



Année Universitaire : 2014-2015



Master Sciences et Techniques : Hydrologie de Surface et Qualité des Eaux

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Pour l'Obtention du Diplôme de Master Sciences et Techniques

Monographie des Ressources en Eau de la Région de Fès-Meknès

Présenté par:

HAMDANI Nadia

Encadré par:

- Abdelkader EL GAROUANI, FST – Fès
- Leila MIZANE, ABHS- Fès

Soutenu le 25 Juin 2015 devant le jury composé de:

- | | |
|------------------------------|---------|
| - Mr. Raouf JABRANE | FST-Fès |
| - Mme Naoual RAIS | FST-Fès |
| - Mr. Abdelkader EL GAROUANI | FST-Fès |

Stage effectué à : Agence du Bassin Hydraulique de Sebou





Mémoire de fin d'études pour l'obtention du Diplôme de Master Sciences et Techniques

Nom et prénom: HAMDANI Nadia

Année Universitaire : 2014/2015

Titre: Monographie des ressources en eau de la région de Fès-Meknès

Résumé

La région de Fès-Meknès est née à partir du nouveau découpage régional 2014, celui-ci vise la diminution de la discrimination régionale et la création d'un équilibre régional en répartissant équitablement les investissements, les projets de développements et les ressources naturels, humaines et matérielles.

La monographie présente un bon cadre de référence et une base de données assez précise et fiable, elle n'a pas pour objectif exclusif la description détaillée d'une région, Elle vise surtout à problématiser la situation et de proposer des débuts de solutions.

La région compte actuellement deux préfectures (Meknès et Fès) dont Fès est chef-lieu, et sept provinces (El Hajeb, Ifrane, Sefrou, Taza, Taounate, Boulemane et Moulay yacoub). Elle est située au centre Nord du Royaume et couvre une superficie de 39 044 Km², soit 5.47% du territoire national en plus qu'elle se caractérise par une diversité des milieux physiques et des conditions naturelles.

Concernant les ressources en eau, la région est drainée par d'importants cours d'eau, dont Oued Sebou et ses affluents sont les plus importants. Quant aux eaux souterraines, elles sont constituées de neuf nappes. La région offre aussi des opportunités considérables en matière de ressources thermales minérales avec les sources de Sidi Harazem, Moulay Yacoub et Ain Allah.

Mots clés: Monographie, ressources en eau, qualité.

DEDICACES

A mes chers parents et ma sœur HOUDA

*Pour votre soutien et votre affection. A vous, le témoignage de toute
ma reconnaissance et mon grand amour.*

A toute ma famille

A mes chers amis pour leur agréable compagnie.

***A ceux qui me sont très chers et que j'ai omis, qu'ils me
pardonnent.***

Remerciements

*Mes remerciements les plus sincères au professeur **EL GAROUANI Abdelkader** pour m'avoir confié ce travail, pour son encadrement et ses qualités humaines et scientifiques. Ses fructueuses directives et ses conseils encourageants, ont contribué grandement au bon déroulement de ce travail.*

*Que les professeurs : **Mme Rais Naoual et Mr. Jabrane Raouf** trouvent ici l'expression de ma profonde gratitude pour leur participation au jugement de ce modeste travail.*

*Je suis particulièrement redevable à Mademoiselle **MIZANE Leila**, chef service qualité des eaux. Je la remercie pour le suivie ininterrompu de ce projet, pour ses conseils et son appui tout au long de ce travail.*

*Je remercie également Monsieur **Nour Eddine SERRHINI**, chef service développement de ressource en eaux. Pour son aide précieux et pour le temps qu'il a bien voulu me consacrer.*

*Mes remerciements s'adressent également au professeur **BENABIDAATE Lahcen** pour son soutien et sa collaboration, veuillez croire à ma grande reconnaissance et ma profonde estime.*

Je témoigne ma reconnaissance à toutes les personnes qui m'ont aidé, d'une manière ou d'une autre, à la réalisation de ce travail.

Sommaire

Introduction Générale :.....	8
Chapitre 1 : Présentation de la zone d'étude	11
Chapitre 2 : Géomorphologie de la région Fès-Meknès	15
1. PréRif	15
2. Plaine de Saïss :.....	16
3. Moyen atlas :	16
4. Couloir de Fès-Taza :.....	17
Chapitre 3 : Contexte géologique général	20
1. Moyen atlas	22
2. Bassin Saïss :.....	23
3. Le couloir Fès-Taza :	23
Chapitre 4 : Contexte climatologique de la région.....	25
1. Précipitations.....	25
1.1. Variation temporelle des précipitations :	27
1.2. Evaluation de la lame d'eau tombée	28
2. Etude de la température :.....	29
2.2. Relation température et précipitation :.....	31
Chapitre 5 : Formations forestières	36
Chapitre 6 : Contexte socio-économique	38
1.1. Effectif de la population.....	38
1.2. Répartition régionale.....	38
Chapitre 1 : Réseau hydrographique	45
Chapitre 2 : Contexte hydrogéologique de la région.....	51
1.1. Nappe phréatique du bassin du Saïss.....	52
1.2. Nappe profonde.....	54
1.3. Nappe des Causses moyens Atlasiques.....	55
1.4. Nappe du Moyen Atlas plissé	56
1.5. Nappe du couloir Fès-Taza	57
Chapitre 3 : Potentiels des ressources en eaux	59
3. Bilan des nappes de la région Fès-Meknès	65
Chapitre 4 : Mobilisation des ressources en eaux dans la région d'étude	67

3. Mode d'alimentation en eau potable	69
Chapitre 5 : Qualité des eaux dans la région d'études	71
2. Qualité des eaux des nappes :.....	75
3. Qualité des eaux des lacs :.....	80
Conclusion générale :	83
Références bibliographique :.....	84

Liste des figures

Figure.1: Carte de la présentation de la région Fès-Meknès.....	10
Figure.2 : Carte de la situation de la région Fès-Meknès.....	11
Figure.3 : Carte géomorphologique de la région Fès-Meknès.....	15
Figure.4 : Carte hypsométrique de la région Fès-Meknès.....	15
Figure 5 : Carte des différentes zones structurales de la région Fès-Meknès.....	17
Figure.6 : Carte géologique de la région Fès-Meknès.....	19
Figure.7a : Carte des stations pluviométriques de la région Fès-Meknès.....	22
Figure.7b : Distribution des précipitations dans la région Fès-Meknès.....	22
Figure.8 : variations des précipitations moyennes annuelles dans la région Fès-Meknès.....	23
Figure.9 : variations des précipitations moyennes saisonnières dans la région Fès-Meknès...	24
Figure.10 : variations des précipitations moyennes mensuelles dans la région Fès-Meknès..	24
Figure.11 : variations des températures moyennes mensuelles au niveau de la station Hajria	26
Figure.12 : variations des températures moyennes mensuelles au niveau de la station Bab Mrzouka.....	26
Figure.13 : variations des températures moyennes mensuelles au niveau de la station EL Mers	27
Figure. 14 : Diagramme ombrothermique de Gaussen au niveau de la station Hajria.....	28
Figure. 15 : Diagramme ombrothermique de Gaussen au niveau de la station Bab Mrzouka.	28
Figure. 16 : Diagramme ombrothermique de Gaussen au niveau de la station El Mers.....	29
Figure.17 : carte des étages bioclimatiques de la région Fès-Meknès.....	31
Figure.18 : Carte des formations forestières de la région Fès-Meknès.....	33
Figure.20 : le taux d'accroissement de la population entre 2004 et 2014 par région.....	36

Figure.21 : le taux d'accroissement de la population entre 2004 et 2014 dans la région Fès-Meknès.....	36
Figure.22 : Carte de la population des douze régions (RGPH 2014).....	37
Figure 23 : Carte du réseau hydrographique de la région Fès-Meknès.....	42
Figure 24 : Carte des sources de la région Fès-Meknès.....	43
Figure.25 : Carte des nappes de la région Fès-Meknès.....	47
Figure.25: Carte piézométrique de la nappe libre du bassin de Fès - Meknès Février 2005 (ABHS).....	49
Figure.26 : Historique piézométrique du secteur central de la nappe phréatique du bassin de Fès-Meknès.....	49
Figure.27 : Carte piézométrique de la nappe profonde du Lias du bassin Fès Meknès en Février 2005 (ABHS).....	51
Figure 28 : Historique piézométrique de la nappe du Lias (Sud du plateau de Meknès)	51
Figure.29 : carte piézométrique de la nappe du causse moyen atlasique Février 2005.....	52
Figure.30 : Carte piézométrique de la nappe du Couloir Fès – Taza de Février 2005 (ABHS).....	54
Figure.31 : Carte de la qualité globale des eaux de sources de la région Fès-Meknès « 2 ^{ème} campagne 2012 ».....	71
Figure.32 : Répartition de la qualité des eaux de la nappe Fès-Meknès.....	72
Figure.33 : Répartition de la qualité des eaux de la nappe du moyen atlas.....	74
Figure.34 : Répartition de la qualité des eaux de la nappe du PRE-Rif	75
Figure.35 : Répartition de la qualité globale des eaux souterraines.....	76
Figure.36 : Carte de la qualité globale des eaux souterraines « 2 ^{ème} campagne 2012 ».....	76

Liste des Tableaux

Tableau.1 : Précipitations moyenne annuelles des stations de la région Fès-Meknès.....	24
Tableau 2 : Populations légales selon les douze nouvelles régions.....	38
Tableau 3 : Province, préfecture, municipalité et arrondissement de la région Fès-Meknès.....	41
Tableau 4 : Les principaux cours d’eaux de la région Fès-Meknès.....	45
Tableau 5 : les principales sources de la région Fès-Meknès.....	47
Tableau 6 : Apports des principaux affluents de la région Fès-Meknès.....	60
Tableau 7 : Bilan approximatif des ressources en eau souterraine de la région Fès-Meknès....	64
Tableau 8 : les principaux ouvrages de retenue de la région Fès-Meknès.....	66
Tableau 9 : Besoins en eau potable des préfectures et provinces de la région Fès-Meknès.....	67
Tableau 10 : Besoins en eau potable du milieu rural de la région Fès-Meknès.....	68
Tableau 11 : Débits des eaux des points de prélèvements de la ville de Fès.....	69
Tableau.12 : Paramètres analysés lors de la deuxième campagne 2012.....	70
Tableau 13 : Grille de la qualité des eaux selon l’Arrêté du 17 Octobre 2002.....	71
Tableau.14 : Paramètres analysés lors de la deuxième campagne 2012.....	72
Tableau.15 : Grille de la qualité des eaux selon l’Arrêté du 17 Octobre 2002.....	73
Tableau.16 : Qualité globale des eaux de la nappe Fès-Meknès « 2 ^{ème} campagne 2012 ».....	75
Tableau.17 : Qualité globale des eaux de la nappe du moyen atlas « 2 ^{ème} campagne 2012 »...	76
Tableau.18 : Qualité globale des eaux de la nappe PRE-RIF « 2 ^{ème} campagne 2012 ».....	78
Tableau 19 : Grille simplifiée pour la classification de la qualité des Eaux de sources et souterraines.....	80
Tableau.20 : Qualité globale des eaux des lacs « 2 ^{ème} campagne 2012 ».....	80

Introduction Générale :

Le modèle marocain de régionalisation avancée s'inscrit clairement dans le cadre d'un Etat démocratique décentralisé et marque un bond qualitatif dans le processus de démocratisation de la société.

Cette nouvelle conception de régionalisation avancée apportera une contribution déterminante au développement économique et social du pays, à travers la valorisation des potentialités et des ressources propres à chaque région, la mobilisation des différents acteurs locaux, la participation à l'élaboration et à la mise en œuvre des grands projets structurants et le renforcement de l'attractivité des régions.

C'est pour cette raison que la commission consultative de la régionalisation a proposé un découpage régional fonctionnel capable d'amorcer une nouvelle conception de la relation qui lie la région à l'Etat et aux collectivités territoriales. Ce découpage régional a fixé le nombre des régions à 12.

Ce découpage a comme vision la diminution de la discrimination régionale et la création d'un équilibre régional en répartissant équitablement les investissements, les projets de développements et les ressources naturels, humaines et matérielles.

Le présent travail consiste à la réalisation de la monographie d'une des douze régions nommé : Fès-Meknès.

La Monographie constitue un outil de travail et de planification par excellence. Sans prétendre être exhaustive à tous égards, et d'ailleurs sans jamais être définitive, elle constitue un bon cadre de référence et une base de données assez précises et fiables. Elle reste toujours à compléter en fonction des particularités et des spécificités de la région mais surtout elle doit être tenue à jour. Tout comme il appartient à chaque artisan d'affûter son outil, il appartient désormais aux responsables régionaux d'actualiser leur Monographie, sans quoi elle perdrait vite de sa valeur.

Ma démarche pour l'établissement de ce rapport s'est basée sur un ensemble de données (rapports, études, thèses, mémoires, etc.) qui ont permis de connaître l'essentiel sur la région étudiée, ainsi le recours aux sciences de l'information géographique qui proposent des outils innovant et sans cesse ont aidé dans la création des cartes et l'analyse géographique.

Le présent mémoire est divisé en deux parties :

- La première partie englobe une présentation générale sur la région Fès-Meknès, son contexte géologique, climatologique et socioéconomique ;
- La seconde partie renferme toutes les informations concernant les ressources en eaux superficiels et souterraines de la région Fès-Meknès et leur mobilisation.

Partie : 1

MILIEU PHYSIQUE ET NATUREL DE LA REGION DE FES-MEKNES

Chapitre 1 : Présentation de la zone d'étude

1. Découpage administratif

Conscient du rôle important que joue l'organisation administrative dans le développement économique et social du pays, les pouvoirs publics marocains, et ce depuis l'indépendance, n'ont pas cessé de multiplier les efforts en vue de doter le pays d'une organisation administrative moderne capable de répondre aux besoins des citoyens dans les différents domaines : productifs, sociaux et infrastructurels.

Ces efforts ont été couronnés, en 1976, par la promulgation d'une charte communale relative à l'organisation des collectivités locales et de leurs finances; en 1996 par la promulgation de la région en collectivité locale jouissant de la personnalité morale et de l'autonomie financière ; et en 2014 par Le nouveau découpage territorial. Prémisses d'une régionalisation avancée, et adopté définitivement aujourd'hui par le Conseil de gouvernement.

C'est ainsi que le Royaume est à présent découpé en douze régions, contenant chacune un nombre entier de provinces et/ou de préfectures.

Parmi ces douze régions, mon projet se focalise sur la région de Fès-Meknès ; cette dernière est répartie actuellement en deux préfectures et sept provinces qui se présentent comme suit :

- Meknès (Préfecture).
- Fès (Préfecture).
- Boulemane (Province).
- El Hajeb (Province).
- Ifrane (Province).
- Sefrou (Province).
- Taounate (Province).
- Taza (Province).
- Moulay Yacoub (Province).

2. Présentation de la région Fès-Meknès

La région de Fès-Meknès, fait partie des douze régions que compte le Royaume depuis le découpage régional de 2014, qui a consacré la région en tant que collectivité locale (Fig. 1). Celui-ci a succédé au découpage de 1966.

La région compte actuellement deux préfectures (Meknès et Fès) dont Fès est chef-lieu, et sept provinces (El Hajeb, Ifrane, Sefrou, Taza, Taounate, Boulemane et Moulay yacoub). Elle

est située au Centre Nord du Royaume et couvre une superficie de 39 044 Km², soit 5.47% du territoire national en plus qu'elle se caractérise par une diversité des milieux physiques et des conditions naturelles.

Par ailleurs, la région de Fès-Meknès est limitée au Nord par la région de Tanger-Tétouan-Al Hoceima, à l'Ouest par Rabat-Salé-Kenitra, à l'Est par la région de l'oriental et au sud par Beni Mellal-Khenifra et Draa-Tafilalet (Fig. 2).

Concernant les ressources en eau, la région est drainée par d'importants cours d'eau, dont Oued Sebou et ses affluents sont les plus importants. Quant aux eaux souterraines, elles sont constituées de neufs nappes. La région offre aussi des opportunités considérables en matière de ressources thermales minérales avec les sources de Sidi Harazem, Moulay Yacoub et Ain Allah.

Parmi ces potentialités, il y a les richesses hydrauliques importantes que recèlent la région et qui qualifient sa partie (Moyen-Atlas), de « château d'eau du Maroc ».

A cet effet, des barrages collinaires édifiés selon les spécificités requises par chaque zone, pour l'alimentation en eau potable, l'alimentation de la nappe ou l'irrigation des terres agricoles. Il s'agit notamment, du barrage de Sidi Chahed à la limite Nord de Meknès, Idriss 1er sur l'Oued Inaouène dans la province de Taounate, Allal Al Fassi sur l'Oued Sebou dans la province de Sefrou.

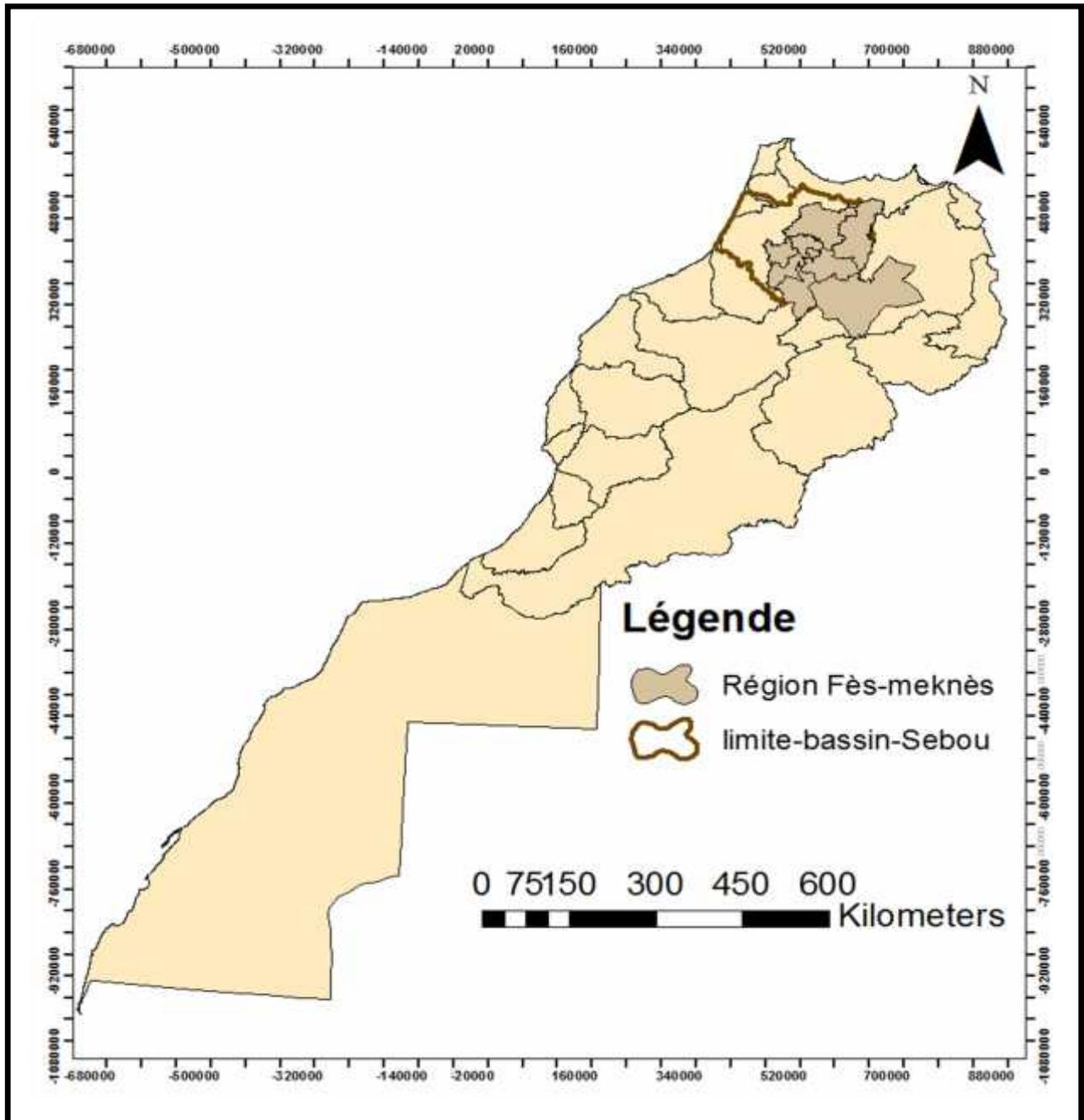


Figure.1: Carte de la présentation de la région de Fès-Meknès

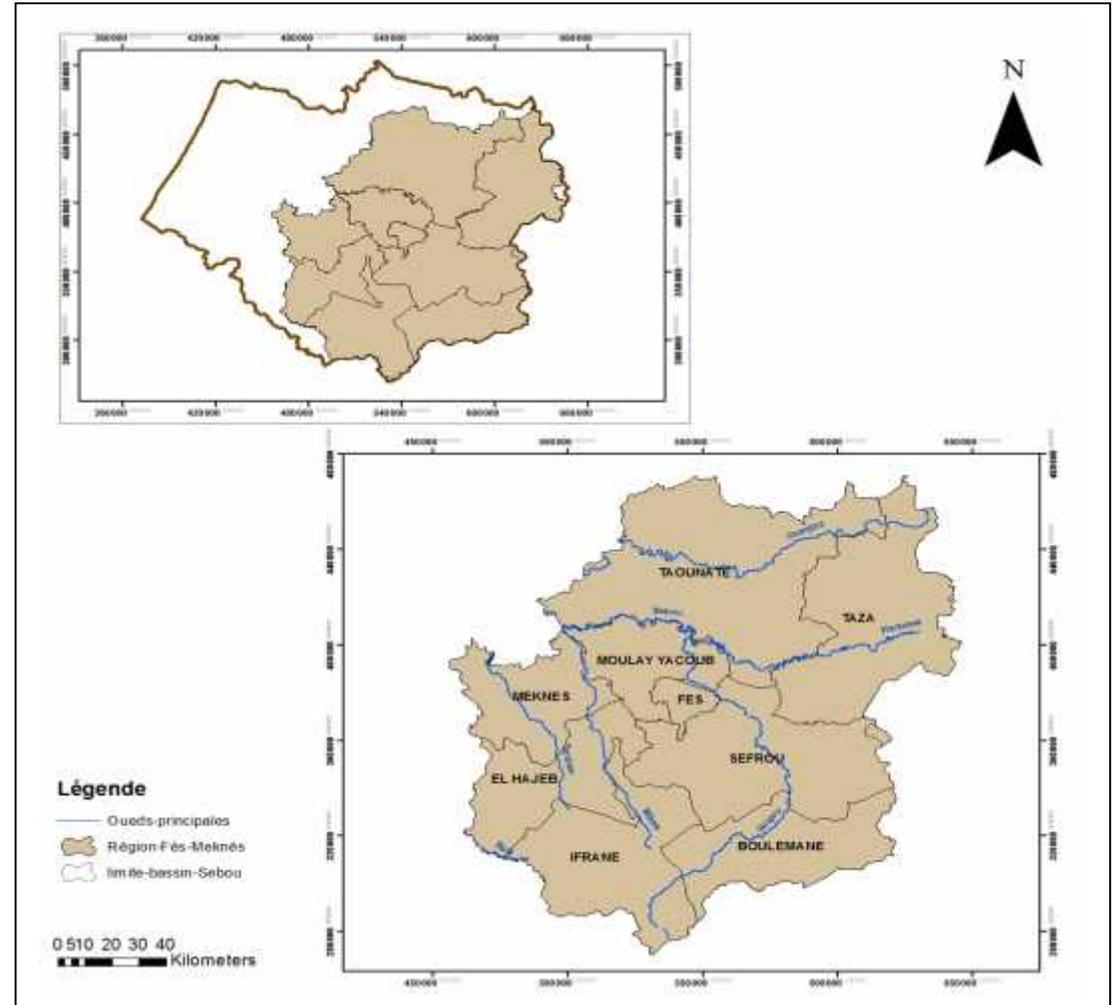
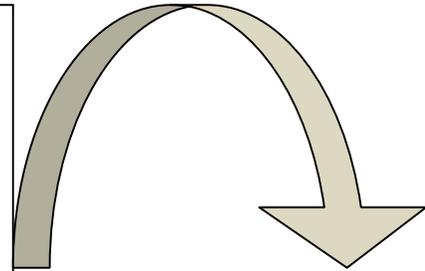
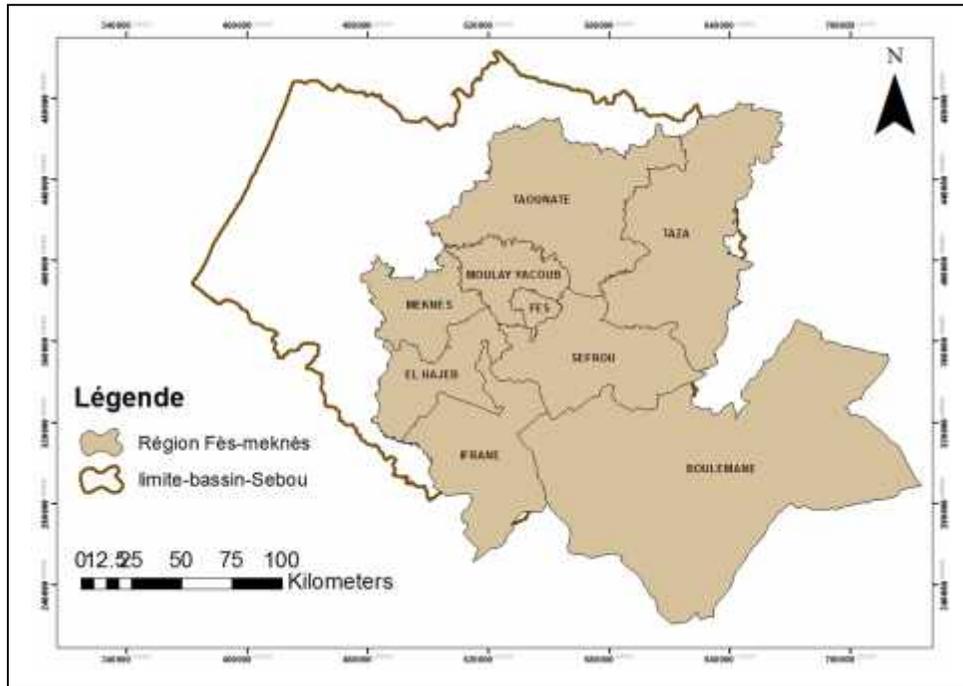


Figure 2 : Carte de la situation de la région Fès-Meknès

Chapitre 2 : Géomorphologie de la région Fès-Meknès

La région de Fès-Meknès s'insère entre le Moyen Atlas au Sud, la plaine de Saïs vers l'Ouest, avec une partie des premiers contreforts du Pré-Rif vers le Nord et le couloir de Fès-Taza vers l'Est. Par cette position, elle présente un relief diversifié composé de quatre unités géographiques qui sont connues par leurs caractéristiques naturelles :

1. PréRif

Ce pays de collines correspond à une partie du bassin de Sebou et de ses deux grands affluents :

O. Inaouene et O. Lebenne l'altitude est relativement faible à l'W (200-300m) s'élève de plus en plus vers l'E pour atteindre (800-1000m) au N de Taza. Le relief bas et aéré s'explique par la prédominance du matériel tendre de la nappe pré rifaine : marnes crétacées, éocènes et miocènes avec larges intrusions de trias comme à la montagne de sel de Tissa ; quant aux sommets, ils correspondent à des affleurements de grès ou de calcaire tertiaire plus durs. Ils se groupent généralement par paquets, flottant en quelque sorte sur la masse des matériaux marneux et forment des ensembles de hautes collines dans lesquelles on reconnaît encore très facilement des structures plissées avec toute la gamme des reliefs classiques : monts, combes, crêtes monoclinales (Jbel Zalagh (902 mètres) au Nord de Fès, les Tsoul au Nord de Taza). Des bassins sont isolés par ces régions plus élevées et correspondent à de vastes affleurements marneux qui ont pu être facilement déblayés par l'érosion.

Des glacis, longs parfois de plusieurs kilomètres, recouverts par une faible épaisseur de débris très fins, s'y étagent en plusieurs niveaux et se raccordent souvent à l'aval au-dessus de l'oued local, à un système de terrasses. Nous trouvons ces grandes cuvettes un peu partout, autour de Karia-ba-Mohammed, de Tissa ; elles sont parfois plus petites, très isolées, et même légèrement perchées au-dessus des oueds principaux.

Les grandes vallées constituent un troisième groupe de formes. Généralement les oueds vont de bassin en bassin, avec de brusques coudes, comme le Sebou au Nord de Fès ; parfois aussi ils les évitent et traversent les zones de relief entre des versants raides et élevés de 200 à 300 m cependant, leur pente longitudinale est faible : ainsi au confluent de l'Inaouène, l'O. Sebou

n'est qu'à 130 m d'altitude. La basse plaine alluviale est large et de très beaux systèmes de terrasses s'étagent sur les deux rives. (Maurer 1959).

2. Plaine de Saïss :

Le plateau de Meknès qui présente une pente de 12% du S vers le N est interrompu par quatre flexures de direction SW-NE. Il se redresse très rapidement au contact des rides prérimaires des jbelles Zerhoun et Kannoufa dans sa partie septentrionale.

La plaine du Saïss a une altitude décroissante du S au N, mais qui se relève au contact des rides prérimaires (jbelles Tratt et Zalagh). La flexure de Ras-el-Ma divise cette plaine en deux parties : celle de Fès au SE, celle d'Aïn Taoujdate au NW. Entre cette flexure et la ville de Fès s'étend une zone basse mal drainée et marécageuse (étang de Douyet).

Le bassin de Meknès-Fès considéré dans son ensemble est un vaste synclinal dissymétrique de direction E-W qui s'enfoncé progressivement du S vers le N, et se redresse brusquement au contact des rides prérimaires.

Le remplissage est constitué, au-dessus des marnes du Tortonien par des formations détritiques et lacustres. Les calcaires du Plio-Villafranchien déterminent une surface structurale que les oueds érodent et entaillent profondément, dans le plateau de Meknès. Par contre, la plaine du Saïss est en grande partie une plaine d'érosion encroûtée (Chamayou, Combe et al.1975).

3. Moyen atlas :

Le Moyen Atlas qui appartient au domaine meseto-atlasique regroupe deux entités structurales différentes : le Moyen Atlas plissé à l'Est et le Causse Moyen Atlasique à l'Ouest. Ces deux structures sont séparées par un accident majeur nommé « accident nord moyen atlasique ».

Le Moyen Atlas plissé, représenté par des massifs montagneux, est marqué par une déformation souple. Cette dernière a engendré d'Est en ouest une succession de rides anticlinales fracturées que séparent des zones synclinales. Cependant le Causse Moyen Atlasique, à matériel essentiellement carbonaté, constitue un vaste plateau à structure monoclinale matérialisée par une déformation à caractère essentiellement cassant. Dans ces deux domaines, les grandes lignes structurales ont une orientation générales NE-SW recoupée, par endroit, par des accidents NW-SE et E-W. Ces directions correspondent à des accidents du socle hercynien réactivés au cours de l'histoire alpine (Michard 1976).

4. Couloir de Fès-Taza :

Le couloir de Fès à Taza constitue la partie la plus orientale de l'unité géologique dénommée couloir sud-rifain.

Morphologiquement c'est un fossé compris entre deux unités montagneuses : le Rif au N et le Moyen Atlas au S, fossé qui se rétrécit progressivement d'W en E jusqu'à disparaître un peu à l'W de Taza. Ce couloir correspond essentiellement à la vallée de l'Oued Inaouène, affluent important du Sebou. L'Inaouène ne cesse de faire reculer vers l'E la séparation entre le versant atlantique et le versant méditerranéen du Moyen Atlas car il existe une différence de 200 m entre les niveaux de base locaux formés à l'W par le confluent Inaouène-Sebou et à l'E par celui du M'Soun et de la Moulouya. Par ailleurs il faut noter la dissymétrie des bordures du couloir, le versant méridional (Moyen Atlas) étant beaucoup plus abrupt que le versant rifain constitué de collines marneuses. Le couloir de Fès-Taza constitue naturellement une voie de communication humaine très ancienne et très importante entre le Maroc atlantique et le Maghreb oriental (Combe, 1966).

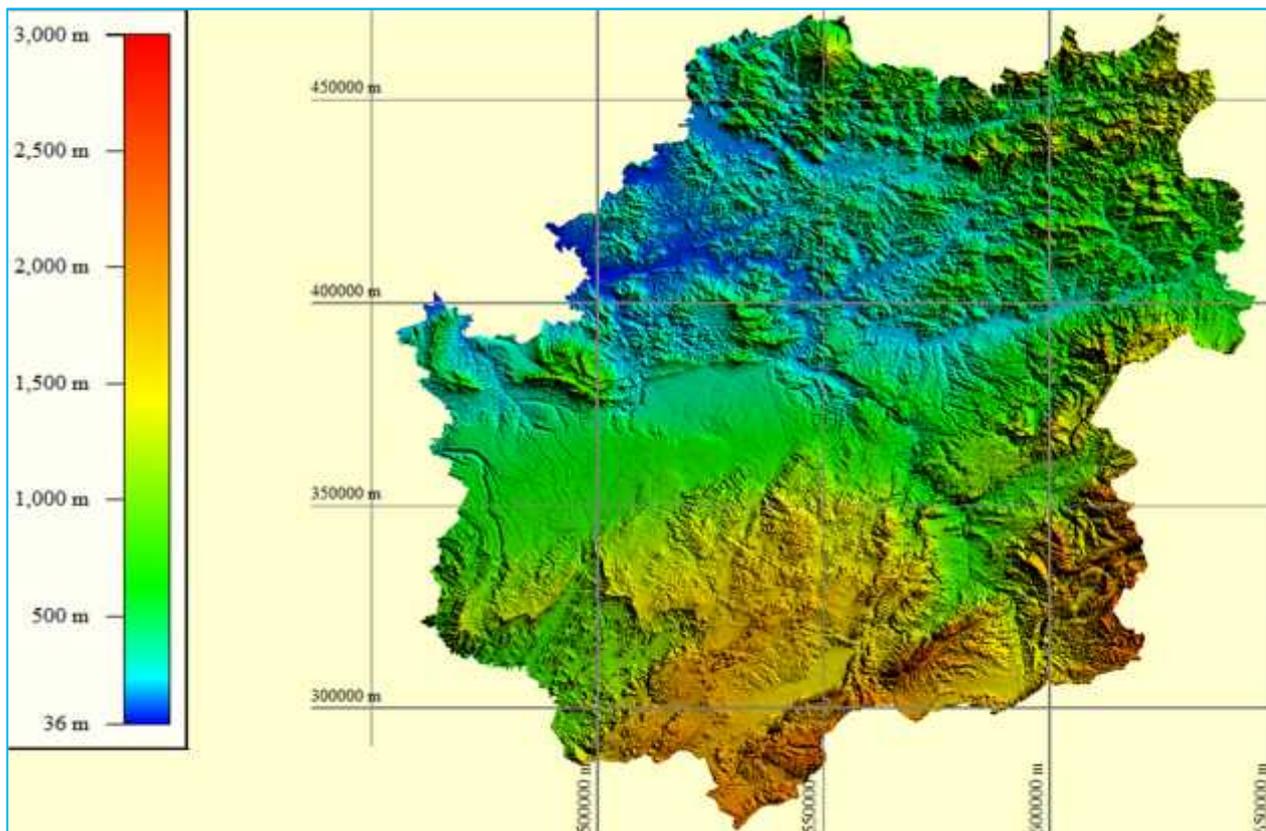


Figure 3 : Carte géomorphologique de la région Fès-Meknès

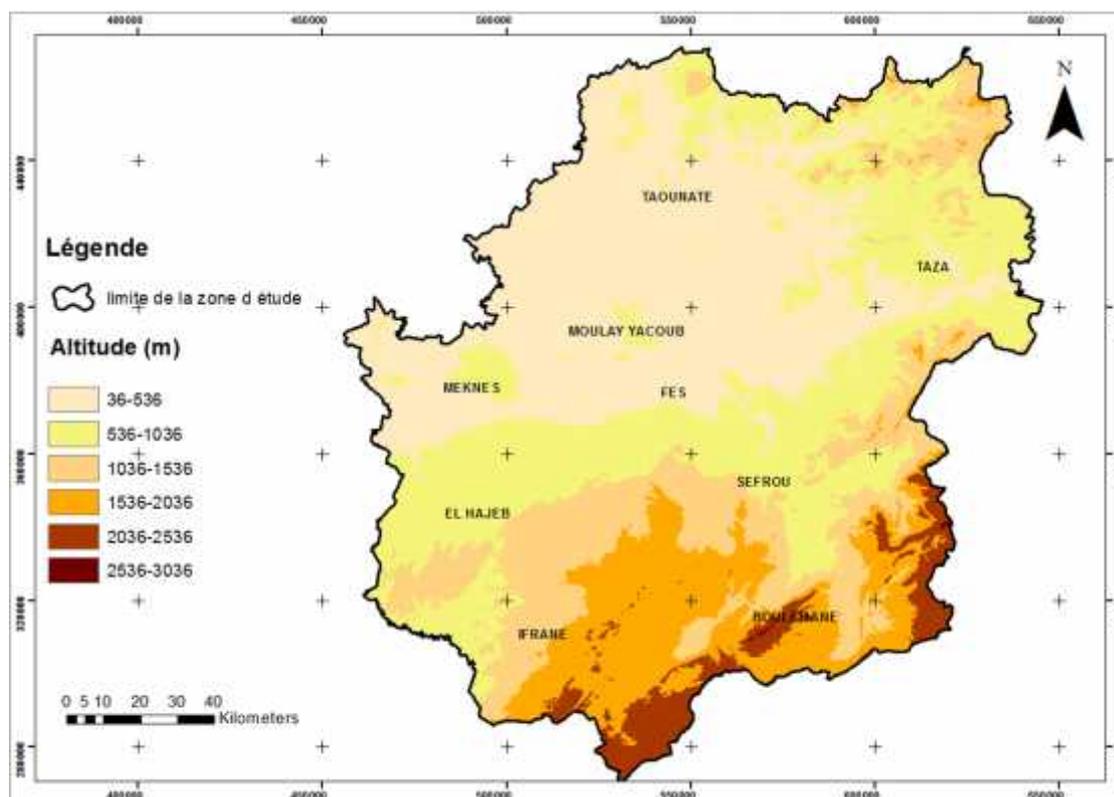


Figure.4 : Carte hypsométrique de la région Fès-Meknès

La répartition des altitudes est déterminée à partir de la reclassification de la carte du modèle numérique de terrain de la région Fès-Meknès, et par conséquent on a eu des tranches d'altitudes qui nous ont permis de distinguer les différents paramètres du relief.

La région de Fès-Meknès comprend deux zones d'altitudes :

La première zone est comprise entre 1036- 3036 m, ces altitudes se manifestent dans le moyen atlas et le péri-Atlas.

La deuxième zone est comprise entre 36-1036m, ces dernières se traduisent dans la plaine de Saïss et le couloir Fès-Taza.

Chapitre 3 : Contexte géologique général

La Région Fès-Meknès peut être divisé en quatre zones structurales différentes (Fig.5) :

- L'Ouergha en amont du barrage Al Wahda : constitué essentiellement par des terrains argilo-marneux imperméables du Crétacé ;
- Le bassin Saïss et le couloir de Fès-Taza (contenus entre les chaînes du Rif et du Moyen Atlas) à remplissage essentiellement tertiaire et quaternaire. Les deux dernières unités renferment également des formations calcaires du Lias ;
- Le Beht est constitué par des formations permo-triasiques et primaires ;
- Le Haut Sebou qui fait partie du domaine atlasique : constitué essentiellement par les calcaires jurassiques.

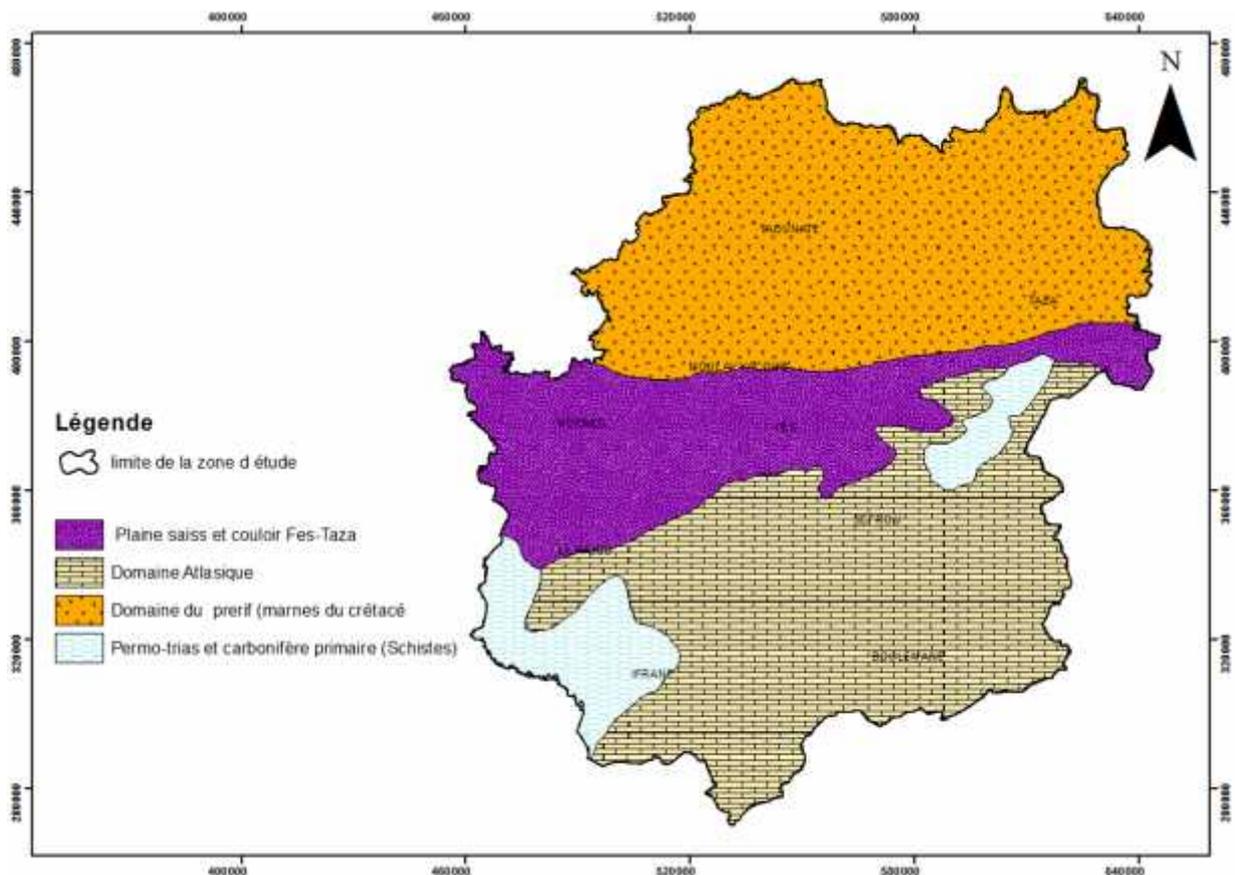


Figure 5 : Carte des différentes zones structurales de la région Fès-Meknès

La région Fès-Meknès qui couvre une superficie d'environ 39 044 Km², constitue une zone déprimée qui est limitée au Nord par le Rif, à l'Est et au Sud-Est par le Moyen Atlas, et à l'Ouest par l'Gharb.

Le sillon sud-rifain contenant le bassin de Sebou s'est individualisé au Tortonien inférieur suite à l'importante phase de distension qui a affecté l'ensemble de l'arc de Gibraltar (Cirac 1985).

La distension générale des contraintes Nord-Sud serait à l'origine de l'allongement Est-Ouest de ce sillon. Le rejet des failles bordières a entraîné par la suite l'enfoncement des bordures septentrionales de la Meseta à l'Ouest et le Moyen Atlas à l'Est.

A ces jeux de failles s'ajoute la surcharge sédimentaire due à l'érosion de l'arrière pays en remontée isostatique entraînant la subsidence du sillon.

Ce sillon se situe dans une position charnière entre deux domaines structuraux du Maroc, très différents par la nature et l'âge des formations que par le style tectonique : le domaine méséto-atlasique au Sud et le domaine rifain au Nord. Cette différence des deux domaines bordiers du sillon sud-rifain induit une dissymétrie nette dans la forme du sillon.

Le sillon sud-rifain est un grand bassin qui reçoit des klippes ou nappes sédimentaires venant du Nord. Il est essentiellement constitué de grandes masses de marnes d'âge miocène supérieur, englobant des blocs ou «olistolithes» de taille, de nature et d'âge différents.

Le Pré-Rif demeure ainsi un grand complexe tectono-sédimentaire ou olistostrome sud-rifain dont la colonne stratigraphique type n'est pas encore connue. Cependant, deux grandes caractéristiques sont propres au Pré-Rif : sa nature olistostromique à phénomène de remaniement intense et une épaisse série de marnes miocènes à blocs. Sa limite nord est soulignée par des massifs calcaires d'âge jurassique. Ils sont alignés selon une direction W-N-W/E-S-E à E-W. Ces formations calcaires représenteraient le substratum jurassique du Rif externe.

La Région Fès-Meknès renferme plusieurs unités géologiques, dont les plus importantes sont (fig.6).

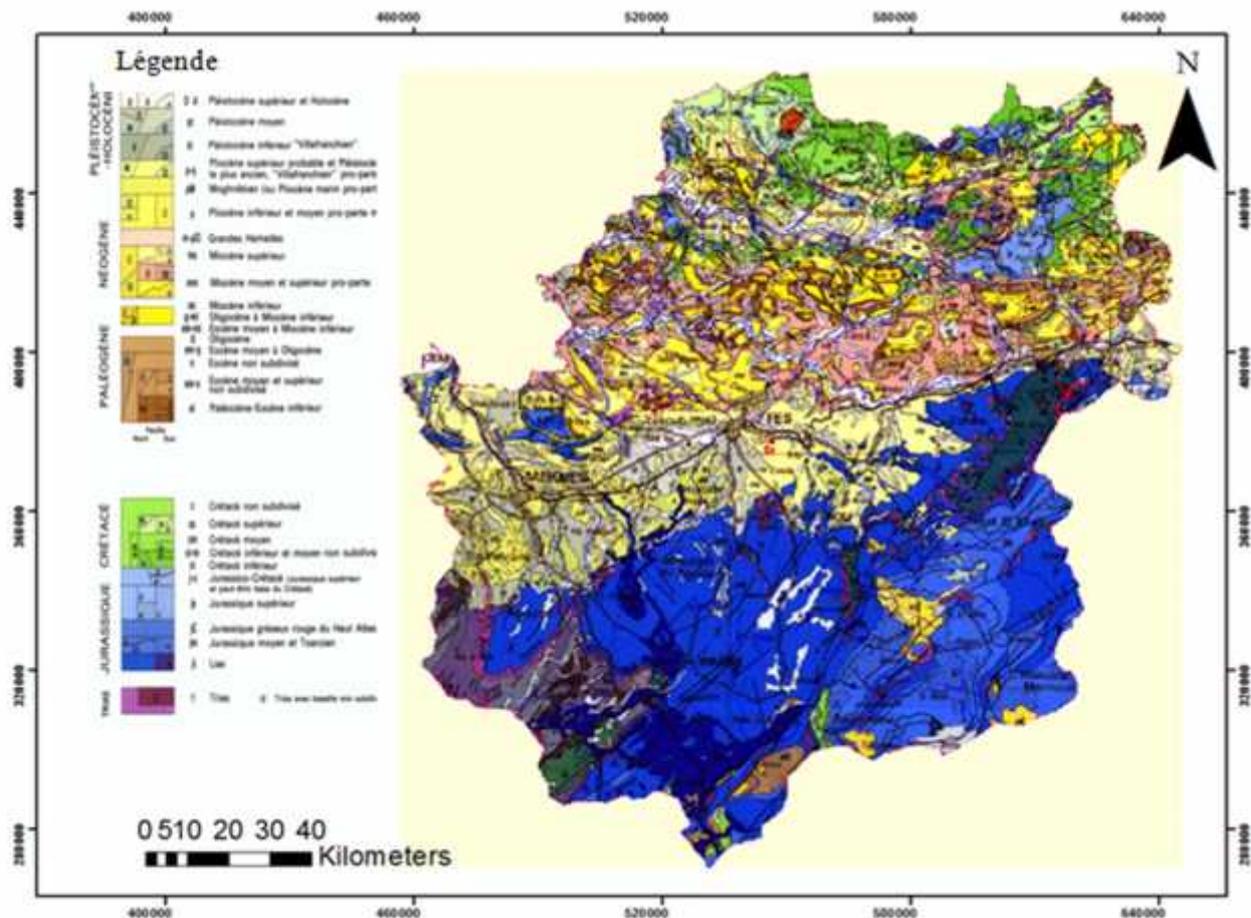


Figure 6 : Carte géologique de la région Fès-Meknès

1. Moyen atlas

Le Moyen Atlas est organisé en deux ensembles structuraux que sépare l'accident nord-moyen-atlasique (Choubert 1956, Martin 1973, 1981, Hollard et al. 1985):

Le Causse moyen atlasique, composé essentiellement de carbonates néritiques du Lias inférieur et moyen, est structuré en plateaux étagés qui reflètent une organisation en blocs basculés.

Le Moyen Atlas plissé est organisé en rides anticlinales (Ride de Tichoukt, ride des Marmoucha,...) à ossature liasique que séparent de larges dépressions synclinales (El Mers, Skoura, Marmoucha...) à remplissage toarço-aaléno-bajocien, voire bathonien essentiellement marneux où se développent des épisodes carbonatés (calcaires corniches). Le terme ultime de ce remblaiement, ou sénescence, est représenté par les dépôts détritiques (marnes rouges, grès et évaporites) (Fedan 1989, Charroud 1990) du Bathonien et du Callovien, à caractère deltaïque voire paradeltaïque.

2. Bassin Saïss :

Le bassin de Meknès-Fès fait partie du « couloir sud rifain » qui s'étend de la plaine du Rharb à l'W jusqu'au col du Touahar à l'E.

Entre les deux grandes unités structurales qui forment les limites N et S du bassin (Pré-Pré et Moyen Atlas) une transgression marine a déposé au Miocène une série marneuse très puissante, suivie au Plio-Villafranchien et au Quaternaire par des dépôts continentaux. Les deux grandes unités du Pré-Pré et du Moyen Atlas, influencent directement la structure actuelle du bassin : le Moyen Atlas se prolonge sous le bassin et correspond au substratum anté-Néogène dont les accidents ont rejoué en déterminant toutes les flexures de direction SW-NE. Le Pré-Pré, ou plus précisément la tectonique rifaine, crée toutes les flexures de direction SE-NW. Le substratum anté-Néogène est formé essentiellement par le Lias calcaire et dolomitique, les argiles bariolées du Trias ou les schistes du Primaire, suivant l'importance de l'érosion et les lacunes de sédimentation.

Le Lias du Causse moyen-atlasique s'enfoncé progressivement sous le bassin de Meknès-Fès, vers le N, Il est affecté par des failles et des flexures (Chamayou, Combe et al 1975).

3. Le couloir Fès-Taza :

Le couloir Fès-Taza appartient au sillon sud-rifain qui s'étend de l'Atlantique à la Méditerranée entre la chaîne du Rif au N et les môles hercyniens de la Méséta et du Moyen Atlas au S.

Le couloir de Fès à Taza constitue la partie la plus étroite du couloir sudrifain, Le Causse moyen-atlasique au S s'ennoie progressivement vers le N sous des formations miocènes transgressives sur le Primaire ou le Jurassique.

Au Miocène supérieur (Tortonien), après les phases tectoniques majeures qui ont déformé et exhaussé la chaîne rifaine mais n'ont pas affecté son avant-pays le Moyen Atlas, s'est formée une zone de sédimentation qui est le domaine pré-rifain.

Dans plusieurs boutonnières dont la plus importante est celle du Jbel Tazzeke au NE, Puis vient une série permo-triasique de marnes rouges continentales et lagunaires, discordantes sur le Primaire, souvent accompagnées de coulées de basaltes doléritiques (100 à 120 mètres d'épaisseur) ; cette série rouge est salifère, le sel se présentant selon les endroits, en amas ou bien de façon diffuse selon les conditions de sédimentation de l'époque.

Les calcaires et dolomies du Lias viennent pratiquement en concordance sur le Permo-Trias. Le Lias inférieur est constitué d'une série massive épaisse de 100 à 120 mètres ; puis vient le Lias moyen sous forme de calcaires dolomitiques lités et de calcaires à silex et à chailles ou

de calcaires sublithographiques (épaisseur totale de 40 à 50 mètres). (Chamayou 1967, Vidal 1971).

Chapitre 4 : Contexte climatologique de la région

1. Précipitations

La pluviométrie observée dans la région porte sur 26 stations (El Mers ,Boured, Zrarda, Tissa.....etc) entre 1996 et 2014 ; les changements les plus significatives sont observés dans les localités Nord de la région ou on a enregistré une augmentation remarquable de la hauteur des pluies dans les stations suivantes :

Ratba : 1002.5 (mm) - Jbel outka : 1292.2 (mm)

Tandis que la hauteur minimale des précipitations est observée dans le Sud-est de la région et exactement dans la station Pont du Mdez 264.9 (mm).

Tableau.1 : Précipitations moyenne annuelles des stations de la région Fès-Meknès

Nom	longitude(m)	latitude(m)	Altitude(m)	Précipitations (mm)
El Mers	593477	316846	1210	424
Pont Sebou	522773	411804	85	408.8
Fès	536598	381913	400	438.2
Dar El Arsa	543327	397418	138	462.7
Sidi Chahed	506741	390017	190	337.5
Azzaba	565524	370696	430	345.1
Allal Fassi	570046	359186	516	340.1
Dar El Hamra	591833	352198	830	445.1
Pont du Mdez	581145	342332	725	264.9
AinTimedrine	579090	349732	642	379.7
BabOuender	579912	439346	312	718.3
Galez	555248	440168	214	732.2
Hajria	552781	431946	200	630.7
Idriss 1er	559358	395772	200	403.2
JbelOutka	554014	458666	1115	1292.2
Tissa	576248	413354	230	587.3
Bab Echoub	617693	458999	660	634.9
Bab Marzouka	632529	413037	508	567.7
Boured	599745	380639	563	461.05
Zrarda	623075	406871	402	558.05
Ait khabbach	557084	319941	1478	374.05
Mjaara	513179	443538	92	604.3
El kansera	452966	383756	110	338.88
Souk had	466299	411281	34	347.83
Khnichet	473181	427625	15	483.61
Ratba	542855	468484	300	1002.5
Sidi el mokhfi	507536	312324	1075	539.3

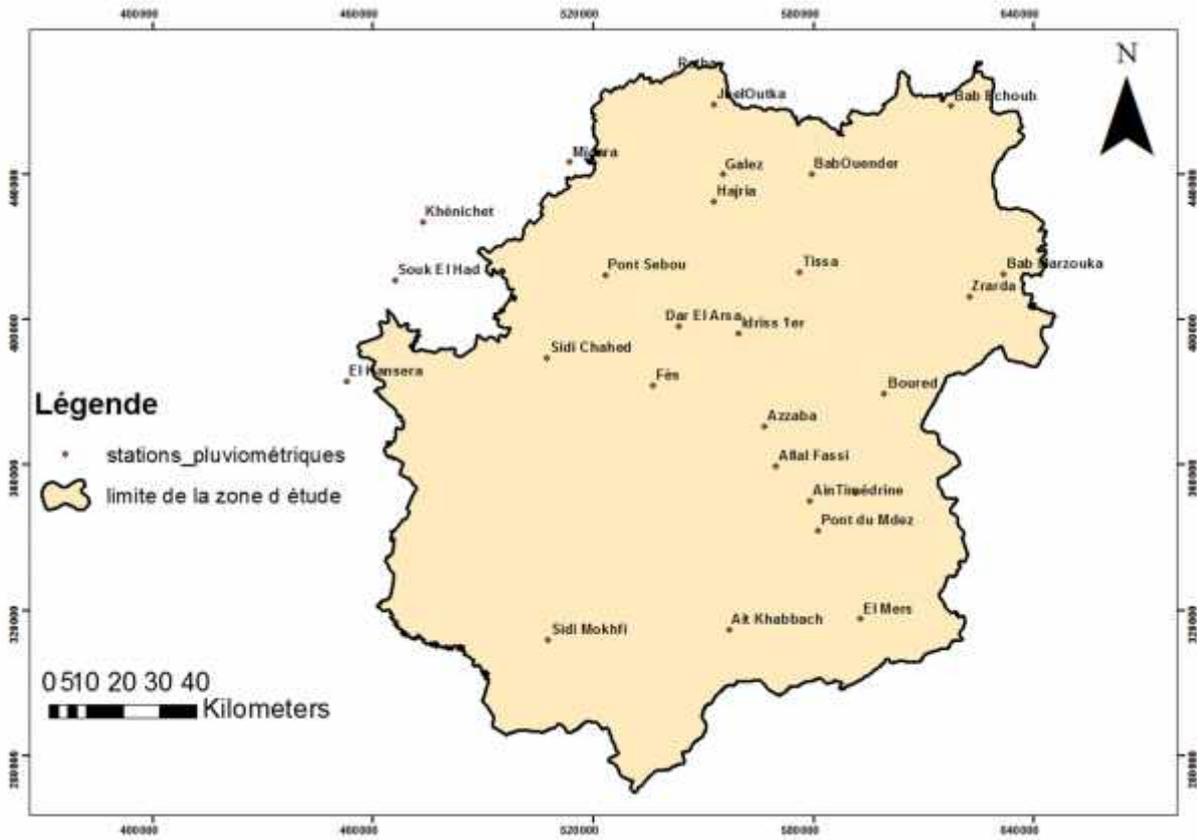


Figure.7a : Carte des stations pluviométriques de la région Fès-Meknès

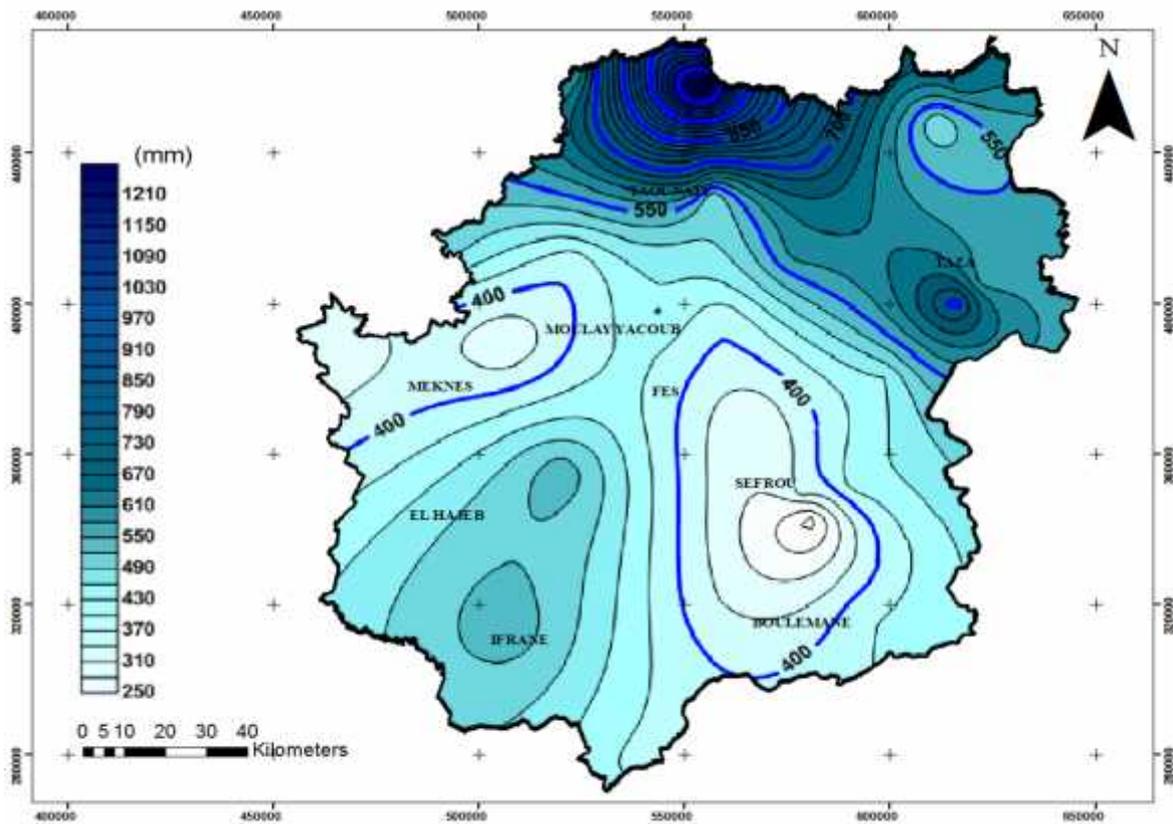


Figure. 7b : Distribution des précipitations dans la région Fès-Meknès

1.1.Variation temporelle des précipitations :

La connaissance de la répartition des précipitations permet en particulier de calculer la lame d'eau tombée sur la région, cette opération qui reste relativement délicate, nécessite la combinaison de différentes méthodes afin de prendre en considération les contraintes géographiques existantes telles l'altitude, topographie et l'exposition.

a. Précipitations annuelles :

Parmis les 26 stations implanté au niveau de la région Fès-Meknès j'ai choisi 6 stations qui pourront représenter les minima et les maxima des hauteurs d'eau.

Donc d'après l'histogramme ci-dessous on peut distinguer un maximum au niveau de la station Jbel Outka (1292.2 mm) et un minimum au niveau de la station Pont du M'dez (264.9mm).

Il est à noter que les précipitations au niveau de la région Fès-Meknès augmentent en allant du Sud au Nord.

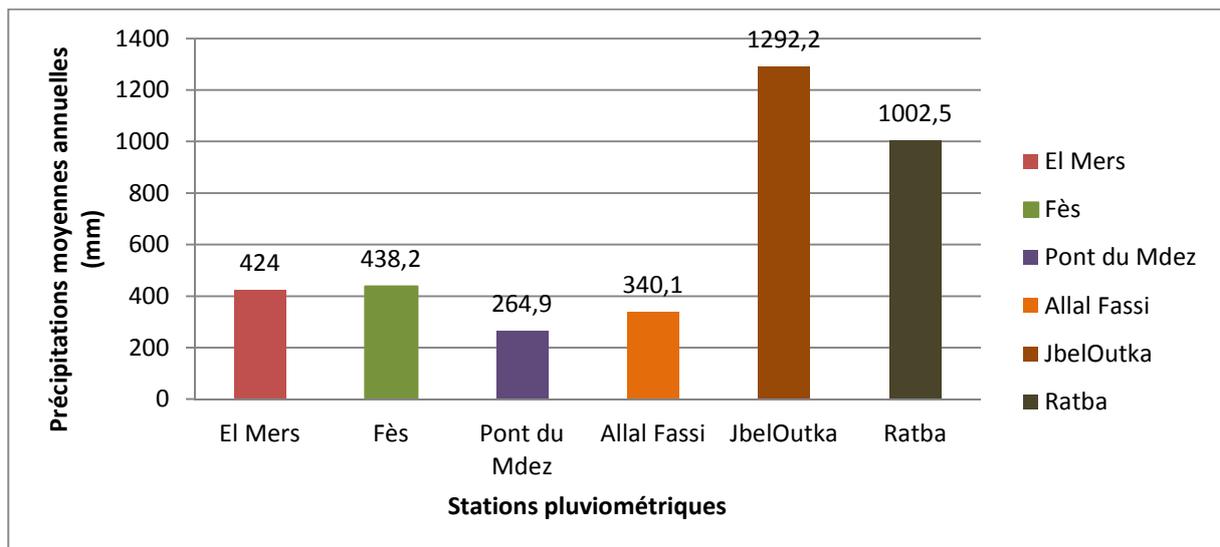


Figure.8 : variations des précipitations moyennes annuelles dans la région Fès-Meknès

b. Précipitations saisonnières :

L'histogramme ci-joint, présente la répartition saisonnière des précipitations et montre que la saison la plus pluvieuse est celle de l'hiver, suivie de l'automne et du printemps alors que la saison sèche est celle de l'été ;ce qui implique que le régime pluviométrique est méditerranéen.

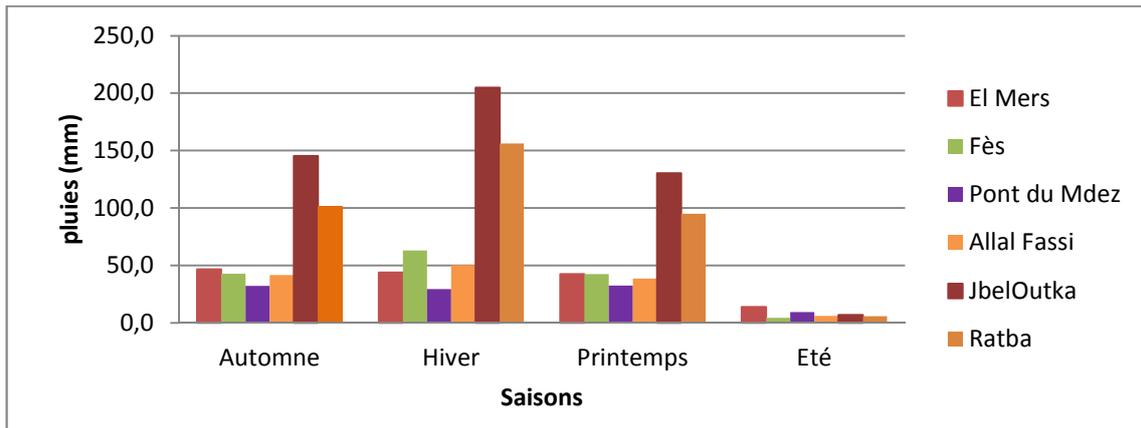


Figure.9 : variations des précipitations moyennes saisonnières dans la région Fès-Meknès

c. Précipitations mensuelles :

L'étude des précipitations moyennes mensuelles permet la connaissance de la répartition des pluies au cours de l'année, la variation des pluies est représenté dans l'histogramme ci-dessous ; celui-ci montre que pour les six stations il existe une période pluvieuse qui s'étend du mois d'Octobre jusqu'au Mai.

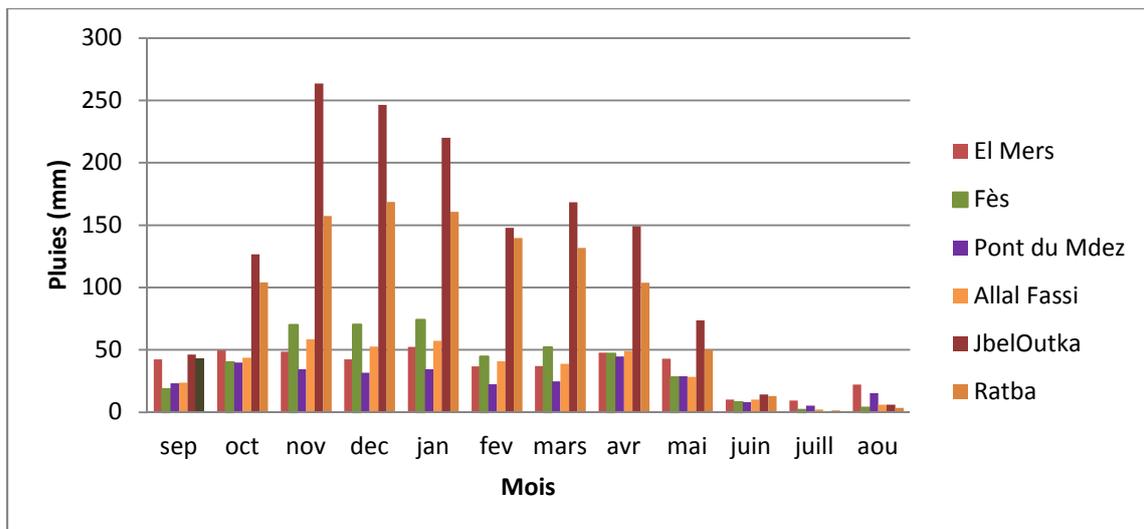


Figure.10 : variations des précipitations moyennes mensuelles dans la région Fès-Meknès

1.2.Evaluation de la lame d'eau tombée

a. La méthode arithmétique

C'est la méthode la plus simple, elle consiste à calculer la moyenne arithmétique des valeurs obtenues aux stations étudiées.

Elle peut être estimée par la formule suivante :

$$P_{\text{moy}} = \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n}$$

Avec

P moy: Précipitation moyenne dans la région (mm)

P_i: Hauteur des précipitations à la station (mm).

n : nombre de station dans la région.

La moyenne des précipitations obtenues par cette méthode est de : **522.41 (mm)**

Cette méthode ne reflète pas souvent la hauteur réelle des pluies tombées sur la totalité de la région ; puisque la répartition des stations pluviométriques n'est pas uniforme en plus d'un relief hétérogène. C'est ainsi qu'on peut estimer l'erreur par cette méthodes :

$$E = \frac{c_v}{\sqrt{n}} \text{ Avec } c_v = \frac{\sigma}{P_{\text{moy}}}$$

Avec :

E : L'erreur

c_v : Coefficient de variation (**c_v** = 43.21%)

P_{moy} : Précipitation moyenne dans la région (**P_{moy}** = 522,41 mm)

σ : L'écart type (**σ** = 225,78 mm)

n : Nombre des stations dans la région (n = 26)

Donc l'erreur estimer par la méthode arithmétique est de : **E= 8,47 %** C'est la raison pour laquelle on fait recours à d'autres méthodes plus fiables.

2. ETUDE DE LA TEMPERATURE :

L'étude du facteur température est primordiale pour caractériser le contexte climatique dans une région ; la combinaison de celui-ci aux précipitations permet de contrôler plusieurs paramètres du cycle de l'eau surtout les indices climatiques et l'évapotranspiration.

Dans notre étude, les données relatives aux températures sont disponibles au niveau des trois stations suivantes :

- Hajria (2003-2014)
- Bab Mrzouka (2003-2012)
- El Mers (2003-2013)

2.1. Température moyenne mensuelle :

- **Station Hajria :**

Au niveau de cette station, les mois de Décembre, Janvier, et février sont les plus froids avec une moyenne minimum au mois de Janvier (11.3 °C), pourtant les mois de Juin, Juillet, Aout et Septembre caractérisent la saison chaude avec une moyenne maximum au mois d'Aout de 29.8°C.

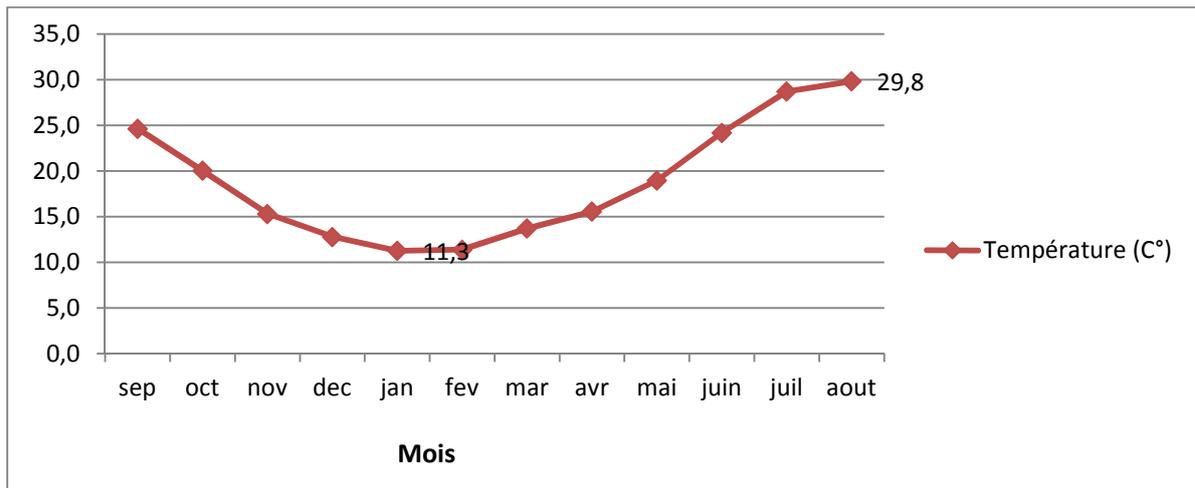


Figure. 11 : variations des températures moyennes mensuelles au niveau de la station Hajria

- **Station Bab Marzouka :**

La figure ci-dessous montre que les mois de Décembre, Janvier, Février, Mars sont les plus froids avec une moyenne minimale de 12°C, tandis que les mois Juin, Juillet, Aout et Septembre sont les plus chauds avec une moyenne maximale de 34.1°C.

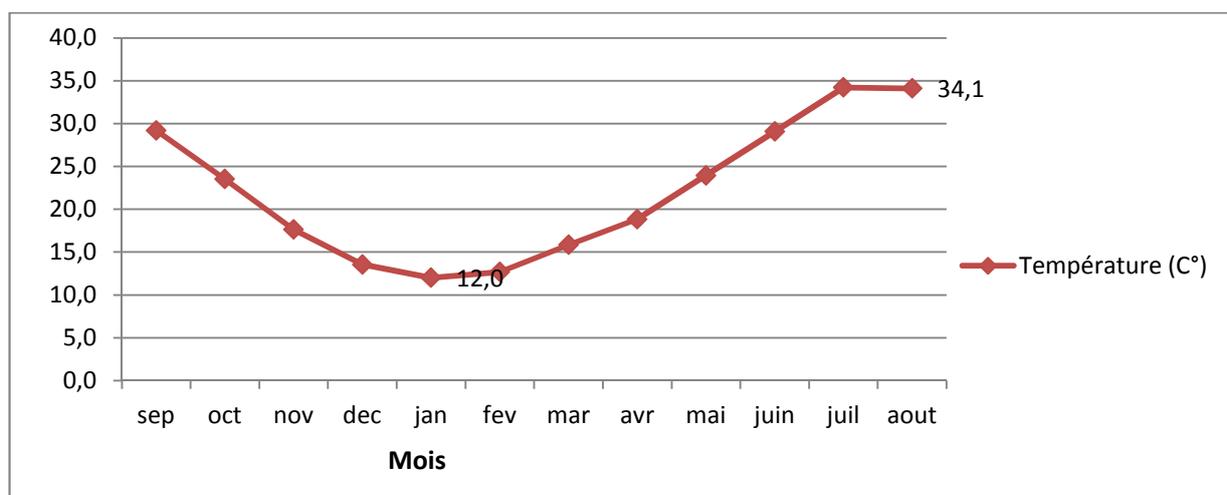


Figure. 12 : variations des températures moyennes mensuelles au niveau de la station Bab Marzouka

- Station El mers :

L'analyse de la figure donne une estimation concernant les mois chauds et froids de l'année. Les mois Novembre, Décembre, janvier, février et Mars sont les plus froids, tandis que les mois Juin, Juillet, Aout et septembre sont les plus chaud.

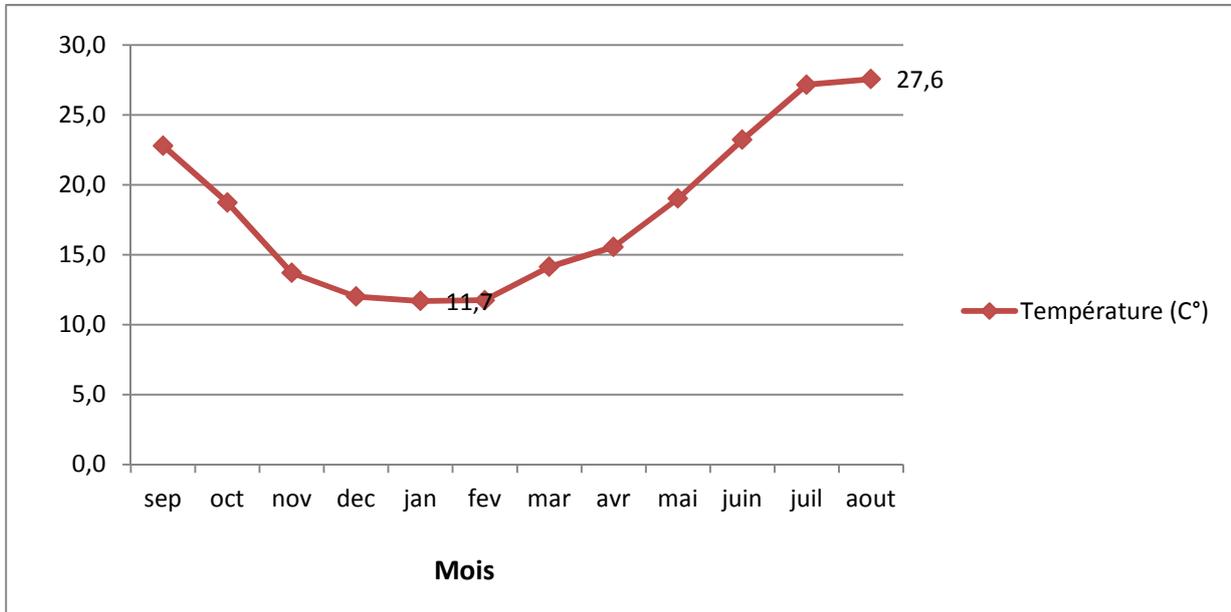


Figure.13 : variations des températures moyennes mensuelles au niveau de la station EL

2.2. Relation température et précipitation :

Le climat dans une région peut être estimé à travers certains paramètres qui mettent en relation la température et les précipitations caractérisant cette région.

a. Indice xérothermique de Gaussen :

Cette indice xérothermique appelé aussi diagramme ombrothermique de Gaussen , il définit le mois sec par la comparaison entre le total des précipitations de ce mois en mm et le double de sa température. $P = 2T$

P : Précipitation mensuelle (mm).

T : Température moyenne mensuelle (°c).

D'après la formule, un mois sec est celui où le total de précipitations est égal ou inférieur au double de la température moyenne mensuelle exprimée en degrés celsius.

Quand la courbe de température est au dessus de celle des précipitations, la zone délimitée représente la zone sèche.

- **Diagramme ombrothermique de la station Hajria :**

L'analyse de ce digramme permet de distinguer une période humide qui s'étale du mois d'Octobre au mois d'Avril et une période sèche qui s'étale du mois de Mai au septembre, donc il y'a une égalité entre la saison sèche et la saison humide.

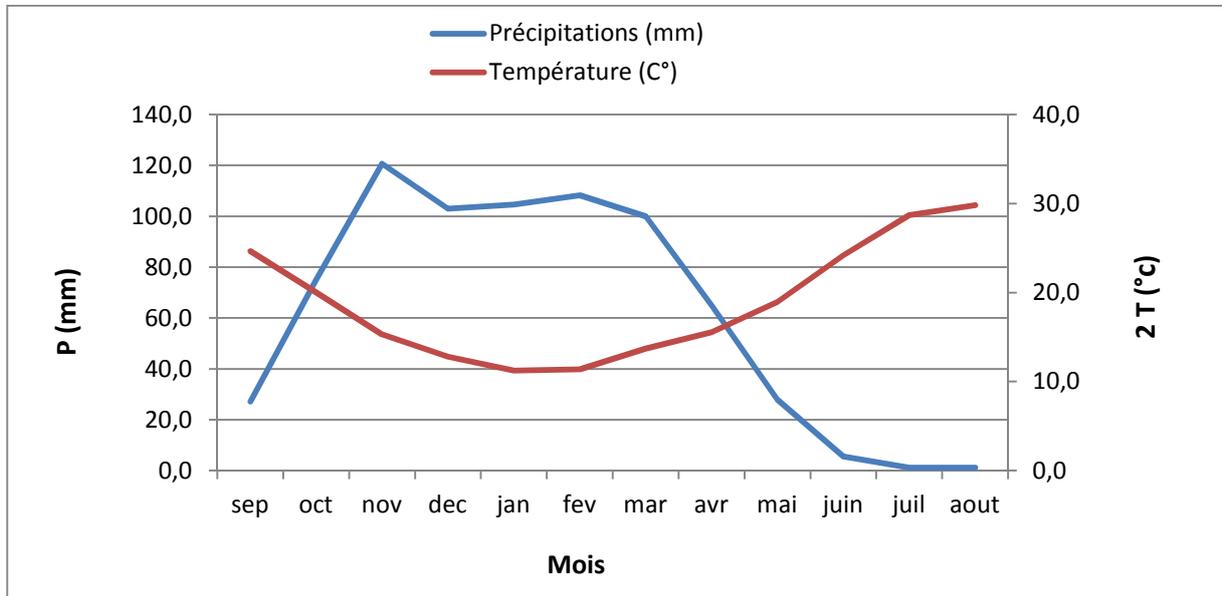


Figure. 14 : Diagramme ombrothermique de Gausсен au niveau de la station Hajria

L'analyse de ce digramme permet de distinguer une période humide qui s'étale du mois d'Octobre au mois d'Avril et une période sèche qui s'étale du mois de Mai au septembre, donc il y'a une égalité entre la saison sèche et la saison humide.

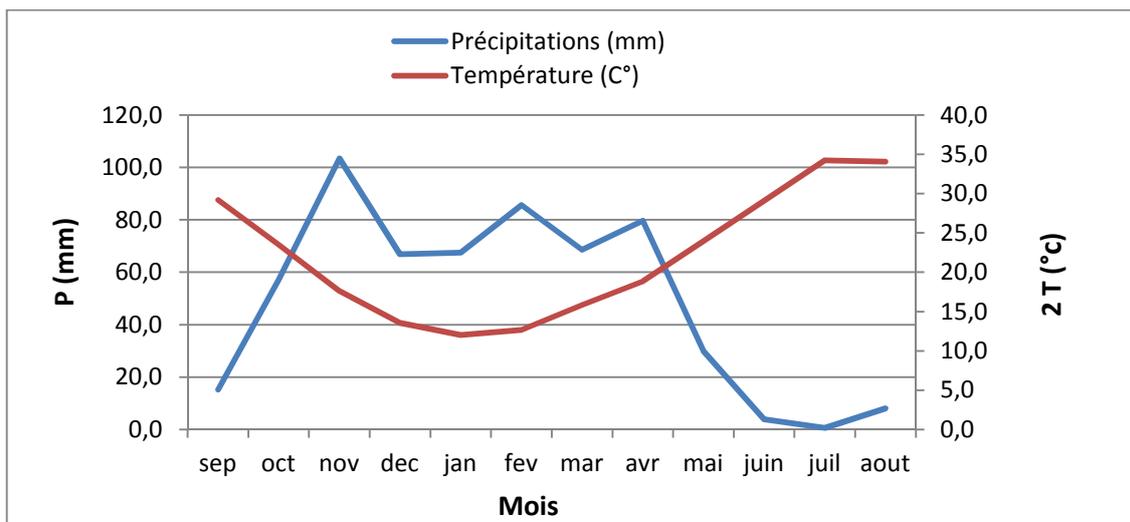


Figure. 15 : Diagramme ombrothermique de Gausсен au niveau de la station Bab Mrzouka

- **Diagramme ombrothermique de la station El Mers**

L'analyse de ce digramme permet de distinguer une période humide qui s'étale du mois d'Octobre au mois d'Avril et une période sèche qui s'étale du mois de Mai au septembre, donc il y'a une égalité entre la saison sèche et la saison humide.

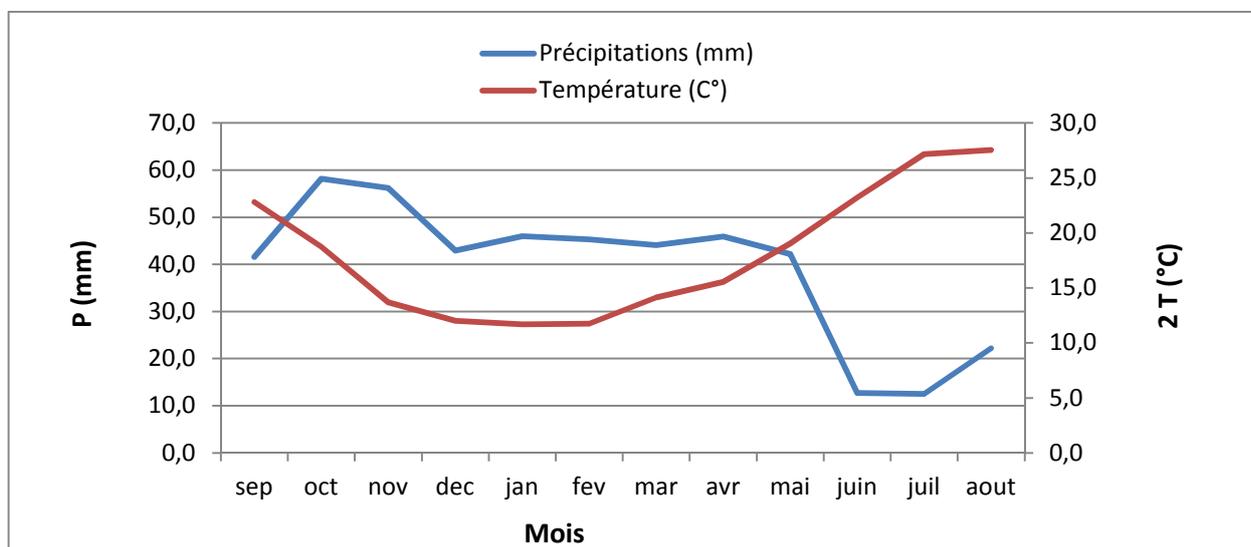


Figure. 16 : Diagramme ombrothermique de Gausson au niveau de la station El Mers

b. Indice d'aridité annuel de De Martonne :

C'est une valeur utile afin d'exprimer les conditions climatiques du milieu.

L'indice d'aridité (De Martonne, 1923) est défini comme le rapport entre la hauteur moyenne des précipitations annuelles et la moyenne des températures annuelles :

$$I = P / T + 10$$

Avec :

P : Précipitations moyenne annuelle (mm).

T : Température moyenne annuelle (°C).

Valeur de I	Type de climat
0-5	Hyper aride
5-10	Aride
10-20	Semi-aride
20-30	Semi-humide
30-40	Humide
40-55	Humide

Dans notre étude on aura trois indices d'aridité correspondant à chaque station et qui sont comme suit :

I = 21.8 pour la station Hajria ;

I = 17.68 pour la station Bab Mrzouka ;

I = 15.08 pour la station El Mers.

3. Etages bioclimatique

La région de Fès-Meknès présente plusieurs étages bioclimatiques :

- Un bioclimat continental, très chaud et très sec en été, froid et humide en hiver dans la province de Moulay Yacoub, La moyenne des précipitations est de l'ordre de 375 mm/an, favorable au développement des activités agricoles, La température varie entre 4 et 43 °C.
- Un bioclimat continental, chaud et sec en été et pluvieux en hiver dans la province de Séfrou où les précipitations moyennes annuelles sont de l'ordre de 460 mm, les températures moyennes annuelles sont de 16 °C avec un maxima moyen de 25 °C et un minima de 9,5 °C. Les vents les plus dominants chauds et secs soufflent pendant l'été dans les directions Nord-Nord-est.
- Un bioclimat humide en zones montagneuses, aux alentours des jbelles Kandar et Bou Iblane, froid en hiver et tempéré en été, La moyenne des précipitations dépasse les 600 mm avec des grêles et des inondations suite aux averses.
- Un bioclimat subhumide à hiver froid à très froid dans les Montagnes du moyen Atlas plissé (Boulemane-Marmoucha) ;
- un bioclimat semi-aride à hiver tempéré à Fès avec des précipitations moyennes annuelles de 455 mm ; la température moyenne annuelle est de 16,7 °C ;
- Un bioclimat semi-aride à hiver très froid dans les hautes collines de Boulemane, avec la chute de neige et une pluviométrie d'environ 450 mm/an, et un été chaud au cours duquel quelques chutes de pluie surviennent souvent sous forme d'orages ;
- Un bioclimat Subhumide, avec des précipitations annuelles allant de 600 à 800 m, Cela concerne la chaîne du Rif, le Moyen et le Haut Atlas. Les températures hivernales sont diversifiées.

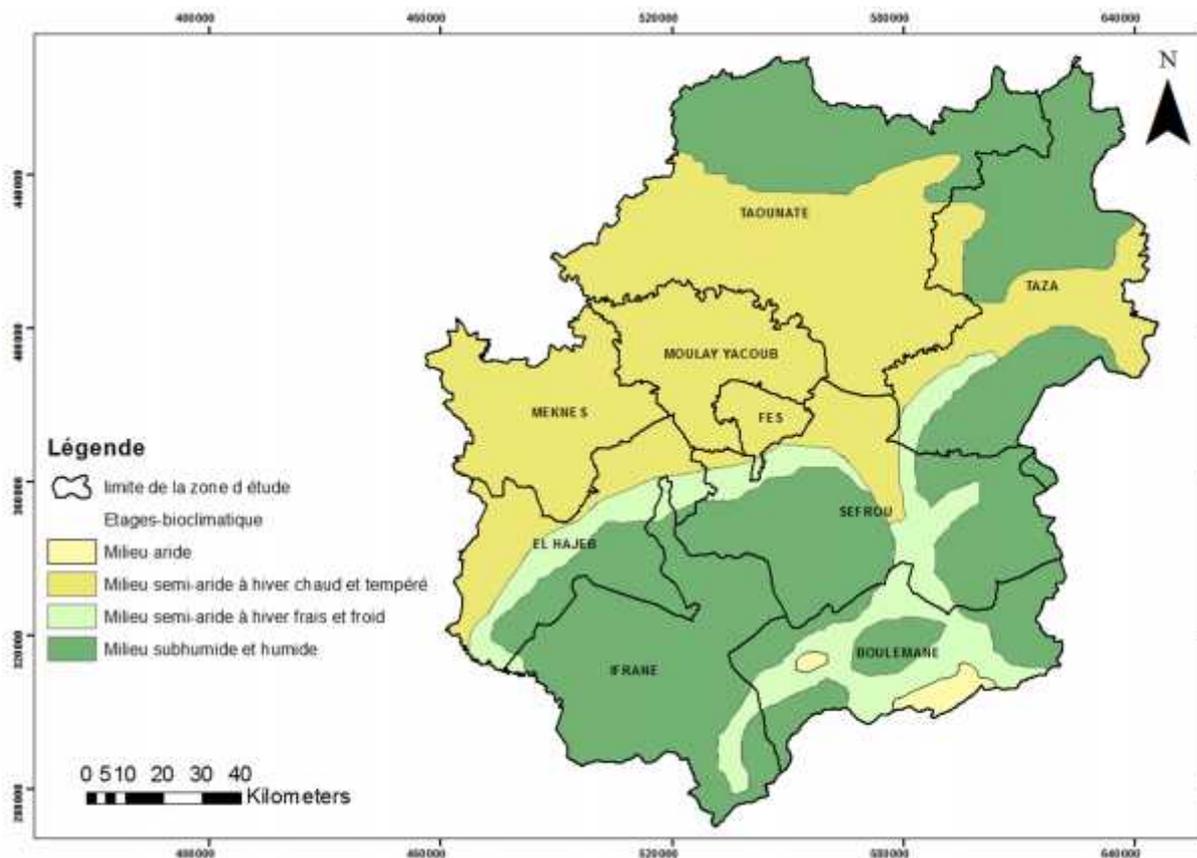


Figure. 17 : carte des étages bioclimatiques de la région Fès-Meknès

4. Les principaux événements climatiques de la région

Les orages : Dans le Saïs (17 à 18 jours/an) avec deux périodes favorables : fin de l'été et la fin du printemps. Dans les montagnes, les fréquences sont naturellement plus élevées, le Moyen Atlas étant plus affecté que le Rif.

Le brouillard en Avril et Mai.

La grêle : Les collines et les plateaux sont principalement touchés au début de l'hiver et du printemps. En montagne, le maximum est situé au printemps, mais les fortes fréquences se prolongent en été.

Les gelées fréquentes en hiver et des risques de gelées tardives au printemps ;

La neige : Les chutes de neige affectent la région pour des altitudes situées au-dessus de 800 mm. Ces événements sont enregistrés entre novembre et mars (le Moyen Atlas).

Le vent Chergui qui peut apparaître du mois de Mars jusqu'à la fin de Septembre.

Chapitre 5 : Formations forestières

Les forêts marocaines sont constituées de forêts naturelles de feuillus (Chêne Vert, Chêne-Liège, Chêne Tauzin, Arganier, Caroubier, Acacias, ...) et de résineux (Cèdre de l'Atlas, Thuya de Berbérie, Pin d'Alep, Pin Maritime, Pin Noir, Genévrier Thurifère, Genévrier Rouge, ...), réparties entre les différents étages bioclimatiques, du semi-aride à l'humide.

Dans la région de Fès-Meknès, Les formations forestières sont composées d'essences très hétérogènes, souvent claires et à structures très diverses ; Ces formations sont en majorité domaniales et s'étendent sur une grande surface de la région.

La Cédraie occupe les zones de montagne dans le Moyen Atlas et le Rif, Les Chênaies occupent les plaines et piémonts de montagne.

Le cèdre de l'Atlas occupe une tranche altitudinale moyenne comprise entre 1.600 et 2.400 m. Les principaux massifs s'observent dans le Rif, le Tazekka, le Moyen-Atlas central et oriental et le Haut-Atlas oriental (Mâasker et Ayachi). Son amplitude écologique est relativement large. Il s'encarte dans les bioclimats humide et subhumide froids et affiche une indifférence vis-à-vis de la nature chimique des substrats. Cette plasticité explique les variations assez grandes observées parmi les différents peuplements.

Parmi les formations forestières qui se trouve dans la région Fès-Meknès, il existe :

Le thuya de Berbérie : Il est par excellence l'arbre du bioclimat semi-aride tempéré et chaud, Les principaux massifs s'observent sur Atlas surtout central ,c'est un arbre de basse altitude, dépassant rarement 1.400 m.

Le pin d'Alep *Pinus halepensis* : Il est le résineux le plus répandu et le plus connu Il est présent dans le Rif, le Moyen-Atlas central, C'est un arbre de faibles exigences écologiques. Il est d'une grande rusticité et résiste assez bien à la sécheresse. Son optimum est situé dans le semi-aride tempéré, mais il pénètre largement dans le subhumide et dans les variantes fraîches et chaudes de ces deux bioclimats. Il est indifférent à la nature du substrat malgré une certaine préférence pour les affleurements schisteux ou marneux. Ses qualités écologiques et physiologiques (germination facile et croissance rapide) en font une très bonne essence de reboisement.

Le pin maritime : répartis entre le Rif (montagnes de Chefchaouen, de Ketama, etc.), le Moyen-Atlas (environs d'Ifrane, de Bou Iblane, de Bou Nacer, etc.), Le pin maritime se rencontre principalement dans le subhumide et l'humide tempérés, frais et froids, en général sur des marnes et des calcaires. Sa grande plasticité lui permet de s'associer à beaucoup d'autres arbres comme le cèdre, le chêne vert, le chêne kermès, le genévrier rouge, le genévrier oxycèdre.

Le chêne vert : Le chêne vert est répandu dans les bioclimats humide et subhumide, localement semi-aride, tempérés, frais et froids, sur tous les types de substrats. Ses peuplements sont très hétérogènes, mais les Chênaies vertes pures ne sont pas rares, De par sa plasticité écologique, sa résistance aux mutilations et son grand dynamisme, il est très présent dans le quotidien des forestiers, des exploitants et des populations rurales.

Le chêne-liège : Les principaux massifs s'observent dans le Rif, le Moyen-Atlas. C'est un arbre relativement thermophile, lié aux variantes non froides des bioclimats humide et subhumide, voire semi-aride en cas de compensation hydrique (nappe phréatique ou forte humidité de l'air).

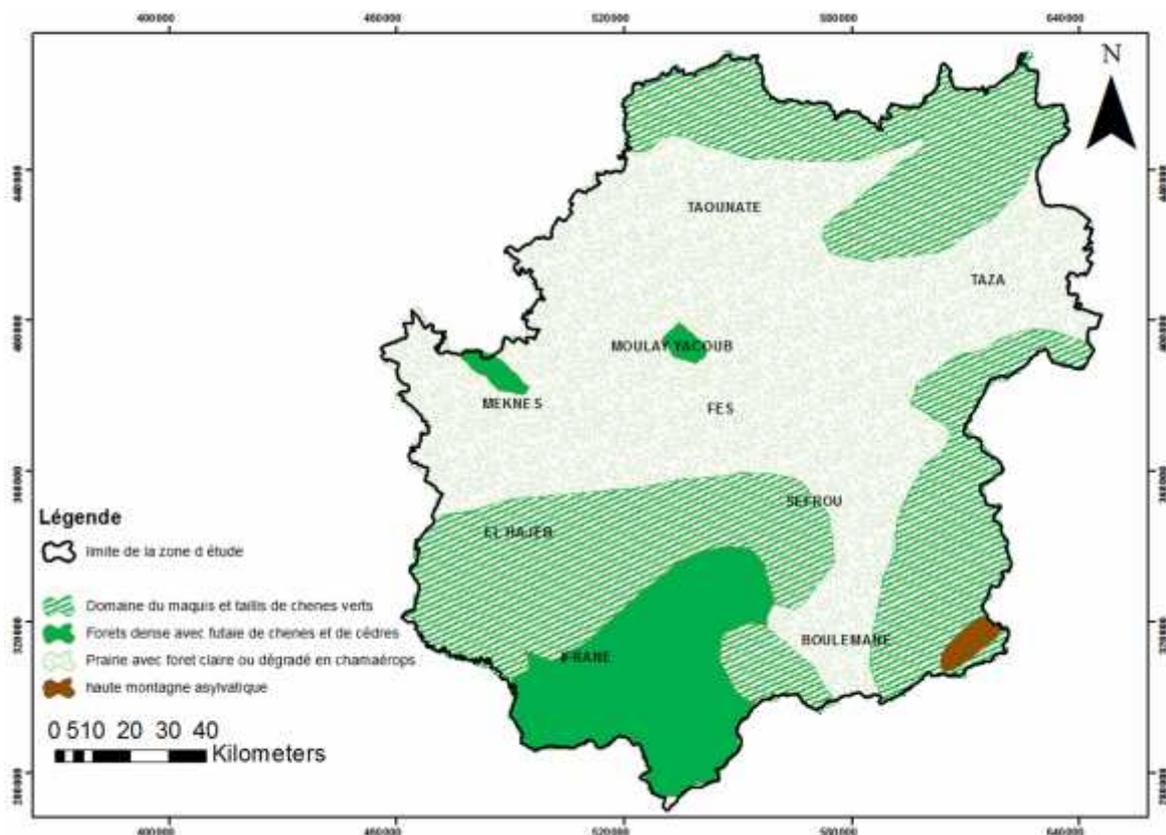


Figure. 18 : Carte des formations forestières de la région Fès-Meknès

Chapitre 6 : Contexte socio-économique

1. La population :

La région Fès-Meknès connaît, comme la plupart des régions du royaume, une expansion démographique qui se caractérise par une évolution de la population et du taux d'accroissement annuel moyen.

1.1.Effectif de la population

Il ressort des résultats du recensement général de la population et de l'habitat de 2014 que l'effectif de la population légale du royaume a atteint, au 1er septembre 2014, le nombre de 33.848.242 dont 33.762.036 marocains et 86.206 étrangers. Le nombre de ménages est de 7.313.806.

En comparaison avec le Recensement de 2004, l'effectif de la population du Royaume a enregistré un accroissement absolu de 3.956.534 personnes, soit un taux d'accroissement global de 13,2% et un taux d'accroissement annuel moyen de 1,25% durant la période intercensitaire 2004-2014 contre 1,38% pour la période intercensitaire 1994-2004.

1.2.Répartition régionale

Selon le nouveau découpage régional en 12 régions, 70,2% de la population marocaine se concentre au niveau de cinq régions dont la population dépasse les trois millions d'habitants chacune. La région du Grand Casablanca-Settat est classée en tête avec une population de 6.861.739, soit une part de 20,3% de la population totale du pays, suivie par les régions de Rabat-Salé-Kénitra avec une population de 4.580.866 (13,5%), de Marrakech-Safi avec 4.520.569 personnes (13,4%), de Fès-Meknès avec une population de 4.236.892 (12,5%) et enfin de Tanger-Tétouan-Al Hoceima avec une population de 3.556.729 (10,5%). Le reste de la population du Maroc se répartit entre les autres régions avec des parts allant de 7,9% pour la région de Souss-Massa à 0,4% pour la région de Dakhla-Oued Eddahab.

Tableau 2 : Populations légales selon les douze nouvelles régions

Région	Recensement 2004	Recensement 2014				Taux d'accroissement annuel moyen	Catégories
	Population	Population	%	Etrangers	Ménages		
Grand Casablanca-Settat	5 890 609	6 861 739	20,3	31 239	1 559 404	1,54	Régions dont la population dépasse 3 millions d'habitants
Rabat - Salé-Kenitra	4 023 217	4 580 866	13,5	20 212	1 015 107	1,31	
Marrakech- Safi	3 983 659	4 520 569	13,4	8 636	928 120	1,27	
Fès – Meknès	3 873 214	4 236 892	12,5	5 728	919 497	0,9	
Tanger -Tétouan- Al Hoceïma	3 068 833	3 556 729	10,5	7 453	7 99 124	1,49	
Souss – Massa	2 324 142	2 676 847	7,9	4 914	601 511	1,42	Régions dont la population varie entre 1 et 3 millions
Beni Mellal- Khénifra	2 307 566	2 520 776	7,4	1 262	520 174	0,89	
Oriental	2 102 781	2 314 346	6,8	3 954	494 530	0,96	
Darâa-Tafilalet	1 493 595	1 635 008	4,8	796	277 998	0,91	
Guelmim –Oued Noun	408 147	433 757	1,3	347	90 202	0,61	Régions dont la population est inférieure à 1 million
Laâyoune - Sakia El Hamra	316 578	367 758	1,1	777	78 754	1,51	
Dakhla-Oued Eddahab	99 367	142 955	0,4	888	29 385	3,7	
Total	29 891 708	33 848 242	100	86 206	7 313 806	1,25	

Taux d'accroissement de la population entre 2004 et 2014 par région : 12 régions

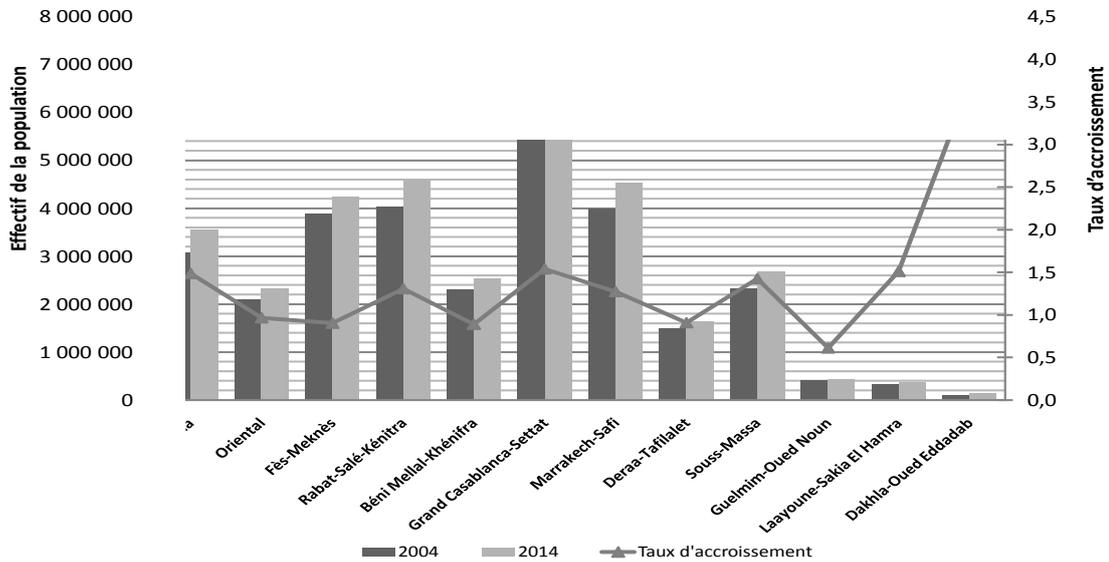


Figure. 20 : le taux d'accroissement de la population entre 2004 et 2014 par région

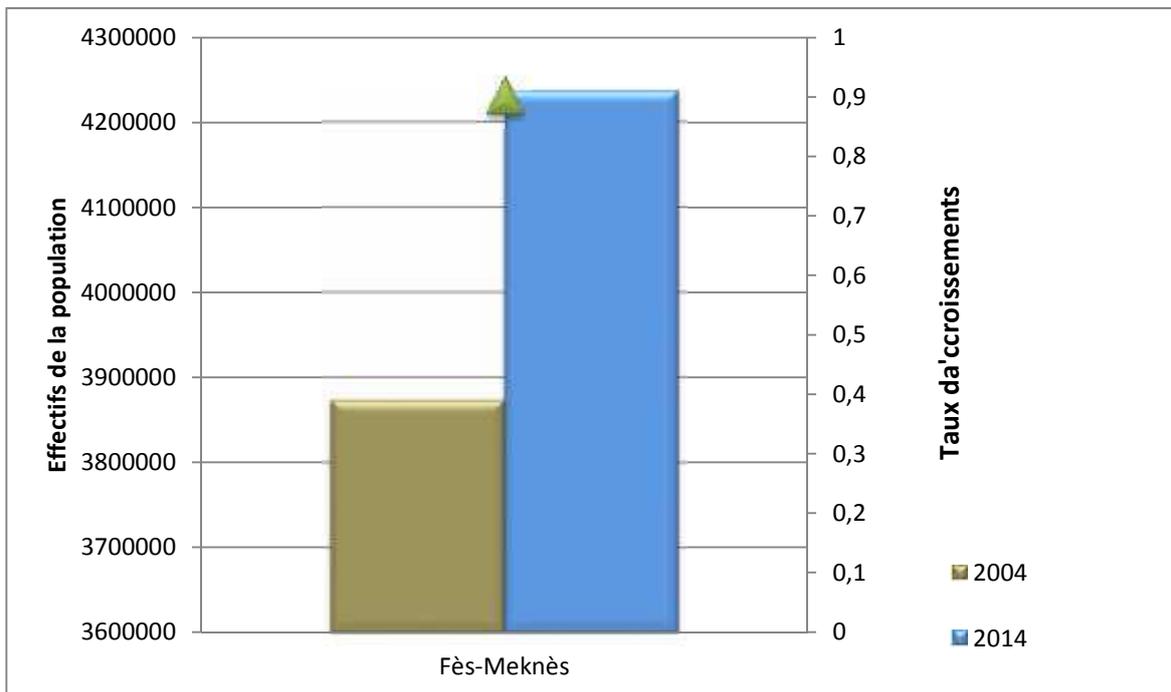


Figure. 21 : le taux d'accroissement de la population entre 2004 et 2014 dans la région Fès-Meknès

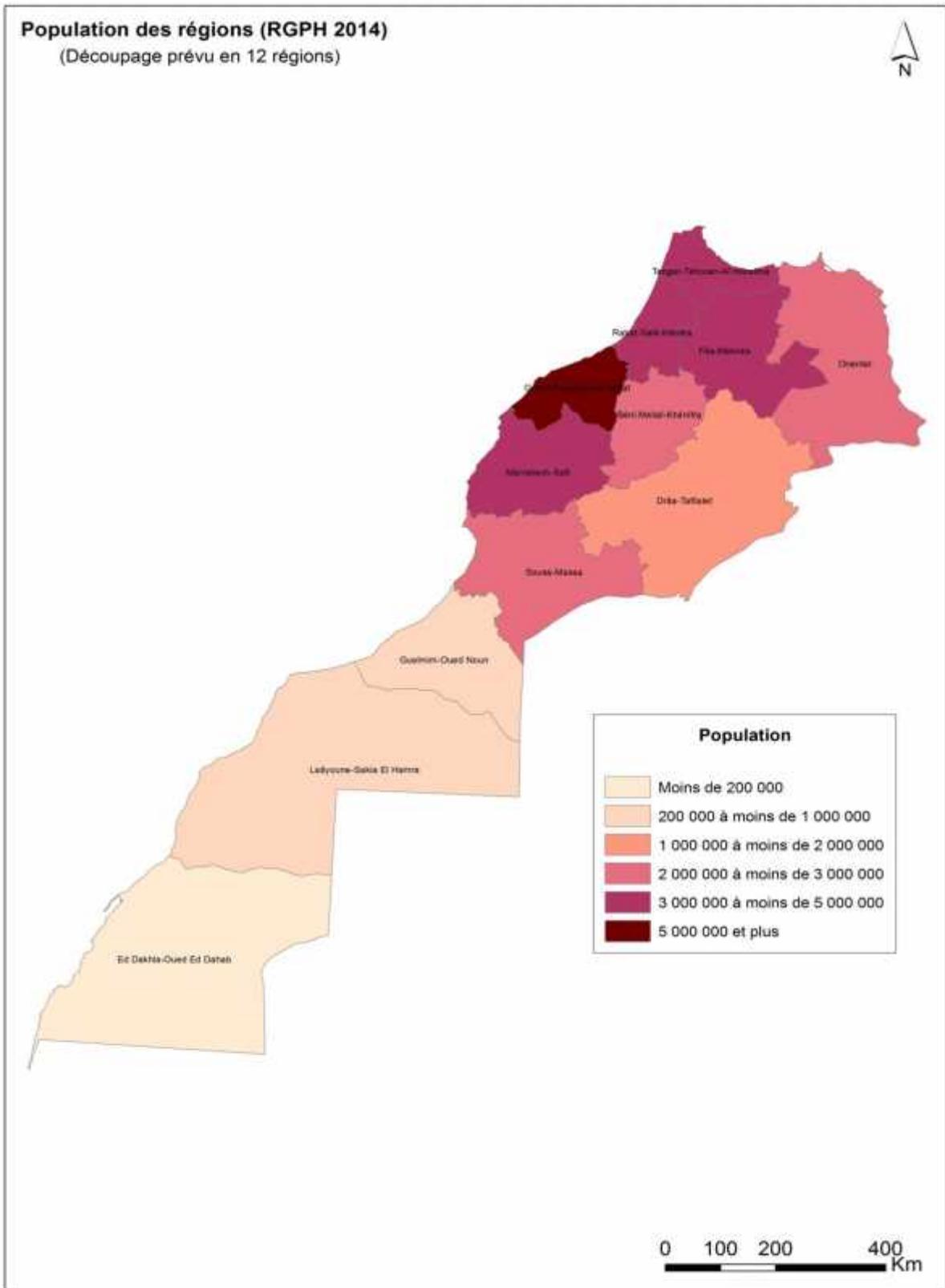


Fig.22 : Carte de la population des douze régions (RGPH 2014)

Tableau 3 : Province, préfecture, municipalité et arrondissement de la région Fès-Meknès

Province, Préfecture	Municipalité (Mun.), Arrondissement (Arrond.)	Ménages	Population	Etrangers	Marocains
Préfecture: Meknès	Meknès (Mun.)	126 319	520 428	1 132	519 296
	Al Machouar - Stinia (Mun.)	1 264	4 664	11	4 653
	Boufakrane (Mun.)	2 902	12 941	15	12 926
	Toulal (Mun.)	4 434	19 077	19	19 058
	Moulay Driss Zerhoun (Mun.)	3 022	11 615	12	11 603
	Ouislane (Mun.)	19 562	87 910	30	87 880
Province: Boulemane	Boulemane (Mun.)	1 803	7 104	2	7 102
	Imouzzer Marmoucha (Mun.)	1 027	4 213	0	4 213
	Missour (Mun.)	5 923	25 584	13	25 571
	Outat El Haj (Mun.)	3 523	16 388	1	16 387
Province: El Hajeb	Agourai (Mun.)	3 770	16 651	8	16 643
	Ain Taoujdate (Mun.)	6 486	28 288	12	28 276
	El Hajeb (Mun.)	8 633	35 282	18	35 264
	Sabaa Aiyoun (Mun.)	5 570	26 277	6	26 271
Préfecture: Fès	Agdal (Arrond.)	37 421	142 407	1 457	140 950
	Méchouar Fès Jdid (Mun.)	5 416	20 560	23	20 537
	Saïss (Arrond.)	48 983	207 345	1 413	205 932
	Fès-Médina (Arrond.)	17 342	70 592	212	70 380
	Jnan El Ouard (Arrond.)	43 333	201 011	47	200 964
	El Mariniyine (Arrond.)	47 898	209 494	109	209 385
	Zouagha (Arrond.)	57 346	260 663	254	260 409
Province: Ifrane	Azrou (Mun.)	13 854	54 350	73	54 277
	Ifrane (Mun.)	3 373	14 659	237	14 422
Province: Sefrou	Bhalil (Mun.)	3 468	12 997	9	12 988
	El Menzel (Mun.)	3 142	12 641	6	12 635
	Imouzzer Kandar (Mun.)	4 571	19 125	20	19 105
	Ribate El Kheir (Mun.)	3 979	16 739	17	16 722
	Sefrou (Mun.)	20 236	79 887	118	79 769
Province: Taounate	Ghafsai (Mun.)	1 546	6 361	20	6 341
	Karia Ba Mohamed (Mun.)	4 158	18 762	9	18 753
	Taounate (Mun.)	8 583	37 616	24	37 592

	Thar Es-souk (Mun.)	1 165	5 182	0	5 182
	Tissa (Mun.)	2 298	11 195	0	11 195
Province: Moulay Yacoub	Moulay Yacoub (Mun.)	982	4 612	1	4 611
Province: Taza	Aknoul (Mun.)	1 038	4 403	0	4 403
	Oued Amlil (Mun.)	2 154	10 405	2	10 403
	Tahla (Mun.)	6 242	27 729	6	27 723
	Taza (Mun.)	34 425	148 456	103	148 353

La population de la région Fès-Meknès représente 12.5% de la population au niveau national. Selon les résultats du recensement 2014, cette région est composée de 4 236 892 habitants avec 5 728 étrangers, 919 497 ménages et un taux d'accroissement annuel de 0.9% par rapport au résultat du recensement 2004.

Partie 2 :

RESSOURCES EN EAUX DE LA REGION FES-MEKNES

Chapitre 1 : Réseau hydrographique

La région de Fès-Meknès s'inscrit dans une partie du moyen atlasique qui constitue le "château d'eau du Maroc", puisque quatre importants fleuves y prennent leur source. Il s'agit de la Moulouya, du Bouregreg, de l'Oum Erbia et du Sebou. Ces fleuves jouent un rôle vital pour le développement socioéconomique du Royaume, puisqu'ils permettent l'irrigation de très importantes superficies agricoles dans la partie aval de leur bassin versant et l'alimentation en eau potable des villes qui s'y trouvent.

L'oued Sebou est le fleuve le plus abondant du réseau national, il prend sa source sous l'appellation d'oued Guigou dans le Moyen Atlas à 2030 m d'altitude. Il sillonne une longueur d'environ 500 km avant d'atteindre son exutoire dans l'océan atlantique à Mehdiya (province de Kénitra). Ce cours d'eau draine un important bassin versant d'une superficie de 40 000 km² environ. Le long de son parcours, l'oued Sebou intercepte plusieurs affluents venus de régions contrastées. Les affluents les plus importants sont Ouergha dans le Rif, Inaouene et Lebene dans le couloir de Taza au contact du Rif et du Moyen Atlas ainsi que les oueds Beht et Rdom dans le plateau central.

L'importance des cours d'eau qui parcourent la région (Oued Sebou, Oued Ouergha, Oued Innaouen, Oued Guigou, Oued R'dom, Oued Mikkès, etc.) et de leur bassins versants (Sebou, Ouergha, etc.) ainsi que le niveau élevé de la pluviométrie enregistrée dans la plupart des stations météorologiques qui y sont implantées, confèrent à la région Fès-Meknès un potentiel hydrographique.

En général, la production de l'eau potable provient du traitement des eaux souterraines et superficielles. Toutefois les réserves de la région de Fès-Meknès en eaux souterraines sont importantes vu l'abondance des formations géologiques perméable permettant la pénétration des eaux de pluies et de neiges fondues.

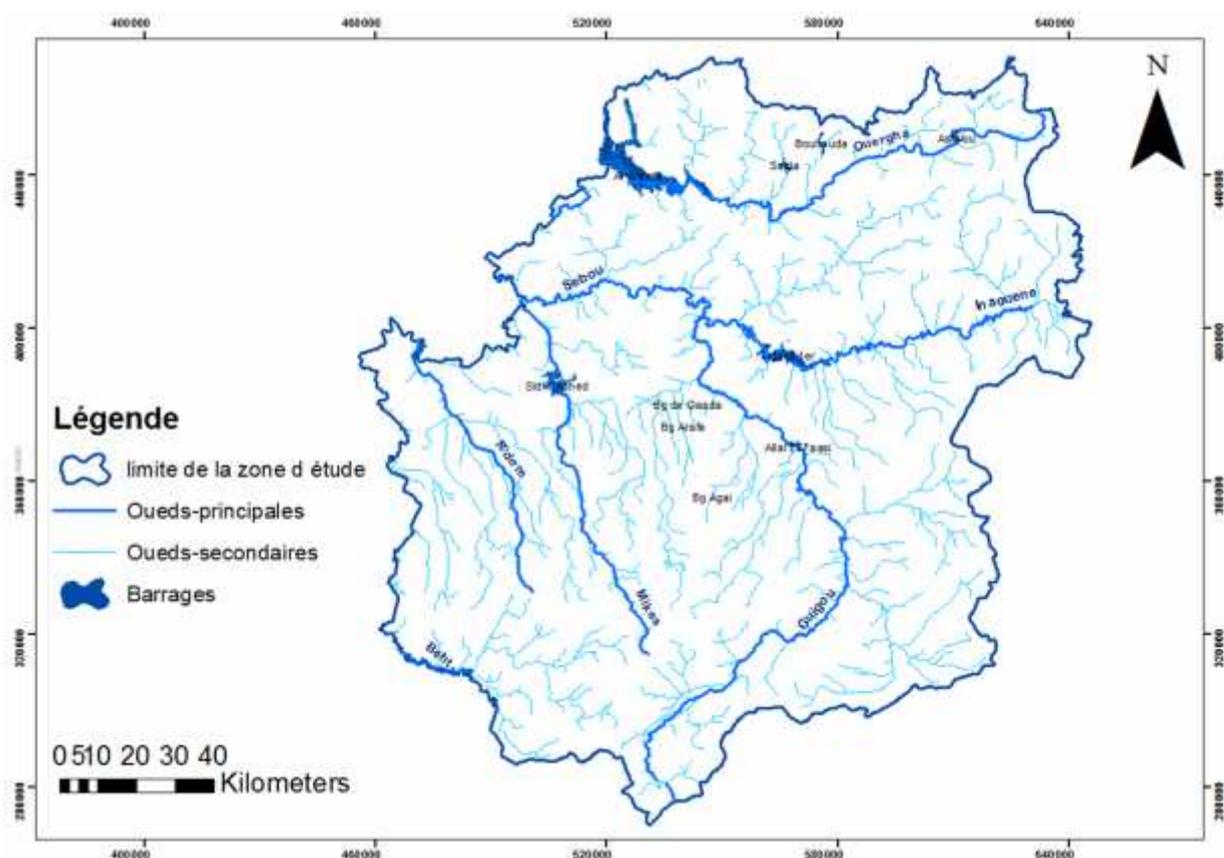


Figure 23 : Carte du réseau hydrographique de la région Fès-Meknès

Tableau 4 : Les principaux cours d’eaux de la région Fès-Meknès

Cours d'eau	Longueur en (km)
Sebou	212.05
Ouergha	206.62
Mikkès	155.92
Beht	20.62
R'dom	85.1
Guigou	99.72
Inaouène	155.72

1. Sources

La région de Fès-Meknès est drainée par une multitude de sources caractérisées par :

La variabilité de leurs débits : de quelques l/s à plus d'un m³/s ;

Leur origine (nappe phréatique, profonde ou mixte) ;

Leur température : sources thermales de Sidi Harazem (30 à 33 °C), Moulay

Yacoub (54 °C) et A. Skhounat (38 °C).

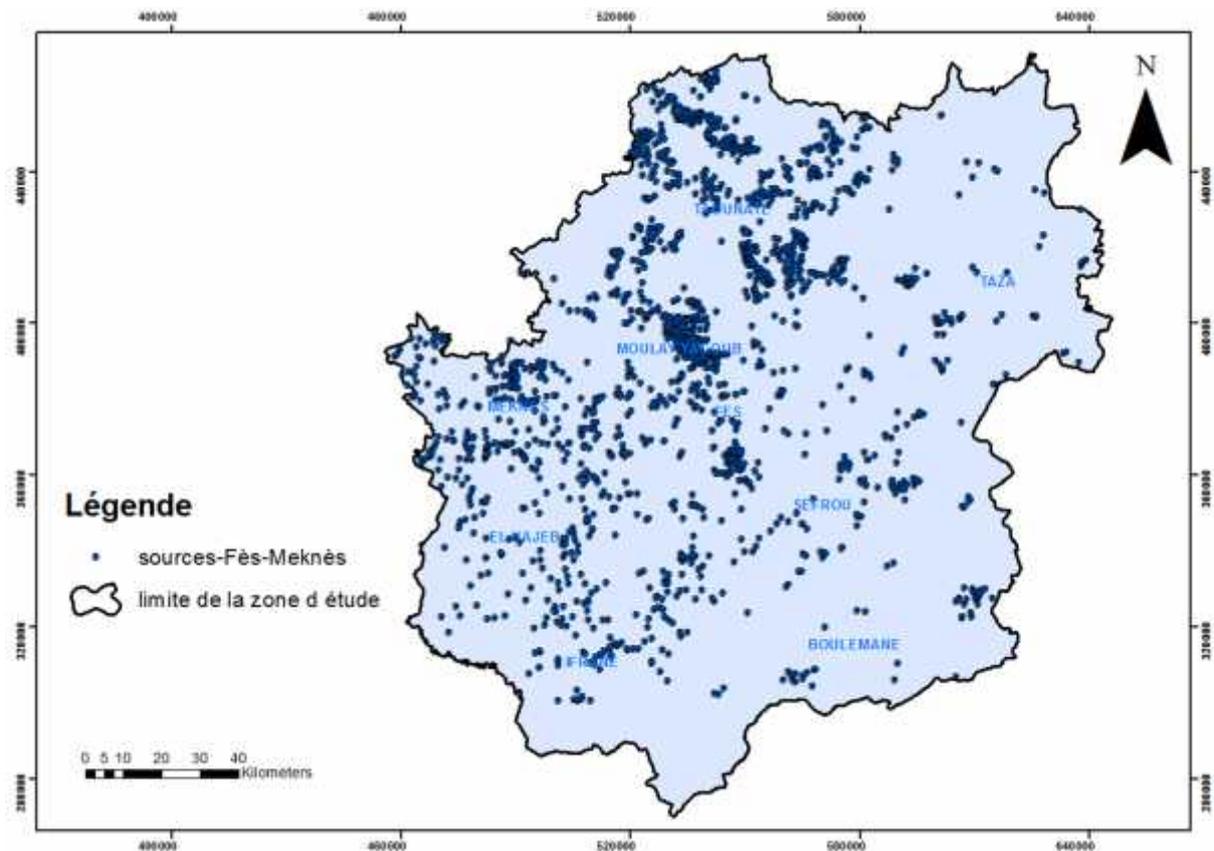


Figure 24 : Carte des sources de la région Fès-Meknès

Tableau 5 : les principales sources de la région Fès-Meknès

Préfectures/Provinces	Sources	Usage
Fès	Sidi hrazem	
Taounate	Ain cheikh	
	Ain labsal	
	Ain el bir	AEP
Meknès	AIN bitit	
Moulay Yacoub	Ain ras el ma	
	Ain boukhnafer	AEP
	Ain bourkaiz	AEP
	Smene	
Boulemane	Ain tadourt	
	Ain tattou	
	Ain tit zil	AEP+irrigation
	Ain rakhou	
	Ain tissaf	Irrigation
El hajeb	Ain boujaoui	
Taza		
Ifrane	Ain vitel	

2. Le thermalisme dans la région Fès-Meknès

La région de Fès- Meknès est dotée d'une multitude de sources d'eaux minérales. Mais seule Sidi Harazem et Moulay Yacoub constituent vraiment des stations thermales au sens propre du terme.

• La station de Moulay Yacoub

Moulay Yacoub est un petit village berbère situé à 20 kilomètres au nord-ouest de Fès au niveau des derniers contreforts méridionaux du Rif, dans un décor de collines argileuses d'aspect lunaire. C'est un lieu qui est connu dans tout le Maroc et au-delà depuis des siècles. Ce village est limité au nord, au sud et à l'est par la commune rurale Sebaa Rouadi, et à l'ouest par la commune rurale Mikkes. Moulay Yacoub bénéficie de ce que les géographes appellent un « microclimat » plus chaud que le reste de la région.

Du point de vue socio-économique et en l'absence d'une exploitation organisée, il s'est créé autour du point d'eau et, dès sa découverte, un groupement humain qui donna lieu à une vie sociale assez complexe, appelé commune de Moulay Yacoub. Ce groupement est hétéroclite, composé d'éléments de différents horizons du Maroc. A Moulay Yacoub, les terrains d'âge jurassique constituent la formation principale de la région. Cependant, l'élément le plus important du point de vue thermal est le trias. On suppose alors que l'eau a circulé dans le

jurassique puis a remonté le long d'une faille injectée de trias. Enrichie de minéraux et réchauffée tout au long de son parcours, elle est finalement amenée à refaire surface sous forme de source.

Et cette nature des couches géologiques que les eaux traversent procure aux eaux une diversité et une qualité exceptionnelle. Cette qualité de la source de Moulay Yacoub provient de la composition, de la densité et de la radioactivité de ses eaux. La renommée de ce site repose sur les vertus thérapeutiques de ses eaux dues essentiellement à leur riche minéralisation chlorurée et sulfurée, mais également sur la composante mystico-religieuse matérialisée par le Marabout du Saint qui a donné son nom au village, et par le tombeau de Lalla Chafia érigé sur une colline qui domine le site.

La station thermale est gérée par la société thermo-minérale de Moulay Yacoub « SOTHERMY » qui succède la société financière de Fès. Cette station est composée de deux sites :

- Le site ancien, toujours fonctionnel, et qui se trouve en bas de la colline, avec des locaux d'hébergement et commerciaux. Ce site reçoit annuellement 800 000 visiteurs, environ.
- Le site nouveau « équipé » par un seul café, et relativement loin de l'agglomération communale. Il reçoit annuellement un peu plus de 200 000 visiteurs. A l'entrée du village, on trouve un hôtel classé (4 étoiles) avec 60 bungalows, destinés à l'hébergement des visiteurs et touristes de la station thermale.

- **La station de Sidi Harazem**

Sidi Harazem se situe à 12 kilomètres de Fès, et à 2 kilomètres de la route nationale n° 6 liant Casablanca avec Oujda. Il s'agit d'une station thermale dotée d'une source chaude magnésienne de 35 °C. On peut également relever l'existence de deux sites :

- L'ancien Sidi Harazem, malheureusement fermé, on peut y voir le marabout de Sidi Harazem entouré d'un « beau » jardin.
- Le nouveau Sidi Harazem, se résume à un rêve de béton avec les bassins où l'eau ne coule pas souvent. Une fontaine installée sous une superstructure en béton dispense son eau chaude aux visiteurs munis de bidons. Il accueille aux alentours de 600 000 visiteurs, suivant les estimations des autorités publiques.

Le douar de Sidi Harazem était constitué à l'origine d'habitations en pisé et en roseaux regroupées, là aussi, autour des sources et du marabout. Les terrains appartenaient dans leur

majorité à quelques notables de Fès qui les cédaient en location. Le centre jouissait d'une grande popularité et sa réputation était non seulement liée aux vertus de ses eaux, mais aussi à un environnement qui était perçu par les Fassis comme favorable au repos et à la remise en forme. Cet environnement se trouve entre deux collines couvertes de verdure. Les pentes du terrain sont relativement fortes et atteignent par endroits, des valeurs supérieures à 20 %.

Le site de Sidi Harazem a bénéficié d'une véritable opération d'assainissement. Mais, le déplacement du village a vidé la station de son contenu. L'afflux de la clientèle aisée se fait toujours attendre et l'activité économique induite, s'est déplacée avec les habitants au douar Skhinat. Ce site comprend un établissement thermal, un hôtel classé (4 étoiles) et deux piscines avec des activités commerciales et artisanales parallèles, dans un cadre agréable.

Les eaux minérales de Sidi Harazem, à côté des vertus thérapeutiques, peuvent être utilisées comme eaux potables de table. Par comparaison avec l'eau de Sidi Ali, l'eau de Sidi Harazem est légèrement salée. La Société Thermale de Sidi Harazem (SOTHERMA), filiale de la Caisse de Dépôt et de Gestion, s'occupe de l'embouteillage et la commercialisation des eaux de table. Celle-ci est installée sur la route nationale n° 6 à 2 kilomètres de la source.

L'alimentation en eau potable et industrielle des principales agglomérations de la région (Fès, Meknès, Taza) est assurée essentiellement à partir des eaux souterraines (forages et captages des sources).

1. Les ressources en eaux souterraines de la région Fès-Meknès

1.1. Nappe phréatique du bassin du Saïs

D'une superficie d'environ 2100 Km², la nappe phréatique circule principalement dans des grès et des conglomérats reposant sur des sables plus ou moins argileux au centre et à l'Ouest de la plaine, tandis qu'à l'Est, la nappe est siégée dans des calcaires lacustres.

Dans la plus grande partie du Bassin, l'épaisseur de l'aquifère varie de 20 à 50 m. Elle devient plus importante dans les cuvettes miocènes : tel est le cas au SE de Ain Lorma (30 à 70 m).

➤ Piezométrie de la nappe :

Les niveaux piézométriques varient entre environ 300 m au Nord- Est de la nappe et plus de 900 m au niveau de la limite Sud-Ouest du bassin, de part et d'autre de la ville d'EL Hajeb (Fig. 25).

L'écoulement général de la nappe se fait du SSE (piémont du causse atlasique) vers le NNE (rides pré-rifaines) dans le plateau de Meknès et du SSW vers le NNE dans la plaine de Fès.

L'historique piézométrique de la nappe montre des variations du niveau piézométrique en fonction des années avec une tendance générale à la baisse, avec une moyenne d'environ 1 m/an (Fig. 26).

Cette baisse quasi-générale des niveaux de la nappe est la conséquence directe du déficit pluviométrique, qui dure depuis le début des années 80 et de l'augmentation des prélèvements agricoles par pompage qui en découlent.

A l'exception des cinq dernières années (2010-2011-2012-2013-2014) ou on remarque une légère augmentation du niveau piézométrique.

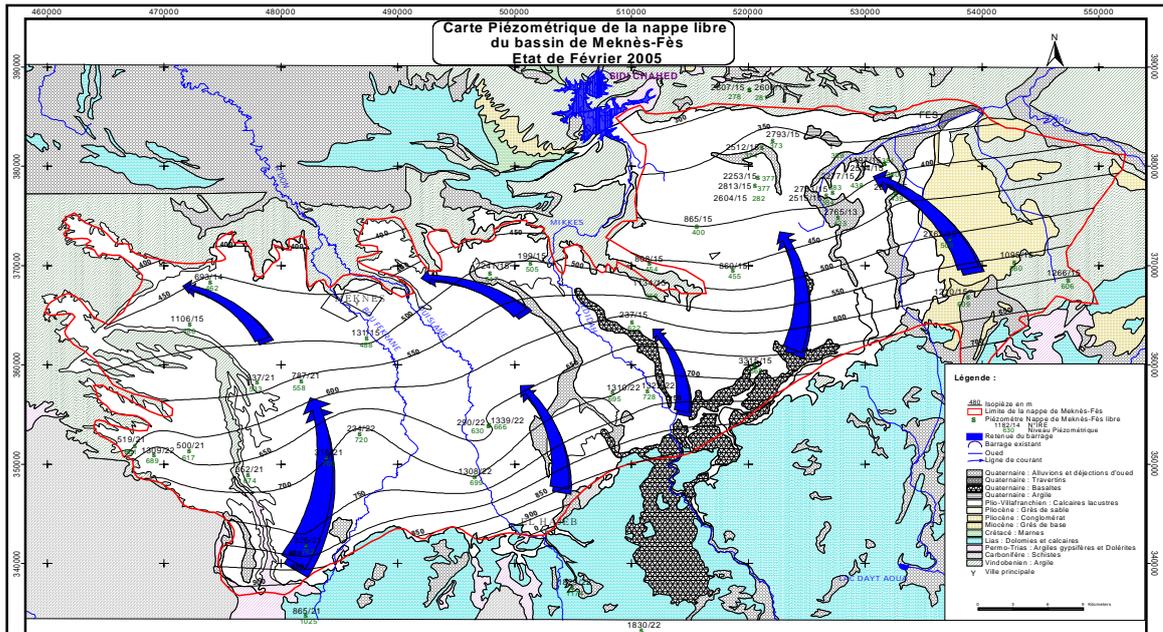


Figure 25.b: Carte piézométrique de la nappe libre du bassin de Fès - Meknès Février 2005

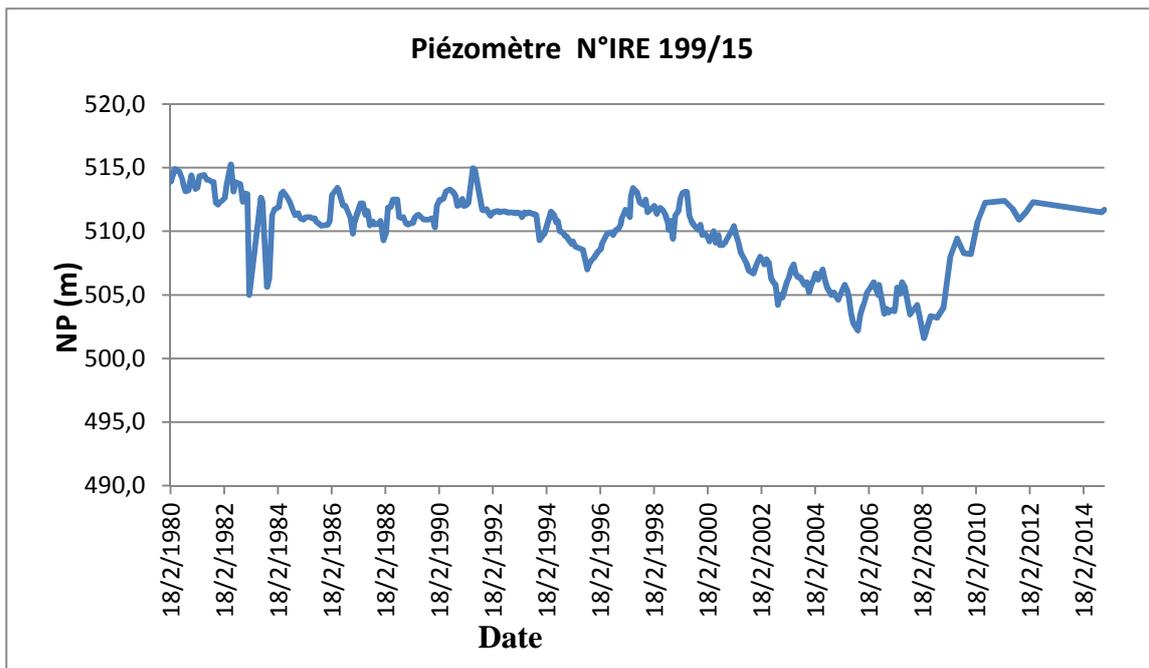


Figure. 26 : Historique piézométrique du secteur central de la nappe phréatique du bassin de Fès-Meknès

1.2.Nappe profonde

L'aquifère profond du bassin Fès- Meknès, couvre une superficie d'environ 3500 Km², et siège dans les formations calcaires dolomitiques du Lias fortement fissurées. Sous l'effet de la tectonique, l'aquifère est subdivisé en plusieurs panneaux (Saïs, Haj Kaddour, Meknès...) qui sont probablement inter-communicants par endroits.

L'épaisseur de l'aquifère varie de quelques dizaines de mètres sur la bordure sud à 760 m au Nord de la plaine.

➤ Piézométrie de la nappe :

Les cotes de la surface piézométrique de la nappe varient entre 1000 m au sud (au voisinage d'EL Hajeb) et moins de 350 m au nord au niveau de la limite N-W du bassin de Fès (Fig. 27). L'écoulement général de la nappe se fait du sud vers le NNE dans le bassin de Fès et vers le NNO dans le plateau de Meknès.

La carte montre également une forte dépression au SW de Ras EL Ma, due vraisemblablement à l'action combinée des prélèvements intensifs de la nappe à cet endroit et à sa mauvaise productivité, conséquence de la diminution de l'épaisseur des calcaires et dolomies du Lias.

La nappe connaît une baisse continue de ses niveaux depuis le début des années 80. Cette baisse est beaucoup plus importante dans le plateau de Meknès où elle est d'environ 2,6 m/an et varie entre 1,4 et 1,9 m/an dans le bassin de Fès.

L'analyse de l'historique piézométrique du piézomètre 290/22 montre une baisse du niveau, ceci est due à la surexploitation de la nappe (Fig.28)

La baisse approximative moyenne des niveaux de la nappe peut être estimée à environ 2 m/an.

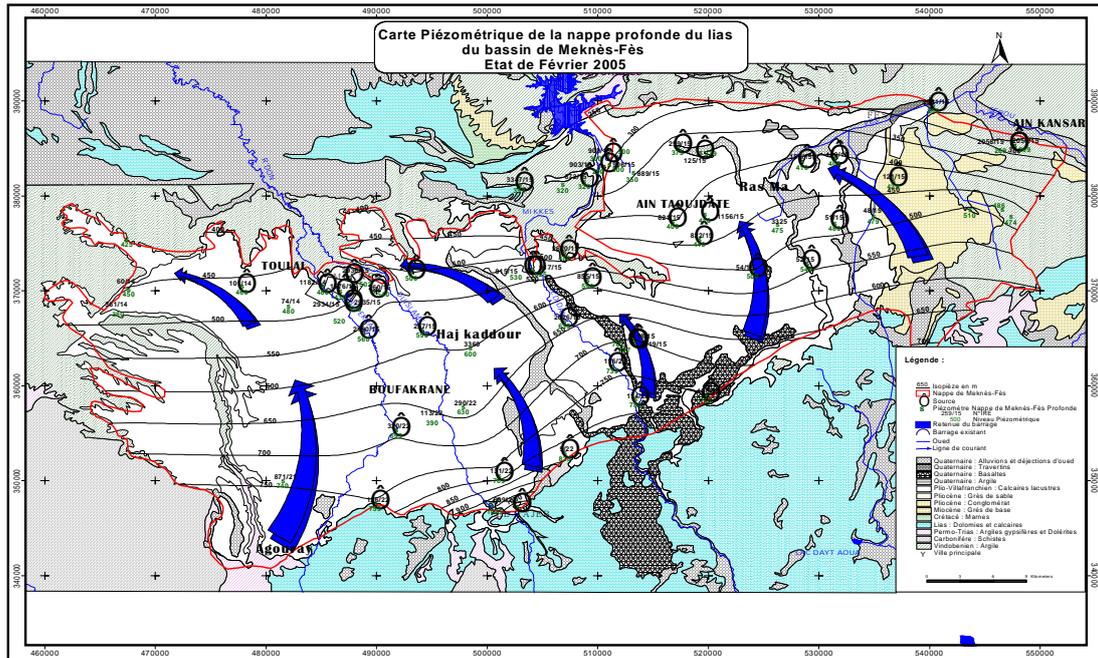


Figure. 27 : Carte piézométrique de la nappe profonde du Lias du bassin Fès Meknès en Février 2005 (ABHS)

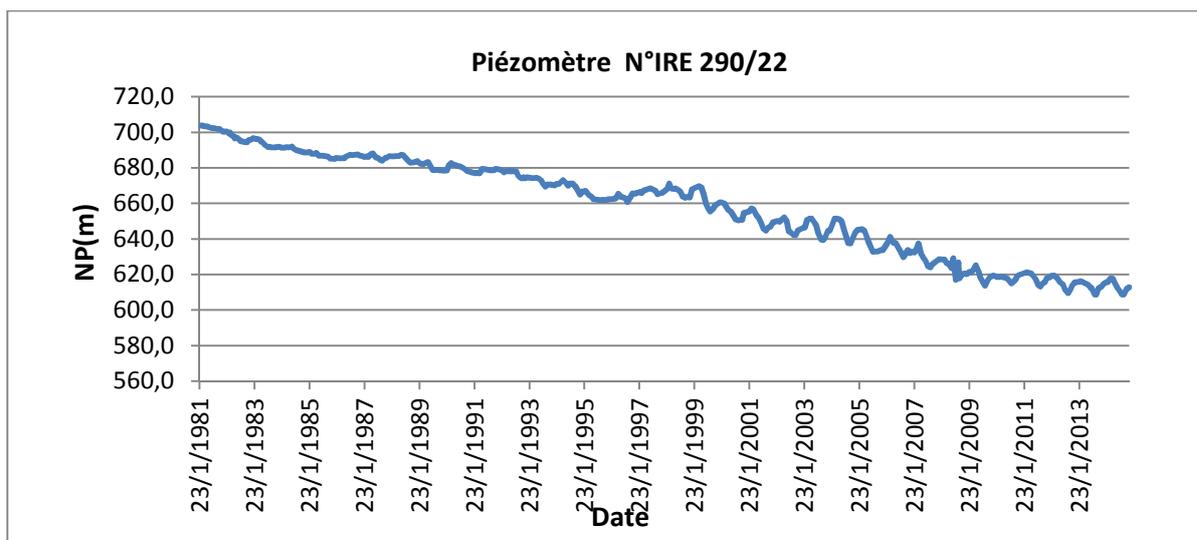


Figure.28 : Historique piézométrique de la nappe du Lias (Sud du plateau de Meknès)

1.3. Nappe des Causses moyens Atlasiques

D'une superficie de l'ordre de 4600 Km², la nappe des Causses moyen atlasiques est encadrée entre le bassin de Fès Meknès au nord et le Moyen Atlas au Sud. Cet aquifère est formé par des terrains carbonatés plus ou moins tabulaires du Lias. Sa géométrie et ses caractéristiques hydrogéologiques ne sont pas bien connues.

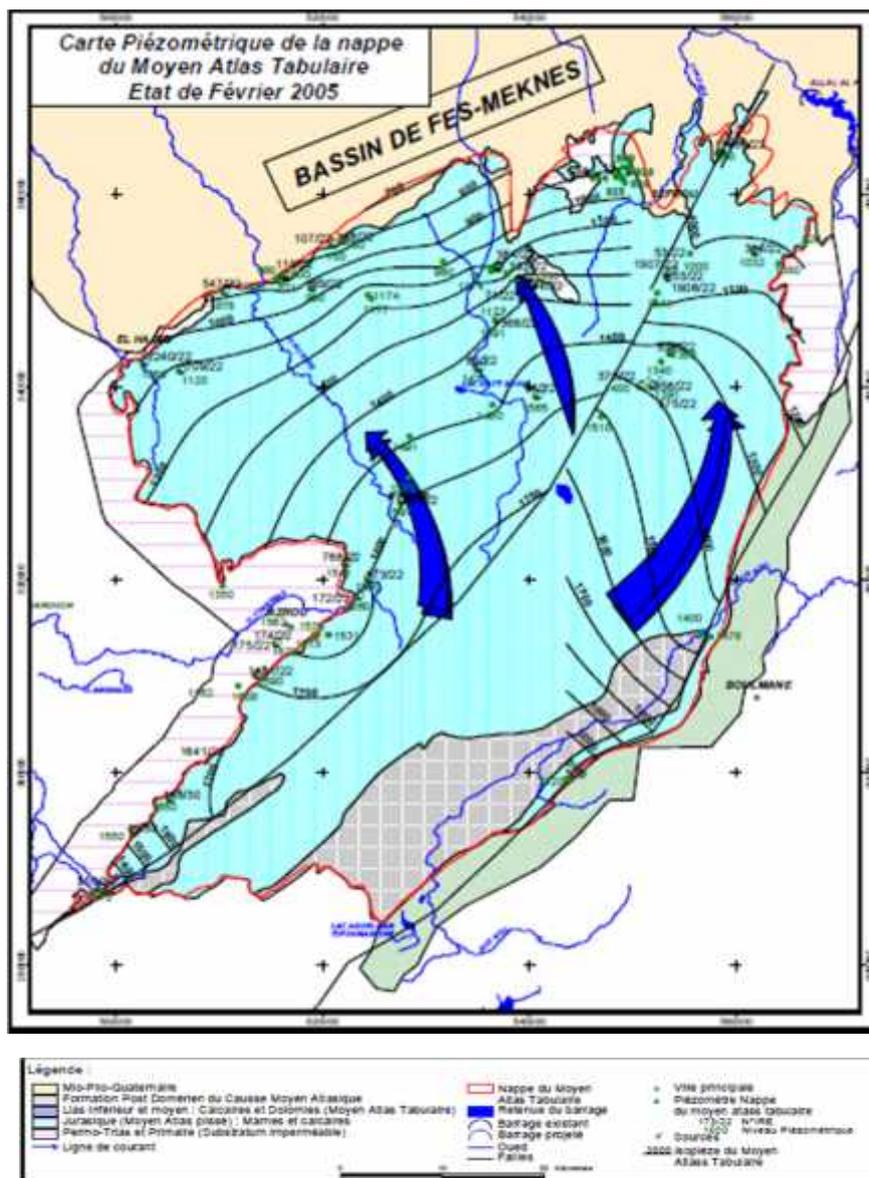


Figure. 29 : carte piézométrique de la nappe du cause moyen atlasique Février 2005

1.4. Nappe du Moyen Atlas plissé

La nappe du Moyen- Atlas plissé d'une superficie d'environ 4200 km², occupe les terrains situés au Sud-est du bassin de Sebou et assure l'écoulement des grandes sources du haut Sebou (principalement la source de Sebou : 2 m³/s). C'est un système multicouche dont le principal aquifère est constitué par les carbonates du Lias inférieur. La géométrie de ce système aquifère et ses caractéristiques hydrogéologiques ne sont pas bien connues.

1.5. Nappe du couloir Fès-Taza

Le couloir de Fès-Taza couvre une superficie d'environ 1200 km². Il renferme deux niveaux aquifères d'importance inégale.

- Le premier est représenté par les grès du Miocène de faible potentiel mobilisable,
- Le second est représenté par les carbonates liasiques constituant l'aquifère principal de la zone. Sa ressource mobilisable est estimée à 267 Mm³/an.

Ce dernier est subdivisé en plusieurs compartiments différents (au moins 11), résultat des mouvements tectoniques subis par le bassin. Ces compartiments sont généralement limités par des failles et drainés par plusieurs sources. Cette structure rend difficile une caractérisation hydrogéologique précise de l'aquifère.

➤ Piézométrie

La carte piézométrique tracée à partir des relevés de Février 2005 (Fig. 30) montre que dans le secteur Sud-Ouest du couloir, la nappe du Lias, en charge sous les marnes, s'écoule vers le Nord avec une pente comprise entre 2 et 3%. Les exutoires de la nappe dans ce secteur sont quatre sources principales (El Ouali, Lekseb, Atrouss et Skhounate) localisées à proximité du confluent des oueds Sebou et Lyhoudi. Les sources de Lekseb, Atrouss et Skhounate sont alignées suivant une direction Sud-Ouest/Nord-Est, pouvant correspondre à un alignement tectonique. Les sources de Skhounate, Atrouss et Lekseb sortent de griffons karstifiés dans les grès conglomératiques calcaires de la base du Miocène qui recouvrent le Lias dolomitique sur une épaisseur de quelques mètres. La source d'El Ouali sort de bancs dolomitiques et calcaires situés immédiatement sous les grès de base du Miocène.

Plus à l'Est, en amont du barrage d'Allal El Fasi, la nappe liasique s'écoule vers le Nord avec un gradient de l'ordre de 2,5%. Cette nappe, libre jusqu'à environ 8 km du barrage, devient captive à l'aval sous les formations miocènes.

Dans la partie centrale du couloir Fès-Taza, la piézométrie de la nappe reflète les conditions de gisement du Lias : le gradient d'écoulement très élevé (de l'ordre de 8%) sur les pourtours du Tazzeka s'abaisse à 1% sous la Rhomra. Cette diminution progressive du gradient vers l'aval traduit les conditions géométriques de piedmont dans la partie proche du Tazzeka et l'effet d'écran étanche créé vers le Nord par le chevauchement rifain.

Dans le versant Nord-Ouest du Tazzeqa, le Lias affleure largement et n'est recouvert que très partiellement à l'extrême Nord du couloir. Il s'agit d'une série de horsts plus ou moins surélevés par des failles de direction Sud-Est/Nord-Ouest. L'écoulement est de direction majeure Sud-Est/Nord-Ouest avec un gradient relativement constant de l'ordre de 2,5%.

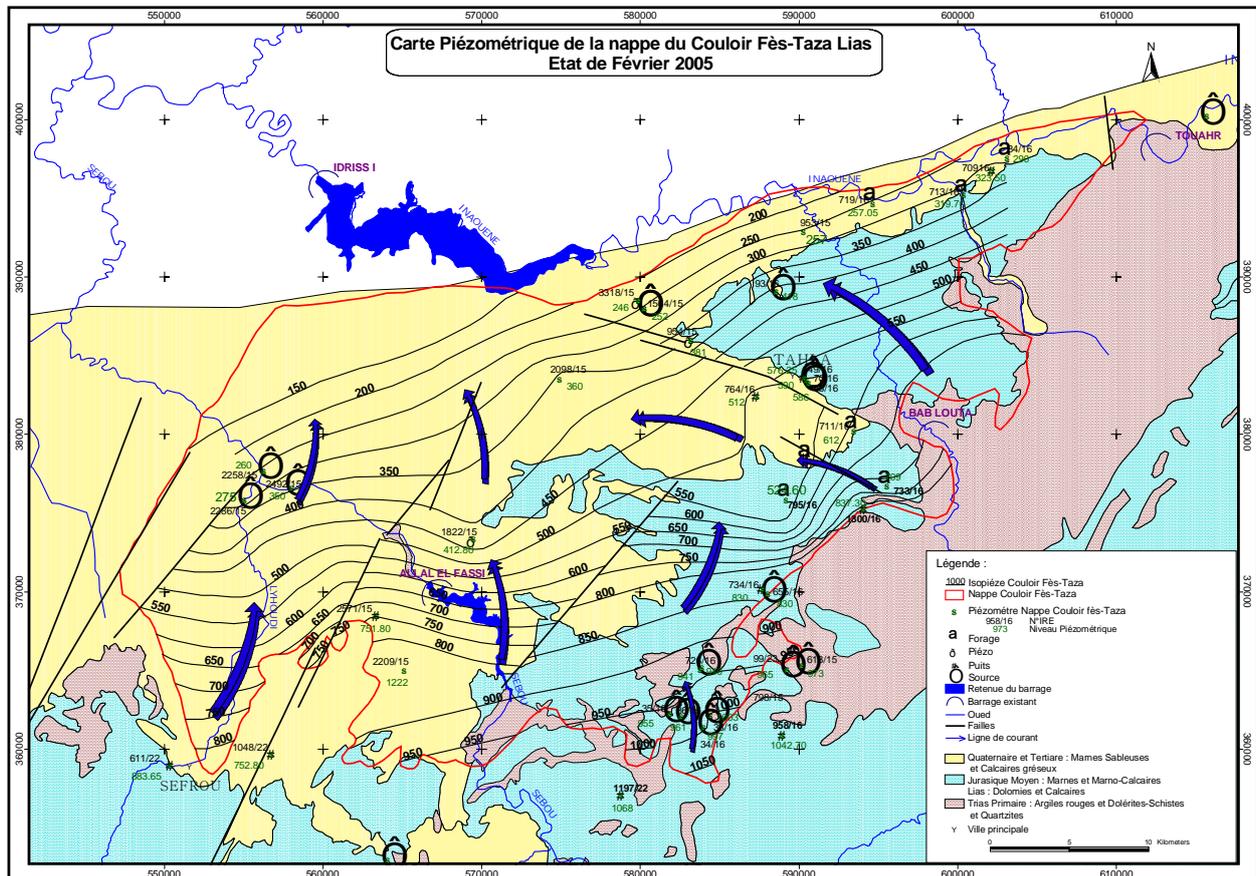


Figure. 30 : Carte piézométrique de la nappe du Couloir Fès – Taza de Février 2005 (ABHS)

Chapitre 3 : Potentiels des ressources en eaux

Depuis de nombreux siècles, les populations du Maroc ont vécu en parfaite symbiose avec le milieu hydrique, sachant tirer profit des années humides et s'accommodant des années de sécheresse en atténuant les impacts, grâce à un sens de l'économie dans l'utilisation de l'eau. Les conditions socio-économiques de l'utilisation de l'eau ont toutefois notablement changé sous l'effet de l'évolution rapide de la démographie, de l'amélioration continue des conditions de vie des populations, de l'urbanisation accélérée, de l'introduction de l'irrigation à grande échelle et du développement de l'industrie.

Cette évolution socio-économique rapide a entraîné une pression croissante sur les ressources en eau, consécutive à l'accroissement sans précédent des besoins en eau des secteurs usagers à la mise en évidence de disparités régionales et à l'apparition des problèmes aigus de pollution de l'eau.

Pour faire face à l'explosion de la demande en eau, qui s'est fait jour dès le début de la seconde moitié du 20ème siècle, le Maroc a mis en œuvre des stratégies de développement des ressources en eau qui s'insèrent de manière cohérente dans les politiques nationales de développement économique et social.

La politique des barrages lancée dès 1967 et l'objectif affiché du million d'hectares irrigués est l'une de ces stratégies, avec un objectif de réduire la vulnérabilité aux aléas climatiques, en stockant les eaux des saisons et des années excessives afin de surmonter le déficit des périodes de sécheresse, développer l'agriculture en vue de satisfaire les besoins alimentaires et d'accroître l'exportation des produits agricoles et répondre à la demande croissante en eau potable des populations, des industries et du tourisme.

Cette politique a visé :

- La satisfaction des besoins en eau d'irrigation en vue d'atteindre l'horizon du million d'hectares, cette option est dictée par l'importance qu'occupe ce domaine dans les activités socio-économiques des populations rurales et des plus-values qu'il permet de générer et s'inscrit, actuellement, dans le cadre de la stratégie du Plan Maroc Vert. La satisfaction des besoins en eau potable et industrielle, pour répondre à la demande croissante.
- L'atténuation des effets des sécheresses, grâce à l'importante capacité de stockage dans les retenues de barrages et grâce aux équipements d'exhaure à partir des nappes souterraines.

Grâce à ce dispositif, le Maroc a pu surmonter les difficultés dues au déficit pluviométrique, notamment pour la réponse aux besoins en AEP et pour la poursuite de fonctionnement de l'irrigation des terres et des cultures les plus sensibles. La réduction des surfaces inondées lors des crues, suite aux épisodes de pluies concentrées et intenses ou des perturbations successives générant des pluies continues.

- Le développement de l'énergie électrique pour réduire la dépendance vis-à-vis des énergies fossiles importées (environ 2000 GWh/an).
- La transformation de régions, autrefois marginalisées et sous-équipées, en pôles de développement, grâce à l'introduction massive de l'irrigation, l'installation des périmètres de cultures hautement productives et l'amélioration de la situation socioéconomique des populations.

1. Eau de surface

La région Fès-Meknès fait partie du bassin Sebou qui englobe près du tiers des eaux de surface du Maroc. Il peut être subdivisé, du point de vue hydrologique, en quatre sous ensembles principaux, chacun d'eux étant contrôlé par un ou plusieurs grands barrages :

- Le haut et le moyen Sebou et l'Inaouène qui drainent des superficies s'élevant respectivement à 6000 km² ; 5400 km² et 5200 km². Le barrage Idriss 1^{er} est un maillon essentiel de cet ensemble,
- L'Ouergha a une superficie de l'ordre de 7300 km² , contrôlé par le barrage Al Wahda à 5 km en amont de M'Jara,
- Le Beht rejoint le Sebou dans la plaine du Gharb. Ce cours d'eau draine un bassin versant d'environ 9000 km², contrôlé par le barrage El Kansera. Parmi les affluents les plus importants du Beht figure l'oued R'dom,
- Le bas Sebou, qui domine un bassin versant d'environ 6000 km², est un chenal instable et insuffisant pour transporter les débits de crues. Il est contrôlé par le barrage Allal Al Fassi.

Afin de donner une idée sur l'importance des écoulements de surface dans l'ensemble des oueds principales existants dans la région Fès-Meknès, le tableau 7 ci-après présente quelques indicateurs du ruissellement de surface dans ce bassin (superficie, module annuel, module spécifique) . Ces indicateurs sont calculés sur la base de séries de débits mesuré s'étalant sur 21 années (entre les années 1991 et 2012 pour les stations « Souk el had, Azzaba, Ain aicha, ouljet soltane » et de 2003 à 2011 pour la station Sidi shahed.

Tableau 6 : Apports des principaux affluents de la région Fès-Meknès

Oued	Station	Bassin Versant (km ²)	Module annuel (m ³ /s)	Module spécifique (l/s/km ²)	Ruissellement moyen (mm)
R'dom	Souk el had	1750	2.57	1.47	46.31
Sebou	Azzaba	4740	13.45	2.84	89.49
Ouergha	Ain aicha	6190	23.25	3.76	118.45
Mikkès	Sidi shahed	1010	1.67	1.65	52.14
Beht	Ouljet soltane	4540	7.39	1.63	51.33

Définition et Méthode de calcul :

- **Module spécifique :**

C'est le débit par unité de superficie de bassin versant exprimé généralement en l/s/km² ; il permet la comparaison entre des cours d'eau sur des bassins versants différents.

$$q = Q / A_i$$

Avec :

q : module spécifique exprimé en (l/s/km²) ;

Q : module moyen annuelle exprimé en (m³/s) ;

A_i : superficie du bassin versant exprimé en (km²).

- **Ruissellement moyen :**

La lame d'eau est obtenue en divisant un volume écoulé en une station de mesure par la surface du bassin versant à cette station ; et ensuite le convertir en (mm).

$$H = q * 31.536$$

Avec :

H : La lame d'eau écoulé en (mm) ;

q : module spécifique exprimé en (l/s/km²) ;

1 l/s/km²=31.536 mm/an.

- **Application numérique :**

Pour la station Souk el Had le débit spécifique et le ruissellement moyen sont comme suit :

$$q = \frac{2.57 \cdot 10^3}{1750}$$

$$q = 1.47 \text{ (l/s/km}^2\text{)}$$

$$H = 1.47 \cdot 31.536$$

$$H = 46.31 \text{ (mm)}$$

D'après l'analyse du tableau on peut voir que le bassin de l'oued Ouergha est le plus productif (module spécifique de 3.76 l/s/km²-ruissellement annuel moyen de 118.45 (mm) suivie par l'oued Sebou, Mikkès, Beht et enfin R'dom.

Les apports annuels en eau de surface dans la région Fès-Meknès présentent une irrégularité importante dans l'espace et dans le temps. Le haut Sebou, en amont du barrage Allal El Fassi, se distingue par un écoulement pérenne grâce aux apports de sources importantes telles que : Ain Sebou, Ain Timedrine et Ain Ouaender. Les autres affluents de l'oued Sebou, l'Ouergha par exemple, ont un régime pluvial avec des crues très importantes lors des saisons pluvieuses.

La répartition saisonnière des apports est inégale avec un maximum en janvier-février et une longue période sèche de Mai à Octobre.

Pour le suivi hydrologique des eaux de surface, un réseau de mesures hydrologiques a été mis en place par l'Agence du bassin de Sebou. Ce réseau comprend 49 stations pour la totalité du bassin Sebou pouvant fournir les apports d'eau journaliers des oueds et des sources (31 stations documentent les oueds, 10 les barrages et 8 les sources).

2. Eau souterraines

On se contentera ici de citer les valeurs indicatives d'alimentation et de sortie des principales nappes existantes dans la région Fès-Meknès.

1.1 Nappe du bassin de Fès-Meknès

Entrées de la nappe :

- l'infiltration des précipitations dans la nappe phréatique à la surface de la plaine (environ 104 Mm³/an);
- la recharge de la nappe phréatique à partir du retour des eaux d'irrigation au niveau des périmètres irrigués : environ 40 Mm³/an ;
- l'alimentation de la nappe liasique le long de la limite sud (abouchement), provenant des calcaires du Moyen Atlas tabulaire, évaluée à environ 101 Mm³/an.

Sorties de la nappe :

Les sorties d'eau souterraine sont constituées par :

- le drainage des sources à environ 47 Mm³/an ;
- le drainage des oueds à environ 34.5 Mm³/an ;
- les prélèvements agricoles à environ 160 Mm³/an;
- les prélèvements pour l'AEP urbaine et rurale : environ 100 Mm³/an.

1.2 Nappe du couloir Fès-Taza :

Entrées de la nappe

L'alimentation de la nappe par l'infiltration des eaux de précipitation, étant donné que le ruissellement est négligeable, a été évaluée, pour une surface de 1560 km², à 105,3 Mm³/an.

L'alimentation par les causses est estimé à 41.5 Mm³/an.

Sorties de la nappe

- Ecoulement vers l'oued Inaouène de 96.4 Mm³/an ;

- Estimation des sorties de la nappe par prélèvement agricoles est de $6.8 \text{ Mm}^3/\text{an}$;
- Prélèvement pour l'alimentation en eau potable est de $6.6 \text{ Mm}^3/\text{an}$.

1.3 Nappe du moyen atlas-tabulaire :

Alimentation de la nappe :

La recharge de la nappe par la pluie a été évaluée à environ $24 \text{ Mm}^3/\text{an}$ au niveau du sous-bassin de Tigrigra et à $33 \text{ Mm}^3/\text{an}$ dans le sous-bassin de Timahdite , soit un volume total de recharge d'environ $57 \text{ Mm}^3/\text{an}$.

L'alimentation de la nappe par abouchement à partir de la nappe du Lias a été estimée à environ $20 \text{ Mm}^3/\text{an}$.

L'alimentation à partir du retour des eaux d'irrigation a été évaluée au niveau du bassin de Tigrigra à environ $9 \text{ Mm}^3/\text{an}$ (environ 290 l/s).

Sorties de la nappe

Les sorties principales de la nappe sont constituées par le drainage des sources et des cours d'eau superficiels, les prélèvements agricoles et par les prélèvements de l'AEP rurale.

- le débit total des sources de la nappe des basaltes quaternaires du Moyen Atlas varie entre $31.3 \text{ Mm}^3/\text{an}$ et $46 \text{ Mm}^3/\text{an}$.
- le drainage des oueds est assuré par les oueds Tigrigra (évalué à environ $13 \text{ Mm}^3/\text{an}$) et Derboura (station N° IRE :176/22) dans le bassin de Timahdite (évalué à environ $3 \text{ Mm}^3/\text{an}$), soit un débit total d'environ $16 \text{ Mm}^3/\text{an}$.
- les prélèvements agricoles : estimés à environ $15 \text{ Mm}^3 /\text{an}$.
- les prélèvements de l'AEP rurale : évalués à environ $2 \text{ Mm}^3/\text{an}$.

2.4 Nappe du moyen atlas plissé

Alimentation de la nappe

L'alimentation principale de la nappe est assurée par l'infiltration des eaux de pluie.

En effet, en considérant que l'infiltration de la pluie permet d'alimenter les débits des sources (drainant les calcaires et dolomies liasiques) et les captages exploitant la nappe, le volume d'alimentation de la nappe est donc au moins égal à $285 \text{ Mm}^3/\text{an}$ (environ $9 \text{ m}^3/\text{s}$) ; correspondant au débit total des sorties de la nappe.

Sorties de la nappe

Elles sont constituées principalement par le drainage des sources et par les prélèvements agricoles et d'AEP.

- Plusieurs sources importantes drainent les aquifères du Moyen Atlas plissé, leur débit total a été évalué à 266 Mm³/an.
- Le volume total des prélèvements (irrigation et AEP des centres de la province de Boulemane) a été évalué par l'ABHS à environ 20 Mm³/an, dont 8 Mm³/an pour l'AEP du centre de Boulemane.

3. Bilan des nappes de la région Fès-Meknès

Tableau 7 : Bilan approximatif des ressources en eau souterraine de la région Fès-Meknès

Nappes	Entrées (Mm ³ /an)	Sorties (Mm ³ /an)	Excédent (Mm ³ /an)	Deficit (Mm ³ /an)
Nappe du bassin de Fès-Meknès (Phréatique et profonde)	241.5	341.5		100
Nappe du couloir Fès-Taza	146.5	108	38	
Nappe des basaltes quaternaires du moyen atlas	86	64 à 79	7 à 22	
Nappe du moyen atlas-plissé	286	286		

Le bilan approximatif de la nappe Fès-Meknès montre qu'il y'a un déficit d'environ 100 Mm³/an (environ 3,2 m³/s), qui se traduit par un approfondissement continue des surfaces des deux nappes constituant le système aquifère de Fès-Meknès (variant entre une moyenne de 1 m/an pour la nappe phréatique et 2 m/an pour la nappe profonde), une baisse de l'artésianisme naturel de certains secteurs de la nappe captive et une diminution significative du débit de la majorité des oueds et sources, dont certaines ont même définitivement tari.

La nappe du couloir Fès-Taza est excédentaire de 38 (Mm³/an).

Le bilan de la nappe des basaltes quaternaires du moyen atlas montre qu'elle est légèrement excédentaire d'un volume compris entre 7 et 22 Mm³/an.

Chapitre 4 : Mobilisation des ressources en eaux dans la région d'étude

1. Les ouvrages de mobilisation

La région Fès-Meknès bénéficie de la présence des barrages qui permettent d'emmagasiner et de régulariser les apports des cours d'eau, parmi ces barrages on cite :

Tableau 8 : les principaux ouvrages de retenue de la région Fès-Meknès

Nom du Barrage	Situation	Type d'utilisation	Capacité de la retenue normale (Mm ³)	Années de mise en service
Al Wahda	Sur l'oued Ouergha à 5 km en amont du village de M'Jara	Irrigation ; AEP Protection des crues ; Hydroélectricité	3714	1996
Idriss 1 ^{er}	Sur l'oued Inaouène à 30 km au Nord Est de la ville de Fès	Irrigation Hydroélectricité	1182	1973
Asfalou	Sur l'oued Asfalou à 70 km à l'est de la ville de Taounate	AEP, Irrigation	317	1999
Sidi Chahed	Sur l'oued Mikés à 32 km au Nord-Ouest de Meknès et à 32 Km à l'Est de Fès.	AEP et Irrigation.	170	1997
Allal Al Fassi	Sur l'oued Sebou à Ait Youb (à 30 km au Sud-Est de Fès)	AEP ; Irrigation Hydroélectricité	70	1990
Sahla	Sur l'oued Sahla à 5 km au Nord-Ouest de Taounate	AEP ; Irrigation Protection envasement	62	1994
Bouhouda	Sur l'oued Sra 10km au nord est de la ville de Taounate	Irrigation, AEP, Protection envasement	55,5	1998

2. Besoin en eau dans le milieu rural et urbain

Dans le milieu urbain, les paramètres déterminants la demande en eau potable sont la population, le taux de branchement les dotations par catégorie d'usager, le pourcentage de la population branchée, les administrations, les industriels et le rendement global.

Dans le milieu rural, les paramètres généralement utilisés sont la population, les dotations nettes globales (DNG) et le rendement.

1.1 Milieu urbain :

Le tableau ci-joint présente les besoins en eau potable de la population urbaine dans la régions Fès-Meknès par provinces et préfectures.

Tableau 9 : Besoins en eau potable des préfectures et provinces de la région Fès-Meknès

Provinces et préfectures	Besoins en Mm ³ /an			
	2005	2010	2020	2030
Boulemane	0.53	0.61	0.82	1.00
Fès	66.87	70.45	87.86	105.74
Ifrane	4.16	4.38	5.43	6.33
El hajeb	2.96	3.31	4.22	4.99
Meknès	37.33	39.30	44.44	51.57
Séfrou	5.68	6.35	7.94	9.13
Taounate	2.35	2.63	3.37	4.00
Taza	10.66	10.50	12.85	16.16
Moulay yacoub	0.32	0.33	0.39	0.45
Total	130.86	137.86	167.32	199.37

Les besoins moyens de l'ensemble des provinces et préfectures de la région Fès-Meknès qui n'étaient que de 130 Mm³/an en 2005 (soit 4119 l/s), s'élèvent à 167 Mm³/an en 2020 (soit 5292 l/s) ; et devraient atteindre 199 Mm³/an en 2030 (soit 6306 l/s).

Les besoins sont concentrés essentiellement dans les préfectures de Fès (53%), Meknès (25.8 %) et la province de Taza (8.10 %).

1.2 Milieu rural

Les besoins en eau en milieu rural sont constitués à la fois des besoins de la population et de ceux du cheptel.

Le calcul des besoins en eau potable en milieu rural dépend du mode d'AEP (Branchement individuels, Bornes fontaines, point d'eau aménagé), de la disponibilité ou nom de la ressource et du niveau de vie.

Tableau 10 : Besoins en eau potable du milieu rural de la région Fès-Meknès

Provinces et préfectures	Besoins en Mm ³ /an			
	2005	2010	2020	2030
Boulemane	0.74	1.2	1.35	1.6
Fès	0.16	0.03	0.02	0.01
Ifrane	0.97	0.97	0.97	0.97
El hajeb	1.74	1.74	1.74	1.74
Meknès	1.23	1.1	0.87	0.68
Séfrou	1.74	1.8	1.98	2
Taouate	8.23	8.3	8.45	8.78
Taza	4.64	4.55	4.7	4.95
Total	19.45	19.69	20.08	20.73

Les besoins moyens en eau potable au milieu rural de la région Fès-Meknès qui étaient de 19.45 Mm³/an en 2005(soit 616.3 l/s), s'élèvent à 20.08 Mm³/an en 2020 (636.31 l/s) et devraient atteindre 20.73 Mm³/an en 2030 (soit 657 l/s).

Les besoins en eau potable sont concentrés au niveau de Taouate (42.35%) et Taza (23.87%).

3. Mode d'alimentation en eau potable

La satisfaction des besoins en eau potable, dans la région Fès-Meknès, s'effectue essentiellement à partir de ressources souterraines.

Ci-après, on présente la situation de l'AEP dans la région d'étude, essentiellement le mode d'AEP des grandes villes.

- **Alimentation en eau potable des principales villes de la région Fès-Meknès**

L'alimentation des grandes villes de la région Fès-Meknès, se fait aussi bien à partir des eaux souterraines, que des eaux de surface, et parfois même à partir des deux à la fois.

Ville de Fès : L'alimentation de la ville de Fès est assurée à partir des eaux souterraines de la nappe profonde de Fès – Meknès, et des eaux superficielles de l'oued Sebou, qui sont traitées par la station de traitement de Fès.

Le tableau suivant présente le débit de l'eau de chaque point de prélèvement :

Tableau 11 : Débits des eaux des points de prélèvements de la ville de Fès

	Ville	Zones	Points de prélèvements	Débits (L/s)
Année 2014	Fès	Route Séfrou	Forage 1	127
			Forage 1 Bis	145
			Forage 2	127
			Forage 3	84
			Forage 4	105
		Route Immouzer	Forage 5	85
			Forage 6	108
			Forage 9	40
		Ras El Maa	Source Bourkaiz+ Forage 7	159
		Route Ain chkeff	Source Ain chkeff	368
Forage 8	100			
Total				1448

Ville de Meknès : L'alimentation en eau potable de cette ville est de 2 origines souterraines et superficielles :

La production est assurée par deux organismes, d'une part on trouve l'ONEP qui assure 30% de la production et utilise 14 forages contre 70% pour la RADEM qui exploite 2 sources Les sources qui sont exploitées par la RADEEM, sont la source Bittit et la source RIBAA.

Ville de Taza : la ville de Taza est alimentée à partir des eaux souterraines de la nappe de Taza, et des eaux de surface à partir du barrage Bab Louta. Ces ressources en eau sont suffisantes pour couvrir les besoins d'AEP à long terme.

Ville d'Ifrane : Cette ville est alimentée à partir des eaux de la nappe du causse moyen Atlasique.

Chapitre 5 : Qualité des eaux dans la région d'études

Dans le cadre de la supervision de la qualité de ses eaux, l'Agence du Bassin Hydraulique de Sebou à procéder au titre de l'année 2012 à la réalisation de deux campagnes de mesure de la qualité des eaux des lacs, des sources et des eaux souterraines. Les prélèvements et les analyses des eaux sont des tâches sous-traitées au Laboratoire Public d'Essais et d'Etudes (LPEE), conformément aux termes du marché et à l'exigence de la loi 10-95 sur l'eau.

Dans ce chapitre on va illustrer et discuter les résultats de la deuxième campagne et exactement dans la région Fès-Meknès.

La sélection des paramètres à mesurer dépend des objectifs du contrôle de la qualité et de la nature de l'eau.

Tableau.12 : Paramètres analysés lors de la deuxième campagne 2012

Points de prélèvements	Paramètres analysés
Eau des lacs	E
Eau des sources	D+H+I
Eau souterraines	D+H+I

D: CF, SF, CT.

E: T°, PH, Cond, O2 dissous, MES, SO42-, NO3-, PT, Chl A, Fe, Mn, D.Secchi

H: PH, Cond, T°, RS.

I : MO, NO2, NO3-, NH4+, K+, NA+, Ca2+, Mg2+, Cl-, SO42-, CO32-, HCO3-, TA,TAC, TH, FeT, Mn2+.

La grille de qualité des eaux est définie par l'Arrêté du Ministre de l'Equipement et du Ministre chargé de l'Aménagement du Territoire, de l'Urbanisme, de l'Habitat et de l'Environnement n° 1275-01 du 10 chaabane 1423 (17 octobre 2002). La grille est divisée en 5 classes, selon la qualité de l'eau, allant d'excellente (classe 1) à très mauvaise (classe 5).

Tableau 13 : Grille de la qualité des eaux selon l'Arrêté du 17 Octobre 2002

CLASSE DE QUALITE		Excellente	Bonne	Moyenne	Mauvaise	Très mauvaise
PARAMETRE						
ORGANOLEPTIQUES						
Couleur	mgPt/l	<20	20-50	50-100	100-200	>200
Odeur à 25°C		<3	3-10	10-20	>20	-
PHYSICO-CHIMIQUES						
Température	°C	<20	20-25	25-30	30-35	>35
pH	ph	6.5-8.5	6.5-8.5	6.5-9.2	<6.5 ou >9.2	-
Conductivité à 20°C	µs/cm	<750	750-1300	1300-2700	2700-3000	>3000
Chlorures (Cl-)	mg/l	<200	200-300	300-750	750-1000	>1000
Sulfates (SO4)	mg/l	<100	100-200	200-250	250-400	>400
Matière en suspension	mg/l	<50	50-200	200-1000	1000-2000	>2000
O2 dissous	mg/l	>7	7-5	5-3	3-1	<1
DBO5	mgO2/l	<3	3-5	5-10	10-25	>25
DCO	mgO2/l	<30	30-35	35-40	40-80	>80
Oxydabilité KMnO4	mg/l	<=2	2-5	5-10	>10	-
SUBSTANCES INDESIRABLES						
Ammonium (NH4+)	mgNH4+/l	<=0.1	0.1-0.5	0.5-2	2-8	>8
NTK	mgN/l	<=1	1-2	2-3	>3	-
Nitrates (NO3-)	mg/l	<=10	10-25	25-50	>50	-
Orthophosphate(PO43-)	mgPO43-/l	<=0.2	0.2-0.5	0.5-1	1-5	>5
P total (PT)	mgP/l	<=0.1	0.1-0.3	0.3-0.5	0.5-3	>3
Baryum	mg/l	<=0.1	0.1-0.7	0.7-1	>1	-
Cuivre (Cu)	mg/l	<=0.02	0.02-0.05	0.05-1	>1	-
Zinc (Zn)	mg/l	<0.5	0.5-1	1-5	>5	-
Manganèse (Mn)	mg/l	<=0.1	0.1-0.5	0.5-1	>1	-
Fer total (Fe)	mg/l	<0.5	0.5-1	1-2	2-5	>5
Fluorures (F-)	mg/l	<=0.7	0.7-1	1-1.7	>1.7	-
Hydrocarbures dissous	mg/l	<0.05	0.05-0.2	0.2-1	>1	-
Phénols	mg/l	<0.001	0.001-0.005	0.005-0.01	>0.01	-
Détergents anioniques	mg/l	<=0.2	<=0.2	0.2-0.5	0.5-5	>5
SUBSTANCES TOXIQUES						
Arsenic (As)	µg/l	<=10	<=10	10-50	>50	-
Cadmium (Cd)	µg/l	<=3	<=3	3-5	>5	-
Chrome total (Cr)	µg/l	<=50	<=50	<=50	>50	-
Plomb (Pb)	µg/l	<=10	<=10	10-50	>50	-
Mercure(Hg)	µg/l	<=1	<=1	<=1	>1	-
Sélénium(Se)	µg/l	<=10	<=10	<=10	>10	-
Nickel (Ni)	µg/l	<=20	<=20	20-50	>50	-
Cyanures (CN-)	µg/l	<=10	<=10	10-50	>50	-
Pesticides par subst	µg/l	<=0.1	<=0.1	<=0.1	>0.1	-
Pesticides au total	µg/l	<=0.5	<=0.5	<=0.5	>0.5	-
HPA	µg/l	<=0.2	<=0.2	<=0.2	>0.2	-
BACTERIOLOGIQUES						
C. fécaux	/100ml	<=20	20-2000	2000-20000	>20000	-
C. totaux	/100ml	<=50	50-5000	5000-50000	>50000	-
S. fécaux	/100ml	<=20	20-1000	1000-10000	>10000	-
BIOLOGIQUES						
Chlorophylle a	µg/l	<2.5	2.5-10	10-30	30-110	>110

Pour simplifier l'étude de la qualité des différents types d'eau, les résultats des analyses des eaux sont rapportés à des grilles simplifiées divisées en 5 classes allant d'excellente à très mauvaise.

Le laboratoire chargé des analyses (LPEE) est inscrit dans le cadre d'un système Assurance Qualité. En effet, ce système garantit la qualité des analyses réalisées et la fiabilité des résultats produits.

Afin d'analyser la fiabilité de ces résultats, notamment la qualité chimique des eaux, on a procédé à l'application de la notion de la Balance Ionique (BI); Théoriquement, une eau est

électriquement neutre, or la somme des cations (en équivalents chimiques) égale à la somme des anions (en équivalents chimiques)

En réalité, cette égalité est rarement obtenue, dû à la présence de certains ions non dosés ou à d'éventuelles erreurs d'analyse.

$$BI = \frac{\sum (\text{cations}) - \sum (\text{anions})}{\sum (\text{cations}) + \sum (\text{anions})} * 100$$

Généralement, les analyses chimiques sont considérées:

- Excellentes lorsque BI < 5 % ;
- Acceptables lorsque 5% BI < 10% ;
- Douteuses lorsque BI > 10% ;

1. Qualité des eaux des sources :

Conformément à l'Arrêté du 17 octobre 2002, les paramètres considérés pour la détermination de la qualité des eaux des sources sont :

- ✓ La conductivité et les ions chlorures qui renseignent sur la qualité minéralogique des eaux ; Les nitrates : principal indicateur d'une pollution d'eau souterraine ;
- ✓ NH₄⁺ : forme réduite de l'azote ;
- ✓ Matières oxydables : déterminées par oxydabilité au KMnO₄, paramètre permettant d'estimer la pollution organique globale ;
- ✓ Les coliformes fécaux : exprimés en unité formant colonie dans un échantillon de 100 ml (UFC/ 100 ml).

Les normes de qualité de ces eaux sont récapitulées dans le tableau suivant :

Tableau.14 : Grille simplifiée pour la classification des eaux de sources et souterraines

	Excellente	Bonne	Moyenne	Mauvaise	Très mauvaise
Conductivité (µS/cm)	<400	400-1300	1300-2700	2700-3000	>3000
Chlorures (mg/L)	<200	200-300	300-750	750-1000	>1000
NO ₃ ⁻ (mg/L)	<5	5-25	25-50	50-100	>100
NH ₄ ⁺ (mg/L)	<0,1	0,1-0,5	0,5-2	2-8	>8
MO (mg/L)	<3	3-5	5-8	>8	-
CF UFC/100 ml	<20	20-2000	2000-20000	>20000	-

Le tableau suivant présente les sources alimentant principalement la population de la région

Tableau.15 : Qualité globale des eaux des sources « 2^{ème} campagne 2012 »

N° IRE	Station	Cond ($\mu\text{S/cm}$)	Cl ⁻ (mg/L)	NO ₃ ⁻ (mg/L)	NH ₄ ⁺ (mg/L)	MO (mg/L)	CF UFC/100 ml	Qualité globale
574/22	Ain Sebou	575	17,4	4,8	0,01	0,33	2	Bonne
2997/15	Ain Skhounate	1175	262,0	10,1	0,01	0,83	380	Bonne
1182/14	Ain Bouameur	833	84,0	52,4	0,03	1,18	12000	Mauvaise
1213/22	Ain Bittit	517	11,0	14,1	0,02	0,52	0	Bonne
494/15	Ain Ferich	1375	100,3	15,7	0,01	2,94	480	Moyenne
80/10	Ain Bouadel	526	9,6	3,5	0,05	1,41	5400	Moyenne
1336/16	Ain Ras El Ma	510	6,4	7,8	<0,006	0,26	0	Bonne
100/23	Ain Tataw	433	6,7	12,6	0,01	0,58	14	Bonne
616/22	Ain tizzil	480	54,2	16,4	<0,006	0,83	8	Bonne
788/22	Ain Ben Smim	537	5,3	7,4	<0,006	0,19	2000	Moyenne
60/22	Ain Guemgam	620	7,8	10,2	<0,006	0,58	4	Bonne
258/30	Ain Tizgdelt	571	17,7	4,1	0,02	2,75	0	Bonne

Les résultats obtenus montrent que :

- La conductivité varie entre une valeur minimale de 480 $\mu\text{S/cm}$ et un maximum de 1375 $\mu\text{S/cm}$;
- Les teneurs en ammonium et en matière organique sont faibles ;
- La qualité microbiologique de ces eaux est moyenne à excellente.

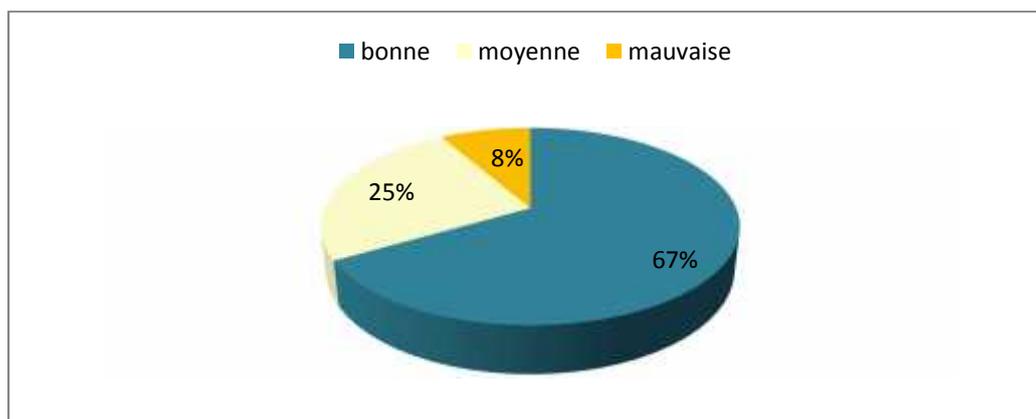


Figure.30 : Répartition de la qualité des eaux des sources

Les qualités des différentes stations échantillonnées lors de la deuxième campagne, sont illustrées dans la carte suivante :

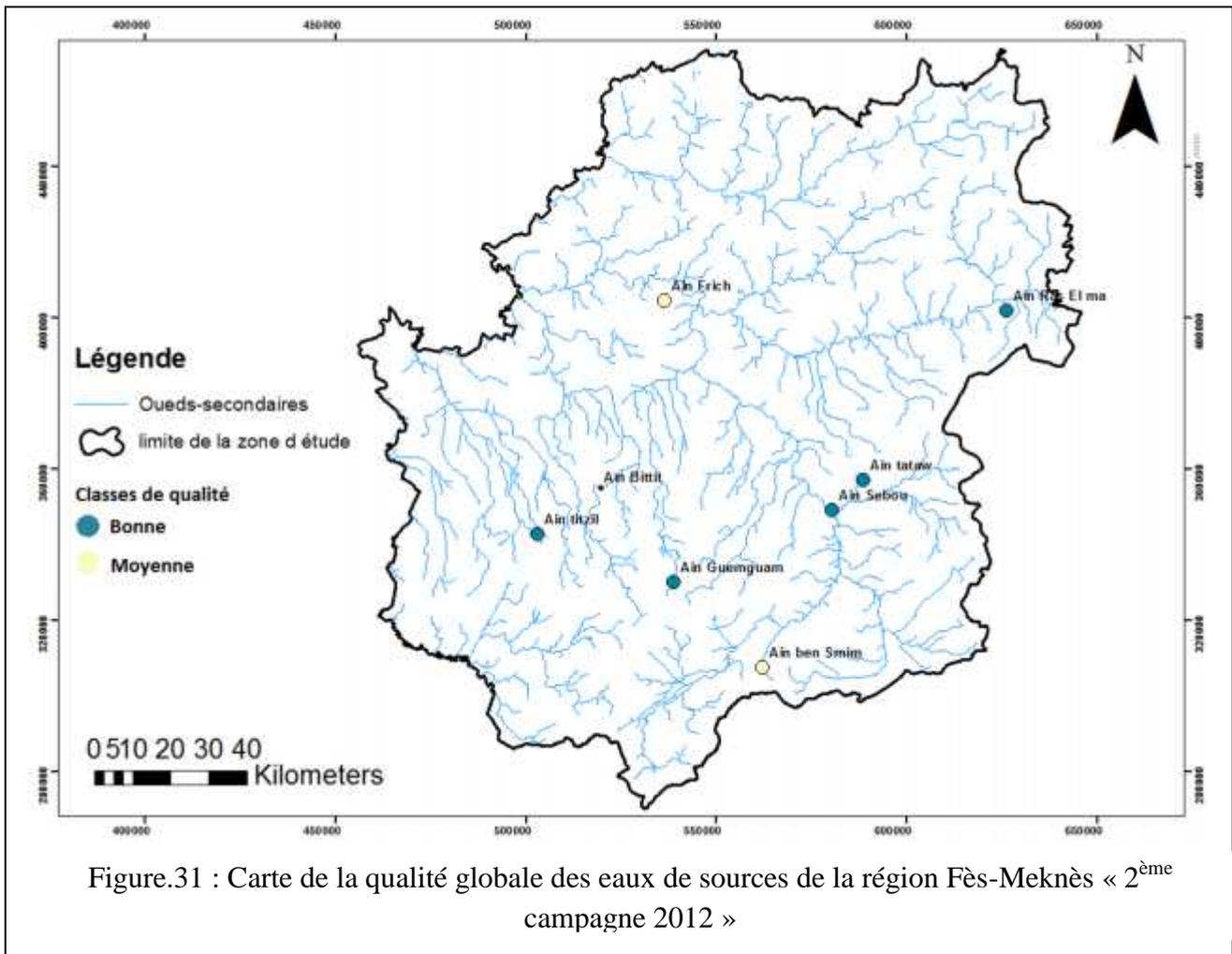


Figure.31 : Carte de la qualité globale des eaux de sources de la région Fès-Meknès « 2^{ème} campagne 2012 »

2. Qualité des eaux des nappes :

2.1 Qualité des eaux de la nappe Fès-Meknès :

Le tableau suivant présente les résultats d'analyses des eaux de la nappe Fès-Meknès

Tableau.16 : Qualité globale des eaux de la nappe Fès-Meknès « 2^{ème} campagne 2012 »

Nature du point de prélèvement	Cond (µS/cm)	Cl ⁻ (mg/L)	NO ₃ ⁻ (mg/L)	MO (mg/L)	NH ₄ ⁺ (mg/L)	CF UFC/100 ml	Qualité globale
Puits Coopérative Al	545	45,4	20,0	0,04	0,52	0	Bonne
Puits Med El Haouari	700	48,6	106,2	0,01	0,33	5000	Très
Puits Sogeta	533	57,1	25,9	0,02	0,51	210	Moyenne
Puits Med El Haouari	700	39,3	133,4	0,02	1,31	0	Très
Puits Sogeta	553	30,1	68,0	0,01	0,64	225	Mauvaise
Puits Farid	450	11,7	11,8	0,02	0,65	0	Bonne
Puits Samir Saâil	572	46,4	35,8	0,03	1,92	1200	Moyenne

Puits Oâzou Driss	575	22,7	38,8	0,01	0,26	10	Moyenne
Puits ancienne Sodïa 5112	1255	204,5	63,9	0,01	1,09	24	Mauvaise
Puits Auto Hall	862	57,1	67,6	0,01	1,73	0	Mauvaise
Puits Zghari	1946	387,1	130,1	0,07	3,46	2	Très
Puits El Kassimi	1849	461,6	39,8	0,02	2,05	4	Moyenne
Puits Rezqui	1375	188,9	328,4	0,01	1,02	24	Très
Puits Domaine Anaka	480	7,4	26,1	0,01	0,26	2	Moyenne
Puits Sepage Morlain	710	59,2	47,4	0,01	0,39	4	Moyenne
Pièzomètre Benasseur	880	130,8	38,6	0,01	1,15	30	Moyenne
Puits Aïmi Driss (Hadj)	565	31,9	53,2	0,02	0,98	0	Mauvaise
Puits coopérative Ait	847	128,0	70,9	0,04	1,66	26	Mauvaise
Puits de l'école Ait Said	408	16,0	36,9	<0,006	<0,22	70	Moyenne
Puits (Sersseur+Laoulou)	577	59,2	14,6	<0,006	<0,22	20	Bonne

L'ensemble des analyses montrent en générale que :

- Les conductivités varient entre un minimum de 408 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et un maximum de 1946 $\mu\text{S}/\text{cm}$;
- La qualité microbiologique des eaux de la nappe étudiée, est globalement de bonne à excellente.
- Concernant le taux de matière organique, il est faible

■ Bonne ■ moyenne ■ mauvaise ■ très mauvaise

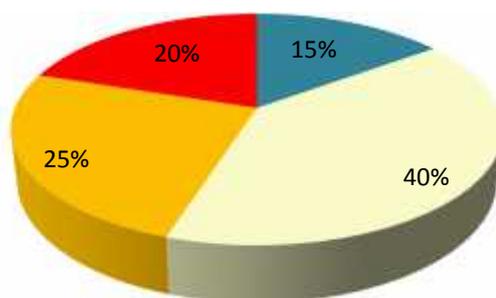


Figure.32 : Répartition de la qualité des eaux de la nappe Fès-Meknès

2.2 Qualité des eaux de la nappe du moyen atlas :

Le tableau ci-dessous récapitule les résultats des analyses des différents paramètres retenus pour la classification qualitative de ces eaux.

Tableau.17 : Qualité globale des eaux de la nappe du moyen atlas « 2^{ème} campagne 2012 »

IRE	Nature du point de prélèvement	Cond ($\mu\text{S/cm}$)	Cl ⁻ (mg/L)	NO ₃ ⁻ (mg/L)	MO (mg/L)	NH ₄ ⁺ (mg/L)	CF UFC/100 ml	Qualité globale
1306/22	Bir Ziffane	622	13,5	73,3	<0,006	0,51	2	Mauvaise
1491/22	Puits Ait Sidi El Arbi	640	17,4	56,5	0,01	1,15	325	Mauvaise
1423/22	Puits Douar Fadane	905	141,8	12,0	<0,006	1,28	48	Bonne
1490/22	Puits Public	1942	209,9	25,1	0,01	0,90	24	Moyenne
582/23	Puits Maktoub	645	36,2	35,4	0,01	0,70	8	Moyenne
587/23	Puits Ben Kassou	477	8,2	33,5	0,00	<0,22	0	Moyenne
1470/22	Puits Commune Laamaser	695	90,8	22,9	0,01	0,51	0	Bonne
921/22	Puits Carrière	575	25,9	22,5	0,01	0,50	2	Bonne
2086/15	Puits coopérative Marbouha	920	176,5	64,8	0,01	0,91	6	Mauvaise
741/16	Puits Anber	1505	185,4	2,9	0,02	0,65	4	Moyenne
1339/16	Puits Med Hamouda	2190	628,2	9,6	0,01	1,02	196	Moyenne
897/16	Puits Station Hvdroloaigue	973	162,0	67,0	0,03	2,75	10	Mauvaise
58/16	Puits ONEP	778	108,8	36,3	0,01	0,59	10	Moyenne

Ces résultats montrent que :

- La conductivité varie entre une valeur minimale de 477 $\mu\text{S/cm}$, et une maximale de 2190 $\mu\text{S/cm}$;
- Les teneurs en Chlore, en matière organique et en ammonium sont globalement faibles ;
- La qualité microbiologique des eaux des points échantillonnés est bonne à excellente.

■ bonne ■ mauvaise ■ moyenne

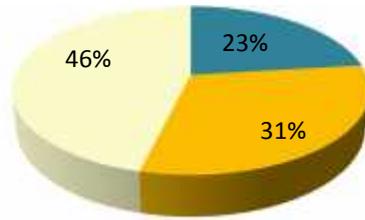


Figure.33 : Répartition de la qualité des eaux de la nappe du moyen atlas

2.2 Qualité des eaux de la nappe PRE-RIF :

Le tableau ci-dessous regroupe les différentes qualités retenues à partir des analyses des stations de cette nappe.

Tableau.18 : Qualité globale des eaux de la nappe PRE-RIF « 2^{ème} campagne 2012 »

IRE	Nature du point de prélèvement	Cond (μ S/cm)	Cl ⁻ (mg/L)	NO ₃ ⁻ (mg/L)	MO (mg/L)	NH ₄ ⁺ (mg/L)	CF UFC/100 ml	Qualité globale
1248/9	Puits (ONEP) Oued Sra	3700	1217,0	10,9	0,03	6,86	40	Très mauvaise
1474/9	Puits (ONEP) Oued Alami Med	1008	188,9	5,8	0,01	1,28	0	Bonne
1475/9	Puits (ONEP) Lahcen Dacone	695	0,0	4,1	0,00	2,29	0	Bonne
1437/9	Puits Souk El Had (Rafsai)	1671	380,4	2,7	0,05	1,96	400	Moyenne
1745/9	Puits Rhouazi Oled Aissa	1266	259,8	1,8	0,02	1,76	1200	Bonne
1751/9	Puits (Labyar) Ain Dorrij	1590	305,9	115,6	0,01	3,07	4600	Très mauvaise
1553/9	Puits Amraoui AbdelKhalek	584	15,2	1,7	0,01	4,35	60	Bonne

Les résultats d'analyses du tableau montrent que La conductivité des eaux varie entre une valeur minimale de 3700 $\mu\text{S}/\text{cm}$ et une valeur maximale de 584 $\mu\text{S}/\text{cm}$, les teneurs en matière organique sont faibles et la qualité microbiologique de ces eaux est moyenne à excellente.

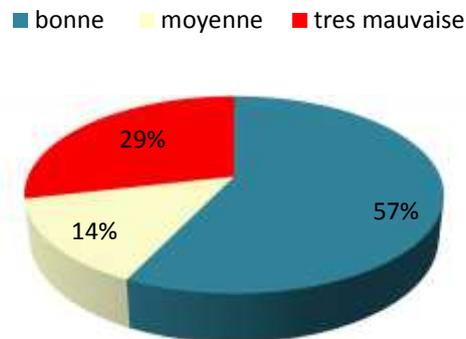


Figure.34 : Répartition de la qualité des eaux de la nappe du PRE-Rif

2.3 Conclusion sur la qualité des eaux des nappes de la région Fès-Meknès :

La qualité des eaux souterraines de la région Fès-Meknès, peut être jugée détériorée au niveau de 37.5 % des points échantillonnés ;

La conductivité des eaux est généralement faible, et les valeurs relevées varient entre un minimum de 408 $\mu\text{s}/\text{cm}$ et un maximum de 3700 $\mu\text{s}/\text{cm}$;

Environ 35% des stations prospectées ont des teneurs en nitrates supérieures à 50 mg/L (limite fixée par l'OMS pour la potabilité de l'eau), ces fortes teneurs au niveau des nappes, notamment dans la nappe de Fès-Meknès, sont la conséquence d'une utilisation des nitrates dans les périmètres agricoles ;

De point de vue microbiologique, les nappes ont généralement une qualité bonne à excellente.

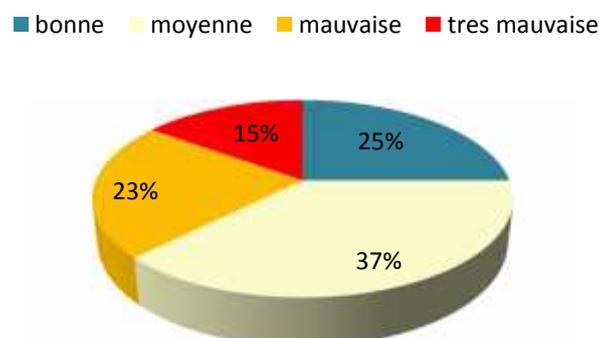


Figure.35 : Répartition de la qualité globale des eaux souterraines

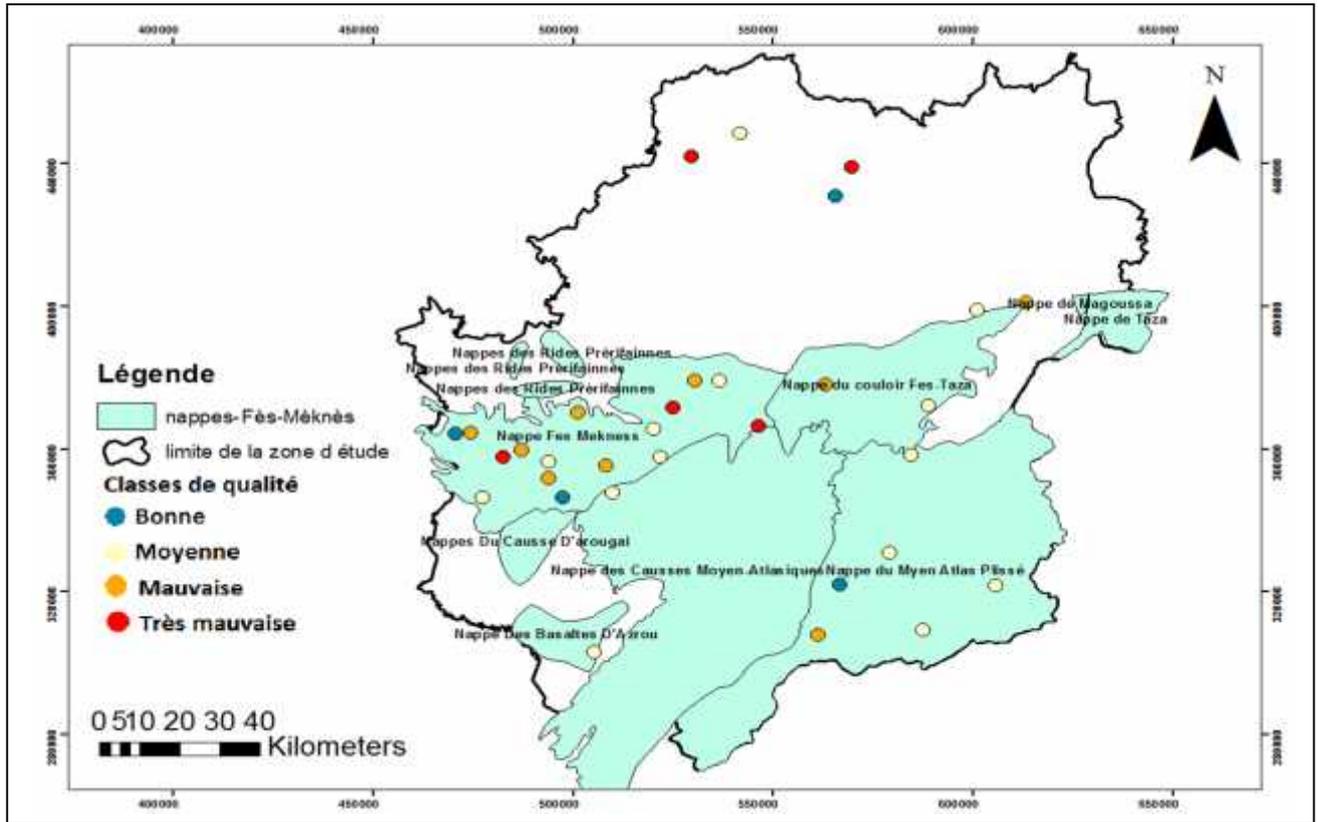


Figure.36 : Carte de la qualité globale des eaux souterraines « 2^{ème} campagne 2012 »

3. Qualité des eaux des lacs :

Afin de déterminer la qualité des eaux des lacs existants dans la région Fès-Meknès qui fait partie de l'Agence du Bassin Hydraulique de Sebou, huit stations ont été échantillonnées et analysées par le Laboratoire Public d'Essais et d'Etudes. Les paramètres retenus pour l'appréciation de la qualité de ces eaux, sont des paramètres spécifiques à une pollution phosphorée et azotée.

Tableau 19 : Grille simplifiée pour la classification de la qualité des Eaux de sources et souterraines

	Excellente	Bonne	Moyenne	Mauvaise	Très mauvaise
O2 dissous (mg/L)	>7	07-5	05-3	03-1	<1
PT (mg/L)	<0,1	0,1-0,3	0,3-0,5	0,5-3	>3
PO ₄ ³⁻ (mg/L)	<0,2	0,2-0,5	0,5-1	01-5	>5

NO ₃ ⁻ (mg/L)	<5	5-25	25-50	50-100	>100
Chla (µg/l)	< 2,5	2,5-10	oct-30	30-110	>110

Les résultats des analyses des stations prospectées, sont récapitulés dans le tableau suivant :

Tableau.20 : Qualité globale des eaux des lacs « 2^{ème} campagne 2012 »

N° IRE	Station	O2 dissous (mg/L)	PT (mg/L)	NO ₃ ⁻ (mg/L)	Chla (µg/l)	Qualité globale
78/30	Aguelmame tifounnassine	6,80	0,36	0,81	16,5	Moyenne
77/30	Agulmam Sidi Ali	8,20	0,13	1,51	9,5	Bonne
1650/22	Lac Amghas I	8,60	0,07	13,6	2,7	Bonne
1651/22	Lac Amghas II	9,00	<0,060	10,57	29,8	Moyenne
1652/22	Lac Amghas III	8,40	<0,060	4,27	9,5	Bonne
-	Dayat Ifer	9,10	<0,060	0,75	3,0	Bonne
1655/22	Dayat Hachlaf	8,80	0,19	2,50	30,5	Mauvaise
1647/22	Dayat Ifrah	9,20	0,21	1,23	166,3	Très

Les résultats du tableau ci-dessus montrent que 13% des points échantillonnés présentent une très mauvaise qualité ainsi 12% sont de mauvaise qualité.

■ moyenne ■ bonne ■ mauvaise ■ tres mauvaise

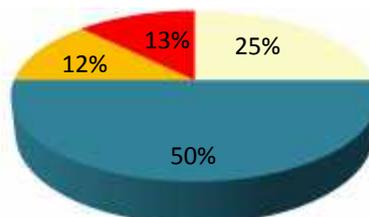


Figure.36 : Répartition de la qualité globale des eaux des lacs

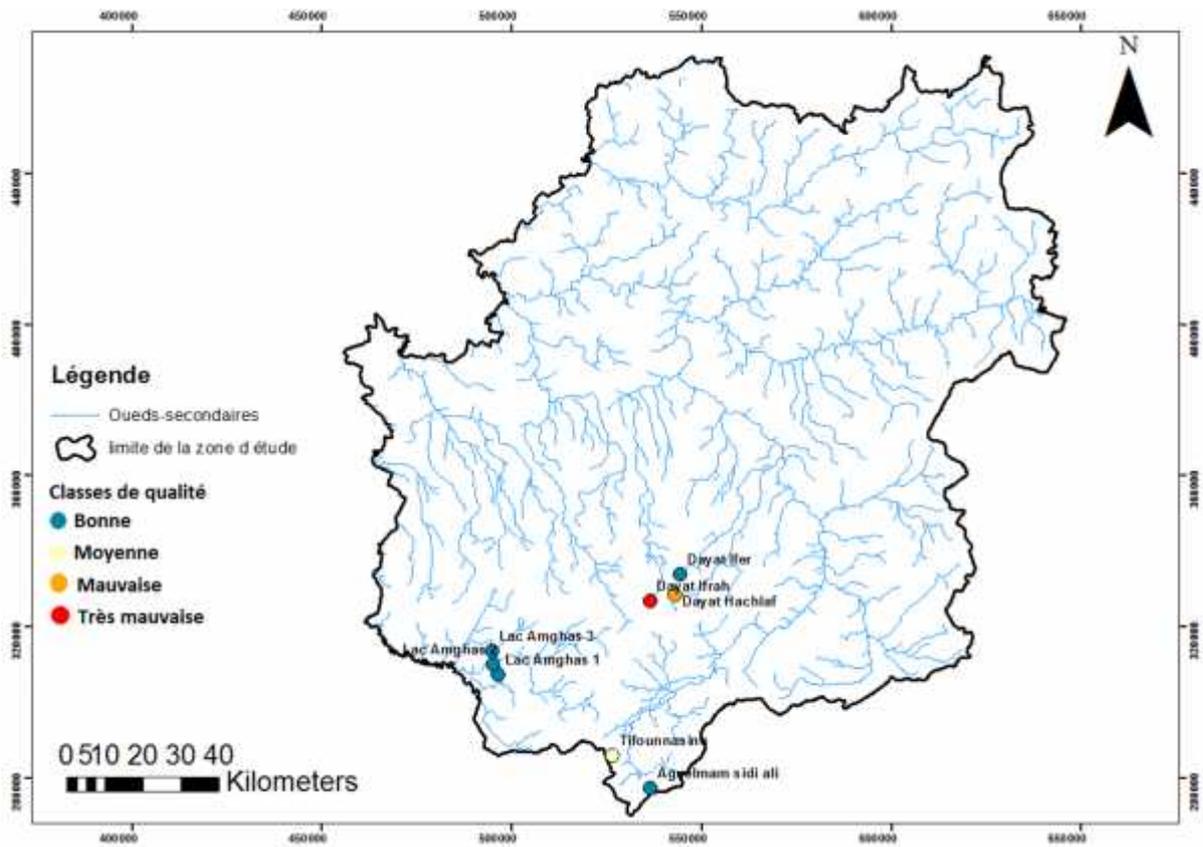


Figure.37 : Carte de la qualité globale des eaux des lacs de la région Fès-Meknès « 2^{ème} campagne 2012 »

Conclusion générale :

Le nouveau découpage administratif de Royaume du Marocain vise un développement économique et social du pays à long terme, crée un équilibre en répartissant les ressources naturelles, humaines et matérielles équitablement.

La région intitulé dorénavant Fès-Meknès est l'une des douze régions résultante du nouveau découpage administratif 2014, celle-ci englobe deux préfectures et sept provinces.

La région de Fès-Meknès dispose d'appréciables ressources en eau d'une part de la quantité et d'autre part de la qualité, ces ressources sont à la base de son développement économique et social. Cependant, la forte évolution démographique révélé dans les résultats de recensement 2014 nécessite un rythme élevé de développement des ressources confronté par ailleurs à diverses contraintes.

Ce travail a permis de rassembler, d'étudier, analyser et enfin actualiser le patrimoine des ressources en eaux que contient la région de Fès-Meknès en dépit des obstacles rencontrés au cours de l'assemblage et le traitement des données.

Le présent rapport constitue une base de données des ressources en eau superficiels et souterraines de la région Fès-Meknès.

Enfin la conservation et la gestion durable de ses ressources en eau est indispensable.

Références bibliographique :

- ABHS., 2007** - Etude d'actualisation du plan directeur d'aménagement intégré des ressources en eau du bassin hydraulique de Sebou. Note de Synthèse, Fès, 120 p.
- ABHS., 2007** - Evaluation des ressources en eaux souterraines – note de synthèse , 108 p.
- CHAMAYOU J., COMBE M., GENETUER & LECRECL C., 1975** - Le bassin de Meknès-Fès, ressources en eau du Maroc atlantique 1975. Notes et Mém. Serv. Géol. Maroc, N°231. Rabat, pp 41-71.
- Choubert G., 1956** - Carte géologique du Maroc au 1/500.000, feuille Rabat. Notes et Mém. Serv.géol. Maroc, 70.
- Charroud M., 1990**- Evolution géodynamique de la partie sud- ouest du Moyen Atlas durant le Méso-Cénozoïque, Un exemple d'évolution intraplaque. PhD Thesis, Université Mohammed 5, Rabat, 232 pp.
- CHAMAYOU J., 1967** - Rapport géologique préliminaire sur le tracé de la galerie de dérivation Sebou-Inaouène. Rapp. inéd. MTPC/DH/DRE, 28 pp., 6 fig., 1 carte géol.
- Cirac P., 1985** - Le bassin sud-rifain occidental au Néogène supérieur. Evolution de la dynamique sédimentaire et de la paléogéographie au cours d'une phase de comblement. . Mem. Inst. Géol. Bassin d'aquitaine, Université de Bordeaux 1, n° 21, 287p.
- COMBE M., 1966** - Etude géologique de synthèse du site de barrage d'Arabat. Rapp. inéd. MTPC/DH/DRE, 45 pp.
- Fedan B., 1989** - Evolution géodynamique d'un bassin intraplaque sur décrochement : le Moyen Atlas (Maroc) durant le MésoCénozoïque. Trav. Inst. Sci., sér. Géol. & Géogr. phys., Rabat, 18, 1-80.
- Hollard H., Bronner G., Marchand J. & Sougy J. 1985** - Carte géologique du Maroc au 1/1.000.000. Notes et Mém. Serv. géol. Maroc, 260.
- Martin J., 1973** - Carte géomorphologique du Moyen Atlas central au 1/100.000. Notes & Mém. Serv. géol. Maroc, 258 bis, 445 p. + pl. phot.
- Martin J., 1981** - Le Moyen Atlas central, étude géomorphologique. Notes & Mém. Serv. géol. Maroc, 258.

Maurer G., 1959 - Les pays rifains et prérfaines. In: L'information géographique. Volume 23 n°4, 1959. pp. 164-171.

Michard A., 1976 - Elément de géologie marocaine. Notes et Mém. Serv. Géol. Maroc, 252,420 p.

VIDAL J. Cl., 1971 - Une interprétation nouvelle des nappes du prérf central (Maroc) et ces consequences sur les structures de leur substratum autochtone. C. R. Acad. Sci. Pari. 272, série D, pp. 24 – 27.

Annexes

Année	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
2003	27.2	20.6	19.1	16.5	16.3	15.3	14.4	15.1	14.6	29.0	27.3	33.6
2004	29.9	25.0	18.3	13.1	13.1	13.0	18.9	24.1	30.0	32.1	36.0	35.6
2005	28.9	25.5	18.5	15.4	11.9	11.5	17.5	23.5	26.4	30.2	38.3	37.3
2006	32.4	32.8	22.6	15.9	14.4	13.8	18.0	15.4	25.9	29.2	40.0	36.6
2007	32.5	26.5	20.9	16.0	15.2	15.5	19.9	25.4	30.4	31.4	36.9	35.1
2008	30.0	21.5	12.1	12.0	9.9	15.7	14.9	14.2	23.6	25.8	33.0	29.3
2009	24.2	23.2	19.4	13.1	9.0	11.5	12.8	19.1	21.7	29.4	35.0	34.6
2010	29.1	18.6	12.9	12.5	10.4	11.1	12.3	18.2	20.5	27.0	29.6	30.2
2011	29.0	20.0	19.5	11.0	7.9	6.8	13.9	14.6	22.4	27.6	31.8	34.6
2012	29.0	21.6	13.1	10.0								

Annexe.1 : Température mensuelle de la station Bab Marzouka (ABHS)

Annee	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
2003						6.7	9.0	10.8	11.6	18.4	20.6	21.6
2004	19.0	15.2	11.0	8.9	9.6	12.0	14.6	15.5	17.9	18.3	23.3	25.5
2005	21.0	19.3	12.9	11.4	9.9	11.2	15.6	17.3	21.1	24.2	29.3	24.8
2006	24.2	19.0	13.6	9.6	15.4	14.3	15.5	15.0	17.9	22.1	27.7	26.6
2007	23.6	18.1	14.9	13.6	12.7	13.6	14.1	17.8	16.6	20.5	24.1	29.9
2008	19.9	13.7	9.1	7.8	6.8	9.8	14.0	13.4	20.1	22.5	26.1	26.0
2009	17.9	18.1	14.1	11.9	10.2	12.2	13.6	16.0	17.1	20.4	28.0	25.7
2010	21.3	16.9	14.4	13.5	12.7	13.2	12.7	17.7	19.9	26.7	30.5	31.6
2011	28.7	22.8	15.3	14.6	13.5	11.1	16.2	14.2	24.0	29.4	32.0	32.8
2012	26.2	20.9	15.3	15.0	13.5	12.9	15.0	19.3	20.0	26.6	29.0	27.7
2013	26.2	23.3	16.4	13.9	12.6	12.2	15.2	14.2	23.1	26.4	28.3	30.9

Annexe.2 : Température mensuelle de la station El Mers (ABHS)

Année	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
2003/04	24.0	17.6	11.9	13.8	11.7	11.6	12.5	11.6	12.1	27.4	29.4	29.1
2004/05	27.3	20.7	15.6	11.0	4.3	7.9	13.4	17.4	19.5	26.9	28.3	30.8
2005/06	27.9	23.2	14.0	12.8	11.0	12.1	15.0	18.2	22.2	25.6	29.1	28.8
2006/07	24.8	19.4	16.1	13.7	12.6	12.5	12.1	12.0	23.0	25.0	27.6	27.2
2007/08	22.6	18.2	17.0	13.4	15.2	12.8	15.2	13.8	15.2	21.7	31.5	32.3
2008/09	20.0	16.0	14.6	13.4	m	m	m	m	17.1	21.6	31.5	32.3
2009/10	24.5	22.0	16.7	12.0	11.1	12.8	14.6	19.0	20.3	23.5	30.2	32.2
2010/11	26.5	19.9	14.7	13.0	11.9	11.0	14.5	15.9	18.8	24.3	25.2	26.2
2011/12	23.0	21.8	15.8	13.7	12.3	10.6	14.8	14.5	21.1	25.7	27.9	29.6
2012/2013	25.4	20.5	16.1	11.7	11.3	10.8	12.1	16.3	17.2	21.7	28.1	31.3
2013/2014	25.1	21.2	15.9	12.2	11.1	11.6	12.9	16.8	21.8	22.5	27.1	28.4

Annexe.3 : Température mensuelle de la station Hajria (ABHS)

Nature du captage	Localisation (Douars , Commune)	Coordonnées Lamberts		Débit exploitable en l/s	Centre à desservir
		X (km)	Y (km)		
Station de Traitement Sebou	FES	541.8	384.8	1200	Fès - Ain Kansera - Hamria
Station Traitement Bab Louta	TAHLA	591.6	382.4	340	Oued Amlil - Taza - Aknoul
Station Traitement Taounate	TAOUNATE	568,731,83	438,617,30	50	Taounate
Station Traitement Karia Ba Mohammed	KARIA	413,200,00	518,800,00	60	Karia Ba Mohamed - Bni Snouss, Bouchabel, Jbabra, Laghouazi, My Abdelkrim, My Bouchta, Sidi El Abed et El Oulja
Station Traitement M'Kansa	M'KANSA	518.7	413.1	56	M'Kansa, My Abdelkrim et Laghwazi
Station Traitement Oudzagh	OURDZAGH			12	Ghafsai ouerdzagh
OUTZAGH/GHAFFSAIS	OURDZAGH			100	Ghafsai ouerdzagh
Station Traitement Ain Gdah	AIN GDAH	583.9	394.95	65	Ain ghdah, Ras El Oued, Sidi Mohamed Bel Lahcen, Oued Jemaa et Bouhlou
Station Traitement Bouhouda	BOUHOUDA			20	Bouhouda

Annexe.4 : Régularisation des points de prélèvements d'eau souterraine exploitée par l'ONEE