



Département des sciences de la terre

Département des
sciences de la terre

Licence sciences et techniques

Eau et environnement

Diagnostic de la situation des ressources en eau dans le bassin versant de Tensift : cas des eaux souterraines. Marrakech-Safi, (Maroc)

Réalisé par :

Bencheikh Salma & Benacha Samya

Soutenu le : 20/06/2018

Devant le jury composé de :

Mr. Abdeljabar Rizki (encadrant)

Mr. Mohamed El Mehdi Saidi (examineur)

Année universitaire : 2017/2018

Dédicace :

A nos parents

**Aucune dédicace et aucun mot ne peuvent
exprimer tout l'amour et le respect que
nous portons envers eux.**

A nos enseignants et professeurs

Pour leur patience, dévouement et sacrifice

A nos frères et sœurs

**Citer un grand remerciement et gratitude
envers eux pour leurs aides et leurs
encouragements.**

**Et à tous nos amies qui ont rendu ce
rapport finalement réalisable**

Remerciements :

Nous tenons à remercier dans un premier temps, tous les professeurs du département des sciences de terre et spécialement notre responsable de filière : Mme. Bourgeoini Yamina pour ses efforts et sa patience pendant toute l'année.

Au terme de ce travail, nous tenons à exprimer notre profonde gratitude et nos sincères remerciements à notre professeur Mr. Rizki qui a accepté d'encadrer nos travaux , pour tout le temps qu'il nous a consacrés et ses directives précieuses.

Tout notre respect et nos remerciements vont vers Mr. Saidi qui va pleinement consacrer son temps et son attention afin d'évaluer notre travail, qui espérons le sera à la hauteur de son attente.

Sommaire :

Introduction	7
I. Généralités sur les eaux souterraines :.....	8
1. Définitions et différents types des nappes :.....	8
2. Quelque chiffre sur l'eau :.....	10
3. Les eaux souterraines au Maroc :.....	11
4. Réalimentation des nappes :.....	12
5. Les problèmes de la gestion des ressources en eau souterraines au Maroc.....	13
II. Bassin Tensift :.....	14
1. Situation géographique :.....	14
2. Géologie	15
3. Climat et précipitation :.....	17
4. Les ressources en eau :.....	18
III. Qualité des ressources en eau :.....	36
1. Nappe el Haouz- Mejjate :.....	37
2. La nappe de la bahira :.....	37
3. Nappe meskala kourimat :.....	38
4. Bassin d'Essaouira :.....	38
IV. Relation pluviométrie piézométrie :.....	40
1. Variations des précipitations annuelles :.....	40
2. Variations piézométriques :.....	42
3. Relation entre les deux paramètres :.....	43
Conclusion :.....	50

Liste de figures :

Figure 1: schéma d'une nappe phréatique.....	8
Figure 2 : schéma d'une nappe captive	9
Figure 3: schéma d'une nappe libre	9
Figure 4: schéma d'une nappe semi-captive	10
Figure 5: réalimentation des nappes	12
Figure 6: Situation géographique du bassin Tensift	15
Figure 7: Carte géologique de la zone de bassin Tensift	17
Figure 8: pluviométrie moyenne annuelle (source : Direction Météorologie Nationale).....	18
Figure 9:carte du réseau hydrographique de la zone	19
Figure 10: les nappes du bassin Tensift.....	20
Figure 11 : tableau de distribution des ressources en eaux souterraines selon les nappes	20
Figure 12 : situation géographique de la nappe Haouz-Mejjate	21
Figure 13 : carte géologique de la nappe Haouz-Mejjate	23
Figure 14 : bilan hydrique de la nappe Haouz-Mejjate	24
Figure 15 : localisation de nappe la Bahira	25
Figure 16 : vue aérienne de la zone	25
Figure 17 : carte géologique de la Bahira centrale	26
Figure 18 : conductivité électrique, piézométrie et profondeur de la nappe dans la région de Sed El Majnoun	27
Figure 19 : situation géographique de la nappe Bou-sbaa.....	29
Figure 20 : carte géologique du Meskala Kourimate	31
Figure 21 : localisation géographique du bassin Essaouira.....	33
Figure 22 : coupe géologique du synclinal d'Essaouira.....	34
Figure 23 : carte piézométrique de la nappe d'Essaouira.....	35
Figure 24: répartition des eaux de surface dans le bassin ksob	36
Figure 25: faciès chimique des eaux setouraines d'après le diagramme de piper.....	38
Figure 26:Faciès chimique du synclinale d'Essaouira	39
Figure 27: variations des précipitations annuelles.....	41
Figure 28 : variations mensuelles du niveau piézométrique.....	43
Figure 29 : corrélation entre les variations pluviométriques (Marrakech) t les fluctuations piézométriques (Agdal)	44

Figure 30 : corrélation entre les variations pluviométriques (Chichaoua) et les fluctuations piézométriques (Sidi bouzid Chichaoua).....	44
Figure 31 : corrélation entre les variations pluviométrique (Aghbalou) et les fluctuations piézométriques (Al ghaba)	45
Figure 32: corrélation entre les variations pluviométriques (Abadla) et les fluctuations piézométriques (Hammou ben moussa).....	45
Figure 33 : corrélation entre variations des pluies (Imin el hamma) et les fluctuations piézométriques (Assoufid).....	46
Figure 34 : corrélation entre les variations pluviométriques (Sidi bou athmane) et les fluctuations piézométriques (Lahlalate)	46
Figure 35 : corrélation entre les variations pluviométriques (Sidi rahal) et les fluctuations piézométriques (Ait Ourir)	47
Figure 36: corrélation entre les variations pluviométriques (Taferiat) et les fluctuations piézométriques (Chouiter)	47
Figure 37: corrélation entre les variations piézométriques (Iloudjane) et les fluctuations piézométriques (Sidi mokhtar).....	48
Figure 38 : corrélation entre les variations pluviométriques (Tahanaout) et les fluctuations piézométriques (Haouz 3 Tahanaout).....	48

Introduction

L'eau est la base de la vie, et l'élément essentiel pour la majeure partie des activités de l'homme .cette matière a été considérée comme inépuisable, mais les études ont montrés que ce n'est pas le cas.

La réalité c'est que les ressources en eau sont très rare, leur fragilité et leur inégale de répartition aussi bien spatial que temporelle pose un risque majeur qui s'accroît continuellement.

Cette situation de « stress hydrique » est due l'accroissement démographique, les projets urbanistiques, touristiques et industriels ; et en changements climatiques.

Tous ces facteurs ont influencés sur ces ressources et par conséquence donnent une insuffisance des ressources en eaux de surface et leur irrégularité temporelle pousse les populations locales à exploiter les ressources souterraines souvent sans réelle conscience de leur vulnérabilité. Il faut ajouter que la mauvaise gestion et la surexploitation des eaux souterraines dans beaucoup de régions du monde aboutissant à un assèchement des nappes phréatiques ce qui aggrave la situation.

I. Généralités sur les eaux souterraines :

1. Définitions et différents types des nappes :

a. Définition :

Une nappe est une grande quantité d'eau présente dans une roche sous terre, et plus précisément dans les fissures et les espaces libres, Une nappe d'eau souterraine se caractérise par son niveau supérieur ou son niveau piézométrique.

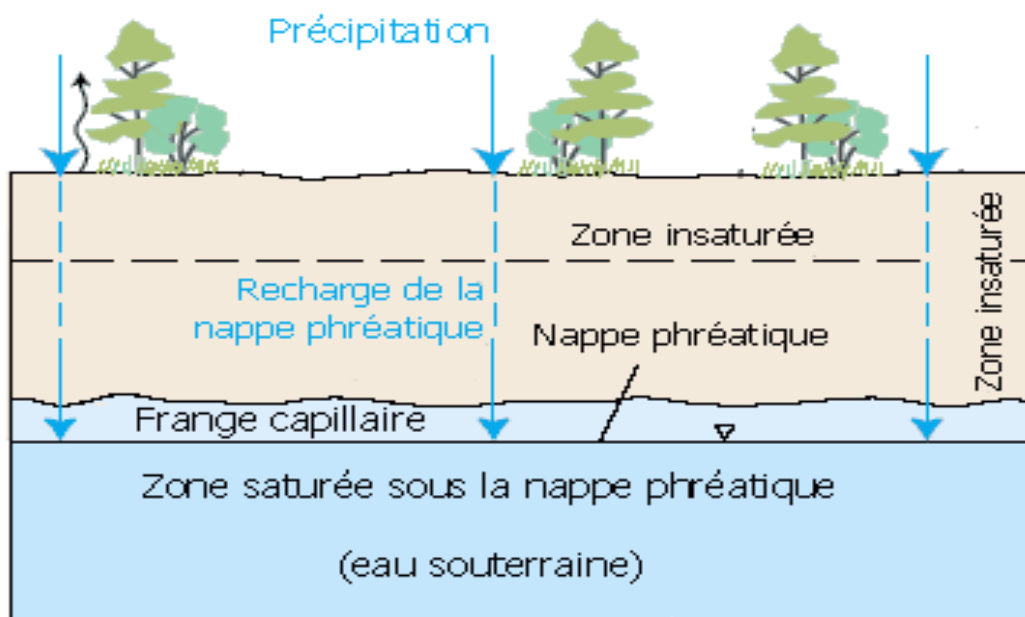


Figure 1: schéma d'une nappe phréatique

Il existe trois types des nappes :

b. Nappe captive :

Un aquifère confiné (nappe captive) est une formation saturée limitée par deux couches imperméables qui restreignent les mouvements de l'eau. c'est une nappe sans surface libre qui est soumise en tout point à une pression supérieure à la pression atmosphérique et sa surface piézométrique est plus haute que le toit de l'aquifère, qui se trouve alors entièrement en zone saturée.

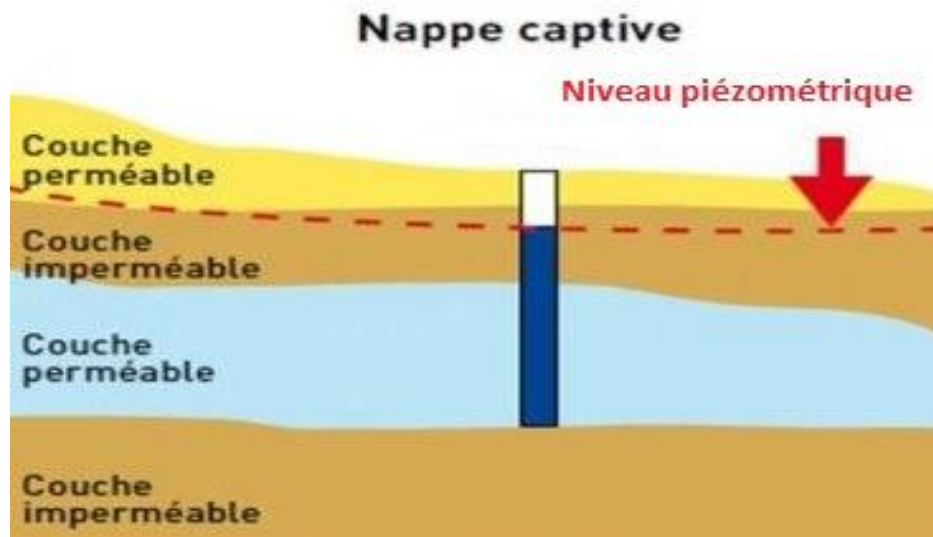


Figure 2 : schéma d'une nappe captive

c. Nappe libre :

Un aquifère libre est limité par une couche imperméable à sa surface inférieure, mais reste libre sur sa surface supérieure. De ce fait, son niveau peut monter et parfois atteindre la surface du sol si les précipitations augmentent.

L'eau y est donc en équilibre avec la pression atmosphérique et atteint naturellement son niveau piézométrique.

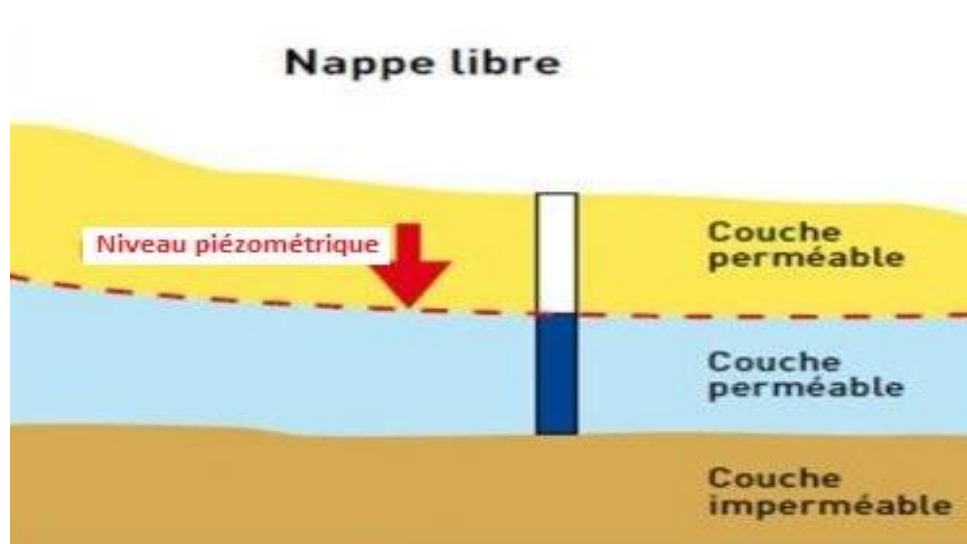


Figure 3: schéma d'une nappe libre

d. Nappe semi-captive :

Un aquifère à nappe semi captive se forme quand une lentille de roche peu perméable se situe au-dessus de la surface piézométrique régionale. Confinant ainsi partiellement les eaux. La roche imperméable bloque l'infiltration en profondeur de l'eau.

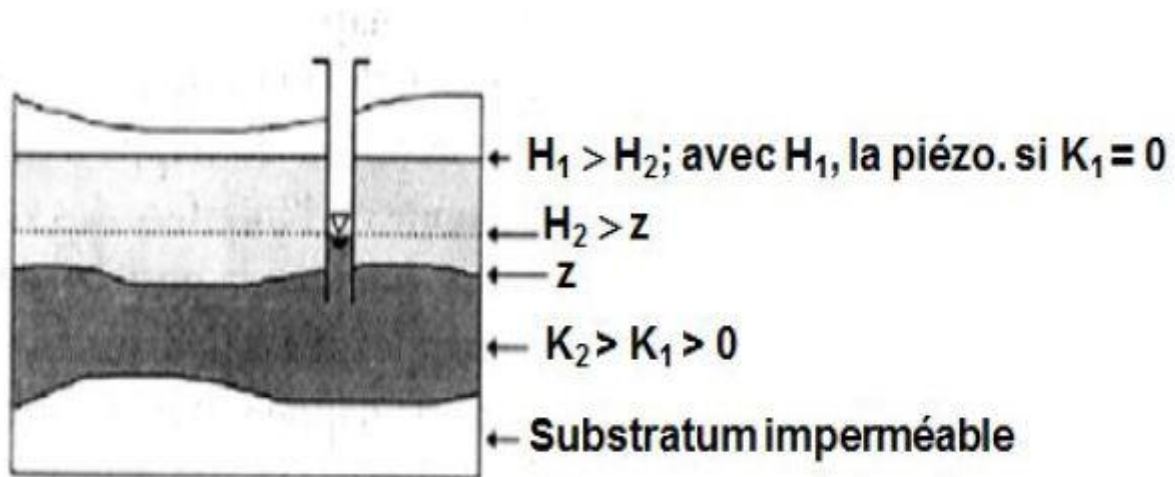


Figure 4: schéma d'une nappe semi-captive

2. Quelque chiffre sur l'eau :

Tout d'abord rappelons que l'eau douce ne représente que 3% des ressources en eau mondiale dont l'eau salée constitue 97 %, d'autre part les eaux souterraines représentent 30% de ses réserves mondiales en eau douce. Cette quantité d'eau douce répartie de la manière suivante :

- 70% de l'eau douce est retenue sous forme de neige ou de glaciers sur les montagnes, ou dans les Ilandsis (couche de glace très épaisse couvre une terre, une île ou un continent).
- 29.7% sont des eaux souterraines plus ou moins profondes, elles dérivent de la manière suivante :
 - les nappes fossiles : elles sont très profondes contenues dans les régions arides ou semi-arides (la zone d'étude) leurs exploitations épuisent et elles sont non

renouvelables.

- les nappes phréatiques : sont peu profondes et renouvelables, elles sont alimentées par les précipitations, les ressources...
- 0.5% forment les eaux de surface, elles représentent moins de 1% de toute l'eau douce à la surface de la terre. l'eau des lacs et des rivières coulent vers les mers, et participe ainsi au cycle de l'eau.

3. Les eaux souterraines au Maroc :

La ressource en eau souterraine est une notion à la fois :

- Relative à l'échelle de l'espace, de la durée de référence et aux critères d'évaluation.
- Multidimensionnelle car elle s'exprime en terme de flux, de stock, de régime de renouvellement, de qualité, de conditions d'accès, et de contraintes internes et externes au système.

Les eaux souterraines constituent au Maroc une part importante du patrimoine hydraulique du fait de sa constitution géologique: bassins sédimentaires à nappes phréatiques et à nappes captives (Souss, Tadla, Haouz, Saiss), massifs calcaires karstiques à grandes sources (causes du moyens Atlas), vallées alluviales à nappes très liées aux écoulements de surface (vallée de Ziz, de Draa). Elles présentent, par rapport aux eaux de surface des avantages sur le plan de la couverture des besoins. On dénombre 21 nappes profondes et plus de 82 nappes superficielles. Ces eaux souterraines jouent un rôle important dans le développement socio-économique. On évalue à 4.2 Milliards de m³ par an le total de leur prélèvement. Ces prélèvements sont opérés de plus en plus par pompage au déterminent des écoulements gravitaires (Khattaras, sources, émergences). Sur ces 4.2 milliards, soit 27% de la ressource en eau utilisé par ce secteur. Par contre, les eaux souterraines concernent 55% des besoins d'alimentations en eau potable et industrielle.

4. Réalimentation des nappes :

L'origine des eaux souterraines dépend essentiellement des précipitations qui tombent sur une région donnée. Les pluies ou les eaux de fonte des neiges ou des glaciers pour partie vont s'infiltrer dans le sous-sol. La meilleure période pour que les nappes se rechargent est généralement durant la période hivernale, car les précipitations sont les plus importantes, l'évaporation est faible et la végétation est peu active et ne prélève pratiquement pas d'eau dans le sol.

Lorsque les quantités d'eau pompées sont excessives, le niveau des nappes phréatiques baisse et les puits s'assèchent. Le temps de restitution naturelle du niveau de la nappe est souvent très long. Les méthodes de réalimentation permettent de maintenir les nappes phréatiques à un niveau suffisant afin qu'elles puissent continuer à être exploitables dans des contextes d'utilisation intensive.

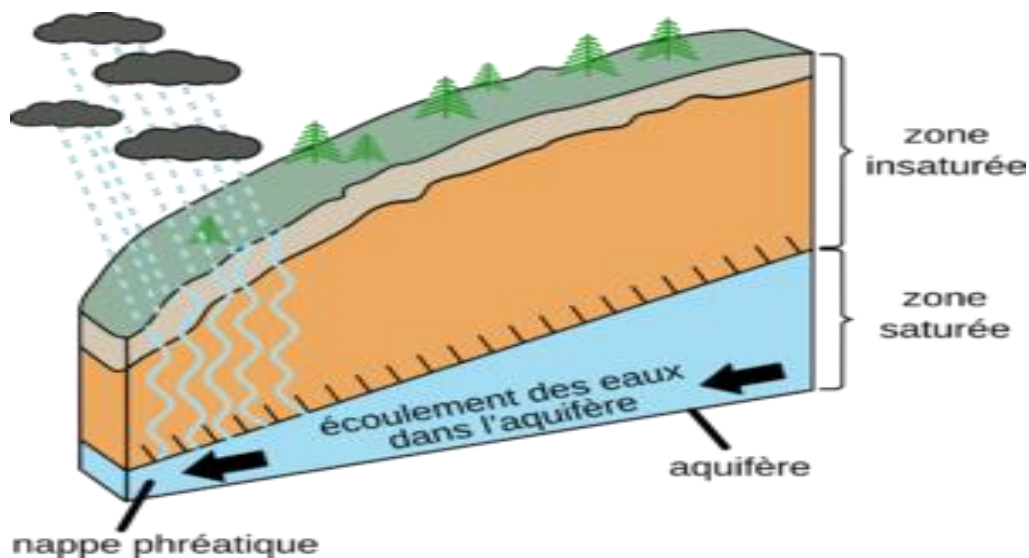


Figure 5: réalimentation des nappes

a. Principe :

Le principe est relativement simple : il s'agit de créer des bassins de ré-infiltration ou des tranchées sur un sol ayant une perméabilité suffisante. La méthode peut être mise en œuvre à partir d'une retenue d'eau créée par un barrage ou par pompage dans un cours d'eau et transfert dans des bassins de ré-infiltration.

b. Les avantages :

La réalimentation des nappes phréatiques a de nombreux avantages. Elle permet de maintenir en permanence une réserve d'eau de bonne qualité dans des conditions exploitables.

Cette eau devient une ressource alternative qui permet de garantir l'approvisionnement en eau pour des usages potables ou non-potables en cas de sécheresse. De plus, dans la mesure où la texture de sol permet un temps de contact suffisant entre le milieu aqueux et les particules, il se produit une autoépuration de l'eau par voie biologique. Dans plusieurs villes où la méthode est utilisée, l'eau pompée dans la nappe peut être injectée dans le réseau de distribution d'eau potable moyennant une simple chloration. La recharge des nappes est aussi un moyen pour éviter l'intrusion saline dans les zones côtières.

c. Les inconvénients :

Elle nécessite la construction d'infrastructures qui peuvent être plus ou moins coûteuses suivant les méthodes mises en œuvre (barrages, station de pompage voire station de décantation)

La méthode n'est malheureusement pas applicable partout. Elle n'est pas envisageable sur un sol imperméable.

5. Les problèmes de la gestion des ressources en eau souterraines au Maroc

L'eau souterraine est interdépendante de l'eau de surface, sa gestion s'intègre dans la gestion des eaux comme un tout. Elle suppose des objectifs, des intervenants et des instruments.

En général, les problèmes majeurs affectent les ressources en eau au Maroc sont:

- La rareté des ressources.
- leur irrégularité dans le temps.
- leur irrégularité dans l'espace.
- L'épuisement des ressources en eau en rapport avec l'accroissement de la demande.

II. Bassin Tensift :

1. Situation géographique :

Le bassin versant de Tensift occupe une surface de 24 800 Km², et couvre presque 3 % de la superficie totale du pays. Il s'étend sur le Haouz de Marrakech et une partie des montagnes du Haut Atlas, sur une superficie de 19 800 Km². L'oued Tensift s'écoule d'Est en West de sa source, à une altitude de 550 NGM, à l'embouchure dans l'Océan Atlantique, sur une longueur de 260 km. Ce large domaine est situé entre les latitudes 32° 10' et 30° 50' Nord et les longitudes 9° 25' et 7° 25' West. L'oued Tensift côtoie au Nord-Est la province d'El Kelâa- Sraghna, à l'Est celle d'Azilal, au Sud-Est celle d'Ouarzazate, au Sud-Ouest les provinces d'Essaouira et au Nord-Ouest celle de Safi.

- La partie Sud du bassin correspond au flanc Nord du Haut Atlas et est occupée par une succession de bassins d'orientation Nord-Sud, de superficie moyenne (200 à 1500 km²) bien arrosés et très pentus (15 à 22 %) qui constituent les affluents rive gauche de l'oued Tensift.
- La partie médiane du bassin, alignée suivant un axe Est-West (sillon du Haouz et du bassin de Mejjat), correspond au cours aval de ses affluents et au cours de l'oued Tensift proprement dit.
- La partie Nord (flanc Sud des Jbilet), peu pentue et peu arrosée, correspond aux petits bassins affluents de la rive droite de l'oued Tensift.

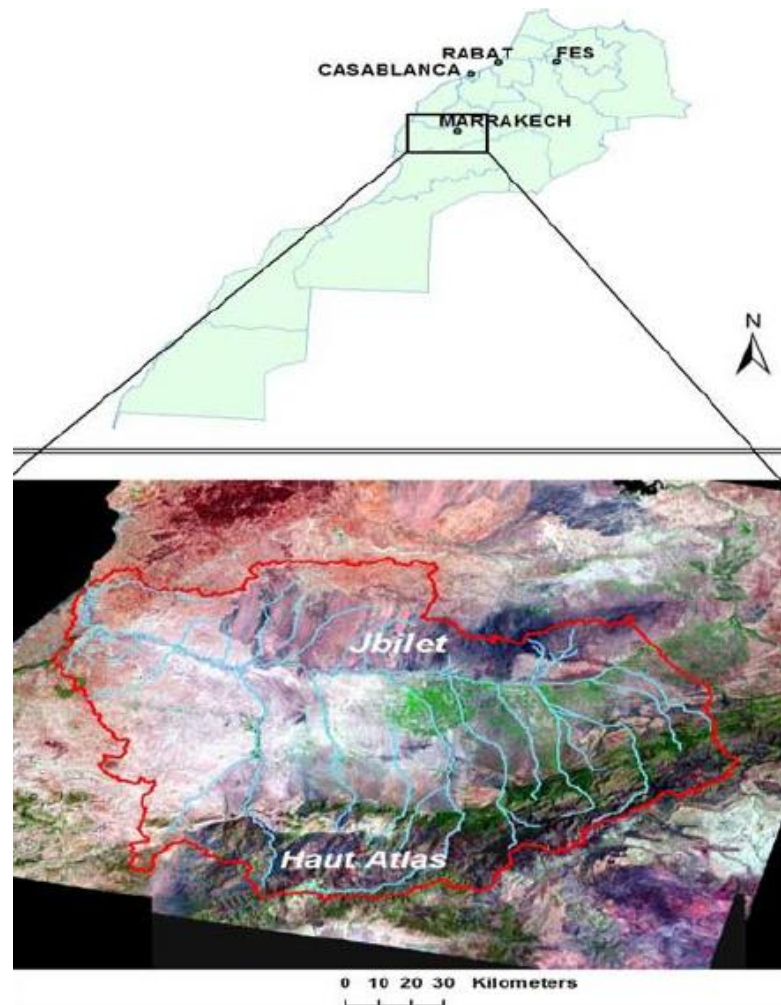


Figure 6: Situation géographique du bassin Tensift

2. Géologie :

Le cadre géologique du bassin du Tensift s'articule sur l'organisation du socle primaire, affleurant dans le Haut Atlas, les Jbilet et les Rehamna, qui se sont structurés au cours des temps géologiques sous l'effet de l'évolution des champs de contraintes, des phases de surrections et d'effondrements, et des époques d'érosion et de sédimentation.

- Plateau des Gantour et plaine de la Bahira occidentale :
la zone des Gantour se présente sous forme d'un plateau monoclinale à pendage sud plongeant des Rehamna vers les Jbilet. La Bahira occidentale se présente sous forme d'une dépression synclinale enserrée entre les Rehamna au Nord et les Jbilet au Sud. Le socle primaire est recouvert par des formations de couvertures triasiques, crétacées et éocènes, antérieures aux premiers mouvements atlasiques ; ces formations

affleurent au Nord, s'enfoncent sous la plaine vers le Sud et se terminent en biseau au Sud contre le socle paléozoïque .

- Jbilet et Mouissate :

Les Jbilet sont des formations paléozoïques comportant de puissantes séries de schistes et grès. Les Jbilet s'étirent à l'affleurement selon une direction Est-West, perpendiculaire aux orientations hercyniennes dont les effets se matérialisent par une segmentation de cette structure. Les Mouissate sont complètement formés par les formations du jurassique supérieur, transgressif sur le paléozoïque ou le Stephano-trias de l'extrémité occidentale des Jbilet.

- Plaine du Haouz :

Les dépôts du néogène au quaternaire alluvial forment la plaine. La couche de calcaire existe autour de Chichaoua et en amont jusqu'au pied du Haut Atlas. Ces formations sont généralement perméables et l'eau souterraine peut être exploitée. Quelques dépôts paléozoïques sont dispersés dans le sud du centre de la plaine, et au sud-est de Guemassa. Cette formation paléozoïque est constituée de schiste et quartzite, elle est presque imperméable.

- Le bassin Essaouira – Chichaoua et la zone Côtière d'Essaouira :

fait partie du grand bassin côtier du Sud-ouest marocain, s'étendant entre El Jadida au Nord et Agadir au Sud. La partie Sud de ce bassin, comprise entre l'oued Tensift et la plaine du Souss, correspond au Haut Atlas occidental. Les terrains à l'affleurement sont dominés par les formations du Crétacé dont les structures de surface reflètent l'empreinte de l'orogénèse atlasique. La zone côtière et la partie orientale du bassin sont couvertes par des dépôts du Néogène et du Pléistocène. Le socle paléozoïque, profondément enfoui sous une épaisse série mésozoïque, affleure largement à l'Est du bassin, au niveau du Jbilet et du massif ancien du Haut Atlas.

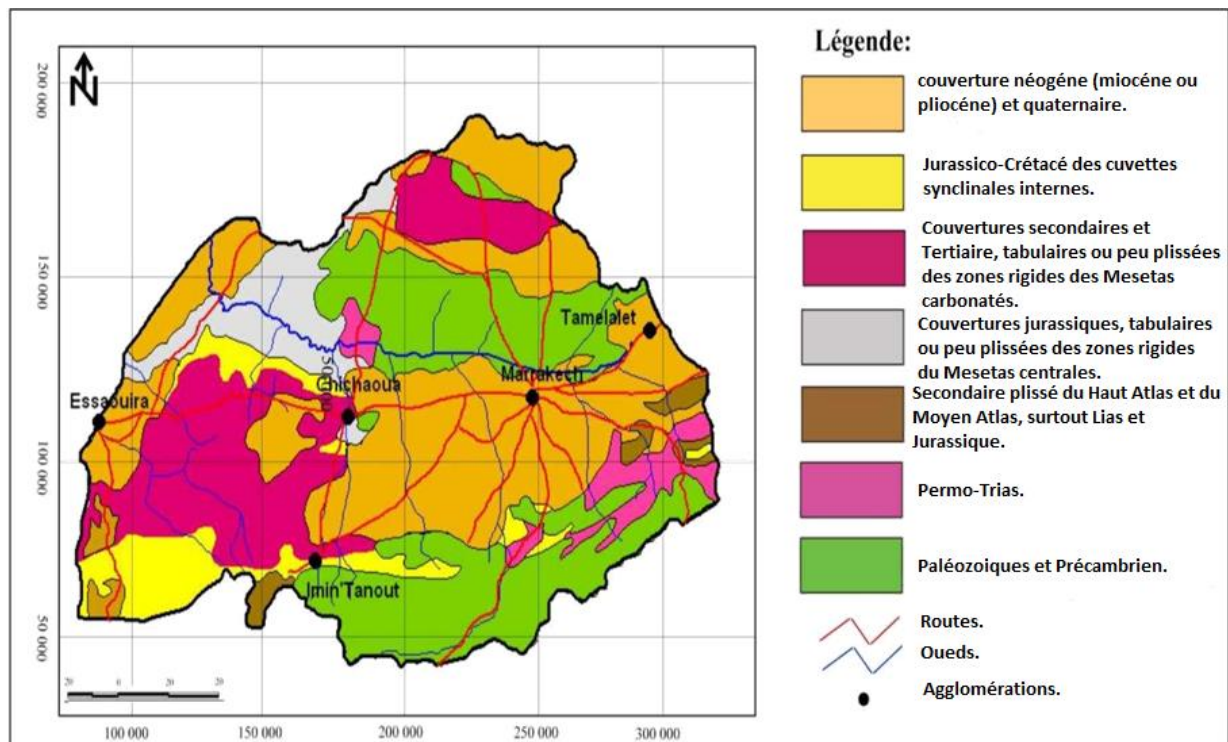


Figure 7: Carte géologique de la zone de bassin Tensift

3. Climat et précipitation :

Le climat de la région se distingue par une variabilité apparente (température estivale moyenne des maxima 37.7°C et des minima 4.9°C) avec une pluviométrie faible et irrégulière. La pluie varie de 800mm en région de montagne à 190mm dans la plaine.

Il reste soumis aux influences de l'Océan Atlantique et aux altitudes très élevées du Haut Atlas.

Le caractère aride et semi-aride domine dans toute la région, le subhumide apparaît seulement dans le haut atlas à une altitude comprise entre 1500 et 2000m. Presque la moitié de la superficie régionale présente des précipitations inférieures à 300 mm/an en moyenne dans la chaîne atlasique. Les basses températures permettent des précipitations de flocon de neige à partir de 2500m d'altitude.

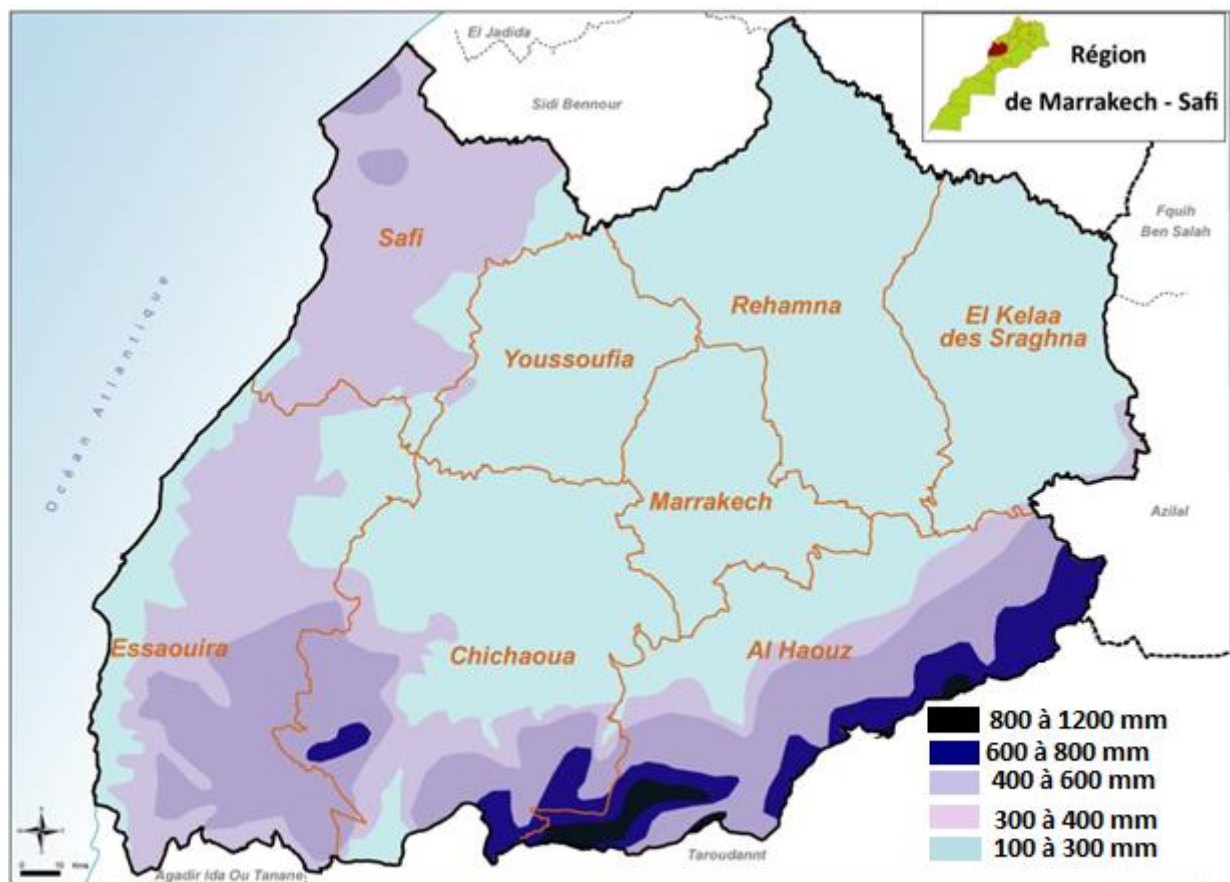


Figure 8: pluviométrie moyenne annuelle (source : Direction Météorologie Nationale)

4. Les ressources en eau :

- Les eaux de surface :

Les ressources en eau de surface sont limitées et caractérisées par une irrégularité spatiale et temporelle. Les précipitations annuelles varient de 800 mm en montagne à 190 mm dans la plaine. Le réseau hydrographique de la plaine du Haouz est constitué par un ensemble d'oueds dont les principaux sont, d'Est en Ouest, le Rdat, l'Oued Zat, l'Oued Ourika, l'Oued Issil, la Rheraya, l'Oued N'Fis et l'Oued Amzmiz, enfin l'Assif El Mal, qui descendent du Haut-Atlas au sud et se jettent dans le Tensift au Nord. Les apports moyens annuels drainés sont évalués à près de $877,5 \text{ Mm}^3 \cdot \text{an}^{-1}$. En outre, le bassin du Tensift bénéficie maintenant d'un transfert de 300 Mm^3 à partir du bassin de l'Oum- Er-Rbia à travers le canal de Rocade dont 40 Mm^3 sont utilisés pour l'alimentation en eau potable de la ville de Marrakech et 260 Mm^3 pour l'irrigation du périmètre du Haouz central.

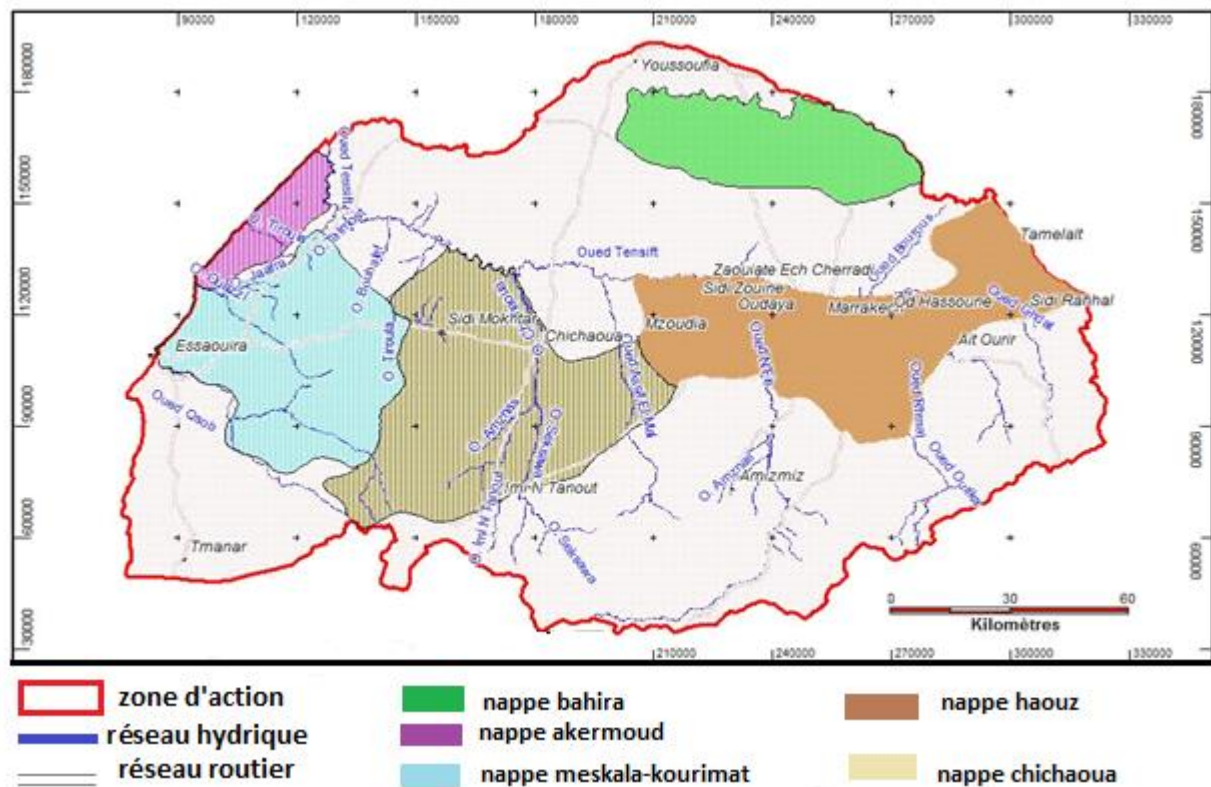


Figure 10: les nappes du bassin Tensift

Nappe	Nappe Haouz	Nappe de la Bahira	Nappe Mejjate	Nappe d'Essaouira Kourimate	Autres	Total
superficie (Km ²)	6000	5000	1000	6000	-	18
ressources renouvelables (Mm3/an)	238	56	92.5	64.5	35	558
prélèvements actuels (Mm3/an)	395	56	64.5	15	15	618.5
ressources supplémentaires exploitables (Mm3/an)	-	-	7	15.5	-	36.5

Figure 11 : tableau de distribution des ressources en eaux souterraines selon les nappes

a. Nappe Haouz-Mejjate :

1. Situation géographique :

- Nappe Haouz :

La nappe du Haouz s'étendant sur une surface d'environ 6 000 km², elle est limitée par la chaîne du Haut Atlas au Sud, et les chaînons des Jbilet au Nord, Elle est allongée en direction Est-Ouest et sa longueur moyenne est de 40 Km. c'est une nappe libre caractérisée par un écoulement généralement vers le nord-est, La surface libre de la nappe s'établit en moyenne à 30 m sous le niveau du sol, mais se situe entre 5 à 10 m le long de l'Oued Tensift et peut descendre jusqu'à 80 m le long du piémont de l'Atlas.

- Nappe Mejjate :

La nappe s'étend sur une superficie de 1 000 Km² entre le Tensift au nord et le Haut Atlas au sud, c'est une vaste étendue à relief pratiquement plat et où l'altitude est de l'ordre de 600m. Cette plaine s'insère grossièrement dans le quadrilatère Guemassa, M'zoudia, Chichaoua et Imin Tanout. Au niveau de la province cette plaine occupe une superficie de 3072 Km², soit 45% de la superficie totale.

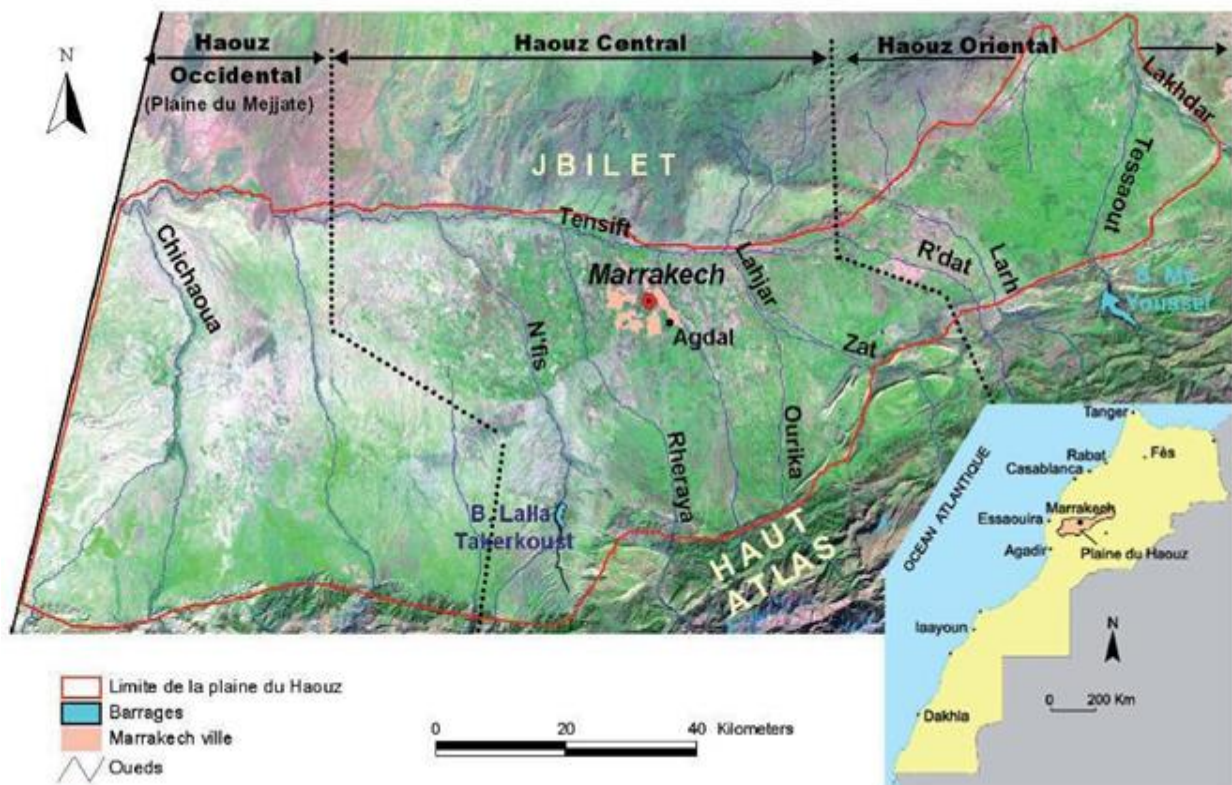


Figure 12 : situation géographique de la nappe Haouz-Mejjate

2. Géologie et hydrogéologie :

- Nappe Haouz :

La nappe est un bassin de sédimentation d'origine tectonique, dans lequel se sont accumulés au Néogène et au Quaternaire d'importantes formations détritiques issues du démantèlement de la chaîne atlasique au cours de son soulèvement. La nappe circule dans les alluvions plio-quaternaires et les formations du néogène d'une puissance variable entre 50 et 80 m et pouvant atteindre localement 120 m.

L'alimentation de la nappe du Haouz est assurée par l'infiltration des eaux de crues des oueds atlasiques traversant la plaine et par le retour des eaux d'irrigation. L'écoulement général de la nappe se fait du Sud vers le Nord, pour être drainée par l'oued Tensift.

Dans la plaine du Haouz, on peut distinguer 3 nappes superposées qui sont :

- une nappe libre de profondeur de 10 m au Nord à 80 m au Sud avec un débit de 30l/s.
- une 2eme nappe d'une profondeur moyenne de 300 m avec un débit plus faible.
- une 3eme nappe très profonde (dépassé 500m) et de débit assez négligeable.

- Nappe Mejjate :

Elle renferme deux aquifères : la nappe phréatique plio-quaternaire et la nappe éo-crétacé. Les principales alimentations de ce système proviennent des infiltrations directes des eaux de pluie sur les aires d'affleurement et des eaux de crue des oueds Imin Tanout et Ameznas. L'écoulement de l'eau, de direction Sud-Ouest à Nord-Est, donnent naissance aux principales sources de l'oued Chichaoua et contribue à l'alimentation par infiltration de la nappe phréatique de Mejjate.

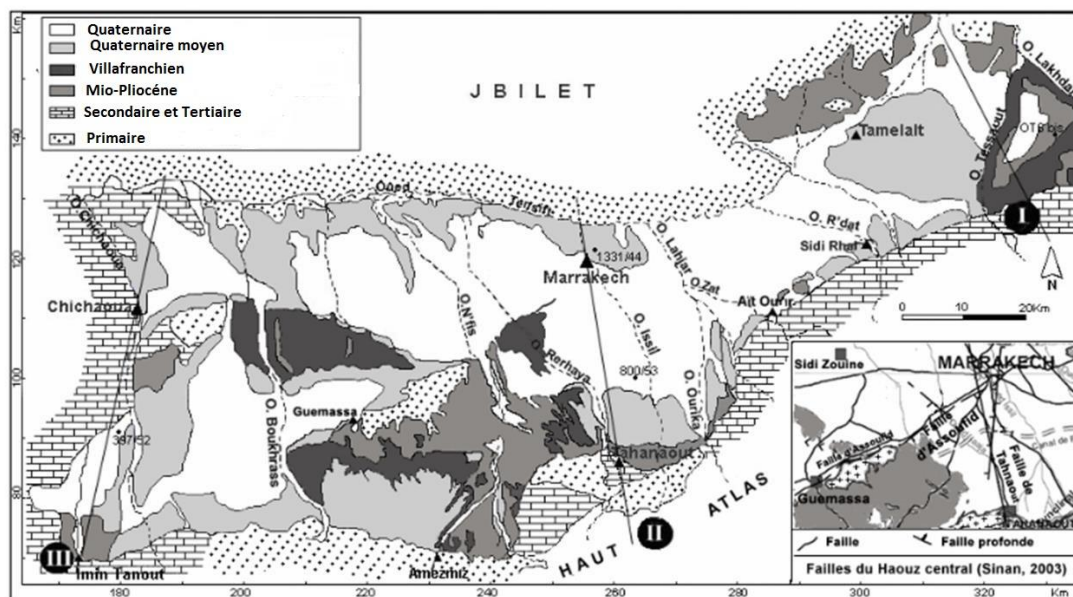


Figure 13 : carte géologique de la nappe Haouz-Mejjate

3. Hydrologie :

Le réseau hydrographique comprend deux systèmes :

Dans le système occidental, l'oued Tensift coule d'Est en West dans la plaine du Haouz au pied des Jbilet, il reçoit comme un collecteur les oueds Nfis, Rhéraya, Ourika, Zat et Larh qui descendent du versant Nord de l'Atlas.

Dans le système oriental, l'oued Tassaout et son affluent l'oued Lakhdar descendent du versant Nord de l'Atlas et quittent le Haouz par une trouée dans les Jbilet pour aller rejoindre l'Oued Oum Er-rbia. Ce système est le plus important tant au point de vue de la superficie du bassin versant (4170 km^2 contre 3350 km^2) que de l'apport moyen annuel (785 millions de m^3 contre 654 millions de m^3).

Les divers oueds ont un régime qui reflète l'irrégularité des pluies sur le bassin versant. Ils sont toujours en montagne mais ne le sont plus dans la plaine (sauf pour l'oued Lakhdar). La plus grande partie des débits passe sous forme de crues provoquées par de fortes pluies. Les eaux d'étiage et une partie des eaux de crues alimentent des séguías servant à l'irrigation dans la plaine du Haouz. Une autre partie s'infiltre ou s'évapore. La plus grande partie des eaux de crues quitte le Haouz par l'oued Tensift ou par la trouée de l'oued Tassaout dans les Jbilet.

4. Bilan hydraulique :

En ce qui concerne le bilan hydraulique de la nappe : La recharge de la nappe se fait principalement par infiltration des eaux d'irrigation et des eaux de crues le long des oueds atlasiques traversant la plaine, principalement les oueds du N'Fis, de Ghéraya, d'Ourika, du Zat, du R'dat et de Chichaoua.



Figure 14 : bilan hydrique de la nappe Haouz-Mejjate

b. Nappe de la Bahira :

1. situation géographique

La plaine de la Bahira se situe à une trentaine de kilomètres au nord de Marrakech. Elle fait partie du domaine de la meseta occidental et représente une vaste zone du Maroc central qui s'étend sur une superficie d'environ 5 000 km². Allongée d'Est en West. La cuvette de la Bahira se divise en deux grands ensembles qui sont le plateau de Ganntour à l'West de la plaine avec des altitudes élevées de 531 m et la partie Est de la Bahira avec des altitudes basses de 404m .elle est délimitée par :

- le massif des Jbilet au Sud,
- le plateau des Rehamna et des Gantour au Nord.

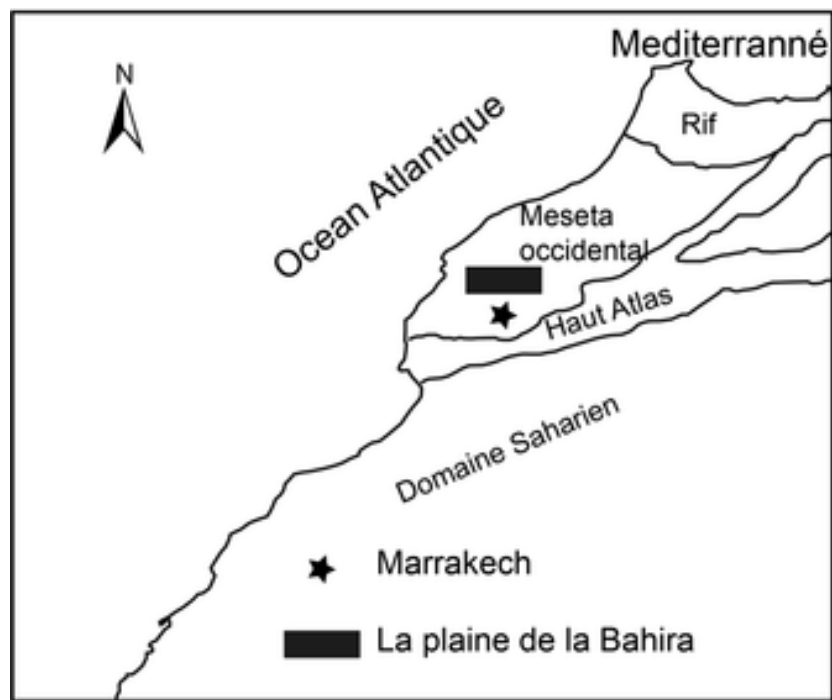


Figure 15 : localisation de nappe la Bahira

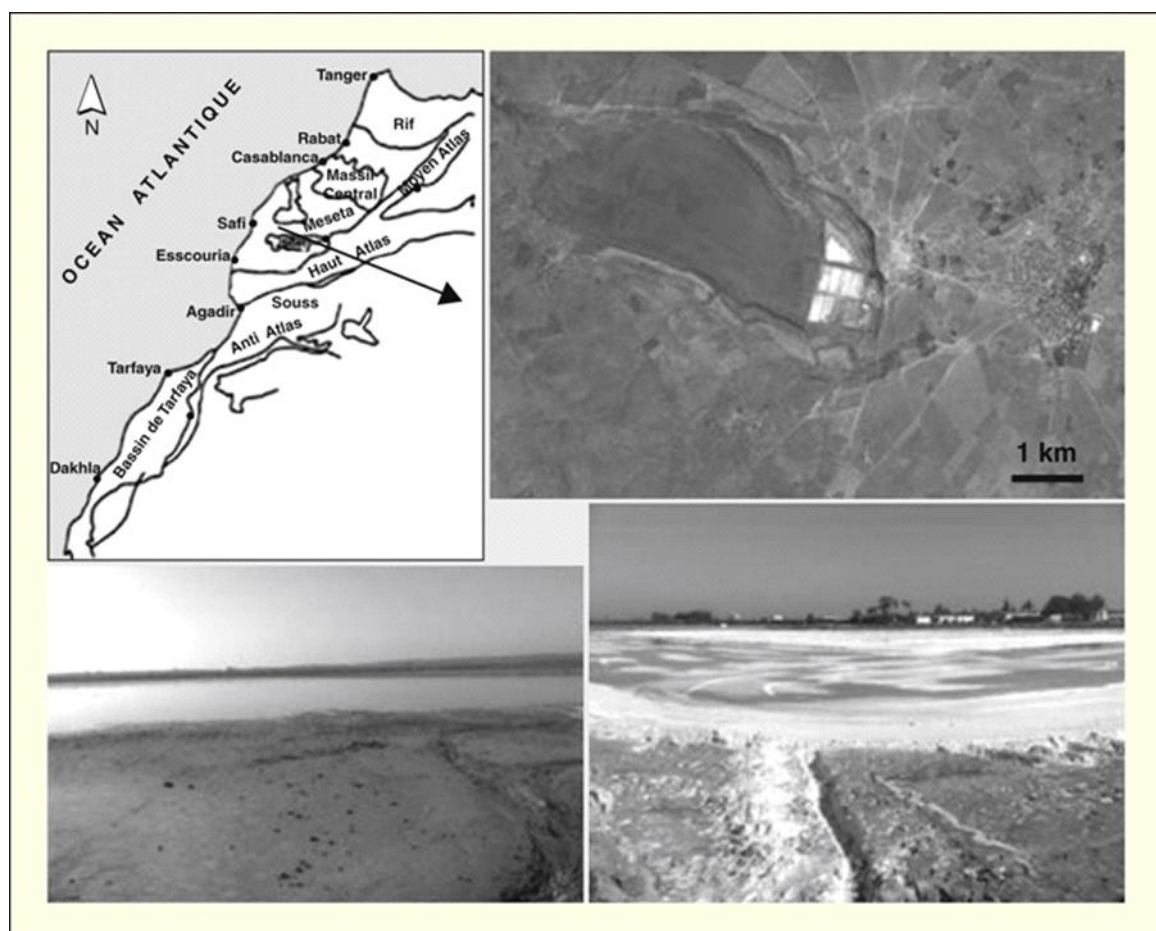


Figure 16 : vue aérienne de la zone

2. cadre géologique et hydrogéologique:

La plaine de la Bahira est un fossé synclinal dominé par un socle paléozoïque des Jbilet de plusieurs milliers mètres d'épaisseur, associé à des plutons granitiques mis en place lors de l'orogénèse hercynienne ; c'est un substratum formé de schistes, micaschistes et flyschs. Il affleure aussi à l'intérieur de la plaine sous forme de horst.

Des formations triasiques argileuses et salifères sont représentées à l'extrémité occidentale des Jbilet et de la Bahira, constituant la Sebkhia de Zima.

Le Jurassique supérieur est composé de calcaires gréseux et dolomitiques, de marnes et gypses, formant les collines de Mouissate.

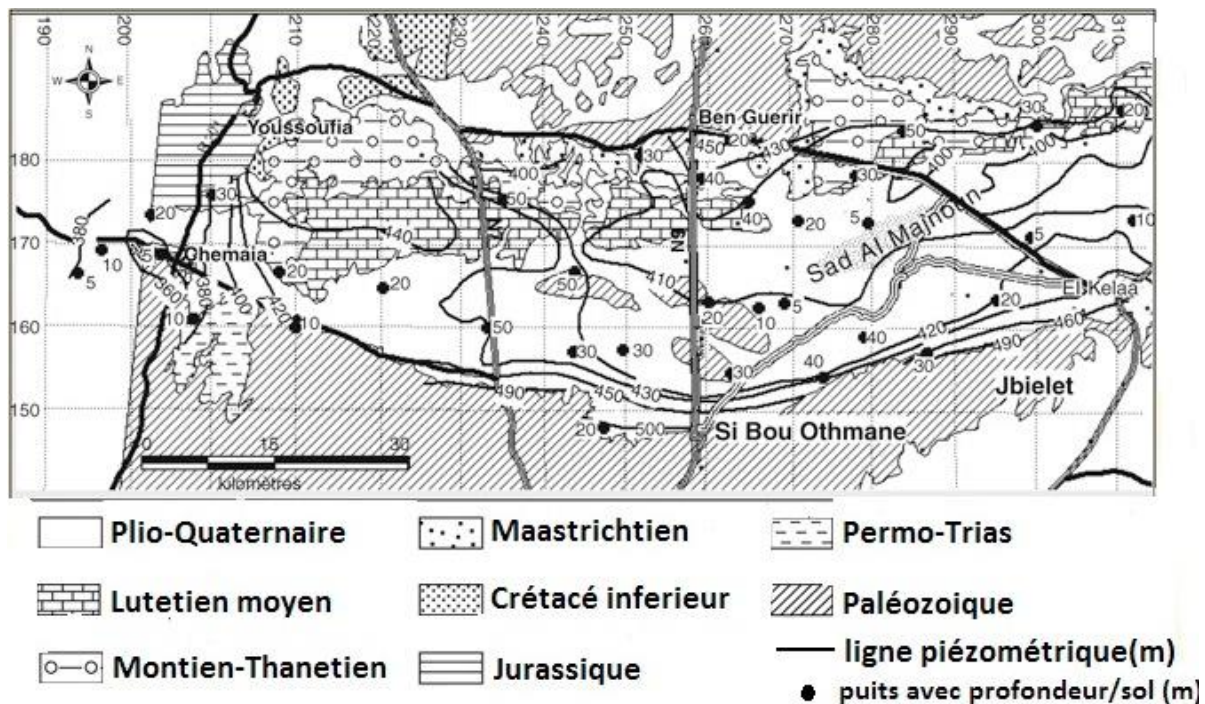


Figure 17 : carte géologique de la Bahira centrale

La plaine renferme une nappe libre et une nappe captive profonde ou semi profonde circulant dans des calcaires fissurés de l'Eocène. Les calcaires du Lutétien sont des dépôts continentaux sous forme de conglomérats, graviers, argiles et calcaires lacustres d'âge Plio-Quaternaire.

Parmi les réservoirs de la plaine :

- Le réservoir profond des calcaires lutétiens formé de calcaires siliceux fortement fracturés. Ses affleurements sont bien représentés dans la partie ouest de la plaine et

diminuent de façon remarquable en allant vers l'est. Sa puissance moyenne varie entre 20 et 60 m. Cet aquifère s'étend sur une direction E-W le long du plateau du Ganntour et semble atteindre les Jbilet au sud.

- Le réservoir du Plio-Quaternaire donne un complexe d'argiles avec des lits de graviers et de cailloutis. Il présente des mauvaises caractéristiques hydrauliques (perméabilité et transmissivité autour de 10^{-6} m/s et 10^{-5} m²/s respectivement). Il peut dépasser les 200 m à Sed El Majnoun. Son faciès passe au nord et à l'est à des calcaires lacustres à passées de conglomérats, épais de 10 à 40 m, avec des bonnes caractéristiques hydrauliques (perméabilité autour de $5 \cdot 10^{-4}$ m/s et transmissivité de l'ordre de 10^{-2} m²/s). Sed El Majnoun constitue un aire de recharge locale de la nappe phréatique, où la profondeur de la nappe est restée la même (les profondeurs de la nappe atteignent 60 m)

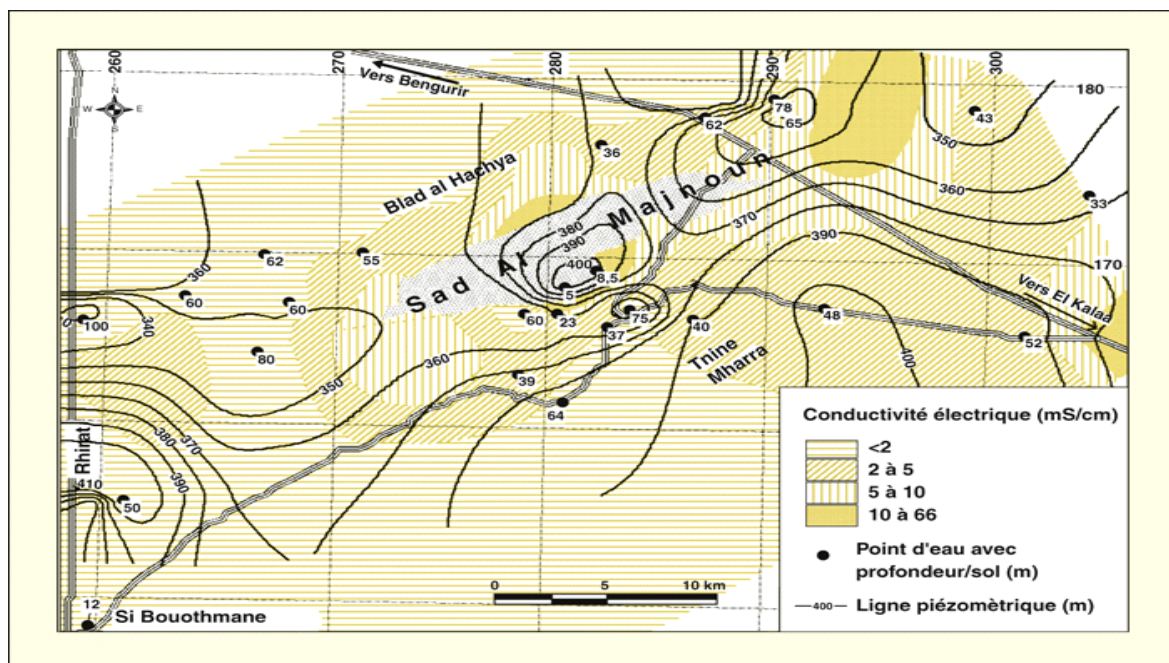


Figure 18 : conductivité électrique, piézométrie et profondeur de la nappe dans la région de Sed El Majnoun

La carte piézométrique de la région montre que les eaux souterraines s'écoulent dans des zones de recharge (Gantour, Jbilet et Mouissate) vers la dépression fermée contenant les sebkhas Zima et Sed El Majnoun.

3. l'hydrologie du bassin

Le Bassin de la Bahira-Gantour s'étend depuis les bordures des collines de Mouissate jusqu'au méridien d'El-Kelaa à l'Est. Cette partie porte sur les différentes unités hydrogéologiques du Bassin. Leurs caractéristiques hydrogéologiques et hydrodynamiques nous permettent de limiter le réseau hydrographique de la région et de déterminer ses différents aquifères.

a- Les 5 unités hydrologiques principales :

- Tassaout.
- Sed El Majnoun.
- Lac Zima.
- Côtier Safi-El-Jadida.
- Tensift.

b- les caractéristiques hydrogéologiques des différentes unités :

La Bahira orientale est drainée par Tassaout et Sed El Majnoun, et la Bahira occidentale (la zone de Youssoufia), est drainée par:

- le Côtier Safi El-Jadida dans le secteur Nord ;
- le Tensift dans le secteur Sud ;
- le Lac Zima localement dans le secteur Est.

Cette partie occidentale renferme le secteur de Ras-Al-Ain et Chemaïa où les eaux souterraines convergent vers le lac « Zima » caractérisé par un exutoire d'évaporation.

La partie occidentale de la Bahira dans son extrémité jusqu'au méridien d'El-Kelaa, n'est drainée par aucun Oued. Les Oueds viennent des Jbilet ou des Rhamna disparaissent en arrivant dans la plaine. Les ruissellements s'accumulent dans les dépressions fermées du Sed-El-mejnoun et du lac Zima, pour s'infiltrer ou s'évaporer. L'Oued Gaino issu du versant SW des Jbilet pénètre dans la Bahira à El-Kelaa, et draine une partie des eaux de la nappe phréatique du Haouz oriental. Au seuil d'El-Kelaa pénètrent également dans la Bahira deux séguis d'irrigation apportant l'une des eaux du Lakhdar et l'autre des eaux dérivées de la Tassaoute.

c. Nappe Bou Sbaa :

1. situation géographique

La plaine d'Oulad BouSbaa s'étend sur 420 Km² au Sud du Centre Sidi El Mokhtar et représente environ 6% de la superficie totale de la province. L'altitude Moyenne est de l'ordre de 390m.

La plaine d'Ouled Bou Sbaa correspond à la cuvette de Sidi el Mokhtar. Il s'étend au Nord jusqu'au l'affleurement jurassiques et permo-triasiques de la rive gauche de l'oued Tensift et à l'ouest jusqu'aux crêtes de Zemzem dont la structure de Marmouta qui le sépare de la plaine de Mejjate à l'Est.

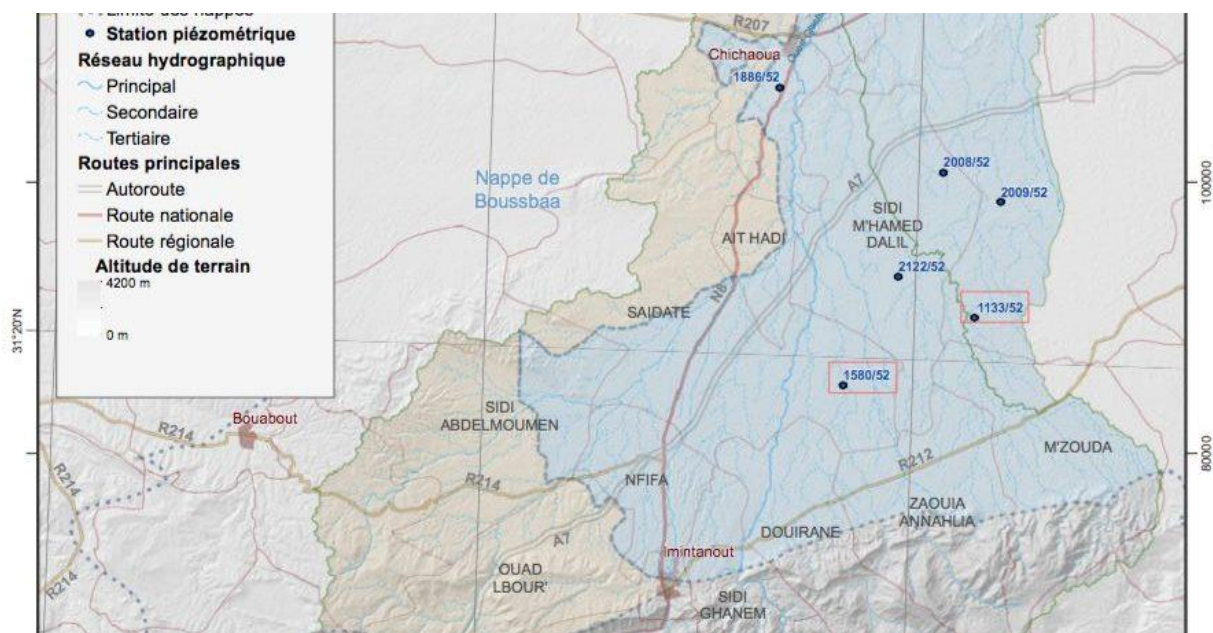


Figure 19 : situation géographique de la nappe Bou-sbaa

2. cadre géologique et hydrogéologique:

Le plateau de Bou Sbâa est un vaste synclinal éo-crétacé recouvert d'une pellicule plio-quaternaire s'étendant sur une superficie de l'ordre de 1600 Km².

Les coupes géologiques de cette région montrent que la nappe dite Bou Sbâa constituée de formations calcaires attribuées à l'Eocène, Cénomanien et Turonien.

Les formations du Turonien disparaissent à environ 10 km au sud du centre Sidi Mokhtar ; celles de l'Eocène disparaissent, quant à elles, au voisinage du centre où les formations du Cénomanien sont discontinues.

Les niveaux reconnus productifs dans cette zone sont les calcaires éo-crétacés et les marnes sableuses cénomaniennes.

Les niveaux d'eau par rapport à la surface du sol varient de 60m au Sud de la plaine à moins

de 20 m au Nord. La plaine de Bou Sbaa est caractérisée par une nappe captive.

L'écoulement dans cette unité représente la continuité hydraulique du bassin de Meskala-Kourimate. Il se fait en direction du Nord et du Nord-Est vers l'Oued Chichaoua. Une ligne de partage des eaux souterraines (de direction nord-sud longeant l'oued Mramar) constitue la limite hydrogéologique entre le bassin de Meskala-Kourimate et celui des Oulad Bou Sbâa. Les niveaux piézométriques varient de 10 m au Nord de la plaine à plus de 60 m au Sud. Le nombre de piézomètres par la nappe de Bou Sbaa est de 11. La nature des roches réservoirs fracturée et karstifiée se traduit par une distribution spatiale des valeurs de productivités.

d. Nappe Meskala-Kourimate :

1. Situation géographique :

La nappe Meskala-Kourimate fait partie du bassin d'Essaouira qui appartient au grand bassin côtier du Sud-West marocain, s'étendant entre El Jadida au Nord et Agadir au Sud. Il est limité au nord par le bassin de Doukkala et les Jbilet occidentales, à l'Est par la plaine du Haouz, au sud par le Haut Atlas occidental et à l'West par l'Océan atlantique. La nappe s'étendant sur une surface de 1.600 km².

2. Cadre géologique et hydrogéologique de la région :

Au niveau de la région, les terrains à l'affleurement sont dominés par les formations du Crétacé dont les structures de surface marquent l'empreinte de l'orogénèse atlasique, la zone côtière et la partie orientale du bassin sont couvertes par des dépôts du Néogène et du Pléistocène. Le socle paléozoïque, profondément enfoui sous une épaisse série mésozoïque, affleure largement à l'est du bassin, au niveau du Jbilet et du massif ancien du Haut Atlas.

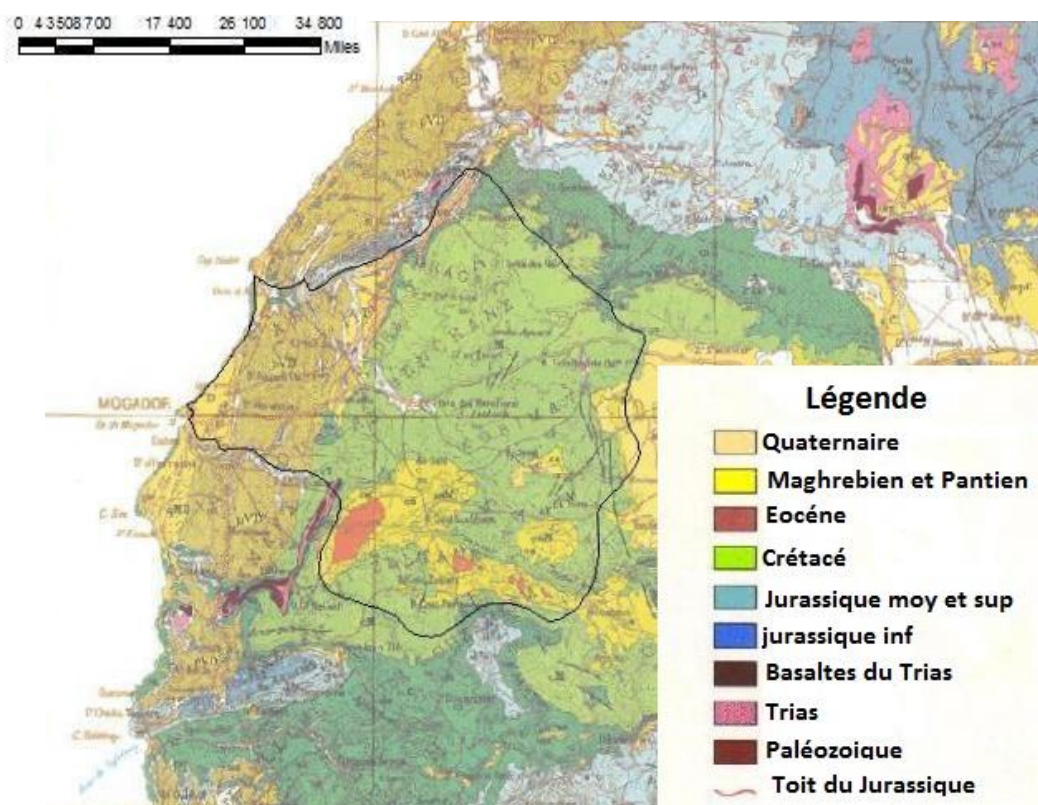


Figure 20 : carte géologique du Meskala Kourimate

Elle est constituée de deux aquifères superposés, l'un circulant dans les calcaires de l'Eocène et l'autre dans des terrains dolomitiques du Crétacé. Ces derniers regroupent les calcaires dolomitiques et dolomies jaunes du Sénonien dont l'épaisseur peut atteindre 100 m, les calcaires fissurés et karstifiés du Turonien d'une épaisseur de 40 à 80m et les calcaires lumachelique du Cénomaniens. L'absence de couche franchement imperméable entre ces différents niveaux implique que c'est un système multicouche au sein duquel le Turonien se présente comme le plus important. Les propriétés aquifères du crétacé sont liées à l'existence de discontinuité représentée par les plans de stratification (qui donnent naissance à des sources), par la fracturation et aussi par le développement de phénomène de karstification. Le Cénomano-Turonien constitue un bon aquifère qui assure l'alimentation des sources importantes, sa grande surface d'affleurement permet la réception et l'infiltration des eaux météoriques et de celles transportées par les oueds.

3. Hydrologie :

La région de Meskala-Kourimate est dominée par le bassin versant de Ksob, son cours principal est l'oued Ksob, il résulte de la confluence des oueds Igrounzar et Zelten à l'amont de la gorge Zerrar à environ 29 km de l'océan Atlantique.

Le bassin versant de Ksob présente une forme allongée avec des pentes assez importantes au niveau des affluents et des versants. L'ensemble du bassin actif est pratiquement limité à la confluence; l'oued draine les eaux de ruissellement de la cuvette synclinal de Bouabout et du versant nord du Haut Atlas occidental. Le réseau hydrographique du bassin versant est peu marqué à l'aval de la confluence (longue de 28 Km) ; dans cette partie les débits des basses eaux s'infiltrèrent rapidement dans les alluvions du lit de l'oued Ksob qui est à sec plusieurs mois par an à la station Adamna.

e. Bande côtière :

1. situation géographique :

La région étudiée est dite «zone synclinale d'Essaouira», elle fait partie du littoral Atlantique Marocain et s'étend sur une superficie d'environ 300km². Elle est située au-dessus de l'aquifère plio-quaternaire développé au niveau de la bande côtière et limitée au Nord par l'oued Ksob, au Sud par l'oued Tidzi, à l'Est par le diapir de Tidzi et à l'Ouest par l'Océan Atlantique. Elle est peu accidentée et se caractérise par un relief de collines basses.

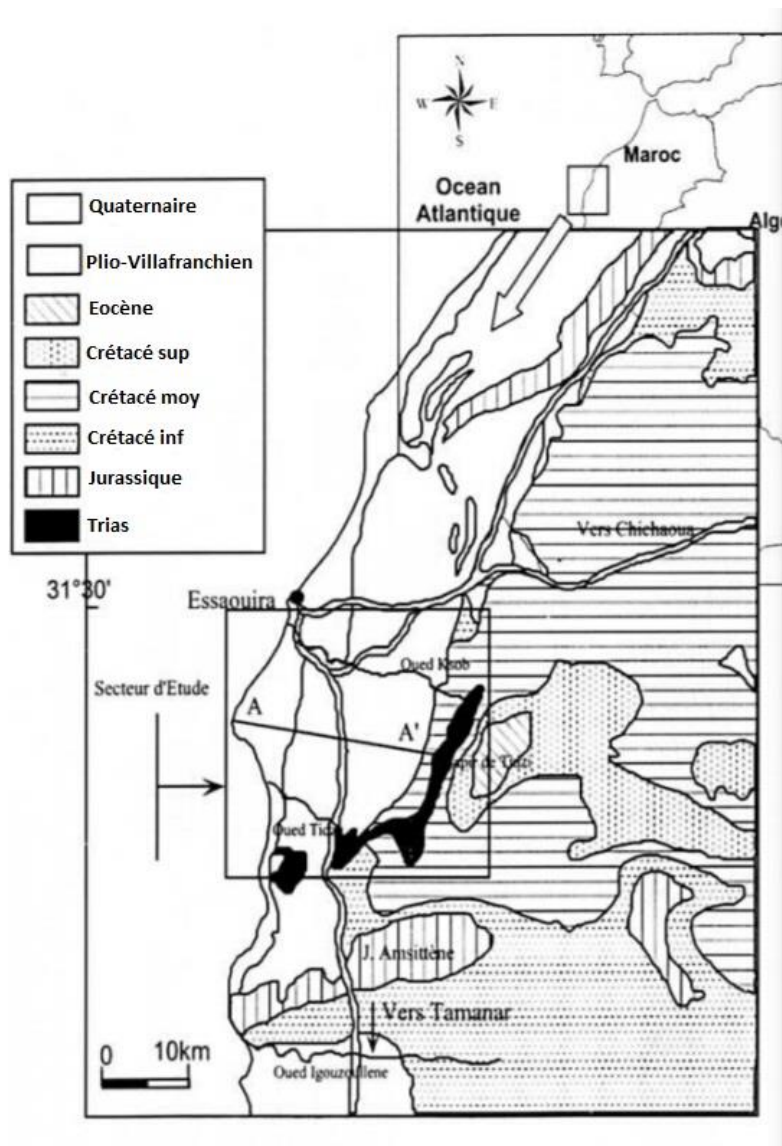


Figure 21 : localisation géographique du bassin Essaouira

2. cadre géologique et hydrogéologique de la région :

Les principales structures géologiques sont représentées à l'Est et au Sud par le diapir de Tidzi orienté NNE-SSW (sur 20 km) .depuis l'oued Ksob jusqu'à l'oued Tidzi où il prend une direction E-W et à l'West par l'anticlinal d'Essaouira à cœur triasique, masqué par les recouvrements plio-quaternaires. De plus, une intense fracturation de direction générale N110 découpe les formations carbonatées du Crétacé.

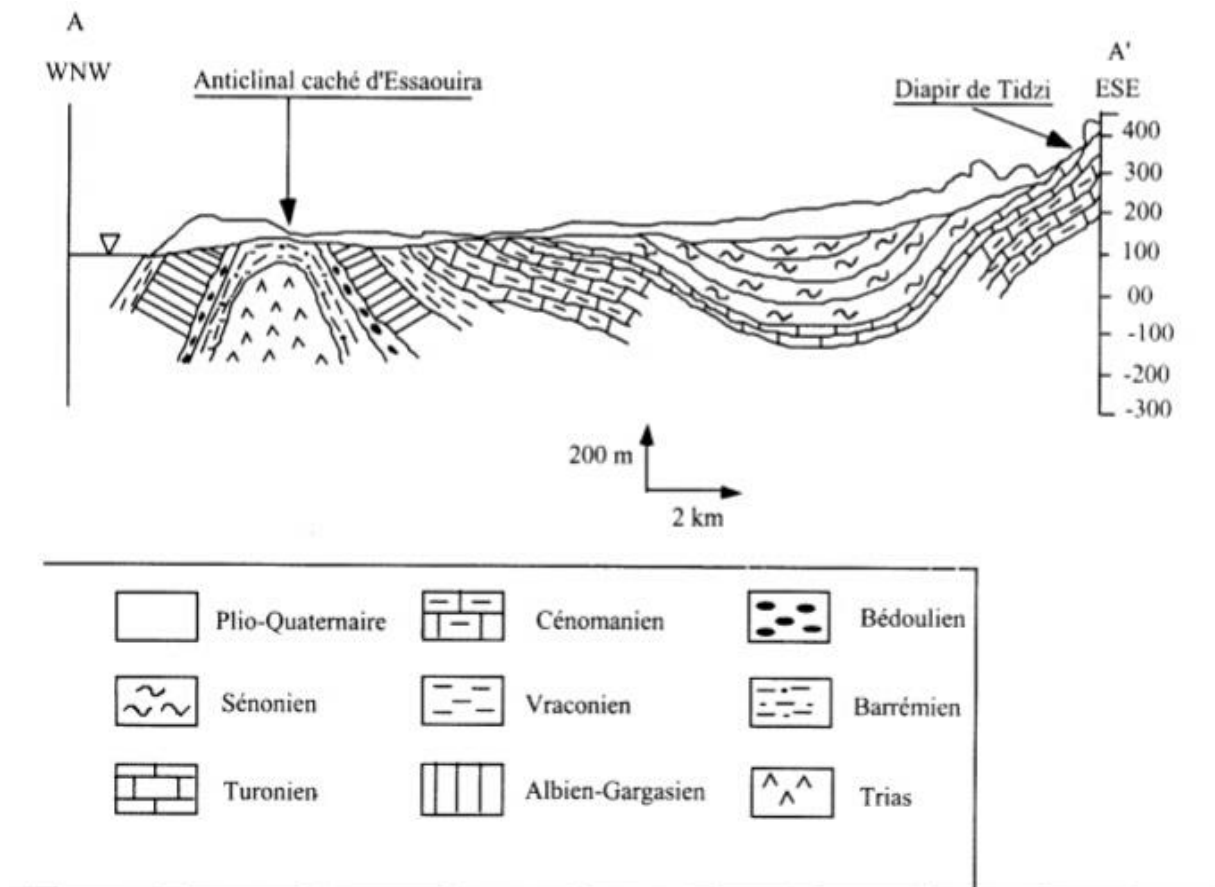


Figure 22 : coupe géologique du synclinal d'Essaouira

Dans cette zone, les ressources en eau souterraine sont contenues dans deux réservoirs principaux: le Plio-Quaternaire et le Turonien.

- Le Plio-Quaternaire à matrice de grès calcaire coquiller ou dunaire s'étend le long de la côte sur une bande large de 20 km et longue de 40 km. Et présente une conductivité hydraulique par porosité. Cet aquifère est développé le long de l'Oued Ksob. Il renferme une nappe libre importante dont le mur est formé, dans la structure synclinale, par les marnes du Sénonien. Ce niveau est principalement exploité en domaine rural pour assurer l'alimentation en eau potable, les besoins domestiques et à moindre importance pour les besoins agricoles.
- Le Turonien renferme une nappe très captive sous les marnes sénoniennes dans la structure synclinale et probablement en contact direct avec le Plio-Quaternaire sur les bordures de cette structure, au Nord vers l'oued Ksob, à l'West à l'approche du diapir caché d'Essaouira, à l'Est et au Sud au voisinage du diapir de Tidzi. Ce niveau est sollicité depuis la fin des années

80 par des forages profonds surtout destinés aux besoins en eau de la ville d'Essaouira et de quelques villages importants.

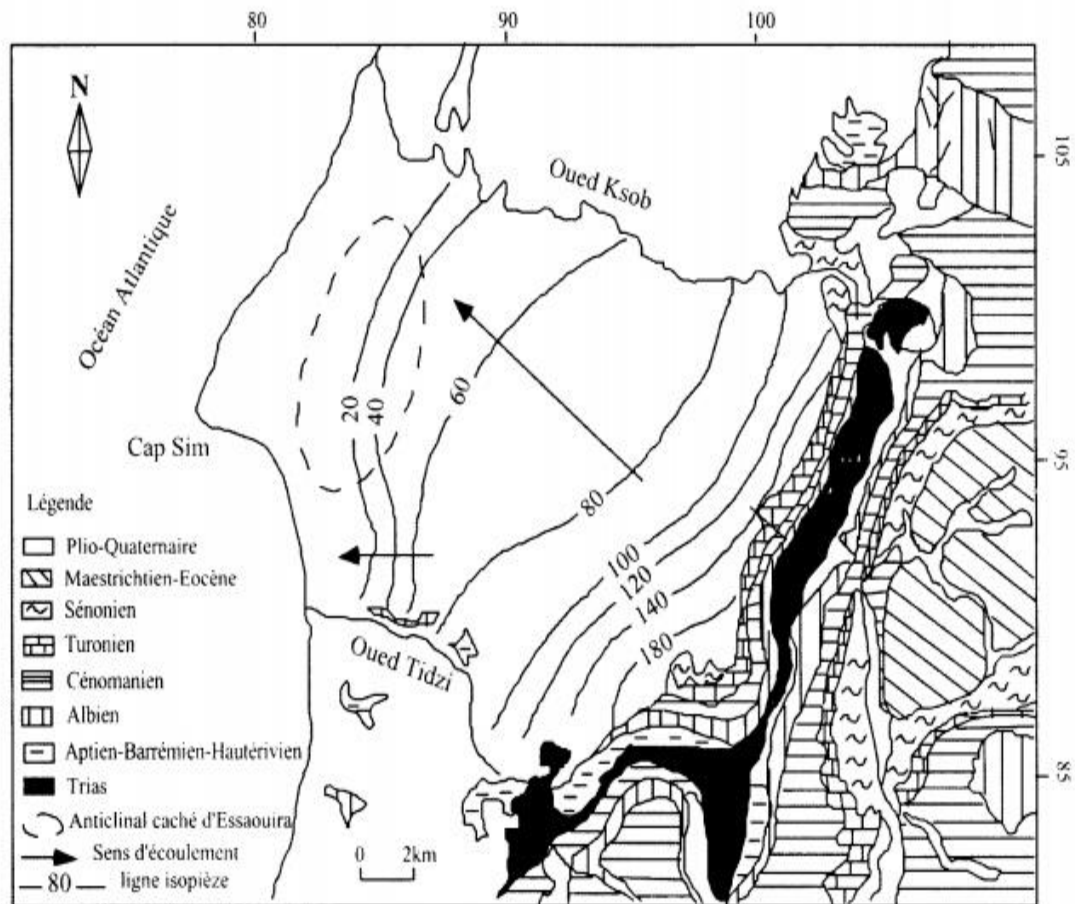


Figure 23 : carte piézométrique de la nappe d'Essaouira

La profondeur de la nappe est de 40 à 60 m. la productivité y est très variable avec des débits allant de 1 à plus de 30 l/s.

La carte piézométrique de la nappe plio-quaternaire du bassin d'Essaouira réalisée en mars 2004, montre un sens d'écoulement général du SE vers le NW, imposé par l'inclinaison de son substratum. Toutefois vers l'aval les eaux divergent pour contourner l'anticlinal caché d'Essaouira orienté NE-SW. La nappe est alors séparée en deux compartiments:

- Le compartiment nord a des lignes de courant orientées d'une façon identique à l'écoulement global, tandis que le compartiment sud montre des lignes d'écoulement plutôt dirigées de l'Est vers l'West.

Le niveau piézométrique est à 180 m d'altitude en amont où le gradient hydraulique est fort,

en raison de la forte inclinaison du mur de l'aquifère liée à la montée du diapir de Tidzi.

3 : contexte hydrologique du bassin :



Figure 24: répartition des eaux de surface dans le bassin ksob

L'écoulement s'effectue en amont d'IGROUNZAR et ZELTEN, le cour d'eau principale a un pendage direction SE-NW et draine une superficie de l'ordre de 1350 Km² en provenant du haut atlas et allant vers l'océan atlantique.

III. Qualité des ressources en eau :

L'étude de La composition chimique d'une eau joue un rôle important dans la détermination de sa potentialité d'usage (eau potable, industrie, irrigation ...), Or la préservation de la qualité et de la quantité de ces ressources est un enjeu essentiel.

1. Nappe el Haouz- Mejjate :

La qualité des eaux Haouz -Mejjate est globalement qualifiée de médiocre à bonne, elle est caractérisée par un aspect organique et bactériologique satisfaisant pour la totalité des points contrôlés. La qualité azotée et la minéralisation est généralement bonne avec une physique bonne à moyenne (conductivité dépasse 5000 $\mu\text{S}/\text{cm}$)

- La zone de N'fis (haouz central) où la pratique d'une intense agriculture à recours à une utilisation importante de fertilisants et des produits phytosanitaires est à l'origine de la salinisation des eaux (3000 à 4500 $\mu\text{S}/\text{cm}$).
- Au niveau de la zone située à l'Est du bassin du Haouz-Mejjat dans les Oueds de Zat et Ghdat, la nappe présente de forte salinité (supérieure à 4500 $\mu\text{S}/\text{cm}$) causée par la présence de formation salifères du Trias .
- La zone située à l'aval de la ville de Marrakech dont la salinité provient de l'ancienne zone d'épandage des eaux usées brute (zone d'alazzouzia) et de l'impact de décharge.

Le faciès chimique des eaux de la zone reflète l'influence de la lithologie des bassins des Oueds alimentant la nappe. En effet dans le Haouz central les bassins versants des Oueds N'fis, Tahanaout, Ourika, Rheraya sont en grande partie des terrains marno-calcaire, crétacé et éocène. De ce fait, les eaux qui les ont traversés présentent un faciès bicarbonaté calcique à bicarbonaté mixte. Plus à l'Est, le faciès des eaux devient chloruré sodique lié à l'existence d'une série permo-triasique contenant des séries évaporitiques au niveau du bassin Zat et R'dat. Dans le Haouz oriental les bassins versant des Oueds Tassaout et Lakhdar sont formés du calcaire et marnes du lias le faciès des eaux est donc chloruré sodique à mixte.

2. La nappe de la bahira :

Les eaux souterraines ont généralement une charge saline élevée et chlorurée, saumâtre à salée avec un pH légèrement neutre à alcalin. La salinité des formations plio-quaternaire est plus élevée à Sed el Majnonet et Zima où il atteint 30‰ g/l. Elle diminue vers le sud où le niveau d'eau est relativement profond et vers l'Est où les formations deviennent alluvionnaires. Les eaux de la nappe éocène sont par contre de meilleures qualités puisque la salinité ne dépasse pas 2000 mg/l, des teneurs assez élevées en fluorures (1 à 1,5 mg/l) et en nitrate (30 à 50 mg/l) les eaux de ces nappes risquent d'être contaminées par les eaux usées de Ben Guerir déversées dans l'Oued Bouchane, d'autant plus que la nappe est moins profonde dans ce secteur

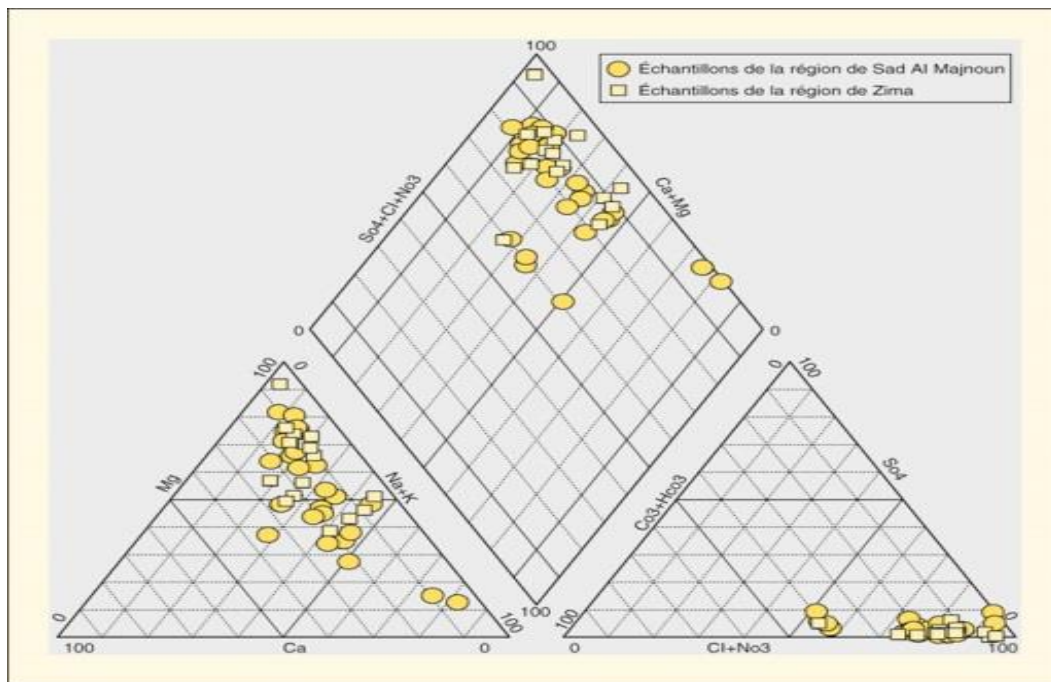


Figure 25: faciès chimique des eaux setouraines d'après le diagramme de piper

3. Nappe meskala kourimat :

Les eaux du synclinal meskala kourimate sont de moyenne qualité selon la minéralisation globale, conductivité électrique (varie entre 1990 et 2200 $\mu\text{s}/\text{cm}$), et selon les teneurs en chlorures et les concentrations en nitrates, elles sont de moyenne à mauvaise qualité pour 80% des puits prospectées. Cette pollution est d'origine domestique.

La minéralisation des eaux de cette nappe est élevée pour 88% des puits prospecté. La qualité des eaux pour la quasi-totalité des points présente une bonne qualité organique et bactériologique.

Les faciès chimiques des eaux souterraines de Meskala-kourrimat sont très variés en fonction de la lithologie des terrains traversés. Les eaux de Turonien ont un faciès mixte bicarbonaté calcique et chloruré ou magnésien à sulfaté calcique. Les teneurs en sulfates dépassent 2g/l cet aspect est lié à la dissolution des évaporites contenus dans le cénomanién.

4. Bassin d'Essaouira :

Les eaux souterraines du bassin synclinal d'Essaouira sont plus chargées. Elles se caractérisent par une grande variabilité chimique dont la minéralisation de cette unité est influencée par l'action combinée des terrains salifères triasique et les effets marins par des intrusions due au surexploitation des ressources. Cette minéralisation provient essentiellement

de lessivage de la matrice calcaro-dolomitique de l'aquifère céno-mano-turonien et des niveaux évaporitiques de céno-manién

La qualité des eaux de cette nappe est globalement mauvaise, la zone d'étude est caractérisée par une minéralisation forte et une teneur en nitrate élevée avec une mauvaise qualité azotée.

La nappe de la bande côtière indique une multitude de faciès :

- Faciès bicarbonaté classique et magnésien est présenté par le puits Bouzemourne
- Faciès chloruré sulfaté et magnésien
- Faciès chloruré sodique et sulfato- potassique

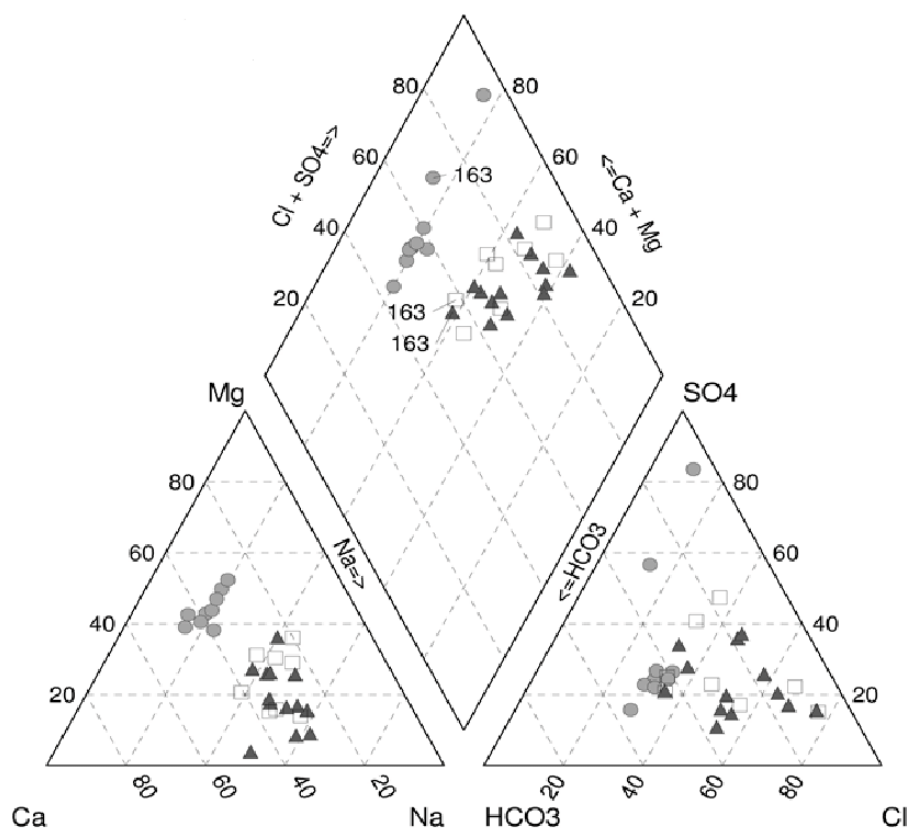
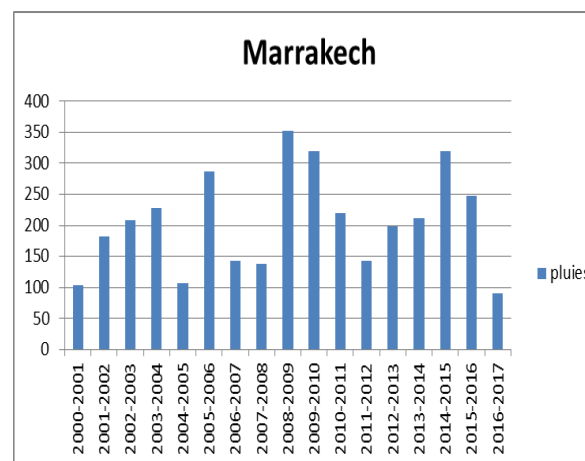
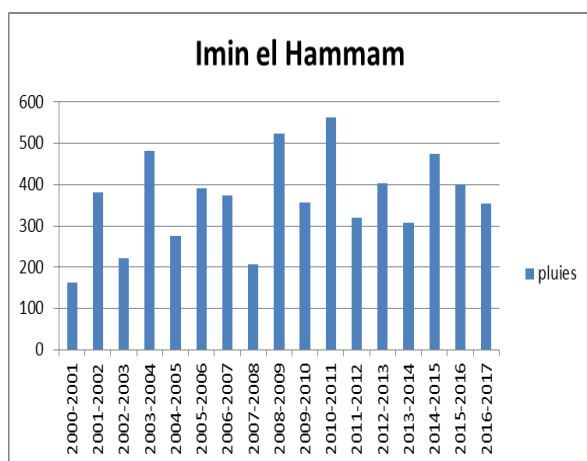
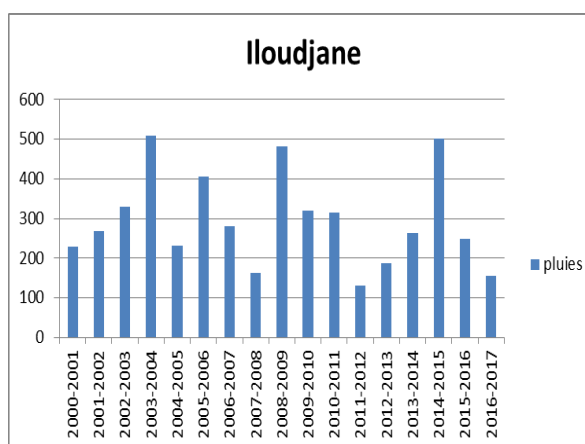
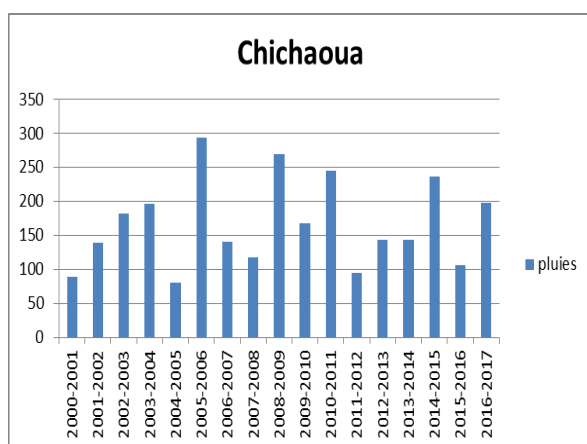
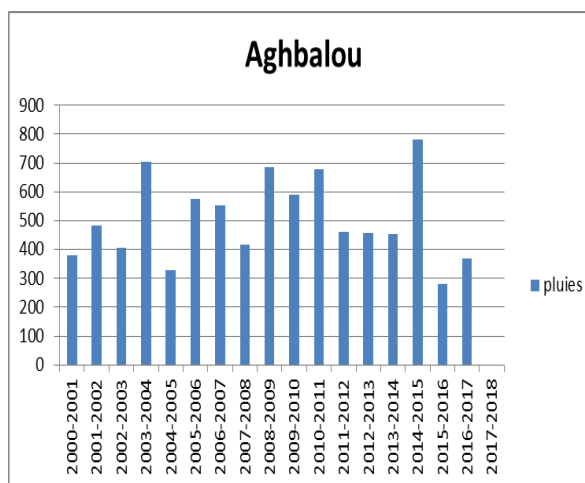
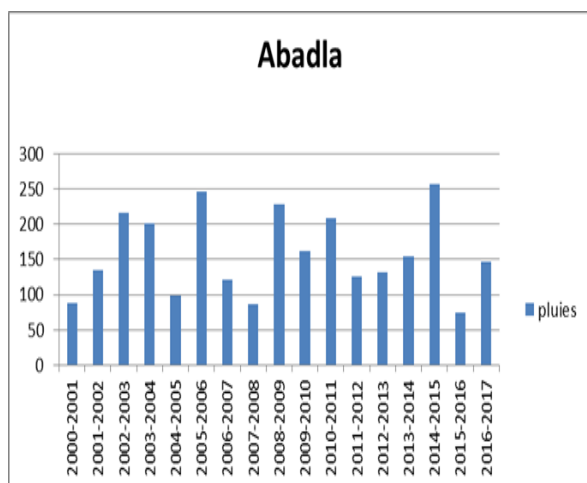


Figure 26: Faciès chimique du synclinale d'Essaouira

IV. Relation pluviométrie piézométrie :

1. Variations des précipitations annuelles :



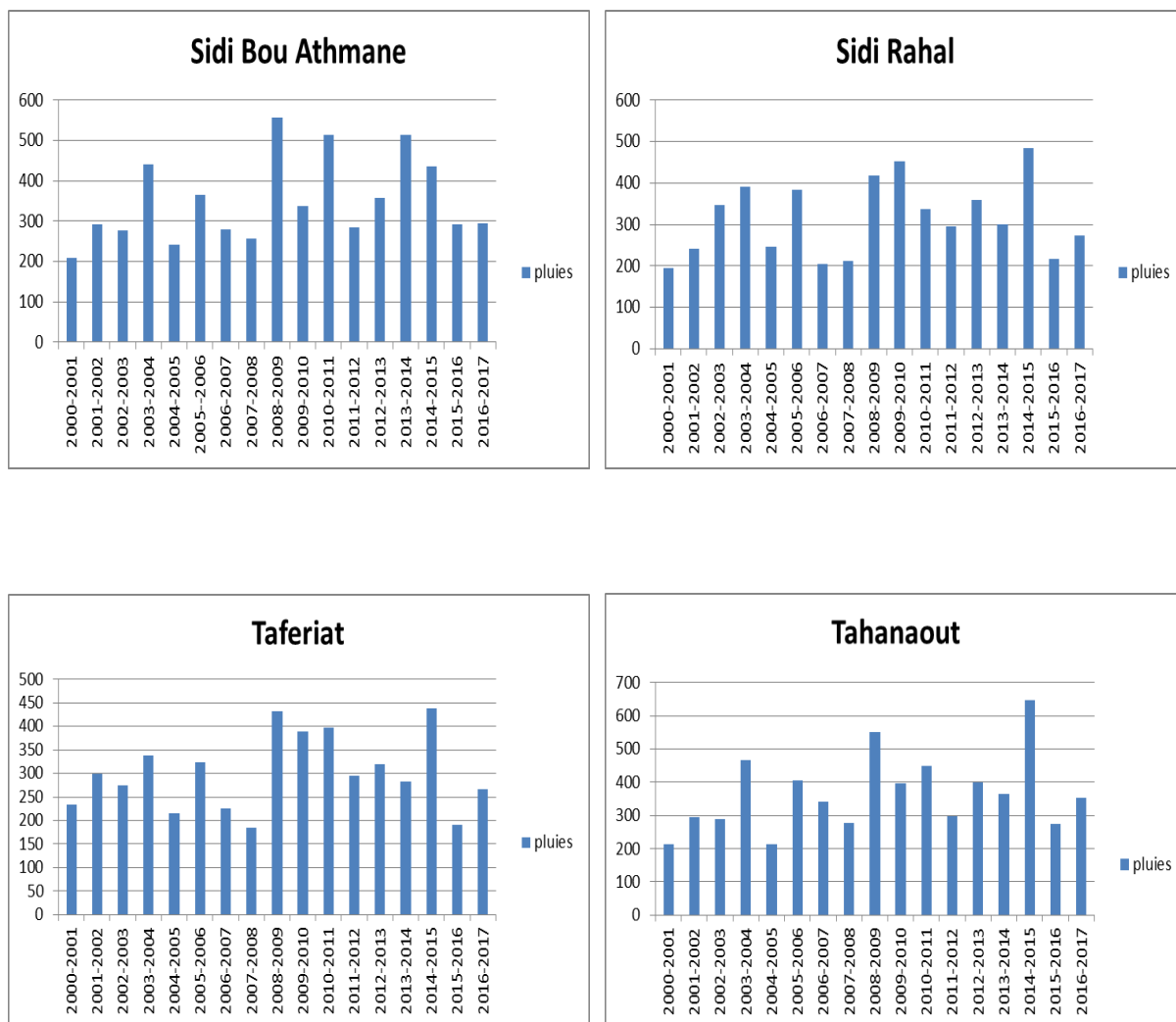
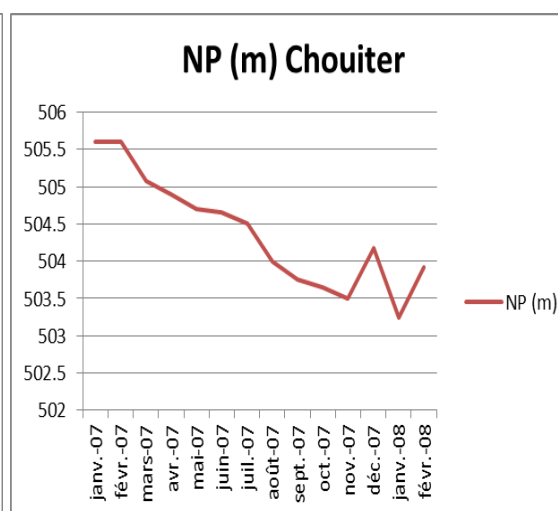
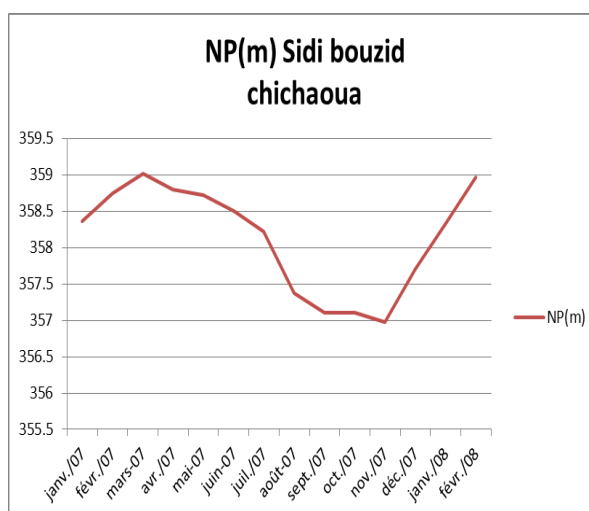
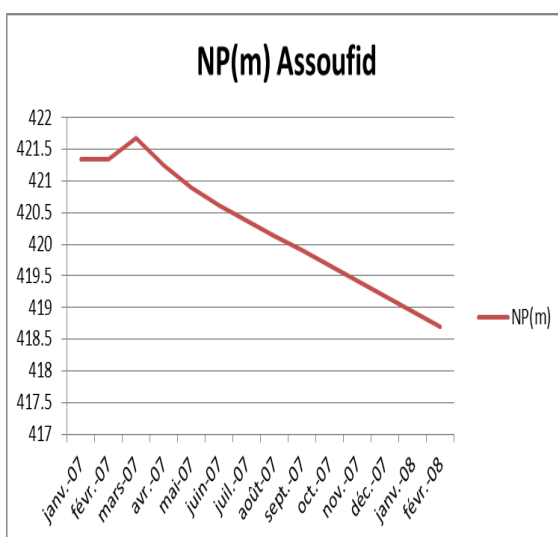
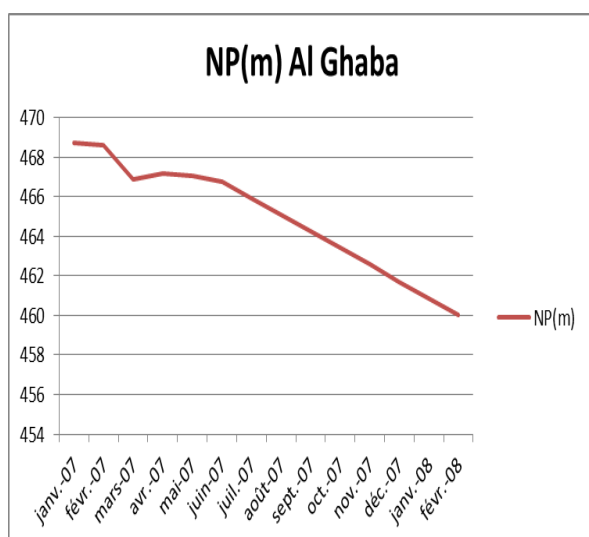
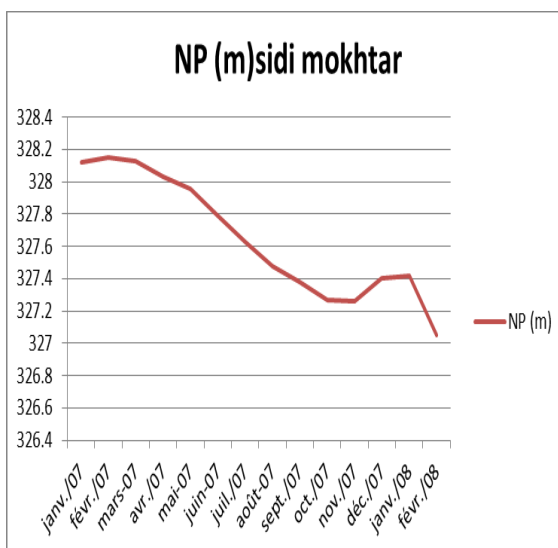
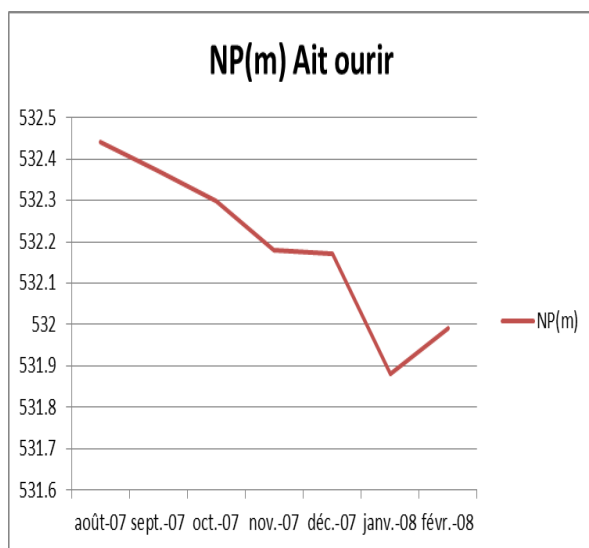


Figure 27: variations des précipitations annuelles

Les précipitations annuelles au niveau des 10 stations de la zone d'étude sont faibles et irrégulières d'une année à l'autre c'est-à-dire que les pluies sont inégalement réparties dans le temps et dans l'espace (plus ou moins). Les précipitations annuelles enregistrent des variations saisonnières très importantes. En effet, il existe deux saisons nettement différenciées :

- Une saison humide généralement d'octobre à avril, où interviennent la quasi-totalité des épisodes pluvieux.
- Une saison sèche de mai à septembre

2. Variations piézométriques :



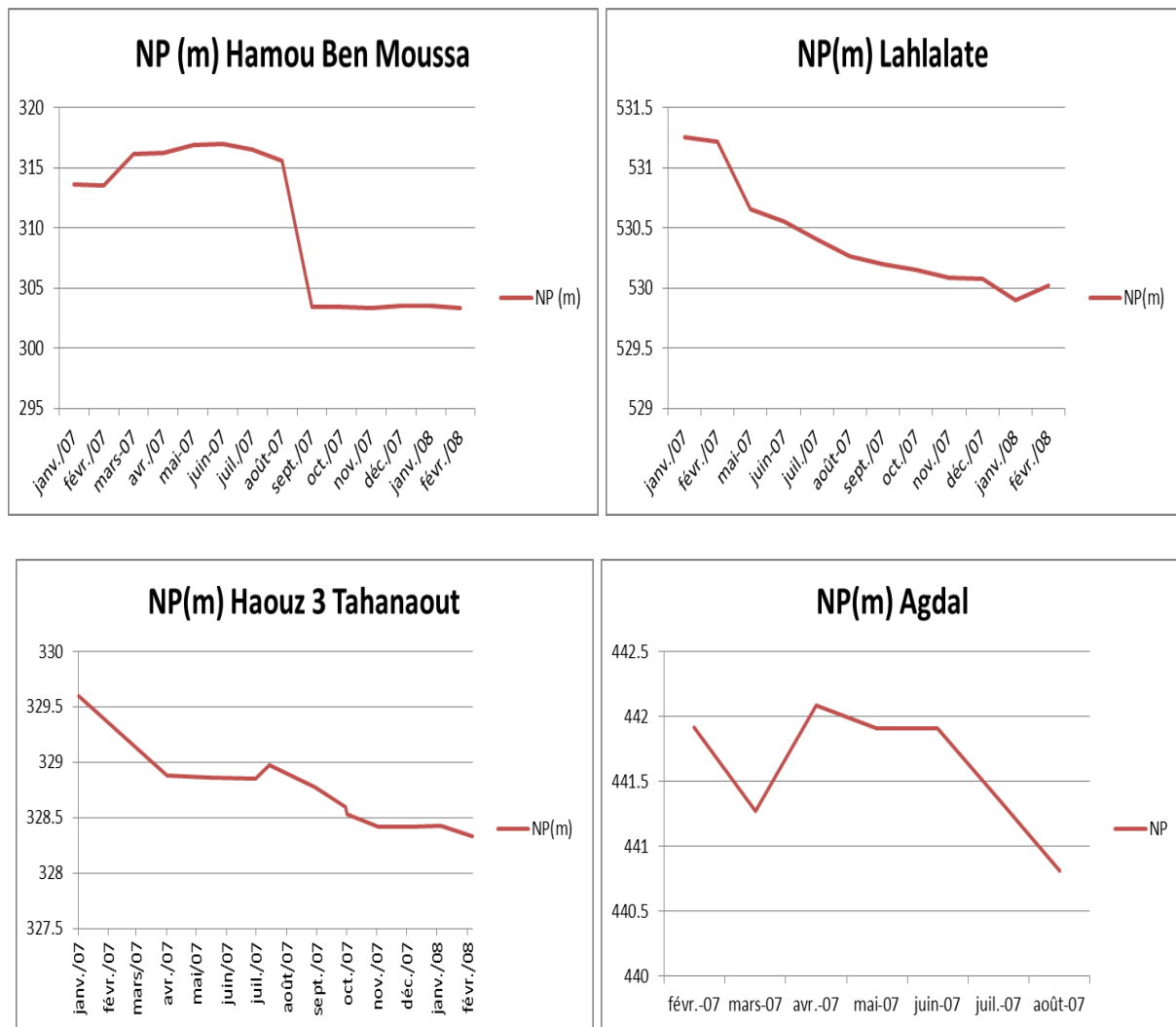


Figure 28 : variations mensuelles du niveau piézométrique

Les figures ci-dessus montrent que le niveau piézométrique est variable dans les 10 stations de la zone d'étude, ce changement lié aux changements climatiques (alternance des périodes sèches et périodes humides) d'une part et la surexploitation des nappes souterraines d'une autre part.

3. Relation entre les deux paramètres :

Le suivi des variations pluviométrie-piézométrie respectivement aux stations :

- Marrakech-Agdal.
- Aghbalou-al ghaba.
- Abadla- hammou benmoussa.
- Chichaoua-sidibouazid chichaoua.
- Imin el hammam-assoufid.

- Sidi bou athmane –lahlalate.
- Sidi rahal-ait ourir.
- Taferiat-chouiter.
- Iloudjane-sidi moktar 2.

Durant presque une année a permis de connaitre l'évolution et la relation spatio-temporelle de ces deux paramètres.

- Marrakech-Agdal :

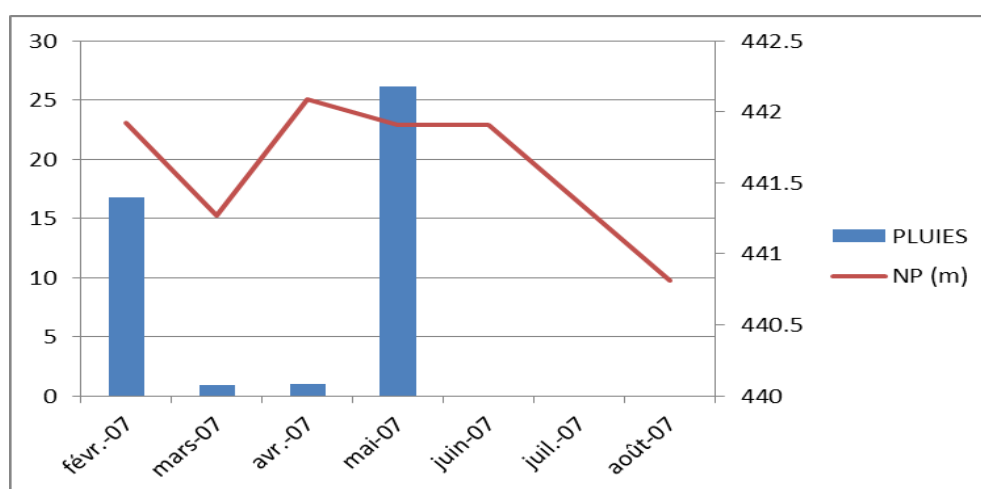


Figure 29 : corrélation entre les variations pluviométriques (Marrakech) et les fluctuations piézométriques (Agdal)

- Chichaoua-sidibouزيد chichaoua

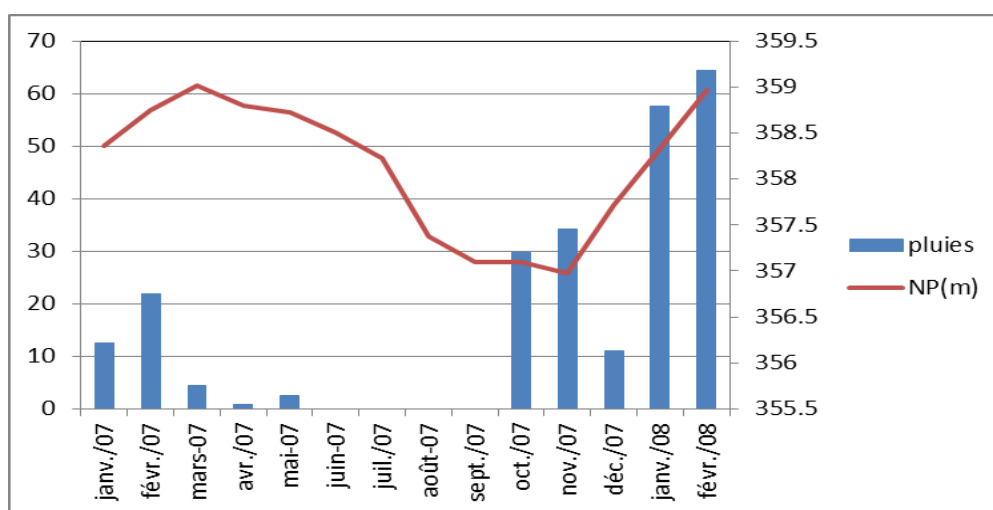


Figure 30 : corrélation entre les variations pluviométriques (Chichaoua) et les fluctuations piézométriques (Sidi bouزيد Chichaoua)

Les Figures montrent l'influence des pluies sur les fluctuations de la nappe phréatique, et aussi le rôle important des pluies pendant les mois humides dans la compensation hydrique et la recharge de celle-ci. L'effet des mois des sécheresses s'observe clairement sur les enregistrements de la courbe. Le rabattement concerne généralement la période du mai à septembre où les précipitations se font très faibles et le pompage est intensif.

- Aghbalou-al ghaba

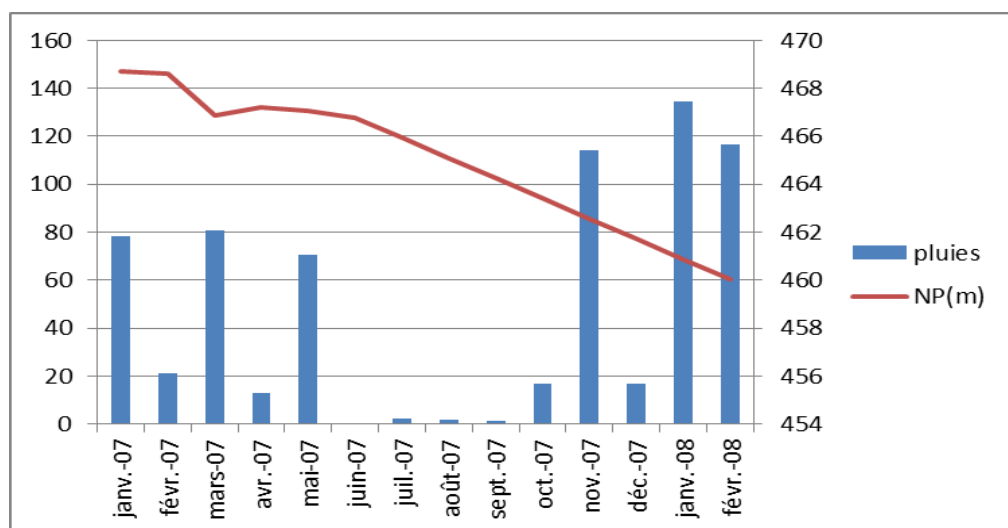


Figure 31 : corrélation entre les variations pluviométrique (Aghbalou) et les fluctuations piézométriques (Al ghaba)

- Abadla- hammou benmoussa

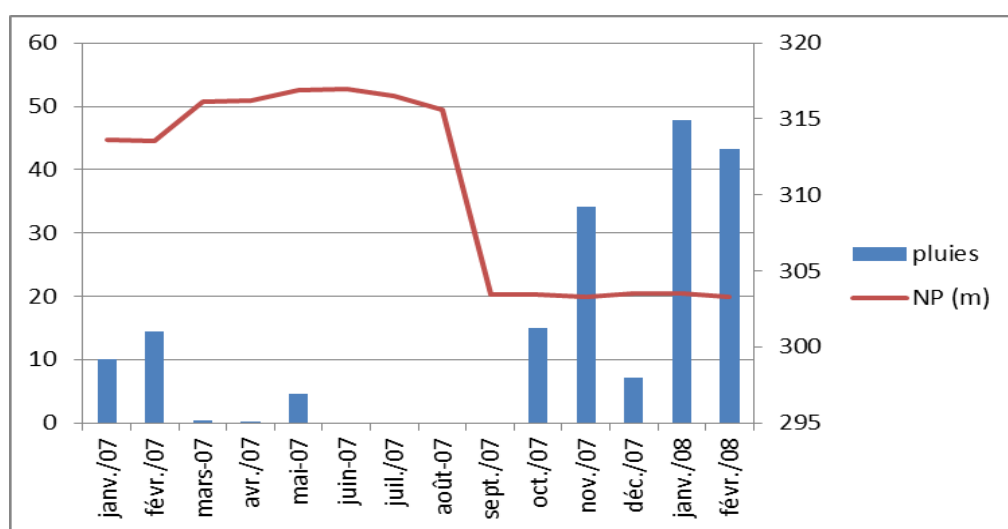


Figure 32: corrélation entre les variations pluviométriques (Abadla) et les fluctuations piézométriques (Hammou ben moussa)

- Imin el hammam-assoufid

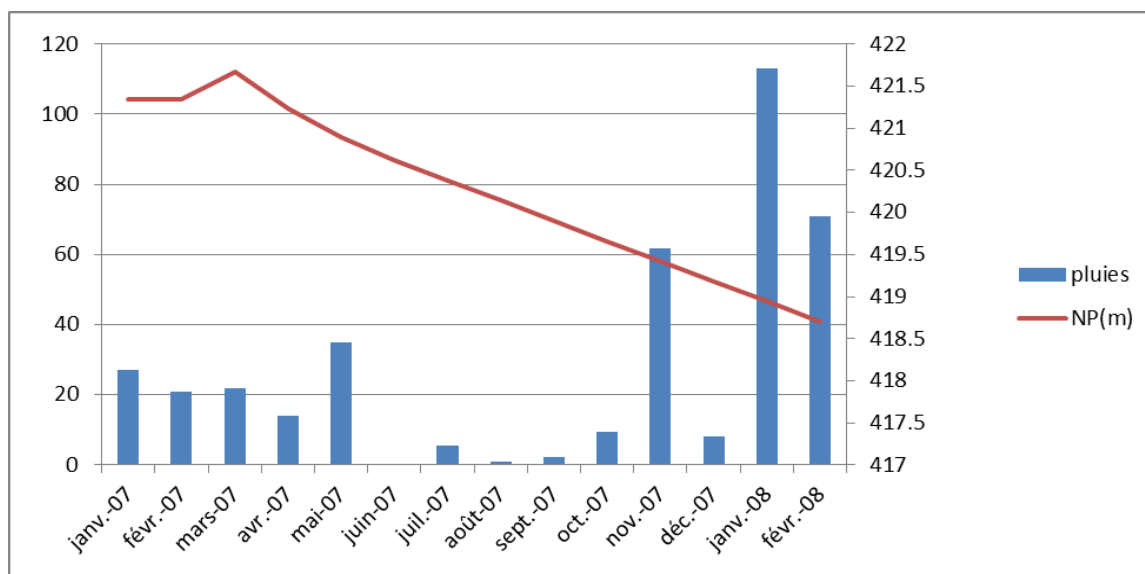


Figure 33 : corrélation entre variations des pluies (Imin el hamma) et les fluctuations piézométriques (Assoufid)

- Sidi bou athmane –lahlalate

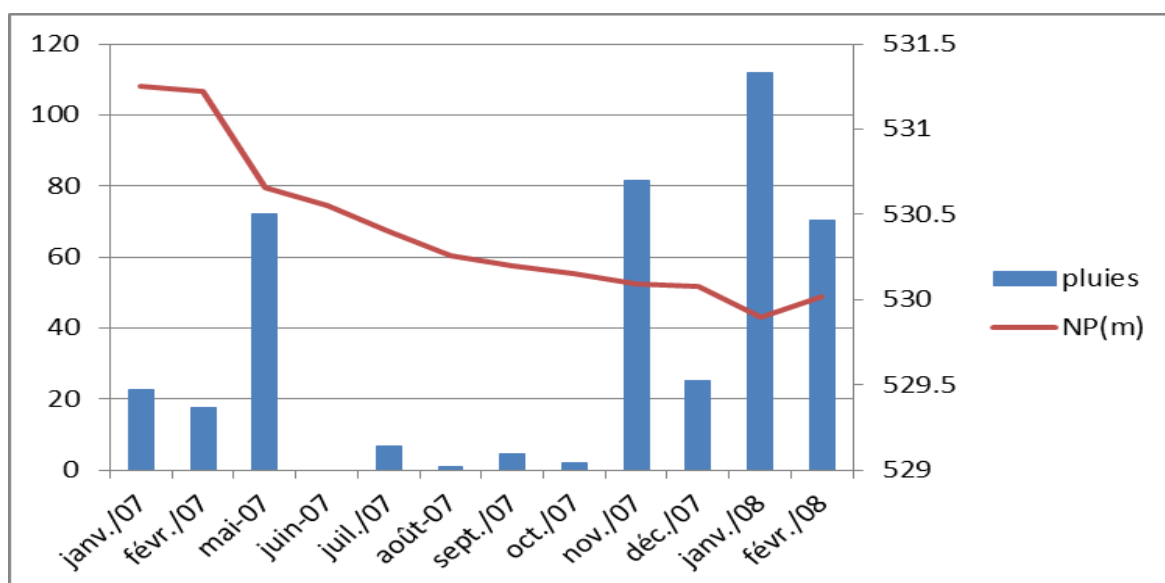


Figure 34 : corrélation entre les variations pluviométriques (Sidi bou athmane) et les fluctuations piézométriques (Lahlalate)

- Sidi rahal-ait ourir

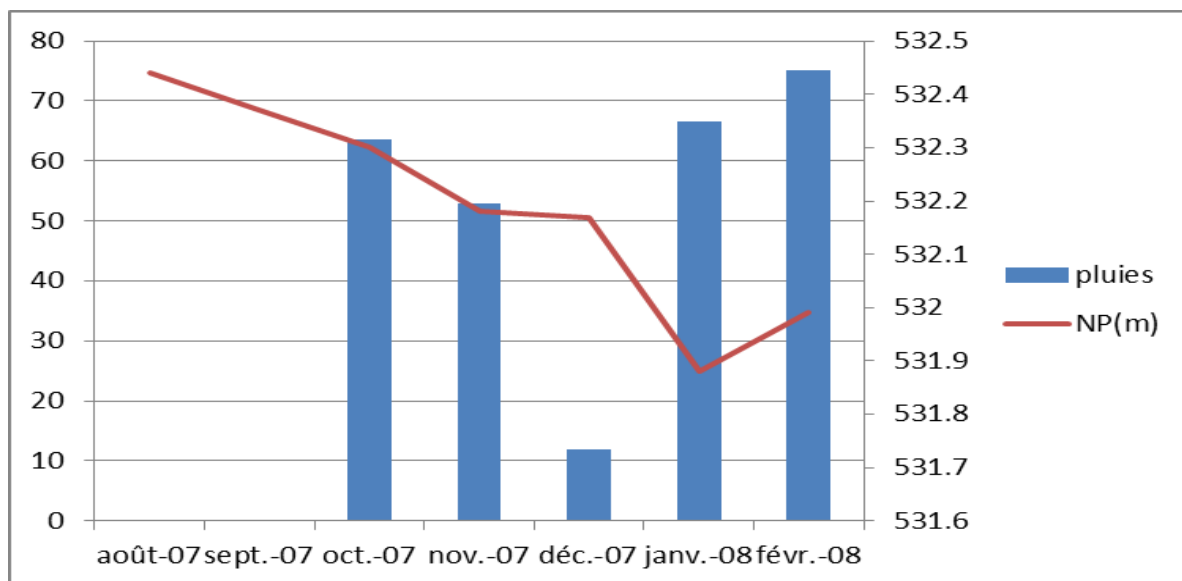


Figure 35 : corrélation entre les variations pluviométriques (Sidi rahal) et les fluctuations piézométriques (Ait Ourir)

- Taferiat-chouiter

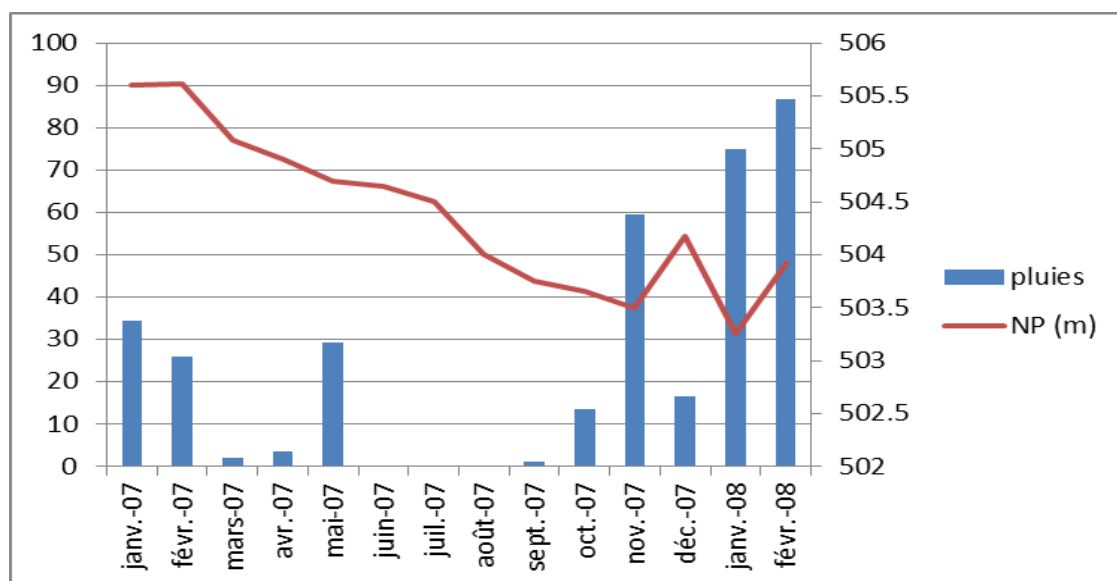


Figure 36: corrélation entre les variations pluviométriques (Taferiat) et les fluctuations piézométriques (Chouiter)

- Iloudjane-sidi moktar 2

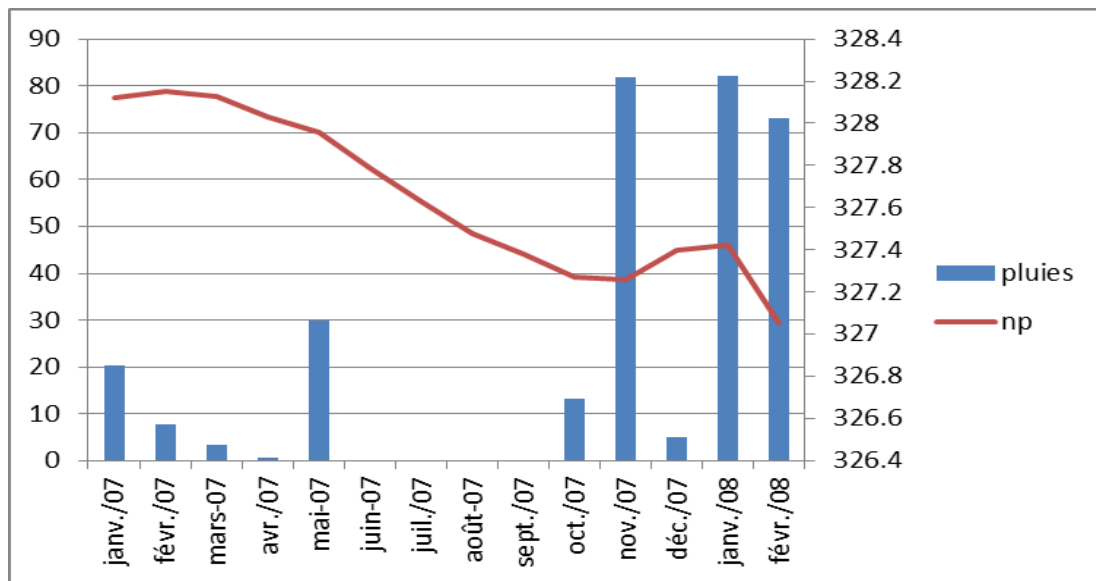


Figure 37: corrélation entre les variations piézométriques (Iloudjane) et les fluctuations piézométriques (Sidi mokhtar)

- Haouz 3 Thanaout

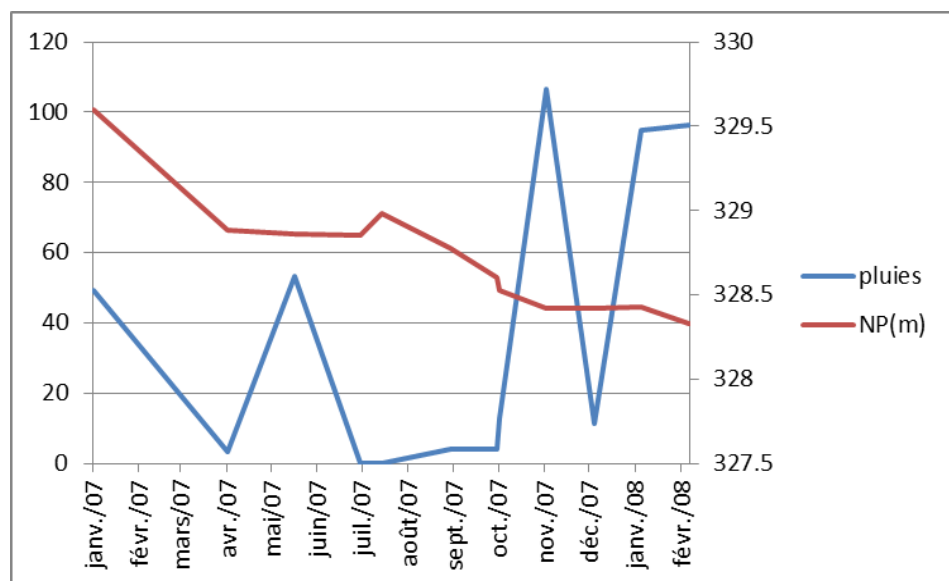


Figure 38 : corrélation entre les variations pluviométriques (Tahanaout) et les fluctuations piézométriques (Haouz 3 Tahanaout)

D'après l'analyse des graphiques ci-dessus, on peut distinguer en général une régression du niveau de la nappe durant les périodes sèches et aussi les périodes humides, la nappe connaît une chute du piézomètre pour atteindre un niveau stable au cours de la période octobre à novembre. Les figures indiquent aussi un décalage de réponse de niveau de la nappe en terme

de recharge via à vis des précipitations, ceci peut être expliqué par la différence des coefficients de perméabilité des formations géologiques traversées par les eaux d'infiltration et par le forçage de pompage plus accentué étant que cette zone est dominée par l'agriculture.

Conclusion :

Vue son régime climatique, le bassin Tensift fait partie des zones aride et semi-aride du Maroc, qui sont soumises aux influences de l'accroissement de la population et de leurs besoins en eau et aux effets des changements climatiques de plus en plus inquiétantes. Cette situation présente une forte contrainte aux réserves d'eaux souterraines du bassin.

L'étude pluviométrique du bassin montre une variabilité et une irrégularité dans le temps et dans l'espace. Les résultats annuelles et mensuelle caractérisés par des phases humides et sèche (juin –Octobre)

Les études des évolutions piézométriques des nappes du bassin montrent que l'état de surexploitation est atteint pour plusieurs nappes (prélèvements supérieurs aux apports de renouvellement) cette état n'est pas alarmant pour certain aquifères (Marrakech-Agdal et Chichaoua-Sidi Bouzid Chichaoua)

Cette approche permet de savoir l'impact de la variabilité pluviométrique sur les fluctuations de la nappe phréatique. Une diminution important au niveau des stations (Abadla- Hammou Benmoussa, Haouz 3 Thanaout et Sidi Rahal-Ait Ourir) a été enregistrée pour atteindre un niveau très bas. Cette baisse coïncide avec les mois pluviométriques et avec le prélèvement important ce qui implique un déséquilibre dans le bilan prélèvement / recharge des nappe.

Les ressources en eaux souterraines sont confrontées à la surexploitation et la dégradation de leur qualité ainsi aux changements climatiques, cette problématique nécessite une gestion durable des eaux par l'aménagement et la protection des bassins versants, et la préservation des zones sensibles.

Sources bibliographiques

Zakaria Smaij, (2011), Typologie de la qualité des ressources en eaux du bassin Tensift Al-Haouz et cadre juridique de protection et préservation, Mémoire de fin d'études en Master. Université Cadi Ayyad, Faculté des sciences et techniques. 96 p.

Bencharda-Friou(2014), Synthèse hydrogéologique du bassin du Haouz Central, région de Marrakech Maroc. Mémoire de fin d'études en licence. Université Cadi Ayyad, Faculté des sciences et techniques Marrakech. 47 p.

Alaoui-Amkadni (2012), Gestion de la nappe phréatique du Haouz-Mejjate (Marrakech), Mémoire de fin d'études en licence. Université Cadi Ayyad, Faculté des sciences et techniques Marrakech. 54p.

Ichou-Ayt ougougdal (2012), Etude de la nappe Meskala-Kourimate. Mémoire de fin d'études en licence. Université Cadi Ayyad, Faculté des sciences et techniques Marrakech. 46p.

Ait Boughrous Ali (2007), Biodiversité et qualité des eaux souterraines de 2 régions arides au Maroc : Le Tafilalet et la région de Marrakech. Thèse du Doctorat. Université Cadi Ayyad, Faculté des sciences Semlalia. 236 p.

Chkir, Trabelsi, Bahir, Hadj Ammar, Zouari, Chamchat, et Monteiro, J. P. (2008) Vulnérabilité des ressources en eaux des aquifères côtiers en zones semi-arides – Etude comparative entre les bassins d'Essaouira (Maroc) et de la Jeffara (Tunisie). Article. 107-121p.

M. Bahir, A. Mennani, M. Jalal et N. Youbi, (2000) Ressources hydriques du bassin synclinal d'Essaouira (Maroc). Article, 185-195.

Kenza Khomsi, (2014), variabilité hydro climatique dans les bassins versants du Bouregreg et du Tensift au Maroc : moyennes, extrêmes et projection climatiques. Thèse de doctorat. Université Mohamed 5, Faculté des sciences Rabat 176p.

Massolia, (2014), Nappes phréatiques au Maroc : la surexploitation inquiète. Article : nappe phréatique au Maroc : la surexploitation inquiète. 188p.