baisse maximale de 20 m de profondeur entre la période allant de 1986 jusqu'à 2002 qui se localise dans les zones où le pompage est excessif pour les zones agricoles et les puits d'alimentation en eau potable figure 7.

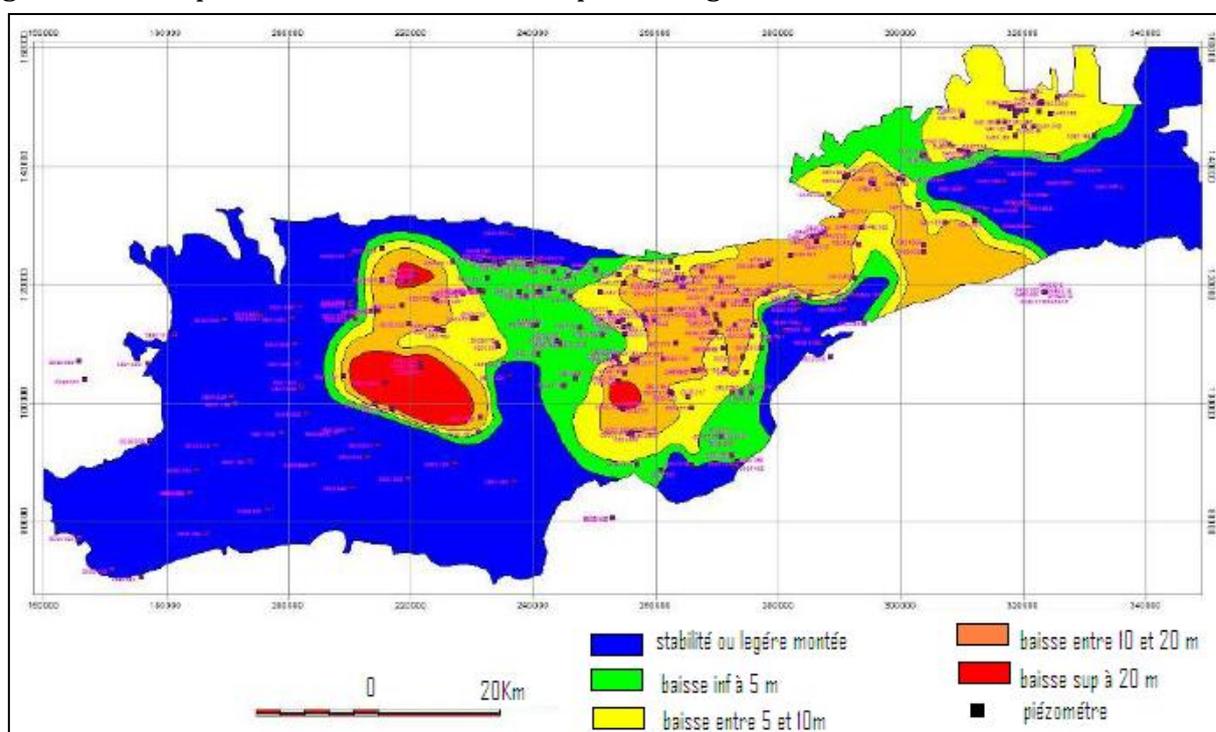


Figure 7: Evolution de la profondeur de la nappe entre 1986 et 2002 (Limam, 2002)

Les eaux sont de bonne qualité, mais néanmoins vulnérables à la pollution par des écoulements de surface, du fait de la faible profondeur de la nappe et de la perméabilité moyenne des terrains. (ONEM, 2007)

4.4- Mode d'exploitation de la nappe

Il s'agit, soit d'une exploitation traditionnelle par des puits ou des khetaras, soit d'un mode de prélèvement plus moderne, par pompages, privés ou publics (irrigation ou alimentation en eau potable), par puits et forages.

Un problème se pose actuellement en terme de quantité, étant donné la densité des puits et forages engendrant une exploitation trop massive cumulée à la sécheresse, qui affecte l'aquifère de façon dangereuse (abaissement local du niveau de la nappe et du débit de captage). (ONEM, 2007)

5. Hydrologie

5.1- Le réseau de l'oued du Tensift

Marrakech est parcourue par un réseau hydrographique organisé autour de l'oued Tensift.

C'est un oued au cours orienté Est-Ouest, prenant sa source à Ras-El-Aïn dans la nappe phréatique, et qui se jette dans la mer au Sud de Safi. L'oued Tensift, est alimenté toute l'année par la nappe phréatique, son apport est estimé à environ 80 millions de m³ par an (d'après les études et bilans élaborés par la DRHT).

Il reçoit en hiver, l'apport de ses affluents prenant leur source dans le versant Nord du Haut Atlas : l'oued N'Fis, l'oued Baja Jdid, (oued Reraya), l'oued Issil, l'oued al Hier (constitué de la confluence des oueds Ghmat, Zat et Imenzat). Le débit global apporté au Tensift par ces oueds est estimé à environ 20 m³/s, dont 68 % sont prélevés par séguias. Figure 6 (présentation de la nappe aquifère à Marrakech et du réseau hydrographique). (ONEM, 2007)

5.2- Les débits et inondations

Le débit du Tensift est relativement modeste et connaît des variations saisonnières importantes. Les débits des oueds constituant le système du Tensift sont caractérisés par leur variabilité saisonnière et interannuelle ; les oueds coulent en hiver et la plus grosse partie des débits est évacuée par les crues, qui au printemps, après la fonte des neiges et les pluies, atteignent leur intensité maximale. L'étiage est en août.

Les lits des cours des oueds alimentant le Tensift ne sont pas stabilisés et chaque crue provoque la dégradation des berges et le creusement de nouveaux chenaux. Les terrains érodables, d'origine géologique triasique, abondent à l'Ouest de l'Oued R'dat, dans la région de Marrakech.

Les inondations à Marrakech sont localisées principalement sur les berges de l'oued Issil. Au cours de ces dernières années, l'oued Issil ne pouvait plus évacuer les eaux de ces crues sans déborder sur ses rives pour inonder ainsi la route des remparts et le quartier Sidi Youssef Ben Ali, provoquant d'importants dégâts et menaçant la population riveraine. La crue de 1982 a été responsable de la destruction d'une centaine d'habitations et de la perte de dizaines de vies humaines. (ONEM, 2007)

Chapitre II : Problématiques de l'assainissement à Marrakech

1. Introduction

L'assainissement des eaux usées est devenu un impératif pour nos sociétés modernes. En effet, le développement des activités humaines s'accompagne inévitablement d'une production croissante de rejets polluants. Les ressources en eau ne sont pas inépuisables. Leur dégradation, sous l'effet des rejets d'eaux polluées, peut non seulement détériorer gravement l'environnement, mais aussi entraîner des risques de pénurie. Trop polluées, nos réserves d'eau pourraient ne plus être utilisables pour produire de l'eau potable, sinon à des coûts très élevés, du fait de la sophistication et de la complexité des techniques à mettre en œuvre pour en restaurer la qualité. C'est pourquoi il faut "nettoyer" les eaux usées pour limiter le plus possible la pollution de nos réserves en eau : eaux de surface et nappes souterraines.

Il ne faut pas confondre le traitement des eaux, qui a pour fonction de les transformer en eau potable, et l'assainissement des eaux usées rejetées par le consommateur après utilisation. L'assainissement des eaux usées a pour objectif de collecter puis d'épurer les eaux usées avant de les rejeter dans le milieu naturel, afin de les débarrasser de la pollution dont elles sont chargées. (Wikipédia, s.d)

L'objectif de l'assainissement est double: d'une part assurer l'hygiène publique par la collecte et l'évacuation des eaux usées, d'autre part protéger l'environnement en épurant les eaux usées avant leur rejet dans le milieu naturel. Mais réaliser dans des conditions satisfaisantes, ces deux objectifs ne sont pas faciles, tant les situations rencontrées sur le terrain sont diverses et complexes.

2. Les eaux usées

2.1. Définition

Les eaux usées sont des milieux extrêmement complexes, une eau usée est une eau ayant été utilisée par l'homme. On distingue généralement les eaux usées d'origine domestique, industrielle ou agricoles et les eaux pluviales. Les cours d'eau ont une capacité naturelle d'épuration. Mais cette capacité a pour effet de consommer l'oxygène de la rivière et n'est pas sans conséquences sur la faune et la flore aquatiques. Les zones privées d'oxygène par la pollution entraînent la mort de la faune et de la flore où créent des barrières infranchissables.

2.2. Les sortes des eaux usées

Il y a quatre types des eaux usées, d'où on peut distinguer :

- Les eaux domestiques appartenant essentiellement aux salles de bains, puis les cuisines chargées de graisses, de détergents, de solvants, etc.....
- Les eaux industrielles peuvent contenir des solvants, des métaux lourds, des hydrocarbures, etc. ..., mais aussi des produits toxiques.
- Les eaux pluviales peuvent être chargées d'impureté au contact de l'air, puis en ruisselant ; des résidus déposés sur les toits et les chaussés des villes (huile de vidange, carburants, résidus de pneus, métaux lourds, etc.....
- Les eaux vannes appartenant essentiellement aux rejets de toilettes, chargés de diverses matières organiques azotées et de germes fécaux. (Wikipédia, s.d)

3. Caractéristiques des rejets

3.1. Effluents domestiques et industriels

3.1.1. Définition

Les effluents domestiques sont constitués des eaux ménagères (eau de vaisselle, eau de lessive, eau de toilette corporelle) et des excréta (excréments et urine). Ils génèrent surtout une pollution organique (eaux ménagères) et microbiologique (excréta). Le volume d'eau domestique rejeté dépend de la quantité d'eau utilisée, donc du mode d'approvisionnement en eau potable.

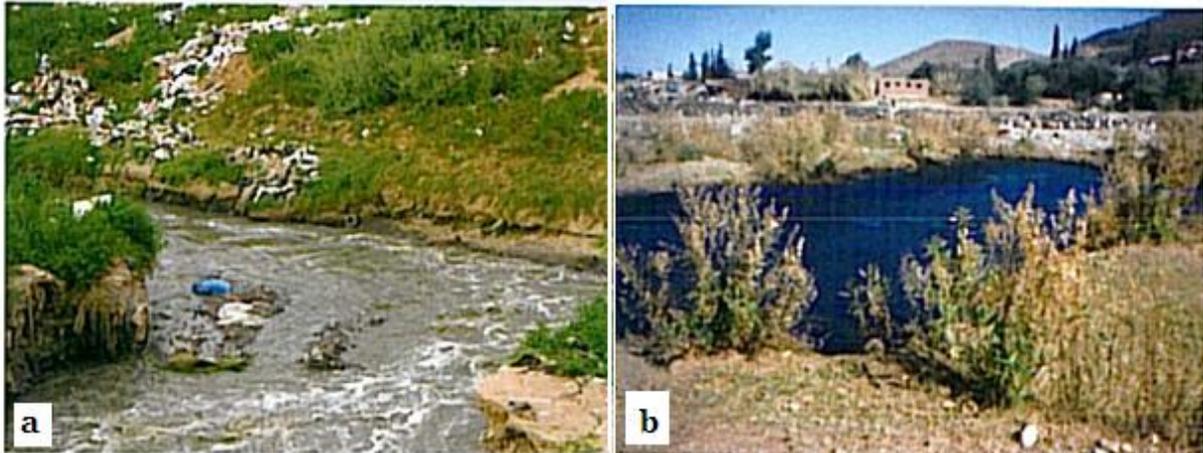


Photo 1:(a) rejets domestiques, (b) rejets industrielles

Selon la pollution qu'ils génèrent, on distingue deux types d'effluents :

- Les effluents organiques: ils sont rejetés par l'industrie agro-alimentaire, chimique, du papier et du textile et produisent une pollution comparable à celle des collectivités. Cette pollution peut être prise en charge par le réseau d'assainissement de la collectivité,

- Les effluents toxiques: l'industrie est responsable du quasi totalité de la pollution toxique. Les micropolluants ou polluants toxiques sont des métaux lourds (cadmium, chrome, plomb, zinc, etc.), les pesticides ou des produits organiques (hydrocarbures, solvants, phénols, etc.). La prise en charge par le réseau nécessite un traitement préalable de ces effluents (Amar ,2009)

3.1.2. Caractéristiques

Le volume des eaux usées rejetées par la ville ne cesse d'augmenter ces dernières années: 44.000 m³/j en 1976, 50.000 m³/j en 1990, et selon les prévisions, 120.000m³/j en 2010. L'activité industrielle et artisanale de l'ensemble de la ville de Marrakech génère environ 4100 m³/j d'eaux usées, soit 8 % du débit des eaux usées. La répartition la plus probable entre les différents secteurs industriels a été évaluée comme suit :

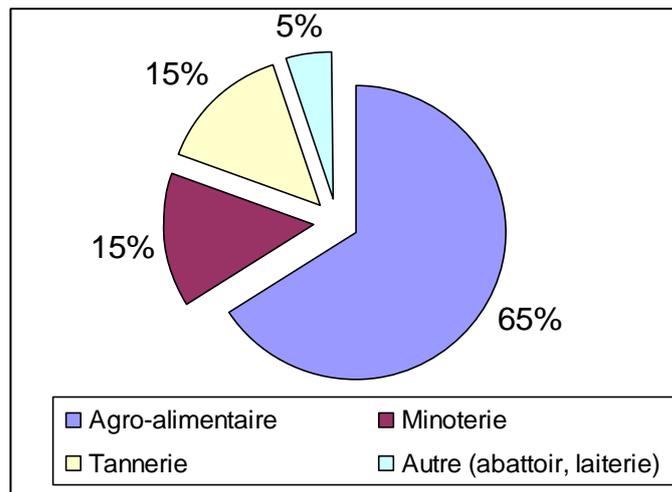


Figure 8 : volume des rejets industriels en %

Une enquête établie en 1990 dans le cadre de l'étude d'assainissement de Marrakech par la RADEEMA a montré que les principales activités industrielles générant une pollution liquide importante sont :

- les industries agro-alimentaires (conserveries, huileries) constituent 60 % de la pollution industrielle totale. La charge polluante est faible et essentiellement organique.
- les tanneries constituent 30 % de la pollution industrielle totale. Présentes dans la zone industrielle et la médina, leurs effluents sont caractérisés par des charges organiques et minérales importantes et concentrées ainsi que par la présence de chrome. Ce dernier constitue une entrave à la réutilisation agricole.
- l'abattoir et la laiterie constituent 10 % de la pollution industrielle totale. L'abattoir génère des flux polluants organiques importants. La laiterie rejette des effluents importants mais peu pollués malgré leur caractère acide.

D'autres activités génèrent des débits d'eaux usées faibles mais néanmoins pollués, il s'agit des garages automobiles et stations-services. Les eaux de lavage des véhicules sont chargées en MES et en hydrocarbures et sont déversées directement dans le réseau d'assainissement. Les huiles de vidange motrice sont jetées elles aussi directement dans le réseau d'assainissement. L'huile forme un film à la surface des eaux usées, qui empêche toute dégradation par voie biologique lors de l'épandage. (RADEEMA, 2008)

3.2. Effluents pluviaux et inondations

3.2.1. Définition

Effluents pluviaux: ils comprennent toutes les eaux générées par temps de pluie. Ils recouvrent selon leur parcours: les eaux de pluie au sens strict, les eaux de ruissellement et les eaux transitées par le réseau d'assainissement. Les eaux ruisselant sur les surfaces urbaines sont chargées en matières organiques (matières en suspension), en métaux lourds et en hydrocarbures. Elles sont à l'origine d'inondations lorsqu'elles ne sont pas infiltrées dans le sol ou lorsque le réseau qui les évacue n'est pas suffisamment dimensionné. (DEA, ONEP)

Les eaux pluviales génèrent des inondations dues à des apports de l'amont de la zone inondée générées par de forts événements pluvieux.

Ces eaux pluviales entraînent des inondations, soit par ruissellement et accumulation en des points bas, soit par débordement des oueds et châabas qui drainent naturellement ces eaux de pluie. (ONEM, 2007)

3.2.2. Caractéristiques

Les eaux pluviales générant des inondations se caractérisent par des événements pluvieux dans l'Atlas qui favorise le débordement de l'oued Issil et des événements pluvieux à Marrakech.

- ***Événement pluvieux dans l'Atlas : débordement de l'oued Issil ;***

Il faut un fort événement pluvieux en montagne de l'Atlas pour que cela entraîne un débordement de l'oued Issil .Le débit de crue décennale est estimé à 130 m³/s et centennale à 350 m³/s. Au cours de ces dernières années, l'oued Issil ne pouvait plus évacuer les eaux de ces crues sans déborder sur ses rives pour inonder ainsi la route des remparts et le quartier Sidi Youssef Ben Ali, cela provoque d'importants dégâts et menaçant la population riveraine. La crue de 1982 a été responsable de la destruction d'une centaine d'habitations et de la perte de dizaines de vies humaines.

Les paramètres renforçant l'effet des crues sont les suivants:

- Les dépôts d'ordures ménagères et de gravats de construction dans l'oued
- Les habitations insalubres de SYBA construites par une population chassée par l'exode rural qui se concentrent près des berges et qui sont exposées aux inondations lors des crues,
- La réduction du lit de l'oued entre les deux routes principales 31A et 24, qui met la route des remparts à un niveau égal à celui des berges. Cette position l'expose aux inondations ce qui gêne la circulation et menace les remparts de la ville,
- Les ponts sous-dimensionnés qui entravent l'écoulement des crues. (ONEM, 2007)

- ***Événements pluvieux à Marrakech***

Un fort événement pluvieux localisé à la région de Marrakech entraîne des ruissellements vers les points bas des bassins versants:

- le bassin en amont de la médina qui draine au Sud de la ville, les eaux des châabas
- le nouveau quartier des ferrailleurs situé près du douar Azib Layadi à droit du lit de la châaba Ali Bali reçoit en période orageuse des apports des bassins du Camp Ghul, du quartier industriel, du collecteur ouest et de la nouvelle zone industrielle de Sidi Ghanem. (RADEEMA, 2008)

3.2.3. Les inondations localisées et zone d'épandage

Ces inondations localisées interviennent aussi lors d'un fort événement pluvial et se rajoutent aux inondations précédemment décrites. Elles sont cependant circonscrites à des secteurs peu importants, à l'intérieur du tissu urbain. On distingue quatre origines à ces désordres:

- zones non assainies (30 % de la superficie urbaine),
- capacité insuffisante du réseau d'assainissement, générant le débordement temporaire des eaux usées et pluviales par les regards ou les bouches en temps de pluie
- débordements temporaires en sous-sol des constructions,
- débordement de l'eau véhiculée par les khetaras lors de l'entrée de débits non contrôlés. (ONEM, 2007)

4. Pollution et nuisance

Les eaux usées domestiques et industrielles ainsi que les eaux pluviales, sont rejetées directement dans le milieu récepteur sans épuration préalable: zones d'épandage agricole d'El Azzouzia, d'Azib Layadi, du Camp Ghul, rejets dans les oueds Issil et Tensift, rejets dans la nappe phréatique par les puits perdus, les khettaras et les fosses septiques en cas de dysfonctionnement.

Les conséquences de ces rejets sont multiples: dégradation et insalubrité des eaux superficielles (oueds Tensift et Issil) et de la nappe phréatique, insalubrité et odeurs aux abords des zones d'épandage (notamment à El Azzouzia où sont construits des douars).

Dans la zone d'épandage des eaux usées, la nappe connaît un accroissement de sa teneur en polluants chimiques (nitrates, phosphate, métaux) et biologique. Cette situation se trouve aggravé par la réduction du pouvoir épurateur de la zone du sol non saturée dont l'épaisseur est très réduite (0 à 5m) en raison de la recharge continue.

Le résultat en ait que la situation épidémiologique des populations de la zone d'épandage est reconnue précaire par les services compétant de la santé. Les puits et sources, ainsi que l'oued Tensift et l'oued Issil sont pollués en raison des épandages d'eaux usées et des carences du réseau d'assainissement. (ONEM, 2007)(RADEEMA, 2008)

Chapitre III : Présentation des points de rejets dans le milieu naturel et étude de la vulnérabilité de la nappe

1. Présentation des points de rejets dans le milieu naturel

1.1. Introduction

La protection de la qualité des ressources en eau est devenue l'une des priorités du Maroc et dans plusieurs pays dans le monde, en raison de leur rareté et de la multiplication des sources de pollution: rejets d'eaux usées (brutes) industrielles, décharges brutes, engrais chimiques, etc.

Les ressources en eau dans la région du Tensift subissent une dégradation de la qualité due principalement aux rejets domestiques et industriels et à l'utilisation abusive des engrais et produits phytosanitaires.

L'étude porte spécifiquement sur les points de rejets des eaux usées dans le milieu naturel par présentation ces points rejetées dans le milieu récepteur sans épuration préalable et qui sont principalement dirigés vers oued Issil et celui de Tensift.

1.2. Secteurs de rejets

Les points de rejets sont généralement localisés dans cinq secteurs principaux qui sont : M'Hamid, Agdal , Ennakhil, Menara et Gueliz.

1.2.1. Secteur de M'hamid

Les rejets dans ce secteur sont localisés dans le bassin de rétention de M'Hamid au cours des saisons pluvieuses et parfois sèches. Tableau (2).

Secteur	Localisation	Dysfonctionnement	Période
M'Hamid	Basin de rétention NAHDA	Rejet des eaux usées sans traitement dans le milieu récepteur	Temps de pluie Temps sec

Tableau 2 : description de point de rejet de M'Hamid



Photo 2: Points de rejets dans le secteur de M'hamid

Commentaire

D'après les photos prises dans ce secteurs (photo2), il s'agit d'un bassin de retenu élémentaire existant dans la zone M'Hamid destiné à desservir une zone de lotissement.

La forme de nuisance générée par le bassin en question est l'existence en permanence d'une zone de stagnation importante à l'intérieur d'un tissu urbain.

Suite a l'insuffisance du collecteur M desservant le quartier M'Hamid, et vu la conception à ciel ouvert du bassin, plusieurs débordements de ce collecteur s'observent au niveau du bassin de retenue, ce qui rend la qualité des eaux rejetés dans le bassin polluante. Le problème s'aggrave avec l'existence d'un décalage du radier du bassin par rapport à la conduite de fuite, ce qui laisse des stagnations pendant de longue période dans ce bassin.

1.2.2. Secteur d'Agdal

a) Bab Jdid

Secteur	Localisation	Disfonctionnement	Période
Agdal	L'oliverai de Bab Jdid	rejet	Temps de pluie

Tableau 3 : description de point de rejet dans l'oliverai de Bab Jdid



Photo 3: Points de rejets dans l'oliverai de Bab jdid

Commentaire

Le dalot d'évacuation des eaux pluviales de la partie Est de la zone touristique débouche directement dans l'oliveraie de Bab Jdid. L'existence de branchements des eaux usées sur ce dalot des eaux pluviales engendre deux formes de nuisances, à savoir.

-Les rejets d'eaux pluviales se font actuellement d'une façon superficielle et circulent à l'intérieur de l'Oliveraie à ciel ou vert.

-Présence de rejets d'eaux usées ce qui a rendu la nature des eaux rejetés polluante et nuisible.

b) Ghabat Chabab

Secteur	Localisation	Disfonctionnement	Période
Agdal	Bassin de retention dans l'oliveraie de Ghabt Chabab	rejet	Temps de pluie Temps sec

Tableau 4 : Description de point de rejet dans le bassin de rétention d'Agdal



Photo 4: Points de rejets dans le bassin de rétention d'Agdal

Commentaire :

Suite à l'aménagement de la zone sud de la ville de Marrakech en système séparatif et après mise en fonctionnement des réseaux d'assainissement de la zone, une zone de nuisance s'est formée au niveau de l'exutoire des eaux pluviales situé dans l'oliveraie de Ghabt Chabab (actuellement en cours d'aménagement par le groupe ADDOHA).

En effet, le bassin de retenue situé à l'aval des réseaux pluviaux se trouve actuellement envasé d'eau de caractère unitaire issue des branchements particuliers des unités hôtelières et résidentielles installées dans la zone (inversement des branchements).

1.2.3. Secteur d'Ennakhil

a) Club Med

Secteur	Localisation	Disfonctionnement	Période
Ennakhil	Club Med	rejet	Temps de pluie Temps sec

Tableau 5 : description de point de rejet dans un terrain libre



Photo 5: Points de rejets dans le bassin de rétention d'Agdal

Commentaire

L'unité Club Med récemment réalisée dans la palmeraie est assainie en système séparatif avec raccordement des eaux usées sur une station d'épuration privée située à l'intérieur du périmètre du club. Cette station n'est pas actuellement bien entretenue par les services du club, ce qui engendre des rejets des eaux usées brutes dans L'oued Issil-à travers le réseau des eaux pluviales

b) Douar Ben Salk

Secteur	Localisation	Disfonctionnement	Période
Ennakhil	Rejet du déversoir d'orage Douar Bensalk sur Oued Issil	rejet	Temps de pluie Temps sec

Tableau 6 : description de point de rejet sur Oued Issil



Photo 6:Points de rejets du déversoir d'orage Douar Ben Salk sur oued Issil

Commentaire

Le déversoir d'orage dit Ben Salek est implanté à l'aval des réseaux structurants desservant la Medina Intra Muros son exutoire situé au niveau d'oued Issil en face de douar Guenoun déverse en permanence des eaux usées dans le milieu naturel. La cause identifiée de ce déversement est due au mauvais calage du seuil de déversement, s'ajoute à cela l'existence de plusieurs branchements individuels opérés sur le collecteur de sur verse "au niveau de l'hôpital ARRAZI".

c) Douar Guenoun

Secteur	Localisation	Disfonctionnement	Période
Ennakhil	Rejet Douar Guenoun	rejet	Temps de pluie Temps sec

Tableau 7 : description de point de rejet Douar Guenoun sur Oued Issil



Photo 7:Points de rejets du déversoir d'orage Douar Ben Salk sur oued Issil

Commentaire

La zone de douar Guenoun a été récemment assainit en système unitaire, avec l'installation à l'aval de 4 fosses d'accumulations dotées d'un trop -plein qui déverse dans l'oued Issil, en cas de mise en charge de ces fosses.

Vu l'importance du débit des eaux usées rejetées par les habitations de cette zone, Les interventions du service exploitation assainissement se sont multipliées ces derniers temps pour faire face aux rejets directs des eaux usées sans atteindre des résultats importants et ce à cause de l'insuffisance de stockage des fosses précitées.

L'exutoire rejette actuellement en permanence des eaux usées dans l'oued Issil.

d) Golf Palace

Secteur	Localisation	Disfonctionnement	Période
Ennakhil	Oued Tensift	rejet	Temps de pluie Temps sec

Tableau 8 : description de point de rejet de Golf Palace



Photo 8:Points de rejets de Golf Palace

Commentaire :

Le réseau Assainissement du projet Golf Palace se termine dans une station d'épuration à boues activées, qui elle-même rejette les eaux traitées dans l'Oued Tensift. Ces eaux usées sont à l'origine des odeurs nauséabondes senties au niveau du pont historique de l'oued Tensift et de l'entrée du circuit de la Palmeraie

1.2.4. Secteur de Menara

a) Chaaba Ali Bali (deux cas)

1^{er} cas :

Secteur	Localisation	Disfonctionnement	Période
Menara	Chaaba Ali Bali	rejet	Temps de pluie Temps sec

Tableau 9 : description de point de rejet Chaaba Ali Bali 1^{er} cas



Photo 9:Points de rejets du déversoir d'orage de la zone Targua (collecteur Ouest)

Commentaire :

Le collecteur dit Ouest dessert la zone de Massira et une partie de la zone Targua doté d'un déversoir d'orage à l'aval type frontal dont les excédents pluviaux se jettent sur la Chaaba Ali Bali.

Au cours des aménagements opérés par Al Omrane pour la viabilisation de la zone Jawhar et afin de réaliser une voie de lotissement, le débouché du déversoir d'orage a été réduit de 60% environ, chose qui occasionne des étranglements et par la suite des retours d'eau et des mises en charge éventuels dans le collecteur amont

La réduction consiste en un changement de section d'un ovoïde T270 à une section rectangulaire d'environ 0.6 m x 1.40m.

2eme cas :

Secteur	Localisation	Disfonctionnement	Période
Menara	Chaaba Ali Bali	Rejet des eaux usées sans traitement dans le milieu récepteur	Temps de pluie Temps sec

Tableau 10 : description de point de rejet Chaaba Ali Bali 2^{eme} cas



Photo 10:Points de rejets des lotissements Jawhar

Commentaire :

Il s'agit d'un talweg naturel qui desservait le bassin de l'oliveraie situé dans le quartier militaire .Ce talweg a été retenu par les études d'assainissement (SDAL 1992) comme étant exutoire des eaux pluviales de la zone Nord Ouest et centre de la ville.

Après viabilisation de la zone militaire plusieurs exutoires d'eaux pluviales ont été placés dans la Chaaba, dès leur mise en service on constate des rejets des eaux usées provenant des lotissements viabilisés par l'ALEM formant ainsi des champs d'eaux usées dans le tissu urbain avoisinant (lotissement Jawhar)

b) Azzouzia (trois cas)

1^{er} cas :

Secteur	Localisation	Disfonctionnement	Période
Menara	Déversoir d'orage Azzouzia	Rejet	Temps de pluie Temps sec

Tableau 11 : description de point de rejet D.O 1^{er} cas Azzouzia



Photo 11:Points de rejets déversoir d'orage 1^{er} cas Azzouzia

Commentaire

Le déversoir d'orage réalisé dans le cadre du délestage de la conduite d'amenée à la STEP qui traverse douar Chaouf El Ayadi véhicule de l'eau usées qui se jette directement au milieu naturel.

L'origine éventuelle de ces eaux usées est le raccordement clandestin sur le dalot des eaux usées des habitants de cette zone.

2eme cas:

Secteur	Localisation	Disfonctionnement	Période
Menara	Déversoir d'orage Azzouzia	Rejet	Temps de pluie Temps sec

Tableau 12 : description de point de rejet 2^{eme} cas Azzouzia



Photo 12:Points de rejets 2^{eme} cas Azzouzia

Commentaire

La Chaaba sus présentée comme étant l'exutoire (urbain) des eaux pluviales d'une partie importante de l'agglomération de Marrakech se trouve bouché au niveau de plusieurs endroits de son cours, avant de se perdre au niveau du lit majeur de l'oued Tensift (au droit du lotissement Al Azouzia), les bouchons sont causés par les rejets de

gravats et de matériaux divers des camions et des industries installées dans la zone de sidi Ghanem.

Cette situation met en péril tous les efforts déployés par la RADEEMA pour la mise en fonctionnement de cette Chaaba.

3eme cas:

Secteur	Localisation	Disfonctionnement	Période
Menara	Douar chaouf lAyadi	Rejet	Temps de pluie Temps sec

Tableau 13 : description de point de rejet Douar Chaouf lAyadi 3^{eme} cas Azzouzia



Photo 13:Points de rejets Douar Chaouf lAyadi 3^{eme} cas Azzouzia

Commentaire

Il s'agit d'un douar situé dans la zone d'El Azzouzia dont le réseau d'assainissement a été réalisé par la délégation régional de l'habitat entre 1994 et 1996. Plusieurs parties de ce réseau se trouvent dans un état dégradé avec l'existence de plusieurs tronçons qui ne sont pas raccordés au réseau de la ville dont les rejets sont utilisés directement par les agriculteurs de la région.

1.2.5. Secteur de Gueliz

a) Zone izdihar

Secteur	Localisation	Disfonctionnement	Période
Gueliz	Zone Izdihar	Rejet	Temps de pluie Temps sec

Tableau 14 : description de point de rejet de la zone Izdihar



Photo 14: Points de rejets de la zone Izdihar

Commentaire

Le lotissement Al Izdihar première tranche est desservi en système d'assainissement unitaire, présentant un exutoire unique situé au droit de la jonction entre le dalot ONCF et le collecteur Al ferrane.

Son rejet a été dévié par des agriculteurs vers des champs agricoles qui l'utilisent pour des fins d'irrigation.

Ce rejet présente un gêne majeur pour la population récemment installée au niveau de la zone (odeurs nauséabondes, insectes ...)

b) Zone Douar Zemrani

Secteur	Localisation	Disfonctionnement	Période
Gueliz	Douar Zemrani	Rejet	Temps de pluie Temps sec

Tableau 15 : description de point de rejet Douar Zemrani



Photo 15: Points de rejets Douar Zemrani

Commentaire

Ce douar est un quartier non structuré construit illicitement par les habitants de cette zone. Il est à la fois non raccordé aux réseaux d'eau potable et d'assainissement. Les eaux usées de ce douar sont rejetées directement dans le milieu récepteur. Ces eaux usées sont à l'origine des odeurs et du développement des insectes, ce qui pose un grand problème d'hygiène à ce niveau

2. Etude de la vulnérabilité de la nappe

2.1. Introduction

La vulnérabilité d'une nappe traduit la facilité avec laquelle elle peut être atteinte par une pollution provenant de la surface du sol.

Plusieurs paramètres interviennent dans le transfert vertical de la pollution à partir de la surface du sol, notamment:

- Recharge de la nappe (à partir des précipitations, cours d'eau, infiltration des eaux d'irrigation, etc);
- Nature et épaisseur du sol ;
- Caractéristiques (lithologie, perméabilité, etc) de la zone non saturée ;
- Profondeur de l'eau par rapport au sol; (figure 9) .

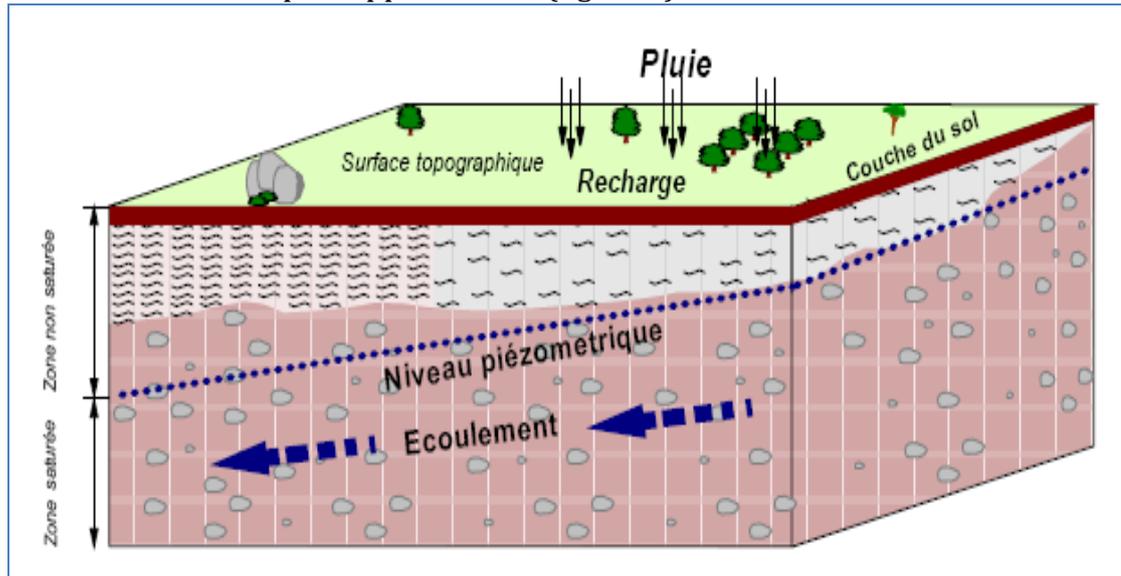


Figure 9: Paramètres intervenant dans l'évaluation des eaux souterraines (Sinan, Boudrine, 2007, EHTP)

1.1. localisation des points

1.1.1. localisation géographique

Les points de mesures traités dans cette partie sont de l'ordre de quatre. Ces points sont des puits qui se trouvent à la proximité des points de rejets et qui sont généralement utilisés pour la boisson, la baignade et l'irrigation, ces eaux ne sont pas soumises à des traitements adéquats avant usage.

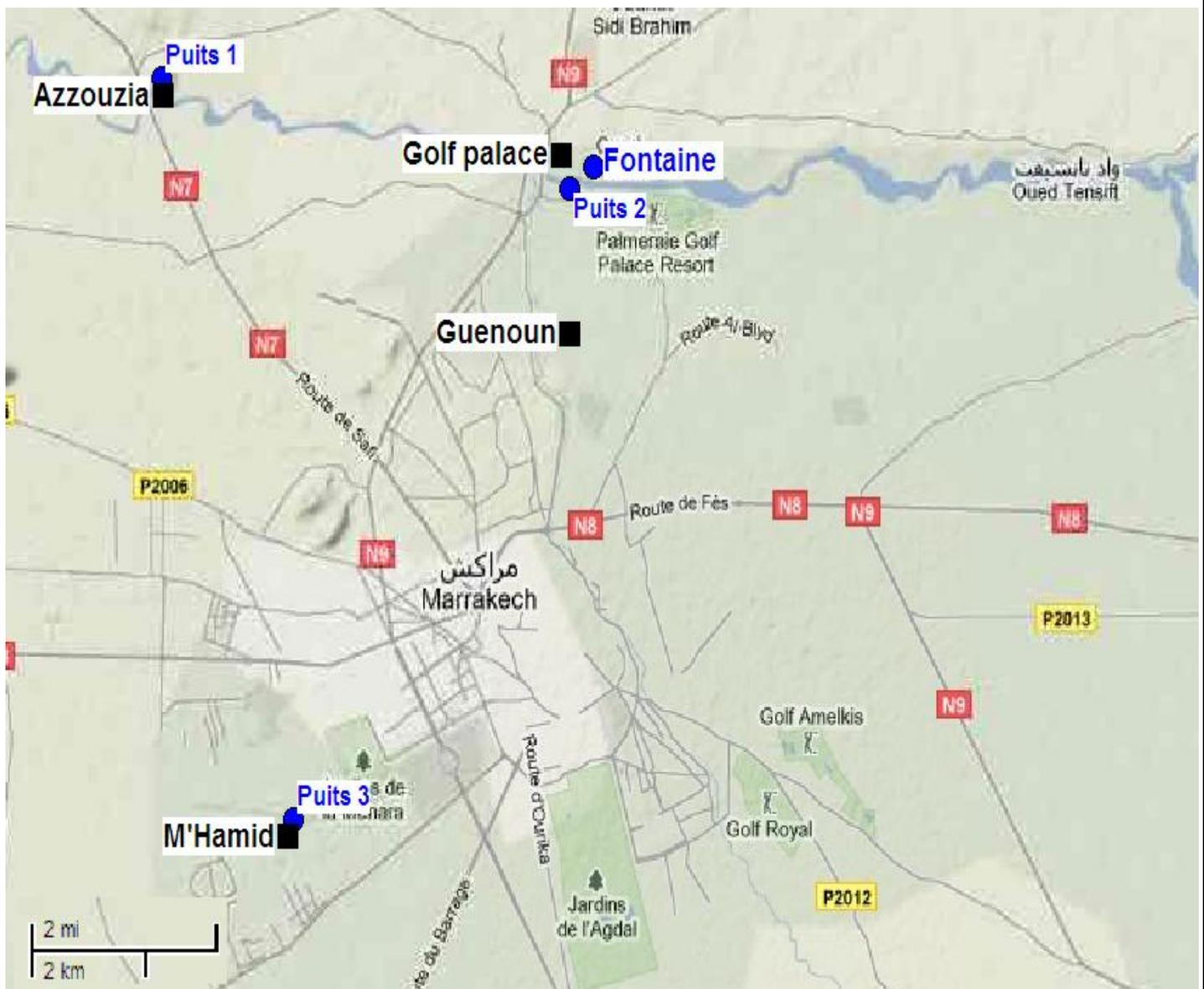
Puits	Coordonnées	Localité	Profondeur	Margelle	Protection des puits	Distance de la source de Pollution	Source de pollution	Type d'usage
N°1	N 31.69499° W008.06837 397m	Azzouzia Chaof l'Ayadi	10 m	1m	Mauvaise	100m	Rejet des eaux usées+ Fosse septique	Baignade Usage domestique Irrigation
N°2	N31.68788° W007.99232 416 m	Douar Guenoun Pépinière	11m	14 cm	Moyenne	300m	Rejet des eaux usées	Irrigation Boisson
N°3	N31.60284° W008.03719 464 m	M'Hamid 5 Hamam	40m 20cm	-----	Bonne	150m	Bassin de rétention Eau usées+Ea u de pluies	Baignade Boisson
N°4	N31.691135° W007.98803 411 m	Fontaine Golf Palace	-----	-----	-----	60m	Rejet des eaux usées	Irrigation

Tableau 16 : Caractéristique des points de mesure

La localisation des points de mesure sur la carte de la région de Marrakech est faite à l'aide de logiciel Mapinfo en tenant compte des coordonnées prise par le GPS (global positing system) lors de l'échantillonnage tableau n°17

Localité	Points de rejets	Points de mesures
Azzouzia	N31.69282° W008.06796 392m	N 31.69499° W008.06837 397m
Guenoun	N31.66945 W007.99099 435m	N31.68788° W007.99232 416 m
Bassin de rétention M'Hamid	N31.60059° W008.03804 479m	N31.60284° W008.03719 464 m
Golf palace	N31.69209° W007.99402 411m	N31.691135° W007.98803 411 m

Tableau 17 : Coordonnées des points de rejets et de mesure



● Points de mesures

■ Points de rejets

Figure 10: Carte des points de mesure et de rejet

1.1.2. Localisation géologique

La nature lithologique de l'aquifère de Haouz montre que la nappe circule dans alluvions et les conglomérats plio quaternaire selon la coupe lithologique de type de forage captant la nappe phréatique du Haouz (F2692/53).(figure 11)

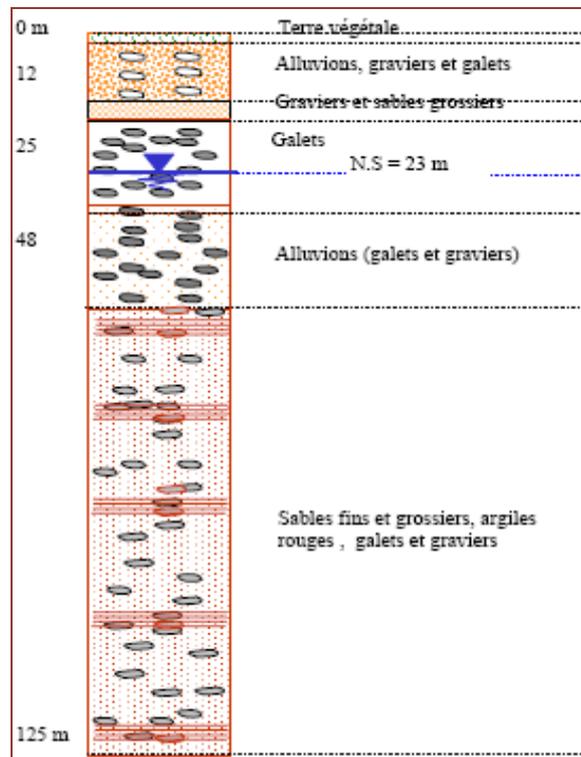


Figure 11: coupe lithologique de type de forage captant la nappe phréatique du Haouz (F2692/53). (Sinan, Boudrine, 2007)

1.2. Descriptions des points

Les points de rejets et mesure sont localisés essentiellement dans les quatre endroits suivants : Douar Guenoun, Golf Palace, Azzouzia et M'hamid.(figure 10)

➤ Puits n°1

Ce puits est creusé à une distance de 100m à l'Est du déversoir d'orage Azzouzia qui déverse à la proximité d'un douar et qui s'écoule vers le lit majeur d'Oued Tensift. Ce puits est utilisé pour l'irrigation, la baignade, l'usage domestique et pour abreuver les animaux.

➤ Puits n°2

C'est un puits qui se trouve au sein d'une pépinière près de l'écoulement des rejets de Douar Guenoun et du déversoir d'orage Douar Bensalek à 300 m du point d'origine. Ce puits est utilisé pour la boisson et pour l'irrigation.

➤ Puits n°3

C'est un puits implanté dans un hammam situé à 150m du bassin de rétention M'Hamid, utilisé pour la baignade et parfois pour la boisson.

➤ Puits n°4

Pour ce point on n'avait pas la possibilité d'accéder au puits qui se trouve au Golf, le prélèvement est fait à partir d'une fontaine alimentée par ce puits qui se situe à 100m à l'Est du rejet de Golf Palace, cette eau est utilisé pour l'irrigation.

2.4 . Echantillonnage des points

Les prélèvements dans les points de mesure (puits) sont faits dans des flacons stériles. Le mode d'échantillonnage différent d'un puits à un autre tant que :

Puits n°1 : le prélèvement est effectué par pompage.

Puits n°2 : l'eau prélevée par un tuyau utilisé pour l'arrosage des plantes de la pépinière.

Puits n°3 : l'eau a été prélevée d'un robinet au sein du hammam.

Puits n°4 : le prélèvement a été effectué en dessous de la surface d'eau de la fontaine alimentée par un puits.



Photo 16:(a) : prélèvement par pompage dans le puits 1 ,(b) : prélèvement des surfaces d'eau fontaine dans le puits 4 ,(c) :prélèvement d'un tuyau utilisé pour l'arrosage dans le puits 2 ,(d) : puits 2 implanté au sein de la pépinière

2.5. Mesure in situ

L'objectif de cette sortie est de vérifier la mise en place de la contamination de ces eaux par les eaux usées et cela en mesurant sur terrain la température, la conductivité, le pH et le taux d'oxygène.

Après la prise de ces paramètres on cherche quelques indicateurs bactériologiques de nature fécale tel que : les coliformes fécaux, les coliformes totaux, l'Aeromonas, Pseudomonas, les streptocoques et la flore Mésophile Aérobie totale dans le laboratoire.

La détermination sur terrain de quelques paramètres physico-chimiques est faite à l'aide d'un conductivimètre portable menu d'un système de température, un pH mètre portable et un oxymètre.

Puits	Conductivité (μs)	Température ($^{\circ}\text{C}$)	Oxygène (O_2) dissous (mg/l)	pH
1. Azzouzia	3230	26	6.05	7.10
2. Guenoun	2760	29.9	6.02	7.24
3. M'Hamid	624	32	4.95	7.45
4. Golf Palace	7456	29.8	5.98	8.46

Tableau 18 : Résultats des mesures de quelques paramètres physico chimique prise sur terrain

Analyse et Interprétations

Selon le tableau des normes on remarque que les points 1, 2 et 4 présente une mauvaise qualité tenant compte de la conductivité, car on observe que les puits 1, 2 et 4 présentent respectivement les valeurs de 3230 us /cm, 2760 us /cm et 7456 us /cm. Tandis que les autres paramètres physicochimiques (T, O₂ et pH) présentent une qualité acceptable pour les 4 points. Les quatre points présentent des valeurs de température inférieure généralement à 30°C, ce qui concerne les valeurs de l'oxygène dissous les valeurs mesurés sur terrain sont supérieures à 3 mg/l ; alors que les valeurs de pH varie dans une gamme de 7 à 8. (Tableau des normes et de résultats).

Paramètres physicochimiques	Limite de qualité	
	Qualité acceptable	Mauvaise qualité
Conductivité	<2700	>2700
Température	<30	>30
Oxygène dissous	>3	<3
pH	6,5-9,2	<6,5 ou >9,2

Tableau 19 : tableau des normes publiées par l'agence de bassin de Tensift (Article 9)

2.6. Analyses bactériologiques

L'eau prélevée a été analysée au sein du laboratoire de bactériologie de la Faculté de Semlalia. Le travail s'est intéressé à l'évaluation de la qualité bactériologique de ces eaux en commençant par la préparation des milieux ensuite en recherchant les bactéries pathogènes.

2.6.1. Protocole expérimental

- **Les coliformes :**

Milieu: Gélose lactosé au TTC et au Tergitol 7

Préparation : On filtre stérilement sur membrane un volume déterminé de l'échantillon à tester. A la surface des boîtes du milieu, ramené préalablement à température ambiante on dépose la membrane en veillant à ce que le contact soit parfait.

Incubation: Pour les coliformes fécaux on incube 24h à 44°C. Pour les coliformes totaux on incube 48h à 37°C

Lecture: On examine les membranes et on considère comme typiques toutes les bactéries lactose -positif, quelle que soit leur taille, si le milieu sous la membrane présente une coloration Jaune.

- **Aéromonas**

Milieu: Gélose au Pril Ampicilline Dextrine Ethanol (PADE-Agar)

Préparation: L'ensemencement des boîtes de Pétri contenant le milieu de culture a été effectué par étalement en surface de 0.1 ml des dilutions convenables de l'échantillon.

Incubation: Après ensemencement du milieu de culture, ces boîtes sont incubées à 37°C pendant 24h.

Lecture: Seules les colonies jaunes dégradant la dextrine et ayant un diamètre supérieur à 1mm sont dénombrées.

- **Pseudomonas:**

Milieu: Gélose cétrimide

Préparation: Avec une anse de platine on prélève une petite goutte de suspension bactérienne, puis on fait des stries serrées sur la moitié de la boîte de pétri.

Incubation: On incube de 18h à 24h à 41°C

Lecture: l'obtention d colonies présentant une pigmentation caractéristique bleue ou bleue verte et une fluorescence sous ultra-violets à 254nm orient" vers Pseudomona aeruginura.

- Stréptocoques

Milieu: Gélose Pile Esculine Azide (BEA)

Préparation: On prépare 45g/l du milieu et on le met dans un auto- clave classique.

Incubation: Après ensemencement, le milieu est incubé 24h à 37°C.

Lecture: On dénombre les colonies noires qui montrent l'hydrolyse de l'esculine révélée par les ions de fer.

- La Flore Mésophile Aérobie Total

Milieu: Gélose nutritive

Préparation: Avec une anse de platine on prélève une petite goutte de suspension bactérienne, puis on fait des stries serrés sur la moitié de la boîte de pétrie.

Incubation: On incube de 24 à 48 h à 37°C

Lecture: On examine macroscopiquement : la taille des colonies, contour, relief, surface, consistance, transparence, pigmentation, type des colonies, exigence.

2.6.2. Résultats du dénombrement des bactéries

Le dénombrement des bactéries à été réalisé sur les boites à pétri, après culture. Les résultats sont portés dans les tableaux n° 20, 21, 22, 23, 24,25 et Annexe 1. Deux boites de concentration 10^{-1} , deux boites de concentration 10^{-2} et deux boites de solutions mères (SM) sont nécessaires.

Coliformes totaux				
Points de mesure	10 ⁻¹	10 ⁻¹	SM	SM
Azzouzia	2	0	0	0
Guenoun	0	0	5	3
M'Hamid	1	0	0	0
Golf palace	1	0	0	0

Tableau 20 : Dénombrement des Coliformes Totaux

Coliformes fécaux				
Points de mesure	10 ⁻¹	10 ⁻¹	SM	SM
Azzouzia	0	0	0	0
Guenoun	0	0	0	0
M'Hamid	0	0	0	0
Golf palace	0	0	0	0

Tableau 21 : Dénombrement des Coliformes Fécaux

Aeromonas						
Points de mesure	10 ⁻¹	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻²	SM	SM
Azzouzia	4	2	0	2	21	18
Guenoun	6	2	1	0	Non comptable	67
M'Hamide	0	1	0	2	8	7
Golf Palace	89	99	1	11	8	11

Tableau 22 : Dénombrement des Aeromonas

Pseudomonas						
Points de mesure	10 ⁻¹	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻²	SM	SM
Azzouzia	0	0	1	0	0	0
Guenoun	3	1	0	0	1	1
M'Hamide	0	0	1	0	0	0
Golf Palace	0	0	0	0	0	0

Tableau 23 : Dénombrement des Pseudomonas

Streptocoques						
Points de mesure	10 ⁻¹	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻²	SM	SM
Azzouzia	0	0	0	0	0	0
Guenoun	0	0	0	0	1	1
M'Hamide	0	0	0	0	0	0
Golf Palace	0	0	0	0	0	0

Tableau 24 : Dénombrement des Streptocoques

Aérobie total						
Points de mesure	10 ⁻¹	10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻²	10 ⁻³	10 ⁻³
Azzouzia	-	-	15	13	0	10
Guenoun	+300	+300	+62	74	32	28
M'Hamide	-	+300	54	-	4	-
Golf Palace	48	78	13	+300	0	1

Tableau 25 : Dénombrement de l'Aérobic Total

Puits	Site	Distance : Source Pollution - Puits prélèvement	Usage	Dénombrement des bactéries indicatrices de pollution par eaux usées
N°1	Azzouzia	100m	-Baignade -Usage domestique -Irrigation	-Coliformes Totaux (2) - Coliformes Fécaux (0) - Aeromonas (21) - Pseudomonas (0) - Streptocoques (0)
N°2	Guenoun	300m	-Irrigation -Boisson	-Coliformes Totaux (5) - Coliformes Fécaux (0) - Aeromonas (Non comptable) - Pseudomonas (3) - Streptocoques (1)
N°3	M'Hamid	150m	-Baignade -Boisson	-Coliformes Totaux (1) - Coliformes Fécaux (0) - Aeromonas (8) - Pseudomonas (1) - Streptocoques (0)
N°4	Golf Palace	60m	-Irrigation	-Coliformes Totaux (1) - Coliformes Fécaux (0) - Aeromonas (99) - Pseudomonas (0) - Streptocoques (0)

Tableau 26:Récapitulation des résultats obtenus

• Interprétations

Les paramètres bactériologiques " les coliformes totaux, les coliformes fécaux, l'aeromonas, pseudomonas, les streptocoques " effectuées sur les eaux de puits sont des indicateurs de pollution par les eaux usées.

Il ressort des analyses effectuées et du dénombrement de ces bactéries (Tab n°26) que les eaux des puits testés ne sont touchées par aucune pollution d'origine fécale. Nous pouvons donc affirmer que, malgré les distances assez faible entre le point de rejet et les points de mesures, les rejets des eaux usées dans la nature au niveau des sites examinés, ne montrent aucun impact sur la qualité des eaux de la nappe.

L'explication possible pour ces résultats est le fait que ces puits bénéficient d'une bonne protection naturel due à la lithologie du sous sol (alluvions, sables, argiles) dans lequel circulent ces eaux, joue bien son rôle de purificateur des eaux usées avant d'atteindre la nappe. Le facteur « Niveau de la nappe/sol : 10 à 40m» joue aussi dans ce processus.

Nous avons aussi un sixième paramètre bactériologique (culture d'aérobie) au niveau des sites visités et les résultats (Tab. N°25) montrent que ces puits hébergent de fortes densités de bactéries. Ceci rend ces eaux impropres à la consommation humaine

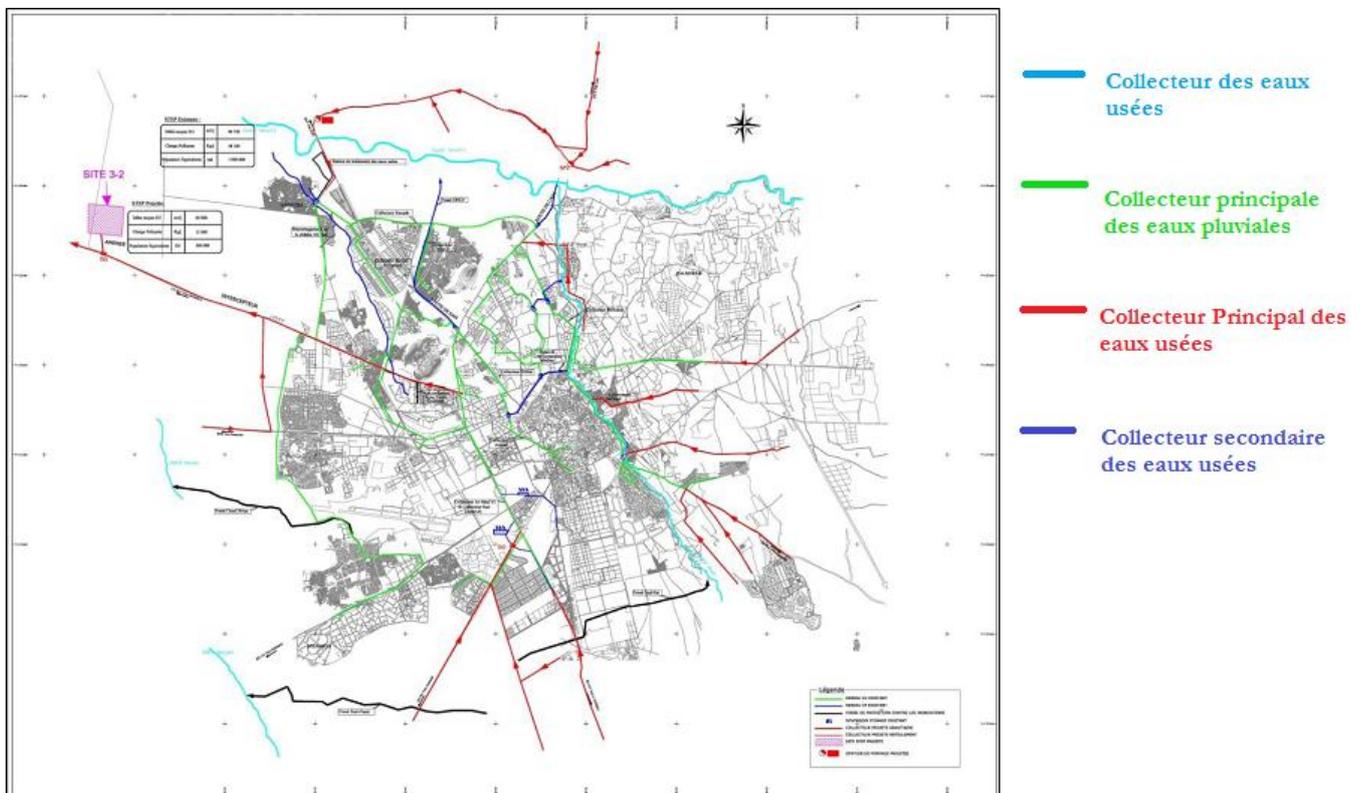
Chapitre IV : Caractéristiques du réseau d'assainissement à Marrakech

1. Réseau d'assainissement à Marrakech

Le réseau de Marrakech a un linéaire de 586 km; sa longueur représente la moitié de celle du réseau potable (1.160 km).

La population n'est pas dans sa totalité raccordée au réseau. Ainsi, 19% des habitants de l'agglomération de Marrakech ne disposent pas d'installations suffisantes:

- Soit ils résident dans un quartier non assaini (Maachou, Ain Itti, SYBA Est en partie, Annakhil): 16 %,
- Soit ils résident dans un quartier où l'accès au réseau est problématique (Coût du branchement difficile à supporter, décaissement des habitations par rapport au collecteur): 3 %.(RADEEMA, 2008)



Figur12 : plan de réseau d'assainissement à Marrakech (RADEEMA, 2010)

1.1. Type du réseau

A l'exception des zones M'Hamid et Sidi Ghanem, et de l'aéroport de Marrakech-Ménara qui sont assainis en séparatif (c'est à dire un réseau d'eaux usées différencié du réseau d'eaux pluviales), toute la ville est assainie en système unitaire (c'est à dire un seul réseau pour les eaux pluviales et les eaux usées). Le réseau recueille indifféremment les eaux usées domestiques et industrielles.

Quelques déversoirs d'orages permettent la décharge des eaux pluviales en aval des bassins versants importants notamment à Sidi Youssef Ben Ali, dans l'extension Nord. à Bab Khmis, à Daoudiat et à proximité du collecteur universitaire.

Par ailleurs l'assainissement autonome par des fosses septiques se pratique dans la commune d'Annakhil (Palmeraie) située à l'Est de l'oued Issil, où des grandes villas, reliées au réseau d'eau potable ne sont pas assainies par le réseau. Ce mode d'assainissement concerne également certains derbs de la médina qui utilisent de puits perdus ou des khattaras pour l'évacuation des eaux usées. (ONEM, 2007)

1.2. Constitutions du réseau et coté environnementale :

Constitution du réseau Assainissement de la ville de Marrakech: (RADEEMA, 2010) est illustrée dans le tableau suivant

Désignation	Unité	Quantité
Linéaire du réseau	Km	1703
Linéaire conduites circulaires	Km	1597
Linéaire caniveaux	Km	30,4
Linéaire Ovoïde	Km	75,5
Linéaire collecteurs visitables	Km	300
Regards de visite	U	31352
Bouches d'égout	U	18122
Stations de pompage en service	U	10
Déversoirs d'orage	U	13
Fosses septiques particulières	U	3900
Fosses septiques collectives	U	2
Industriels Identifiés	U	45
Siphons	U	7
Taux de raccordement	%	88
Superficie drainée	Ha	19654

Tableau 27 : Données de réseau d'assainissement à Marrakech

Concernant le coté environnementale, la ville de Marrakech compte une station d'épuration à Boues activées de capacité 1000 000 EH(dont la phase de traitement secondaire et en cours de réalisation, et la phase de traitement primaire est déjà en exploitation), 13 déversoirs d'orage, des bassins de rétention sont également répartis au Sud de la ville de sorte à créer avec les fossés de déviation une zone tampon, protégeant ainsi Marrakech des ruissellements importants (pluies à période de retour exceptionnelles).(RADEEMA.2010)

2. Anomalie de fonctionnement du réseau

Au niveau du réseau d'assainissement de la ville de Marrakech, les anomalies suivantes sont relevées:

- **Vétusté du réseau:** le réseau est surtout dans la Médina. Cela a pour conséquence :

- les pertes d'eaux usées: le rapport entre le débit mesuré d'eau usée transporté par le réseau et celui calculé théoriquement en fonction de la consommation d'eau potable et l'usage qui en est fait, est de 94 %. Ce rapport qui peut apparaître excellent (perte de 6 % du réseau en, moyenne), masque la réalité, c'est à dire des pertes très importantes d'eaux usées (colmatage entraînant le débordement du réseau, fuites du réseau vétuste) et des venues d'eau potable parasite (drainage de la nappe par des khetaras), qui finissent par se compenser,
- le dégagement de mauvaises odeurs et le développement de microbes et de parasites,
- la transmission de maladies liées aux eaux usées,
- les écroulements de maisons dus aux infiltrations des eaux usées.

- **Dégradation des regards.**

- **Problèmes d'inondation liés au réseau d'assainissement:**

- Submersions liées au non engouffrement des eaux dans le réseau: 30 % de la superficie urbaine souffre de cette situation,
- Retour en surface des surplus des débits qui ne peuvent transiter dans les collecteurs. (RADEEMA, 2008).

3. Causes de dysfonctionnement

Elles peuvent être classées comme suit selon leurs fréquences:

- Exploitation défaillante par manque de moyens des services d'assainissement et de voirie des communes,
- Sous dimensionnement consécutif à la progression urbaine (quartiers périphériques),
- Erreurs de conception ou d'exécution (faibles pentes, voire contre-pentes),
- Incivisme dans la plupart des quartiers de la ville,
- Rejets de gravats et ordures dans le réseau, accentués par l'absence de réglementation en matière de dépôts sauvages.

4. La répartition des réseaux et leurs problèmes de dysfonctionnement

Les différents réseaux de Marrakech peuvent être classés en 10 bassins d'apport, pour lesquels les problèmes sont les suivants: (ONEM, 2007)

a- Sidi Youssef Ben Ali

La partie nord de Sidi Youssef Ben Ali est raccordée au réseau Médina. Le réseau qui descend depuis Hay Chouhada jusqu'à Bab Ghmat constitue une ossature convenable. Par contre l'ensemble du réseau de diamètre 500 disséminé dans le tissu urbain ne satisfait pas à la demande. En aval, le réseau desservant les quartiers Bab Ailen et Bab Khemis est drainé par un réseau sous-dimensionné

b- Médina

Au niveau de ce bassin, les problèmes essentiels dont souffre le réseau peuvent être résumés comme suit:

- Arrivée des tertiaires sur les secondaires au niveau des radiers, ce qui favorise leur mise en charge lors de la montée des eaux dans les secondaires,
- Insuffisance de l'écoulement des eaux pluviales dans les conduites secondaires et primaires,
- Calage haut des secondaires et des primaires, ce qui empêche les tertiaires d'avoir des pentes suffisantes permettant l'auto curage,
- Rejet des ordures et des matières solides dans les bouches d'égouts, d'où l'obturation d'un grand nombre de conduites,
- Dysfonctionnement de la totalité des chambres de chasse,
- Passages fréquents des conduites sous les maisons,
- tracé sinueux et allongé des collecteurs, ce qui diminue les pentes et gêne l'écoulement,
- Absence de regards visitables aux changements de direction,
- Problèmes dus aux techniques rudimentaires des travaux de curage qui consistent à faire des piquages sur la conduite la rendant plus fragile.

c- Extensions Nord et Amerchich

Cette zone constituée de Daoudiat, Assif et Amerchich est structurée autour du collecteur Nord partiellement sous-dimensionné.

d- Guéliz:

Guéliz et le quartier ONCF sont drainés par un réseau à fonctionnement médiocre en période pluvieuse. L'exutoire de ce réseau se trouve sur la route de Casa à proximité des marbriers.

e- Quartier industriel:

Le collecteur industriel est en mauvais état, les réseaux secondaires sont fréquemment encombrés de dépôts provenant de l'activité industrielle. Le réseau d'égouts des douars Laarab, Laaskar et Sidi M'Barek est dégradé en grande partie

f- Le collecteur Ouest:

Ce bassin englobe les lotissements Massira, Targa, Inara et s'étend au Sud de la route d'Essaouira. Le collecteur qui les draine est en mauvais état.

g- Le Camp Ghul:

Les collecteurs de ce bassin sont dégradés, colmatés, et sous-dimensionnés. Leurs rejets dans une séguia créent une situation insalubre aux abords de la voie ferrée.

h- La zone d'influence du collecteur Massira:

Le bassin drainé par le collecteur Massira est caractérisé par l'absence du réseau pluvial. Les extensions M'Hamid progressant rapidement, ne font qu'aggraver la situation.

i- Sidi Ghanem:

Le nouveau réseau de la zone Sidi Ghanem fonctionne convenablement.

j- Universitaire:

L'ossature de la zone est constituée par le collecteur universitaire, correctement dimensionné.

5. Solutions pour supprimer les points de rejets des eaux usées

➤ M'hamid V

Suite à la visite sur terrain du bassin de retenue à M'hamid V, on a constaté que ce bassin est a ciel ouvert situé au milieu des habitations. Le développement des odeurs et des insectes est due à l'existence des eaux usées stagnantes dans ce bassin.

L'origine éventuelle :

- Débordement du collecteur M'hamid existant dû à l'insuffisance hydraulique de ce collecteur et aux inondations que connaît le quartier Mhamid en temps d'orage.
- Branchements éventuels des eaux usées sur le réseau des eaux pluvial.
- Conduite de débit de fuite colmatée.
- Décalage du radier du bassin par rapport à la conduite de fuite

Solution

- Transformation de ce bassin en bassin en Béton Armé enterré
- Reprendre la conduite de débit de fuite
- Renforcements du collecteur M'Hamid(M)
- Diagnostic, identification et remise en conformité des inversement de branchements.

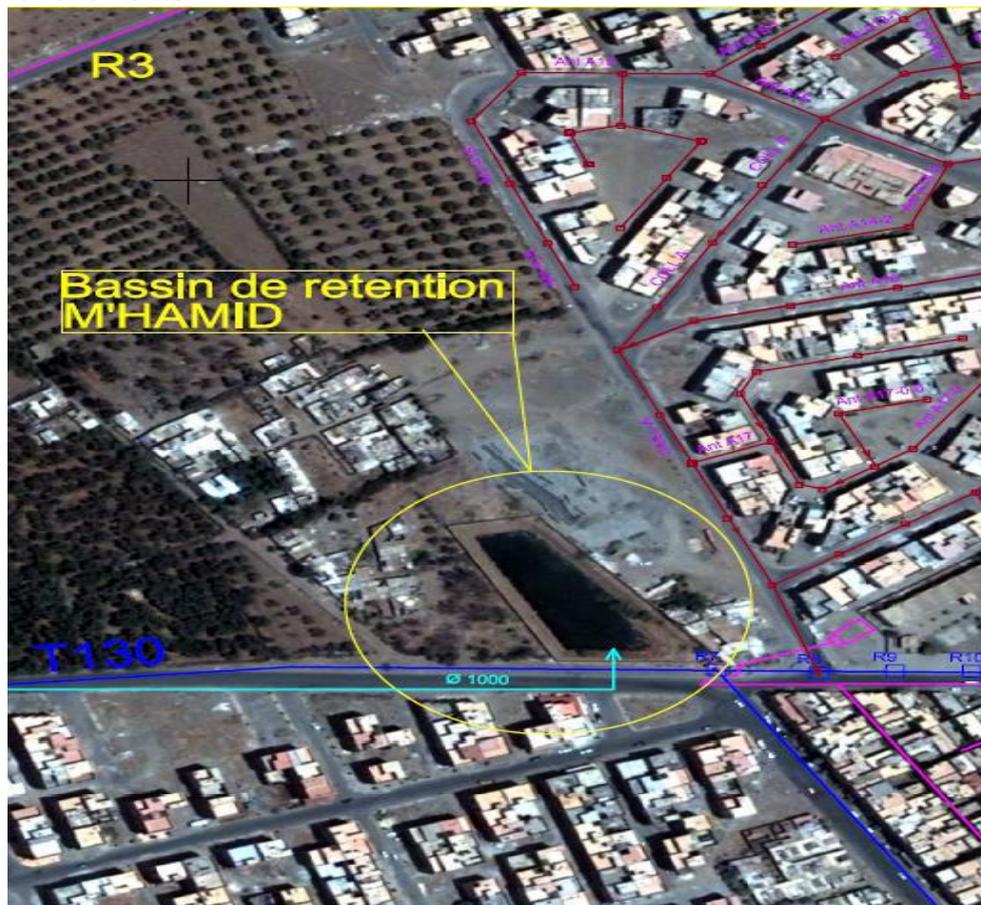


Photo 17: Localisation des points noirs à M'Hamid

➤ Bab Jdid

Suite à la visite sur terrain il a été constaté ce qui suit:

- Rejet des eaux usées et pluviales à ciel ouvert (construction du bassin de retenue prévu en 2011)

L'origine éventuelle :

Etant donné que le réseau d'assainissement de la zone touristique Agdal est de type séparatif, et après avoir effectué un diagnostic préliminaire, il a été constaté un écoulement des eaux usées dans le réseau des eaux pluviales de la zone touristique Agdal dû principalement aux inversement des branchements particuliers. A cet effet, un diagnostic détaillé devra être programmé pour toute la zone concerné afin d'identifier ces inversement et les remettre en conformité

Solution à préconisée :

- Diagnostic, Vérification et remise en conformité des inversements de branchements de toute la zone sud.
- Construction d'un bassin de rétention enterré en Béton Armé pour régulation des eaux pluviales pendant les orages (projet en cours)



Photo 18:localisation des points noirs à Bab Jdid

➤ Ghabat chabab

Suite à la visite sur terrain, il a été constaté ce qui suit:

- L'existence des eaux usées dans le dalot des eaux pluviales drainant la zone touristique sud et débouchant dans le bassin de retenue Ghabat Chabab.
- Le bassin de retenue en question est en train d'être supprimé par les aménagements du groupe ADDOHA à L'angle Av Med VI et Route Amezmiz.

L'origine éventuelle :

Etant donné que le Réseau d'assainissement de la zone touristique sud et de type séparatif, et après avoir effectué un diagnostic préliminaire, il a été constaté un écoulement des eaux usées dans le réseau des eaux pluviales de la zone sud dû principalement aux inversement des branchements particuliers (Branchements EU et EP). De ce fait un diagnostic détaillé devra être programmé pour toute la zone concernée afin d'identifier ces inversement et les remettre en conformité. Aussi, il est à noter que le bassin ghabat chabab sera déplacé à côté de l'oliveraie bab Jdid (Menzah). L'étude détaillée du projet est déjà réalisée et ne reste que l'étude géotechnique.

Solution :

- Diagnostic, identification et remise en conformité des inversements de branchements de toute la zone concernée.
- Construction d'un bassin de rétention enterré en Béton Armé pour régulation des eaux pluviales pendant les orages (projet en cours) : ce même projet va rassembler ce point avec le point précédent.



Photo 19: Localisation des points noirs à Ghabat Chabab

➤ **Chaaba Ali Bali**

Suite à la visite sur terrain de la Chaaba Ali Bali il a été constaté ce qui suit:

- Rejet des eaux à caractère usées le long de la Chaaba à partir des réseaux d'eaux pluviales

- La section hydraulique de la Chaaba a été réduite par le dépôt des déchets et des gravas
- Certains points de rejet des eaux pluviales sont non identifiés.

L'origine éventuelle :

- Inversement des branchements des lotissements limitrophes à savoir (olivier 1, 2, 3, 4 et 5, le quartier militaire et la zone industrielle sidi Ghanem)

Solution :

- Programmation d'un diagnostic tout au long de la Chaaba ali bali pour identifier les inversement des branchements et les zones non raccordées, et les remettre en conformité.
- Réalisation d'un Do sur le réseau des eaux pluvial et raccordement des eaux usées sur le collecteur longeant la voie ferrée



Photo 20:localisation des points noirs à Chaaba Ali Bali

➤ **Azzouzia**

On constate un rejet des eaux usées brutes dans le milieu naturel en temps sec.

L'origine éventuelle : Mauvais réglage du déversoir d'orage réalisé dans le cadre du délestage de la conduite d'amenée à la STEP

Solution : Réglage du seuil de déversement du déversoir d'orage



Photo 21:localisation des points noirs à Azouzia

➤ **Chouf laayadi**

On a trouvé sur terrain des rejets directs des eaux usées dans le milieu naturel.

L'origine éventuelle :

Etat dégradée du réseau existant in site en béton vibré.

Inexistence d'un hors site (douar non raccordé au réseau Assainissement)

Solution : Vu que le douar en question est situé en aval de la ville de Marrakech, la solution proposée est le raccordement du douar avec l'hors site du lotissement Azzouzia.



Photo 22:localisation des points noirs à Chouf Aiyadi

➤ Club Med

On a trouvé des rejets des eaux usées dans un terrain libre.

L'origine éventuelle :

L'existence d'une station d'épuration privée dans l'hôtel mais qui n'est pas bien entretenue.

Solution :

Le rejet va être intercepté sur le réseau de la RADEEMA après réalisation de l'intercepteur Nakhil dont les travaux sont actuellement en cours



Photo 23: localisation des points noirs à Club Med

➤ **Ben salk**

Déversement des eaux usées brutes dans l'oued Issil près du Douar Geunnoun

L'origine éventuelle :

Le calage du seuil de déversement est non réglé au niveau du DO ben Salek. L'existence de branchements des eaux usées raccordées directement sur le collecteur de sur verse du déversoir

Solution :

La reconstruction du déversoir ben Salek avec un réglage convenable. La réalisation d'une extension et le reprise de tous les branchements des eaux usées raccordés sur la sur verse.



Photo 24:localisation des points noirs à Ben Salek

➤ **Douar Guenoun**

Le douar est assainit en système unitaire avec l'installation à l'aval de 4 fosses d'accumulation qui déverse dans l'oued Issil en cas de mise en charge.

L'origine éventuelle :

Le débordement de la fosse septique commune existante.

Solution :

Le problème sera résolu après réalisation de l'intercepteur Nakhil en cours de réalisation actuellement.



Photo 25:localisation des points noirs à Douar Guenoun

➤ **Izdihar**

L'existence des rejets des eaux usées brut dans le milieu naturel en plus des eaux pluviales du lotissement OAZIS qui sont non raccordées au collecteur pluvial ONCF.

L'origine éventuelle :

Non raccordement du collecteur existant situé au droit de la jonction entre le dalot ONCF et le collecteur ALFARRANE.

Non achèvement des travaux de jonction du collecteur pluvial du lotissement OAZIS avec le collecteur ALFARRANE.

Solution :

- Réalisation d'un déversoir d'orage sur le collecteur existant
- Création d'un regard de jonction sur le collecteur ALFARRANE.
- Raccordement des eaux usées sur le collecteur ONCF existant

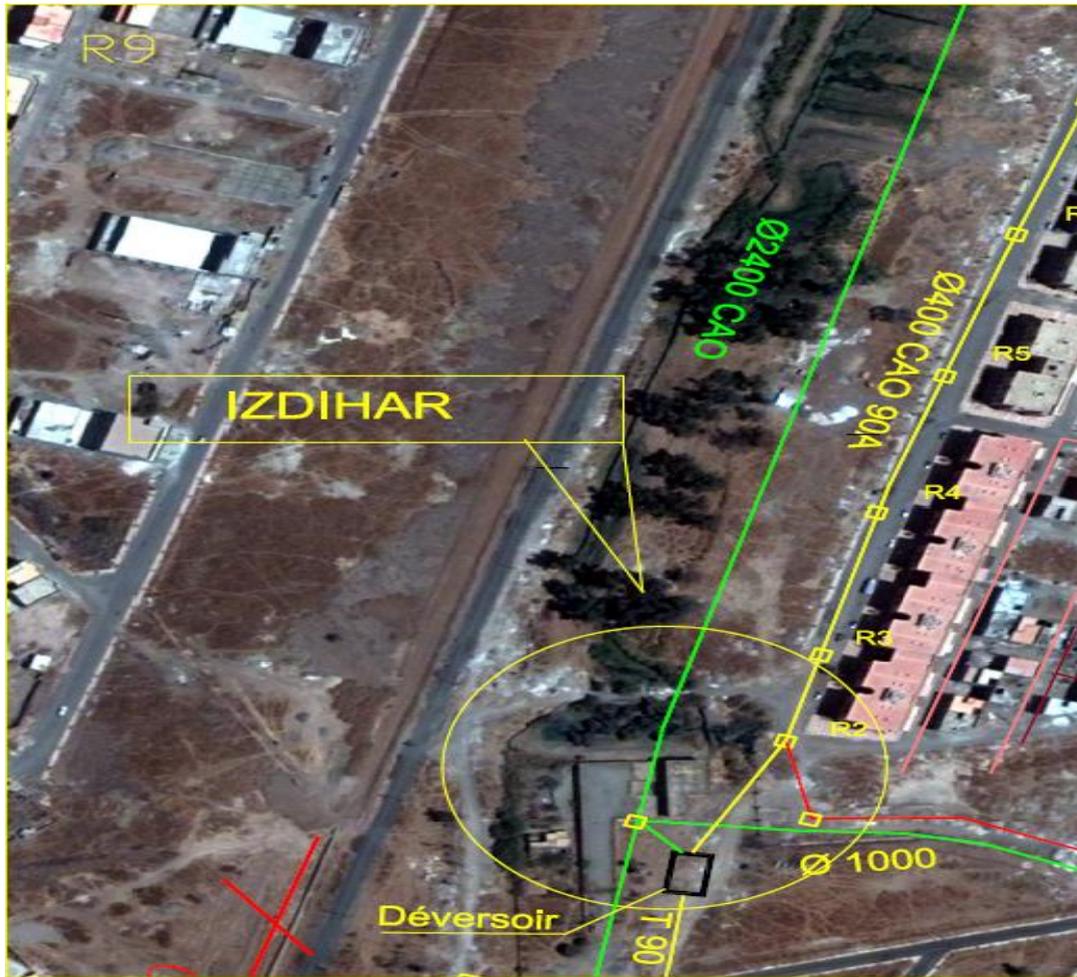


Photo 26:localisation des points noirs à l'Izdihar

➤ **Lotissement Assakina (Douar Zemrani)**

On a constaté sur terrain que le lotissement est non raccordé au réseau d'assainissement. C'est l'origine principale de l'existence des rejets des eaux usées directement dans le milieu naturel.

Solution :

Raccordement du lotissement au réseau par la réalisation d'un collecteur hors site. Cette solution est en cours d'étude pour régler les problèmes d'expropriation des terrains privés situés en aval.



photo 27:localisation de point de rejet à Douar Zemrani

➤ **Golf Palace**

On constate un rejet des eaux usées dans le milieu naturel en temps sec.

L'origine éventuelle : Une station d'épuration à boues activées au sein du Golf palace qui rejette ces eaux directement dans l'oued Tensift.

Solution :

Deux solutions sont possibles:

- Soit le traitement des odeurs au niveau de la step et l'amélioration de la surveillance de la station pour respecter les performances
 - Soit la Réalisation d'une station de refoulement des eaux usées rejetées par la station vers le collecteur des EU situé à environ 800 m du point de rejet
- *Ces deux solutions dépendent de l'accord du propriétaire de Golf Palace à réaliser ces investissements.



Photo 28:localisation de point de rejet à Golf Palace

Sites	Coordonnées		Solutions Proposées
	X	Y	
Bassin de rétention Nahda M'Hamid	W008.03804	N31.60059°	-Bétonner ce bassin et l'enterrer -Reprendre la conduite de débit de fuite -Renforcements du collecteur M'Hamid (M) -Diagnostic, identification et remise en conformité des inversement de branchements.
Bab Jdid	253.234	116.378	-Diagnostic, Vérification et remise en conformité des inversement de branchements de toute la zone sud. -Construction d'un bassin de rétention enterré en Béton Armé pour régulation des eaux pluviales pendant les orages (projet en cours)
Ghabt Chabab	252.772	115.429	-Diagnostic, identification et remise en conformité des inversement de branchements de toute la zone concernée. -Construction d'un bassin de rétention enterré en Béton Armé pour régulation des eaux pluviales pendant les orages (projet en cours).
Club Med	254.856	121.559	-Le rejet va être intercepté sur le réseau de la RADEEMA après réalisation de l'intercepteur Nakhil dont les travaux sont actuellement en cours.
Douar Bensalk	253.541	121.616	-La reconstruction du déversoir ben Salek avec un réglage convenable. - La réalisation d'une extension et le reprise de tous les branchements des eaux usées raccordés sur la surverse.
Douare Guenoun	W007.99099	N31.66945	Le problème sera résolu après réalisation de l'intercepteur Nakhil en cours de réalisation actuellement.
Golf Palace	W007.99402	N31.69209°	- Soit le traitement des odeurs au niveau de la step et l'amélioration de la surveillance de la station pour respecter les performances -Soit la Réalisation d'une station de refoulement des eaux usées rejetées par la station vers le collecteur des EU situé à environ 800 m du point de rejet
CHaaba Ali Bali : Zone Targua	249.477	120.549	-Programmation d'un diagnostic tout au long de la Chaaba Ali Bali pour identifier les inversement des branchements et les zones non raccordées, et les remettre en conformité. -Réalisation d'un Do sur le réseau des EP et raccordement des EU sur le collecteur I longeant la voie ferrée
Azzouzia Devrsoire d'Orage	W008.06796	N31.69282°	- <i>Réglage</i> du seuil de déversement du déversoir d'orage
Azzouzia Chouaf Ayadi	247.100	125.063	- Raccordement du douar avec l'hors site du lotissement Azzouzia
Izdihar	250.376	122.797	-Réalisation d'un déversoir d'orage sur le collecteur existant -Création d'un regard de jonction sur le collecteur ALFARANE. -Raccordement des eaux usées sur le collecteur ONCF existant
Douar Zemrani	-----	-----	-Raccordement du lotissement au réseau par la réalisation d'un collecteur hors site. Cette solution est en cours d'étude pour régler les problèmes d'expropriation des terrains privés situés en aval

Tableau 28: Récapitulation des solutions proposées pour supprimer les points noirs

Conclusion générale

L'un des problèmes que le Maroc rencontre aujourd'hui réside dans le fait que sa situation environnementale et l'état de ressources en eau sont dans un état inquiétant. L'augmentation des quantités d'eau usées rejetées s'explique par l'accroissement démographique, la juxtaposition de constructions sans plans d'aménagement.

Marrakech qui est l'une des villes qui a connu ces derniers temps une forte augmentation de la population ce qui en résulte l'augmentation du taux de consommation et d'usage d'eau et par conséquent une augmentation des volumes d'eau usées rejetées.

Ce travail, consacré au diagnostic des rejets d'eaux usées dans la nature au niveau d'un certain nombre de sites, et à l'étude de la pollution des eaux souterraines par ces rejets montre qu'au niveau des sites visités et testés, ces rejets ne présentent aucun risque de pollution de la nappe.

Néanmoins, ces « points noirs » détruisent l'environnement et dérangent la population locales par la prolifération des rats, des cafards, des moustiques et dégagent de mauvaises odeurs ce, qui trouble la belle vue d'une ville touristique.

Les solutions citées "tableau28" ont pour but d'éliminer ces « points noirs », sites où des eaux usées déversées à ciel ouvert, pour une préservation de la nature et l'amélioration du cadre de vie à Marrakech.

Bibliographie

- Amar Hicham, 2009 : Elaboration de la performance de la station d'épuration de la ville M'irt. Rapport de stage d'été à ONEP:
- DEA, ONEP : Guide pour l'assainissement liquide (rapport interne)
- FSSM, 2002: Université Cadi ayyad FSSM 2002
- Hammoumi, 2010 : Régie autonome de distribution d'eau et d'électricité de Marrakech. Rapport Opérateur. RADEEMA
- JICA, MATEE, ABHT, 2007 : Etude du plan de gestion intégrée des ressources en eau dans la plaine du Haouz Royaume du Maroc, rapport interne, ABHT
- Limam, 2002 : Perspectives de développement des ressources en eau dans le Bassin du Tensift, Agence du Bassin Hydraulique de Tensift Marrakech.
- Ministère de l'aménagement du territoire de l'eau et de l'environnement, RADEEMA
- ONEM, 2007 : Monographie local de l'environnement de la ville de Marrakech.
- RADEEMA, 2008 : Réalisation des études de schéma directeur d'assainissement liquide de la ville Marrakech
- RADEEMA, 2010 : Bureau d'étude RADEEMA
- Sinan, Bouibrine, 2007 : Utilisation des SIG pour la comparaison des méthodes d'évaluation de la vulnérabilité des nappes à la pollution, EHTP

Webographie

- <http://www.eau-tensift.net/menu/labht.html>
- <http://maps.google.fr>
- http://fr.wikipedia.org/wiki/Wikip%C3%A9dia:Accueil_principal

Liste des abréviations :

DEA : Département d'exploitation et d'assainissement

EU: eaux usées

EP : eaux de pluie

DO : déversoir d'orage

Annexe 1 :

Résultats des cultures des eaux des puits au niveau de Azzouzia, Guenoun, M'hamid, Golf Palace

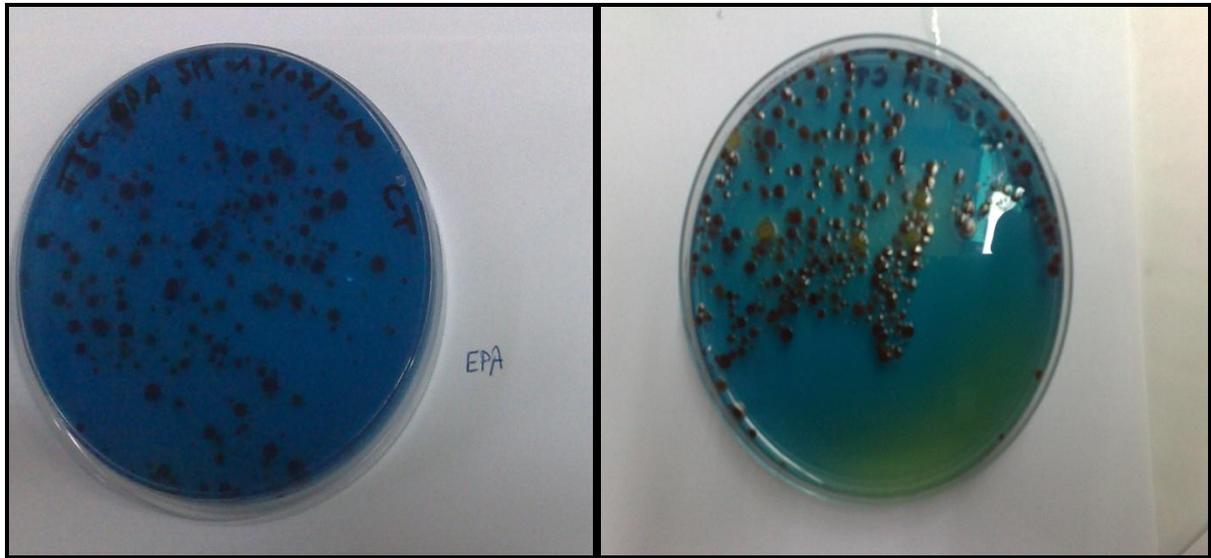


Photo 1 : Image des boîtes à pétri CT, Résultat de la culture –Azzouzia

Photo2 :Image des boîtes à pétri CT, Résultat de la culture -Guenoun

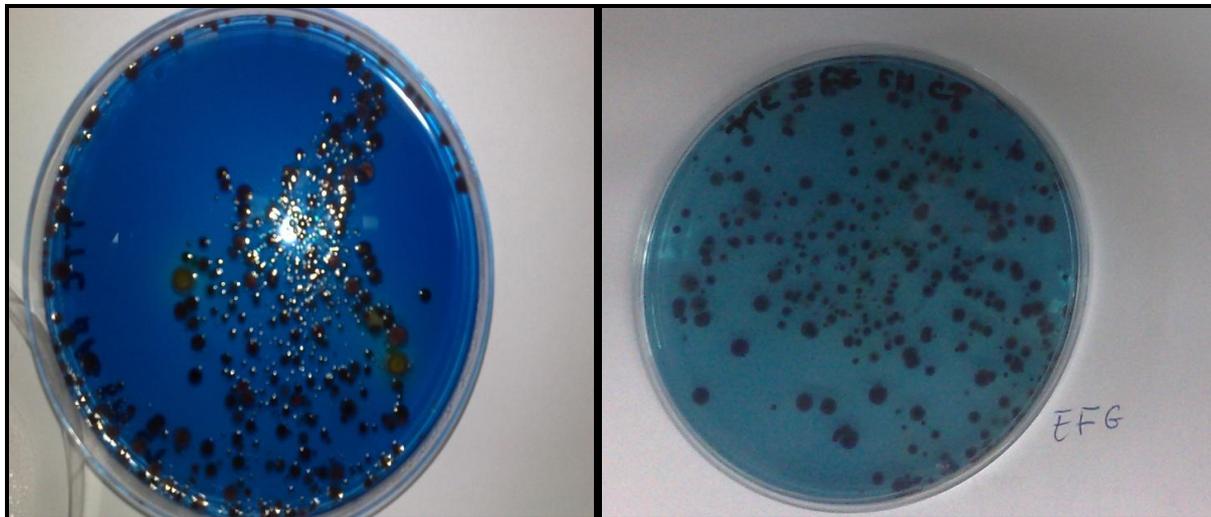


Photo3:Image des boîtes à pétri CT, Résultat de la culture –M'Hamid

Photo 4:Image des boîtes à pétri CT, Résultat de la culture - Fontaine Golf Palace

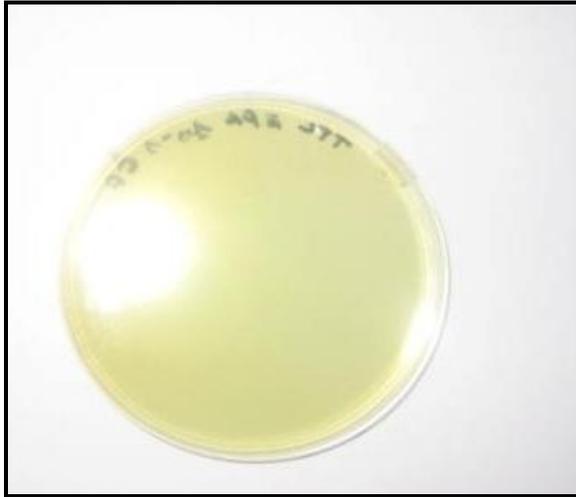


Photo5: Image des boites à pétri CF, Résultat de la culture -Azzouzia ,-Guenoun,-M'Hamid,-Fontaine Golf Palace

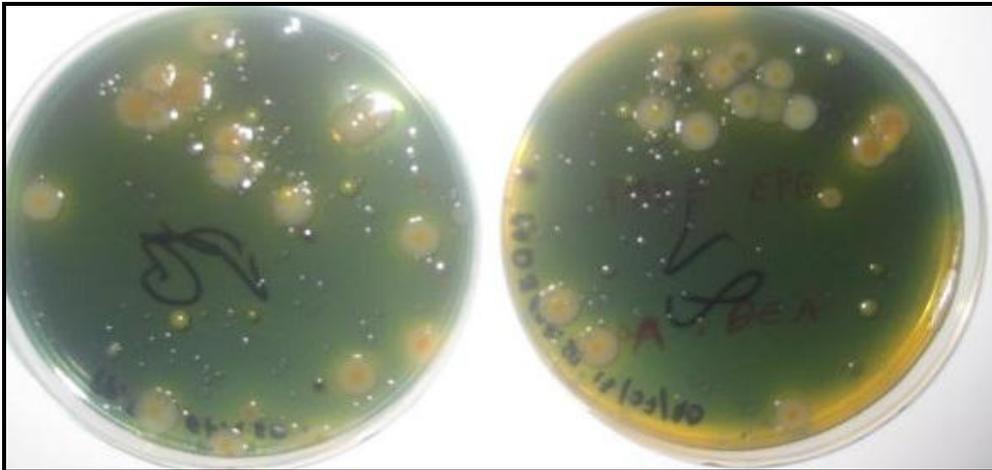


Photo6: Image des boites à pétri Aéromonas, Résultat de la culture Azzouzia

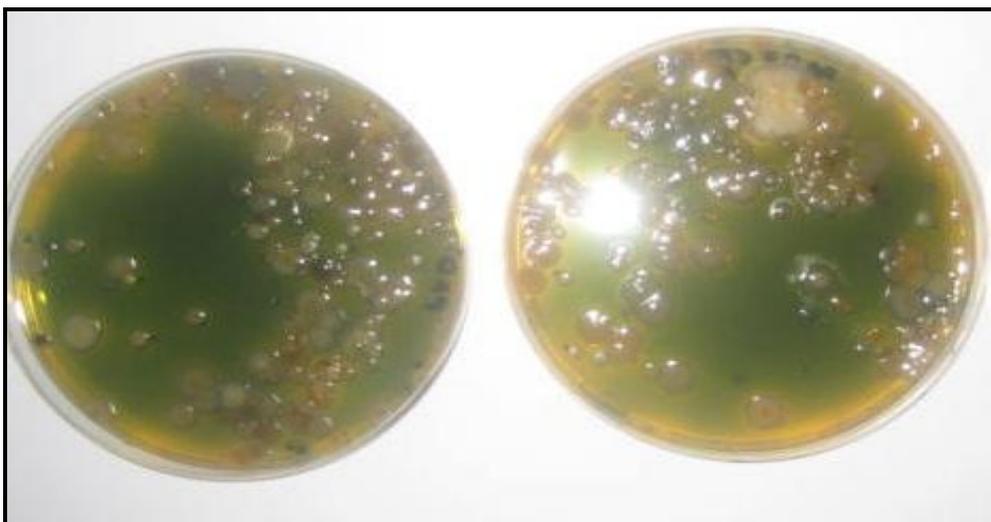


Photo6: Image des boites à pétri Aéromonas, Résultat de la culture -Guenoun

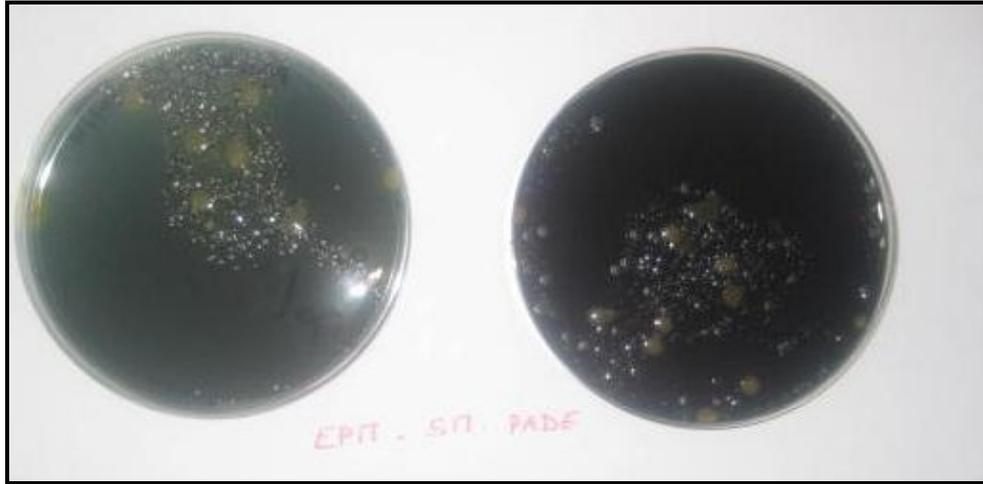


Photo7:Image des boites à pétri Aéromonas, Résultat de la culture -M'hamid



Photo8:Image des boites à pétri Aéromonas,Résultat de la culture -Fontaine Golf Palace



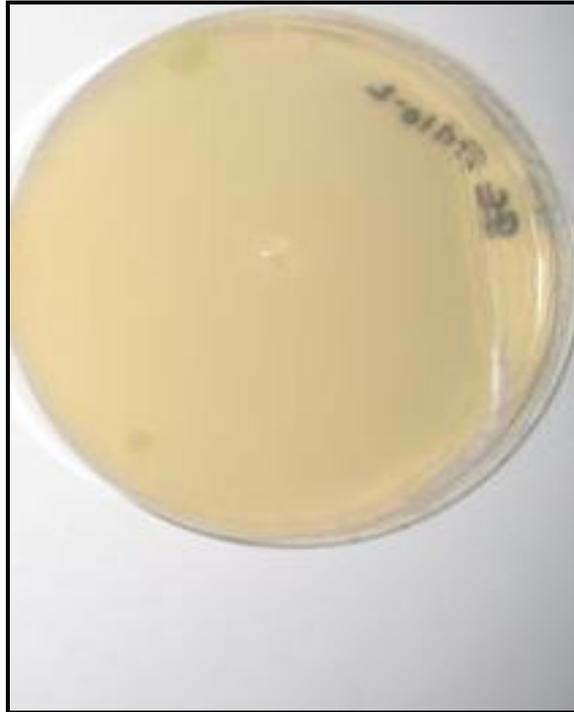
Photo9:Image des boites à pétri Pseudomonas, Résultat de la culture -Azzouzia



Photo10:Image des boites à pétri Pseudomonas, Résultat de la culture Douar Guenoun



**Photo11:Image des boites à pétri
Pseudomonas,Résultat de la culture
M'Hamid**



**Photo12:Image des boites à
pétri Pseudomonas , Résultat de la culture
Fontaine Golf Palace**



**Photo13:Image des boites à pétri
Streptocoques,Résultat de la culture-
Azzouzia, M'Hamid, Fontaine Golf Palace**



**Photo14:Image des boites à pétri
Streptocoques, Résultat de la culture –
Douar Guenoun**



Dédicace

A mes parents ABDELLAH et KHADIJA

Pour votre amour

Pour tous vos sacrifices

Pour tout l'enseignement que vous m'avez transmis

Merci du fond du cœur de votre soutien moral que vous

m'avez accordé, sans vous, ce travail n'allait atteindre sa fin

A ma sœur et mon frère

A mon encadrant M. AGOUSSINE

A tous mes professeurs et mes camarades

A tous ceux qui m'ont aidée de près ou de loin à la réalisation de ce travail