

3.7 La réutilisation des eaux usées traitées de Marrakech

3.7.1 Les conditions actuelles des eaux usées et le drainage de la ville de Marrakech

(1) Le système d'assainissement et de drainage des eaux dans la ville de Marrakech

Le système d'assainissement de la ville de Marrakech est un système combiné où des eaux pluviales et des eaux usées domestiques sont collectées par les conduites en béton armé. L'eau usée collectée est directement déchargée dans trois bouches d'évacuation, Azib Ayadi, El Azzouzia et Issil, sur la rivière du Tensift. La longueur totale du réseau d'assainissement combiné est d'environ 1400 km et connecté à environ 106 000 points pour couvrir 82% de la zone urbaine.

Aucune station de traitement des eaux usées n'existe présentement dans la ville de Marrakech. Mais à 25 km de l'ouest de la ville, les facilités de traitement des eaux sont opérées par la communauté du développement de l'habita privé ERAC.

Le projet de développement du système d'assainissement a débuté en 1998 et comprend la construction d'une station de traitement des eaux usées, la réhabilitation du réseau d'assainissement existant et l'installation des conduites de collecte et de transfert des eaux usées vers la station de traitement. Le projet est financé par la Banque de l'EU pour la Construction et le Développement et les travaux de construction ont commencé en août 2006. Un aperçu sur le projet de développement du système d'assainissement de la ville de Marrakech est décrit dans la section suivante.

(2) Le Volume Total des eaux usées et des eaux de drainage

Aucune donnée d'enquête sur l'écoulement n'était disponible. Selon l'hypothèse que 80% de la quantité d'eau consommée est déchargée comme eaux usées et que le réseau d'assainissement couvre 82% de la ville, la quantité des eaux usées déchargées dans l'oued Tensift serait de 62 000 m³/jour.

La Consommation moyenne de l'Eau par jour en 2005	:	94 800 m ³ /jour
La Quantité des eaux usées générées	:	76 000 m ³ /jour
Eaux Usées Déchargées sur la rivière de Tensift	:	62 000 m ³ /jour

(3) Plan d'Aménagement du Système d'Assainissement dans la Ville de Marrakech

Le projet de développement du système d'assainissement de la RADEEMA comprend la construction d'une station de traitement des eaux usées à Azib Ayadi à côté de l'oued de Tensift y compris la réhabilitation des réseaux déjà existants et les installations d'interception et les égouts. Le projet a été attribué à l'entreprise mixte de DEGEAMONTE, la France et SOGEA Maroc en 2004. Les travaux de construction viennent de commencer en août 2006. Le projet de construction est présenté dans le Tableau suivant :

Aperçu sur le Projet de Construction du Système d'assainissement de Marrakech

Capacité planifiée du système d'assainissement	
Débit moyen de traitement par jour (par beau temps)	90 720 m ³ /jour
Débit de traitement en été (Débit maximum de traitement par jour en été)	117 936 m ³ /jour
Débit de traitement au maximum	184 896 m ³ /jour
Débit de traitement par temps pluvieux	9 828 m ³ /heure ou 2,73 m ³ /s
Processus du traitement des eaux usées	
Phase 1 (2007)	Captage – Sédimentation Primaire-Désinfection - Décharge
Phase 2 (2012)	Captage – Sédimentation Primaire- Traitement biologique (Aération) – Décantation - Désinfection - Décharge
Coût de Construction (Phase 1)	
Travaux de Construction (18 mois)	190 Millions de Dhs
Travaux de l'opération et la maintenance (5 ans)	20 Millions Dhs
Financement :	Banque de l'EU pour la Reconstruction et Développement RADEEMA (50%) and BEI (50%)

En plus de cette station de traitement des eaux usées, la RADEEMA a planifié une autre station de traitement des eaux usées (capacité du traitement : 37 000 m³/jour) au sud de la ville de Marrakech, mais le plan détaillé n'est pas encore déterminé.

(4) Plan d'aménagement du système de traitement des eaux usées dans les communes de la zone de l'étude

L'ONEP exécute le projet de développement du système de traitement des eaux usées dans 10 communes rurales dans la zone de l'étude. Actuellement, l'ONEP a confié l'étude et la conception au bureau d'étude privé et le plan d'exécution du projet sera réalisé quand la commune acceptera 30% du coût de construction. Les communes en préparation du plan de développement du système d'assainissement sont les suivantes :

(1) Ait Ouir (Al Haouz), (2) Amizmiz (Al Haouz), (3) Ghmate (Al Haouz), (4) Tahanaoute (Al Haouz), (5) Tamesloht (Al Haouz), (6) Chichaoua-center (Chichaoua), (7) Imintanout (Chichaoua), (8) Tammelalt (El Kelaa Des), (9) Sidi Zouine (Marrakech), (10) Tnine Laudaya (Marrakech)

3.7.2 Possibilité de réutilisation des eaux usées traitées

(1) Qualité des Eaux usées traitées et Possibilité de Réutilisation

Le fonctionnement de la station de traitement des eaux usées de Marrakech est prévu en deux phases. Le processus de traitement primaire de la phase 1 vise essentiellement à réduire les matières en suspension à moins de 200 mg/l avec le taux d'enlèvement de 66% dans un bassin de sédimentation. Le processus de traitement biologique et le bassin de sédimentation final seront construits dans la phase 2 pour réduire DBO5 à moins de 25 mg/l avec la fonction de décomposition des matières organiques.

Le niveau des matières en suspension et le niveau de DBO5 des eaux usées traitées du processus de la phase 1 sont plutôt élevés et elles sont encore trop corrosives pour la réutilisation. Les eaux usées traitées au processus de la phase 2 seront à un niveau acceptable et pourront être utilisées pour l'irrigation et l'arrosage des espaces verts.

Le mélange des eaux usées industrielles aux eaux usées domestiques peut causer une contamination par des substances potentiellement dangereuses et pourrait limiter leur réutilisation. Les mesures de pré-traitement doivent être contrôlées par les organismes responsables pour forcer le déchargeur à éliminer les substances potentiellement dangereuses jusqu'à ce que la qualité des eaux traitées soit au niveau acceptable pour qu'elles soient connectées aux égouts publics.

(2) Faisabilité économique de la réutilisation des eaux usées traitées

Le transfert des eaux usées traitées aux sites d'utilisation sera un facteur-clé en terme de coût. Ce sujet sera traité au cours de l'étude suivante.

3.8 Analyse préliminaire du bilan hydrique

3.8.1 Etudes antérieures du bilan d'eau souterraine

(1) Calcul antérieur du bilan hydrique

La première analyse du bilan d'eau souterraine a été réalisée au début des années 1970, pour les plaines du Haouz Central et Oriental²⁴. Pour ce secteur de l'aquifère, cette analyse donne un flux entrant annuel de 280 millions de m³, équivalent au flux sortant. A cette époque, les prélèvements d'eaux souterraines étaient estimés à quelques 160 millions de m³/an, le flux sortant complémentaire (120 millions de m³/an) étant assuré par le drainage des oueds. Ces travaux ont récemment été étendus

²⁴ Bernert G., Prost J-P (1975), Le Haouz de Marrakech et le bassin du Mejjate in Ressource en Eau du Maroc Tome 2, Plaines et bassins du Maroc Atlantique. DRE, Rabat

à la plaine de Mejate et limités à la zone du bassin du Tensift²⁵ : en année moyenne (toujours pour le début des années 1970) le flux total entrant dans le système est alors évalué à 410 millions de m³/an, les prélèvements restent à 160 millions de m³/an et le drainage par les oueds atteint 250 millions de m³/an.

Les derniers travaux de modélisation ont été conduits en 2004²⁵ sur la partie de l'aquifère appartenant au bassin du Tensift. L'aperçu de cette modélisation (désignée ci-après comme « modèle 2001 ») est résumé dans la Figure 3.8.1 Pour la campagne 2000/01, on a estimé à 704 millions de m³ d'un flux sortant de l'aquifère par rapport à 425 millions de m³ d'un flux entrant total. La plupart du flux sortant, estimé à 704 millions de m³, est dû majoritairement aux pompages (509 millions de m³, qui se réduisent à 346 millions de m³ si seuls les prélèvements nets sont considérés) et à une vidange persistante par les oueds (186 millions de m³). Ce bilan donne un déficit de 279 millions de m³ pour la campagne 2000/01, compensé par une diminution de la réserve aquifère.

L'ABHT a réalisé en 2004 une estimation du bilan d'eaux souterraines pour une année moyenne. La principale différence entre cette estimation et le modèle 2000/01 porte sur les infiltrations le long des oueds ici estimés à 65 millions de m³ puis à 94 millions de m³ lors de la mise à jour de 2006²⁶ (contre 2 millions de m³ seulement pour le modèle 2001) et en un flux latéral très limité (17 millions de m³).

(2) Problèmes du calcul antérieur du bilan hydrique

Toutes ces estimations, réalisées avec des hypothèses différentes, donnent presque les mêmes résultats : des prélèvements nets globalement deux à trois fois plus importants dans les années 2000 (de 300 à 450 millions de m³) qu'au début des années 1970 (160 millions de m³) et un flux entrant relativement constant de l'ordre de 360 à 425 millions de m³/an. Quelques incertitudes majeures affectent cependant encore ces chiffres :

Le niveau des prélèvements nets, notamment pour l'agriculture, n'est pas encore connu avec précision (± 80 millions de m³);

En particulier, la part des précipitations dans la couverture de la demande en eau des cultures (« pluie efficace agricole ») doit être mieux approchée : les estimatifs réalisés sur la base de méthodes internationales donnent entre une valeur de 72 et 92% (pour un volume annuel moyen de 270 à 340 millions de m³) très éloigné de la valeur nulle retenue jusqu'à présent ;

L'infiltration directe des eaux de pluie n'a jamais été estimée avec précision. A ce jour, il n'y a aucun justificatif clair à ne considérer cette infiltration directe que sur la plaine de Mejate comme cela a été fait pour la modélisation 2001 ;

Les valeurs du drainage par les oueds et des entrées latérales peuvent encore certainement être mieux cernées.

3.8.2 Etablissement du modèle des eaux souterraines

La simulation des écoulements souterrains, au moyen de modèles mathématiques, doit permettre une évaluation de la cote de la nappe phréatique dans les années à venir ainsi qu'une évaluation des impacts des options de développement qui seront choisies. Ces évaluations serviront de matériel de base aux discussions avec les Acteurs de l'Eau et à la préparation d'un plan directeur.

Le précédent modèle d'écoulements souterrains (2003), construit sous MODFLOW au moyen du logiciel GMS, montre encore au stade actuel quelques imperfections. Les deux problèmes principaux sont comme suit: 1) la quantité d'écoulement latéral de l'Atlas est estimée plus basse, soit 17 M m³ au lieu de 200 ~ 250 M m³ à prévoir, et 2) Pour faciliter le calcul, la hauteur de la base de l'aquifère a été artificiellement baissée de 50m. A cet effet, le modèle des eaux souterraines sera établi à nouveau dans la présente étude.

²⁵ Etude de synthèse hydrogéologique pour l'évaluation des ressources en eau souterraine du bassin hydraulique du Tensift. (2004) ANTEA-ANZAR pour le compte de l'ABHT

²⁶ *Alimentation en Eau Potable et Industrielle de la Ville de Marrakech*, Avril 2006, Document Interne ABHT

Le modèle à construire sous le logiciel FEFLOW (WASY Program) sera une simulation majeure des écoulements souterrains, parce que ce logiciel utilise les facteurs limités. A présent, le modèle est constitué de 2 335 points nodaux et 4 486 éléments. Ces points nodaux et éléments seront ajoutés et modifiés, au besoin, dans l'hypothèse du calage du modèle. La Figure 3.8.4 montre le schéma à mailles du présent modèle.

L'aperçu du modèle est expliqué comme suit:

(1) Géométrie de l'aquifère et limites du modèle

La limite du modèle actualisé est celle de la plaine mio-plio-quadernaire du Haouz, à l'exclusion du Haouz oriental (qui est aussi en dehors de la limite du bassin hydraulique du Tensift) qui est clairement séparée du reste de la plaine par une crête piézométrique, c'est-à-dire une limite à flux nul (Figure 3.8.2).

Le modèle actualisé englobe le secteur de la plaine du Haouz situé au Sud des collines de Jebel Timrar (secteur de Gamassa), tel qu'il apparaît sur la carte hydrogéologique dressée en 1972 (Bernet, Boudon et Prost). Ce secteur n'avait pas été modélisé lors des derniers travaux de modélisation mais apparaît clairement sur les cartes géologiques comme appartenant au mio-plio-quadernaire, en continuité avec le reste de la plaine. Ce secteur inclut le barrage de Lalla Takerkourst, qui est construit sur quelques 100 m de sédiments mio-plio-quadernaires. Les affleurements primaires (Jebel Timrar) qui apparaissent dans le secteur de Gamassa, ne sont pas représentés dans le modèle : les écoulements souterrains au travers de ces terrains sont très lents comparés aux écoulements dans les sédiments de la plaine ; les affleurements du Primaire peuvent être considérés comme une limite à flux nul. La zone modélisée s'étend jusqu'à la rivière Tensift dans le secteur nord-ouest de la plaine, incluant les affleurements des calcaires jurassiques. Cette extension s'explique par le fait que la piézométrie de la nappe n'est pas connue dans les sédiments en bordure de plaine mais est parfaitement fixée à la cote de la ligne d'eau dans la rivière au niveau des calcaires voisins.

Le modèle actualisé est construit en utilisant le logiciel Feflow® (de la société WASY) qui utilise la technologie des éléments finis, et sera majeur de la simulation des écoulements souterrains à venir. Il est constitué de 3083 nœuds et 5894 éléments. La Figure 3.8.3 donne le schéma de maillage du modèle.

Le toit de l'aquifère est fixé à la cote topographique obtenue à partir du modèle numérique de terrain (MNT) publique SRTM90. La carte du substratum de l'aquifère (Figure 3.8.4) a été dressée sur la base des points de mesure de la profondeur du substratum fournie par l'ABHT. Dans le modèle actualisé, une valeur constante de substratum est affectée par secteur, valeur fixée à la cote la plus profonde trouvée dans le secteur à partir de la carte. Les secteurs sont ceux pour lesquels une seule valeur de perméabilité (K) et de coefficient d'emmagasinement (S) sont affectées (voir (3) Calage de la perméabilité). L'affectation d'une cote du substratum nœud par nœud n'est possible que si la perméabilité est calibrée élément par élément, ce qui n'est pas réalisable ici compte tenu du faible nombre de points de mesures piézométriques.

(2) Géométrie de l'aquifère et limites du modèle

Le modèle actuel est fondé sur la quantité de recharge et vidange, indiquée dans § 3.3.3. Les conditions de la limite sont résumées comme suit :

- 4% des précipitations sur la surface du sol rechargera directement dans l'aquifère (sauf la ville de Marrakech)
- La quantité du prélèvement d'eau pour l'irrigation est indiquée dans § 3.4.2.
- Les puits principaux individuels sont les puits pour l'alimentation en eau potable de la ville de Marrakech.
- La vidange de l'aquifère aux cours d'eau est estimé par la hauteur de la surface de sol (l'altitude basée sur la carte de 1 :50 000)
- La quantité de recharge des lits fluviaux et des seguias principaux est estimée de 25% de la quantité d'écoulements. (Pour le calcul, la recharge des seguias est incluse dans la recharge des lits fluviaux.)

- Conditions de la hauteur de chute fixe :
 - Barrage de Lalla Takerkoust (niveau d'eau moyen du réservoir)
 - Eaux jaillissantes de Chichaoua
 - Points d'entrée dans l'aquifère depuis les montagnes Jbeliat et Atlas

(3) Calage de la perméabilité (K)

Le calage de la perméabilité (K) a été réalisé en mode permanent. Au vu des historiques piézométriques tels qu'ils apparaissent dans la section 3.3.2, un état permanent peut être trouvé pour la période 1997-1998, et la campagne piézométrique conduite en septembre-octobre 1998 peut être considérée comme une situation de référence pour cet état. Les points acquis lors de cette campagne sont complétés par des mesures extraites des suivis piézométriques conduits sur les réseaux de l'ABHT et par deux valeurs acquises à des dates différentes mais sur des sites à proximité de la bordure de l'aquifère. Au total, ce sont 96 points de référence piézométrique qui sont retenus. La cote altimétrique de ces points a été retrouvée sur la base de la position des points, reportés sur des cartes topographiques au 1/50.000 avec des courbes de niveau équidistantes de 10 m. La précision relative à cette altimétrie, et donc la précision de la côte piézométrique qui en résulte, n'est alors pas supérieure à ± 15 m.

Sur la base de ces 96 points de référence, le calage des perméabilités a été réalisé par secteur. Quelques 81 secteurs ont été définis (voir la carte des secteurs Figure 8), chacun contrôlé par un ou plusieurs points de référence piézométrique. La précision du résultat de calage est indiquée dans la Figure 3.8.5.

La Figure 3.8.6 montre le résultat de la simulation de la hauteur de chute en ce moment-là. Par ailleurs, le calage du modèle est l'étape précédente au calage de coefficient de réserve en cas extraordinaire (S).

3.8.3 Bilan actuel des eaux souterraines

Une évaluation du bilan actuel des eaux souterraines peut être proposée pour les 10 dernières années, basée sur une première approximation des éléments de flux entrants et sortants (voir § 3.2 et 3.4). Pour cette évaluation, il a été considéré que toutes les eaux entrantes pouvaient être drainées par les oueds dans l'année, ce qui n'est certainement pas vrai pour un milieu poreux aussi vaste que celui de la plaine du Haouz, et qu'aucun drainage n'intervient lorsque la réserve est mobilisée, ce qui ne rend pas compte de la répartition spatiale des déficits et des possibles excès locaux (les simulations de 2001 montrent un drainage en 2000/01, malgré un déficit calculé cette année-là par le modèle de 279 425 millions de m³).

Les chiffres présentés dans le Tableau 3.8.1 paraissent cohérents avec l'abaissement piézométrique important enregistré en 2001 (voir § 3.4.2). Ils sont également cohérents avec la diminution du volume mouillé de l'aquifère constaté entre 1998 et 2002, si l'on applique une porosité de 1,5% (valeur située dans l'intervalle de 1 à 8% proposé par BERNERT et PROST²⁴).

3.8.4 Une demande courante de l'eau

La potentialité des ressources en eau de surface du bassin de Tensift est résumée comme dans le Tableau 3.8.2 : une partie du cours amont de la Rivière de Chichaoua peut être considérée comme faisant partie de la zone d'étude, qui sont estimées à 668 millions de m³ du sans transfert de l'eau et 968 millions de m³ avec le transfert selon les données de 1970-2002. Cette évaluation représente 93~95% de l'évaluation faites dans ce plan directeur en 2001, qui s'est basée sur les données de 1935~1997.

L'utilisation actuelle de l'eau de surface est estimée à environ 400 millions de m³ y compris le transfert de l'eau, qui est aussi l'eau de surface disponible au stade actuel. En ce qui concerne le transfert de l'eau, il est prévu que le volume de projet est de 300 millions de m³, par contre le niveau actuel est d'environ 100 millions de m³ en moyen. (voir le Tableau 3.8.3)

Pour les ressources en eau souterraine, c'est difficile de discuter la moyenne des prélèvements à ce stade. Le niveau actuel de pompage des eaux souterraines dans la zone d'étude est estimé à 334 millions de m³ durant 1993/94-2003/04 comme décrit dans la section 3.4.2. En total, la moyenne actuelle de l'utilisation de l'eau est estimée provisoirement à environ 735 millions de m³ par an.

(1) Demande en eau pour l'irrigation

Comme discuté dans §3.5.1 (3), la demande de l'eau de l'irrigation est récapitulée comme dans la table suivante. La future demande de l'eau est estimée a basé sur la suite de la demande actuelle de l'eau et n'inclut pas des mesures telles que l'irrigation d'économie de l'eau.

Evaluation of Water Demand for Irrigation

Unit : Mm³

	Current	Future (2020)
Irrigation Water Demand	1 061	1 459
Irrigation Water Demand (maximum)	1 260	1 720

(2) Demande en eau potable

Le Tableau 3.8.4 montre les résultats de l'estimation de la prévision de la demande en eau potable actuelle et dans l'avenir dans 11 communes de la zone de l'étude et 41 communes en dehors de la zone de l'étude dans Marrakech. Le total de la demande en eau est calculé et estimé comme la quantité totale des eaux de surface et souterraines.

La quantité nécessaire de prise d'eau pour l'eau potable jusqu'à présent sera augmentée de 69,2 Mm³/an en 2005 à 89,4 Mm³/an en 2020.

(3) Quantité de la demande en eau dans les terrains de golf

Dans la zone de l'étude, il existe 3 terrains de golf (Marrakech Royal Golf Club, Amelkis Golf Club, Palmeraie Golf Club) et ces 3 terrains de golf consomment 2,5 Mm³/an au total. Pour les terrains de golf dont l'autorisation a été déjà faite, 3 autres terrains de golf ont reçu l'autorisation pour la prise d'eau à partir du canal de Rcade et des eaux souterraines par L'ORMVAH et l'ABHT. La quantité autorisée pour les 3 nouveaux terrains de golf est de 3,92 Mm³/an. En plus, les 5 autres terrains de golf ont déjà demandé l'autorisation de nouveau projet. Lorsqu'on autorise la prise d'eau pour les 5 nouveaux terrains de golf, la quantité de prise d'eau est de 7,85 Mm³/an. Si tous les terrains de golf sont autorisés, la quantité nécessaire sera de 14,27 Mm³/an au total. A part ces terrains de golf, il existe d'autres projets de construction des terrains de golf, mais on a inscrit 5,2 Mm³/an pour les 4 terrains de golf dans le calcul de la demande en eau. La prévision de la demande en eau dans les terrains de golf est mentionnée dans le tableau suivant :

Prévison de la demande en eau dans les terrains de golf

	Situation actuelle	En 2008	En 2010	En 2015
Nbr.	3	3	5	4
Demande en eau	2,5 Mm3/an	3,92 Mm3/an	7,85 Mm3/an	4,2 Mm3/an
Total	2,5 Mm3/an	5,5 Mm3/an	14,3 Mm3/an	19,5 Mm3/an

(4) Demande en eau total

La demande en eau actuelle et la prévision de la demande en eau se résument dans le tableau ci-après :

Résumé de la prévision de la demande en eau

(unité : Mm³)

Article	Présent usage de l'eau	Présente demande potentielle	Demande prospectée en 2020/21	Maximum a prospecté la demande en 2020/21
Besoin en eau	1,147	1,544	1,389	1,588
1. Irrigation	1,061	1,459	1,260	1,459
(1) ORMVAH	835.6	1,158.0	960.8	1,158.0
1) GH	242.2	370.9	242.2	370.9
2) PMH	593.4	787.1	718.6	787.1
(2) DPA Marrakech	51.8	69.2	69.4	69.2
(3) DPA Chichaoua	173.7	231.5	229.3	231.5
2. Alimentation en eau	76.5	76.5	100.3	100.3
1) Marrakech : RADEEMA	58.9	58.9	77.3	77.3
2) 11 Communes : ONEP	3.5	3.5	4.7	4.7
3) Région rurale : les communautés sans ONEP alimentation en eau	14.1	14.1	18.4	18.4
3. Autres (Urbain)	9.2	9.2	28.8	28.8
1) Course de golf	2.5	2.5	19.4	19.4
2) Autres (Jardins, Hotels)	6.7	6.7	6.7	6.7

3.8.5 Quantité totale de l'eau disponible

Le plan pour le plan intégré de gestion de ressources de l'eau pour le bassin de Tensift (2001) examine 12 nouveaux emplacements de barrage, et propose 7 barrages (de toute la capacité de 200 millions de m³) à construire d'ici 2011. Comme décrit dans la section 2.2.4, le barrage de Wirgane est déjà en construction. La construction du barrage de Taskourt est également projetée pour commencer l'année prochaine. Cependant, en ce moment, il n'y a aucune disposition pour les autres barrages restants d'être mise en application. La situation des 12 barrages examinés sont indiquées dans le tableau 3.8.8.

Actuellement, il y a une discussion sur l'exécution d'un plan à grande échelle de déviation de l'eau des parties nord du Maroc à Marrakech, par l'intermédiaire de Rabat et de Casablanca. Cependant, c'est toujours à son étape conceptuelle. DAH prépare une étude sur le diversion de l'eau d'interbasin des bassins de Lokous, loi et de Sabou aux bassins méridionaux. On s'attend à ce que l'étude réelle soit débutée bientôt.

Desalinization des eaux marines peut également être considéré comme source d'eau additionnelle. Cependant, il peut ne pas être pratique en bref à de mi limites.

(1) Evaluation des eaux disponible actuel

Comme résultat de l'examen pour la demande en eau et les ressources valable de l'eau y compris l'évaluation de l'abstraction des eaux souterraines, le bilan des ressources en eau durant 1993/1994 – 2003/2004 a été préparé comme présenté dans le Tableau 3.8.7. La consommation totale de l'eau dans la zone d'étude est évaluée à 942 Mm³ par an et la consommation de l'irrigation occupe 93% en plus de l'alimentation en eau potable et autres utilisations qui occupent 7%. De l'aspect de la source de l'eau, l'utilisation de l'eau de la zone d'étude dépend de 54% sur l'eau souterraine, 36% sur l'eau de surface, et 11 % sur l'eau de surface transférée du bassin d'Oum El Rbia.

Estimation du bilan hydrique dans la zone d'étude (Moyenne 93/94-03/04)

(Mm³)

Volume à approvisionner			Volume à utiliser		
Barrage de Lala Takerkoust (Une partie de barrage du Mouay Yossef est incluse)	135	14.3%	Irrigation	880	93.3%
Par les seguias (Oueds)	201	21.4%	Alimentation de l'eau	55	5.8%
Transférées à partir du Bassin d'Oum El Rbia par le Canal de Rcade	101	10.7%	Autres (Urbain)	8.0	0.9%
Eaux souterraines	505	53.6%			
Total volume à approvisionner	942		Total volume à utiliser	942	

(2) Précipitations

Les quantités de précipitations dans la plaine du Haouz et dans le bassin de la rivière de Tensift sont mentionnées dans le tableau ci-après. Pour les précipitations de projet, précipitations de référence, qui sert à faire l'évaluation de la demande en eau de l'irrigation, etc., on prend la moyenne des précipitations de 1970/70 – 2005/06 et on fixe 281 mm de précipitations, comme précipitations moyennes dans la plaine du Haouz.

Précipitations moyennes et Précipitations probables dans les bassins

Période des données	Nappe du Haouz		Bassin de Tensift	
	1970/71-2005/06	1991/95-2005/06	1970/71-2005/06	1991/95-2005/06
Superficie (km ²)	6,124		19,800	
Précipitation de la cuvette moyenne (mm)	281	272	288	281
Précipitation vraisemblable (mm)				
1%	83	75	98	85
2%	106	98	120	108
5%	141	133	154	142
10%	172	164	183	173
20%	209	201	219	210
50%	281	272	288	281

(3) Barrages

1) Barrage de Lalla Takerkoust et Barrage de Wirgane

Pour la quantité de l'alimentation en eau de projet, on a pris en compte que le barrage de Lalla Takerkoust fournit 82 Mm³ de valeur de projet. Pour le programme de distribution à chaque séguia, on a pris en compte des valeurs en moyenne de 01/02 – 05/06. En outre, après la construction du barrage de Wirgane prévue en 2008, on peut ajouter 17 Mm³ comme volume supplémentaire, mais ce volume de 17 Mm³ sera tenu compte pour l'alimentation en eau potable.

2) Barrage de Taskourt

La construction du barrage de Taskourt a commencé en 2007 et se terminera en 2010. La quantité d'alimentation de projet sera de 24 Mm³/an et utilisée pour l'irrigation. Il est prévu que les eaux de ce barrage seront utilisées en 2010/2011.

Par ailleurs, les périmètres irrigués dont la source en eau est le barrage de Takerkoust étaient estimés de 4 500 ha par l'étude faisabilité dans le projet de développement des ressources en eau régionales de la JICA, mais le projet d'aménagement de l'irrigation n'était pas déterminé. Actuellement, la DPA Chichaoua mène l'étude. Dans ce projet d'aménagement de l'irrigation, le système de séguias existant sera changé en principe et il n'y a pas de nouveau développement des terrains agricoles.

3) Barrage de Moulay Youssef

Le barrage de Moulay Youssef est situé dans le bassin de Oum Er Rbia et, comme source en eau dans les périmètres irrigués du Tessaout Supérieur, il fournit de l'eau pour l'irrigation au secteur de la GH (secteurs Skhirat et Bouidda). La quantité d'alimentation en eau en moyenne est de 154 Mm³/an (1990/91 – 2004/05), que le barrage de Moulay Youssef fournit, et sur la base de la superficie calculée, on a estimé que le tiers de cette quantité, soit 46,2 Mm³/an, est utilisé pour la plaine du Haouz.

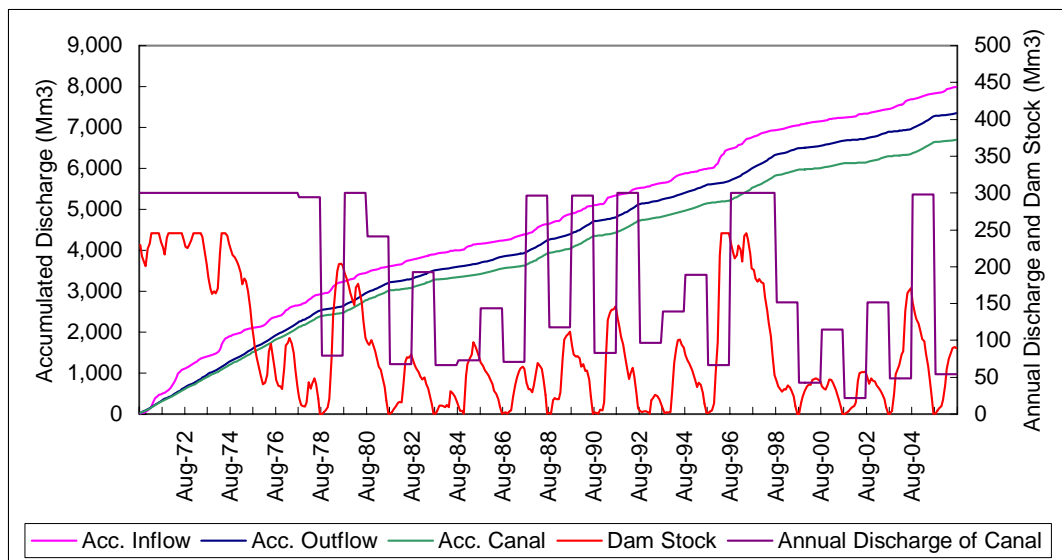
(4) Eaux fluviales

Pour la quantité de l'utilisation de l'eau pour l'irrigation, prise par le système de séguia, les données d'observation sont aménagées, mais tous les séguias ne sont pas observés régulièrement et il est prévu qu'il y a une différence entre la quantité réelle de prise d'eau et les données. Sur la base des résultats de l'étude des inventaires de l'ABHT, la moyenne de la quantité de prise d'eau de 1985 – 2001 de chaque rivière est prise en considération comme quantité disponible d'eau. Par ailleurs, pour la rivière de Chichaoua et celle de Assif El Mal dont les données d'observation n'existent pas, on a estimé le taux de prise d'eau sur la base des taux de prise d'eau des autres rivières. Et après la construction du barrage de Takerkoust, les séguias qui prennent actuellement de l'eau à partir de la rivière de Assif El Mal seront alimentés en eau par le barrage de Takerkoust.

(5) Eaux transférées de l'extérieur des bassins

Pour la source en eau qui vient de l'extérieur des bassins, on fixe la quantité d'approvisionnement du canal de Rocate à la plaine du Haouz.

Le barrage d'Hassan I et le canal de Rocate sont entrés en fonction en 1988/89 et les données sur la quantité réelle d'approvisionnement n'existent qu'après cette année. Pour estimer la quantité d'approvisionnement disponible, on a calculé l'évolution chronologique du bilan simplifié du barrage sur la base de la quantité de décharge du passé. On a pu obtenir, pour la quantité de prise d'eau à partir du canal de Rocate, 186 Mm³ en moyenne de 1970/71 – 2005/06, 146 Mm³ en moyenne de 1981/82 – 2005/06 et 152 Mm³ en moyenne de 1991/92 – 2005/06. Après les années 1970 où de l'eau était abondante, en particulier depuis la dernière moitié des années 1970 (1977/78), la quantité de décharge a commencé à diminuer. Donc, il y a un risque à calculer la quantité disponible pour la décharge du barrage d'Hassan I en utilisant la quantité d'écoulements d'eau dans la première moitié des années 1970. A cet effet, sur la base de la moyenne de la quantité réelle de prise d'eau de 1991/92 – 2005/06, la quantité de 146 Mm³ est considérée comme débit de projet. Le débit de projet du canal de Rocate est estimé à 120 Mm³/an, soit la quantité des eaux transférées vers la plaine du Haouz excepté la quantité d'eau de l'aval du Tessaout et celle d'eau potable pour El Kelaa.



Calcul approximatif de l'évolution chronologique du bilan du barrage Hassan I

(6) Eaux souterraines

Les volumes bruts des prélèvements des eaux souterraines dans la plaine du Haouz sur la période de 93/94 à 03/04 s'échelonnent entre 274 et 750 Mm³/an. La moyenne des prélèvements bruts est de 505 Mm³/an. La quantité d'eaux souterraines disponibles est placée à 564 Mm³/Year, qui est la quantité estimée pour permettre l'utilisation soutenable des eaux souterraines, basé sur le résultat de la simulation d'eaux souterraines examiné en chapitre 5 (l'extraction maximum d'eaux souterraines dans 2020 basés sur le scénario principal d'actions).

(7) Résumé de la quantité disponible d'eau

La quantité disponible d'eau se résume dans le tableau suivant :

Ressources en eau	Période	
	2008-2009	2010-2020
1. Eaux surface	518	522
(1) Eaux de barrage	145	169
1) Barrage de Lalla Takerkoust	82	82
2) Barrage de Wirgane	17	17
3) Barrage de Taskourt	0	24
4) Barrage de Moulay Youssef *1	46	46
(2) Eaux de rivière (Prise de Seguia)	252	233
(3) Transféré de Oum Er Rbia Basin par le canal de Rocade *2	120	120
2. Eaux souterraines	564	

Remarque:

*1: Seulement une partie de montant pour Plaine Haouz qui consiste en partie de Skhrat et Secteur Bouida est takne dans compte

*2: La perte de l'opération de 6 Mm3/année est incluse, afin que le montant de l'avalable soit assumé 114 Mm3/année .

*3: Le montant disponible d'abstraction des eaux souterraines est réglée basée sur les aspects de l'hydrogeological avec simulation.

3.9 Simulation des eaux souterraines et Zonage dans la plaine dU Houz

3.9.1 Simulation pour les Eaux Souterraines dans la Plain du Haouz

(1) Scénarios utilisés pour les simulations de base

Des modèles de simulation pour les eaux souterraines ont été préparés pour estimer la quantité d'eau disponible à l'avenir. Les deux scénarios suivants ont été examinés sur la base de ces modèles.

Scénario pour la continuation de la situation actuelle :

C'est le scénario qui sert de base de l'examen. On fixera la situation où l'utilisation d'eau actuelle continuera et les mesures préventives ne seront pas prises. (Pour l'alimentation en eau potable, les mesures à prendre, telles que la prévention de la fuite d'eau, etc. sont déjà prises en considération dans la prévision de la demande en eau.)

Scénario pour la demande en eau maximale :

Pour la situation critique, on fixera la situation où 100% de la quantité d'eau nécessaire sera utilisée par chaque secteur. (Pour l'alimentation en eau potable, les mesures à prendre, telles que la prévention de la fuite d'eau, etc. sont déjà prises en considération dans la prévision de la demande en eau.)

Les conditions détaillées pour les scénarios examinés sont comme suit:

Dans un premier scénario appelé "**Continuation**", les conditions actuellement observées de prélèvement et de recharge des eaux souterraines ont été prolongées jusqu'en 2021 :

- Mêmes niveaux de demande en eau agricole (surfaces irriguées et niveau de satisfaction de la demande en eau des plantes) fixés dans les secteurs de GH aux valeurs moyennes observées depuis la mise en service de ces secteurs ;
- Continuation d'un accroissement de 2% par an des prélèvements d'eau souterraine dans les zones de PMH tels qu'observés (voir le rapport relatif à la modélisation des écoulements souterrains) ;
- Même niveau élevé d'évaporation des eaux d'irrigation (estimé à 15% en première approche, pour le détail voir G-1.2 du rapport d'appui) du fait des pratiques actuelles d'irrigation ;
- Une demande en eau croissante pour les golfs ;
- Conservation du potentiel d'eau de surface à une valeur moyenne telle qu'observée au cours des 35 dernières années (y compris la ressource complémentaire apportée par le barrage de Wirgane) ;
- Précipitations fixées à la moyenne des 35 dernières années ;
- Niveaux d'infiltration des eaux de crues tels qu'estimés pour la période 1993-2004.

Une situation de "**Demande Maximale**" a été simulée, qui illustre l'impact d'une possible croissance de la demande en eau agricole. Toutes les conditions du scénario "**Continuation**" ont été conservées, à l'exclusion de :

- La demande en eau dans les secteurs de GH a été augmentée pour couvrir 100% des surfaces irriguées initialement prévues et pour couvrir 100% de la demande en eau des plantes (suppression du stress hydrique de 18%) ;
- La demande en eau dans les secteurs de PMH a été augmentée pour couvrir 100% de la demande en eau des plantes (suppression du stress hydrique de 20%).

Le tableau résume les hypothèses retenues pour les différents scénarios :

Détails des principaux paramètres de chacun des 2 scénarios

	Scenarios	
	Continuation	Demande Maximale
Surfaces irriguées		
GH	40.514 ha	46.883 ha
PMH	135.190 ha en 2006/07 162.863 ha en 2020/21	135.190 ha en 2006/07 162.863 ha en 2020/21
Surfaces goutte-à-goutte		
GH		
N°Fis rive droite	-	-
Autres secteurs	-	-
PMH	0 ha	0 ha
Niveau de stress hydrique	20%	0%
Croissance de la PMH irriguée par les eaux sout.	2%	2%
Disponibilité eaux de surface (Mm ³ /an)	501 jusqu'en 2007/08 518 jusqu'en 2009/10 522 jusqu'en 2020/21	501 jusqu'en 2007/08 518 jusqu'en 2009/10 522 jusqu'en 2020/21
Demande en eau pour les golfs	jusqu'à 15 golf à partir de 2015 (19.7 Mm ³ /an)	jusqu'à 15 golf à partir de 2015 (19.7 Mm ³ /an)
Précipitations	282 mm/an	282 mm/an
Infiltration des eaux de crue	environ 25%, selon le régime de crue	environ 25%, selon le régime de crue

(2) Définition d'indicateurs pour l'évaluation des scénarios

Deux types d'indicateurs ont été définis et mesurés à l'horizon 2021 (fin de la campagne agricole 2020/21) pour évaluer les résultats des travaux de simulation des écoulements souterrains et ainsi évaluer l'impact de l'application des différents scénarios : indicateurs sur la disponibilité de la ressource souterraine et indicateurs d'impact économique.

Pour évaluer les modifications de la disponibilité des ressources souterraines, trois indicateurs ont été sélectionnés :

- L'étendue d'aquifère dénoyée. Selon la cartographie piézométrique issue du modèle d'écoulements, à l'issue de la campagne 2005/06, l'épaisseur mouillée de l'aquifère était par endroits très faible, mais celui-ci n'apparaissait nulle part dénoyé ;
- Le bilan global des eaux souterraines entre 2006 et 2021, et les bilans annuels pour la première et la dernière année simulées (i.e. les campagnes agricoles 2006/07 et 2021/21). Un bilan négatif indiquera qu'une partie au moins des prélèvements d'eau souterraine se fait depuis la réserve.
- La profondeur moyenne de la nappe. D'après le modèle d'écoulements souterrains, cette profondeur était de 41.4 m en moyenne à l'issue de la campagne agricole 2005/06. Une modification de ce paramètre donnera un aperçu des modifications du volume d'aquifère mouillé (réserves d'eaux souterraines) ;

Pour appréhender l'impact économique des différents scénarios, quatre indicateurs ont ici encore été retenus :

- Tout en étant un indicateur de la disponibilité de la ressource, la profondeur moyenne de la nappe peut également être considérée comme un indicateur économique. Les modifications du niveau piézométrique auront un impact non négligeable sur le coût de pompage des eaux souterraines, directement proportionnel à la profondeur de la nappe ;
- Les variations de l'étendue au droit de laquelle la profondeur de la nappe est plus grande que la profondeur moyenne des forages (environ 50 d'après les derniers inventaires conduits par

l'ABHT). Au droit de ces secteurs (ci-après dénommés Change50), 50% des forages vont s'assécher et devront alors être approfondis (le plus souvent fonçage d'un nouvel ouvrage à proximité du forage asséché) ;

- Le nombre de forages asséchés à l'horizon 2021. ce chiffre est évalué à 100% des forages dans la zone où l'aquifère est dénoyé et à 50% des ouvrages en zone Change50 (voir ci-dessus). Pour que les conditions actuelles d'irrigation soient conservées, tous ces ouvrages devront être remplacés.
- La perte d'emploi: le nombre de personnes forcées d'arrêter l'agriculture du fait de l'assèchement de l'aquifère

(3) Premier aperçu de la situation à venir

Pour les scénarii examinés, les Figures 3.9.1 et 3.9.2 montrent la localisation des eaux souterraines. Les valeurs des indicateurs sont indiquées ci-dessous comme synthèse du résultat de la simulation.

Valeurs des indicateurs obtenues à partir des simulations des écoulements souterrains (pour la période 2006/07 à 2020/21)

		Continuation	Demande Maximale
	Surface "Change50" (ha)	29,000	97,000
Indicateurs ressource en Eau Souterraine	Bilan d'eau souterraine		
	Ens. période 2006/07	-1,310	-3,440
	2020/21	-39	-126
		-121	-263
	Prof. Moyenne de la nappe -41.4 m à ce jour- (impact financier Mdhs)	41.4 (3,757)	48.4 (7,605)
Indicateurs é conomiques	Surface aquifère dénoyé (ha) (impact financier en Mdhs)	9,100 (448)	44,000 (2,166)
	Nombre de forages asséchés (impact financier en Mdhs)	1,805 (253)	6,883 (964)
	Pertes de poste d'emploi	4,306	20,821

Pour les deux scénarios testés, une large part de l'aquifère de la plaine du Haouz se dénoie. Pour la plupart, cette zone dénoyée se trouve au droit d'un secteur de PMH situé au nord des secteurs N'Fis de GH. Dans le cas du scénario de **Demande Maximale**, la zone dénoyée couvre ce secteur mais s'étend également vers l'Est en direction de la ville de Marrakech ; il s'étend aussi au champ captant d'Issil (AEP de Marrakech) et dans la zone est de la plaine.

3.9.2 Caractéristiques de la gestion des ressources en eau souterraine par localité et Mesures à prendre

(1) Nécessité du Découpage pour la Gestion des Eaux Souterraines

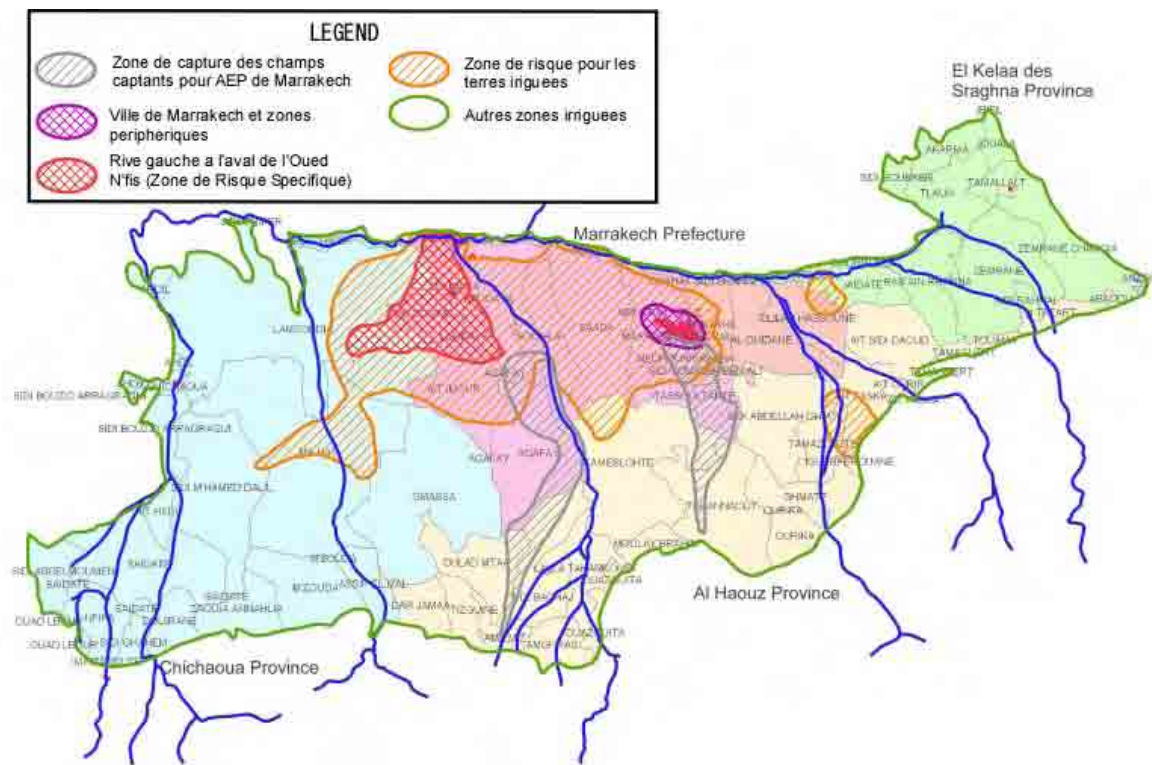
Pour assurer la gestion des eaux souterraines dans la Plaine du Haouz, il est nécessaire de considérer deux aspects, le premier étant l'équilibre global de l'ensemble de l'aquifère et le second étant l'utilisation de l'eau au niveau de la région, en tenant compte des caractéristiques et de la situation de l'aquifère, l'importance et la position socio-économique des eaux souterraines dans la région, ainsi que la demande régionale et ses caractéristiques. Ces caractéristiques régionales seront considérées pour déterminer la priorité régionale, l'élaboration et la sélection des mesures à prendre dans la région et enfin déterminer une gestion appropriée de l'eau pour la région. Dans l'Etude, la Plaine du Haouz a été divisée en plusieurs zones sur la base du concept décrit ci-dessous.

(2) Concept et Réalisation du Découpage pour la Gestion des Eaux Souterraines

Sur la base des changements attendus du niveau de la nappe entre la situation actuelle (août 2006) et l'horizon de l'étude (août 2021) tels qu'évalués au moyen du modèle mathématique d'écoulements souterrains, un premier découpage de la plaine du Haouz peut être proposé. Trois secteurs peuvent être identifiés : un secteur où le niveau de la nappe s'abaisse de façon « très importante » ; un secteur où ce rabattement est « limité » ; et entre les deux, un secteur où la nappe s'abaisse « significativement »

sans toutefois que cette baisse soit « très importante ». Les valeurs exactes de rabattement retenues pour définir les termes de « très important », « significatif » et « limité » doivent être fixés au regard des évolutions passées de la nappe : un rabattement supérieur à 1 m/an est incontestablement très important et n'est apparu que dans des secteurs très localisés, alors qu'un rabattement de 0,5 m/an reste significatif. Sur l'ensemble de la plaine, une valeur de moins de 0,5 m/an de rabattement peut être considérée comme limitée au regard de l'évolution globale enregistrée au cours des 30 dernières années. Un quatrième secteur peut être ajouté à ces trois premiers basés sur la valeur du rabattement : les zones où l'aquifère se dénoie, quelque soit la valeur du rabattement qui permet se dénoyage.

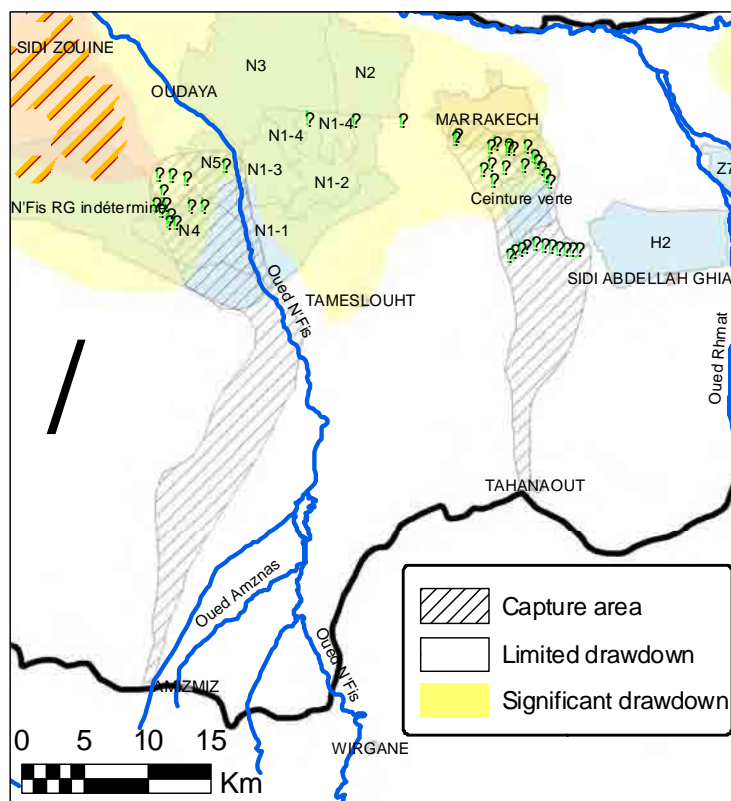
En tenant compte de ces rabattements attendus et de l'usage local de l'eau, comme pour l'irrigation des secteurs de GH et de PMH, ou pour l'usage urbain et semi-urbain (i.e. ville de Marrakech et zone périphériques où des projets de golfs sont élaborés), un total de cinq zones combinées peut être défini.



Zonage de la Plaine du Haouz basé sur le résultat de la simulation des eaux souterraines

1) Zone de capture des champs captants de la ville de Marrakech

Aucun des scénarios de développement ne modifie significativement les zones de captures des champs captants de Marrakech (figure ci-dessous) : la zone de capture du champ de N'Fis s'étend vers le Sud le long de l'oued N'Fis et rejoint ensuite le secteur d'Amizmiz. Une zone unique peut être définie pour les champs captants d'Issil, Aguedal, Ourika, Menara et de l'adduction gravitaire qui s'étend vers le Sud jusqu'à Tahanaout. Ces deux ensembles constituent des zones stratégiques pour l'AEP de la ville de Marrakech. Ils doivent être protégés tant d'un point de vue qualitatif (tout contaminant qui atteint l'aquifère dans ces zones atteindra ensuite les forages de production) que quantitatif (un rabattement « significatif » est attendu au droit des champs captants).



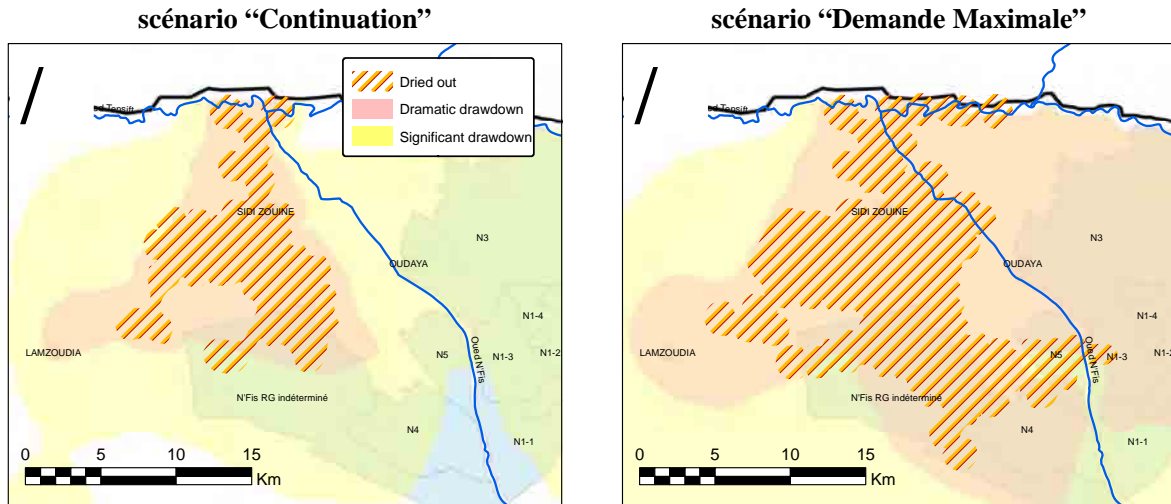
Zones de capture des principaux champs captants pour l'AEP de Marrakech (état en 2021, scénario "Continuation")

2) L'essor de l'exploitation des eaux souterraines au droit de la ville de Marrakech et alentours (c'est-à-dire la zone urbaine et péri-urbaine) a été important au cours des 10 dernières années. On s'attend encore à une croissance

forte au cours des prochaines années. Jusqu'à 15 golfs ou projets de golfs ont été identifiés dans cette zone pour une demande totale en eau de plus de 19 Mm³/an, des douzaines d'hôtels avec jardins et piscines sont construits chaque année, les services municipaux développent les espaces verts irrigués (le plus souvent à partir de nouveaux forages) le long des principales rues de la ville, de nombreux particuliers creusent leur propre puits pour alimenter une piscine ou arroser un jardin...

Les scénarios d'évolution testés montrent que cette zone va subir une baisse significative à très importante du niveau de la nappe au cours des 15 prochaines années si aucune mesure de sauvegarde n'est adoptée. Le champ captant de l'oued Issil (AEP de Marrakech) menace d'être dénoyé si la demande en eau pour les golfs est couverte par les eaux souterraines (scénario **Demande Maximale**).

3) Quelque soit le scénario de développement, une zone de **Risque Spécifique** peut être identifiée dans un secteur de PMH en rive gauche à l'aval de l'oued N'Fis. L'extension de cette zone diffère d'un scénario à l'autre, mais toutes les simulations montrent que la plus grande partie de ce secteur va subir un abaissement « très important » du niveau de la nappe et va très certainement être dénoyée.



Rabattements attendus entre 2006 et 2021

4) Zones de risque pour les terres irriguées

On peut appeler zones de risque, au regard de la capacité de pompage, les secteurs où les rabattements attendus dans les 15 prochaines années sont significatifs et où les eaux souterraines sont régulièrement utilisées pour l'agriculture. En effet, des impacts économiques négatifs majeurs sont attendus dans les secteurs agricoles en cas de baisse significative du niveau de la nappe.

Ces zones de risque couvrent pratiquement l'ensemble de la plaine du Haouz si les prélèvements d'eaux souterraines augmentent de façon très importante (scénario **Demande Maximale**) et tous les secteurs de GH subiront alors d'importants impacts négatifs. Dans le cas de la continuation des niveaux de prélèvements actuels (scénario **Continuation**), la zone de risque couvrira tous les secteurs GH du N'Fis. Les secteurs de PMH localisés dans la zone aval de la plaine sont tous situés en zone de risque. Cette zone s'étend en effet depuis l'oued El Mal à l'Ouest jusqu'à Marrakech à l'Est dans le cas d'une continuation des conditions de prélèvements actuels (scénario Continuation).

5) Autres zones irriguées

Partout ailleurs, la plaine du Haouz va subir au cours des 15 prochaines années un rabattement de l'ordre de 0.1 à 0.5 m/an. Aucun des scénarios de développement testé ne laisse présager une baisse nulle (ou a fortiori une remontée) du niveau de la nappe.

Tableau 3.2.1 Liste des Stations du réseau pluviométrique de l'ABHT et les données disponibles

Rivier	Station	Code	Du	Au	Remarques
R'DAT	SIDI RAHAL	44/54	1963 Dec	2005-2006	
N ' FIS	IMINE EL HAMMAM	1566/53	1966 -1967	2003-2004	
N ' FIS	IGUIR N'KOURIS	510/62	1974 -1975	2004-2005	
AMEZMIZ	SIDI HSSAIN (R'HA D 'AZILAL)	2431/53	1988 Feb	2003-2004	
OURIKA	AGHBALOU	2089/53	1969 -1970	2005-2006	
ZAT	TAFERIAT	1562/53	1962 Mar	2005-2006	
KSOB	ADAMNA	111/51	1970 -1971	2005-2006	
IGROUNZAR	IGROUNZAR	400/52	1965 -1966	2003-2004	72 Feb - '75 Jan Manque des données
ZELTEN	ZELTEN	401/52	1975 May	2003-2004	
TENSIFT	ABADLA	1675/44	1969 Apr	2005-2006	
TENSIFT	TALMEST	189/43	1970 -1971	2003-2004	
RHERHAYA	TAHANAOUT	1565/53	1962 Apr	2005-2006	
EL MAL	SIDI BOUOTHMANE	1976/53	1984 Dec	2005/2006	
SEKSAOUA	ILOUDJANE	628/52	1975 -1976	2005-2006	
CHICHAOUA	CHICHAOUA	451/52	1971 Feb	2004-2005	
IGOUZOULEN	IGOUZOULEN	404/51	1997 -1998	2003-2004	
IMLIL	AREMD	3604/53	1999 Mar	2003-2004	
OURIKA	TAZITOUNT	3603/53	1999 Mar	2003-2004	
R'DAT	SEGUIA : AFIAD	832/45	1970 -1971	2003-2004	

Source : l'ABHT

Tableau 3.2.2 Liste de Stations du réseau hydrologique de l'ABHT et les données disponibles

Nom de la Station	Code de la Station	Du	Au	Remarques
ABADLA	N° 008	1969/1970	2005/2006	
AGHBALOU	N° 6193	1968/1969	2005/2006	
AGOUNS	N°902	1996/1970	2005/2006	
AMENZAL	N°1004	1997 April	2005/2006	
AREMD	N°1182	1999 April	2005/2006	
CHICHAOUA	N°2601	1995/1996	2005/2006	
IGUIR N'KOURIS	N° 4299	1973/1974	2005/2006	
ILOUDJANE	N° 4222	1989/1990	2005/2006	
IMINE EL HAMMAM	N° 4432	1969 March	2005/2006	
Bge. LALLA TAKERKOUST	N° 8969	1962/1963	2005/2006	
MARRAKECH	N° 5229	1970/1971	2005/2006	1972/1973 Manque des Données
SIDI BOUOTHMANE	N° 6770	1989/1990	2005/2006	
SIDI HSSAIN	N°6826	1998 Jan	2005/2006	
SIDI RAHAL	N° 6976	1967/1968	2005/2006	
TAFERIAT	N° 7352	1983 Jan	2005/2006	1986 April -1987 Oct Manque des Données La location de l'indication de la pluie a changé en 8/10/1997
TAHANAOUT	N° 7512	1971 April	2005/2006	
TALMEST	N° 7660	1985 April	2005/2006	
TAZITOUNT	N°7994	1999 May	2005/2006	
TIOURDIOU	N°8411	1996/1997	2005/2006	
TOURCHT	N°8804	1997 March	2005/2006	

Source : l'ABHT

Tableau 3.2.3 Ressources en eaux de surface du bassin du Tensift dans les 10 dernières années

Nom de rivière	Région effective de Bassin (km ²)	Contribution pour la demande d'eau Mm ³ (Data 1970-2002)			Les données observées des 10 dernières années (Mm ³)									
		Min.	Average	Max.	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05	05/06
Décharge vers la plain du Haouz														
N'Fis (at Lalla Takerkoust)	1,692	12.7	174.8	504.5	262.6	221.7	37.5	186.2	12.7	81.9	88.3	130.0	NA	NA
R'dat (at Sidi Rahal)	569	3.5	72.8	264.0	2.3	1.5	2.5	1.4	0.3	0.4	0.9	4.1	2.1	2.3
Zat (at tafriat)	516	16.8	103.9	278.7	1.9	3.4	1.3	5.8	0.7	0.5	1.5	2.5	1.3	0.4
Ourika (at Aghbalou)	503	14.5	155.8	618.5	86.7	74.7	76.3	102.2	14.5	95.6	65.9	124.9	84.8	65.8
Rheraya (at Tahanaout)	225	2.6	47.8	117.1	27.8	40.4	16.6	34.4	2.6	18.1	14.9	21.4	21.4	21.0
Lahr (at Herrisane)	65	0.3	9.9	25.8										
Assif El Mal (at Sidi Bou Othman)	517	0.8	35.9	113.0	46.4	13.7	8.9	50.8	0.8	11.3	11.5	7.1	7.2	24.2
Chichaoua	1,317	10.9	66.8	230.6	84.5	23.0	0.3	36.9	3.2	4.7	4.4	3.9	0.5	NA
Transfert du Oum Er Rbia	-	160.0	300.0	300.0	106.3	111.2	100.0	90.8	74.5	56.7	82.1	108.6	142.8	130.2
Sous-total de la Plain de Haouz son transfert	5,404	62.1	667.7	2,152.2										
Sous-total de la Plain du Haouz avec transfert	-	222.1	967.7	2,452.2										
El Hallouf	185	0.0	1.4	4.6										
Mramer	150	0.0	1.8	4.6										
autres bassins effective	2,241	9.2	84.2	269.1										
Autre bassin semi-effective	1,396	0.9	12.8	36.6										
Son transfert	9,376	72.2	767.8	2,467.0										
Avec transfert	-	232.2	1,067.8	2,767.0										

Source: Actualisation de l'Etat de Connaissance des Ressources en Eau dans les Bassins Hydrauliques du Tensift, ABHT, 2004
Les données sont observées dans les 10 dernières années. : l'ABHT

Tableau 3.2.4 Les données du transfert d'eau planifié et réalisé par le canal de Rocade

(Unité : Mm³)

Article	PD1976 Planifié		Données actuelles										n moyen
			96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05	05/06	
Utilisation dans le bassin de la rivière Lakhdar													
PMH Lakhdar	3,000ha	29	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.9	5.1	
Séguias Tagharghourt		4	4.1	4.1	3.2	2.8	1.2	0.8	1.1	1.7	2.3	1.4	
B1 Canal - Tessaout supérieur (Yagoubia)	5,000ha	16	1.4	16.5	15.8	15.3	7.6	5.6	11.3	13.4	19.3	19.7	
B2 Canal - Tessaout supérieur (Sud El Kelaa)	1,500ha	5	9.5	11.1	10.8	3.1	1.5	1.0	2.5	0.8	8.8	7.1	
Eau potable El Kelaa (ONEP)			1.9	1.9	1.7	1.6	1.9	2.0	2.7	2.4	2.5	2.5	
Sous-totale		54	16.8	33.6	31.6	22.8	12.1	9.5	17.5	18.3	36.9	35.9	
<i>Ratio de PD1976</i>			<i>31%</i>	<i>62%</i>	<i>58%</i>	<i>42%</i>	<i>22%</i>	<i>18%</i>	<i>32%</i>	<i>34%</i>	<i>68%</i>	<i>66%</i>	
Utilisation après le transfert vers le bassin de Tensift													
Secteurs du Haouz Central	20,000ha	144	0.0	4.6	15.9	35.5	19.3	7.8	20.4	27.5	33.5	26.2	
Eau potable Marrakech (ONEP)		40	34.6	32.3	30.5	32.4	30.5	29.8	37.2	38.9	43.6	46.2	
Terriens de Golf			1.9	1.9	1.9	1.9	1.3	1.0	1.3	1.2	1.2	1.3	
Secteurs de rive droite de N'Fis inférieur	17,000ha	112	62.9	68.5	60.5	49.2	19.4	15.3	18.8	37.0	59.9	52.9	
Séguias Targua et Aslejour			6.9	8.5	7.1	7.3	4.1	2.7	4.4	4.0	4.7	3.7	
Sous-totale		296	106.3	111.2	100.0	90.8	74.5	56.7	82.1	108.6	142.8	130.2	
<i>Ratio de PD1976</i>			<i>36%</i>	<i>38%</i>	<i>34%</i>	<i>31%</i>	<i>25%</i>	<i>19%</i>	<i>28%</i>	<i>37%</i>	<i>48%</i>	<i>44%</i>	
Perte			43.1	42.5	39.4	37.4	14.1	11.5	7.1	4.2	0.5	6.6	
Total e			123.1	149.4	147.5	149.1	86.7	66.2	99.6	126.9	179.7	168.0	
Ecoulement de barrage de Sidi Driss		350	166.3	191.8	186.8	186.5	100.8	77.6	106.8	131.1	180.2	172.6	
<i>Ratio de PD1976</i>			<i>48%</i>	<i>55%</i>	<i>53%</i>	<i>53%</i>	<i>29%</i>	<i>22%</i>	<i>31%</i>	<i>37%</i>	<i>51%</i>	<i>49%</i>	

Source: l'ORMVAH

Tableau 3.2.5 Les données de l'approvisionnement en eau planifié et réalisé du barrage Lalla Takerkoust

(Unité : Mm³)

Article	PD1976 Planifié		Données actuelles										n moyen
			96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	04/05	05/06	
Séguias de l'hypothèse constante			12.9	13.0	10.1	12.7	7.2	5.0	8.9	9.1	9.3	8.4	
Séguias dans la rive gauche de N'Fis			117.2	74.1	18.1	36.8	3.6	13.3	27.1	21.2	21.1	19.5	
Séguias dans la rive droite de N'Fis			13.3	10.9	0.0	7.0	0.0	0.7	6.2	5.7	2.5	3.4	
Secteur N1-1 (P2)			16.5	22.7	22.4	20.0	11.0	7.4	13.6	14.3	15.8	12.9	
Secteur N4 (P1)			-	-	-	1.0	0.5	2.7	9.5	11.5	11.8	10.4	
Eau potable Marrakech (ONEP)			-	-	0.5	4.5	0.8	4.4	3.2	2.7	4.1	6.4	
Total			159.8	120.9	51.1	81.9	23.1	33.4	68.5	64.5	64.5	61.0	
Perte			-	-	1.6	4.7	2.6	3.1	9.0	10.6	7.8	4.7	
Ecoulement au barrage de Lalla Takerkoust		85	123.5	112.3	52.6	86.6	25.7	36.5	77.5	75.1	72.3	65.7	
<i>Ratio de PD1976</i>			<i>145%</i>	<i>132%</i>	<i>62%</i>	<i>102%</i>	<i>30%</i>	<i>43%</i>	<i>91%</i>	<i>88%</i>	<i>85%</i>	<i>77%</i>	

Source: l'ORMVAH

Tableau 3.2.6 Prélèvement d'eau par les systèmes de séguias

Sous Bassin	Superficie effective du	Débit annuel moyen 1985-2001 (Mm3)	Prélèvement de l'eau moyen par sequias (Mm3)	Taux de débit
R'dat	569	71.2	44.8	1985-2001 62.9%
Zat	516	99.0	49.5	1985-2001 50.0%
Ourika	503	177.4	93.1	1985-2001 52.5%
Rheraya	225	50.4	26.0	1985-2001 51.7%
Lahr	65	9.9	5.4	Estimer par ration moyenne 54.3%
El Mal	517	36.0	19.5	
Chichaoua	1,317	35.7	19.3	
Total	5,404	479.6	257.7	54.3%

Remarques: Les systèmes de séguia dans les oueds de N'Fis sont comptés dans le tableau d'approvisionnement de barrages.

Source: Etude hydrologique des prélèvements au fil de l'eau dans le bassin du Tensift, 2003

Tableau 3.2.7 Estimation du prélèvement d'eau par le système de séguias 93/94-03/04

Sous-Bassin		Taux de prélèvement de l'eau par séguias	93/94	94/95	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	Average
R'dat	Oued ^{*1}		106.3	32.8	234.0	72.2	46.0	77.6	44.2	8.1	12.6	27.4	127.7	71.7
	Séguias ^{*2}	62.9%	64.5	42.0	52.6	61.5	62.6	77.7	22.6	36.5	7.9	17.2	80.3	47.8
Zat	Oued		135.3	61.5	199.0	60.9	108.2	41.3	183.2	20.5	16.8	46.4	79.2	86.6
	Séguias	50.0%	84.2	38.0	54.1	36.9	38.4	33.2	38.8	11.7	8.4	23.2	39.6	36.9
Ourika	Oued		287.0	100.6	211.9	86.7	74.7	76.3	102.2	14.5	95.6	65.9	124.9	112.8
	Séguias	52.5%	119.5	72.7	110.1	79.8	88.1	66.8	65.3	7.6	50.2	34.6	65.6	69.1
Rheraya	Oued		64.3	30.6	101.5	27.8	40.4	16.6	34.4	2.6	18.1	14.9	21.4	33.9
	Séguias	51.7%	34.2	17.5	37.8	24.3	24.5	17.6	20.2	2.9	9.3	7.7	11.0	18.8
Lahr	Oued		N/A ^{*3}											9.9
	Séguias	54.3%												5.4
El Mal	Oued		50.1	9.8	75.7	46.4	13.7	8.9	50.8	0.8	11.3	11.5	7.1	26.0
	Séguias	54.3%	27.2	5.3	41.1	25.2	7.4	4.8	27.6	0.4	6.1	6.3	3.9	14.1
Chichaoua	Oued		6.9	14.8	115.1	84.5	23.0	0.3	36.9	3.2	4.7	4.4	3.9	27.1
	Séguias	54.3%	3.8	8.0	62.5	45.9	12.5	0.2	20.0	1.7	2.6	2.4	2.1	14.7
Débit total des oueds			659.9	260.0	947.1	388.4	315.9	230.9	461.5	59.6	168.9	180.5	374.0	367.9
Total prélèvement de l'eau estimé par séguias			338.7	188.9	363.5	279.0	239.0	205.7	199.8	66.2	89.9	96.8	207.9	206.8

Remarques *1: Débit - Débit annuel d'oued, *2: Séguias - Prélèvement d'eau par les systèmes de séguias dans l'oued,

*3: à cause de manque de données, le débit annuel des oueds 9.9Mm³ qui est la moyenne de 1970-2002 a été appliqué à toute les années

■ Estimé par le rapport de couler-prise de fleuve des secondaire-bassins.

Source: Etude hydrologique des prelevements au fil de l'eau dans le bassin du Tensift, 2003

Tableau 3.2.8 Indicateurs de qualité de l'eau des points choisis de mesure (extrait)

Nom de l'Oued	Nom du Point	Date	Catégorie	DBO ₅ mg/l	DCO mg/l	O ₂ D mg/l	P_Tot mg P/l	NH ₄ ⁺ mg NH ₄ /l	Coliformes par 100m
Tensift	Station Abadla	2005/10/11	Mauvais	7.2	66	10	0.2	1.01	0
	Amont Marrakech	2004/7/8	Très Mauvais	161	558	0	8.65	68.4	8,000,000
	Aval Marrakech	2005/10/7	Très Mauvais	83	227	0	3.41	46.6	13,000
	Aval décharge Marrakech	1996/4/1	Mauvais	3.7	30	9.7	1.69	0.26	4,800
Chichaoua	Aval Chichaoua	2004/7/15	Bien	0.51	11.5	5.4	0.098	0.02	280
	Station Chichaoua	1998/2/6	Mauvais	2	9.6	8.4	0.76	0.007	950
Sekigahara	Station Iloudjane	2004/7/15	Mauvais	0.61	50	7.36	1.108	0.01	660
Zat	Station Taferiat	2005/10/6	Moyenne	2.5	38	13.5	0.09	0.01	640
	Aval Ait Ourir	2004/7/13	Très Mauvais	125	322	0	5.71	39.6	18,000,000
Imintanout	Aval Imintanout	2004/7/15	Très Mauvais	281	825	0	19.62	93.6	20,000,000
Reraya	Station Tahanaout	1995/2/24	Mauvais	6.1	53	8.65	0.5	0.13	25
	Station Tahanout	2004/7/14	Moyenne	0.91	8	8.48	0.014	0.005	4,200
N'Fis	Station Imlil Hmam	2005/10/10	Mauvais	1.8	69	8.3	0.51	0.07	38,000
	Aval mine Guemassa	2004/7/13	Bien	2.74	8	8.2	0.13	0.032	10
Ourika	Station Aghbalou	2005/10/7	Moyenne	0.38	30	8.25	0.084	0.04	850
Amizmiz	Station Sidi Hssain	2004/7/14	Bien	0.57	8	6.88	0.07	0.005	120
	Aval Amizmiz	2005/10/10	Mauvais	0.8	27	5.6	0.1	0.13	42,000
Rdat	Station Sidi Rahal	2005/10/6	Mauvais	2.4	42	10.32	0.09	0.08	240
	Aval Sidi Rahal	2004/7/9	Très Mauvais	133	365	0	12.85	54	5,300,000
Canal de Rode		1993/6/23	Bien	2	6	6.6	0.13	0.04	20

Source : l'ABHT

Tableau 3.3.1 Normes relatives aux standards des eaux souterraines (propositions de l'ABHT)

Water Quality Grade	Conductivity	Oxidizable Matter (KMnO ₄)	Chloride (Cl ⁻)	Anmonium Nitrogen (NH ₄ ⁺)	Nitrate Nitrogen (NO ₃ ⁻)	Faecal Coliform Count
	(µs/cm)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(mg/L)	(nos./100mL)
Excellent	<400	<3	<200	<0.1	<5	<20
Good	400 - 1300	3 - 5	200 - 300	0.1-0.5	5 - 25	20-2000
Medium	1300 -2700	5 - 8	300 -750	0.5-2	25-50	2000-20000
Bad	2700-3000	>8	750 - 1000	2 - 8	50-100	>20000
Very Bad	>3000	-	> 1000	>8	>100	-

Source : l'ABHT

Tableau 3.3.2 Synthèse des essais qualitatifs réalisés sur 72 puits et forages de la plaine du Haouz (1991-2004)

Water Quality Parameters	Conductivity	Oxidizable Matter (KMnO ₄)	Chloride (Cl ⁻)	Anmonium Nitrogen (NH ₄ ⁺)	Nitrate Nitrogen (NO ₃ -N)	Faecal Coliform Count
unit	Cond. (µs/cm)	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	nos./100mL
Maximum Value	14,071	2,485	5,530	50.4	251	8,600,000
Average Value	1,839	13	378	0.5	28	24,829
Minimum Value	290	0	11	0.0	0	0

Groundwater Quality Grade	Conductivity	Oxidizable Matter (KMnO ₄)	Chloride (Cl ⁻)	Anmonium Nitrogen (NH ₄ ⁺)	Nitrate Nitrogen (NO ₃ -N)	Faecal Coliform Count	Total Number of Samples	Ratio in each Grade
Excellent	4	314	174	351	37	202	1082	46%
Good	183	28	67	32	226	147	683	29%
Medium	145	15	111	4	82	33	390	17%
Bad	14	0	6	5	31	0	56	2%
Very Bad	50	11	39	5	21	12	138	6%
Number of Samples	396	368	397	397	397	394	2349	100%

Source : l'ABHT

Tableau 3.3.3 Estimation du volume d'infiltration préférentielle le long des oueds de 1993 à 2004

Oueds flood (MCM)	Agricultural campaign										
	93/94	94/95	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04
Imintanout*	47.3	15.6	122.0	26.8	34.0	0.9	63.6	1.8	8.7	14.5	12.4
Seksaoua	42.9	14.2	110.7	24.3	30.8	0.9	57.7	1.6	7.9	13.2	11.3
El Mal	50.1	9.8	75.7	46.4	13.7	8.9	50.8	0.8	11.3	11.5	7.1
N'Fis	159.7	81.8	485.0	254.4	225.0	52.9	159.5	25.7	37.0	80.6	94.1
Rherhaya	64.3	30.6	101.5	27.8	40.4	16.6	34.4	2.6	18.1	14.9	21.4
Ourika	287.0	100.6	211.9	86.7	74.7	76.3	102.2	14.5	95.6	65.9	124.9
Zat	135.3	61.5	199.0	60.9	108.2	41.3	183.2	20.5	16.8	46.4	79.2
R'Dat	106.3	32.8	234.0	72.2	46.0	77.6	44.2	8.1	12.6	27.4	127.7
Total flood volume (MCM)	892.9	346.9	1539.9	599.4	572.8	275.4	695.5	75.8	207.9	274.4	478.1
Volume of infiltration along the oueds (MCM)	223.2	86.7	385.0	149.9	143.2	68.9	173.9	18.9	52.0	68.6	119.5

* Estimated value

Source: l'ABHT

Tableau 3.4.1 Puits figurant dans l'inventaire et nombre de puits autorisés

Commune	Nb of wells from inventories				Total	Authorisations ABHT (2001)
	EAU	PROJEMA	PROJEMA			
	GLOBE	3/2002	8/2002			
Agafay		180	9		189	99
Ait Hadi			9		9	1
Ait Imour		501			501	397
Al Ouidane	334				334	1285
Ghmate	897				897	723
Gmassa			333		333	108
Lamzouida			20		20	104
Loudaya		453	582		1035	823
Majjat			20		20	81
M'Zouda			8		8	2
Oulad Hassoun	234				234	1737
Oulad Mtaa			88		88	123
Saada		618	40		658	664
Saaidate			255		255	6
Sid Zouine		127			127	102
Sidi Abdellah Ghiat	888				888	1012
Sidi Badhaj			142		142	57
Sidi Bouzid Arragragui			245		245	10
Sidi Mohamed Dalil			18		18	27
Souihla		619	16		635	394
Tameslouht	406		129		535	506
Tassoultante	427				427	441
Total					7598	8702

Source : l'ABHT

Tableau 3.4.2 Précipitations sur les périmètres irrigués agricoles

Précipitations moyennes (mm)	Campagne agricole										
	93/94	94/95	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04
Précipitations totales	289	304	446	380	298	251	223	153	214	262	299
N'Fis (secteurs irrigués), CV, H2, N4, R1, R3, Z1	235	248	363	309	242	204	181	124	174	213	243
N'Fis rive gauche	204	215	315	268	210	177	158	108	151	185	211
N5	193	204	299	254	199	168	149	102	143	175	200
R1 aval	303	320	469	399	313	264	234	160	225	275	314
Z7	306	323	473	403	316	267	237	162	227	278	317
Tessaout Amont (Bassin deTensift)	334	352	516	440	345	291	258	177	248	303	346
Secteurs de PMH	293	305	446	383	299	255	228	156	218	263	305

Source : l'ABHT

Tableau 3.4.3 Evapotranspiration réelle dans les périmètres de grande hydraulique (campagne agricole 2002/03)

Secteur	Données de télédétection sur l'Evapotranspiration (m ³)
N'Fis (secteurs irrigués), CV, H2, N4, R1, R3, Z1	163 029 079
N'Fis rive gauche	28 695 795
N5	8 300 000
R1 aval	2 900 000
Z7	5 100 000
Tessaout Amont (superficie y compris le bassin de Tensift)	43 692 530
Total	251 717 404

Tableau 3.4.4 Estimation de la quantité de l'utilisation des eaux souterraines dans la zone de GH

	Central Haouz																								Total [4]
	Irrigated N'Fis				N'Fis RG				N5				R1aval				Z7				Tessaout Amont				
	[1]	[2]	[3]	[4]	[1]	[2]	[3]	[4]	[1]	[2]	[3]	[4]	[1]	[2]	[3]	[4]	[1]	[2]	[3]	[4]	[1]	[2]	[3]	[4]	
93/94	163.0	89.4	54.0	19.7	28.7	-	8.7	20.0	8.3	-	2.2	6.1	2.9	-	1.2	1.7	5.1	-	2.1	3.0	43.7	55.8	21.1	0.0	50.5
94/95	163.0	101.8	57.0	4.3	28.7	-	9.2	19.5	8.3	-	2.3	6.0	2.9	-	1.3	1.6	5.1	-	2.2	2.9	43.7	62.0	22.3	0.0	34.3
95/96	163.0	76.6	83.5	2.9	28.7	-	13.5	15.2	8.3	-	3.3	5.0	2.9	-	1.9	1.0	5.1	-	3.2	1.9	43.7	45.9	32.6	0.0	26.0
96/97	163.0	79.4	71.2	12.5	28.7	-	11.5	17.2	8.3	-	2.8	5.5	2.9	-	1.6	1.3	5.1	-	2.7	2.4	43.7	64.4	27.8	0.0	38.8
97/98	163.0	95.9	55.7	11.4	28.7	-	9.0	19.7	8.3	-	2.2	6.1	2.9	-	1.3	1.6	5.1	-	2.1	3.0	43.7	73.5	21.8	0.0	41.8
98/99	163.0	98.8	47.0	17.2	28.7	-	7.6	21.1	8.3	-	1.9	6.4	2.9	-	1.1	1.8	5.1	-	1.8	3.3	43.7	50.8	18.4	0.0	49.9
99/00	163.0	105.7	41.8	15.5	28.7	-	6.7	22.0	8.3	-	1.7	6.6	2.9	-	0.9	2.0	5.1	-	1.6	3.5	43.7	53.3	16.3	0.0	49.6
00/01	163.0	50.3	28.6	84.2	28.7	-	4.6	24.1	8.3	-	1.1	7.2	2.9	-	0.6	2.3	5.1	-	1.1	4.0	43.7	30.6	11.2	2.0	123.7
01/02	163.0	33.3	40.1	89.7	28.7	-	6.5	22.2	8.3	-	1.6	6.7	2.9	-	0.9	2.0	5.1	-	1.5	3.6	43.7	22.3	15.7	5.7	129.8
02/03	163.0	62.2	49.0	51.9	28.7	-	7.9	20.8	8.3	-	2.0	6.3	2.9	-	1.1	1.8	5.1	-	1.9	3.2	43.7	29.4	19.2	0.0	84.0
03/04	163.0	90.4	55.9	16.7	28.7	-	9.0	19.7	8.3	-	2.2	6.1	2.9	-	1.3	1.6	5.1	-	2.2	2.9	43.7	53.7	21.9	0.0	47.0

[1] Water demand (MCM), [2] Surface water allocation (MCM), [3] Efficient rainfall (MCM), [4] groundwater abstraction (MCM)

Tableau 3.4.5 Quantité de la distribution des eaux de surface par secteur

		1993-1994	1994-1995	1995-1996	1996-1997	1997-1998	1998-1999
le Haouz Central	Terrains de golfe	1 751 143	1 891 840	1 897 344	1 892 172	1 871 424	1 892 160
	P3*	36 793 169	37 315 949	29 292 381	31 586 122	34 959 309	31 660 419
	P4*	37 986 757	39 496 119	29 088 512	31 321 374	33 580 947	28 826 533
	CV*	0	0	0	0	4 631 088	8 959 833
	R1*	0	0	0	0	0	0
	R3*	0	0	0	0	0	0
	Z1*	0	0	0	0	0	0
	H2*	0	0	0	0	0	6 968 336
	N1-1 (P2)**	14 593 084	24 981 165	18 227 783	16 479 461	22 725 274	22 364 681
	N4 (P1)**						
Sous-total	89 373 009	101 793 232	76 608 676	79 386 957	95 896 618	98 779 802	
Amont	Sous-total***	159 472 205	177 259 096	131 087 373	183 883 307	210 075 214	145 043 873
Tessaout	Sauf les valeurs du Haouz Orié	55 815 272	62 040 684	45 880 581	64 359 157	73 526 325	50 765 356

		1999-2000	2000-2001	2001-2002	2002-2003	2003-2004	2004-2005
le Haouz Central	Terrains de golfe	1 886 976	1 262 304	1 025 568	1 290 960	1 157 760	1 232 673
	P3*	26 773 254	10 697 169	7 927 302	9 964 712	17 131 432	26 408 625
	P4*	22 465 174	8 675 456	7 398 833	8 791 412	19 909 135	33 517 914
	CV*	8 172 300	2 864 227	2 895 930	2 812 632	4 160 475	5 435 486
	R1*	9 905 741	5 652 432	925 807	4 644 974	6 658 875	8 251 302
	R3*	5 320 246	4 786 710	917 681	4 329 361	5 484 066	6 959 372
	Z1*	0	0	112 058	3 488 975	5 153 618	6 086 084
	H2*	12 135 047	6 022 205	2 979 965	5 100 810	6 035 898	6 722 972
	N1-1 (P2)**	19 995 299	11 047 841	7 359 629	13 577 927	14 302 152	15 751 294
	N4 (P1)**	958 694	507 614	2 738 650	9 468 332	11 541 987	11 805 449
Sous-total	105 725 755	50 253 654	33 255 855	62 179 135	90 377 638	120 938 498	
Amont	Sous-total***	152 405 563	87 320 346	63 819 382	83 970 161	153 454 793	166 606 991
Tessaout	Sauf les valeurs du Haouz Orié	53 341 947	30 562 121	22 336 784	29 389 556	53 709 178	58 312 447

* Source : l'ORMVAH, Bilan Hassan I-Sidi Driss.xls

* Source : l'ORMVAH, Bilan Takerkoust.xls

** Total du SIT et du SIA (Source : ABHT, restitutions_ORMVAH.xls)

Tableau 3.4.6 Quantité de l'utilisation des eaux souterraines de l'aquifère de la plaine du Haouz

Groundwater abstraction Agricultural campaign

purposes	93/94	94/95	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04
Irrigation in GH sectors	48.8	32.5	23.4	36.6	40.0	48.4	48.3	122.5	128.2	82.4	45.3
Irrigation in PMH sectors	200.2	202.2	137.9	177.0	230.9	265.7	292.4	349.6	323.2	305.5	287.8
Marrakech drinking water supply	15.0	13.3	11.6	9.4	10.4	15.1	12.2	16.3	12.9	9.8	9.6
Other drinking water supply	7.2	7.4	7.4	7.4	7.5	7.6	8.2	8.0	7.9	8.1	8.3
Livestock drinking water supply	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Other (urban areas)	1.2	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.7	2.0	1.9	7.1
Total (MCM)	273.3	257.3	182.1	232.3	290.8	338.7	363.0	499.0	475.0	408.5	358.9

Tableau 3.5.1 Superficie de SAU et des terres cultivables dans la zone de l'étude

(Unité : ha)

Zone	Superficie de la zone	SAU	Superficie irriguée	Irrigation gérée par ORMVAH			Irrigation gérée par DPA		
				Grande Hydraulique (GH)	Petite et Moyenne Hydraulique (PMH)		Eaux régularisées	Eaux saisonnières	Eaux de crue
					Séguia aménagé	PMH			
ORMVAH	300,428	238,120	164,741	54,308	21,329	89,104			
N'Fis et Haouz Central	284,663	223,725	153,139	48,560	19,129	85,450			
Tessaout Amont	15,765	14,395	11,602	5,748	2,200	3,654			
DPA Marrakech	56,117	20,721	8,896				2,250	2,431	4,216
DPA Chichaoua	229,279	108,895	29,118				6,627	8,875	13,617
Total	886,251	605,856	367,497	54,308	21,329	89,104	8,876	11,306	17,833

Source: ORMVAH, DPA Marrakech, DPA Chichaoua

Remarks: Zone GH de l'ORMVAH est incluse la zone des séguia du PNI, qui sont Tamezergueleft et Jdida dont la superficie est 10,000ha.

Remarks: Zone PMH de l'ORMVAH est incluse le secteur pompage (N5, Z1 aval, Z7 de la GH Haouz Central dont la superficie est 2,525ha.

Tableau 3.5.2 Superficie des terres cultivables et cultivées dans les zones de l'ORMVAH dans la zone de l'étude

(Unité: ha)

	Remarques	Secteur N'Fis et Haouz Central	Secteur Tessaout Amont	ORMVAH Plaine du Haouz Total
SAU et superficie irriguée				
-Total	a)	223,725	14,395	238,120
-Superficie de pluie	a)	71,786	2,793	74,579
-Superficie irriguée totale	a)	153,139	11,602	164,741
-GH Superficie aménagée d'irrigation (f	a)	48,560	5,748	54,308
-PMH (Système de Séguia aménagé)	a)	19,129	2,200	21,329
-PMH Superficie irriguée	a)	85,450	3,654	89,104
Superficie cultivée 03/04				
-Totale superficie cultivée	(1) a)	166,785	12,646	179,430
-GH Superficie cultivée (Irrigation)	(2) b)	34,766		
-PMH Superficie cultivée	(3)=(1)-(2)	132,019		
-PMH Irriguée	(4) c), a)	93,175		
-PMH Pluie	(3) - (4)	38,844		
-Totale superficie irriguée		127,941	9,748	137,689
Remarques:		N1-1, N1-2, N2, N3, N4, ZR, H2, CV, R1, R3, Z1	Boudda, Skhirat	

Remarques:

a) ORMVAH Monographie

b) Actualisation du PDAI

c) Estimation par les données reçues

Superficie PNI est incluse dans la zone d'aménagement d'irrigation de GH Secteurs pompages de GH, dont N5, R1 Aval, et Z7 sont inclus dans PMH.

Tableau 3.5.3 Superficie cultivée dans la zone de l'étude

(Unité : ha)

Zone	Pluie	Irrigated										Superficie irriguée totale	Total
	Céréales	Céréales	Légumière	Fourrage	Maraichère	Total	Fruitières						
							Olive	Abricot	Citrus	Vigne	Autres		
ORMVA (2003/04)	41,707	56,804	794	9,140	5,792	65,194	47,045	6,115	4,224	3,593	4,216	137,723	179,430
DPA Marrakech (Moyen de dérnier 5)	10,157	5,892	93	264	432	2,215						8,896	19,053
DPA Chichaoua (2005/06)	36,145	17,353	446	563	828	9,929	5,998	873	0	0	3,058	29,118	65,263
Total	88,008	80,050	1,332	9,967	7,052	77,338	53,043	6,988	4,224	3,593	7,274	175,738	263,747

Remarques: Zone de pluie est supposée d'utilisation uniquement pour la céréale culture.

Source: ORMVAH, DPA Marrakech, DPA Chichaoua

Tableau 3.5.4 Quantité de l'utilisation d'eau pour les cultures dans les zones de l'ORMVAH du Haouz

Table Crop Water Requirement used by ORMVAH in the Haouz Plain (RAZOKI, 2001)

Type de culture	Culture	Demande en eau par culture (m ³ /ha)
Fruiter	Olivier	6,750
	Agrumes	10,500
	Pommier	6,000
	Abricotier	5,250
	Amandier	5,250
	Vigne	3,000
Culture annuelle	Blé	5,250
	Orge	4,500
	Maïs	7,200
	Luzerne	12,800

Source: Apport de la télédétection pour l'estimation des volumes d'eau pompés au niveau de la plaine du Haouz,

Abourida Aahd et al

Remarks: La demande en eau par culture citée dans le tableau indique les valeurs nettes qui n'incluent pas l'application de la perte d'irrigation.

Tableau 3.5.5 Quantité de l'utilisation d'eau dans la zone de l'étude

Zone	Superficie irriguée (ha)	Crop						Demande en eau (Mm ³ /an)
		Céréales	Legumière	Fourrage	Maraichère	Olivier	Autre fruitier	
Demande en eau par culture (net) (m ³ /ha/an)		5,250	3,000	7,200	7,500	6,750	10,500	
Demande en eau par culture (brut) (m ³ /ha/an)		7,000	4,000	9,600	10,000	9,000	14,000	
ORMVA	137,689	41%	1%	7%	4%	34%	13%	1,224
GH dans les secteurs N'Fis et Haouz Central	34,766	37%	0%	5%	5%	34%	19%	323
PMH dans les secteurs N'Fis et Haouz Central	93,175	42%	1%	7%	4%	34%	12%	821
GH et PMH dans le secteur Tessaout Aval	9,748	51%	0%	9%	6%	33%	2%	80
DPA Marrakech	8,896	66%	1%	3%	5%	12%	12%	74
Eaux régularisées	2,250	0%	3%	9%	14%	37%	37%	24
Eaus saisonnières + Eaux de crue	6,647	89%	0%	1%	2%	4%	4%	49
DPA Chichaoua	29,118	60%	2%	2%	3%	21%	13%	246
Eaux régularisées	6,627	0%	4%	5%	7%	51%	33%	70
Eaus saisonnières + Eaux de crue	22,492	77%	1%	1%	2%	12%	8%	176
Total	175,704							1,544

Demande en eau dans m³/ha/an 8,790

Tableau 3.5.6 Estimation de la quantité d'évapotranspiration dans les périmètres irrigués

Secteurs	Superficie (ha)	Unité de la consommation de l'eau (m ³ /ha)	ETR (Mm ³)
N'Fis Secteur GH			
N'Fis Rive Droit	18,406	5,666	104
N'Fis Rive Gauche	5,350	5,364	29
Haouz Central Secteurs GH			
H2	3,276	5,666	19
CV	1,277	5,666	7
R1	2,635	5,666	15
R3, Z1	3,181	5,666	18
GH Secteurs Pompages			
N5	1,400	5,929	8
R1 Aval	500	5,800	3
Z7	850	6,000	5
Tessaout Amont Secteur GH			
Part de Bouida et Skirit	7,900	5,531	44
Secteurs PMH			
PMH (Eaux souterraines)	82,700	5,850	484
PMH (Eaux de surface)	48,175	4,641	224
Total	175,650	5,460	959

Source: Projet Sudmed, traité par l'équipe de l'étude

Tableau 3.5.7 Evaluation de l'alimentation en eau pour l'irrigation dans la zone de l'étude

Articles	Unité	Valueur	Perte d'eau à transfert	Valueur actuel
Quatité de l'eau d'irrigation alimenté	Mm ³ /an	879		757
Eau du barrage Lalla Takerkoust	Mm ³ /an	133	0.9	117
Eau des riviére orise oar les seguias*1	Mm ³ /an	201	0.5	103
Alimentation par le canale Rocade	Mm ³ /an	67	0.9	59
Eau souterraine GH	Mm ³ /an	118	1.0	118
Eau souterraine PMH	Mm ³ /an	360	1.0	360
Alimentation d'eau par la pluis				501
Précipitation à Marrakech	mm/an	317		
Précipitation effective	mm/an			285
Alimentation totale d'eau pour les cultures	Mm ³ /an			1,258
Alimentation d'eau d'irrigation oar hectare	m ³ /ha/an			7,160
Demand estimée d'eau d'irrigation	m ³ /ha/an			8,790
Rapport de déficit				18.4%

Tableau 3.5.8 Efficacité de transport des systèmes de GH au central de Haouz

CMV	Secteur	année			
		01/02	02/03	03/04	04/05
407	R1	0.93	0.89	0.92	0.90
422	R3	0.92	0.88	0.94	0.92
425	Z1	NA	NA	NA	NA
427	H2	0.93	0.92	0.93	0.95
430	N1-1, N1-4 Partiel	0.83	0.82	0.86	0.87
432 + 434	CV	0.87	0.85	0.86	0.90
	N1-2, N1-3, N2, N3	0.74	0.78	0.81	0.82
	N1-4 Partiel	NA	NA	NA	NA
431	N4	NA	0.92	0.93	0.86

Source: Ressources en Eau pour L'Irrigation des Perimetres de la Grande Hydraulique du haouz de Marrakech, ABHT

Tableau 3.5.9 La situation de la propagation de l'irrigation par goutte-à-goutte dans la zone de l'ORMVAH

CMV	surface physique (ha)	SAU (ha) *1	zone Irrigable (ha) *1	zone équipée par le système de goutte-à-goutte (ha) *2	Rapport d'irrigation par goutte-à-goutte pour les zones Irrigable	zone équipée par le système d'Irrigation du goutte-à-goutte		
						hors des control (ha)	zone sous commande des GH	Unconnu (ha)
dans le bassin du Haouz								
406	24,275	22,995	14,131	-	-	-	-	-
407	23,895	22,425	9,550	690	7.2%	307	383	-
408	15,120	14,164	5,003	146	2.9%	50	96	-
422	43,125	38,004	22,680	989	4.4%	836	113	40
425	21,100	15,900	15,200	209	1.4%	165	44	-
426	25,100	22,300	16,400	1,133	6.9%	1,133	-	-
427	42,925	20,800	14,300	1,323	9.3%	-	-	1,323
429	55,200	19,680	8,575	175	2.0%	175	-	-
430	20,700	15,650	6,250	321	5.1%	192	129	-
431	41,000	29,750	21,300	1,330	6.2%	757	573	-
432	30,200	26,700	24,200	1,640	6.8%	-	-	1,640
434	29,925	24,580	22,580	1,689	7.5%	816	874	-
sous-total	372,565	272,948	180,169	9,644	5.4%			
Hors du Bassin de Tensift	275,829	216,616	97,576	765	0.8%	593	172	-
Total	648,394	489,564	277,745	10,536	3.8%	5,120	2,412	3,004

Source: l'ORMVAH

*1: Monographie de la commune rurale, données de 2004/2004

*2: ORMVAH, données juillet 2006

Tableau 3.5.10 Application du système d'irrigation par goutte-à-goutte dans les CMV de l'échantillonnage

l'échantillon de CMV 427 SA Ghiat	
la superficie (ha)	42,925
SAU (ha)	20,800
Surface irriguée (ha)	14,300
Au mois d'octobre 2006	

culture	Area (ha)		terre cultivée (unit)	
	Area (ha)	%	unit	%
Verger				
-Olivier	495.7	37%	30	39%
-Orange	337.0	25%	20	26%
-Abricot	163.5	12%	13	17%
-raisin	18.0	1%	3	4%
sous-total de verger	1,014.2	77%		
Cultures Annuelles				
-Fleurs	7.0	0.5%	1	1%
-Légumes	296.5	22%	38	50%
-Fourrage	6.0	0.5%	2	3%
sous-total des cultures annuelles	309.5	23%		
Grand Total	1,323.7	100%	76	

Source: l'ORMVAH

Tableau 3.6.1 Problématique des programmes de développement à long terme

Catégorie	Problèmes
Réalisation de « la bonne gouvernance » du secteur d'eau	<ul style="list-style-type: none"> • Dans ce secteur, les relations entre plusieurs organisations sont compliquées, et elles ne partagent pas la stratégie claire; • Dans la stratégie sectorielle, les perspectives de ressources financières sont trop optimistes ; • Il manque de cohérence dans l'attribution budgétaire pour les secteurs prioritaires et de mécanisme intégré des ressources financières du secteur d'eau ; • Les missions des ABHs sont trop étendues par rapport à leurs ressources financières ; • Des problèmes et insuffisances sont remarqués dans l'exécution de la Loi sur l'eau 10-95 ; • Les ressources en eau continuent à baisser et la demande en eau ne cesse de s'accroître.
Assurer l'alimentation en eau potable et la distribution durable pour la demande en eau du secteur économique	<ul style="list-style-type: none"> • Etant donné que l'approvisionnement en eau dans les zones rurales dépend des eaux souterraines limitées, le coût relatif aux infrastructures est élevé ; • Dans l'approvisionnement en eau dans le milieu rural, le système de gestion autonome à long terme n'est pas établi ; • Toutes les eaux de surface sont contaminées par les effluents urbains et industriels ; • Le système juridique et les standards concernant les eaux usées sont incomplets ; • Le coût des infrastructures pour le traitement des eaux usées et le coût de la gestion et de la maintenance sont élevés ; • Il manque d'incitations financières pour le contrôle de la pollution et le système de prise en charges des eaux usées ne sert pas de sources financières pour l'autofinancement du secteur d'assainissement ; • Les effluents industriels sont rejetés sans traitement ; • Il manque de savoir-faire dans l'exploitation du traitement des eaux usées ;
Amélioration de la performance des opérateurs en vue du maintien durable des infrastructures et de la fourniture des services de qualité	<ul style="list-style-type: none"> • La coordination dans les programmes d'investissements est insuffisante ; • Le cadre institutionnel de l'ORMVAH n'est pas suffisant pour l'exploitation efficace et durable du système d'irrigation ; • Le prix actuel de l'eau pour l'irrigation, non pas assez élevé, ne peut pas couvrir les coûts nécessaires, y compris le coût de la gestion et de la maintenance, donc les services de l'irrigation ne sont pas autonomes ; • Il manque de système de contrôle et de suivi continu vis-à-vis des opérateurs ; • Le mécanisme de tarification de l'eau n'est pas établi d'une manière appropriée et les prix actuels de l'eau sont trop bas ; • De l'eau n'est pas distribuée d'une manière égale ; • La capacité de gestion autonome des opérateurs publics est faible; • Il y a une différence importante entre la capacité d'autofinancement et les besoins en investissements ; • Il y a des obstacles techniques et financiers dans l'approvisionnement en eau pour les couches des défavorisés du milieu urbain et périurbain ; • Il manque de budget pour installer les infrastructures de l'alimentation en eau potable dans les zones non aménagées ; • Il y a un afflux des populations du milieu rural au milieu urbain ; • Dans les secteurs d'alimentation en eau et d'urbanisation, les projets ne sont pas exécutés sur la base des ordres de priorité cohérents.

Tableau 3.6.2 Nombre des AUEA et des agriculteurs enquêtés

Province	Marrakech		Al Haouz		El Kelaâ des Sraghna	Chichaoua
	ORMVAH	DPA/M	ORMVAH	DPA/M	ORMVAH	DPA/C
La région catégorisée						
Enquête sur l'AUEA	5	1	4	5	10	3
TOTAL AUEA	6		9		10	3
Enquête sur les agriculteurs						
Plus de 20 ha	3		1	1	2	2
10ha-20ha	2	1	1	1	1	1
5ha-10ha	5	1	2	3	7	1
Moins de 5ha	5		1	5	7	3
Inconnu par l'enquête					2	
TOTAL agriculteurs	15	2	5	10	19	7
TOTAL Enquêtés	23		24		29	10

Tableau 3.8.1 Evaluation préliminaire du bilan des eaux souterraines

Campagne agricole												
	93/94	94/95	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	
Flux entrant												
<i>Pluie directe</i>	71	75	110	94	73	62	55	38	53	64	74	
<i>Crues (oueds et seguias)</i>	223	87	385	150	143	69	174	19	52	69	120	
<i>Flux latéral</i>	216	216	216	216	216	216	228	240	240	240	240	
<i>Vidange de réservoirs</i>	-	-	-	-	-	-	-	207	135	40	-	
Flux entrant total	510	378	711	459	432	347	457	504	480	413	433	
Flux sortant												
<i>Vidange pour les oueds</i>	232	115	524	222	137	3	89	-	-	-	-	
<i>Vidange latérale</i>	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	
<i>Abstraction</i>	273	257	182	232	291	339	363	499	475	408	359	
<i>Recharge de réservoirs</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	69	
Flux sortant total	510	378	711	459	432	347	457	504	480	413	433	

Tableau 3.8.2 Ressources en eau de surface du bassin de Tensift

bassin	Oued	superficie du bassin versant actif	apport d'eau en (Mm3)						
			1935-1997 ¹			1970-2002 ²			
			Min.	moyen	Max.	Min.	moyen	Max.	
Tensift	Eau de surface jusqu'à oued chichaoua								
	N'Fis à lala Takerkoust	1,692	21	166	599	12.7	174.8	504.5	
	R'dat à Sidi Rahal	569	12	84.5	277	3.5	72.8	264.0	
	Zat à Tafriat	516	20	115	288	16.8	103.9	278.7	
	Ourika à Aghbalou	503	15	159	618	14.5	155.8	618.5	
	Rheraya à Tahanaout	225	13	53.5	123	2.6	47.8	117.1	
	Lahr à Herissane	65	1	10	24	0.3	9.9	25.8	
	El Mal à Sidi Bou Othman	517	11	54	152	0.8	35.9	113.0	
	Chichaoua	1,317	12	73	252	10.9	66.8	230.6	
	Transfert de Oum Er Rbia	-	160	300	300	160.0	300.0	300.0	
	Total des eaux de surfaces sans transfert	5404	105	715	2,333	62	668	2,152	
avec transfert	-	265	1,015	2,633	222	968	2,452		
Eaux de surfaces rive gauche	El Hallouf	185	0	1.5	5	0.0	1.4	4.6	
	Mramer	150	0	2	5	0.0	1.8	4.6	
	autres bassis actifs	2,241	10	92	294	9.2	84.2	269.1	
	autres sous bassis actifs	1,396	1	14	40	0.9	12.8	36.6	
	Total Tensift	9,376	646	2,855	7,943	72	768	2,467	
avec transfert	-	646	2,855	7,943	232	1,068	2,767		

Remarques: *1: Plan directeur pour le développement des ressources en eau des bassins du Tensift, 2001

*2: Actualisation de l'état de connaissance des ressources en eau dans les bassins hydrauliques du Tensift, 2004

Tableau 3.8.3 Utilisation actuelle des ressources en eau de surface

(Mm³)

Oued	Source	Barrage	Rivière	Transfert	Remarques
N'Fis	Lalla Takerkoust Barrage	92.4 ^{*2}			Moyen de 93/94-03/04
R'dat	Seguias		47.8		Moyen de 93/94-03/04
Zat	Seguias		36.9		Moyen de 93/94-03/04
Ourika	Seguias		69.1		Moyen de 93/94-03/04
Rheraya	Seguias		18.8		Moyen de 93/94-03/04
Lahr	Seguias		5.4		Estimé ^{*1}
El Mal	Seguias		14.1		Estimé ^{*1}
Chichaoua	Seguias		14.7		Estimé ^{*1}
Transfer from Oum Er Rbia Basin	Rocade Canal			101.1	Moyen de 93/94-03/04
Total		299		101	
total des eaux de surface sans transfert		299			
total des eaux de surface avec transfert		400.3			

Remarques: *1 : Estimé sur la base du taux de prélèvement au R'dat et Lahr

*2 : La valeur inclue l'eau distribuée par le barrage et l'eau prélevée au fil de l'eau par le séguias

Tableau 3.8.4 Evaluation de la demande en eau : consommation pour l'alimentation en eau potable

Estimation of Water Intake Demand : Water Supply

Communes/Items	2003	2004	2005	2010	2015	2020
Marrakech : RADEEMA						
Population (x 1,000)	821.69	840.18	859.51	963.00	1,071.58	1,160.09
Annual Water Consumption (M. m3/year)						
Domestic : House Connection	26.23	28.23	29.16	33.59	39.84	43.69
Domestic : Public Taps	0.48	0.38	0.45	0.47	0.18	0.13
Govt. Office, Institutional Bldgs, Schools, Office Bldgs	4.97	4.01	4.09	7.03	7.82	8.49
Industries	1.01	1.54	0.89	3.51	3.91	4.25
Others	-	-	-	-	-	-
Total	32.70	34.17	34.59	44.60	51.75	56.56
Annual Average Water Production (M. m3/year)	49.47	52.01	56.12	61.95	69.11	73.64
Annual Average Water Intake (M. m3/year)	51.94	54.61	58.93	65.05	72.56	77.32
Estimated Leakage Ratio (%)	34%	34%	38%	28%	25%	23%
11 Communes : ONEP						
Population (x 1,000)	91.5	94.9	97.6	112.4	127.4	144.4
Annual Water Consumption (M. m3/year)						
Domestic : House Connection	1.24	1.35	1.64	1.99	2.36	2.78
Domestic : Public Taps	0.03	0.03	0.06	0.04	0.03	0.01
Govt. Office, Institutional Bldgs, Schools, Office Bldgs	0.23	0.20	0.26	0.30	0.34	0.38
Industries	0.07	0.06	0.10	0.12	0.14	0.16
Others	0.04	0.03	0.04	0.04	0.04	0.05
Total	1.62	1.68	2.10	2.49	2.91	3.38
Annual Average Water Production (M. m3/year)	2.60	2.71	3.30	3.59	3.89	4.45
Annual Average Water Intake (M. m3/year)	2.73	2.85	3.46	3.77	4.09	4.67
Estimated Leakage Ratio (%)	38%	38%	36%	31%	25%	24%
Rural Area : Communes without ONEP Water Supply						
Population (x 1,000)	612.2	615.9	619.6	638.4	657.8	677.8
Annual Water Consumption (M. m3/year)						
Domestic : House Connection	10.96	11.50	12.04	14.37	14.97	15.69
Domestic : Public Taps	-	-	-	-	-	-
Govt. Office, Institutional Bldgs, Schools, Office Bldgs	-	-	-	-	-	-
Industries	-	-	-	-	-	-
Others	-	-	-	-	-	-
Total	10.96	11.50	12.04	14.37	14.97	15.69
Annual Average Water Production (M. m3/year)	12.17	12.77	13.38	15.97	16.64	17.43
Annual Average Water Intake (M. m3/year)	12.82	13.45	14.08	16.81	17.51	18.35
Estimated Leakage Ratio (%)	10%	10%	10%	10%	10%	10%
Grand Total : Study Area (Groundwater Simulation Area)						
Population (x 1,000)	1,525.4	1,551.0	1,576.7	1,713.8	1,856.7	1,982.3
Annual Water Consumption (M. m3/year)						
Domestic : House Connection	38.43	41.08	42.85	49.95	57.17	62.16
Domestic : Public Taps	0.51	0.41	0.51	0.52	0.20	0.14
Govt. Office, Institutional Bldgs, Schools, Office Bldgs	5.20	4.21	4.34	7.33	8.16	8.87
Industries	1.09	1.61	1.00	3.64	4.05	4.40
Others	0.04	0.03	0.04	0.04	0.04	0.05
Total	45.27	47.35	48.73	61.47	69.63	75.62

Tableau 3.8.5 Autorisations actuelles de prélèvements d'eau pour les golfs

Noms des terrains de golfs	Surf. (ha)	Volume de prélèvements autorisés (Mm ³ /an)		
		Canal de Rocade	Eaux souterraines	Total
ASSOUFID	220	1.0	0.22	1.22
PALM Golf sur	170	1.0	0.2	1.20
ATLAS GOLF ET RESORT	282	1.0	0.5	1.50
Total	672	3.0	0.92	3.92

Tableau 3.8.6 Prélèvements d'eau sollicités pour les nouveaux projets de golfs

Noms des golfs	Surf. (ha)	Volume de prélèvements (Mm ³ /an)		
		Canal de Rocade	Eaux souterraines	Total
LATSIS GROUP	140			1.5
JARDINS DE L' ATLAS	148			1.65
DOMAINE ROYAL PALM	250			1.5
TRITEL	220	1.5	0.5	2.0
STRATEGIC PARTNERS	NA	1.0	0.2	1.2
	628+	2.5+	0.7+	7.85

Tableau 3.8.7 Volume de l'approvisionnement et de l'utilisation en eau dans la zone de l'étude(Unité:Mm³)

	93/94	94/95	95/96	96/97	97/98	98/99	99/00	00/01	01/02	02/03	03/04	En moyenne	Application
Approvisionnement	1068	857	978	944	986	939	1012	935	878	853	918	942	
Barrage de Lala Takerkoust	174.0	131.2	248.6	215.0	183.9	94.6	127.6	49.3	52.5	93.7	110.5	134.6	Tab.3.3.5
Par les seguias (Oueds)	333.3	183.5	358.1	273.6	233.6	200.3	194.4	60.8	84.5	91.4	202.5	201.5	Tab.3.3.7
Transférées à partir du Bassin d'Oum El Rbia par le Canal de Rocade	112.1	115.6	98.2	106.3	115.8	115.9	126.4	74.5	56.7	82.1	108.6	101.1	Tab.3.3.4
Eaux souterraines	448.8	427.1	273.7	349.2	452.6	527.7	563.5	749.9	683.8	585.5	496.7	505.3	Tab.3.5.6
Utilisation	1068	857	978	944	986	939	1012	935	878	853	918	942	①
Irrigation	1007.9	798.0	919.3	883.6	926.6	875.7	945.5	869.9	813.6	785.2	849.7	879.5	①-②-③
Alimentation de l'eau	52.0	51.1	50.9	52.2	51.0	54.5	58.1	56.5	55.7	59.1	60.3	54.7	②Tab.3.5.6
Autres (Urbain)	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.3	8.2	8.3	8.3	8.3	③Tab.3.5.6




Tableau 3.8.8 La situation actuelle des sites de Barrages dans la plaine du Haouz

Nom des Barrages et des Rivières	Volume du stock / Volume Régulier (Mm ³)	Année Service Proposé dans MP	Situation actuelle	Remarques
<i>Barrages Proposés dans le Plan Directeur pour le Développement des Ressources en Eau dans le Bassin du Haouz</i>				
Wirgane- N'fis	72.0 / 17.0	2007	En cours de construction	Fin des travaux prévue au début de 2008.
Taskourt- El Mal	25. / 24.00	2006	Programmé	Le commencement des travaux est prévu pour le début de 2007.
Boulaouane-Selasaoua	10.0 / 14.0	2010		Pas d'informations
Ait Ziat- Zat	395 / 123.5	2009	N'est pas décidé	D'importants impacts socio-économiques ont été montrés dans l'étude détaillée.
Herissane- Lahr	19.0 / 8.0	2011	Sous l'Etude Détaillée	Possibilité de problème de la qualité d'eau. Son influence sur la qualité de l'eau est en cours d'étude.
Talmest- Tensift	250.0 / 66.0	2012	Rejeté	En raison des problèmes géologiques et des fuites.
Ait Segmine- Rhzef	110.0 /	2008	N'est Pas Programmé	L'étude détaillée n'a pas encore débuté. Le coût élevé d'indemnisation de l'impact socio-économique est démontré dans l'étude préliminaire.
<i>Autres Sites Possibles de Barrages</i>				
Imizer- R'dat	150.0 / 82.0		Rejeté	En raison de la qualité de la rivière R'dat.
Timalizene- Ourika	110 / 102.5		Rejeté	En raison d'un important impact socio-économique
Moulay Brahim-Rheraya	36.4 / 27.0		Rejeté	A cause de problèmes techniques (salinité)
Oulad Mansour-Tensift	131.0 / 23.0		N'est Pas Programmé	D'importants impacts socio-économiques ont été montrés dans l'étude.
Sidi Boudel-Tensift	39.0 / 35.0		Rejeté	En raison de problèmes techniques (fuites)
Amez Miz- Anougal	11.0 / 2.0		N'est Pas Programmé	L'étude détaillée est déjà faite
Tiyoughza- Tessaout	121.0 / 53.0		N'est pas décidé	La suite des études détaillées est planifiée.
Tinzilliyt- Zat	123.0 /		N'est pas décidé	L'étude détaillée n'est pas encore faite.
Guers- Zat	93.7 /		Rejeté	Pas de programme pour l'étude détaillée.
Oumar- R'dat			Rejeté	Pas de programme pour l'étude détaillée.

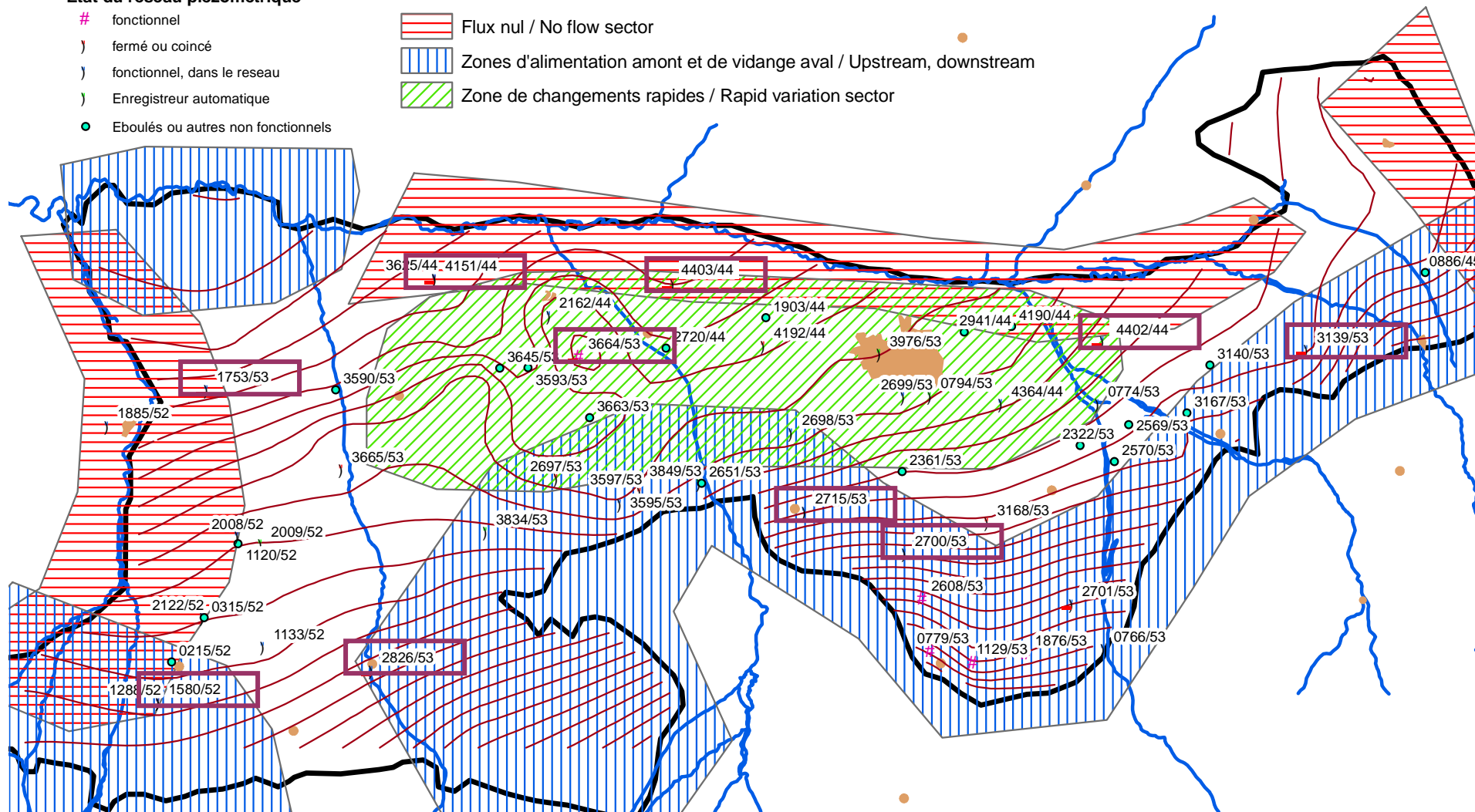
Source: DAH

Etat du réseau piézométrique

- # fonctionnel
-) fermé ou coincé
-) fonctionnel, dans le réseau
-) Enregistreur automatique
- Eboulés ou autres non fonctionnels

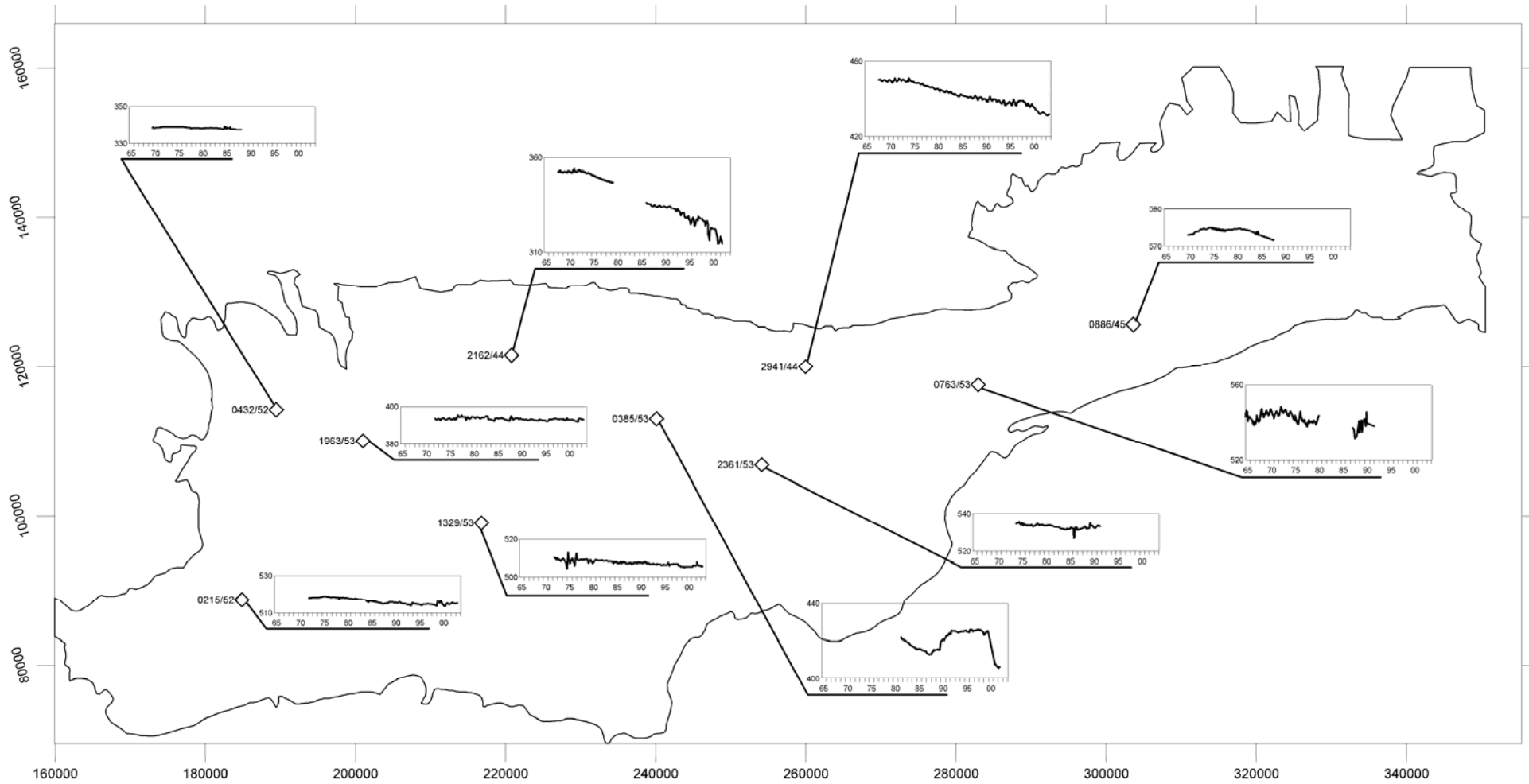
-  Flux nul / No flow sector
-  Zones d'alimentation amont et de vidange aval / Upstream, downstream
-  Zone de changements rapides / Rapid variation sector

3 - 59



Source : l'ABHT

Figure 3.3.1 Carte de localisation des piézomètres équipés d'enregistreur automatique



Source : l'ABHT

Figure 3.3.2 Evolution du niveau piézométrique dans l'aquifère de la plaine du Haouz

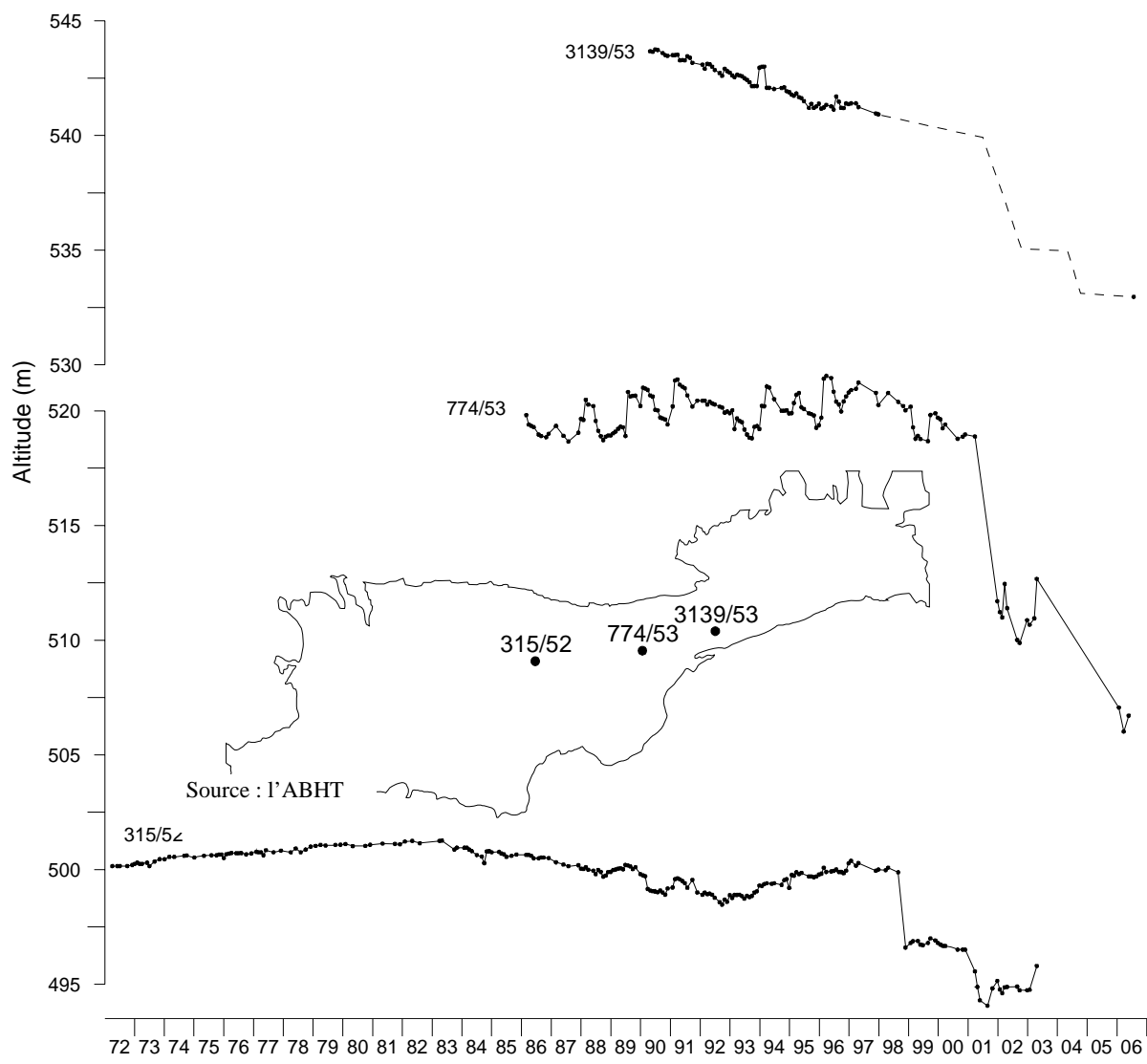
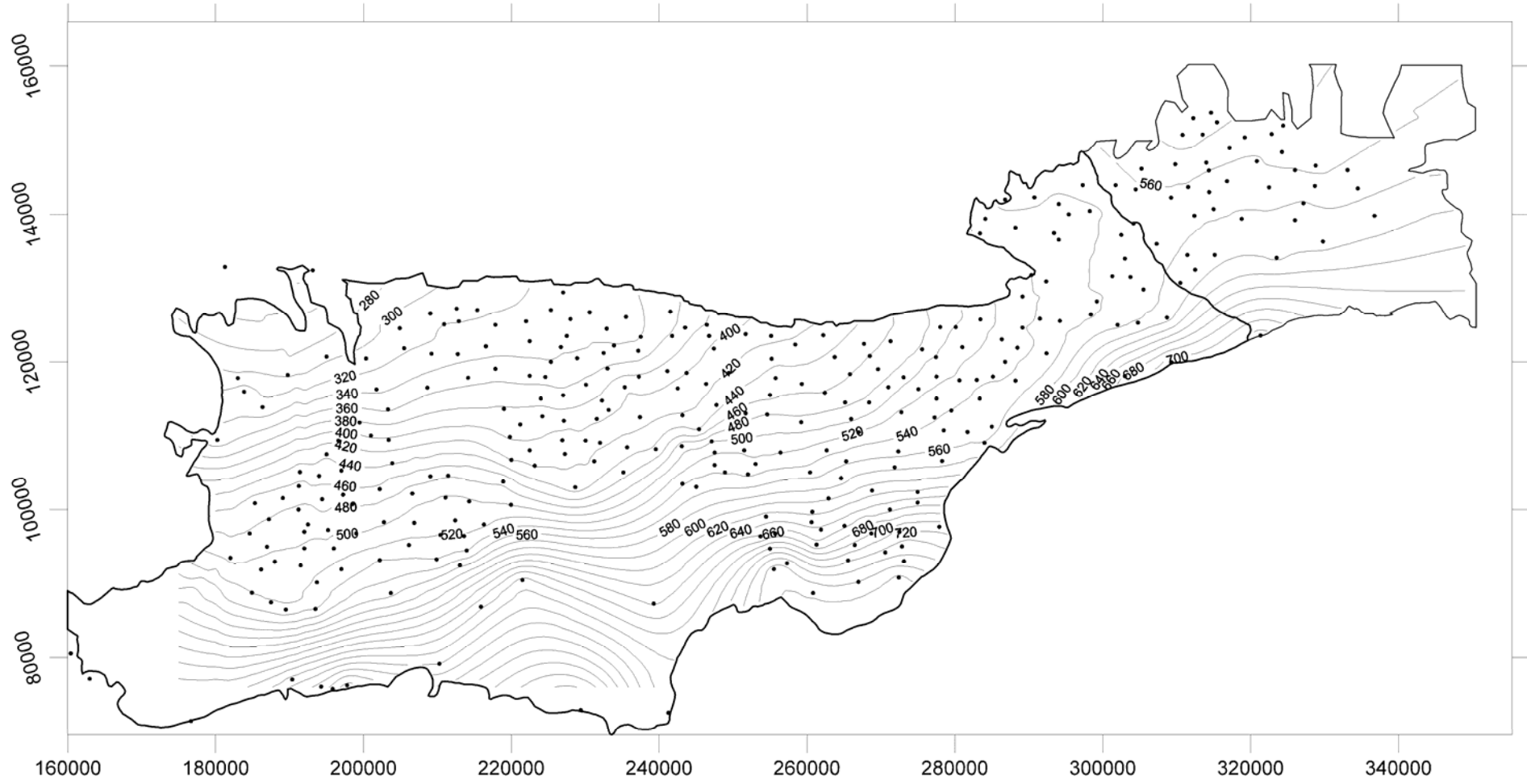
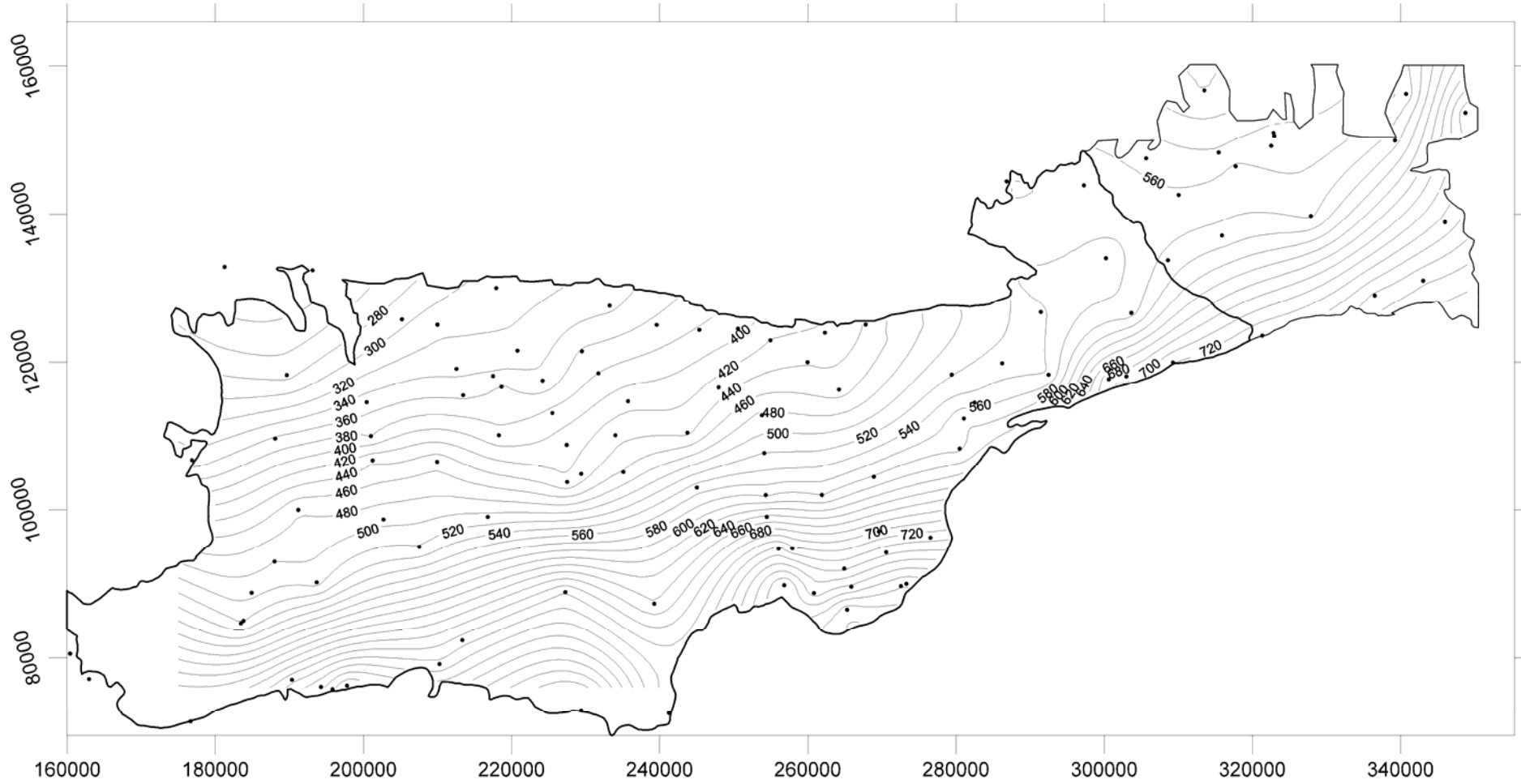


Figure 3.3.3 Changement du niveau piézométrique dans le Haouz Central



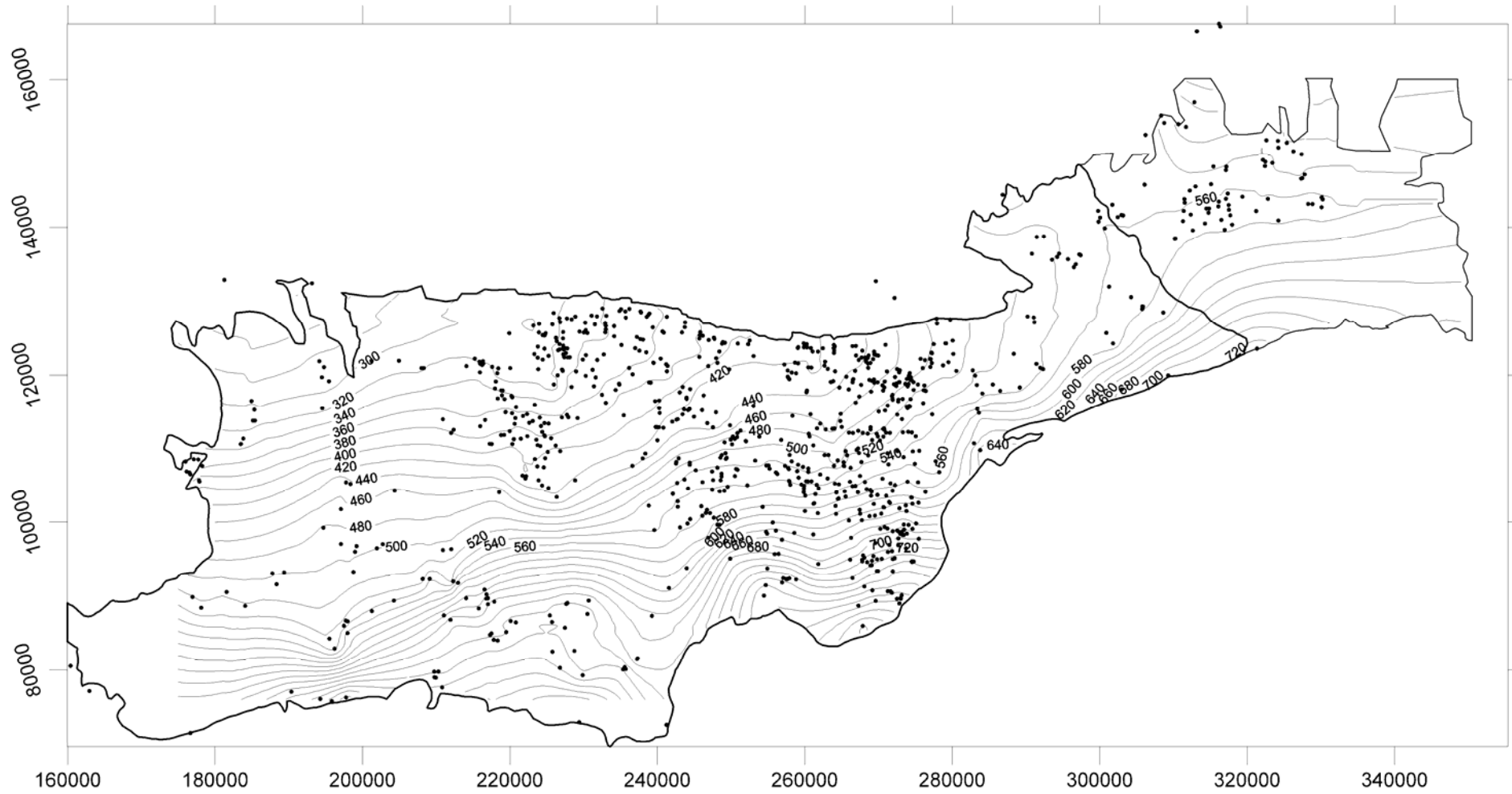
Source : l'ABHT

Figure 3.3.4 Carte du niveau piézométrique de l'aquifère de la plaine du Haouz - 1986



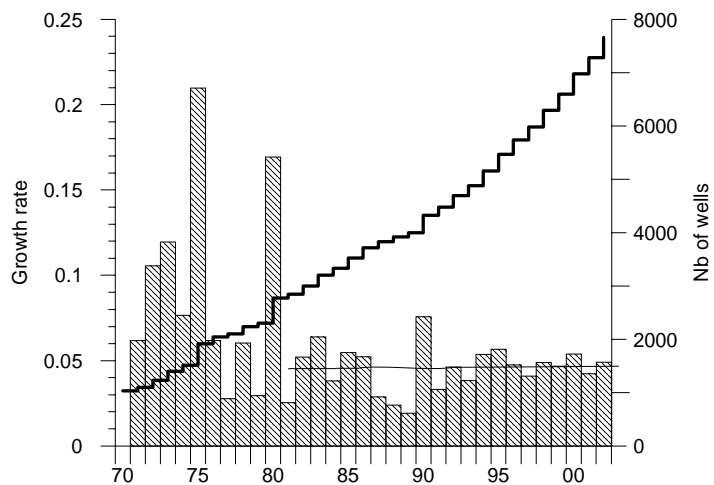
Source : l'ABHT

Figure 3.3.5 Carte du niveau piézométrique de l'aquifère de la plaine du Haouz - 1998

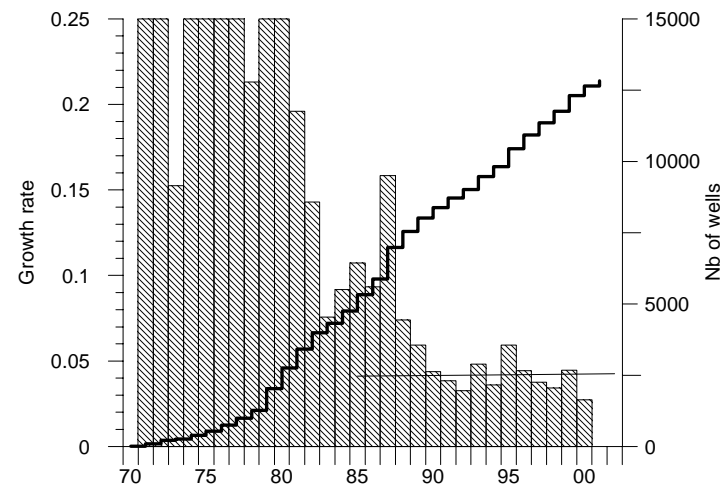


Source : l'ABHT

Figure 3.3.6 Carte du niveau piézométrique de l'aquifère de la plaine du Haouz - 2002



(a) Nombre de forages par année de construction à partir des données de l'inventaire conduit sur 22 communes rurales



(b) Nombre de forages par année de construction à partir des données de la base de l'ABHT sur les demandes d'autorisation de forage

Source : l'ABHT

Figure 3.4.1 Evolution du nombre de puits et forages selon l'année de construction

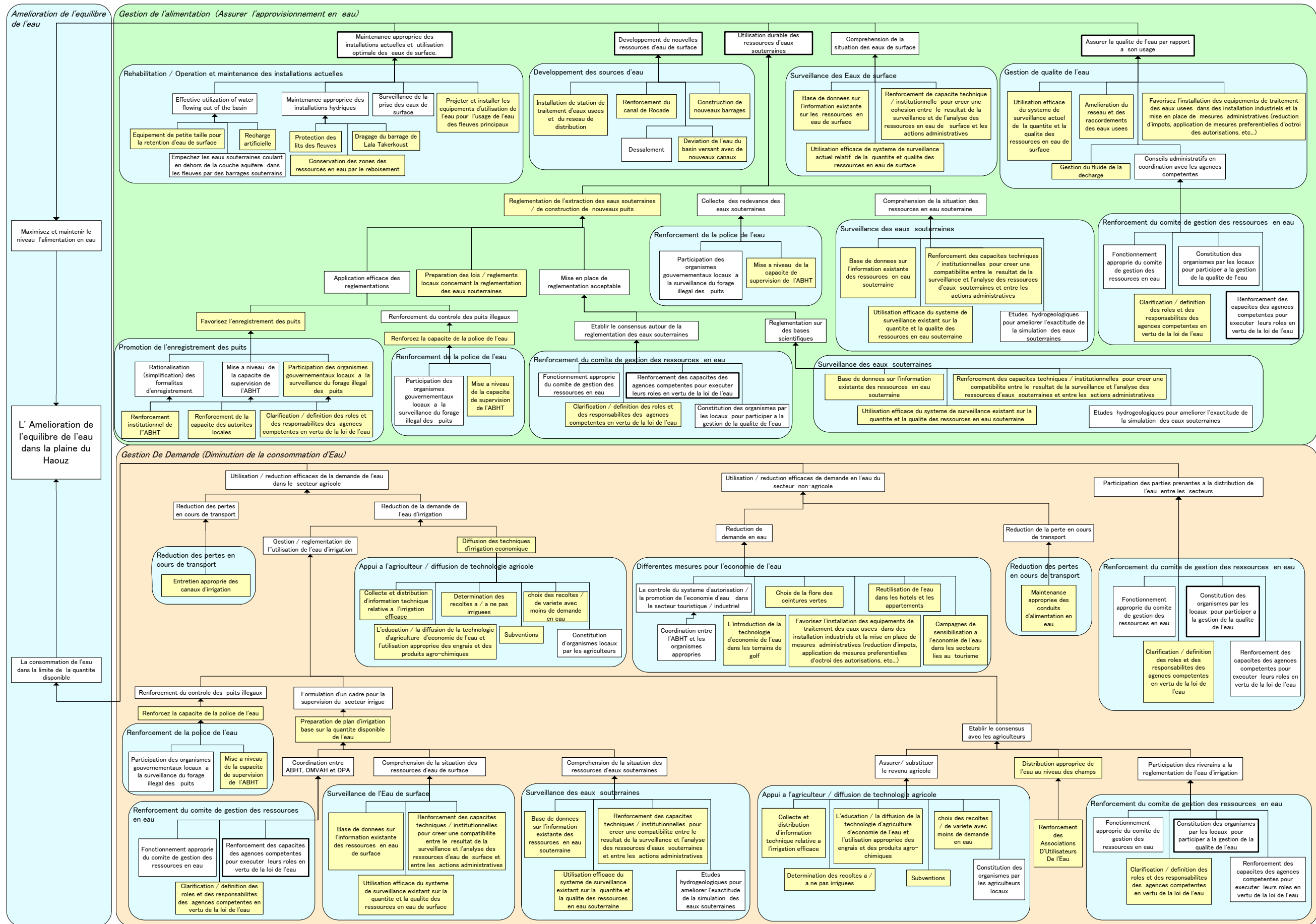


Figure 3.6.1 Structure Problématique sur les Ressources en Eau de la Plaine du Haouz

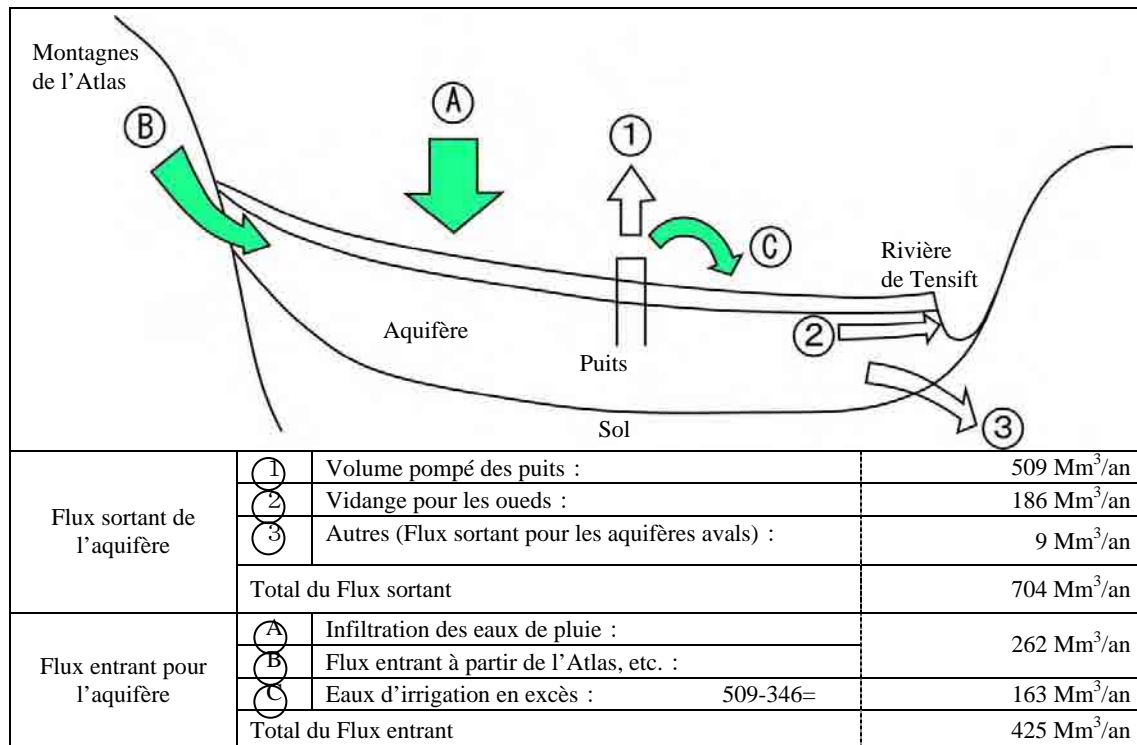


Figure 3.8.1 Détail du Bilan des Eaux Souterraines dans le modèle 2000/2001

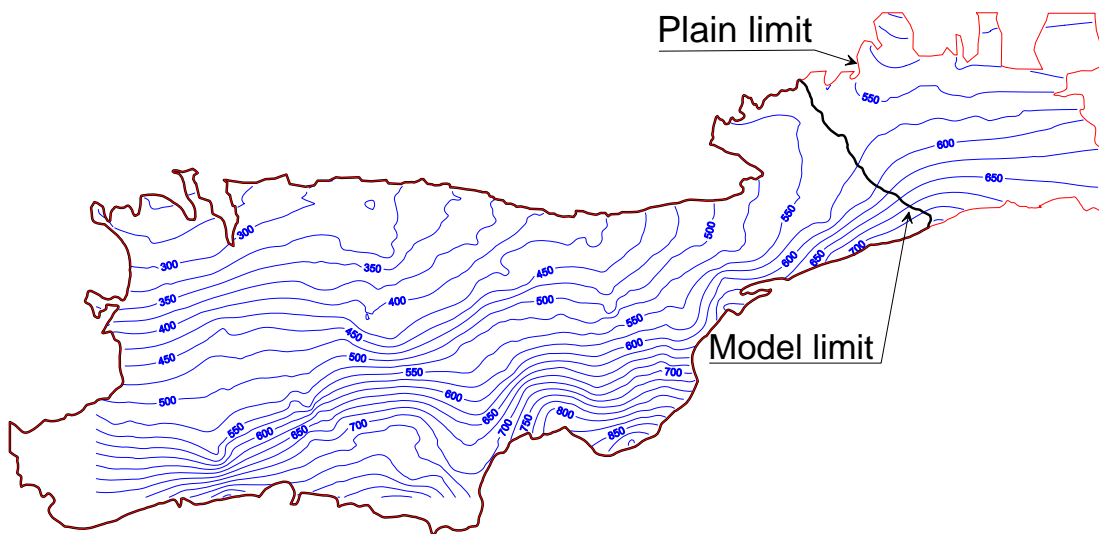


Figure 3.8.2 Carte piézométrique en 2002 – Limites de la zone modélisée

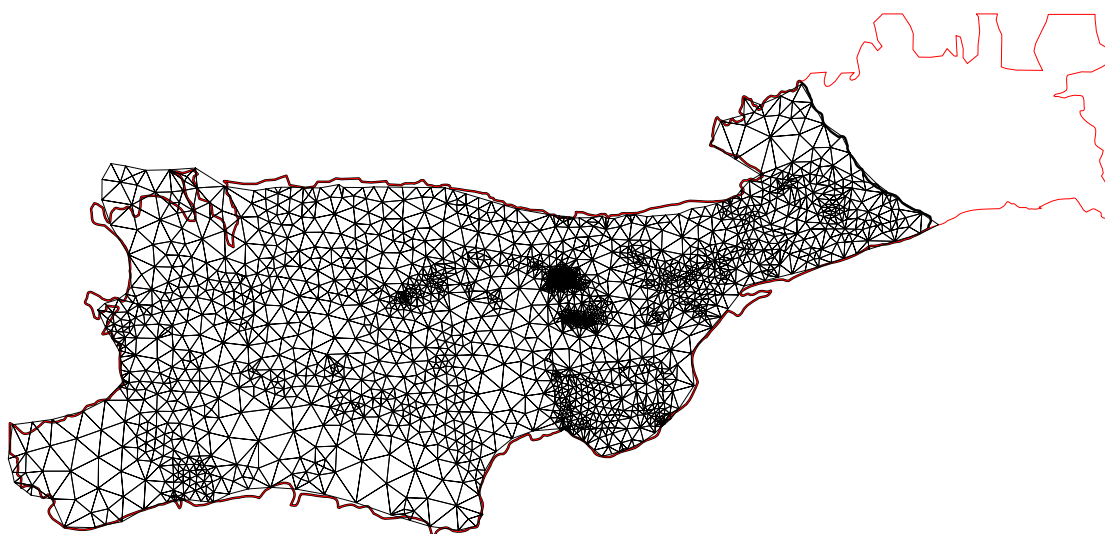


Figure 3.8.3 Maillage du modèle

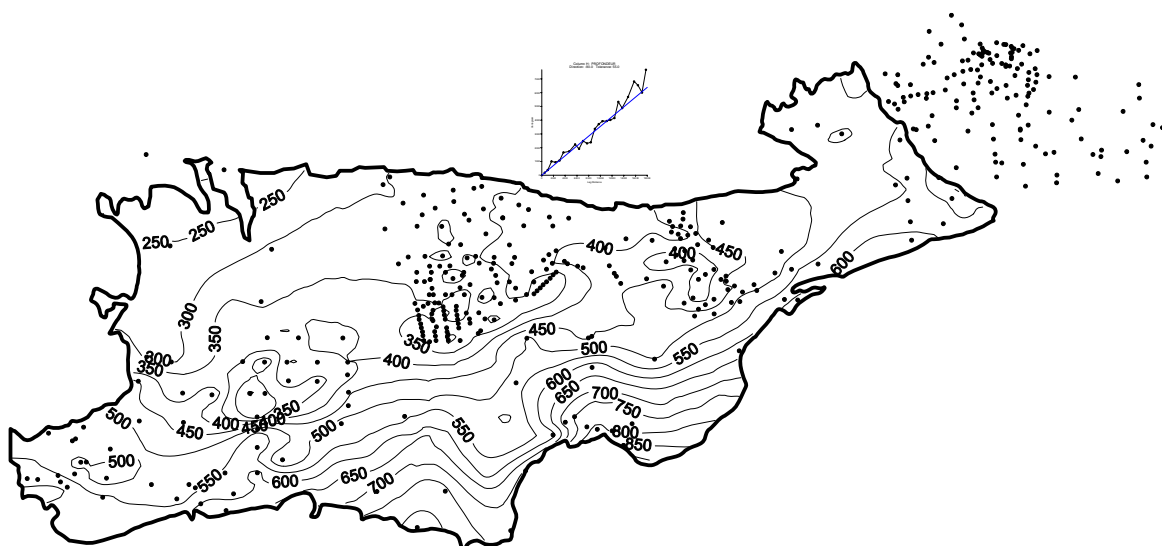


Figure 3.8.4 Carte du toit du substratum

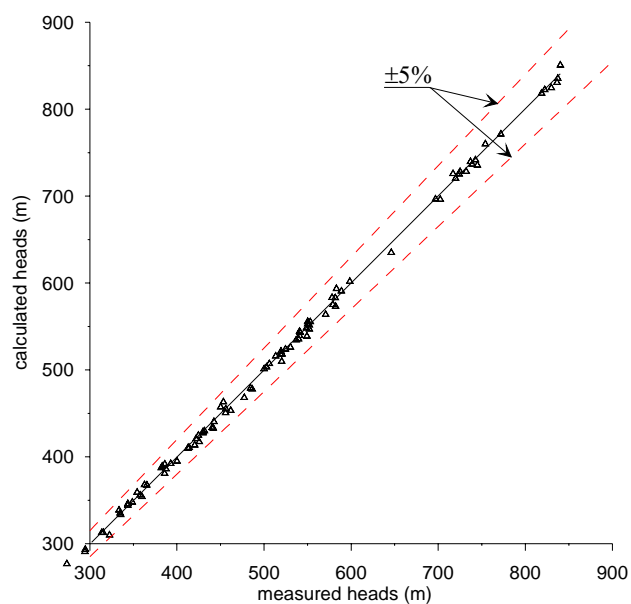


Figure 3.8.5 Piézométries calculées en mode permanent (situation de 1997/98) en fonction des piézométries mesurées

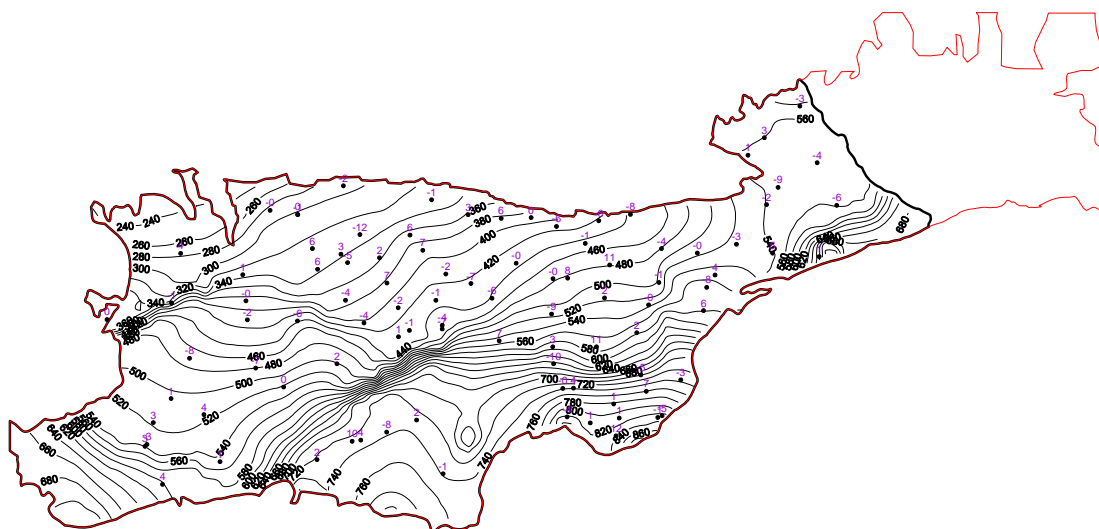


Figure 3.8.6 Carte piézométrique calculée pour la situation de référence (et points de référence avec indication de la différence –en metres- entre les valeurs mesurées et calculées)

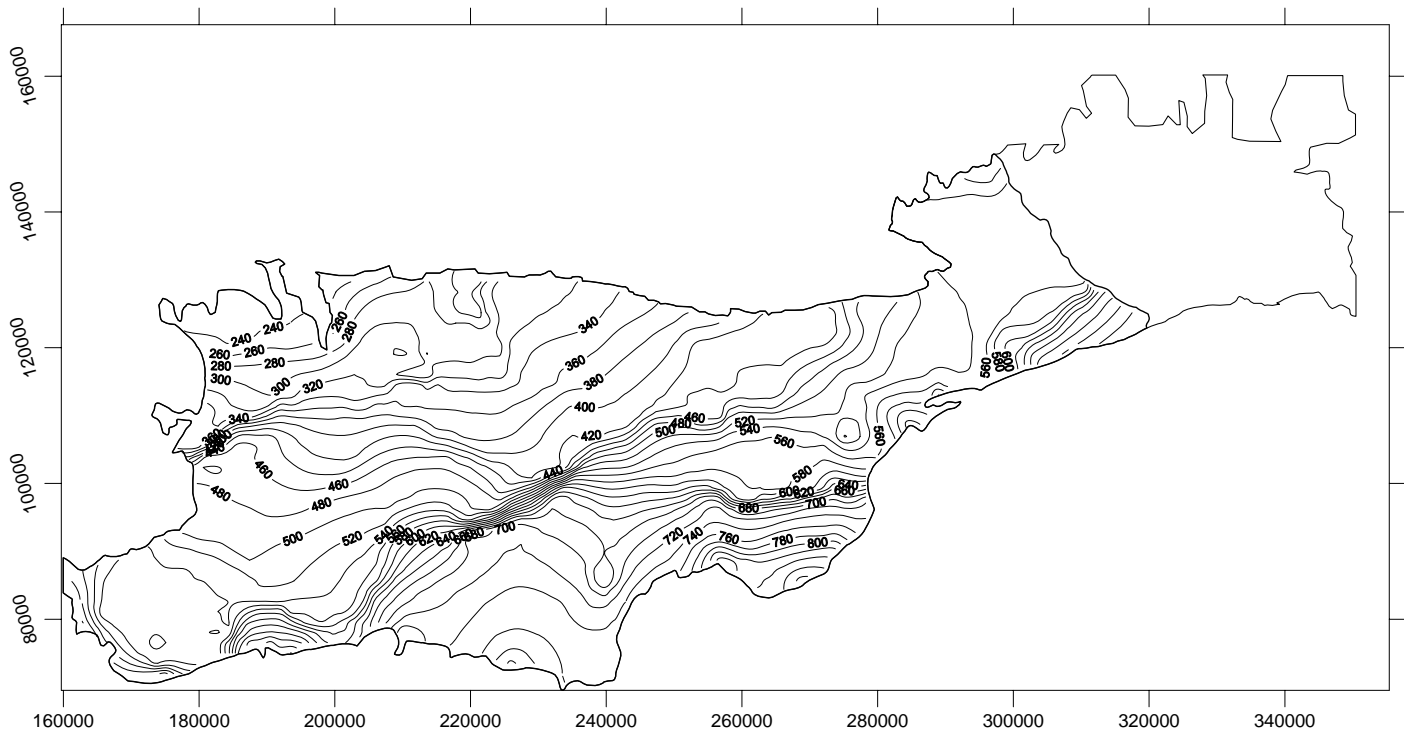


Figure 3.9.1 Carte du niveau piézométrique de l'aquifère de la plaine du Haouz – 2002 par la Scénario du maintien de la situation actuelle

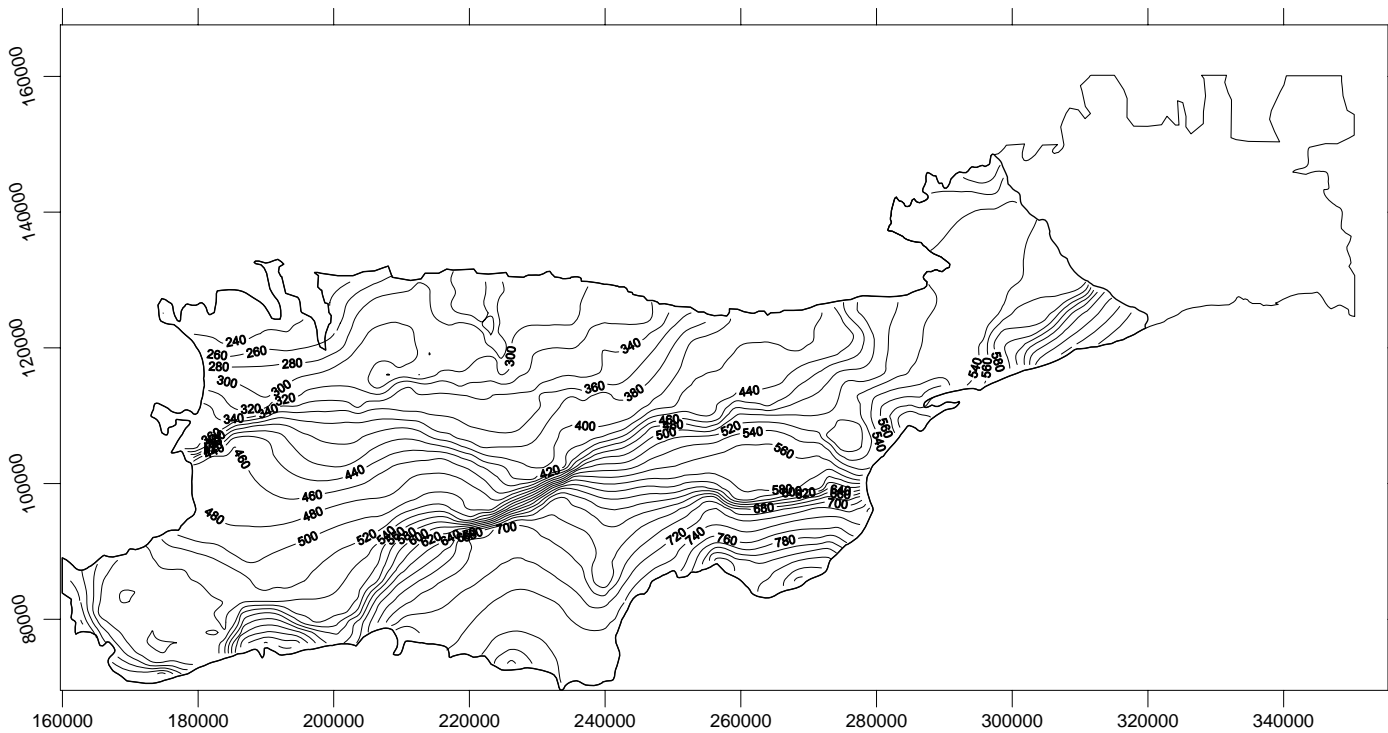


Figure 3.9.2 Carte du niveau piézométrique de l'aquifère de la plaine du Haouz – 2002 par la Scénario de la demande en eau au maximum