



**UNIVERSITE CADI AYYAD**

جامعة القاضي عياض

**Faculté des Sciences & Techniques**

**Marrakech**

كلية العلوم والتكنولوجيا  
مراكش



**Département des Sciences de la Terre**

Licence ès Sciences et Techniques « *Eau et Environnement* »  
*LST-EE*

# Mémoire de Fin d'Etudes

L'amélioration du rendement du réseau de distribution d'eau potable de Marrakech et son impact sur les ressources en eau

**Réalisé par:**

***\_ Mlle Asma Essaouidi  
- Mlle Ilham Ettamiry***

**Encadrées par:**

- Pr M. AGOUSSINE : Professeur à la Faculté des Sciences et Techniques de Marrakech
- Mr A. ABBID : ingénieur et chef de division de réseau et de conduite à la RADEEMA

**Soutenu, le 24 juin 2013, devant le jury composé de :**

- Pr M. SAIDI : Professeur à la Faculté des Sciences et Techniques de Marrakech- Coencadrant
- Pr N. KHAMLI : Professeur à la Faculté des Sciences et Techniques de Marrakech - Examinatrice

**2012 - 2013**

# REMERCIEMENTS

*Au terme de ce travail, il nous est agréable de nous adresser à toute personne qui a participé de près et de loin à son élaboration.*

*Nous tenons 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.*

*Nos vifs remerciements sont adressés à notre encadrant Mr. AËOUSSINE Mbarek, Professeur au Département des Sciences de la Terre, à la Faculté des Sciences et Techniques qui a fait preuve d'une grande patience et disponibilité à notre égard et qui nous a permis, grâce à ses conseils constructifs, de mener à bien notre stage.*

*Nous adressons également notre gratitude à Mr. ABBID Abdessatar, ingénieur et chef de division de réseau et de conduite à la RADEEMA, qui a accepté de nous encadrer et nous diriger le long de ce travail.*

*Nos sincères remerciements vont aussi aux membres du jury pour avoir accepté de juger notre travail.*

*Par ailleurs, la réalisation de ce travail n'aurait pas été possible sans le soutien moral et effectif de nos familles. On remercie donc nos parents pour leur appui et leur soutien durant toutes nos années d'étude.*

*Toutes ces personnes et d'autres encore ont contribué au bon déroulement de notre stage et à la rédaction de ce mémoire. Pour elles, MERCI.*

## Table des matières

Liste des figures.....	5
Liste des tableaux .....	6
Introduction et objectif.....	8
Présentation de la RADEEMA.....	9
I-1 Présentation de la ville de Marrakech.....	12
I-2 localisation géographique .....	13
I-3 Géologie .....	13
I-4-1 Contexte hydrogéologique .....	14
I-4-2 Alimentation de la nappe .....	15
I-4-3 Profondeur et qualité de la nappe.....	16
I-5 Réseau hydrographique .....	17
I-6- Climat.....	18
I-7 Occupation du sol.....	18
II -1 Ressources en eaux d'irrigation au niveau de la région de Marrakech.....	20
.II-1-1 Les eaux superficielles.....	21
II-1-2 Les eaux souterraines .....	21
II-2 Ressources en eau potable de la région de Marrakech.....	22
II-2-1 AEP à partir des eaux superficielles .....	22
II-2-2 AEP à partir des eaux souterraines.....	23
II-2-3 AEP à partir des ressources de secours.....	23
II-3 La dotation annuelle des deux principaux usagers des eaux mobilisées à Marrakech .....	25
II-4 Réseau de Distribution d'eau potable de la ville de Marrakech :.....	25
II-4.1- Réservoirs de stockage existants.....	27
II-4-2 Stations de surpression .....	28
II-4-3 Fonctionnement du Réseau .....	29
II-4-4Caractéristiques physiques du réseau de distribution .....	29
II-4-5 Caractéristiques techniques du réseau d'AEP .....	30
II-5 Les différents usagers de l'eau potable à Marrakech .....	33
II-5-1 Le tourisme.....	33
II-5-2 Les industries.....	34
II-5-3 Les administrations .....	34
II-5-4 Les préférentiels .....	34
II-6 Etudes statistique des usagers d'eau.....	34
III- Amélioration du rendement du réseau de distribution d'eau potable de Marrakech .....	36

III.1- La notion du rendement .....	36
III.2- Objectif et principe de l'amélioration .....	37
III.3- Les pertes en eau dans un réseau de distribution .....	37
III.3.1- Définition et types de pertes en eau .....	37
III.3.2- Différentes techniques pour détecter les fuites .....	38
III.4- Programme urgent d'amélioration du rendement de réseau de distribution .....	39
III.5- Plan d'actions d'amélioration du rendement de réseau de distribution d'eau potable .....	39
IV- Impact de l'amélioration du rendement sur les ressources en eau .....	41
IV- 1 L'évolution de la demande en eau des différents secteurs .....	41
Conclusion générale .....	46

## Liste des figures

Figure 1: Organigramme de la RADEEMA

Figure 2: Organisation de département d'exploitation d'eau de la RADEEMA

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

Figure 4: Localisation géographique de la ville de Marrakech

Figure 5 : carte géologique du bassin de Haouz (Sinan et al, 2007)

Figure 6: Présentation de la nappe du Haouz (ABHT)

Figure 7: Présentation du réseau hydrographique de la nappe du Haouz (ABHT)

Figure 8: Tensift- Evolution de la profondeur de la nappe entre 1986 et 2002(Limam, 2002)

Figure 9 : Réseau hydrographique de l'agglomération de Marrakech

Figure 10 : Occupation de sol de la région de Marrakech (<http://maps.google.com/>)

Figure 11 : Les principales cultures pratiquées dans le Haouz Central.

Figure 12 : Situation géographique du Haouz Central (Landsat, TM 2007).

Figure 13: localisation des barrages destinés à l'AEP.de Marrakech

Figure 14 : AEP de la ville de Marrakech.

Figure 15 : Répartition des eaux mobilisées selon des principaux usagers.

Figure 16 : Schéma D'un réseau maillé.

Figure 17 : La situation des ouvrages de production d'eau potable (RADEEMA 2006).

Figure 18 : Répartition du réseau d'AEP de Marrakech par type de conduites (RADEEMA 2010).

Figure 19 : schéma synoptique de fonctionnement du réseau d'Eau Potable

Figure 20 : La répartition des différents abonnés et leurs consommations en pourcentage dans ville de Marrakech (RADEEMA 2010).

Figure 21 : Evolution des consommations en fonction de la population de la ville de Marrakech au cours du temps.

Figure 22 : Evolution des consommations touristique en eau en fonction du temps.

Figure 23 : Evolution des consommations industrielle en eau avec le temps.

Figure 24 : Evolution du rendement du réseau de distribution d'eau potable de la ville de Marrakech au cours du temps.

Figure 25 : Evolution des pertes en eau avant et après l'amélioration du rendement de réseau de distribution d'eau potable.

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Eaux superficielles au niveau du Haouz centrale (ORMVAH 2010)

Tableau 2 : La dotation annuelle des principaux usagers des eaux mobilisées. (ORMVAH, RADEEMA 2010)

Tableau 3 : Avantages et inconvénients des différents types de conception de réseau de distribution d'eau.

Tableau 4 : caractéristiques physiques du réseau de distribution de l'EP dans la ville de Marrakech (RADEEMA 2010)

Tableau 5 : caractéristiques technique du réseau de distribution d'EP de la ville de Marrakech (RADEEMA 2010)

Tableau 6 : l'évolution de la distribution et besoins d'eau potable de la ville de Marrakech (RADEEMA 2010).

Tableau 7 : Répartition des différents abonnés et des consommations de la ville de Marrakech (RADEEMA 2010)

Tableau 8 : Plan d'actions d'amélioration du rendement de réseau de distribution d'eau potable.

Tableau 9 : Les consommations de population de la ville de Marrakech en fonction du temps.

Tableau 10 : la consommation touristique de la Ville de Marrakech au cours des années.

Tableau 11 : La consommation industriel de la ville de Marrakech au cours des années.

Tableau 12 : Evolution des paramètres des eaux destinées à l'AEP de la ville de Marrakech.

Tableau 13 : évolution des demandes futures en eau.

## Liste des photos

Photo 1 : château d'eau.

Photo 2 : Réservoir.

Photo 3 : fuite visible.

Photo 4, 5, 6 : Externalisation de réparation des fuites.

Photo 7, 8, 9 : Installation des piquages DN 40 sur Feeders.

Photo 10 :Rehabilitation d'une conduite d'eau potable.

## Liste des abréviations

**AEP** : Alimentation en Eau Potable.

**ABHT** : Agence du Bassin Hydraulique du Tensift.

**JICA** : Agence Japonaise de Coopération Internationale.

**HCP** : Haut Commissariat au Plan.

**MATEE**: Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Eau et de l'Environnement

**ORMVH** : Office Régional de Mise en Valeur Agricole du Haouz.

**ONEP** : Office National d'Eau Potable.

**ONEM** : Observatoire National de l'Environnement du Maroc.

**RADEEMA** : Régie Autonome de Distribution d'Eau et d'Electricité de Marrakech.

**SDEP** : sous-direction des études et de la prospective.

**SMD**: Société Marocaine de Distribution.

**AC**: Amiante Ciment.

**BP**: Béton Précontraint.

**FD**: Fonte Ductile.

**FG**: Fonte Grise.

**PE** : polyéthylène.

**PVC**: Polychlorure de Vinyle ou Chlorure de Polyvinyle.

**DN** : diamètre nominal.

**Hab.** : Habitant.

**m<sup>3</sup>** : Mètre cube.

**M**: Million.

**NGM**: Nivellement Général du Maroc.

**BS** : Bas Service.

**HS** : Haut Service.

**SYBA**: Sidi Youssef Ben Ali.

## Introduction et objectif

Dans le contexte mondial actuel, caractérisé par le besoin en eau, le Maroc et avec moins de 750 m<sup>3</sup> d'eau par habitant et par an, se situe en dessous du seuil de stress hydrique. Les demandes en eau sont en hausse constante, en raison de la pression de l'irrigation, de la croissance démographique et du développement urbain, industriel et touristique. Parallèlement, les ressources en eau sont en diminution continue et leur qualité se dégrade.

Le secteur de l'eau à Marrakech est un secteur d'intervention traditionnel de la régie autonome de distribution d'eau et d'électricité de Marrakech, qui Depuis le démarrage de ses activités en 1971, elle a pris en charge la distribution de l'eau potable pour les différents usagers.

En 2006 la RADEEMA a entamé un programme d'amélioration du rendement du réseau de distribution d'eau potable à Marrakech, toute une stratégie a été adoptée par la régie dans ce sens.

Notre objectif est d'étudier l'impact de cette amélioration sur les ressources en eau de la ville de Marrakech. Le plan de cette étude se présente comme suit:

Le premier axe décrit le périmètre de la zone d'étude dans sa dimension géographique, géologique, hydrogéologique et climatologique. La répartition des eaux mobilisées de la ville destinées à l'irrigation et à l'alimentation en eau potable est présentée dans le deuxième axe, accompagnée d'une étude globale du réseau de distribution. Le troisième axe renferme toute la démarche employée pour parvenir à l'amélioration du rendement. L'explication de l'impact de cette amélioration sur les ressources en eau est contenue dans le dernier axe.

## Présentation de la RADEEMA

### **Historique :**

**Le 27 juin 1922** : La création de la Société d'Electricité de Marrakech (SEM) qui avait pour tâche d'assurer la distribution d'électricité au sein de la ville de Marrakech. L'eau potable était distribuée par la Municipalité.

**Le 17 juillet 1964** : la ville de Marrakech a signé un protocole pour le rachat de la concession, laquelle fut confiée à la Société Marocaine de Distribution (SMD)

**Le 26 Décembre 1970** : suite aux délibérations du conseil communal de la ville de Marrakech, il a été décidé de créer à partir du premier janvier 1971, la Régie Autonome de Distribution d'Eau et d'Electricité de Marrakech, dénommée RADEEMA et ce en vertu du Décret n° 2-64-394 du 29 Septembre 1964 relatif aux Régies communales.

**Le premier janvier 1998** : la RADEEMA a pris en charge la gestion du service de l'assainissement liquide suite aux délibérations de la communauté urbaine de Marrakech.

**Le 09 Juillet 2010** : la RADEEMA est passée au contrôle d'accompagnement en substitution du contrôle préalable conformément aux dispositions de l'article 18 de la loi 69.00.

Actuellement, la régie s'occupe de la distribution de l'énergie électrique, la distribution de l'eau potable notamment la gestion du réseau d'assainissement liquide dans le périmètre de la ville de Marrakech.

### **Activités et périmètre d'action :**

La RADEEMA assure la distribution d'eau et d'électricité et la gestion du service d'assainissement liquide au sein de la ville de Marrakech.

Les trois métiers couvrent une zone d'action de 24 000 ha et une population d'environ 950 000 habitants.

### **Mission et actions entreprises :**

La mission de la RADEEMA et sa préoccupation majeure est d'accompagner le développement important que connaît la ville de Marrakech, procurer la sécurité de l'approvisionnement et la bonne gestion des services assurés.

Le volet environnemental et écologique est au centre des actions engagées par la RADEEMA notamment le traitement et la réutilisation des eaux usées.

Ainsi les principales actions entreprises ont porté sur le renforcement des infrastructures de base, la sécurisation de l'alimentation en eau et en électricité, la lutte contre la pollution du milieu récepteur

et la protection de l'environnement et la généralisation de l'accès aux services assurés et ce dans le cadre de l'initiative nationale du développement humain.

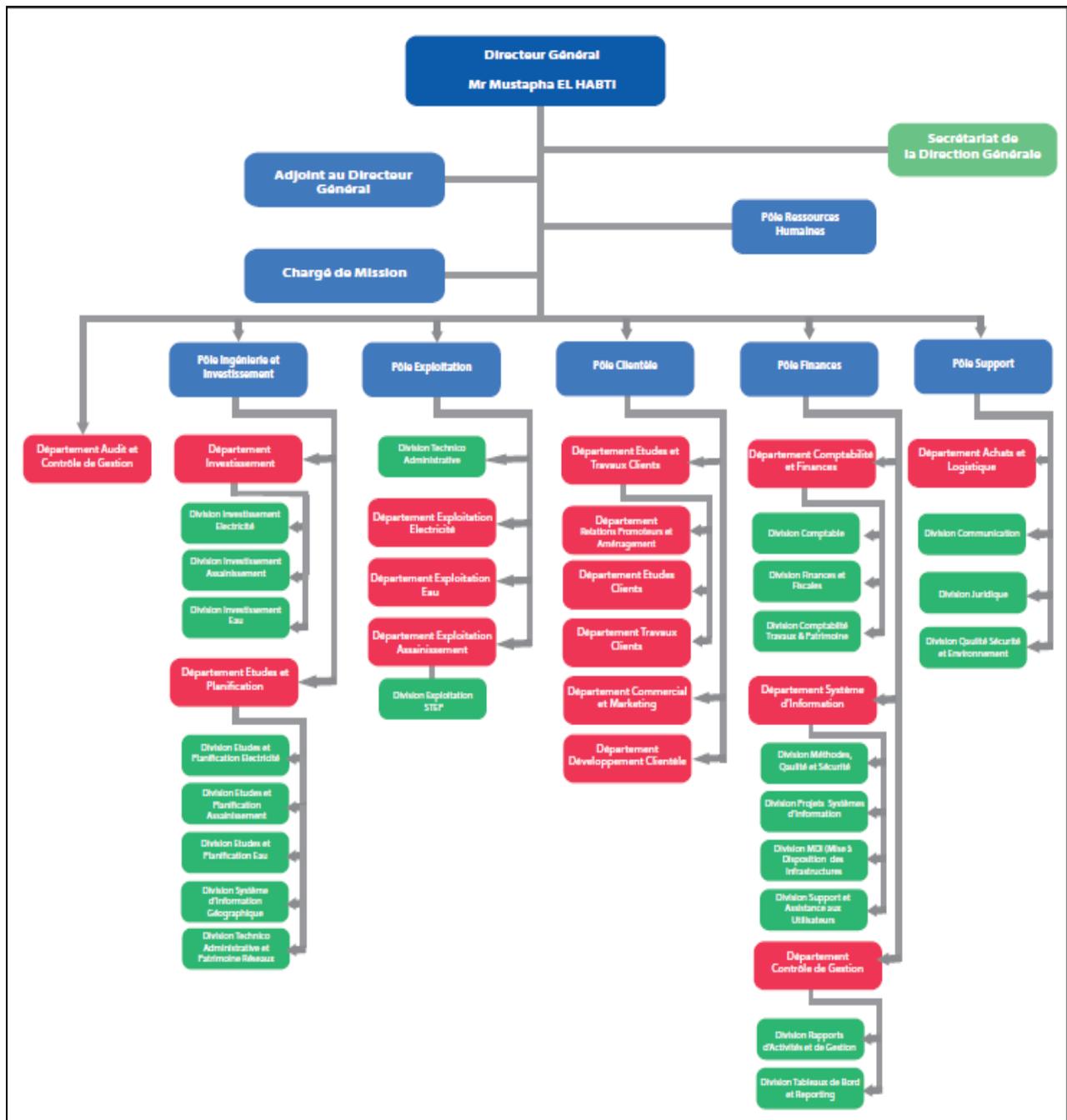


Figure 1: Organigramme de la RADEEMA

L'Organisation du département d'exploitation d'eau se résume ainsi :

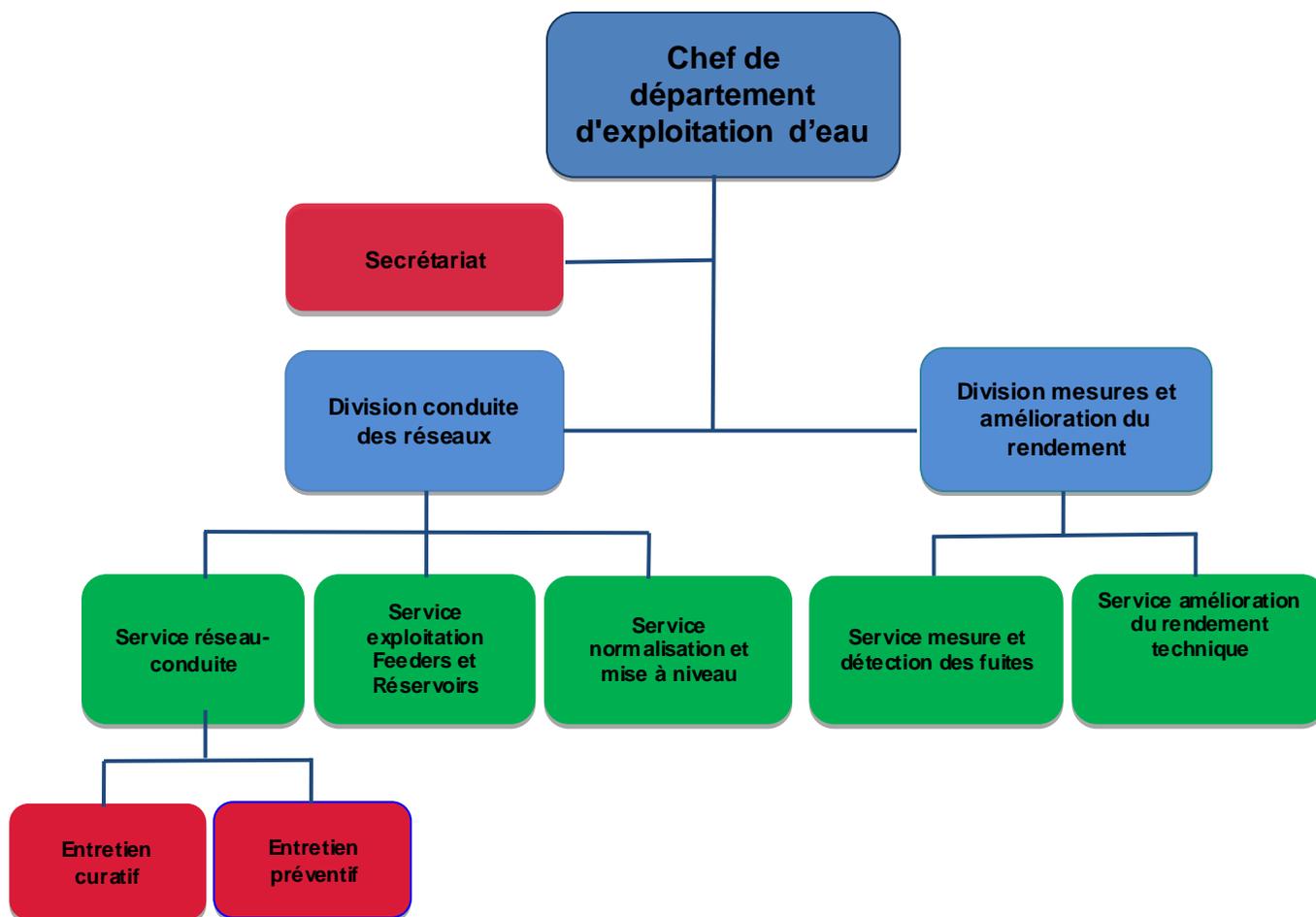


Figure 2: Organisation de département d'exploitation d'eau de la RADEEMA

# I-Présentation de la zone d'étude

## I-1 Présentation de la ville de Marrakech

Marrakech compte environ 1 174 550 d'habitants (recensement de 2009) répartis sur une superficie de 230 km<sup>2</sup>. La densité de population atteint les 350 habitants à l'hectare dans la Médina. C'est la quatrième plus grande ville du Maroc après Casablanca, Rabat et Fès.

Marrakech est le chef-lieu de la Région de Marrakech-Tensift-Al Haouz, elle est constituée des Communes et Arrondissements: Médina, Méchouar-Kasbah, Ménara-Gueliz, Sidi Youssef Ben Ali et Annakhil (RADEEMA, 2010).

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 500 NGM (zone touristique de la route d'Ourika) jusqu'à la cote 380 NGM (oued Tensift). Les seuls reliefs sont constitués par les collines Guéliz et Koudiat Al Abid.

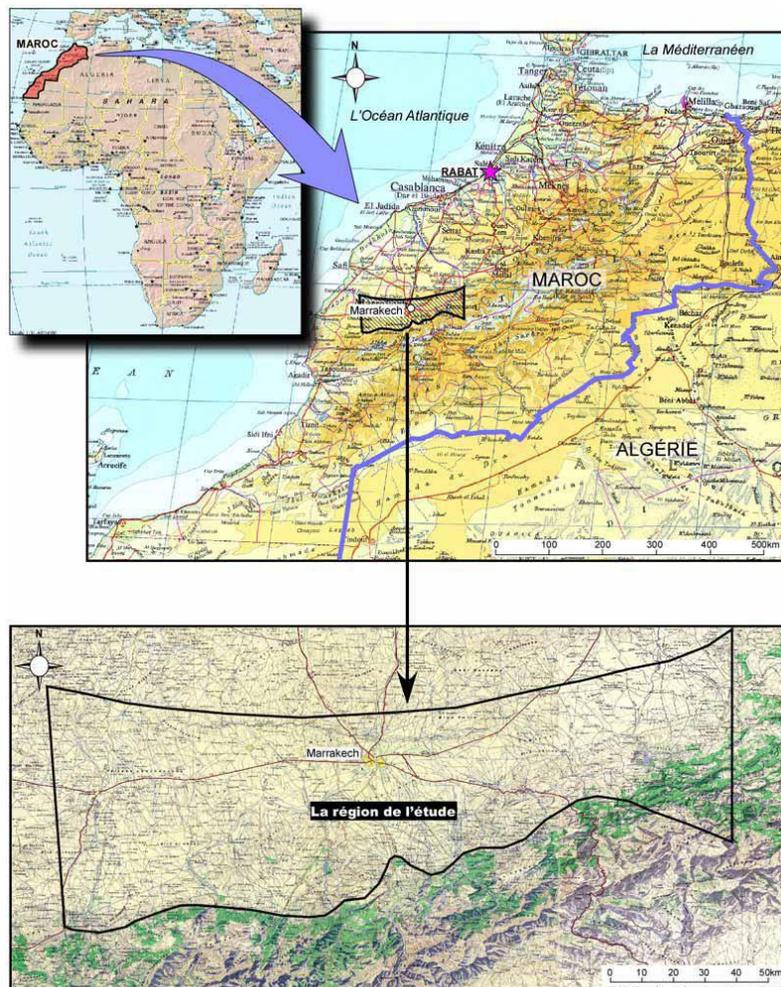


Figure 3: Présentation de la zone d'étude (JICA, MATEE, ABHT, 2007).

## I-2 localisation géographique

La Région de Marrakech est située entre  $31^{\circ} 37' 48''$  N et  $8^{\circ} 00' 00''$  W à 500m d'altitude moyenne, elle s'étend entre le Haut Atlas au Sud (Jbel Toubkal 4 165m), les Jbilet au Nord, le Moyen Atlas à l'Est et les collines de Mzoudia à l'Ouest.

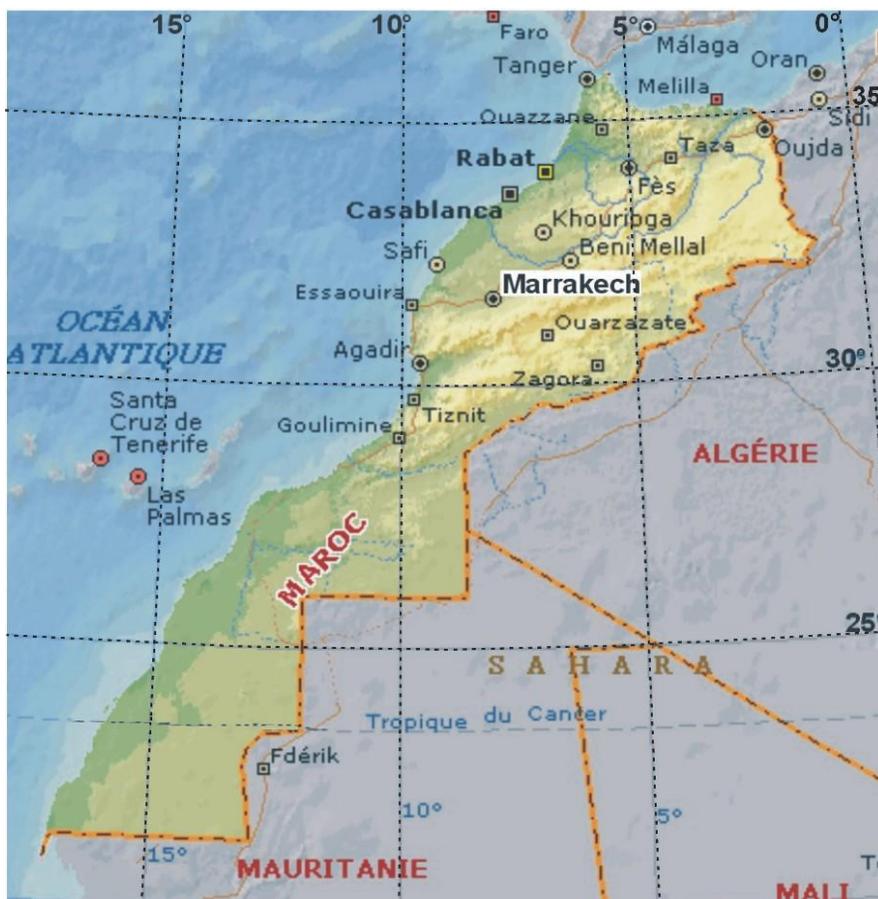


Figure 4: Localisation géographique de la ville de Marrakech

## I-3 Géologie

La plaine du Haouz s'étend sur une superficie de 60 km<sup>2</sup>. Elle est formée sur un substratum paléozoïque essentiellement schisteux et imperméable et recouverte d'un dépôt alluvial graveleux du quaternaire. Ce dépôt est le produit de l'érosion des roches de l'Atlas, charriées par un réseau hydrographique au régime torrentiel. Les collines calcaires Jbel Guéliz et Koudiat al Abid sont les seuls reliefs de cette plaine, issus de l'érosion du socle paléozoïque. (ONEM, 2007).

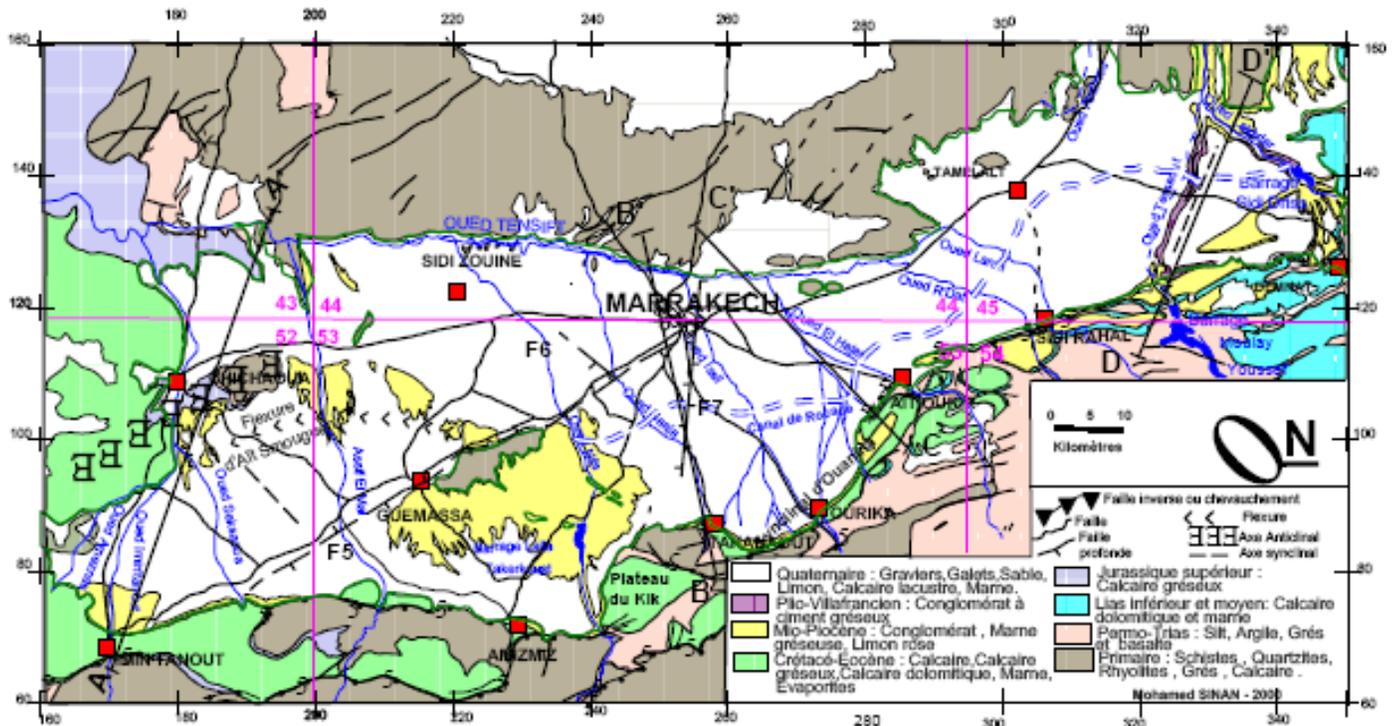


Figure 5 : carte géologique du bassin de Haouz (Sinan, Bouibrine, 2007)

## I-4 Hydrogéologie

### I-4-1 Contexte hydrogéologique

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

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)

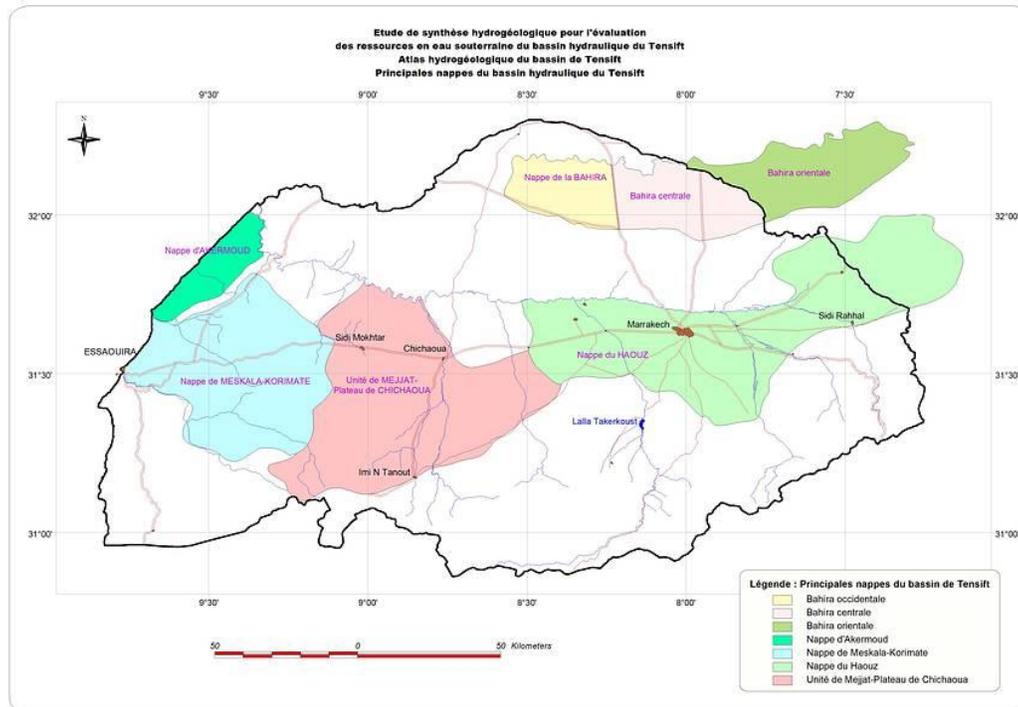


Figure 6: Présentation de la nappe du Haouz (ABHT)

#### I-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 (1,50 l/s) et de l'infiltration des eaux lors des crues le long des lits (6 l/s).

Ainsi, la nappe est alimentée par les oueds prenant leur source au Sud, dans le versant nord du Haut Atlas : l'oued N'Fis, l'oued Baja Jdid, l'oued Issil, l'oued al Hjer (constitué de la confluence des oueds Ghmat, Zat et Imenzat). Au Nord, l'oued Tensift où confluent ces oueds, assure le drainage de la nappe vers la mer. La nappe s'écoule donc 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 transmissibles hydrauliquement ( $T = 6 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ ). (ONEM, 2007).



Figure 7: Présentation du réseau hydrographique de la nappe du Haouz (ABHT)

### I-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 20m entre 1986 et 2002, localisée dans les zones où le pompage est excessif pour les zones agricoles et les puits d'alimentation en eau potable.

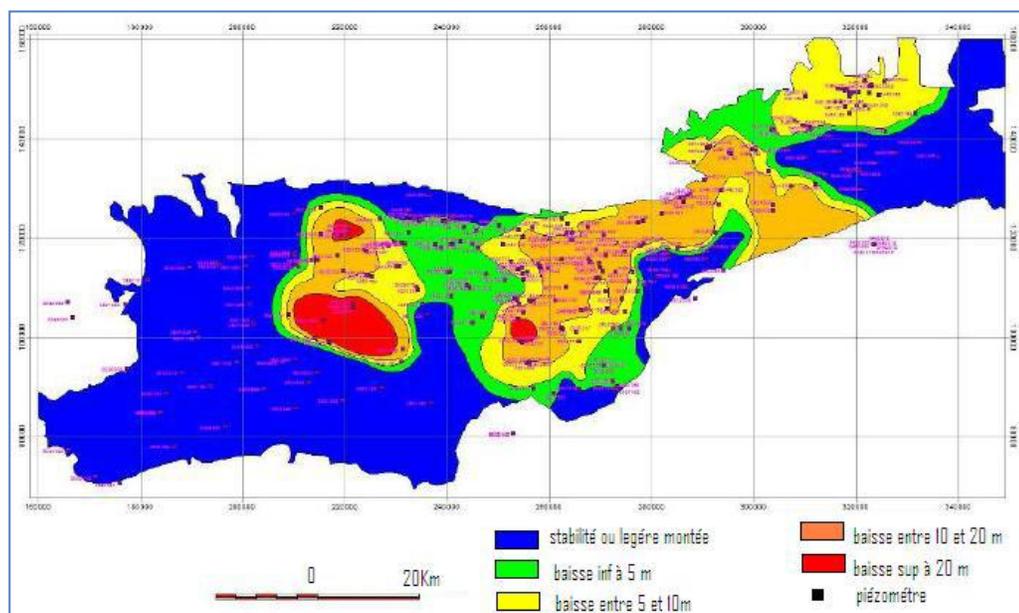


Figure 8: Tensift- Evolution de la profondeur de la nappe entre 1986 et 2002 (Limam, 2002)

## I-5 Réseau hydrographique

Marrakech est parcourue par un réseau hydrographique organisé autour de l'oued Tensift. C'est un oued au cours orienté Est-Ouest 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 m<sup>3</sup> par an (d'après les études et bilans élaborées 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 Hjer. Le débit global apporté au Tensift par ces oueds est estimé à environ 20 m<sup>3</sup>/s.

Le réseau hydrographique comprend les cours d'eau suivants :

- L'oued Tensift au Nord.
- l'oued Taroumit qui limite Annakhil à l'Est et se jette dans l'oued Tensift au Nord.
- L'oued Issil qui alimente l'oued Tensift au Nord.
- La châaba Ali Bali qui traverse Ménara Guéliz pour se jeter au Nord dans l'oued Tensift

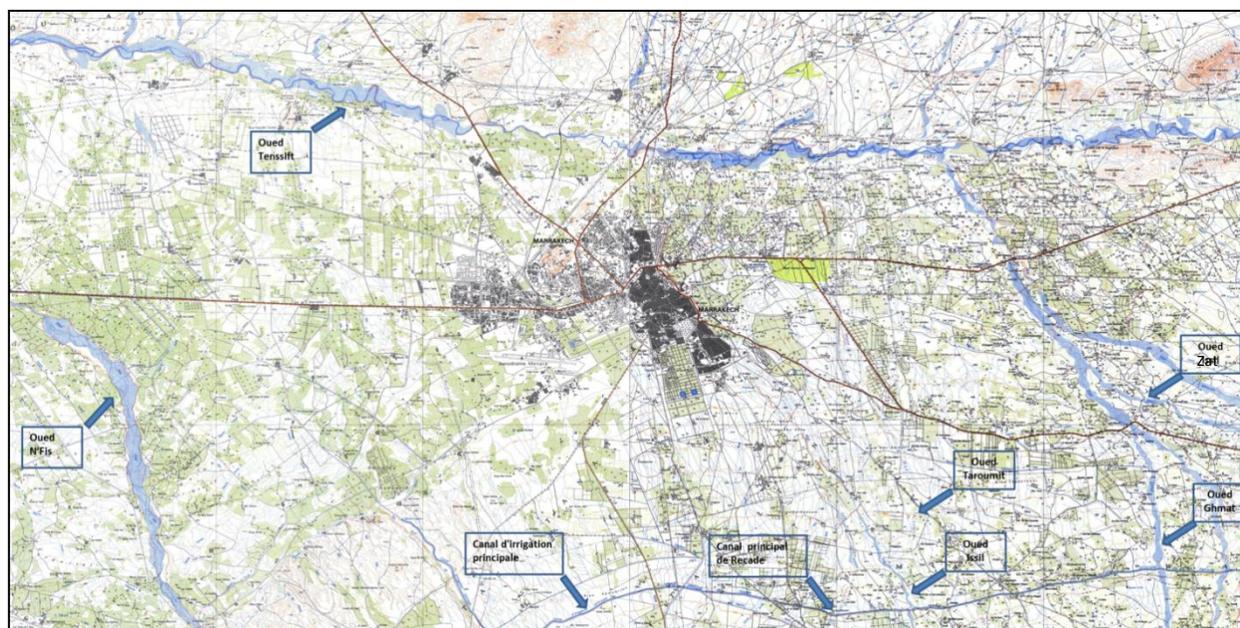


Figure 9 : Réseau hydrographique de l'agglomération de Marrakech.

## I-6- Climat

Le bassin de Tensift est caractérisé par un climat semi-aride, des précipitations faibles caractérisées par une grande variabilité spatio-temporelle. **La pluviométrie** moyenne annuelle est de l'ordre de 250 mm à Marrakech (et peut atteindre 800 mm sur les sommets de l'Atlas). L'examen de la répartition moyenne des pluies mensuelles montre également l'existence de deux saisons nettement différenciées :

- d'Octobre à Avril, une saison humide où interviennent la quasi-totalité des épisodes pluvieux, soit près de 80 à 93 % de la pluviométrie annuelle ;
- de Mai à Septembre, une saison sèche avec seulement 7 à 17 % de la pluviométrie annuelle.

**Les températures** moyennes mensuelles varient entre 17°C et 20°C. Les mois les plus chauds sont généralement Juillet et Août (25°C à 29°C sur l'Atlas et la plaine du Haouz et 19°C à 24°C dans les zones côtières). Le mois le plus froid est Janvier (12°C sur l'Atlas et la plaine du Haouz et 13°C dans les zones côtières).

**L'évaporation** moyenne annuelle varie de 1 800 mm sur le versant atlasique à 2 600 mm dans la plaine du Haouz. Elle est minimale pendant le mois de Janvier alors que la maximale intervient pendant les mois d'été. Près de 50% de l'évaporation totale est enregistrée durant les quatre mois de Juin à Septembre.

A Marrakech : Les températures sont caractérisées par un important écart thermique entre le jour et la nuit, En été les après-midi sont torrides avec des températures avoisinant souvent les 40 °C à l'ombre alors qu'en hiver les nuits sont souvent froides. Comme pour la température, les précipitations annuelles sont très variables et irrégulières d'une année à l'autre, La moyenne est de l'ordre de 280 mm.

## I-7 Occupation du 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 10 : 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 les 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, 2010)

## II- Ressources en eaux mobilisées dans la région de Marrakech

Au niveau de la ville de Marrakech, la mobilisation des ressources en eau a commencé dès les années 80, dans ce temps les travaux du canal de Rocade ont été lancés et achevés en 1985. La construction du barrage de Sidi Driss a été achevée en 1984. Avec l'achèvement de la construction du barrage Moulay Hassan 1<sup>er</sup> en 1987, le système du canal de Rocade a été complété. Le développement des secteurs d'irrigation a continué en parallèle avec la construction du complexe Hassan 1<sup>er</sup>- Sidi Driss.

Le barrage de Lalla Takerkoust occupe une position très importante dans l'alimentation en eau potable à Marrakech, et aussi pour l'usage agricole au centre de la plaine du Haouz. Ce barrage a été construit en 1935, et surélevé en 1980 pour augmenter la capacité de stockage de son réservoir, afin de répondre à l'augmentation de la demande en eau pour l'agriculture ainsi que pour l'eau potable et l'énergie (JICA, MATEE, ABHT, 2007).

### II -1 Ressources en eaux d'irrigation au niveau de la région de Marrakech

Le secteur de l'agriculture prend sa part des ressources en eau de la région de Marrakech-Tensift-Al Haouz. La superficie agricole utile (SAU) estimée s'étend sur 473.000 ha. La superficie irriguée représente 57,7% (273.000ha) de la SAU, parmi lesquels 144.600ha de la Grand Hydraulique (GH) aménagée et encadrée par l'ORMVAH, et 128.400ha de la superficie irriguée en Petite et Moyenne Hydraulique (PMH).

La zone d'étude se caractérise par une dominance des arboricultures avec un pourcentage de 69%, les céréalicultures présentent 15%, les fourrages 13%, et enfin les maraichages constituent seulement 3% (Fig. 9). (ORMVAH, 2010)

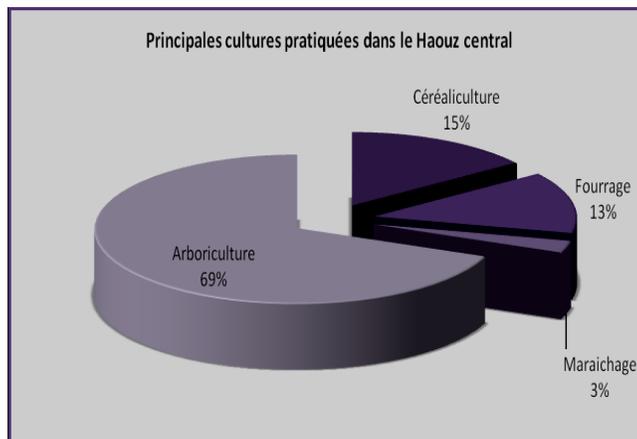


Figure 11 : Les principales cultures pratiquées dans le Haouz Central (ORMVAH, 2010)

### **II-1-1 Les eaux superficielles**

Les eaux superficielles constituent une part importante du totale des eaux destinées à l'irrigation au niveau du Haouz central, elles sont issues de 2 origines :

- les eaux mobilisées du sous bassin d'Oum Rbia par le biais du canal de Rocade, qui est dévié par la suite en deux principaux canaux d'irrigation souterraine. Ces derniers sont également déviés dans des canaux plus petits et ainsi de suite. Ce réseau complexe du système d'irrigation fini dans des points de prise d'eau au niveau des parcelles via des bornes.

- la mobilisation de l'eau libérée du barrage Lala Takerkoust, suit le même système de transfert (ORMVAH, 2010).

Le tableau suivant représente les différentes données relatives aux eaux superficielles destinées à l'irrigation :

<b>Périmètre</b>	<b>superficie (ha)</b>	<b>Dotation annuelle Mm3</b>	<b>Origine</b>	<b>Dotation m3/an/ha</b>
<b>Haouz central</b>	48.600	338	- Barrage Hassan 1er sidi Driss :256 Mm <sup>3</sup> - Barrage Lalla Takerkoust : 82 Mm <sup>3</sup>	6000 à 8000

Tableau1 : Eaux superficielles au niveau du Haouz centrale (ORMVAH, 2010).

### **II-1-2 Les eaux souterraines**

Les eaux souterraines drainées ou captées par des puits et forages au niveau de la nappe du Haouz, sont usées dans le domaine agricole pour alimenter le Haouz central avec une dotation annuelle de 205 M m<sup>3</sup> (ORMVAH, 2010).

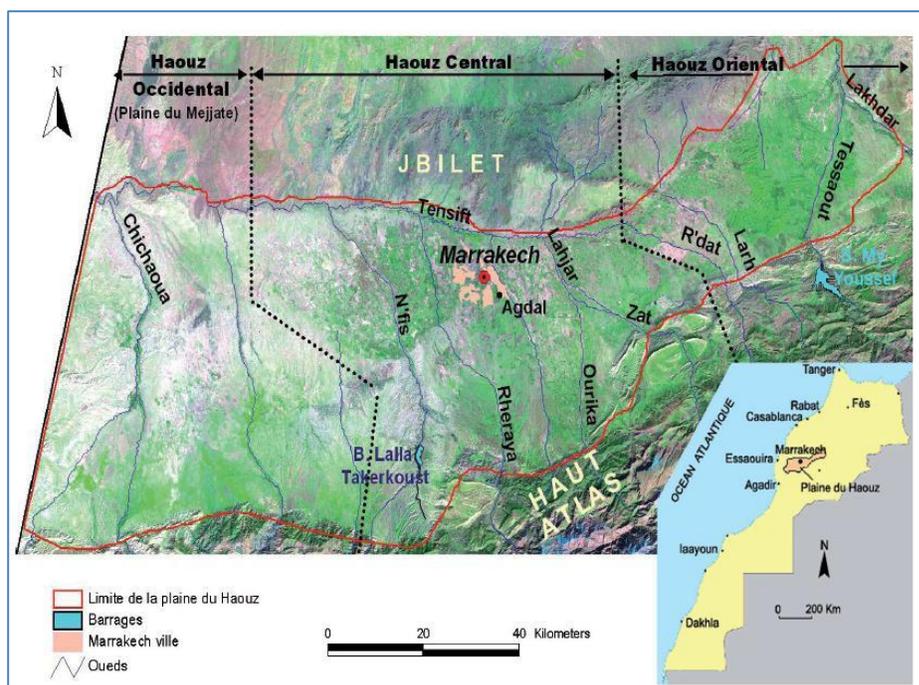


Figure 12 : Situation géographique du Haouz Central (Landsat, TM 2007).

## II-2 Ressources en eau potable de la région de Marrakech

L'alimentation en eau potable de la ville de Marrakech est assurée par l'ONEP, en tant que producteur exclusif, et par la RADEEMA, en tant qu'organisme distributeur.

Les ressources en eau potable sont constituées d'eaux superficielles et de ressources souterraines, représentant respectivement 97% et 3% du volume mobilisé pour l'AEP de Marrakech.

### II-2-1 AEP à partir des eaux superficielles

- Elles sont mobilisées à partir du barrage Sidi Driss lui-même alimenté par le barrage Hassan 1<sup>er</sup>.
- Les eaux de surfaces véhiculées par le canal de rocade ayant une longueur de 118 km et une capacité de transit maximal de 12m<sup>3</sup>/s, qui transport l'eau pour l'irrigation du périmètre agricole et l'approvisionnement en eau brute de la station de traitement de l'ONEP.
- La prise d'eau brute de la station de traitement est située dans la partie aval du canal, au kilomètre 112, et à une distance de 1,7 km de la station de traitement de l'ONEP.

### **II-2-2 AEP à partir des eaux souterraines**

Ces eaux proviennent de 15 captages dispersés géographiquement de l'Est à l'Ouest de Marrakech, sur un rayon maximal de 35 km avec un volume d'achat 671 120 m<sup>3</sup> en 2010. Il s'agit de:

- Puits Agdal (8), Puits Ourika (3), Puits Ménara (2), Puits Iziki (1).
- Khettara Agdal et drain Bouzoughar.

Les eaux provenant des puits Ménara et Iziki sont véhiculées par le canal de rocade tandis que celles extraites à partir des puits Agdal et Ourika alimentent directement le réservoir d'Ourika.

Le débit total équipé s'élève à 1170 l/s, alors que le débit exploitable atteint à peine 300 l/s. En effet, la capacité des ressources souterraines a connu une chute importante au fil des années.

### **II-2-3 AEP à partir des ressources de secours**

Les eaux de l'oued N'Fis sont mobilisées à partir du barrage Lalla Takarkoust.

La prise d'eau pour l'alimentation de la station de traitement est réalisée sur le bassin du puits de chute situé à la sortie de la Galerie de transfert des eaux du barrage précité vers les périmètres irrigués de Marrakech.

Elle est utilisée en cas de problème au niveau du canal de rocade (canal en chômage, baisse du niveau d'eau dans le canal ou pollution accidentelle, fortes charges en suspension).

- La carte suivante montre l'emplacement des barrages utilisés pour l'alimentation en eau potable :

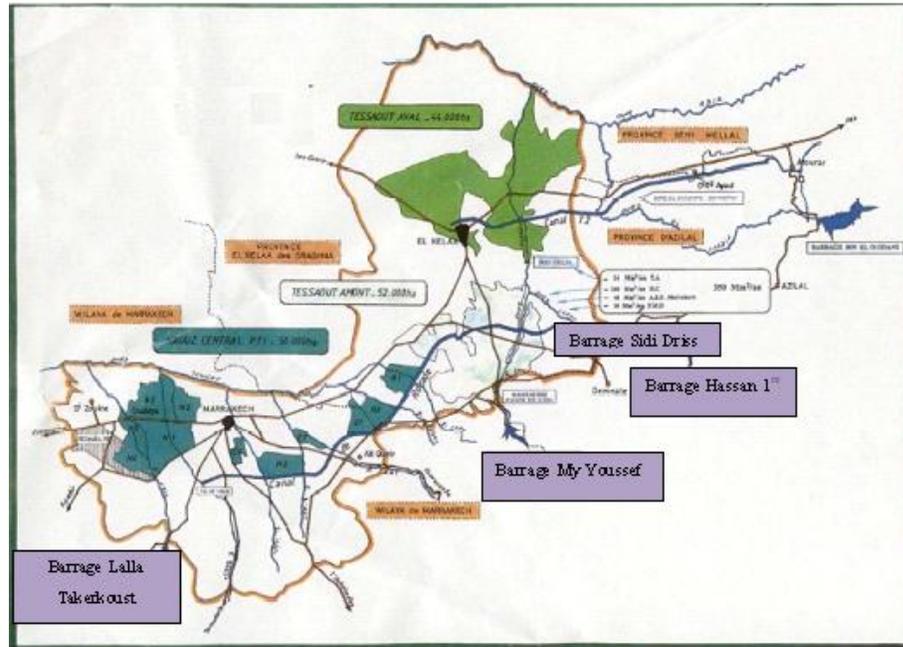


Figure 13: localisation des barrages destinés à l'AEP.de Marrakech

- L'approvisionnement de la ville en eau potable est résumé sur le schéma ci dessous :



Figure 14 : AEP de la ville de Marrakech.

### II-3 La dotation annuelle des deux principaux usagers des eaux mobilisées à Marrakech

L'agriculture est aujourd'hui le secteur d'activité qui consomme le plus d'eau, avec une dotation annuelle de 543Mm<sup>3</sup> soit 92 % des ressources en eau de la région, contre 47 107 660m<sup>3</sup> équivalente à 8 % pour les besoins domestiques de la population de Marrakech.

	<b>Eaux destinées à l'irrigation dans la région de Marrakech.</b>	<b>Eaux destinées à l'AEP dans la ville de Marrakech.</b>
<b>Dotation annuelle m<sup>3</sup></b>	543 000 000	47 107 660

Tableau 2 : La dotation annuelle des principaux usagers des eaux mobilisées. (ORMVAH, RADEEMA, 2010)

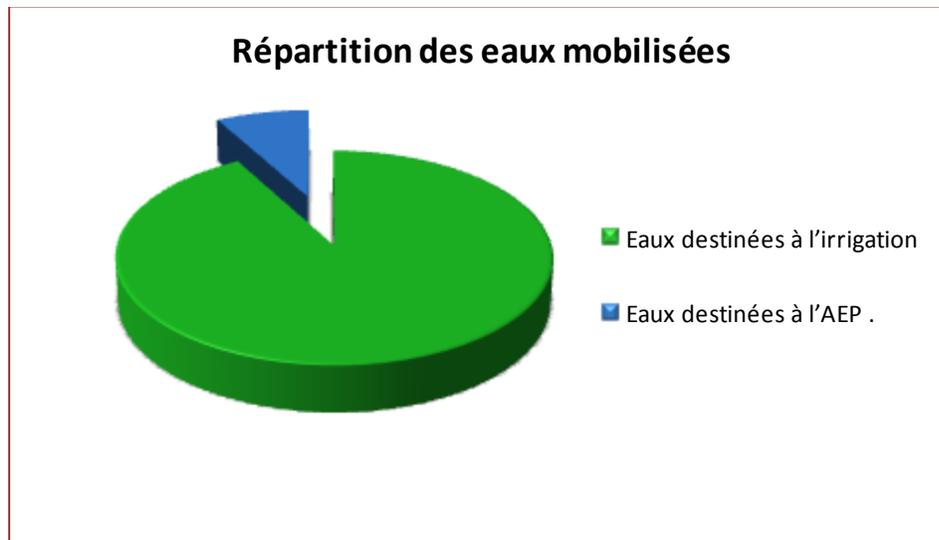


Figure 15 : Répartition des eaux mobilisées selon des principaux usagers.

### II-4 Réseau de Distribution d'eau potable de la ville de Marrakech :

Un réseau de distribution d'eau est un réseau sous réglementation provinciale mis en place pour distribuer l'eau aux utilisateurs à partir d'un réservoir, deux types sont à distinguer :

	Réseau ramifié	Réseau maillé
avantages	-Plus simple et plus économique.	-Il y a plusieurs trajets possibles entre le réservoir et le point d'alimentation. -la sécurité d'approvisionnement est beaucoup plus grande puisque les consommateurs aval peuvent être alimentés.
inconvénients	-Il y a un seul trajet possible entre le réservoir et le point d'alimentation. -privation d'eau de tous les consommateurs en cas d'incident.	-plus couteux, plus complexe.

Tableau 3 : Avantages et inconvénients des différents types de conception de réseau de distribution d'eau.

Le type de réseau le plus adopté au niveau du milieu urbain est de type maillé vu les avantages qu'il présente par rapport aux autres types de réseau

La RADEEMA distribue l'eau, à Marrakech, par le biais d'un réseau maillé (Figure 13).

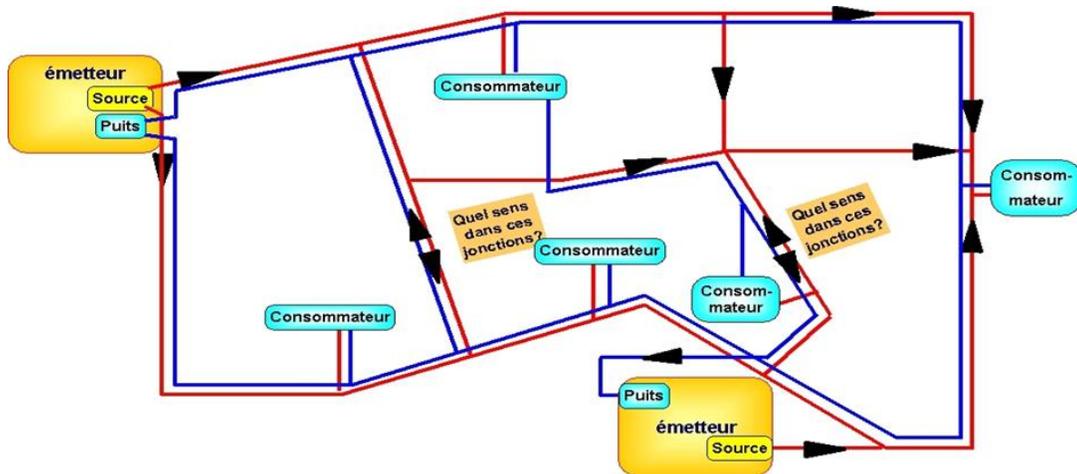


Figure 16 : schéma d'un réseau maillé.

Il existe 2 types de système de distribution d'eau potable :

- La distribution gravitaire, quand la cote de réservoir est supérieure au point d'alimentation.



Photo 1 : château d'eau

- La distribution par refoulement ou par pompage, lorsque la cote de réservoir est inférieure à celle de point d'alimentation.



Photo 2 : Réservoir

Au niveau de Marrakech, il existe seulement une alimentation gravitaire en raison de la topographie de la ville. Elle est alimentée de deux façons:

- Alimentation à partir des forages, du drain et de la Khattara arrivent dans une chambre des vannes principale.
- Alimentation à partir de la station de traitement ONEP arrivent dans un regard de comptage.

#### II-4.1- Réservoirs de stockage existants

Il existe deux réservoirs de stockage:

##### ❖ **Réservoir 50 000 m<sup>3</sup> de Sidi Moussa**

Le réservoir 50000 m<sup>3</sup>, situé dans le complexe hydraulique Sidi Moussa, sur la route d'Ourika, alimente l'étage haut service de Marrakech.

La parcelle, sur laquelle est construit le réservoir, comprend actuellement trois cuves semi-enterrées indépendantes en béton armé, deux de capacité 12 500 m<sup>3</sup> et un de capacité 25000 m<sup>3</sup>.

- **Réservoir 55 000 m<sup>3</sup> de la route d'Ourika**

Le réservoir 55 000 m<sup>3</sup> est situé sur la route d'Ourika, dans la future zone touristique de Marrakech. La cuve de ce réservoir est constituée de sept cellules indépendantes.

A partir de ce réservoir prennent départ les deux conduites principales de distribution de l'étage bas service, Le comptage des débits transités par les deux conduites de distribution se fait à l'extérieur du site du réservoir, à l'entrée de l'étage bas service.

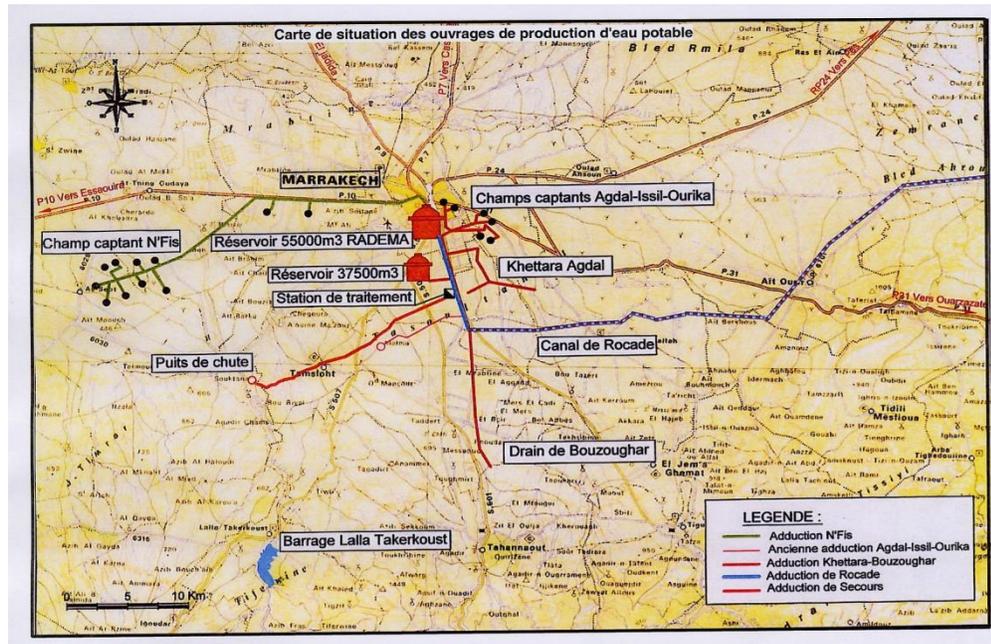


Figure 17 : La situation des ouvrages de production d'eau potable (RADEEMA, 2006)

## II-4-2 Stations de surpression

- Station de surpression Sidi Moussa

Elle est installée dans la chambre de vannes de ce même réservoir. Elle aspire l'eau, à partir de la conduite principale, pour alimenter directement quelques abonnés situés à la même altitude que le réservoir.

- Station de surpression Sidi Youssef Ben Ali

Elle servait, avant la réalisation du réservoir Sidi Moussa, à alimenter le quartier Sidi Youssef Ben Ali à partir du réseau. L'eau, prélevée dans le réseau en amont, était accumulée dans une bache puis refoulée directement dans le réseau aval, qui présentait un manque de pression.

Actuellement, l'ouvrage et les équipements sont en arrêt. La Régie veut évaluer les travaux de réhabilitation nécessaires au cas où il serait envisagé d'utiliser ces installations comme alimentation de secours.

### II-4-3 Fonctionnement du Réseau

Le réseau de distribution de la RADEEMA a réalisé en 2010 un linéaire de 2167 km de conduites de différentes natures : BP, AC, FG, FD, PVC, PE, de diamètres variant de 60 à 1200 mm.

Le réseau est subdivisé en deux étages de pression : *l'étage haut service* et *l'étage bas service* :

✓ L'étage haut service est alimenté à partir du réservoir Sidi Moussa 50 000 m<sup>3</sup> (côte radier 549 m NGM). Il est décomposé en quatre secteurs: Medina sud, Medina nord, SYBA, M'Hamid et zone touristique Agdal.

✓ L'étage bas service est alimenté à partir du réservoir L'Ourika 55 000 m<sup>3</sup> (côte radier 490 m NGM). Il est décomposé en quatre secteurs: Un grand secteur bas service (comprenant les secteurs interconnectés de Massira, Gueliz, Daoudiate, et Route de Fès) et les secteurs de Route Targa, Zone industrielle et Route de Casablanca.

### II-4-4 Caractéristiques physiques du réseau de distribution

Les caractéristiques du réseau par nature de conduites en 2010 sont comme suit :

Nature	PE	PVC	BP	AC	FD	FG	Total
<b>Linéaire du réseau en km</b>	197,7	1104,9	45,8	766,3	15,9	36,4	2167
<b>Pourcentage %</b>	9	51	2	35	1	2	100

Tableau 4 : caractéristiques physiques du réseau de distribution de l'EP dans la ville de Marrakech (RADEEMA, 2010).

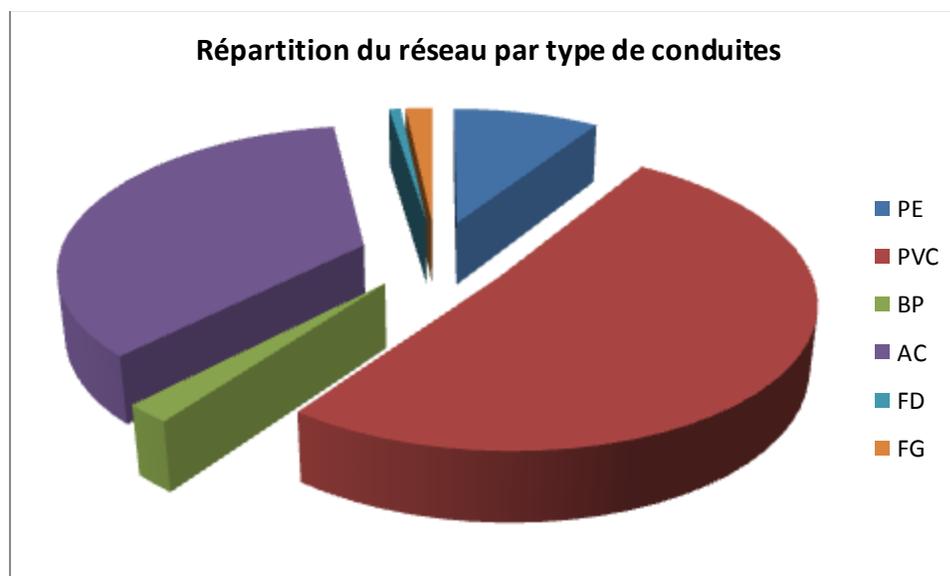


Figure 18 : Répartition du réseau d'AEP de Marrakech par type de conduites (RADEEMA, 2010)

Le réseau est constitué de conduites en six matériaux : Le PE, le PVC, PB, l'AC, la FT et la FG. L'AC et le PVC représentent 86 % du réseau. La FG fait l'objet uniquement de dépose au cours des opérations de renouvellement. Le diagnostic du réseau effectué durant l'étude du schéma directeur a défini que seulement 10 % du réseau a un âge supérieur à 30 ans, ce qui signifie que le réseau est relativement jeune (RADEEMA, 2010).

#### II-4-5 Caractéristiques techniques du réseau d'AEP

La gestion du réseau d'eau potable de la ville de Marrakech est assurée par deux niveaux de pression :

- Selon le plan hydraulique, la zone de *pression élevée* (haute service – réservoir sidi moussa) concernant les quartiers :

- Médina sud alimenté par le réservoir Sidi Moussa à travers le feeder DN 500 Route d'Asni et piloté par un stabilisateur aval de pression DN 500, réglé à la pression de consigne de 2,8bars. Cet étage couvre toute la partie Sud de la commune Marrakech.

- Un étage Sidi Youssef Ben Ali, M'hamid, Hivernage, alimenté par le réservoir Sidi Moussa à travers le feeder DN 600 route d'Ourika et piloté par un stabilisateur aval de pression DN 500, réglé à la pression de consigne de 4,3 bars. Cet étage couvre tout l'arrondissement de Sidi Youssef Ben Ali, le secteur M'Hamid, le quartier Sidi Amara.

- **L'étage bas service** alimenté par le réservoir route Ourika et concerne les quartiers :

➤ Etage bas service alimenté par le réservoir route Ourika à travers les feeders DN 1200 et DN 600 Avenue de France et les ceintures Est Ouest DN 800 et DN 600.

	Réservoir	Volume de réservoirs m <sup>3</sup>	Stabilisateur de régulation	Quartiers alimentés	Diamètres des conduites
<b>Etage haute service</b>	Sidi Moussa	50 000	-Route Ourika DN500 - Médina Nord DN500 - Médina Sud DN 500	M'hamid Sidi Youssef Ben Ali Médina Nord Médina Sud	De 60 à 1200
<b>Etage bas service</b>	Route Ourika	55 000	Route de safi Route de Casa Route de Targa	Massira Gueliz Daoudiate	De 60 à 1200

Tableau 5 : Caractéristiques technique du réseau de distribution d'EP de la ville de Marrakech (RADEMA, 2010).

Le schéma synoptique de fonctionnement du réseau d'Eau Potable est défini comme suit :

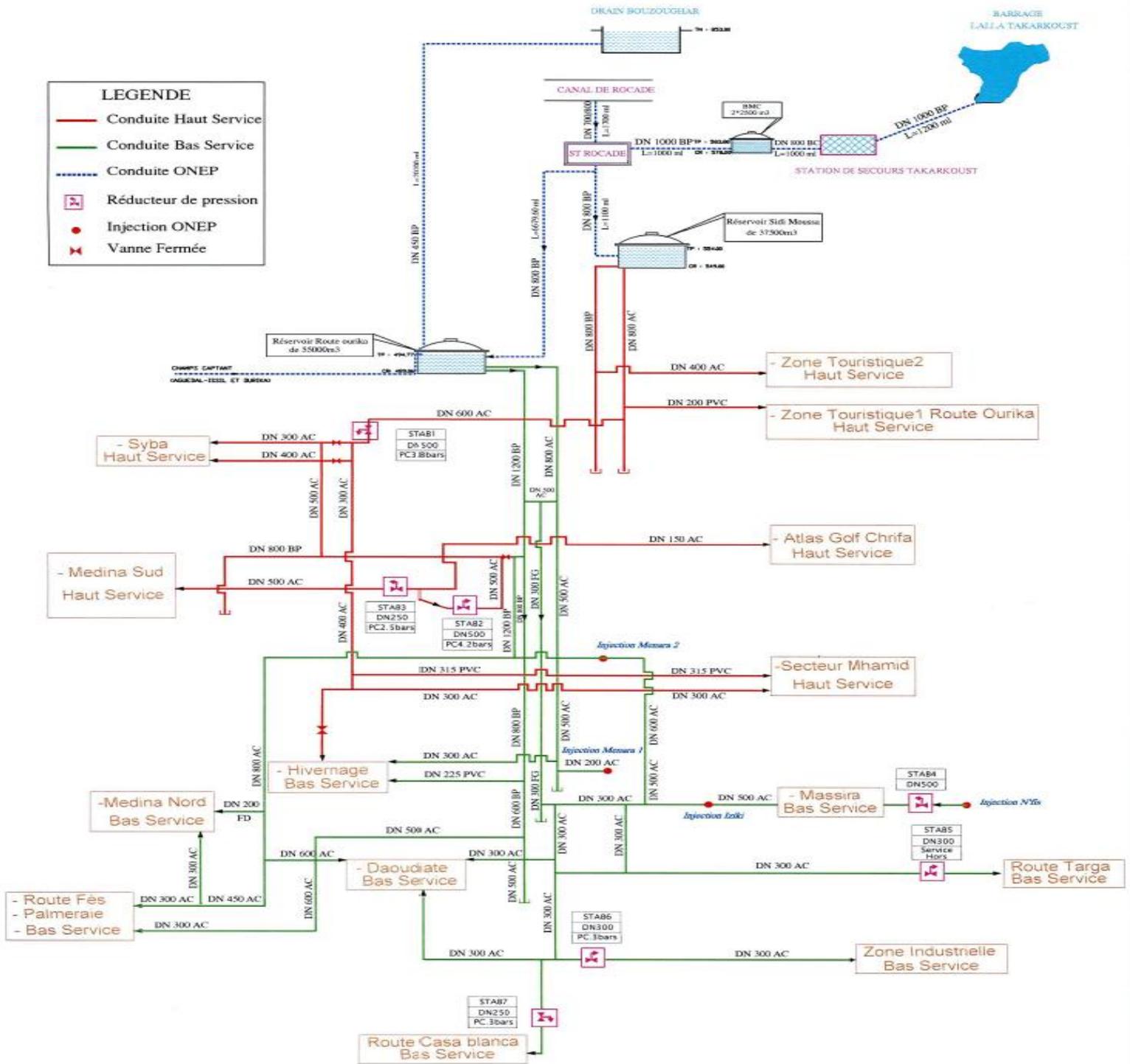


Figure 19 : schéma synoptique de fonctionnement du réseau d'Eau Potable

## II-5 Les différents usagers de l'eau potable à Marrakech

### II-5-1 Le tourisme

La ville de Marrakech, par sa situation géographique, son climat, ses sites et monuments historiques, sa médina (qui a été inscrite comme patrimoine mondial par l'UNESCO en 1985 ) et sa capacité à offrir des produits variés (découvertes culturelles, aventures, loisirs, nature et circuits, golf, congrès, divertissement et loisirs, bien être...) et à l'infrastructure touristique et hôtelière (hôtels de luxe, produit hôtelier pour familles, maisons d'hôtes, résidences touristiques...) Marrakech est désormais le 1er pôle touristique du Royaume.

La moitié de la population active de Marrakech vit directement ou indirectement de cette activité. Les effets induits par le tourisme en termes d'emplois sont importants: développement des emplois dans le domaine de la restauration, des locations de voiture, des agences de voyage et de l'artisanat.

Au cours de l'année 2010, Le nombre estimé de nuitées réalisées dans les établissements d'hébergements touristiques classés s'élève à 6.357.891 nuitées. Le nombre d'arrivées enregistré a atteint 1.781.240 touristes alors que Le taux d'occupation des chambres dans les établissements d'hébergement classés à Marrakech s'est situé autour à 50%. (HCA, 2010).

- **Infrastructures touristiques** : Avec une capacité d'accueil globale de 15.000 lits, les hôtels totalisent une emprise au sol de 230 ha; ils sont situés principalement :

- avenue Mohammed V et aux abords immédiats de Guéliz: ce sont des hôtels de catégorie moyenne et de capacité d'hébergement inférieure à 100 lits.

- dans la médina intra-muros: hôtels de catégorie moyenne autour de la place Jemâa El Fna.

- dans le quartier de l'Hivernage (au sud de Guéliz) et Koutoubia: les hôtels de luxe s'insèrent dans la zone pavillonnaire de grand standing. Les vues sur l'Atlas et la médina en constituent des éléments paysagers de grande qualité esthétique.

- dans la Palmeraie au Nord d'Annakhil (quartier de Semlalia): ces hôtels de luxe se sont développés au milieu de la zone de palmiers dense. Là encore, l'environnement naturel et paysager des palmiers est un argument de vente pour les hôteliers. Ces hôtels équipés de piscine, golf et d'autres services sont de très forts consommateurs d'espace. D'autre part, la Palmeraie est le lieu de vente d'appartements de loisirs destinés à une clientèle tant locale qu'internationale.

## **II-5-2 Les industries**

Les emplois dans l'industrie constituent 2,8% de l'emploi industriel à l'échelle nationale 28,5% de cette production est destinée à l'exportation de sorte que les exportations industrielles originaires de Marrakech représentent 2,9 % de l'ensemble des exportations industrielles réalisées au niveau national.

Le nombre d'unités industrielles implantées dans Marrakech (où se situent 90% des industries de la Wilaya) s'élève à 47 établissements dont 40 % dans l'industrie agroalimentaire (conserverie, minoterie, huilerie, abattoir municipal, laiterie, embouteillage de boissons), 31% dans l'industrie du textile et du cuir (tanneries) et 25 % dans l'industrie parachimique (transformation de plastiques, imprimerie, laboratoire photographique). 60 % des actifs du secteur secondaire travaillent dans l'industrie agro-alimentaire. Ce secteur comprend les conserveries d'olive et d'abricots, avec une main-d'oeuvre saisonnière détenue surtout par des femmes. Les autres secteurs d'importance sont le textile : fabrication de tapis (14 % des emplois) et l'industrie chimique (12 %) qui consiste en la transformation de matières plastiques pour la fabrication des chaussures. Le reste des activités concerne la confection, l'ameublement, l'industrie mécanique et électrique et l'industrie de matériaux de construction. Les secteurs industriels existant à Marrakech sont : Azli, Sidi Ghanem, Al Mssar, Harbil, Sidi Ghanem III.

## **II-5-3 Les administrations**

Ce sont le Palais Royal, les quartiers militaires, les hôpitaux, les établissements d'enseignement, les établissements de la municipalité et les établissements ministériels.

## **II-5-4 Les préférentiels**

Ils sont représentés par les bains-maures et les bornes-fontaines.

## **II-6 Etudes statistique des usagers d'eau**

En 2010, la RADEEMA desservait 214 030 abonnés classés en six catégories: les particuliers, les administrations, les industriels, les préférentiels, Hôtels GC et Locaux RADEEMA.

Le tableau ci-dessous donne la répartition des différents abonnés et des consommations.

Catégorie tarifaire	Nombre abonnés	Pourcentage total abonnés	Volume consommé (m <sup>3</sup> )	Pourcentage du volume consommé
<b>Abonnés particuliers (y compris le personnel)</b>	211 766	98,9	31 065 501	65,95
<b>Abonnés Administratifs</b>	1 890	0,9	5 391 455	11,44
<b>Industriels</b>	47	0,03	1 512 865	3,21
<b>Préférentiels</b>	214	0,1	4 305 582	9,14
<b>Touristique</b>	84	0,05	4 832 257	10,26
<b>TOTAL</b>	<b>214 030</b>	<b>100</b>	<b>47 107 660</b>	<b>100</b>

Tableau 7 : Répartition des différents abonnés et des consommations de la ville de Marrakech (RADEEMA 2010).

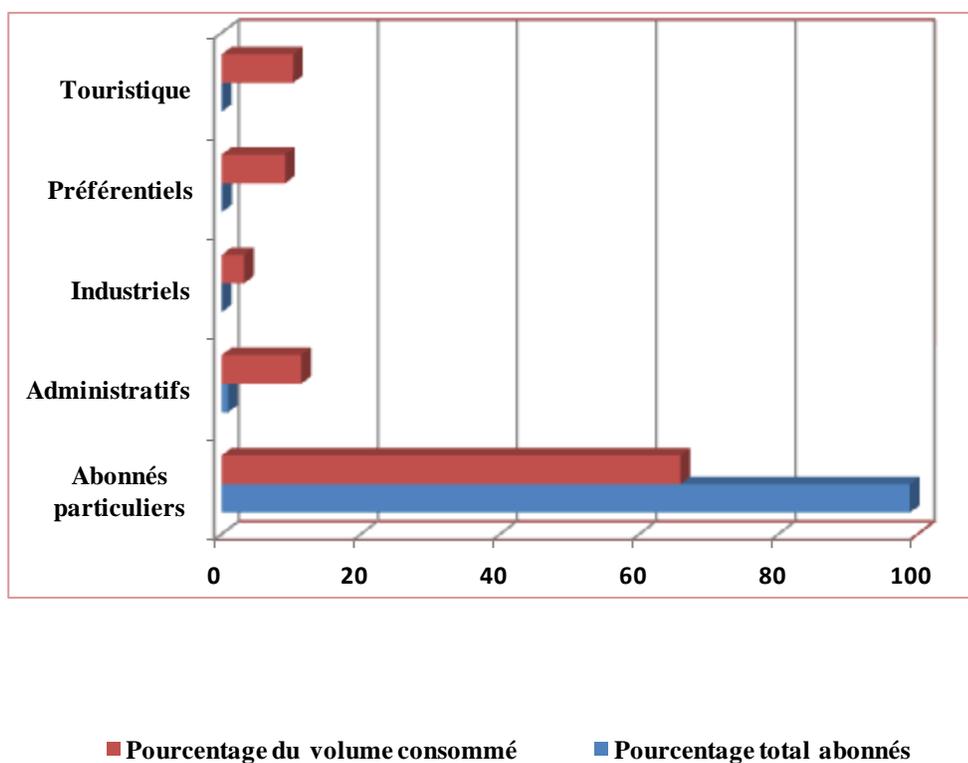


Figure 20 : La répartition des différents abonnés et leurs consommations en pourcentage dans ville de Marrakech (RADEEMA 2010).

La relation entre les différents abonnés et leurs consommations montre une hétérogénéité :

- **Les particuliers (65,95 du volume facturé)**

Ils représentent 98,9% du nombre totale des abonnés et la plus faible consommation annuelle par abonné de toutes les catégories : 146,7m<sup>3</sup>par abonné par an .

- **Les administrations (11,44% du volume facturé)**

Elles représentent 0,9% du nombre totale des abonnés, cette catégorie est responsable d'une consommation importante d'eau 2 852,62 m<sup>3</sup> par abonné par an.

- **Les préférentiels (9,14 % du volume facturé)**

Ils représentent proportionnellement un faible volume facturé et un faible nombre d'abonnés (0,1%), ce pendant leur consommation par abonné est forte : 20 119,54 m<sup>3</sup> par abonné par an.

- **Le tourisme (10,26% du volume facturé)**

Ils représentent 0,05% du nombre totale des abonnés, ce pourcentage est évidemment faible par rapport au volume desservi impliquant une consommation de 57 526,87 m<sup>3</sup> par abonné par an, la plus forte des plus abonnés.

- **Les industries (3,21 du volume facturé)**

Elles représentent le plus faible pourcentage des abonnés (0,03 %) et une consommation aussi forte atteignant 32 188,62 m<sup>3</sup> par abonné par an.

### **III- Amélioration du rendement du réseau de distribution d'eau potable de Marrakech**

#### **III.1- La notion du rendement**

Le rendement de réseau est un indicateur simple et très utilisé qui permet d'apprécier la qualité d'un réseau. Il représente le rapport entre la quantité d'eau utilisée par les abonnés et la quantité d'eau introduite dans le réseau.

$$\text{Rendement primaire de réseau} = \frac{\text{Volume consommé par les abonnés (en m3)}}{\text{Volume mis en distribution (en m3)}} * 100$$

## III.2- Objectif et principe de l'amélioration

L'amélioration du rendement du réseau de distribution, est une priorité permettant la réduction de la pression sur le milieu naturel (en réduisant les prélèvements) ,la contribution et l'adaptation au changement climatique du secteur de l'eau à Marrakech, notamment La diminution des pollutions engendrées par la dépense d'énergie nécessaire au prélèvement, au transport et à la distribution de l'eau, ainsi que l'utilisation de produits de traitement, et enfin l'atténuation des coûts de production.

L'amélioration du rendement consiste essentiellement à la détection et la réduction et des pertes en eau existantes au niveau du réseau de distribution.

## III.3-Les pertes en eau dans un réseau de distribution

Une part non négligeable de l'eau produite est souvent gaspillée :

- lors de son acheminement vers les consommateurs.
- par les consommateurs eux-mêmes.

### III.3.1-Définition et types de pertes en eau

La perte d'eau représente l'inefficacité dans des opérations de la livraison et de mesure de l'eau dans des réseaux de transmission et de distribution. Les pertes d'eau sont calculées comme la différence entre le volume d'eau entrée dans les systèmes et le volume de consommation autorisée.

$$\text{Les pertes d'eau} = \text{Achats (m}^3\text{)} - \text{consommation (m}^3\text{)}.$$

Différents types de pertes sont détectés dans un réseau de distribution d'eau potable se résumant ainsi :

#### **Pertes réelles**

- **Les fuites**

Se manifestent sous des formes variées allant du simple suintement au jaillissement spectaculaire. Il est donc nécessaire de définir une représentation qui permette de classer les fuites afin d'être en mesure de mettre en place les moyens d'actions adéquats pour diminuer leur impact.

Trois grandes familles de fuites peuvent être distinguées, par débit de fuite croissant :

➤ les fuites diffuses : ce sont des fuites qui ne peuvent pas être localisées avec les techniques courantes du fait de leur faible débit .

➤ les fuites détectables non-visibles : ce sont des fuites non-visibles que l'on peut détecter avec les moyens usuels d'investigation .

➤ les fuites visibles : ce sont des fuites dont la présence est visible en surface (écoulement, excavation, etc.)

- **Les volumes de service** : ce sont les eaux utilisées pour nettoyer les installations des distributeurs, pour la protection civile et les services incendie.

- **Cassures provoquées au niveau des conduites.**

**Pertes apparentes :**

- **Pertes sur les comptages** : due principalement au vieillissement ou au calibrage des compteurs, inadéquation ou absence d'un compteur, compteurs non lus, et erreurs de relève.

- **Les fraudes** : consommations non enregistrées.

### III.3.2- Différentes techniques pour détecter les fuites

De nombreuses fuites sont invisibles à la surface et seule une recherche active permet de les localiser. Pour ce faire un panel de techniques variées est utilisé :

- Recherche sur le terrain par corrélation acoustique.

- Sectorisation des réseaux : les réseaux sont découpés en petites unités de 1000 à 1 500 habitants. Un suivi précis et serré des rendements sur ces sous-réseaux permet alors de mieux détecter les fuites.

- Mesures à diverses heures du jour et de la nuit des quantités d'eau introduites.

- Mesure des débits et des pressions.

- Détection des débits anormaux.

### **III.4- Programme urgent d'amélioration du rendement de réseau de distribution**

Dans le but d'améliorer les performances de son service, La RADEEMA a entamé en 2006 un diagnostic de l'état actuel du réseau, qui a permis de mettre en évidence les causes probables du mauvais rendement du réseau, ce diagnostic qui a été finalisé dans le cadre de l'étude du plan directeur, a permis de dégager un vaste programme d'amélioration du rendement de distribution d'eau potable, qui a été appliqué en 2007 dans le but d'atteindre un rendement de 75% en 2010. Ce programme se poursuit à ce jour.

### **III.5- Plan d'actions d'amélioration du rendement de réseau de distribution d'eau potable**

Une fois les fuites localisées, un plan d'action pour réduire les pertes peut être mis en œuvre ;

Année	2007	2008	2009	2010
<b>Actions d'exploitation d'Amélioration du rendement de distribution de l'eau potable.</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Réorganisation des services d'exploitation.</li> <li>- Sectorisation Renforcement des moyens humains et matériels.</li> <li>- Externalisation de la détection et réparation des fuites (réparation de 13 820 fuites)</li> <li>-Diagnostic et modélisation du réseau.</li> <li>- Etalonnage de la totalité des compteurs de gestion en tête du réseau.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Réorganisation du service d'exploitation du réseau par la mise en place des secteurs d'exploitation pour faciliter l'intervention et décentraliser la maintenance (secteurs : Doudiate, M'hamid, Massira, Médina , SYBA)</li> <li>- Externalisation de réparation des fuites, le nombre de fuites réparées est de 22 484 comprenant les fuites apparentes et détectées.</li> <li>- Diagnostic de tout le réseau d'eau potable dans le cadre de l'étude de schéma directeur.</li> <li>- Vérification des compteurs de facturation avec l'ONEP afin de cerner les volumes achetés.</li> <li>- Etalonnage de la totalité des compteurs de gestion (Neuf postes) en tête du réseau par un laboratoire agréé (LPEE).</li> <li>- Installation des piquages DN 40 sur Feeder pour suivre les volumes distribués à l'aide des débitmètres à insertion.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Réorganisation du service d'exploitation du réseau par la mise en place des secteurs d'exploitation pour faciliter l'intervention et décentraliser la maintenance (secteurs : Doudiate-M'hamid- Massira – Médina – Sidi Youssef Ben Ali).</li> <li>- Externalisation de réparation des fuites, le nombre de fuites réparées est de 18 390 comprenant les fuites apparentes et détectées.</li> <li>- Diagnostic de tout le réseau d'eau potable dans le cadre de l'étude de schéma directeur.</li> <li>- Vérification des compteurs de facturation avec l'ONEP afin de cerner les volumes Achetés.</li> <li>- Etalonnage de la totalité des compteurs de gestion (Neuf postes) en tête du réseau par un laboratoire agréé (L.P.E.E).</li> <li>- Installation des piquages DN 40 sur Feeders pour vérifier sur site la fiabilité des compteurs de gestion et leurs performances métrologiques, moyennant des débitmètres électromagnétiques à insertion.</li> <li>- Réalisation de l'étalonnage volumétrique (empotage des réservoirs) pour comparer les volumes livrés par l'ONEP et les hauteurs enregistrés au niveau des enceintes de stockage.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Externalisation de réparation des fuites, le nombre de fuites réparées est de 17 535 comprenant les fuites apparentes et détectées.</li> </ul>

Tableau 8 : Plan d'actions d'amélioration du rendement de réseau de distribution d'eau potable.

## IV- Impact de l'amélioration du rendement sur les ressources en eau

### IV- 1 L'évolution de la demande en eau des différents secteurs

Dans la région de Marrakech, la pression sur les ressources en eau et en particulier sur les ressources en eau souterraines est à la hausse, en raison de plusieurs facteurs :

#### ➤ L'impact démographique

Ce facteur combiné à l'évolution des modes de vie de la population, est en croissance rapide, ce qui implique une augmentation toute aussi rapide des consommations d'eau.

Les données suivantes montrent l'évolution des consommations relatives aux populations au cours des années.

Années	2010	2013	2020	2026
<b>Population</b>	947 736	1 008 000	1 135 000	1 240 000
<b>Consommations</b>	47 107 660	65 495 534	70 558 629	76 521 701

Tableau 9 : Les consommations de population de la ville de Marrakech en fonction du temps

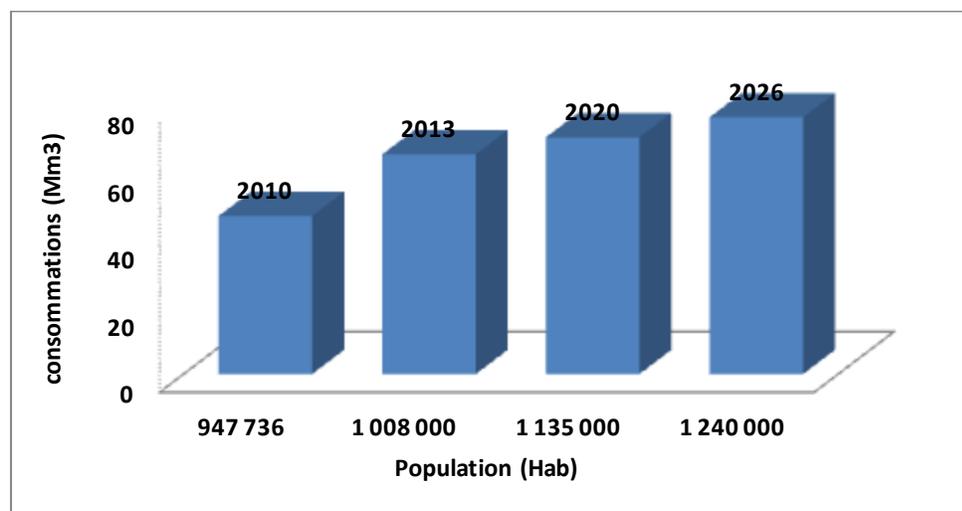


Figure 21 : Evolution des consommations en fonction de la population de la ville de Marrakech au cours du temps.

➤ **Le tourisme**

Le secteur de tourisme à Marrakech selon le tableau ci-dessous consomme une quantité importante d'eau, cette augmentation au cours des années est justifiée généralement par la multiplication des terrains de golf et des parcs aquatiques, ce qui exerce une forte pression sur les ressources en eau.

Années	2010	2013	2020	2026
<b>Consommation m<sup>3</sup></b>	4 832 257,5	7 204 191	9 083 767,5	10 529 427

Tableau 10 : les consommations touristique en eau de la ville de Marrakech au cours du temps.

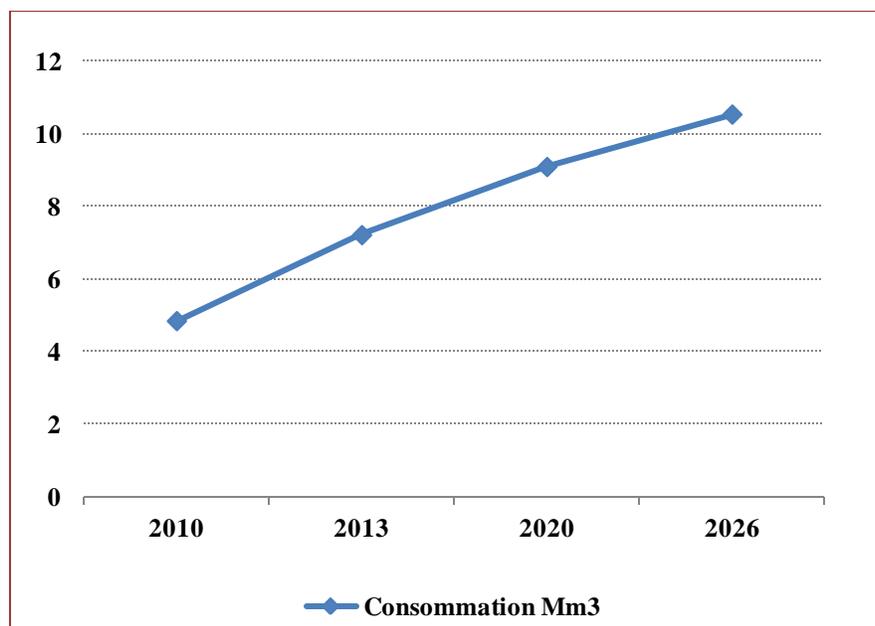


Figure 22 : Evolution des consommations touristique en eau en fonction du temps

➤ **L'industrie :**

D'après le tableau ci-dessous on remarque que la consommation industrielle augmente progressivement au cours du temps.

Années	2010	2013	2020	2026
<b>Consommation m<sup>3</sup></b>	1512865,5	2275142,25	2595466,5	2393118

Tableau 11 : La consommation industriel de la ville de Marrakech au cours du temps.

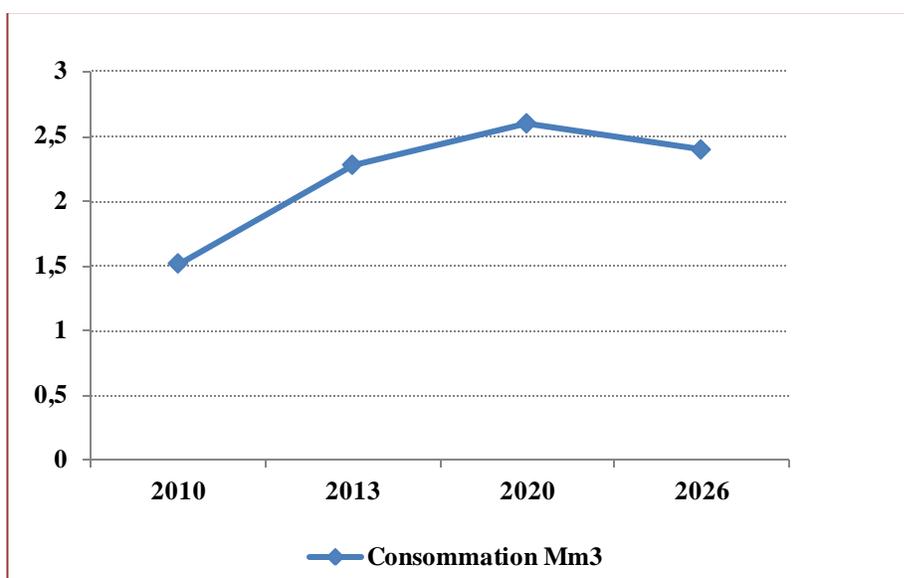


Figure 23 : Evolution des consommations industrielles au cours du temps.

#### IV -2 Impact d'amélioration du rendement sur les ressources en eau

L'amélioration du rendement du réseau de distribution d'eau potable passe par une gestion efficace des pertes.

Le programme urgent effectué en 2007 par la RADEEMA avait comme objectif d'améliorer le rendement du réseau de distribution d'eau potable à Marrakech et il a permis d'acquies les résultats suivants :

Années	Avant l'amélioration		Après l'amélioration			
	2005	2006	2007	2008	2009	2010
<b>Achats (m3)</b>	53 879 120	55 143 240	56 147 290	58 429 060	61 187 130	64 332 646
<b>Consommations (m3)</b>	34 592 065	35 634 632	38 274 244	40 668 730	43 809 519	47 107 660
<b>pertes en eau (m3)</b>	19 287 055	19 508 608	17 873 046	17 760 330	17 377 611	17 224 986
<b>Rendement (%)</b>	<b>64.2</b>	<b>64.6</b>	<b>68.2</b>	<b>69.6</b>	<b>71.6</b>	<b>73.2</b>

Tableau 12 : Evolution des paramètres des eaux destinées à l'AEP de la ville de Marrakech.

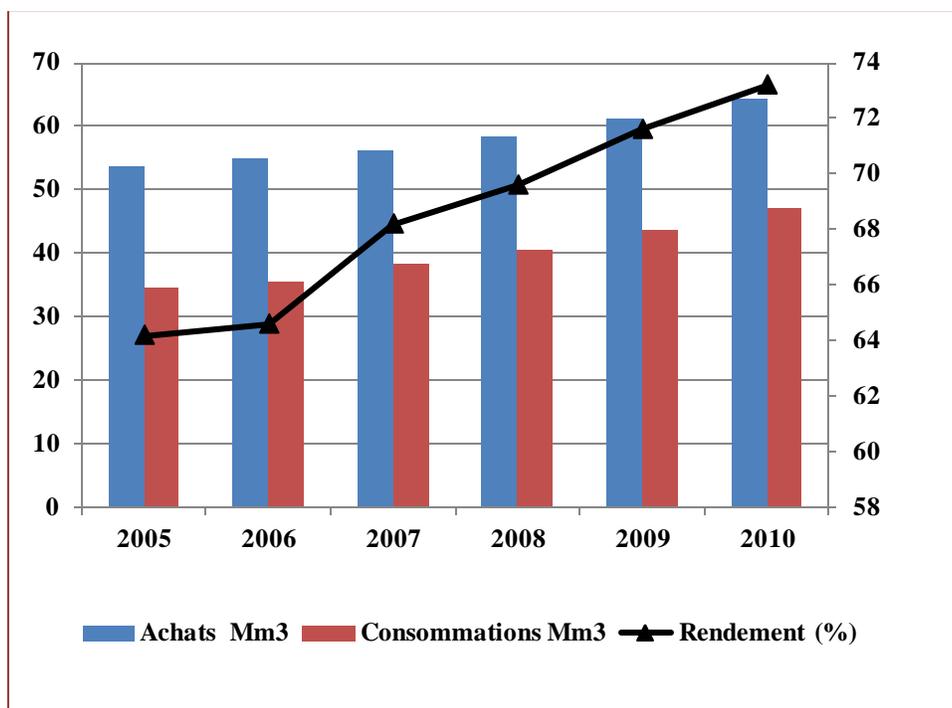


Figure 24 : Evolution du rendement du réseau de distribution d'eau potable de la ville de Marrakech au cours du temps.

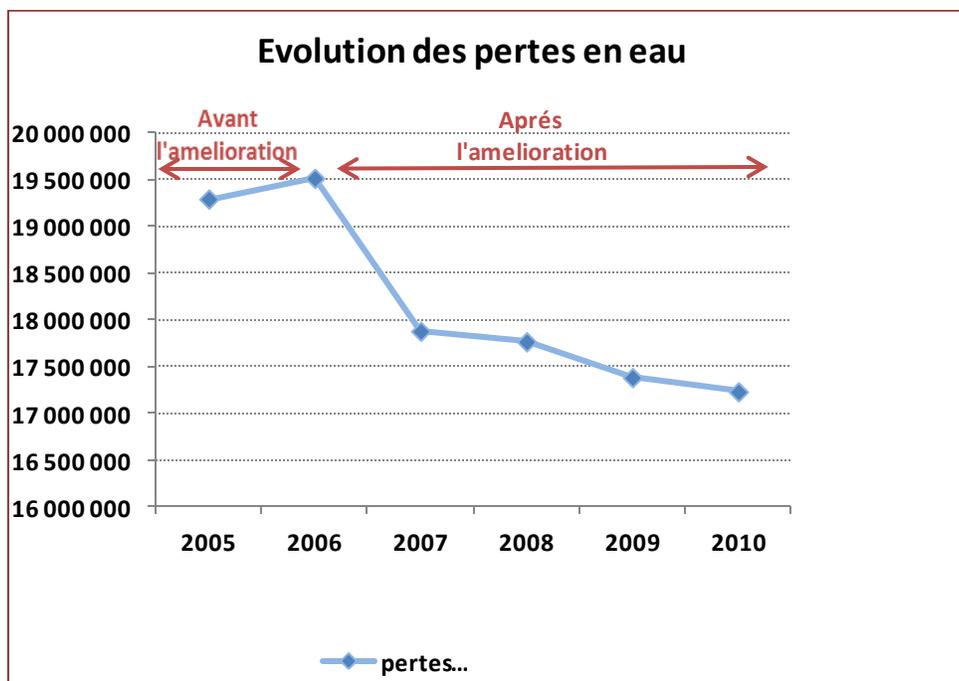


Figure 25 : Evolution des pertes en eau avant et après l'amélioration du rendement de réseau de distribution d'eau potable.

➤ Avant l'amélioration (2005-2006) :

A partir des données ci-dessus on remarque que le rendement est relativement faible (64,4% en 2005 et 64,6% en 2006) et les pertes en eau augmentent et atteignent une valeur maximal de 19Mm<sup>3</sup> en 2006.

➤ Après l'amélioration (2007 - 2010) :

Le rendement a connu une augmentation brute en 2007, il est passé de 64,6% en 2006 à 68,2% et a continué à s'élever progressivement pour arriver à 73,2% en 2010, les pertes en eau montrent une chute remarquable en 2007, passant de 19Mm<sup>3</sup> à 17 Mm<sup>3</sup> et ne cessent plus à diminuer après

➤ D'après les données, on remarque qu'une quantité importante d'eau estimée à 17 millions de m<sup>3</sup>, est épargnée en 2010, constituant 27% du volume distribué. Ce volume pouvait desservir les secteurs d'industrie, tourisme et administration selon le tableau des usagers d'eau (Tableau7).

➤ **Prévision de demande en eau dans l'agglomération de Marrakech**

Années	2013	2020
Achats	68 229 487	72 397 500
Consommations (m <sup>3</sup> )	53 141 000	57 918 000
Pertes en eau (m <sup>3</sup> )	15 088 487	14 479 500
Rendement (%)	78	80

Tableau 13 : évolution des demandes futures en eau.

Actuellement le volume d'eau perdu est à environ 15 millions de m<sup>3</sup>. Une quantité proche d'un million de m<sup>3</sup> serait préservée en 2020 pouvant ainsi servir une partie des consommations industrielles ou autres.

## Conclusion générale

Notre objectif, sur lequel cette étude fut réalisée, est d'évaluer l'impact de l'amélioration du rendement de réseau de distribution d'eau potable de Marrakech sur les ressources en eau. Pour mener à bien notre travail, une série de données ont été analysées et interprétées contribuant ainsi à expliciter cette relation.

La ville de Marrakech s'alimente essentiellement à partir des ressources superficielles et avec un pourcentage relativement faible à partir des eaux souterraines. Cependant cette alimentation ne s'effectue pas convenablement et une partie si importante d'eau perd son trajet lors de sa distribution au consommateur.

Ce facteur et d'autres, principalement l'agriculture participent de plus en plus à la dégradation des ressources en eaux dans notre zone d'étude, le programme urgent effectué par la RADEEMA en 2007 avait comme objet d'améliorer le rendement de réseau de distribution d'eau potable, toute une stratégie fut adoptée dans le but de parvenir à cette amélioration.

L'amélioration avait concerné à la fois des investissements au niveau de la distribution et de la production (réhabilitation des conduites et des installations), mais aussi d'amélioration de l'exploitation des installations (recherche et réparation des fuites, sectorisation, comptages...etc.).

Les résultats dégagés à partir de ce programme ont permis de réduire les pertes sur le réseau de distribution et économiser des volumes importants d'eau, conduisant ainsi à la préservation des ressources dont on aura besoin prochainement tant qu'aujourd'hui.

## ANNEXES 1



Photo 4, 5, 6 : Externalisation de réparation des fuites.



Photo 7, 8, 9 : Installation des piquages DN 40 sur Feeders.



Photo 10 :Rehabilitation d'une conduite d'eau potable.

## ANNEXE 2

ACTUALISATION DU PLAN DIRECTEUR DE DISTRIBUTION D'EAU POTABLE DE LA VILLE DE MARRAKECH  
TABLEAU 70 : FICHE DEMANDE EN EAU - AGGLOMERATION DE MARRAKECH - HYPOTHESE HAUTE

Années	Statistiques			Prévisions					
	2004	2005	2006	2007	2010	2013	2015	2020	2026
Population ( x 1000 hab)	855	873	891	911	972	1 038	1 078	1 184	1 310
Taux d'accroissement (en %)		2,1%	2,1%	2,2%	2,2%	2,2%	1,9%	1,9%	1,7%
Taux de branchement (en %)	88%	90%	93%	93%	96%	98%	98%	99%	99%
Dotation (l/hab/j)									
Population branchée	94	92	94	94	96	98	100	104	108
Population non branchée	14	14	18	19	21	23	23	23	23
Administrative	14	13	13	13	15	17	16	15	14
Industrielle	3	4	2	3	4	6	6	6	5
Touristique	7	8	6	8	14	19	20	21	22
Globale nette	109	109	110	105	112	138	140	145	148
Globale brute	186	176	177	169	172	200	198	194	184
Consommation (m3/j)									
Population branchée	71 108	72 352	77 679	80 472	89 417	99 278	105 286	121 783	139 890
Population non branchée	1 371	1 240	1 140	1 099	901	576	507	306	347
Administrative	12 048	11 193	11 365	12 169	14 761	17 648	17 709	17 764	18 345
Industrielle	2 771	3 157	1 727	2 294	4 142	6 229	6 468	7 106	6 552
Touristique	6 248	6 831	5 713	7 477	13 230	19 724	21 097	24 870	28 828
Totale (m3/j)	93 546	94 773	97 624	103 510	122 450	143 455	151 086	171 829	193 981
Volumes (Km3/an)	34 144	34 592	35 633	37 781	44 694	52 361	55 139	62 718	70 796
Rendements (%)									
Distribution	88%	84%	85%	86%	89%	72%	74%	78%	84%
Adduction	96%	96%	96%	95%	95%	96%	96%	96%	96%
Global	86%	82%	82%	82%	85%	69%	71%	75%	81%
Besoins à la distribution (l/s)									
Moyens	1 582	1 708	1 749	1 824	2 059	2 306	2 372	2 550	2 673
Pointe	2 056	2 221	2 273	2 371	2 676	2 998	3 084	3 315	3 474
Besoins à la production (l/s)									
Moyens	1 648	1 780	1 821	1 920	2 167	2 402	2 471	2 656	2 784
Pointe	2 142	2 314	2 368	2 496	2 817	3 123	3 212	3 453	3 619
CPJ	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3

Marrakech-vers-ADI-1/fich-Marrakech\_HAUTE\_IMPR