

**ETUDE DU PLAN DE GESTION INTEGREE
DES RESSOURCES EN EAU DANS
LA PLAINE DU HAOUZ
ROYAUME DU MAROC**

RAPPORT FINAL

RAPPORT DE SOUTIEN

MARS 2008

**AGENCE JAPONAISE DE COOPERATION
INTERNATIONALE**

PACIFIC CONSULTANTS INTERNATIONAL

| |
|-----------|
| GE |
|-----------|

| |
|-----------|
| JR |
|-----------|

| |
|---------------|
| 08-045 |
|---------------|

TABLE DES MATIERES

- A SITUATION SOCIO-ECONOMIQUE
- B EVOLUTION PIEZOMETRIQUE ET COUPE GEOLOGIQUE DE LA PLAINE DU HAOUZ
- C METEOROLOGIE / HYDROLOGIE / RESSOURCES EN EAU DE SURFACE
- D IRRIGATION
- E ASSAINISSEMENT / QUALITE DE L'EAU
- F ENQUETE AUPRES DES ASSOCIATIONS DES USAGERS DES EAUX AGRICOLES ET DES AGRICULTEURS
- G MODELISATION DES ECOULEMENTS SOUTERRAINS
- H REUNION DES PARTIES PRENANTES

A: SITUATION SOCIO-ÉCONOMIQUE

Table des Matières

A: SITUATIONS SOCIO-ÉCONOMIQUE

| | |
|--|--------|
| A.1 Situation socio-économique au Maroc ----- | A - 1 |
| A.1.1 Administration----- | A - 1 |
| A.1.2 Conditions sociales ----- | A - 1 |
| A.1.3 Conditions économiques ----- | A - 2 |
| A.1.4 Plan de développement national ----- | A - 3 |
| A.1.5 Privatisation des services publics et restructuration structurelle ----- | A - 6 |
| A.1.6 Politique et lois environnementales ----- | A - 6 |
| A.2 Situation socio-économiques dans la région de l'étude ----- | A - 9 |
| A.2.1 Situations socio-économique ----- | A - 9 |
| A.2.2 Agriculture ----- | A - 10 |
| A.2.3 Tourisme ----- | A - 12 |
| A.2.4 Industries ----- | A - 13 |

Tableaux

| | |
|---|--------|
| Tableau A.2.1 Population de la zone de l'étude ----- | A - 14 |
| Tableau A.2.2 Production industrielle par secteur----- | A - 14 |
| Tableau A.2.3 Tableau de l'occupation du sol dans les zones gérées par l'ORMVAH et les DPA ----- | A - 14 |
| Tableau A.2.4 Statut Juridique des terres dans la zone de l'étude (SAU en Ha) ----- | A - 14 |
| Tableau A.2.5 Superficies cultivées et production agricole dans la zone de l'étude----- | A - 15 |
| Tableau A.2.6 Effectif du cheptel et des animaux de traits dans la zone de l'étude----- | A - 15 |
| Tableau A.2.7 Nombre des AUEA dans la zone d'action de l'ORMVAH, DPA Marrakech et Chichaoua----- | A - 15 |
| Tableau A.2.8 Infrastructures agro-industrielles----- | A - 15 |
| Tableau A.2.9 Evolution des nuitées touristiques dans les hôtels de la région ----- | A - 16 |
| Tableau A.2.10 Les établissements classifiés de la région (2004)----- | A - 16 |
| Tableau A.2.11 Capacité en lits dans les établissements classifiés de la région (2004) ---- | A - 16 |
| Tableau A.2.12 Taux d'occupation dans les hôtels classifiés ----- | A - 16 |
| Tableau A.2.13 Production minière----- | A - 16 |

Figures

| | |
|--|--------|
| Figure A.2.1 Taille des exploitations par superficie et nombre des exploitants dans la zone de l'étude (Zone de l'ORMVAH) ----- | A - 17 |
|--|--------|

A : SITUATION SOCIO-ECONOMIQUE

A.1 Situation socio-économique au Maroc

A.1.1 Administration

(1) Généralité

Le pays est subdivisé en 16 régions composées de 62 préfectures/provinces, 162 districts et 1497 communes. Les administrations centrale et locale peuvent être résumées comme suit :

Administrations centrale et locales

| Niveau administratif | Responsable | | Parlement |
|-------------------------|---------------------------------------|-------|--------------------------------------|
| Gouvernement central | Premier ministre, Ministères, Cabinet | | Assemblée National |
| Région | Wali | | Conseil Régional |
| Province Préfecture | Gouverneur | | Conseil Provincial (Préfectoral) |
| Cercle | Super Caid | Bacha | Conseil de ville Conseil communal |
| Municipalité Commune | Caid | | |
| Douar, Ksar | Cheikh-Mqdem | | Autorité traditionnelle |

(2) Administration au niveau central

Le parlement se compose d'une chambre haute ou bien la Chambre des conseillers (270 places, les membres sont élus par le suffrage indirect dans les conseils régionaux, des organisations professionnelles, et des organismes du travail. Leur mandat est une période de neuf ans. 1/3 des membres est renouvelable tous les trois ans) et d'une chambre basse ou bien la Chambre des représentants (325 places ; 295 élus dans les cantons électoraux et 30 places destinées aux députées femmes qui figurent dans la liste nationale pour l'élection ; les membres sont élus par le suffrage universel pour une période de 5 ans). Après les élections législatives en 2002, la réforme ministérielle a été exécutée au niveau du gouvernement central. Depuis lors, le nombre des ministères est de 21.

(3) Administration au niveau local

Au Maroc, le gouvernement central est représenté administrativement au niveau local par les régions et les provinces (préfectures). Les responsables de tous les niveaux sont nommés par le ministre de l'Intérieur. Chaque préfecture ou province est subdivisée en cercles et en communes, ou bien communes urbaines. Dans de grandes villes, il y a des arrondissements correspondant aux communes. Les districts rassemblent les communes rurales.

A.1.2 Conditions sociales

Le Royaume du Maroc est un pays de monarchie constitutionnelle, connu sous le nom de Maghreb avec la Tunisie et l'Algérie. Il est situé à l'extrême ouest des pays d'Afrique du nord et il donne sur l'océan Atlantique à l'ouest et la Méditerranée au nord. Le Maroc et l'Europe sont séparés par le détroit de Gibraltar de 14 kilomètres de large. La plupart des populations vivent à l'ouest des montagnes de l'Atlas, chaîne montagneuse qui se situe au bord du Sahara. La ville de Casablanca est le centre du commerce et de l'industrie. Casablanca est doté d'un grand port international au deuxième rang en Afrique. Rabat est le siège du gouvernement. Tanger est le portail vers l'Espagne et également un port principal.

La population du Maroc comptait de 29 millions 892 mille habitants en 2004 (Annuaire Statistique du Maroc 2005, HCP, 2006). La plupart des Marocains sont des musulmans sunnites de descendance des Arabes, Berbères et Arabo-Berbères. Les Arabes sont arrivés au Maroc au 7^{ème} siècle et ils y ont instauré leur culture au 11^{ème} siècle.

La majorité des cent mille résidents étrangers sont d'origine française ou espagnole. Le taux de croissance annuel de la population était de 1,4 % en 2004 bien que le taux de croissance démographique ait tendance à diminuer ces dernières années. Le taux de croissance annuel en moyenne des 10 dernières années est de 2,1% en milieu urbain tandis que la population en milieu rural est presque stagnante (le taux de croissance annuel en moyenne de 0,6%). L'exode rural de la population vers le milieu urbain est remarquable.

Cet exode rural est dû au fait que les infrastructures sociales (l'éducation, la santé, etc.) et les infrastructures économiques (le transport, la communication) sont concentrées dans les grandes villes et que les disparités socio-économiques entre le milieu rural et le milieu urbain s'accroissent de plus en plus. En outre, l'émigration de la population rurale vers les grandes villes est bien remarquable pour les années de sécheresse et provoque un malaise social. Par conséquent, le gouvernement marocain, en vue de réduire ces disparités, aborde ce problème considéré comme une des priorités. D'autre part, la population de moins de 20 ans est de 42% de la totalité de la population marocaine, ce qui pourra évoquer une préoccupation dans l'avenir, comme des problèmes d'éducation et d'emploi.

L'arabe classique est la langue officielle du Maroc, cependant le dialecte arabe, caractéristique du pays, est la langue largement parlée au Maroc. Au Maroc, la troisième langue non officielle est le français, qu'on parle et utilise généralement dans le secteur éducatif et le secteur politique. Le français joue encore un rôle de langue principale dans le domaine du commerce et de l'économie. Beaucoup de Marocains au nord du pays parlent l'espagnol. Les utilisateurs de l'anglais sont moins nombreux et l'anglais reste toujours derrière le français et l'espagnole. Cependant, en fonction du développement de l'Internet, au niveau de l'enseignement supérieur, les jeunes qui sélectionnent l'anglais augmentent rapidement. Dans tous les établissements d'enseignement public, les élèves de la quatrième année commencent à apprendre l'anglais.

A.1.3 Conditions économiques

Le Maroc est un pays riche en ressources naturelles. Il possède un gisement de phosphate dont la réserve est la plus grande du monde, le tourisme de grande taille et des entreprises industrielles. Le roi Mohamed VI encourage la réforme politique et économique, l'expansion de droits civils et l'élimination de la corruption. La nomination du premier ministre, Driss Jettou en 2002 manifeste les perspectives attendues, telles que la réforme de marchés libres, la privatisation, le renforcement du secteur privé et la libéralisation du système juridique social. En 2004, le gouvernement a vendu une société étatique de communication de grande distance et une partie des actions de la plus grande banque de l'Etat.

Le Maroc a signé avec l'Union Européenne (EU) l'Accord sur la Zone de Libre-Echange Euro-Méditerranéen ayant l'objectif de l'intégration du Maroc dans l'Association Européenne de Libre-Echange à l'horizon de 2012. Le Maroc comme ses principaux partenaires économiques ont homologué plusieurs accords sur le libre-échange, tels que l'accord d'Agadir, signé avec l'Egypte, la Jordanie et la Tunisie, dans le cadre de la mise en place de la zone arabe de libre-échange; l'accord de libre-échange du Maroc avec les Etats-Unis qui est entré en vigueur le 1^{er} janvier 2006 (signature en

juin 2004) et récemment l'accord de libre-échange avec la Turquie.

L'activité principale du Maroc est l'agriculture, l'industrie minière (l'exploitation et le traitement du phosphate naturel), l'industrie agro-alimentaire, les industries de cuir et de textiles, la construction, le tourisme, etc. Le RNB et le RNB par habitant en 2005 étaient de 52,3 milliards USD et 1730 USD respectivement (Base de données d'Indicateurs de Développement Mondial, WB avril 2006). D'autre part, en 2005, le PIB était de 51,7 milliards et la croissance annuelle était de 1,6%. Les proportions de chaque secteur en PIB sont 13% dans l'agriculture, 31% dans l'industrie et 56% dans le secteur tertiaire (le secteur de services). Les produits agricoles principaux sont le blé, l'orge, les agrumes, les légumes, les olives, le bétail, et les poissons. Le taux d'inflation annuel était de 1,8% en 2005.

Indicateurs économiques principaux

| Année | 2000 | 2004 | 2005 |
|---|---------------|---------------|---------------|
| RNB, méthode de l'Atlas (Prix courant d'USD) | 34.0 milliard | 46.9 milliard | 52.3 milliard |
| RNB par habitant, méthode de l'Atlas (Prix courant d'USD) | 1 220 | 1 570 | 1 730 |
| PIB (Prix courant d'USD) | 33.3 milliard | 50.0 milliard | 51.7 milliard |
| Augmentation de PIB (% annuel) | 1,0 | 4,2 | 1,6 |
| Inflation, dégonfleur de PIB (% annuel) | 1,5 | 1,5 | 1,8 |
| Agriculture, valeur ajouté (% de PIB) | 13,8 | 15,9 | 13,3 |
| Valeur ajouté d'industrie, (% de PIB) | 31,9 | 30,4 | 31,2 |
| Valeur ajoutée des Services, etc., (% de PIB) | 54,2 | 53,8 | 55,5 |
| Exportations de marchandises et services (% de PIB) | 31,4 | 33,1 | 34,4 |
| Importations de marchandises et services (% de PIB) | 37,6 | 39,3 | 43,1 |
| Formation capitale brut (% de PIB) | 23,6 | 25 | 25,6 |

Source: World Development Indicators Database, April 2006

Le montant total des exportations était de 9,78 milliards USD et celui des importations était de 17,5 milliards USD en 2004, cela signifie que l'excédent des importations sur les exportations était de 7,7 milliards USD. Les produits principaux d'exportation sont des vêtements de prêt-à-porter, des étoffes et tissus, de l'acide phosphorique, des phosphates, des engrais, etc. Les partenaires principaux d'exportation sont la France 33%, l'Espagne 17%, la Grande Bretagne 7%, l'Italie 5% et les Etats-Unis 4%. D'autre part, les principaux produits d'importation sont l'huile de pétrole, les tissus, les machines et les appareils divers, le fer et l'inox et le blé, etc. Les principaux partenaires d'importation sont la France 18%, l'Espagne 12%, l'Italie 7%, l'Allemagne 6% et la Russie 6% (le Maroc en chiffres de 2004, HCP, 2006). Le virement de l'argent des immigrés à l'étranger est une source principale d'acquisition de devises étrangères.

Le nombre de la population active en 2004 était de 9,8 millions de personnes et la répartition de la main d'œuvres par secteur est de 46 % de l'agriculture, 13% de l'industrie et 41% du secteur tertiaire (services). Le taux de chômage indique 11% environ (le Maroc en chiffres de 2004, HCP, 2006).

A.1.4 Plan de développement national

(1) Plan quinquennal de développement national

Le plan quinquennal de développement national (2000-2004), qui a été adopté par l'assemblée nationale en août 2000, est un plan de développement socio-économique. Le plan a défini les objectifs de la politique tels que le développement de taux de croissance économique, l'augmentation des taux d'investissement et d'économies, la baisse du taux de chômage, et l'amélioration du taux d'alphabétisation. De plus, une importance a été accordée à la réduction de la pauvreté au milieu rural.

Afin d'atteindre ces objectifs, des mesures concrètement à prendre sont les suivantes :

- l'exploitation des ressources humaines et le développement social (l'éducation, la formation professionnelle, les recherches de technologies, la culture, la santé, le travail, l'emploi et la protection sociale, et le développement social)
- le développement de secteurs de production (l'agriculture et la sylviculture, l'industrie, l'artisanat, l'énergie et la mine, l'exploitation du secteur tertiaire, comme le tourisme, etc.)
- le développement des infrastructures socio-économiques (l'aménagement du territoire, l'urbanisation, l'aménagement de l'habitat, la conservation environnementale, le transport, la communication, la poste et le développement de la technologie informatique, etc.).

A présent, le prochain plan quinquennal de développement national (années 2007-2011) serait en cours de préparation.

(2) Initiative nationale de développement humain (INDH)

L'initiative nationale pour le développement humain (INDH), proposée par sa majesté Mohamed VI, a été déclarée et a commencé en mai 2005. L'INDH a pour missions de réduire la pauvreté et d'améliorer les disparités régionales. Le gouvernement et le secteur privé se sont unis pour réaliser cette initiative.

L'INDH a été conçue pour renforcer les actions de l'Etat et celles des communautés locales. L'INDH ne remplacera ni les programmes sectoriels ni le plan de développement socio-économique. L'INDH est basée sur les quatre suppositions principales :

- Les zones rurales où les conditions de vie sont les plus faibles et les zones les plus défavorisées dans le milieu urbain font l'objet de l'INDH,
- Toutes les aides individuelles et les actions de bienfaisance ne peuvent pas réaliser le développement social et le développement humain durable,
- La porte du nouveau monde sera ouverte par les actions collectives, mais elle ne s'ouvre pas en contrepartie des efforts individuels,
- Les leçons tirées des expériences passées montrent la relation étroite du plan intégré de développement local et les étapes de chaque développement ainsi que l'importance des programmes participatifs, de la propriété locale et des activités transversales sectorielles.

Les quatre programmes prioritaires de la première phase sont comme suit :

- Programme de réduction de la pauvreté en milieu rural : améliorer le taux de pauvreté dans les communes les plus pauvres en milieu rural
- Programme d'assistance pour les vulnérables sociaux en milieu urbain : améliorer la qualité de la vie par le biais du renforcement du lien social des habitants en milieu urbain
- Programme de réduction de la vie instable : appuyer les vulnérables pour le retour social
- Programme transversal : apporter l'appui pour la réalisation des programmes ci-dessus

Par ailleurs, les trois principes des actions des programmes ci-dessus sont comme suit :

- 1) Au point de vue de la réduction et de l'exclusion de la pauvreté :

- Intégration économique par l'intermédiaire des activités génératrices des revenus
 - Accroissement de l'accès aux services de proximité et aux services sociaux de base
 - Animations sociales, culturelles et sportives
- 2) Au point de vue de la réduction de la vie instable
- Soutien direct en vue de l'intégration sociale
 - Prise en charge des bénéficiaires de l'assistance sociale dans les centres sociaux
- 3) Au point de vue des moyens institutionnels :
- Renforcement de la capacité humaine et de gouvernance locale
 - Renforcement de la coordination interministérielle

L'enveloppe du budget pour la période prioritaire des programmes de l'INDH, soit 2006-2010, est de 10 milliards DH et les détails sont les suivants :

- Programme de réduction de la pauvreté en milieu rural : 3,5 milliards DHS
- Programme d'assistance des vulnérables sociaux en milieu urbain : 3,5 milliards DHS
- Programme de réduction de la vie instable : 2,5 milliards DHS
- Programme transversal: 0,5 milliard DHS

(3) La stratégie de l'assistance de la Banque Mondiale par pays

La stratégie d'assistance par pays de la Banque Mondiale est le plan d'action qui oriente les opérations à effectuer par la Banque Mondiale dans un pays, normalement pendant une période de trois ans. Le plan décrit les résultats socio-économiques du pays, les défis principaux de développement, et un sommaire de la stratégie de développement du gouvernement. La stratégie d'assistance du pays pour la période 2005-2009, a pour objectif d'apporter activement les soutiens permettant au Maroc de se mettre aux défis suivants :

- Accélérer la création de l'emploi et maintenir la croissance économique durable, et
- Réduire la pauvreté et la marginalisation.

Afin de réaliser ces objectifs et de maintenir les résultats obtenus, une série de réforme institutionnelle est nécessaire pour la transparence du secteur public et l'amélioration des responsabilités compréhensibles. Cette stratégie a été élaborée sur la base des points différents du passé : En ce qui concerne la réduction de la pauvreté, les objectifs transversaux et les objectifs de l'Etat seront intégrés dans les programmes nationaux. Cette réforme institutionnelle est prête à commencer. Par rapport à la période précédente (2001-2004), l'environnement actuel est devenu plus favorable sur le plan tant politique que bureaucratique pour la réalisation de la réforme institutionnelle. La volonté politique comme la société civile ont l'intention commune de la réaliser plus tôt possible. La stratégie accorde beaucoup d'importance aux quatre objectifs suivants :

- Améliorer la compétitivité et le milieu d'investissement,
- Augmenter l'accès aux services de base pour les pauvres et les groupes marginalisés,
- Améliorer l'efficacité du système éducatif ; et

- Améliorer la gestion de l'eau et l'accès aux services d'eau et d'hygiène

A.1.5 Privatisation des services publics et restructuration structurelle

L'économie du Maroc est considérée comme une économie libérale, régie par la loi de l'offre et de la demande bien que le gouvernement détienne toujours quelques secteurs économiques. Bien que les détails complets et l'étendue de la réorganisation soient limités, la loi sur la décentralisation/régionalisation a été votée par l'assemblée nationale en mars 1997 et 16 nouvelles régions ainsi que de nouvelles provinces ont été organisées.

Le gouvernement actuel a introduit une série de réformes structurelles durant les dernières années. La libéralisation du secteur de télécommunications a été la réforme la plus représentative. Ce processus a commencé par la vente d'une deuxième licence de téléphonie mobile en 1999. En 2001, le processus a continué par la privatisation de 35% de l'opérateur d'état, Maroc Telecom. Le gouvernement marocain a annoncé des plans pour vendre deux licences de téléphonie fixe en 2002, a allégé notamment des règles pour l'exploration de pétrole et de gaz et a accordé des concessions pour beaucoup de services publics dans les villes principales. Le processus de soumission au Maroc devient de plus en plus transparent. Cependant, le processus de la réforme économique devra être accéléré afin de réduire le chômage urbain à un taux moins que 10%.

Au Maroc, le système d'alimentation en eau (production) a été développé par des entreprises privées depuis 1914, mais les soumissions tenues par les opérateurs français du système de distribution d'eau n'ont pas été remplacées lors de l'indépendance du pays. Cependant, une entreprise privée anonyme (Société ELYO actuelle) fournit aujourd'hui à une grande partie de l'alimentation en eau à Casablanca par une soumission de 50 ans relative à l'alimentation en eau (production) et accordée depuis 1949.

A.1.6 Politique et lois environnementales

(1) Lois environnementales

Au Maroc, la législation environnementale actuelle est basée sur trois lois promulguées en 1993.

1) Loi n° 11-03 sur la protection environnementale et le développement : La loi a pour objectif d'orienter la politique nationale de base dans le domaine de la protection environnementale et le développement. Les règles et principes visent à :

- protéger l'environnement contre toutes les formes de pollution et la dégradation quelle que soit son origine ;
- améliorer le mécanisme concernant les conditions de vie;
- établir les orientations de base du cadre législatif, financier et technique quant à la protection et la gestion de l'environnement ; et
- définir les responsabilités relatives à la compensation pour la dégradation de l'environnement.

La loi, se composant des sept chapitres et des 80 articles, stipule les directives de base à prendre pour la protection de l'environnement de la vie, de l'environnement naturel et les ressources naturelles, et pour la prévention de la pollution et des effets nocifs. Les chapitres 5 et 6 de la loi stipulent le processus des études d'impact sur l'environnement et des procédures législatives de son évaluation relative à la loi sur des études d'impact sur l'environnement

2) Loi n° 12-03 sur les études d'impact sur l'environnement : En conformité avec la loi sur la protection environnementale et le développement, la loi sur les études d'impact sur l'environnement ne stipule pas les obligations juridiques des études d'impact sur l'environnement (EIE), cependant, pour obtenir l'autorisation des projets, l'EIE est effectivement indispensable. La loi, comportant quatre chapitres et vingt articles se réfèrent en grande partie aux éléments suivants :

- Définition de l'environnement aussi bien que l'EIE
- La nécessité de l'EIE pour obtenir l'autorisation du projet sujet à l'EIE sous l'annexe de la loi
- Les objectifs de l'EIE qui sont de : a) prévoir et évaluer d'une manière raisonnable l'impact possible du projet sur l'environnement, b) éviter, réduire ou substituer les impacts négatifs, c) augmenter et améliorer les impacts positifs, et d) informer la population concernée des impacts négatifs.
- Les articles qui devraient être contenus dans l'EIE
- Les fonctions du Comité national et des comités régionaux pour l'EIE, sont généralement de : a) examiner l'EIE, b) exprimer des avis sur l'acceptabilité environnementale des projets, c) faire participer le public dans les procédures de l'EIE
- L'élaboration des réglementations spécifiant les procédures de la loi
- La définition de la période de la validité de l'EIE sur cinq ans pour la réalisation du projet.

Aujourd'hui, le décret spécifiant les procédures de la loi est en cours de préparation. Les comités régionaux pour les études d'impact sur l'environnement sont également en phase de préparation. Le comité national est actuellement la seule autorité qui pourra fournir la décision si le projet soit acceptable ou pas sur le plan environnemental. Cependant, la formation du personnel pour les comités régionaux a commencé à Marrakech et à Casablanca en tant que projets pilotes. Le comité national et les comités régionaux commenceront à exécuter leurs tâches après approbation et établissement prochain du « décret sur la composition et la procédure du comité national et des comités régionaux des études d'impact sur l'environnement ».

3) Loi n° 13-03 sur le contrôle de pollution d'air : La loi de contrôle de pollution d'air vise à la prévention et la lutte contre les émissions des polluants atmosphériques susceptibles de porter atteinte à la santé de l'homme, à la faune, au sol, au climat, au patrimoine culturel et à l'environnement en général. Elle stipule des obligations légales aux individus ainsi qu'aux organisations pouvant émettre des polluants dans l'air.

(2) Politiques environnementales

Dans le cadre des lois et des règlements, le Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Eau et de l'Environnement (MATEE) se charge de l'élaboration et de la mise en place des politiques environnementales du gouvernement. Les documents stratégiques principaux préparés par le MATEE sont comme suit.

1) Stratégie Nationale pour la Protection de l'Environnement et du Développement Durable (SNPEDD) : La SNPEDD a été élaborée en 1995 pour intégrer et renforcer les soucis environnementaux et les activités de développement économique à l'horizon de l'année 2020. Les principes majeurs du plan sont :

- 1) le renforcement du cadre politique et la capacité administrative
- 2) l'exécution des contre-mesures directes pour les problèmes, et
- 3) l'intégration des politiques

Lors de l'élaboration de la stratégie, les discussions portent sur la rentabilité (les coûts bénéfiques) à moyen et long termes de la pratique des mesures environnementales. Les activités majeures élaborées dans le plan sont:

- a) les études sur l'état d'environnement
- b) la préparation d'un inventaire des projets sur l'environnement
- c) la formulation d'un plan d'action national pour l'environnement
- d) la préparation d'un système de gestion de base de données et d'informations sur l'environnement
- e) les études sur la biodiversité, l'émission de gaz de l'effet du serre et la désertification
- f) la préparation des monographies environnementales par région

2) Plan d'Action National pour l'Environnement (PANE): Basé sur la SNPEDD, le PANE a été préparé en 1998. Le plan se compose de 7 programmes/165 activités (se rapportant à la conservation et à la gestion durable des ressources en eau, à la conservation et à la gestion durable des ressources en terre, à la conservation et à la gestion de l'énergie renouvelable, à la conservation et à la gestion durable de l'environnement naturel, à la prévention des calamités naturelles et des risques de la pollution, à l'amélioration de l'environnement urbain et rural, à l'informatisation de l'environnement et à sa gestion), dans le but de réaliser les stratégies de la SNPEDD. Les programmes sont concernés par la conservation et la gestion durable de l'environnement et des ressources naturels, aussi bien que la prévention des risques et l'amélioration du cadre de vie dans les zones urbaines et peri-urbaines. Les objectifs stratégiques du PANE sont de :

- a) assurer une gestion rationnelle des ressources naturelles, à travers la mise en oeuvre d'une solution globale ;
- b) intégrer les politiques, les programmes et les projets dans les mesures environnementales des secteurs concernés par le développement ;
- c) favoriser l'implication, la responsabilisation et la participation des populations et des investisseurs dans la gestion des ressources et l'amélioration du cadre de vie ;
- d) favoriser le développement d'un partenariat efficace entre les acteurs concernés par les problèmes de l'environnement et du développement durable ;
- e) développer les ressources humaines et la capacité institutionnelle permettant d'améliorer les connaissances sur l'environnement et sur sa gestion.

A.2 Situation socio-économiques dans la région de l'étude

A.2.1 Situations socio-économique

(1) Population

La population de la zone de l'étude compte 1 million 610 mille habitants dont 63% dans la préfecture de Marrakech. D'autant plus, la population urbaine compte 920 mille habitants soit 57% de la population entière. La préfecture de Marrakech représente 89% de la population urbaine.

D'autre part, les taux de population urbaine dans chaque préfecture/province sont de 80% au niveau de la préfecture de Marrakech, 12% dans la province d'Al Haouz, 29% dans la province d'EL Kelaâ des Sraghna et 18% dans la province de Chichaoua. La densité moyenne de la population dans la région de l'étude est de 195 hab./km², et la densité de population dans chaque préfecture/province est comme suit : 620 hab. /km² dans la préfecture de Marrakech, 124 hab./km² dans la province d'Al Haouz, 124 hab./km² dans la province d'EL Kelaâ des Sraghna et 54 hab./km² dans la province de Chichaoua. (voir le Tableau A.2.1)

(2) Economie régionale

L'économie régionale de la région de Marrakech - Tensift - Al Haouz dépend principalement des secteurs de l'agriculture, l'agro-industrie, le tourisme, l'industrie de fabrication, l'artisanat et d'une manière plus faible sur la pêche. La zone centrale de l'économie régionale est la ville de Marrakech qui a approximativement 800 mille habitants.

La zone agricole est de 1,4 million d'hectares qui représentent le quart de la zone agricole du pays. Les produits agricoles principaux sont constitués des céréales, des légumineuses et des légumes. La culture d'oliviers occupe 126 mille hectares et joue un rôle important dans l'économie régionale, ce qui rend la région le premier producteur des olives au niveau national. La forêt couvre une surface de 491 mille hectares et fournit des bois et des produits forestiers qui génèrent des revenus supplémentaires dans le milieu rural. (Le Maroc des Régions 2005, HCP 2006).

Le tourisme joue un rôle important aussi dans l'économie régionale. Ce secteur produit quelques effets secondaires sur les autres secteurs comme l'artisanat, la construction et le transport. La région possède des atouts principaux pour le développement du tourisme tels que : l'infrastructure du logement qui représente 25% de la capacité des lits des hôtels classifiés du pays, du transport, et de l'héritage culturel et des monuments historiques situés essentiellement dans la ville ancienne de Marrakech.

Les plus importantes unités industrielles fonctionnent dans les secteurs du traitement agro-alimentaire, la chimie, le textile et le cuir. Avec 387 unités, représentant 5% des établissements industriels du pays, cette région contribue à 4% de l'emploi des permanents et à 3% de la production au niveau national. La somme de production, qui a atteint 5,7 milliards de DH en 2003, a connu une évolution de 4% par rapport à 2002. L'industrie agro-alimentaire a le plus grand poids dans la région, avec 60% de toute la production régionale. Le taux de chômage de la région est de 6,5% et reste inférieur à la moyenne du pays (10,8%). (voir le Tableau A.2.2)

(3) Système de communauté traditionnelle

Le système de communauté traditionnelle est d'origine tribale et les frontières géographiques sont basées sur des liens de consanguinité. Des conseils ruraux traditionnels mènent d'une manière

démocratique par le groupe collégial coopté (Jemaa) et les forces exécutives (Amghar), ont été confiées aux conseils, comme le pouvoir de base pour résoudre les problèmes communautaires, tels que l'ordre interne, la gestion de l'eau, l'organisation de routes aussi bien que les pratiques judiciaires. Le système traditionnel semble avoir une validité informelle ou mentale, particulièrement au niveau de la population des milieux ruraux.

A.2.2 Agriculture

(1) Occupation du sol

La zone de l'étude est divisée en trois zones basées sur l'organisation de l'administration en charge de l'irrigation et de l'agriculture : les 2 zones des DPAs de Marrakech et de Chichaoua et celle de l'ORMVAH. La zone gérée par la DPA de Marrakech se compose de 32 communes rurales, dont 10 concernent la zone de l'étude. 29% de la zone de la DPA de Marrakech est occupée par des terrains agricoles, parmi lesquels 32% de terrains sont les périmètres irrigués. Dans la zone de la DPA de Chichaoua, 13 communes rurales sont concernées par la zone de l'étude, et la DPA couvre 22 autres communes rurales. Des terres agricoles occupent 23% de la superficie de la zone, et 42% des terres agricoles sont la zone irriguée. Les pâturages et les jachères occupent 61% de surfaces, ce qui est comparativement plus élevé que dans les autres zones. L'ORMVAH gère 69 communes rurales dont 32 concernent la zone de l'étude. La proportion des terres agricoles est élevée, 73% des surfaces, et la zone irriguée est de 66% de ces terres agricoles. La zone de l'ORMVAH est une zone d'agriculture très développée. (voir le Tableau A.2.3)

(2) Statuts fonciers

Le gouvernement du Royaume du Maroc classe les statuts fonciers sur le Melk, le Collectif, les Habous, le Guich et le Domaine de l'Etat. Le Melk correspond aux terres privées, dont la propriété individuelle est garantie, les agriculteurs peuvent les investir. Ce statut permet aux propriétaires de recevoir le financement auprès de la banque car le propriétaire hypothèque ses terres comme garantie. Les terres collectives sont les terrains agricoles, gérés par une communauté rurale. Les propriétaires ne peuvent pas faire le développement de ces terres. Le statut des Habous est la terre sous la tutelle du Ministère des Habous et des Affaires Islamiques. Le Guich est formé de terres, à l'origine domaniale, que le Roi précédent a distribuées aux soldats ayant terminé le service militaire, comme récompenses. Ces terres, placées sous la tutelle du Ministère de l'Intérieur, sont classées domaine privé de l'Etat et sont souvent en micropropriété. On note que le Guich est plus représentative dans la province de Marrakech, ce statut ne permet pas aux agriculteurs d'accéder au Crédit Agricole car cette banque n'accepte pas l'hypothèque des terres pour garantir l'emprunt. Le Domaine de l'Etat est un domaine public géré par le gouvernement. Les fermes d'Etat, telles que la SODEA et la SOGETA, les coopératives de la réforme agraire encadrées par l'ORMVAH et aussi les exploitations du domaine royal appartiennent à cette catégorie.

Aussi, les exploitations agricoles se caractérisent par la prédominance de la micro-propriété et par la dispersion spatiale des parcelles. Dans la zone relevante de l'ORMVAH, sur 26 825 ha des périmètres irrigués, les exploitations inférieures à 5 ha représentent 36 % dans la totalité de superficie et 86 % du nombre total d'exploitations. Par contre, les exploitations de plus de 20 ha représentent 2 % du nombre d'exploitations et couvrent 24 % des superficies. Cela ne favorise pas une bonne mise en valeur des terres par la faiblesse des infrastructures et l'insuffisance des investissements publics et privés. (voir le Tableau A.2.4. et la Figure A.2.1)

(3) Production végétale

Le secteur de l'agriculture joue un rôle très important dans l'économie de la région de Marrakech-Tensift-Al Haouz. La superficie agricole utile (SAU) estimée dans la zone de l'étude s'étend sur 469 279 ha. La superficie irriguée représente 53,5% (251 034 ha) de la SAU, parmi lesquels 56 970 ha de la Grand Hydraulique (GH) aménagée et encadrée par l'ORMVAH, et 194 073 ha de la superficie irriguée en Petite et Moyenne Hydraulique (PMH).

Les principales productions agricoles sont constituées par la prédominance de la céréaliculture (blé, orge) et de l'arboriculture. Les superficies de la céréaliculture et de l'arboriculture dans la zone de l'étude sont respectivement 244 608 ha et 92 517 ha dont 4,3% et 11,1% respectivement par rapport à la superficie au niveau national. L'arboriculture notamment l'olivier qui s'étend d'une superficie de 67000 ha sur l'ensemble de la zone de l'étude joue un rôle important dans l'économie de la région. (voir le Tableau A.2.5)

(4) Production animale

L'élevage constitue une des sources les plus importantes des revenus de la population de la région. Ainsi, il joue un rôle considérable dans le développement économique de la région. L'effectif total du cheptel est de l'ordre de 1 161 513 têtes dans la zone de l'étude. Les ovins sont plus dominants, puis les bovins et les caprins, sont représentés respectivement 73 %, 14 % et 12 % du cheptel de la zone de l'étude. (voir le Tableau A.2.6)

Ainsi, la zone est à vocation pastorale basée sur l'élevage extensif du cheptel, notamment ovins, sur des pâturages connaissant une dégradation continue à cause des conditions climatiques sévères, du surpâturage et d'une mise en culture anarchique.

(5) Structures pour la vulgarisation et l'appui du secteur agricole

L'ORMVAH et les DPAs de Marrakech et de Chichaoua sont les principales structures d'encadrement et d'appui aux agriculteurs dans la zone de l'étude. L'ORMVAH est responsable de l'ensemble des périmètres irrigués et aménagés, en particulier dans les Grandes Hydrauliques (GH) de la plaine du Haouz. D'autre part, la zone d'intervention des DPAs s'étend dans toute étendue de ces provinces excepté la zone d'action de l'ORMVAH. Les principales attributions de l'ORMVAH et des DPAs sont les suivantes :

- L'aménagement et la gestion des périmètres hydro-agricoles et des ressources en eau à usage agricole ;
- La vulgarisation des techniques agricoles et la formation professionnelle ;
- L'organisation et l'encadrement des agriculteurs et éleveurs ;
- Le développement des productions végétale et animale ;
- Le développement de la filière du secteur agricole

Ainsi, Créé par l'ORMVAH en 1990, dans le périmètre d'irrigation du Haouz Central (N'Fis), le Centre de Technique d'Irrigation, d'Expérimentation et de Vulgarisation (CTIEV) à Saâda a deux (2) objectifs principaux :

- L'essai expérimental et la démonstration des techniques d'irrigation afin de mettre au courant des agriculteurs de nouvelles méthodes d'irrigation utilisées au Centre ;

- Assistance technique aux agriculteurs intéressés à essayer ces nouveaux systèmes d'irrigation.

(6) Agriculteurs et Organisations des agriculteurs

1) Associations des irrigations (Associations d'Usagers des Eaux Agricoles, AUEA)

La loi No 2/84 du 21 décembre 1990 fixe les objectifs ainsi que les modalités de constitution et de fonctionnement des Associations d'Usagers des Eaux Agricoles (AUEA), qui représentent dans la plaine du Haouz, la forme plus répandue d'organisation des agriculteurs. Avant la promulgation de cette loi, on trouvait les associations d'irrigations créées à l'initiative des usagers dans la zone de l'étude. Dès la promulgation de la loi de 1990, l'ORMVAH et les DPAs ont procédé à la reconversion des associations existantes en AUEA, et à la création de nouvelles AUEA, dans les GH et les PMH. Elles ont pour l'objectif la gestion et la préservation des ouvrages d'utilisation des eaux agricoles. Dans le périmètre aménagé de l'ORMVAH, une partie des responsabilités et des obligations d'exploitation et de maintenance des infrastructures (ouvrages secondaires et réseaux de distribution) est transférée aux AUEA. (voir le Tableau A.2.7)

2) Coopératives agricoles

Diverses coopératives agricoles existantes dans la zone de l'étude jouent un rôle important dans le développement du secteur agricole de la région. Les principales coopératives agricoles dans la zone de l'étude sont les coopératives des producteurs laitiers, les coopératives des producteurs des oliviers et les coopératives des éleveurs, les coopératives de l'apiculture et les organisations de producteurs créées par la Réforme Agraire.

(7) Agro-industrie

L'agro-industrie joue un rôle socio-économique important surtout pour son apport au niveau de l'emploi régional et la production. Bien que l'industrie agro-alimentaire ait le plus grand poids dans l'économie de région, la plupart des services d'agro-industrie ne sont que de petites et moyennes échelles. Il existe 129 infrastructures agro-industrielles dans l'étendue de service de l'ORMVAH. (voir le Tableau A.2.8)

A.2.3 Tourisme

(1) Accommodations

La ville de Marrakech est la première destination des touristes au Maroc grâce à la richesse de son héritage historique et culturel, et la Médina de Marrakech (ville ancienne) a été inscrite comme patrimoine mondial par l'UNESCO en 1985. Les facilités pour les touristes sont concentrés sur la ville de Marrakech.

La région de Marrakech-Tensift-Al Haouz reçoit un million de touristes par an soit 33% de nombre de touristes du pays et 4,3 millions de nuitées en 2004 dans les hôtels classifiés. Les infrastructures de logement sont de 397 en total en 2004 soit 41% des hôtels du pays, et le nombre de capacité des lits des établissements classifiés est de 30 milliers qui correspond à 25% par rapport la capacité totale du pays. D'ailleurs, le taux d'occupation dans les hôtels classifiés est de 50 à 60% pendant ces années. (voir les Tableaux A.2.9-12)

(2) Parcs

A Marrakech, les parcs du domaine Royal occupe 580 ha dont 500 ha est le jardin d'Agdal et 80 ha le

jardin de Ménera. Les parcs de la ville de Marrakech occupent 935 ha au total, dont 510 ha sont occupés par les jardins d'hôtels et 30 ha pour les jardins de INRA (Alimentation en Eau Potable et Industrielle de la Ville de Marrakech, ABHT, 2006)

(3) Terrains de golf

Les terrains de golf existants (Royal, Amelkis et Palmeraie) sont situés au sud-est de la ville de Marrakech. Les projets de terrains de golf, qui sont autorisés à utiliser de l'eau, sont :

- Projet d'ASSOUFID avec 220 ha,
- Projet Palm GOLF avec 170 ha et
- Projet de "Atlas Golf" du groupe "ALAIN CRENN" avec 282 ha.

Les projets de terrains de golf, qui demandent l'autorisation de l'utilisation de l'eau, (l'accord de principe est donné par la commission ad hoc) sont :

- Projet de GROUPE LATSIS avec 140 ha
- Projet de « JARDINS DE L'ATLAS » avec plus de 148 ha
- Projet de DOMAIN ROYAL PALM avec 250 ha
- Le projet de TRITEL avec 220 ha
- Projet STRATEGIC PARTNERS

A.2.4 Industries

La Wilaya de Marrakech monopolise effectivement les activités industrielles de première nécessité: elle intervient à 80% dans l'emploi industriel et 70% dans la production industrielle. La région comprend une unité industrielle importante, l'usine de ciment de Marrakech (CIMAR) qui compte une capacité de production plus de 450000 tonnes (Le Maroc des Régions 2005, HCA 2006). Dans la région de Marrakech-Tensift-Al Haouz, s'implantent 9 zones industrielles qui sont :

- Marrakech : Azli, Sidi Ghanem, Al Mssar, Harbil, Sidi Ghanem III
- El Kelâa des Seraghna: Sidi Bouathman, Ennakhil
- Chichaoua : Ennasr
- Essaouira : Zone industrielle d'Essaouira

La région contient un potentiel important en minerais diversifiés, constitués de phosphates, de baryum, de zinc, de fil, de sel et de cuivre dont les réserves sont estimées à 48 milliards de m³. (voir le Tableau A.2.13)

Tableau A.2.1 Population de la zone de l'étude

| Province | Commune | Population | % de la Totalité de la ZE. | Nombre des Urbains | % de la Totalité des urbain | Taux des urbains En province | Densité de la population (par km ²) |
|--------------|---------|------------|----------------------------|--------------------|-----------------------------|------------------------------|---|
| Marrakech | 16 | 1,023,514 | 63% | 816,293 | 89% | 80% | 620 |
| Al Haouz | 20 | 277,377 | 17% | 32,086 | 3% | 12% | 124 |
| E.K. Sraghna | 10 | 132,993 | 8% | 38,765 | 4% | 29% | 124 |
| Chichaoua | 16 | 179,032 | 11% | 32,694 | 4% | 18% | 54 |
| Total | 62 | 1,612,916 | 100% | 919,838 | 100% | 57% | 195 |

Source : Recensement Général de Population de l'Habitat 2004, Haut Commissariat au Plan, 2005

Tableau A.2.2 Production industrielle par secteur

(Unit: million DH)

| Secteur | 2002 | 2003 | |
|--|-------|-------|------|
| Industrie agro-alimentaire | 3,410 | 3,436 | 60% |
| Industrie du textile et de cuir | 500 | 604 | 11% |
| Industrie de produits chimique et para- chimique | 1,452 | 1,571 | 27% |
| Industrie mécanique et métallique | 122 | 110 | 2% |
| Industrie électrique et électronique | 20 | 17 | 0% |
| Total | 5,504 | 5,738 | 100% |

Source: Le Maroc des Régions 2005, HCP, 2006

Tableau A.2.3 Tableau de l'occupation du sol dans les zones gérées par l'ORMVAH et les DPA

| Articles | DPA Marrakech | | DPA Chichaoua | | ORMVAH | | | |
|-----------------------------------|---------------|------|---------------|------|---------------|------|-------------------------|------|
| | | | | | toute la zone | | les communes concernées | |
| Nombre des Communes Rurales | 32 | | 35 | | 69 | | 32 | |
| la superficie (ha) | 600,000 | | 687,200 | | 648,394 | | 372,565 | |
| l'occupation du sol | | | | | | | | |
| -Terres arables (ha) | 173,016 | 29% | 160,000 | 23% | 489,564 | 76% | 272,948 | 73% |
| -Forêt (ha) | 216,092 | 36% | 110,000 | 16% | 22,656 | 3% | 20,946 | 6% |
| -Pâturage et terres non-cultivées | 210,892 | 35% | 417,200 | 61% | 136,174 | 21% | 78,671 | 21% |
| Totale (ha) | 600,000 | 100% | 687,200 | 100% | 648,394 | 100% | 372,565 | 100% |
| Irrigation | | | | | | | | |
| -pas d'Irrigation (ha) | 117,916 | 68% | 92,012 | 58% | 211,819 | 43% | 92,779 | 34% |
| -Irrigation (ha) | 55,100 | 32% | 67,988 | 42% | 277,745 | 57% | 180,169 | 66% |

Remarques : Données comprennent celles de l'extérieure de la zone de l'étude.

Sources:

Monographie de la Zone DPA de Marrakech, 2005

Monographie Agricole de la Province de Chichaoua, 2006

Monographie Commune Rural, 2003-2004, ORMVAH

Tableau A.2.4 Statut Juridique des terres dans la zone de l'étude (SAU en Ha)

| Province | Melk | | Collectif | | Habous | | Guich | | Domaine de l'Etat | | Total |
|----------------------|---------|------|-----------|------|--------|-----|--------|------|-------------------|------|-----------|
| | ha | % | ha | % | ha | % | ha | % | ha | % | |
| Al Haouz | 129,622 | 87.4 | 6,877 | 4.6 | 893 | 0.6 | 5,651 | 3.8 | 5,191 | 3.5 | 148,234 |
| Chichaoua | 74,881 | 31.7 | 111,473 | 47.3 | 3,581 | 1.5 | 17,649 | 7.5 | 28,317 | 12.0 | 235,901 |
| El Kelâa des Sraghna | 234,482 | 39.8 | 341,956 | 58.1 | 616 | 0.1 | 7,099 | 1.2 | 4,676 | 0.8 | 588,829 |
| Marrakech | 46,213 | 38.4 | 2,826 | 2.4 | 3,788 | 3.2 | 64,211 | 53.4 | 3,176 | 2.6 | 120,214 |
| Total | 485,198 | 44.4 | 463,132 | 42.4 | 8,878 | 0.8 | 94,610 | 8.7 | 41,360 | 3.8 | 1,093,178 |

Source : Ministère de l'Agriculture, du Développement Rural et des Pêches Maritimes (2000) : Recensement Général d'Agriculture, Résultats par commune

Tableau A.2.5 Superficies cultivées et production agricole dans la zone de l'étude

| Province | Marrakech *1 | | Al Haouz *1,2 | | El Kelâa des Sraghna *1 | | Chichaoua | |
|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | Superficie (ha) | Production (QX) | Superficie (ha) | Production (QX) | Superficie (ha) | Production (QX) | Superficie (ha) | Production (QX) |
| Céréales | 44,410 | 347,652 | 65,926 | 567,928 | 59,627 | 1,153,007 | 74,645 | 473,299 |
| Légumineuses | 1,280 | 44,770 | 132 | 2,201 | 84 | 7,694 | 571 | 93,213 |
| Fourrages | 6,185 | 2,954,560 | 3,219 | 717,840 | 2,313 | 2,065,360 | 749 | 495,540 |
| Maraîchage | 3,570 | 609,255 | 2,116 | 437,460 | 2,589 | 660,430 | 1,140 | 205,125 |
| Arboriculture | 43,296 | 2,344,109 | 20,046 | 553,020 | 15,239 | 243,397 | 13,936 | 409,425 |

Sources : *1: Données fournis par l'ORMVAH (Monographie de la commune rurale, 2003/2004)

*2: Données fournis par la DPA Marrakech

*3: Données fournis par la DPA Chichaoua

Tableau A.2.6 Effectif du cheptel et des animaux de traits dans la zone de l'étude

| Province | Effectif du Cheptel | | | | Animaux de Traits | | |
|----------------------|---------------------|---------|---------|----------|-------------------|--------|--------|
| | Bovins | Ovins | Caprins | Camelins | Chevaux | Mulets | Anes |
| Al Haouz | 47,429 | 210,033 | 42,096 | 103 | 951 | 3,202 | 22,138 |
| Chichaoua | 22,892 | 263,946 | 65,975 | 244 | 552 | 2,756 | 15,916 |
| El Kelâa des Sraghna | 60,268 | 253,441 | 29,697 | 60 | 1,879 | 4,360 | 22,881 |
| Marrakech | 35,084 | 125,458 | 4,765 | 22 | 380 | 668 | 9,415 |
| Total | 165,673 | 852,878 | 142,533 | 429 | 3,762 | 10,986 | 70,350 |

Source : Ministère de l'Agriculture, du Développement Rural et des Pêches Maritimes (2000) : Recensement Général d'Agriculture, Résultats par commune

Tableau A.2.7 Nombre des AUEA dans la zone d'action de l'ORMVAH, DPA Marrakech et Chichaoua

| | ORMVAH*1 | | DPA*2 /Marrakech | DPA*3 /Chichaoua |
|----------------------|----------|-------|------------------|------------------|
| | GM | PMH | | |
| Nombre des AUEA | 145 | 75 | 58 | 42 |
| Nombre des adhérents | 70,609 | 6,179 | 2,504 | 6,535 |

Sources : *1 : Donnée par l'ORMVAH ; *2 : Monographie de la zone DPA de Marrakech, 2005 ;

*3 : Donnée par la DPA Chichaoua

Tableau A.2.8 Infrastructures agro-industrielles

| Activité | Nombre d'unité |
|---|----------------|
| Conserveries | 45 |
| Moulins à huile | 33 |
| Moulins | 14 |
| Centres d'emballage d'agrumes | 05 |
| Laiteries | 02 |
| Traitement végétal de crin | 02 |
| Unités de fabrication des produits animaux | 05 |
| Pâtes alimentaires | 05 |
| Entrepôts frigorifiques de congélation/de chambre | 18 |
| Total | 129 |

Source: l'ORMVAH

Tableau A.2.9 Evolution des nuitées touristiques dans les hôtels de la région

| | Année | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|----------------------|-------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Marrakech-Tensift-Al | | 3,889,365 | 3,721,996 | 3,464,098 | 3,447,104 | 4,332,904 |
| Tout le pays | | 13,539,567 | 12,695,227 | 11,320,882 | 11,173,119 | 13,164,870 |
| Taux | | 29% | 29% | 31% | 31% | 33% |

Source: Annuaire Statistique du Maroc 2005, Haut Commissariat au Plan, 2006

Tableau A.2.10 Les établissements classifiés de la région (2004)

| | Année | 5 Etoiles | 4 Etoiles | 3 Etoiles | 2 Etoiles | 1 Etoiles | Maison d'hôte | Résid. tourist. | V.V.T. | Total |
|----------------------------|-------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------|-----------------|--------|-------|
| Marrakech-Tensift-Al Haouz | | 15 | 23 | 23 | 20 | 6 | 295 | 7 | 8 | 397 |
| Tout le pays | | 39 | 128 | 147 | 155 | 116 | 320 | 41 | 33 | 979 |
| Taux | | 38% | 18% | 16% | 13% | 5% | 92% | 17% | 24% | 41% |

note: V.V.T.: Villages de vacances touristiques

Source: Annuaire Statistique du Maroc 2005, Haut Commissariat au Plan, 2006

Tableau A.2.11 Capacité en lits dans les établissements classifiés de la région (2004)

| | Année | 5 Etoil | 4 Etoiles | 3 Etoiles | 2 Etoiles | 1 Etoiles | Maisons d'hotes | Resid. Tour. | V.V.T. | Total |
|----------------------------|-------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------------|--------------|--------|---------|
| Marrakech-Tensift-Al Haouz | | 7,430 | 7,354 | 3,485 | 1,812 | 303 | 4,227 | 794 | 4,565 | 29,970 |
| Tout le pays | | 17,758 | 33,991 | 20,352 | 12,038 | 6,410 | 4,714 | 6,108 | 17,693 | 119,064 |
| Rate | | 42% | 22% | 17% | 15% | 5% | 90% | 13% | 26% | 25% |

note: V.V.T.: Villages de vacances touristiques

Source: Annuaire Statistique du Maroc 2005, Haut Commissariat au Plan, 2006

Tableau A.2.12 Taux d'occupation dans les hôtels classifiés

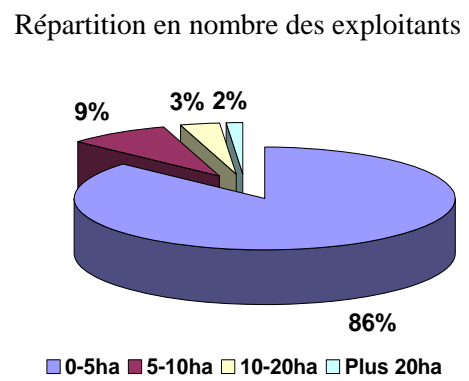
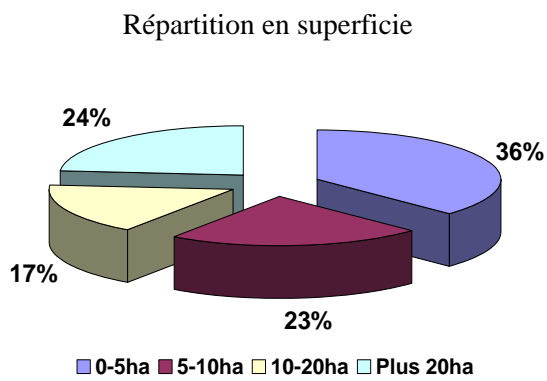
| | Année | 2000 | 2001 | 2002 | 2003 | 2004 |
|----------------------|-------|------|------|------|------|------|
| Marrakech-Tensift-Al | | | 62 | 54 | 50 | 56 |
| Tout le pays | | 52 | 48 | 42 | 39 | 43 |

Source: Annuaire Statistique du Maroc 2005, Haut Commissariat au Plan, 2006

Tableau A.2.13 Production minière

| Secteur | 2003 | 2004 |
|---------------------------------|---------|---------|
| Phosphates (milliers de tonnes) | 2,536 | 2,989 |
| Fil (tonnes) | 22,982 | 26,821 |
| Zinc (tonnes) | 131,340 | 130,957 |
| Cuivre (tonnes) | 17,539 | 10,308 |
| Baryum (tonnes) | 90,434 | 52,525 |
| Sel (tonnes) | 695 | 1,073 |

Source : Le Maroc des Régions 2005, HCP, 2006



Source : Données fournis par SGRID, l'ORMVAH

Figure A.2.1 Taille des exploitations par superficie et nombre des exploitants dans la zone de l'étude (Zone de l'ORMVAH)

**B: EVOLUTION PIEZOMETRIQUE ET COUPE
GEOLOGIQUE DE LA PLAINE DU HAOUZ**

Table des Matières

B: EVOLUTION PIEZOMETRIQUE ET COUPE GEOLOGIQUE DE LA PLAINE DU HAOUZ

| | |
|---|-------|
| B.1 Evolution piézométrique de la plaine du Haouz ----- | B - 1 |
| A.2 Coupe géologique de la plaine du Haouz ----- | B - 1 |

Figures

| | |
|--|-------|
| Figure B.1.1 Niveau d'eau des puits d'observation dans la plaine du Haouz----- | B - 2 |
| Figure B.1.2 Hauteur pluviométrique dans la plaine du Haouz----- | B - 3 |
| Figure B.2.1 Colonnes géologiques dans la plaine du Haouz----- | B - 4 |
| Figure B.2.2 Coupe géologique de la plaine du Haouz ----- | B - 5 |

B : Evolution piézométrique et coupe géologique de la plaine du Haouz

B.1 Evolution piézométrique de la plaine du Haouz

Les résultats du suivi piézométrique réalisé en ayant recours à des auto-enregistreurs installés par la mission d'étude sont indiqués à la Figure B.1.1. En outre, les relevés pluviométriques sont présentés à la Figure B.1.2.

Les auto-enregistreurs ont été installés à la mi-février 2007, et au cours des 4 premiers mois (jusqu'à la mi-juin) ils étaient réglés de manière à relever le niveau piézométrique une fois par jour (aux alentours de midi). Par la suite, conformément aux normes de l'ABHT le relevé du niveau piézométrique a été fixé à une fois tous les 5 jours.

Dans le piézomètre No. 4403/44, l'influence des prélèvements par pompage des puits des alentours est évidente. Dans les autres puits également, dont les piézomètres No. 4151/44 et No. 2826/53, il est considéré que les irrégularités observées sont provoquées par des puits voisins. Dans l'ensemble, les relevés indiquent une tendance à l'abaissement piézométrique après la saison des pluies, mais, en particulier, le niveau piézométrique des piézomètres No. 3664/53, No. 4403/44 et No. 4151/44 subit une hauteur de rabattement importante par rapport aux autres puits (de la mi-février au début juin, soit une période de 3,7 mois, la chute du niveau des eaux indiquée est de -0,97m pour le piézomètre No. 3664/53 et de -1,07m pour le piézomètre No. 4403/44). Les puits en question se situent en aval de l'oued N'Fis, une zone dans laquelle l'agriculture irriguée est pratiquée à grande échelle.

L'impact anticipé de l'accroissement des réserves souterraines à la suite des précipitations pendant la durée des observations en question ne se manifeste pas clairement. Toutefois, dans le piézomètre No. 2700/53, depuis les précipitations du 20 mai, les relevés semblent indiquer une remontée du niveau piézométrique (mais ceci ne permet pas de confirmer immédiatement un réapprovisionnement en eau souterraine d'origine pluviale). Les mesures piézométriques du 13 août indiquent que la chute du niveau des eaux a cessé depuis le mois de juin pour le piézomètre No. 4403/44, mais en ce qui concerne le piézomètre No. 3664/53, la tendance au rabattement continue. Etant donné que les variations piézométriques se produisent pour une variété de raisons, afin d'expliquer les corrélations entre les différentes causes, il est important de mesurer de façon suivie le niveau piézométrique, le volume des précipitations et le volume pompé.

B.2 Coupe géologique de la plaine du Haouz

La plaine du Haouz est formée par des sédiments du quaternaire de l'époque Pliocène. Quelques colonnes géologiques sont présentées à la Figure B.2.1. Par ailleurs, la coupe géologique de la plaine du Haouz est présentée à la Figure B.2.2. Celle-ci a été élaborée sur la base des données utilisées pour la modélisation des eaux souterraines de la présente étude, telles que les résultats de la reconnaissance géophysique réalisée dans le passé, les informations relatives aux puits, les données altimétriques, etc.

L'ABHT conserve les relevés d'un très grand nombre de puits / de puits souterrains, mais ces données n'ayant pas encore été numérisées, elles ne sont pas utilisées dans le SIG.

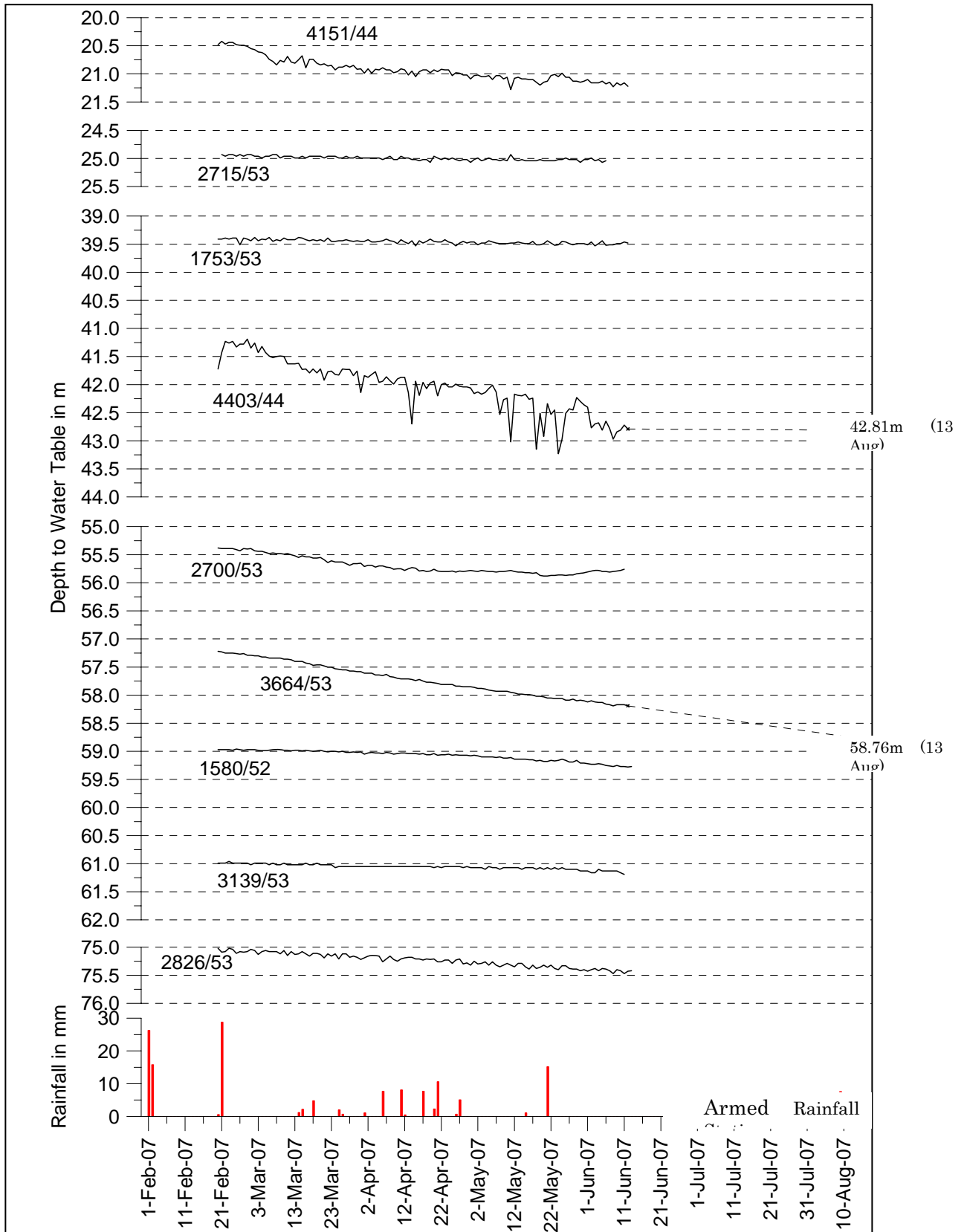
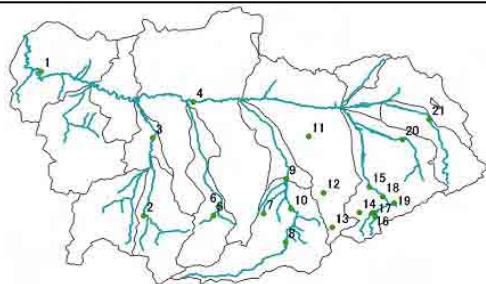
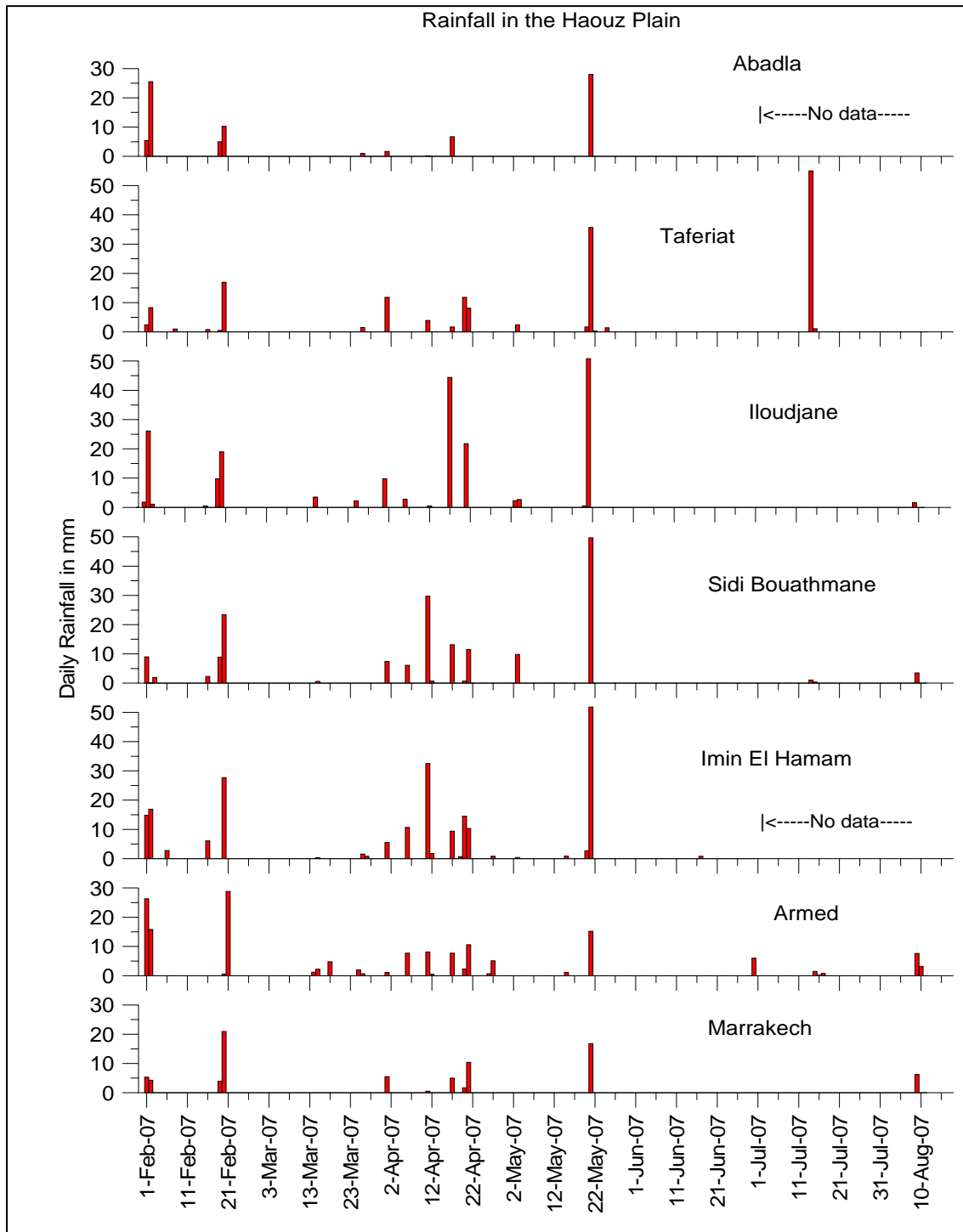


Fig. B.1.1 Niveau d'eau des puits d'observation dans la plaine du Haouz



| N° | Station Name |
|----|-----------------|
| 1 | TALMEST |
| 2 | ILLOUJANE |
| 3 | CHICHADOUA |
| 4 | ABADLA |
| 5 | TASKOURT |
| 6 | SIDI BOUATHMANE |
| 7 | SIDI HSAIN |
| 8 | IGUIR NIKOURIS |
| 9 | L TAKERKOUST |
| 10 | IMIN EL HAMAM |
| 11 | MARRAKECH |
| 12 | TAHANADOUT |
| 13 | AREMO |
| 14 | AGDUNIS |
| 15 | ASHBALOU |
| 16 | TIOURDIOU |
| 17 | AMENZAI |
| 18 | TAZITOUNT |
| 19 | TOURCHT |
| 20 | TAFERIAT |
| 21 | SIDI RAHAL |

Locations of Rainfall Stations

Fig. B.1.2 Hauteur pluviométrique dans la plaine du Haouz

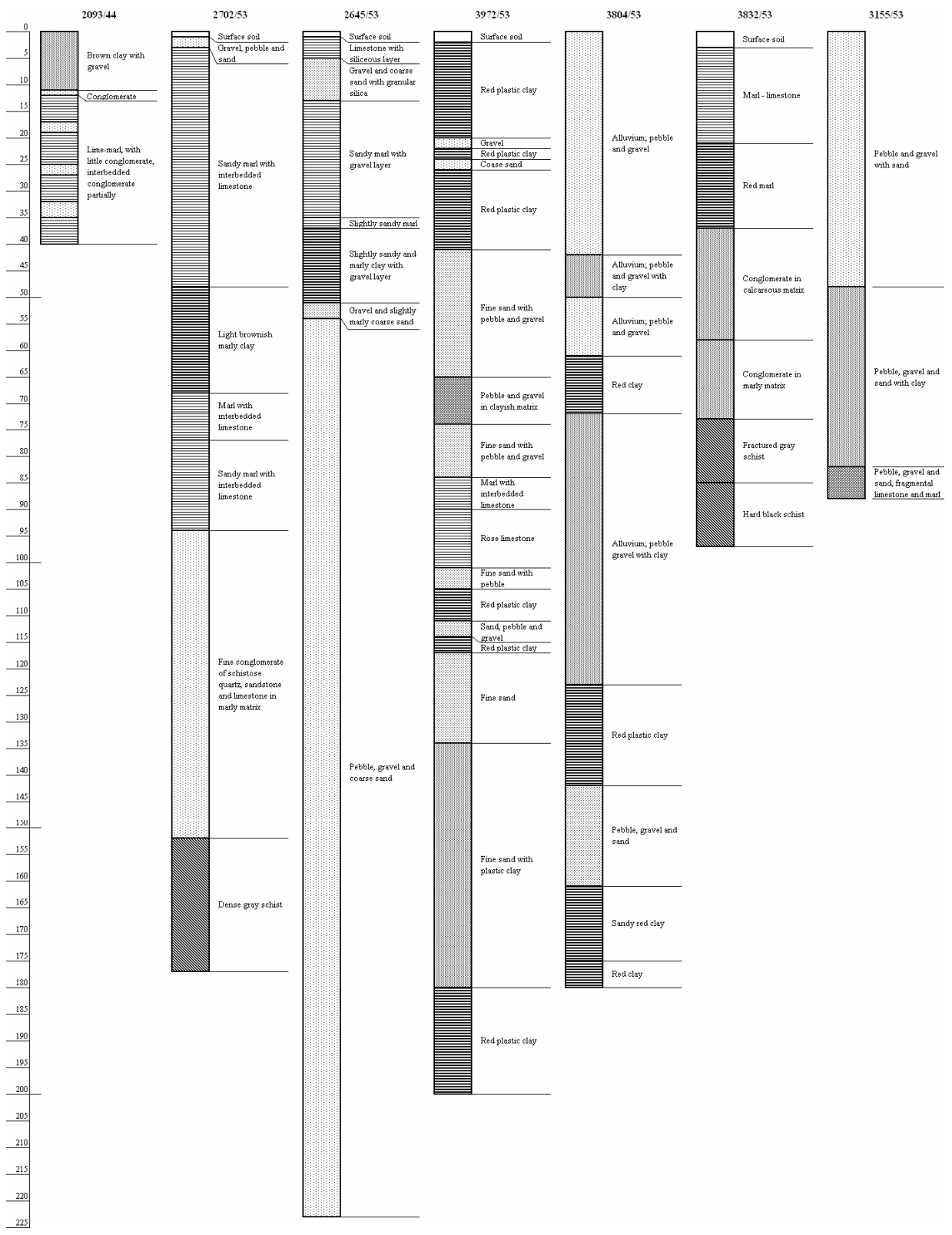


Fig. B.2.1 Colonnes géologiques dans la plaine du Haouz

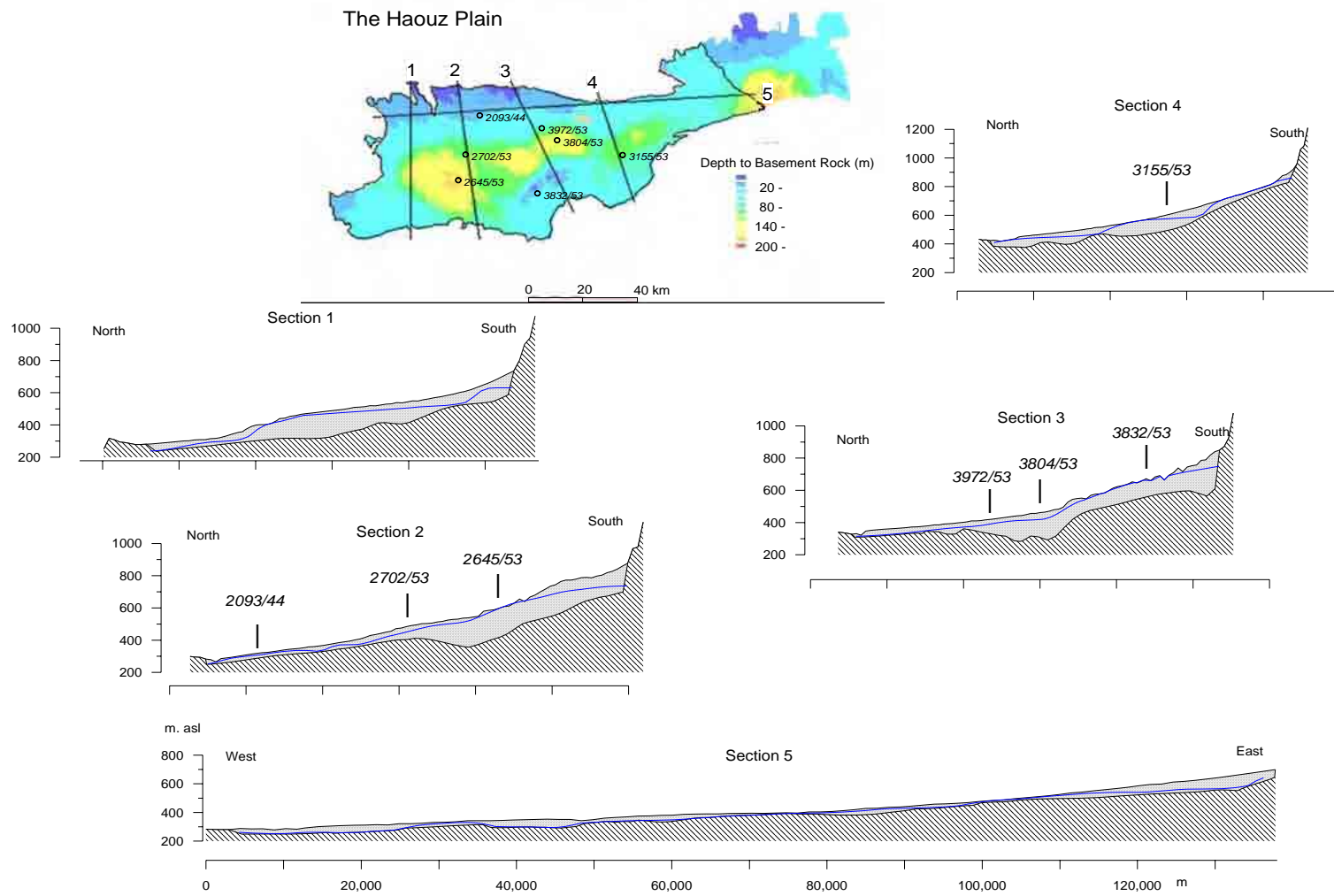


Fig. B.2.2 Coupe géologique de la plaine du Haouz

C: METEOROLOGIE / HYDROLOGIE / RESSOURCES EN
EAU DE SURFACE

Table des Matières

C: METEOROLOGIE / HYDROLOGIE / RESSOURCES EN EAU DE SURFACE

| | | |
|-------|--|-------|
| C.1 | Météorologie / hydrologie ----- | C - 1 |
| C.1.1 | Réseau de l'observation hydrologique et météorologique et ses données----- | C - 1 |
| C.1.2 | Précipitations ----- | C - 1 |
| C.1.3 | Volume des crues ----- | C - 2 |
| C.1.4 | Evolution climatique à long terme----- | C - 2 |
| C.1.5 | Précipitations faisant l'objet du projet ----- | C - 3 |
| C.2 | Ressources en eaux de surface ----- | C - 3 |
| C.2.1 | Débit fluvial ----- | C - 3 |
| C.2.2 | Barrages ----- | C - 4 |
| C.2.3 | Eaux transférées de l'extérieur des bassins----- | C - 5 |
| C.2.4 | Séguia----- | C - 7 |
| C.2.5 | quantité disponible d'eaux de surface----- | C - 7 |
| C.2.6 | Examen des installations de recharge artificielle des eaux souterraines----- | C - 8 |

Tableaux

| | | |
|---------------|---|--------|
| Tableau C.1.1 | Liste des Stations du réseau pluviométrique de l'ABHT et les données disponibles----- | C - 11 |
| Tableau C.1.2 | Liste de Stations du réseau hydrologique de l'ABHT et les données disponibles----- | C - 11 |
| Tableau C.1.3 | Données pluviométriques du bassin du Tensift ----- | C - 12 |
| Tableau C.1.4 | Evolution du volume annuel des précipitations dans les principales stations d'observation ----- | C - 13 |
| Tableau C.1.5 | Estimation de la sécheresse dans les précipitations dans les principales stations d'observation ----- | C - 13 |
| Tableau C.1.6 | Volume moyen des précipitations dans la plaine du Houaz et dans le bassin de Tensift en amont de la rivière Chichaoua----- | C - 14 |
| Tableau C.1.7 | Débit des principaux affluents de la rivière Tensift ----- | C - 15 |
| Tableau C.1.8 | Le débit moyen mensuel et annuel de la rivière de Tensift et ses affluents principaux ----- | C - 16 |
| Tableau C.1.9 | Evolution à long terme des températures et des précipitations au Maroc ----- | C - 16 |
| Tableau C.2.1 | Ressources en eau de surface dans le bassin de Tensift (1970/71- 2005/06) ----- | C - 17 |
| Tableau C.2.2 | Données d'approvisionnement en ressources en eau au barrage de Lalla Takerkoust (1985/86-2005/06) ----- | C - 18 |
| Tableau C.2.3 | Données d'approvisionnement en ressources en eau dans le canal de Rocate (1988/89-2005/06) ----- | C - 19 |
| Tableau C.2.4 | Données de prise d'eau fluviale par le biais des séguias (1985/86-2000/01) ----- | C - 20 |
| Tableau C.2.5 | Estimation du volume d'eau utilisable par le biais des séguias----- | C - 20 |
| Tableau C.2.6 | Estimation du volume de recharge escompté par les installations de recharge artificielle des eaux souterraines ----- | C - 21 |

Figures

| | | |
|---------------|--|--------|
| Figure C.1.1 | Réseau d'observation pluviométrique de l'ABHT ----- | C - 23 |
| Figure. C.1.2 | Réseau d'observation des débits de l'ABHT ----- | C - 23 |
| Figure C.1.3 | Carte isohyète du bassin du Tensift (en moyenne entre 1970-2000)----- | C - 24 |
| Figure C.1.4 | Précipitations d'un taux de probabilité de non dépassement aux principales stations d'observation ----- | C - 25 |
| Figure C.1.5 | Stations d'observation pluviométrique et segmentation de Thiessen ----- | C - 26 |
| Figure C.1.6 | Précipitations d'un taux de probabilité de non dépassement dans les bassins ----- | C - 27 |
| Figure C.1.7 | Réseau Hydrographique du Bassin de Tensift ----- | C - 28 |
| Figure C.1.8 | Evolution des précipitations annuelles dans la zone de l'étude ----- | C - 29 |
| Figure C.2.1 | Débit des rivières (moyen 1970-2002) ----- | C - 29 |
| Figure C.2.2 | Données d'approvisionnement en eau au barrage de Lalla Takerkoust ----- | C - 30 |
| Figure C.2.3 | Données d'approvisionnement en eau dans le canal de Rocate ----- | C - 30 |
| Figure C.2.4 | Calcul approximatif de l'évolution chronologique du bilan du barrage Hassan-Ier ----- | C - 30 |
| Figure C.2.5 | Graphique général des installations de recharge artificielle des eaux souterraines ----- | C - 31 |
| Figure C.2.6 | Site du projet des installations de recharge artificielle des eaux souterraines ----- | C - 32 |

C : METEOROLOGIE / HYDROLOGIE / RESSOURCES EN EAU DE SURFACE

C.1 Météorologie / hydrologie

C.1.1 Réseau de l'observation hydrologique et météorologique et ses données

L'ABHT dispose d'un réseau de suivi de la pluviométrie qui se compose de 20 stations au niveau de la plaine du Haouz (voir le Figure C.1.1). Les stations ainsi que leurs données disponibles figurent dans le Tableau C.1.1. En complément au réseau de l'ABHT, il y a des réseaux d'observation météorologiques de l'ORMVAH et de la direction de la météorologie nationale, au niveau de la plaine du Haouz et de ses environs.

Les stations de jaugeage de plusieurs rivières sont aussi gérées par l'ABHT (voir le Figure C.1.2). Les données disponibles de ces stations sont indiquées dans le Tableau C.1.2.

C.1.2 Précipitations

Les conditions climatiques de la région de la plaine du Haouz sont celles du climat continental semi-aride. La température moyenne annuelle à Marrakech, située au centre de la plaine, est de 19,9 °C et la température moyenne mensuelle y varie entre 11,9 °C en janvier et 28,7 °C en juillet. A Lalla Takerkoust, qui est située au pied des montagnes de l'Atlas, la température annuelle moyenne est de 18,0 °C. La température moyenne mensuelle de janvier y est de 11,4 °C et celle de juillet de 26,6 °C. A Sidi Rahal, qui est située à la limite de l'est de la Plaine du Haouz, la température moyenne annuelle est de 18,8 °C, et la température moyenne mensuelle de janvier est de 12,0 °C et celle de juillet est de 27,7 °C. D'importantes précipitations sont observées le long des montagnes de l'Atlas situées au sud et au sud-est de la plaine, où la quantité moyenne annuelle des précipitations est de 259 mm à Lalla Takerkoust et de 535 mm à Aghbalou. Dans la région de la plaine, la quantité moyenne annuelle des précipitations est comparativement plus basse : 176 mm à Abadla et 216 mm à Marrakech (voir le Figure C.1.3). En général, la saison des pluies commence en octobre et continue jusqu'en mars ou avril. 86% des précipitations annuelles à Marrakech (216 mm) interviennent entre octobre et mars et ce phénomène se voit dans toute la région. L'évaporation annuelle est de 1 830 mm à Lalla Takerkoust et de 2 640 mm dans la partie centrale de la plaine du Haouz.

Les précipitations dans chacune des stations d'observation depuis les années 1970/71 ainsi que l'évolution de la hauteur pluviométrique dans les principales stations d'observations sont présentées au Tableau C.1.3 et au Tableau C.1.4.

Les précipitations ayant un taux de probabilité de non dépassement dans les principales stations d'observation établies sur la base des données depuis 1970 sont indiquées à la Figure C.1.4. Par ailleurs, l'estimation de probabilité de sécheresse entre 1996/97 et 2005/2006 est indiquée au Tableau C.1.5. Ces dernières années, les périodes 1996/97 – 1997/98, 2003/04, 2005/06 sont des années de crue, et les périodes 2001/02 et 2004/05 sont des années de sécheresse.

Les précipitations moyennes dans les 2 bassins : la Plaine du Haouz et le bassin intermédiaire / supérieur (bassin du Tensift en amont du petit bassin du Chichaoua), qui est directement liées au flux entrant dans l'aquifère, ont été calculées en tant que facteur se rapportant à l'aquifère de la plaine du Haouz. Les précipitations moyennes dans les bassins ont été calculées en ayant recours à la méthode de Thiessen sur la base des données des 13 principales stations d'observation, qui disposent de données d'observation sur une

durée suffisante (Figure C.1.5 et Tableau C.1.6). Tandis que les précipitations moyennes dans le bassin de la plaine du Haouz (superficie de bassin de 6 124 km²) est de 281 mm, les précipitations moyennes du bassin intermédiaire / supérieur du Tensift qui inclue une partie montagneuse (superficie de bassin de 16 178 km²) est de 296 mm. Les précipitations probables pour les 2 bassins sont présentées à la Fig. C.1.6 ; les précipitations probables sur 5 ans sont de 209 mm dans la plaine du Haouz et de 227 mm dans les bassins du Tensift en amont de la rivière de Chichaoua.

C.1.3 Volume des crues

Le bassin de Tensift, dans lequel est située la plaine du Haouz, comprend les montagnes de l'Atlas comme un bassin du sud. Au nord de la plaine, la rivière de Tensift, qui est une rivière principale dans le bassin, coule de l'est à l'ouest et débouche dans l'océan Atlantique. La longueur totale de la rivière de Tensift est 260 km et la superficie du bassin est de 19800 km². La zone de l'étude est délimitée entre la zone du confluent de la rivière de Chichaoua et la plaine située sur la rive gauche de la rivière de Tensift à l'est. Les principaux affluents de la rivière de Tensift qui concerne la zone de l'étude sont d'ouest en est : l'oued Chichaoua, l'oued d'Assif El Mal, l'oued N'Fis, l'oued Rheraya, l'oued Ghmat et l'oued R'dat. Dans sa partie amont, la rivière de Tensift prend le nom de l'oued Lahr. (voir le Figure C.1.7.)

Les débits observés sur la période 1970/71 et 2005/06 pour la rivière de Tensift et des principaux cours d'eau sont indiqués au Tableau C.1.7. En outre, les débits mensuels sont présentés au Tableau C.1.8. Le débit de la rivière de Tensift et de ses affluents commence à augmenter en novembre, après le début des pluies. Le débit maximum est observé de mars jusqu'en avril où la neige commence à fondre et un débit important reste mesuré en général jusqu'au mois de mai. Le débit de ces rivières se varie d'une saison à l'autre : plus de 80% du débit total est observé de novembre à mai et il s'épuise souvent de juillet à septembre pendant la saison sèche, y compris pour la rivière de Tensift.

C.1.4 Evolution climatique à long terme

La quantité des précipitations dans la zone de l'étude a une tendance à diminuer à long terme. Au niveau de la ville de Marrakech, située au centre de la plaine du Haouz, les précipitations diminuent au rythme de 0,18% en moyenne annuelle et à Sidi Rahal de l'est, au rythme de 0,21% (voir le Figure C.1.8.). En particulier, dans les 10 dernières années, les sécheresses étaient sévères. Tandis que la quantité moyenne annuelle à Marrakech depuis 1970 était de 220 mm, celle des 10 dernières années est de 204 mm. A Sidi Rahal aussi, la même paramètre était de 349 mm et celle des 10 dernières années est de 319 mm. Cela signifie que, dans les 10 dernières années, la quantité des précipitations marque une baisse de 8% par rapport à celle moyenne à long terme. (voir le Tableau C.1.4.)

En ce qui concerne l'évolution climatique à long terme, il y a de nombreux points diffus, et il est difficile de prédire avec un niveau de précision élevé les tendances à l'avenir. L'évolution climatique à long terme au Maroc a fait jusqu'à présent l'objet de plusieurs études. Une étude de Bennani et al. (2001) faisant référence à l'ouvrage intitulé « A Review of Climate Change Scenarios and Preliminary Rainfall Trend Analysis in the Oum Er Rbia Basin » de l'Institut international de Gestion des Ressources en Eau, expose le scénario selon lequel les températures moyennes au Maroc augmenteront de 0,6°C à 1,1°C de 2000 à 2020 et le volume des précipitations annuelles diminuera de 4 % sur la même période. Entre autres, d'après les prévisions, les températures à Marrakech, lieu représentatif de la zone climatique de Tensift – Oum Er Rbia, augmenteront de 0,8 °C à 1,1 °C (0,9 °C en moyenne) et le volume des précipitations diminuera de 7 % à 0,2 % (4,3 % en moyenne) (Tableau C.1.9).

C.1.5 Précipitations faisant l'objet du projet

Le volume des précipitations dans la zone aquifère de la plaine du Haouz et dans le bassin intermédiaire / supérieur du Tensift (en amont du petit bassin de Chichaoua), comprenant la zone périphérique jouant un rôle important pour l'équilibre hydrologique dans la zone en question, faisant l'objet de l'étude, est indiqué au Tableau C.1.6.

En ce qui concerne les variations pluviométriques à long terme dans la zone en question, selon l'étude d'actualisation des ressources en eau de surface (CID), à la suite de l'analyse des données depuis 1935, les saisons de crues ou saisons sèches continues sur 10 à 15 ans se succèdent alternativement, et entre chacune des saisons de crues / saisons sèches continues, des saisons sèches / de crues courtes d'environ 3 ans se produisent à 2 ou 3 reprises. La période de crues continue de 1961-73 (13 années), puis la période sèche continue de 1974-86 (13 années), la période de crues de 1987-97 (11 années) ponctuée d'une brève saison sèche (1990-1994) sont évaluées dans la même étude.

En examinant la situation pluviométrique depuis les années 1970 dans la plaine du Haouz et sa zone périphérique, en particulier depuis les années 1980, des saisons de crues et des saisons sèches de durée courte / moyenne d'environ 5 années sont visibles en alternance principalement sur la base des saisons sèches et des saisons de crues cycliques d'une durée de 10 à 15 ans indiquées dans l'étude d'actualisation des ressources en eau de surface (CID).

- De 1960 à 73/74, continuation de la saison de crues des années
- De 1974/75 à 86/87, saison sèche continue ponctuée de courtes saisons de hautes eaux en 77/78 et 81/82
- Courte saison de crues de 87/88 à 88/89 (2 années)
- Saison sèche notable de 89/90 à 93/94 (5 années)
- Saison de crues notable de 94/95 à 97/98 (4 années)
- Saison sèche continue de 98/99 à 02/03, la saison sèche étant particulièrement notable de 99/00 à 01/02 (5 années)
- Depuis 03/04, succession en alternance d'années de crues (03/04, 05/06) et d'une année sèche (04/05).

Sur la base de ces hypothèses, en ce qui concerne situation pluviométrique dans la zone faisant l'objet de l'étude, afin de pouvoir inclure les saisons de crues les saisons sèches continues sur le long terme, il est souhaitable de débattre en s'appuyant sur des données suivies sur une période de 30 ans au minimum. Toutefois, prenant en considération la réduction pluviométrique à la suite d'une évolution climatique à long terme, les données sur une période excessive risquent de provoquer une surestimation des précipitations. En ce qui concerne les 15 dernières années (1991/92 – 2005/06), de longues périodes de crues et de sécheresse comme celles décrites ci-dessus se sont produites, et étant donné que celles-ci incluent des périodes de crues et de sécheresse de durée courte à moyenne d'environ 5 années, la moyenne des 15 dernières années de 1991/92 à 2005/2006 font l'objet de la présente étude.

C.2 Ressources en eaux de surface

C.2.1 Débit fluvial

Selon le Plan Directeur du développement intégré des ressources en eau dans le bassin du Tensift (2001), la quantité volume annuelle des apports s'élève à 1 124,5 millions de m³ par an y compris le volume transféré à partir du bassin d'Oum Er Rbia ; en se basant sur les données historiques de 1935 à 1997. Ces apports ont été réévalués dans le cadre de l'actualisation de l'Etat de connaissance des Ressources en Eau dans les bassins Hydrauliques du Tensift (2004) à 1 067,8 millions de m³ en se

basant sur les données de 1970 à 2002 comme indiqué ci-dessous. Le volume des débits au niveau de la plaine du Haouz est estimé à 967,7 millions de m³ en moyenne, y compris le transfert. (voir le Figure C.2.1.) Les débits fluviaux de la rivière de Tensift et de ses principaux affluents vers la plaine du Haouz entre 1970/71 et 2005/06 sont indiqués au Tableau C.2.1.

Réserve des eaux de surface dans le cadre de la nouvelle estimation des ressources hydrauliques du bassin de Tensift (2004)

| Nom de rivière | Région effective de Bassin (km ²) | Contribution pour la demande d'eau Mm ³ (Data 1970-2002) | | |
|---|---|---|---------|---------|
| | | Min. | Average | Max. |
| Décharge vers la plain du Haouz | | | | |
| N'Fis (at Lalla Takerkoust) | 1,692 | 12.7 | 174.8 | 504.5 |
| R'dat (at Sidi Rahal) | 569 | 3.5 | 72.8 | 264.0 |
| Zat (at tafriat) | 516 | 16.8 | 103.9 | 278.7 |
| Ourika (at Aghbalou) | 503 | 14.5 | 155.8 | 618.5 |
| Rheraya (at Tahanaout) | 225 | 2.6 | 47.8 | 117.1 |
| Lahr (at Herrisane) | 65 | 0.3 | 9.9 | 25.8 |
| Assif El Mal (at Sidi Bou Othman) | 517 | 0.8 | 35.9 | 113.0 |
| Chichaoua | 1,317 | 10.9 | 66.8 | 230.6 |
| Transfert du Oum Er Rbia | - | 160.0 | 300.0 | 300.0 |
| Sous-total de la Plain de Haouz son transfer | 5,404 | 62.1 | 667.7 | 2,152.2 |
| Sous-total de la Plain du Haouz avec transfer | - | 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 transfer | 9,376 | 72.2 | 767.8 | 2,467.0 |
| Avec transfer | - | 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

C.2.2 Barrages

(1) Barrage de Lalla Takerkoust et Barrage de Wirgane

Le barrage Lalla Takerkoust a été construit en 1935 puis sa hauteur a été élevée pour faire face au problème de la croissance de la demande en eau. Il s'agit d'un barrage multifonctionnel, utilisé pour : l'irrigation, la production d'électricité ainsi que l'eau potable et industrielle. Le barrage assure la fourniture de l'eau d'irrigation aux périmètres irrigués du N'Fis (24 200 ha) en connexion avec le canal de Rocate, ainsi qu'aux secteurs dits de « séguis améliorés » pour environ 10 000 ha. L'eau du barrage est aussi utilisée pour l'alimentation en eau potable à la ville de Marrakech en complément du canal de Rocate. Ses principales caractéristiques sont les suivantes :

Les données d'approvisionnement du barrage de Lalla Takerkoust sont indiquées au Tableau C.2.2 et à la Figure C.2.2. L'approvisionnement moyen (sans compter les eaux à usage de l'industrie minière) au cours des 10 dernières années (1996/97 – 2005/06) était de 72,8 millions de m³. Ceci correspond à 89 % de 82 millions de m³, le volume d'approvisionnement nominal du plan d'utilisation de l'eau du barrage en question, après déduction des 3 millions de m³ pour l'industrie minière.

En considérant les périodes de sécheresse 2000/2001 et 2001/2002, la valeur moyenne est satisfaite. Néanmoins, le barrage de Lalla Takerkoust subit une forte sédimentation qui a réduit 20% de sa capacité effective durant les 20 dernières années. Cette diminution de la capacité de retenue affecte directement la capacité de mobilisation du barrage qui pourra être compromise dans un futur proche.

La construction du barrage de Wirgane a commencé au début de l'année 2005 et sa mise en service est programmée pour mars 2008. Le barrage est situé sur l'oued N'Fis à 20 km en amont du barrage de

Lalla Takerkoust. Il est prévu que les deux barrages opèrent en combinaison pour renforcer l'alimentation en eau potable et industrielle de la ville de Marrakech et aussi pour améliorer la capacité régularisable du barrage de Lalla Takerkoust. Ses principales caractéristiques sont les suivantes :

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 Takerkoust 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.

C.2.3 Eaux transférées de l'extérieur des bassins

Le canal de Rocate est un équipement hydraulique destiné au transfert d'eau depuis le bassin de Oum El Rbia vers le bassin de Tensift, initialement dimensionné pour un transfert de 300 millions de m³/an. Le Canal Rocate est alimenté par le barrage de Moulay Hassan I et par le barrage de Sidi Driss, ayant la rivière Lakdar comme sources en eau, dans le bassin de Oum Er Rbia. La capacité active de ces deux barrages est de 246,3 millions de m³ (245 millions pour Moulay Hassan I et 1,3 pour Sidi Driss). La longueur totale du canal est approximativement 120 km et le débit est de 20 m³/s. Dans la conception, le canal est supposé prendre 350 millions de m³/an depuis le complexe des barrages, dont 296 millions de m³ d'eau devaient être transférés vers le bassin de Tensift pour alimenter les secteurs irrigués de Haouz Central et fournir de l'eau potable à la ville de Marrakech. En complément, il devait aussi apporter dans le bassin de Oum Er Rbia, 33 Mm³ aux petits et moyens secteurs irrigués du bassin Lakhdar (4000 ha) et 21 millions de m³ à certains secteurs irrigués de Tessaout inférieur via les systèmes de canaux B1 et B2.

Les données du transfert après le démarrage de l'exploitation du canal de Rocate sont indiquées au Tableau C.2.3 et à la Figure C.2.3.

Le volume des restitutions à partir du canal varierait de 77,6 millions de m³ à 191,8 millions de m³ avec une moyenne de 150,1 millions de m³, ce qui équivaut à 43% du débit de dimensionnement du

canal, soit 350 millions de m³/an. Le déficit des restitutions est dû à la réduction de la capacité de retenue des barrages et essentiellement à la diminution des précipitations dans les bassins versants des barrages de mobilisation d'eau. Il est important de prendre en considération l'impact du changement climatique dans l'évaluation des débits de dimensionnement du canal lors de l'évaluation du bilan hydrique de la plaine du Haouz. Cet aspect sera examiné dans une étape ultérieure dans le cadre de cette étude.

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

Le barrage d'Hassan I et le canal de Rocade 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. Le calcul simplifié de l'exploitation du barrage a été réalisé avec les conditions suivantes.

- La période de calcul est 1970/71 – 2005/06
- La procédure du calcul est sur une base mensuelle
- Le débit au niveau du barrage a recours débit converti présenté par l'ABHT (Reconfirmer la méthode de calcul)
- Le volume annuel d'évaporation et de fuite du barrage a recours, parmi les données mesurées, à la valeur moyenne de 91/92 – 05/06 de l'exploitation stabilisée du barrage Hassan 1er. Le profil mensuel du volume d'évaporation et de fuite a été élaboré à partir de la moyenne de l'année donnée. Le volume de fuite est stable tout au long d'une année.
- Le volume des eaux évacuées à des fins de maintenance, telles que les purges, a recours à la valeur moyenne de 91/92 – 05/06 de l'exploitation stabilisée du barrage Hassan 1er, comme cela est le cas pour le volume d'évaporation et de fuite.
- Le volume de prise d'eau du canal de Rocade est d'un plafond de 300 Mm³ par an, le volume qui dépasserait le plafond pour l'année considérée n'est pas pris en compte. (Pour faciliter le calcul, le l'exploitation du réservoir reportée annuellement n'est pas prise en compte, et le volume du réservoir est calculé prenant autant que possible comme condition la pleine utilisation dans l'année du volume du réservoir.)
- La variation saisonnière de prise d'eau du Canal de Rocade a recours au profil moyen de la période 91/92 – 04/05
- La capacité du réservoir du barrage Hassan 1er est de 245 Mm³.

On a pu obtenir, pour la quantité de prise d'eau à partir du canal de Rocade, 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 (voir le Figure C.2.4.). 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. Pour cela, si on estime le débit avec la quantité de décharge du barrage de Hassan I de la première moitié des années 1970, ce ne sera pas correct. 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 Rocade 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.

C.2.4 Séguia

Les systèmes de séguia sont des sources importantes de l'eau pour l'irrigation dans la zone de l'étude, parce que ces systèmes traditionnels sont connectés aux oueds et n'ont aucun système de régulation, le niveau de leur utilisation de l'eau est très fluctuant chaque année. En accord avec l'enquête inventaire des prélèvements au fil de l'eau dans le Bassin de Tensift, la moyenne de l'eau retirée par le système traditionnel des séguias (excepté le sous-Bassin de N'fis) est 257,7 millions de m³ en moyenne entre 1985-2001 (voir le Tableau C.2.4). Ce volume représente entre 50 et 63% du débit fluvial et 54,3% en moyenne générale.

La prise d'eau des fleuves naturels par l'intermédiaire de séguias est une ressource en eau importante pour l'agriculture irriguée dans la zone faisant l'objet de l'étude. Traditionnellement, le système de séguias prend l'eau sans équipement de contrôle, et ce volume de prise d'eau varie considérablement d'une année sur l'autre. D'après l'inventaire effectué dans le cadre du relevé pratique de prise d'eau dans le bassin de Tensift, dans la zone faisant l'objet de l'étude à l'exception du bassin de N'Fis, 257,7 millions de m³ en moyenne était prélevé chaque année de 1985 à 2001 (Tableau C.2.4). Ceci représente entre 50 et 63 % du volume du débit fluvial, soit 54,3 % en moyenne globale.

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. Dans la présente étude, le volume d'eau utilisé des séguias dans la plaine du Haouz a été estimé en appliquant le taux de prise d'eau moyen pour la période 1985 – 2001 indiqué ci-dessus pour le débit de chacun des cours 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 Taskourt, 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 Taskourt. Par conséquent, le volume d'eau utilisable des séguias dans la plaine du Haouz est estimé à 252 millions de m³ avant le démarrage de l'exploitation du barrage de Taskourt et à 233 millions de m³ après le démarrage de l'exploitation dudit barrage (24 millions de m³ également inclus en tant qu'approvisionnement du barrage de Taskourt) (Tableau C.2.5).

C.2.5 quantité disponible d'eaux de surface

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

Ressources en eaux de surface utilisables dans la plaine du Haouz

(Unité : Mm³)

| 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 |

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 .

C.2.6 Examen des installations de recharge artificielle des eaux souterraines

(1) Hypothèses de la taille des installations de recharge artificielle des nappes et du volume des infiltrations

Il est envisagé d'installer un seuil d'une Hauteur de 1,5 m + un revêtement périphérique en tant que retenue à l'intérieur du lit fluvial (Figure C.2.6). Ceci permettrait d'accumuler un volume de 0,75 Mm³ correspondant à la Largeur du lit fluvial de 50 m x Profondeur de la retenue de 1,5 m x Section de 10 km. Ce volume est défini comme le volume limite journalier pouvant être infiltré dans le lit fluvial pour estimer le volume de recharge.

(2) Critères de sélection des sites des installations de recharge artificielle des nappes

Lors de la sélection des sites des installations de recharge artificielle, il est nécessaire de prendre en considération les critères énoncés ci-après.

- Zone du projet pilote de l'ABHT (Collecte des données de base, examen de la méthode de construction)
- Volume pouvant être infiltré (r) (débit fluvial, fréquence de crue, condition du lit fluvial)
- Qualité de l'eau (le contenu des solides en suspension en particulier a un impact important sur la capacité d'infiltration et la durée de vie des installations)
- Possibilité ou non de modulation du barrage (en général, il est possible de moduler, mais dans la plaine du Haouz le débit de charge est quasiment inexistant, d'où un risque d'incompatibilité)
- Degré de contribution directe sur l'aquifère de la zone principale de conservation, la zone à risques particuliers et la zone à risques

(3) Priorité d'installations de recharge artificielle des nappes dans chacun des cours d'eau

Le niveau de priorité a été examiné parmi les oueds de Rerhaya, d'Ourika, de Zat, de R'Dat, de Chichaoua, d'Assif El Mal et de N'Fis, qui sont les principaux affluents candidats susceptibles d'accueillir les installations de recharge artificielle. Avec la prise d'eau du barrage en amont, les oueds d'Assif El Mal et de N'Fis n'ont quasiment pas de débit fluvial et sont par conséquent inadéquats en tant que site pour des installations de recharge artificielle. Par ailleurs, l'oued de Chichaoua étant situé

à l'extrémité en aval de l'aquifère, la contribution de la recharge artificielle sur l'aquifère ne peut être escomptée, et le rabattement des eaux souterraines du bassin en aval du cours d'eau en question ne représente pas de problèmes importants, son niveau de priorité est faible. A la suite de cet examen, il a été décidé d'examiner l'établissement des installations de recharge artificielle dans les oueds de R'Dat, de Rerhaya, d'Ourika et de Zat. (Figure C.2.6).

Priorité d'Installation et Capacité Estimée des Installations de Recharge Artificielle

| Rivière | Evaluation de la Priorité | |
|------------------------|--|---|
| Rivière Rerhaya | Contribution significative à la récupération de la zone de capture des eaux de puits pour l'alimentation en eau de Marrakech | 2 |
| Rivière d'Ourika | Contribution du secteur de pompage z7 et zone à risque le long de la rivière d'Ourika | 3 |
| Rivière de Zat | Contribution du secteur de pompage z7 et zone à risque le long de la rivière d'Ourika | 4 |
| Rivière de R'Dat | Débit abondant: situé en amont dont contribuant à une large zone. (Toutefois, présence de sédimentation) | 1 |
| Rivière de Chichaoua | Située en aval, sur une zone où la baisse de nappe phréatique ne pose pas de problème. Priorité faible | - |
| Rivière d'Assif El Mal | Sans intérêt du fait que le débit sera très faible après la réalisation du barrage de Taskourt | - |
| Rivière de N'Fis | Sans intérêt du fait que le débit sera très faible après la réalisation du barrage de Wirgane | - |

(4) Estimation du volume de recharge artificielle possible

Sur la base du débit réel sur la période 1991/92 – 2003/04, le volume de recharge escompté a été estimé en ayant recours à la procédure suivante.

- L'estimation a été réalisée sur une base journalière en s'appuyant sur le débit quotidien.
- En ce qui concerne la prise d'eau des séguias, la valeur maximale (capacité de prise d'eau maximale des installations) du total du volume de prise d'eau journalière de chaque séguia a été estimée, la prise d'eau dans les limites journalières a été réalisée, et le débit dépassant ce plafond a été rejeté dans le cours d'eau.
- La capacité de prise d'eau maximale des séguias est identifiée par le volume de prise d'eau réelle de 1991/92 – 2001/02 pour les bassins de chacun des cours d'eau. (Le seuil est fixé de manière à ce que les volumes de prise d'eau cumulés sur 10 ans estimés et réels soient identiques.)

Valeur estimée du volume de prise d'eau maximale des séguias des bassins

| Oued | Valeur estimée du volume de prise d'eau maximale (m ³ /s) |
|---------|--|
| Ourika | 7.6 |
| Zat | 3.4 |
| Rerhaya | 2.0 |
| R'Dat | 6.0 |

- Le résultat après avoir soustrait du débit journalier le volume de prise d'eau journalière des séguias est le débit journalier du lit fluvial, et 25% de celui-ci est supposé être le volume d'infiltration naturelle du lit fluvial.
- A partir du débit réel du lit fluvial duquel a été soustrait le volume d'infiltration naturelle du débit fluvial journalier, le volume de recharge artificielle a été calculé prenant comme hypothèse un

volume de recharge artificielle maximal pour une journée de 1 Mm³.

- Le résultat de l'estimation du volume de recharge artificielle avec les installations du projet est présenté au Tableau C.2.6.

**Volume de recharge escompté avec les installations
de recharge artificielle de chaque oued**

| Oued | Volume de recharge escompté |
|---------|-----------------------------|
| Rerhaya | 2.9Mm ³ /a |
| Ourika | 3.8Mm ³ /a |
| Zat | 5.5Mm ³ /a |
| R'Dat | 2.1Mm ³ /a |

Tableau C.1.1 Liste des Stations du réseau pluviométrique 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 C.1.2 Liste de Stations du réseau hydrologique 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 | |
| IGOZOULEN | IGOZOULEN | 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 C.1.3 Données pluviométriques du bassin du Tensift

| Nom de la station | Abadla | Chichaoua | Ioudjane (Imintanaout) | Sidi Bouothmane | Iguir N'Kouris | Takerkoust | Imine El Hammam | Tahanaout | Aghbalou | Taferiat | Sidi Rahal | Marrakech | Talmest |
|-------------------|--------|-----------|------------------------|-----------------|----------------|------------|-----------------|-----------|----------|----------|------------|-----------|---------|
| Code | N° 008 | N°2601 | N° 4222 | N° 6770 | N° 4299 | N° 8969 | N° 4432 | N° 7512 | N° 6193 | N° 7352 | N° 6976 | N° 5229 | N° 7660 |
| 1970 /71 | 329.6 | 300.6 | 247.0 | 641.8 | 492.3 | 424.0 | 651.6 | 549.9 | 469.7 | 688.9 | 577.6 | 630.3 | 482.8 |
| 1971 /72 | 197.4 | 204.9 | 496.0 | 551.0 | 408.4 | 298.8 | 306.3 | 443.7 | 1053.5 | 548.4 | 466.2 | 212.4 | 318.8 |
| 1972 /73 | 130.8 | 143.9 | 275.0 | 418.2 | 285.9 | 277.6 | 396.3 | 398.9 | 802.0 | 367.0 | 322.3 | 189.2 | 270.3 |
| 1973 /74 | 234.6 | 273.7 | 179.0 | 597.0 | 450.9 | 415.4 | 694.0 | 605.2 | 563.3 | 673.5 | 565.4 | 345.0 | 296.6 |
| 1974 /75 | 89.4 | 112.7 | 499.0 | 291.8 | 98.6 | 223.7 | 328.6 | 369.4 | 921.4 | 279.4 | 252.9 | 150.0 | 163 |
| 1975 /76 | 173.5 | 199.0 | 297.6 | 390.6 | 143.7 | 245.4 | 458.4 | 478.6 | 499.1 | 624.9 | 382.3 | 236.9 | 288.5 |
| 1976 /77 | 121.1 | 114.5 | 122.3 | 293.7 | 218.8 | 219.3 | 359.7 | 221.3 | 583.8 | 496.0 | 270.4 | 123.3 | 248.7 |
| 1977 /78 | 278.2 | 292.6 | 422.1 | 515.5 | 239.3 | 278.1 | 396.5 | 452.5 | 489.0 | 563.1 | 412.1 | 273.2 | 382.3 |
| 1978 /79 | 145.9 | 223.8 | 244.2 | 238.9 | 192.3 | 144.8 | 205.2 | 227.0 | 647.9 | 281.3 | 277.7 | 199.1 | 281.7 |
| 1979 /80 | 196.3 | 201.0 | 304.0 | 428.3 | 231.1 | 251.5 | 471.5 | 401.0 | 334.4 | 558.4 | 449.9 | 224.3 | 262.2 |
| 1980 /81 | 77.2 | 91.4 | 115.5 | 252.5 | 173.8 | 210.3 | 254.4 | 296.7 | 646.5 | 344.8 | 328.4 | 109.8 | 190.7 |
| 1981 /82 | 263.5 | 298.7 | 318.1 | 487.6 | 189.0 | 292.9 | 500.6 | 412.3 | 407.7 | 539.6 | 394.4 | 245.1 | 239.2 |
| 1982 /83 | 88.9 | 78.3 | 145.5 | 180.5 | 114.9 | 105.9 | 239.1 | 221.8 | 567.7 | 208.9 | 176.4 | 78.7 | 173.8 |
| 1983 /84 | 125.2 | 131.4 | 174.7 | 301.8 | 156.5 | 146.7 | 287.5 | 311.6 | 314.9 | 274.3 | 241.4 | 156.8 | 273.6 |
| 1984 /85 | 184.8 | 199.3 | 297.0 | 397.8 | 281.0 | 235.1 | 405.7 | 395.5 | 376.3 | 388.2 | 319.9 | 242.9 | 302.3 |
| 1985 /86 | 129.5 | 164.9 | 205.8 | 332.1 | 122.9 | 191.1 | 202.2 | 327.0 | 551.8 | 360.6 | 349.2 | 238.5 | 178.6 |
| 1986 /87 | 110.7 | 112.1 | 108.2 | 228.6 | 140.2 | 209.5 | 230.3 | 280.1 | 467.5 | 229.5 | 220.6 | 154.6 | 101.4 |
| 1987 /88 | 233.9 | 260.7 | 513.5 | 447.1 | 304.4 | 298.3 | 487.4 | 365.0 | 313.8 | 376.9 | 351.4 | 272.2 | 487.3 |
| 1988 /89 | 244.8 | 249.7 | 614.6 | 508.2 | 443.5 | 323.8 | 485.6 | 544.6 | 596.1 | 497.2 | 437.6 | 273.2 | 385.2 |
| 1989 /90 | 174.3 | 210.3 | 371.4 | 236.5 | 424.4 | 177.3 | 309.2 | 327.8 | 680.9 | 320.0 | 319.6 | 143.7 | 411.1 |
| 1990 /91 | 197.7 | 207.2 | 244.4 | 359.3 | 177.4 | 295.8 | 393.0 | 462.0 | 421.1 | 474.4 | 467.5 | 261.4 | 326.8 |
| 1991 /92 | 98.0 | 105.6 | 401.5 | 358.4 | 339.6 | 196.3 | 397.6 | 360.6 | 617.1 | 291.5 | 247.9 | 141.3 | 149.1 |
| 1992 /93 | 60.0 | 56.8 | 221.2 | 199.5 | 83.7 | 118.8 | 225.9 | 192.2 | 487.2 | 237.6 | 167.7 | 140.9 | 173.5 |
| 1993 /94 | 202.6 | 228.9 | 146.1 | 386.5 | 270.3 | 231.1 | 374.9 | 416.0 | 276.9 | 468.1 | 359.9 | 214.8 | 344 |
| 1994 /95 | 195.4 | 213.8 | 389.4 | 415.3 | 207.9 | 334.7 | 309.8 | 329.6 | 647.8 | 396.4 | 346.3 | 287.1 | 149.7 |
| 1995 /96 | 311.3 | 295.1 | 350.5 | 559.1 | 442.5 | 389.4 | 553.3 | 539.0 | 359.4 | 913.4 | 648.2 | 350.3 | 604.7 |
| 1996 /97 | 296.1 | 294.5 | 390.0 | 394.1 | 290.3 | 462.4 | 522.0 | 469.4 | 725.1 | 420.9 | 429.6 | 337.5 | 514.4 |
| 1997 /98 | 185.9 | 217.1 | 518.1 | 397.9 | 237.1 | 286.7 | 401.8 | 354.8 | 515.2 | 415.9 | 388.5 | 270.0 | 400.7 |
| 1998 /99 | 129.2 | 136.0 | 380.8 | 392.9 | 147.9 | 226.1 | 393.6 | 372.9 | 560.3 | 395.0 | 349.0 | 191.5 | 196.3 |
| 1999 /00 | 148.9 | 159.0 | 355.4 | 327.6 | 256.0 | 187.5 | 319.7 | 280.2 | 552.4 | 308.3 | 265.8 | 158.7 | 212 |
| 2000 /01 | 87.7 | 89.8 | 394.6 | 209.8 | 46.1 | 165.3 | 161.6 | 212.1 | 449.4 | 234.6 | 195.8 | 102.8 | 200.2 |
| 2001 /02 | 134.3 | 139.4 | 229.0 | 291.6 | 168.5 | 217.2 | 379.9 | 296.2 | 379.6 | 299.1 | 241.3 | 181.8 | 263.1 |
| 2002 /03 | 215.8 | 162.6 | 268.6 | 277.4 | 154.9 | 335.5 | 221.1 | 289.7 | 481.9 | 274.4 | 347.3 | 207.4 | 237.6 |
| 2003 /04 | 201.7 | 196.1 | 508.3 | 440.5 | 201.7 | 248.9 | 482.6 | 466.9 | 704.7 | 338.3 | 389.7 | 227.4 | 358.1 |
| 2004 /05 | 97.3 | 99.8 | 231.6 | 241.8 | 189.0 | 122.8 | 261.1 | 212.7 | 324.0 | 215.2 | 197.0 | 107.9 | 173.8 |
| 2005 /06 | 238.1 | 293.7 | 403.9 | 369.2 | 203.6 | 295.6 | 362.4 | 606.7 | 542.6 | 334.6 | 389.8 | 252.8 | 337.6 |

Tableau C.1.4 Evolution du volume annuel des précipitations dans les principales stations d'observation

| Station d'observation | Chichaoua | Takerkoust | Tahanaout | Taferiat | Sidi Rahal | Marrakech |
|--------------------------------|-----------|------------|-----------|----------|------------|-----------|
| Moyenne 1935-1970 (1) | 199 | 282 | 502 | 464 | 400 | 257 |
| Moyenne 1970-2005 | 188 | 252 | 375 | 407 | 349 | 220 |
| <i>Ratio par rapport à (1)</i> | 94% | 89% | 75% | 88% | 87% | 86% |
| Moyenne 1976/77-1985/86 | 180 | 208 | 327 | 402 | 322 | 189 |
| <i>Ratio par rapport à (1)</i> | 96% | 82% | 87% | 99% | 92% | 86% |
| Moyenne 1986/87-1995/96 | 194 | 258 | 382 | 421 | 357 | 224 |
| <i>Ratio par rapport à (1)</i> | 103% | 102% | 102% | 103% | 102% | 102% |
| Moyenne 1996/97-2005/06 | 179 | 255 | 356 | 324 | 319 | 204 |
| <i>Ratio par rapport à (1)</i> | 95% | 101% | 95% | 80% | 92% | 92% |
| Moyenne 1993/94-2003/04 | 194 | 280 | 366 | 406 | 360 | 230 |
| <i>Ratio par rapport à (1)</i> | 103% | 111% | 98% | 100% | 103% | 104% |

Tableau C.1.5 Estimation de la sécheresse dans les précipitations dans les principales stations d'observation

| Station d'observation | Chichaoua | | | Lalla Takerkoust | | | Tahanaout | | |
|-----------------------|-----------|----------|-------|------------------|----------|-------|-----------|----------|-------|
| | *1 | *2 | *3 | *1 | *2 | *3 | *1 | *2 | *3 |
| Année | | | | | | | | | |
| 96 /97 | 295 | >average | > 50% | 462 | >average | > 50% | 469 | >average | > 50% |
| 97 /98 | 217 | >average | > 50% | 287 | >average | > 50% | 355 | 2.6 | 0.4 |
| 98 /99 | 136 | 4.3 | 23% | 226 | 3.1 | 33% | 373 | 2.1 | 49% |
| 99 /00 | 159 | 3.3 | 30% | 188 | 4.5 | 22% | 280 | 4.7 | 21% |
| 00 /01 | 90 | 9.4 | 11% | 165 | 6.0 | 17% | 212 | 11.0 | 9% |
| 01 /02 | 139 | 4.2 | 24% | 217 | 3.4 | 30% | 296 | 4.3 | 23% |
| 02 /03 | 163 | 3.1 | 32% | 336 | >average | > 50% | 290 | 4.5 | 22% |
| 03 /04 | 196 | >average | > 50% | 249 | 2.2 | 45% | 467 | >average | > 50% |
| 04 /05 | 100 | 8.0 | 13% | 123 | 12.5 | 8% | 213 | 10.9 | 9% |
| 05 /06 | 294 | >average | > 50% | 296 | >average | > 50% | 607 | >average | > 50% |
| Moyenne 70/71-05/06 | 188 | | | 252 | | | 375 | | |
| Station d'observation | Taferiat | | | Sidi Rahal | | | Marrakech | | |
| Année | *1 | *2 | *3 | *1 | *2 | *3 | *1 | *2 | *3 |
| 96 /97 | 421 | >average | > 50% | 430 | >average | > 50% | 338 | >average | > 50% |
| 97 /98 | 416 | >average | > 50% | 389 | >average | > 50% | 270 | >average | > 50% |
| 98 /99 | 395 | 2.2 | 45% | 349 | 2.0 | 50% | 192 | 2.8 | 36% |
| 99 /00 | 308 | 4.0 | 25% | 266 | 4.3 | 23% | 159 | 4.4 | 23% |
| 00 /01 | 235 | 6.5 | 16% | 196 | 9.2 | 11% | 103 | 13.3 | 8% |
| 01 /02 | 299 | 4.2 | 24% | 241 | 5.1 | 20% | 182 | 3.3 | 31% |
| 02 /03 | 274 | 4.7 | 21% | 347 | 2.0 | 49% | 207 | 2.1 | 49% |
| 03 /04 | 338 | 3.4 | 0.3 | 390 | >average | > 50% | 227 | >average | > 50% |
| 04 /05 | 215 | 7.7 | 13% | 197 | 9.1 | 11% | 108 | 11.4 | 9% |
| 05 /06 | 335 | 3.4 | 0.3 | 390 | >average | > 50% | 253 | >average | > 50% |
| Moyenne 70/71-05/06 | 407 | | | 349 | | | 220 | | |

Remarque : *1: Volume de précipitations *2: Années de probabilité *3: Probabilité de non dépassement (%)

Tableau C.1.6 Volume moyen des précipitations dans la plaine du Houaz et dans le bassin de Tensift en amont de la rivière Chichaoua

(mm)

| Bassin | Plaine du Haouz | | | Bassin du Tensift en amont de l'oued Chichaoua | | |
|--|--------------------------|--------------------------------|--------------------------|--|--------------------------------|--------------------------|
| Superficie du bassin (km ²) | 6,124 | | | 16,178 | | |
| Type de précipitations | Précipitations annuelles | Précipitations sur 3 ans | Précipitations sur 5 ans | Précipitations annuelles | Précipitations sur 3 ans | Précipitations sur 5 ans |
| 1970 /71 | 493.0 | | | 474.3 | | |
| 1971 /72 | 360.8 | | | 410.3 | | |
| 1972 /73 | 271.6 | 1125.4 | | 298.5 | 1183.1 | |
| 1973 /74 | 410.2 | 1042.6 | | 410.7 | 1119.5 | |
| 1974 /75 | 240.6 | 922.4 | 1776.2 | 277.9 | 987.1 | 1871.7 |
| 1975 /76 | 306.8 | 957.6 | 1590.0 | 313.7 | 1002.3 | 1711.1 |
| 1976 /77 | 214.0 | 761.4 | 1443.2 | 231.6 | 823.2 | 1532.4 |
| 1977 /78 | 362.1 | 882.9 | 1533.7 | 373.8 | 919.2 | 1607.8 |
| 1978 /79 | 225.2 | 801.3 | 1348.7 | 242.5 | 847.9 | 1439.5 |
| 1979 /80 | 308.7 | 896.0 | 1416.8 | 314.3 | 930.6 | 1476.0 |
| 1980 /81 | 193.6 | 727.5 | 1303.6 | 210.1 | 766.9 | 1372.4 |
| 1981 /82 | 341.1 | 843.4 | 1430.7 | 341.9 | 866.4 | 1482.6 |
| 1982 /83 | 139.7 | 674.4 | 1208.3 | 163.7 | 715.7 | 1272.5 |
| 1983 /84 | 193.3 | 674.1 | 1176.4 | 201.0 | 706.6 | 1231.0 |
| 1984 /85 | 279.2 | 612.2 | 1146.9 | 289.5 | 654.2 | 1206.2 |
| 1985 /86 | 248.8 | 721.3 | 1202.1 | 251.4 | 741.9 | 1247.5 |
| 1986 /87 | 180.5 | 708.5 | 1041.5 | 185.9 | 726.8 | 1091.5 |
| 1987 /88 | 330.1 | 759.4 | 1231.9 | 341.2 | 778.5 | 1269.0 |
| 1988 /89 | 377.5 | 888.1 | 1416.0 | 413.9 | 940.9 | 1481.9 |
| 1989 /90 | 241.6 | 949.2 | 1378.5 | 287.7 | 1042.7 | 1480.0 |
| 1990 /91 | 308.5 | 927.6 | 1438.2 | 305.3 | 1006.8 | 1533.9 |
| 1991 /92 | 227.6 | 777.7 | 1485.3 | 267.6 | 860.6 | 1615.6 |
| 1992 /93 | 153.7 | 689.9 | 1309.0 | 168.9 | 741.8 | 1443.4 |
| 1993 /94 | 272.2 | 653.5 | 1203.6 | 273.1 | 709.6 | 1302.5 |
| 1994 /95 | 320.4 | 746.3 | 1282.5 | 327.8 | 769.7 | 1342.6 |
| 1995 /96 | 445.4 | 1038.0 | 1419.3 | 449.1 | 1049.9 | 1486.4 |
| 1996 /97 | 385.7 | 1151.5 | 1577.4 | 392.1 | 1168.9 | 1610.9 |
| 1997 /98 | 323.0 | 1154.1 | 1746.7 | 337.7 | 1178.9 | 1779.7 |
| 1998 /99 | 267.5 | 976.3 | 1742.0 | 284.4 | 1014.2 | 1791.1 |
| 1999 /00 | 233.9 | 824.5 | 1655.5 | 261.7 | 883.9 | 1725.0 |
| 2000 /01 | 174.1 | 675.6 | 1384.3 | 192.6 | 738.7 | 1468.5 |
| 2001 /02 | 217.3 | 625.3 | 1215.9 | 224.2 | 678.5 | 1300.7 |
| 2002 /03 | 260.1 | 651.5 | 1153.0 | 262.6 | 679.4 | 1225.6 |
| 2003 /04 | 317.3 | 794.7 | 1202.7 | 346.2 | 833.1 | 1287.4 |
| 2004 /05 | 160.2 | 737.6 | 1129.0 | 178.3 | 787.1 | 1203.9 |
| 2005 /06 | 323.4 | 800.9 | 1278.3 | 334.8 | 859.3 | 1346.2 |
| Moyennes 70/71-05/06 | 280.8 | | | 295.6 | | |
| Précipitations probables (non dépassement) (Données : 70/71-05/06) | | | | | | |
| 1% | 83.1 | 459.8 | 909.5 | 105.5 | 500.5 | 978.6 |
| 2% | 106.3 | 503.0 | 963.6 | 127.8 | 544.2 | 1033.3 |
| 5% | 141.1 | 567.8 | 1044.7 | 161.2 | 609.9 | 1115.2 |
| 10% | 171.9 | 625.4 | 1116.7 | 190.9 | 668.2 | 1188.0 |
| 20% | 209.3 | 695.2 | 1204.0 | 226.8 | 738.8 | 1276.2 |
| 50% | 280.8 | 828.6 | 1370.8 | 295.6 | 873.9 | 1444.9 |
| Volume de précipitations moyennes dans le bassins pour chaque période de 15 années | | | | | | |
| 1971/72-1985/86 | 273.0 | ? P/P _(70/71-05/06) | -2.8% | 288.7 | ? P/P _(70/71-05/06) | -2.3% |
| 1976/77-1990/91 | 262.9 | ? P/P _(70/71-05/06) | -6.4% | 276.9 | ? P/P _(70/71-05/06) | -6.3% |
| 1981/82-1995/96 | 270.6 | ? P/P _(70/71-05/06) | -3.6% | 284.5 | ? P/P _(70/71-05/06) | -3.7% |
| 1986/87-2000/01 | 282.8 | ? P/P _(70/71-05/06) | 0.7% | 299.3 | ? P/P _(70/71-05/06) | 1.2% |

Tableau C.1.7 Débit des principaux affluents de la rivière Tensift

(Unité : Mm³/an)

| Nom de la oued | Tensift | Tensift | R'Dat | Ourika | Rherhaya | N'Fis | Assif El mal | Chichoua |
|-------------------|---------|---------|------------|----------|-----------|------------------|---------------|----------|
| Nom de la stasion | Talmest | Abadla | Sidi Rahal | Aghbalou | Tahanaout | Lalla Takerkoust | Sidi Bouotone | Chichoua |
| Code | 189/43 | 1675/44 | 44/54 | 2089/53 | 1565/53 | 1935/36- | 1976/53 | 451/52 |
| 1970 -1971 | 873.5 | 810.5 | 264.0 | 328.0 | 93.0 | 386.3 | | |
| 1971 -1972 | 394.2 | 476.2 | 185.1 | 311.6 | 77.3 | 159.4 | | 5.0 |
| 1972 -1973 | 50.5 | 92.4 | 47.0 | 111.6 | 32.2 | 85.8 | | 0.9 |
| 1973 -1974 | 533.0 | 473.0 | 164.0 | 215.4 | 64.3 | 198.3 | | 31.9 |
| 1974 -1975 | 74.4 | 86.1 | 23.4 | 72.5 | 17.1 | 38.3 | | 12.0 |
| 1975 -1976 | 145.7 | 135.3 | 72.5 | 105.0 | 39.7 | 95.0 | | 3.5 |
| 1976 -1977 | 71.0 | 80.7 | 59.9 | 84.5 | 34.7 | 64.2 | | 1.6 |
| 1977 -1978 | 153.9 | 123.9 | 90.8 | 112.9 | 45.4 | 195.0 | | 18.9 |
| 1978 -1979 | 152.0 | 177.2 | 71.9 | 72.8 | 44.2 | 279.8 | | 32.8 |
| 1979 -1980 | 208.5 | 191.7 | 84.5 | 671.7 | 63.1 | 167.0 | | 22.1 |
| 1980 -1981 | 47.6 | 38.8 | 25.7 | 68.7 | 37.2 | 112.5 | | 14.2 |
| 1981 -1982 | 201.8 | 151.4 | 39.4 | 108.2 | 39.1 | 65.1 | | 16.7 |
| 1982 -1983 | 4.8 | 4.4 | 3.4 | 18.8 | 12.7 | 26.1 | | 0.3 |
| 1983 -1984 | 47.3 | 28.4 | 15.6 | 40.1 | 20.2 | 84.4 | | 0.6 |
| 1984 -1985 | 148.5 | 83.6 | 37.5 | 120.5 | 52.3 | 111.8 | - | 12.6 |
| 1985 -1986 | 30.8 | 23.5 | 41.3 | 46.7 | 24.4 | 63.7 | 19.0 | 1.6 |
| 1986 -1987 | 124.9 | 71.3 | 45.4 | 65.3 | 40.4 | 54.6 | 7.8 | 1.9 |
| 1987 -1988 | 466.7 | 287.9 | 98.7 | 133.1 | 71.3 | 491.7 | 92.7 | 115.1 |
| 1988 -1989 | 457.3 | 400.5 | 114.2 | 145.7 | 88.3 | 381.2 | 94.3 | 155.2 |
| 1989 -1990 | 218.5 | 271.2 | 113.8 | 387.9 | 90.2 | 432.2 | 49.8 | 19.2 |
| 1990 -1991 | 291.1 | 246.6 | 90.2 | 482.5 | 61.2 | 129.6 | 14.6 | 12.6 |
| 1991 -1992 | 128.4 | 84.2 | 64.3 | 618.1 | 117.0 | 325.7 | 45.4 | 10.7 |
| 1992 -1993 | 5.2 | 2.8 | 9.1 | 86.4 | 28.2 | 59.7 | 20.9 | 0.3 |
| 1993 -1994 | 196.5 | 128.4 | 106.3 | 287.0 | 64.3 | 182.8 | 50.1 | 6.9 |
| 1994 -1995 | 143.5 | 49.2 | 32.8 | 100.6 | 30.6 | 97.6 | 9.8 | 14.8 |
| 1995 -1996 | 570.8 | 526.7 | 234.0 | 211.9 | 101.5 | 504.5 | 75.7 | 115.1 |
| 1996 -1997 | 267.7 | 180.4 | 72.2 | 86.7 | 27.8 | 262.6 | 46.4 | 84.5 |
| 1997 -1998 | 162.7 | 148.5 | 46.0 | 74.7 | 40.4 | 221.7 | 13.7 | 23.0 |
| 1998 -1999 | 31.4 | 44.8 | 77.6 | 76.3 | 16.6 | 37.5 | 8.9 | 0.3 |
| 1999 -2000 | 181.0 | 58.3 | 44.2 | 102.2 | 34.4 | 186.2 | 50.8 | 36.9 |
| 2000 -2001 | 26.1 | 5.8 | 8.1 | 14.5 | 2.6 | 12.7 | 0.8 | 3.2 |
| 2001 -2002 | 35.3 | 24.5 | 12.6 | 95.6 | 18.1 | 81.9 | 11.3 | 4.7 |
| 2002 -2003 | 106.3 | 59.9 | 27.4 | 65.9 | 14.9 | 88.3 | 11.5 | 4.4 |
| 2003 -2004 | 106.3 | 59.9 | 127.7 | 124.9 | 21.4 | 130.0 | 7.1 | 3.9 |
| 2004 -2005 | | 159.3 | 65.4 | 84.8 | 21.4 | | 7.2 | 0.5 |
| 2005 -2006 | | 14.9 | 72.7 | 65.8 | 21.0 | | 24.2 | |
| min | 4.8 | 2.8 | 3.4 | 14.5 | 2.6 | 12.7 | 0.8 | 0.3 |
| average | 195.8 | 161.2 | 74.7 | 161.1 | 44.7 | 171.0 | 31.5 | 23.2 |
| max | 873.5 | 810.5 | 264.0 | 671.7 | 117.0 | 504.5 | 94.3 | 155.2 |

Source: l'ABHT

Tableau C.1.8 Le débit moyen mensuel et annuel de la rivière de Tensift et ses affluents principaux

| Station | Rivière | Données | Sep | Oct | Nov | Dec | Jan | Feb | Mar | Apr | May | Jun | Jul | Aug | Annual |
|------------------|--------------|---------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|--------|
| Talmest | Tensift | *1 | 1.13 | 12.99 | 15.65 | 18.68 | 21.08 | 19.93 | 31.74 | 36.61 | 24.75 | 5.18 | 0.17 | 0.16 | 188.1 |
| Abadla | Tensift | *2 | 1.10 | 7.03 | 10.56 | 12.24 | 16.82 | 16.52 | 27.91 | 32.77 | 23.08 | 5.08 | 0.47 | 0.48 | 154.1 |
| Sidi Rahal | R'Dat | *2 | 1.06 | 4.14 | 5.76 | 5.48 | 8.68 | 9.16 | 15.58 | 12.31 | 7.98 | 2.12 | 0.66 | 0.74 | 73.7 |
| Aghbalou | Ourika | *2 | 3.87 | 6.12 | 6.43 | 8.63 | 9.53 | 12.09 | 30.42 | 36.73 | 31.15 | 11.70 | 3.13 | 2.89 | 162.7 |
| Tahanaout | Rherhaya | *2 | 0.89 | 2.06 | 2.35 | 2.25 | 2.71 | 3.49 | 5.78 | 7.89 | 8.69 | 4.94 | 1.67 | 1.08 | 43.8 |
| Lalla Takerkoust | N'Fis | *1 | 1.90 | 8.97 | 12.52 | 20.32 | 18.36 | 20.12 | 29.29 | 26.30 | 15.74 | 7.12 | 2.19 | 1.78 | 164.6 |
| Sidi Bouothmane | Assif El Mal | *3 | 0.54 | 3.50 | 1.57 | 3.17 | 2.31 | 3.09 | 5.12 | 5.23 | 2.83 | 1.49 | 0.36 | 0.65 | 29.9 |
| Chichaoua | Chichaoua | *4 | 0.40 | 2.01 | 1.19 | 2.18 | 3.27 | 2.46 | 3.08 | 2.22 | 1.61 | 0.93 | 0.23 | 0.09 | 19.7 |

*1: moyen de 1970/71-2003/04, *2: moyen de 1970/71-2005/06, *3: moyen de 1985/86-2005/06, *4: moyen de 1970/71-2004/05, mais les données de 1989/90 ont été rejetées à cause de leurs particularités

Source : l'ABHT

Tableau C.1.9 Evolution à long terme des températures et des précipitations au Maroc

| Zone climatique | Point représentatif | ? T | | ? P/P | |
|-----------------------|----------------------|-------------|------------|-------------------------------|-----------|
| | | range °C | mean °C | range % | mean % |
| North-West Tanger | Tetouan | 0.6~0.8 | 0.7 | -2.8~-5.4 | -3.3 |
| Oriental Oujda | Bouarfa | 0.6~0.9 | 0.7 | -1.8~-5.5 | -2.3 |
| | | 0.8~1.1 | 0.9 | -7~0 | -4.2 |
| West | Kenitra | 0.6~1 | 0.8 | -7~0.1 | -3.8 |
| Oum er Rbia/Tensift | Marrakech | 0.8~1 | 0.9 | -7~0.1 | -4.3 |
| Middle and High Atlas | Ifrane, Beni Mellal | 0.8~1.1 | 0.9 | -7~0 | -4.3 |
| Tensift Draa | Agadir | 0.8~1.1 | 0.9 | -7~0.1 | -4.3 |
| | | | | -11.7~+2.8 | -10 |
| South-East | Ouarzazate/Errachidj | 0.8~1.1 | 1 | -7.5~0 | -4.3 |
| South | Laayoune/Dakhla | 0.8~1 0.9 | | -11.7~+2.8 | -11 |
| | | | | North: -8 ~-1 South: +1~+4 | |

Source: Bennani et al. 2001

Tableau C.2.1 Ressources en eau de surface dans le bassin de Tensift (1970/71- 2005/06)

Unité : Mm³/an

| Débit entrant dans la plaine du Haouz | N'Fis River at Lalla Takerkoust | R'Dat River at Sidi Rahal | Zat River at Taheriat | Ourika River at Aghbalou | Rherhaya River at Tahanaout | Lahr River at Herrisane | ASSI El Mal River at Sidi Bouzoug | Chichoua River at Chishoua |
|---|---------------------------------|---------------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------------------|-------------------------|-----------------------------------|----------------------------|
| Superficie du bassin récepteur efficace (km ²) | 1,692 | 569 | 516 | 503 | 225 | 65 | 517 | 1,317 |
| 1970 -1971 | 386.3 | 264.0 | 278.5 | 328.0 | 93.0 | | | |
| 1971 -1972 | 159.4 | 185.1 | 229.0 | 311.6 | 77.3 | | | 5.0 |
| 1972 -1973 | 85.8 | 47.0 | 93.7 | 111.6 | 32.2 | | | 0.9 |
| 1973 -1974 | 198.3 | 164.0 | 205.3 | 215.4 | 64.3 | | | 31.9 |
| 1974 -1975 | 38.3 | 23.4 | 53.0 | 72.5 | 17.1 | | | 12.0 |
| 1975 -1976 | 95.0 | 72.5 | 122.7 | 105.0 | 39.7 | | | 3.5 |
| 1976 -1977 | 64.2 | 59.9 | 66.2 | 84.5 | 34.7 | | | 1.6 |
| 1977 -1978 | 195.0 | 90.8 | 96.5 | 112.9 | 45.4 | | | 18.9 |
| 1978 -1979 | 279.8 | 71.9 | 71.9 | 72.8 | 44.2 | | | 32.8 |
| 1979 -1980 | 167.0 | 84.5 | 134.0 | 671.7 | 63.1 | | | 22.1 |
| 1980 -1981 | 112.5 | 25.7 | 76.3 | 68.7 | 37.2 | | | 14.2 |
| 1981 -1982 | 65.1 | 39.4 | 89.9 | 108.2 | 39.1 | | | 16.7 |
| 1982 -1983 | 26.1 | 3.4 | 17.6 | 18.8 | 12.7 | | | 0.3 |
| 1983 -1984 | 84.4 | 15.6 | 49.5 | 40.1 | 20.2 | | | 0.6 |
| 1984 -1985 | 111.8 | 37.5 | 84.2 | 120.5 | 52.3 | | - | 12.6 |
| 1985 -1986 | 63.7 | 41.3 | 65.0 | 46.7 | 24.4 | | 19.0 | 1.6 |
| 1986 -1987 | 54.6 | 45.4 | - | 65.3 | 40.4 | | 7.8 | 1.9 |
| 1987 -1988 | 491.7 | 98.7 | 130.9 | 133.1 | 71.3 | N/A | 92.7 | 115.1 |
| 1988 -1989 | 381.2 | 114.2 | 182.0 | 145.7 | 88.3 | | 94.3 | 155.2 |
| 1989 -1990 | 432.2 | 113.8 | 151.4 | 387.9 | 90.2 | | 49.8 | 19.2 |
| 1990 -1991 | 129.6 | 90.2 | 92.4 | 482.5 | 61.2 | | 14.6 | 12.6 |
| 1991 -1992 | 325.7 | 64.3 | 97.1 | 618.1 | 117.0 | | 45.4 | 10.7 |
| 1992 -1993 | 59.7 | 9.1 | 38.8 | 86.4 | 28.2 | | 20.9 | 0.3 |
| 1993 -1994 | 182.8 | 106.3 | 135.3 | 287.0 | 64.3 | | 50.1 | 6.9 |
| 1994 -1995 | 97.6 | 32.8 | 61.5 | 100.6 | 30.6 | | 9.8 | 14.8 |
| 1995 -1996 | 504.5 | 234.0 | 199.0 | 211.9 | 101.5 | | 75.7 | 115.1 |
| 1996-1997 | 262.6 | 72.2 | 60.9 | 86.7 | 27.8 | | 46.4 | 84.5 |
| 1997-1998 | 221.7 | 46.0 | 108.2 | 74.7 | 40.4 | | 13.7 | 23.0 |
| 1998-1999 | 37.5 | 77.6 | 41.3 | 76.3 | 16.6 | | 8.9 | 0.3 |
| 1999-2000 | 186.2 | 44.2 | 183.2 | 102.2 | 34.4 | | 50.8 | 36.9 |
| 2000-2001 | 12.7 | 8.1 | 20.5 | 14.5 | 2.6 | | 0.8 | 3.2 |
| 2001-2002 | 81.9 | 12.6 | 16.8 | 95.6 | 18.1 | | 11.3 | 4.7 |
| 2002-2003 | 88.3 | 27.4 | 46.4 | 65.9 | 14.9 | | 11.5 | 4.4 |
| 2003-2004 | 130.0 | 127.7 | 79.2 | 124.9 | 21.4 | | 7.1 | 3.9 |
| 2004-2005 | | 65.4 | 41.9 | 84.8 | 21.4 | | 7.2 | 0.5 |
| 2005-2006 | | 72.7 | 11.2 | 65.8 | 21.0 | | 24.2 | |
| Moyenne (sur toute la période) | | | | | | | | |
| Minimale | 12.7 | 3.4 | 11.2 | 14.5 | 2.6 | | 0.8 | 0.3 |
| Moyenne | 171.0 | 74.7 | 98.0 | 161.1 | 44.7 | N/A | 31.5 | 23.2 |
| Maximale | 504.5 | 264.0 | 278.5 | 671.7 | 117.0 | | 94.3 | 155.2 |
| Période de nouvelle évaluation des ressources hydrauliques du bassin du Tensift (1970-2002) | | | | | | | | |
| Minimale | 12.7 | 3.5 | 16.8 | 14.5 | 2.6 | 0.3 | 0.8 | 10.9 |
| Moyenne | 174.8 | 72.8 | 103.9 | 155.8 | 47.8 | 9.9 | 35.9 | 66.8 |
| Maximale | 504.5 | 264.0 | 278.7 | 618.5 | 117.1 | 25.8 | 113.0 | 230.6 |

Source : l'ABHT

Tableau C.2.2 Données d'approvisionnement en ressources en eau au barrage de Lalla Takerkoust (1985/86-2005/06)

Unité : Mm³

| Année | Seguias de l'hyp. Constante | Seguias in N'Fis Left Bank | Seguias in N'Fis Right Bank | Secteur N1-1 (P2) | Secteur N4 (P1) | Portable Water Marrakech (ONEP) | Outflow at Lalla Takerkoust Dam |
|------------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|-------------------|-----------------|---------------------------------|---------------------------------|
| 1985 -1986 | 32.078 | 31.177 | 5.186 | - | - | 1.215 | 69.655 |
| 1986 -1987 | 24.259 | 21.981 | 3.776 | - | - | 0.000 | 50.015 |
| 1987 -1988 | 31.477 | 156.804 | 32.077 | - | - | 0.856 | 221.214 |
| 1988 -1989 | 35.849 | 146.105 | 24.582 | - | - | 0.000 | 206.536 |
| 1989 -1990 | 22.761 | 162.769 | 31.337 | 7.109 | - | 0.477 | 224.453 |
| 1990 -1991 | 14.577 | 65.056 | 12.115 | 14.978 | - | 0.322 | 107.048 |
| 1991 -1992 | 13.134 | 122.510 | 23.299 | 17.092 | - | 0.026 | 176.062 |
| 1992 -1993 | 17.016 | 27.611 | 0.778 | 19.866 | - | 0.095 | 65.365 |
| 1993 -1994 | 16.469 | 83.100 | 11.953 | 14.593 | - | 0.000 | 126.115 |
| 1994 -1995 | 12.292 | 39.890 | 0.898 | 24.981 | - | 0.000 | 78.061 |
| 1995 -1996 | 12.885 | 151.534 | 26.581 | 18.228 | - | 0.000 | 209.228 |
| 1996 -1997 | 12.856 | 117.217 | 13.292 | 16.479 | - | 0.000 | 159.845 |
| 1997 -1998 | 13.050 | 74.138 | 10.913 | 22.725 | - | 0.040 | 120.865 |
| 1998 -1999 | 10.081 | 18.133 | 0.000 | 22.365 | - | 0.500 | 51.078 |
| 1999 -2000 | 12.653 | 36.762 | 6.973 | 19.995 | 0.959 | 4.519 | 81.861 |
| 2000 -2001 | 7.176 | 3.559 | 0.000 | 11.048 | 0.508 | 0.822 | 23.113 |
| 2001 -2002 | 4.959 | 13.256 | 0.726 | 7.360 | 2.739 | 4.354 | 33.393 |
| 2002 -2003 | 8.893 | 27.125 | 6.155 | 13.578 | 9.468 | 3.243 | 68.462 |
| 2003 -2004 | 9.057 | 21.181 | 5.651 | 14.302 | 11.542 | 2.726 | 64.460 |
| 2004 -2005 | 9.253 | 21.080 | 2.467 | 15.751 | 11.805 | 4.118 | 64.476 |
| 2005 -2006 | 8.400 | 19.462 | 3.415 | 12.860 | 10.413 | 6.406 | 60.955 |

Source : l'ABHT

Tableau C.2.3 Données d'approvisionnement en ressources en eau dans le canal de Rocate (1988/89-2005/06)

| Année | Utilisation à l'intérieur du bassin du Lakhdar | | | | | |
|------------|--|---------------------|--------------------------------------|--|--------------------------------|------------|
| | PMH Lakhdar | Seguia Tagharghourt | B1 Canal - Upper Tessaout (Yagoubia) | B2 Canal - Upper Tessaout (Sud El Kelaa) | Portable Water El Kelaa (ONEP) | Sous-total |
| 1988 -1989 | - | 4.100 | - | - | - | 4.100 |
| 1989 -1990 | - | 4.066 | 2.644 | - | - | 6.710 |
| 1990 -1991 | - | 3.954 | 8.976 | 0.861 | - | 13.790 |
| 1991 -1992 | - | 4.111 | 9.487 | 0.000 | - | 13.598 |
| 1992 -1993 | - | 2.893 | 6.537 | 0.000 | - | 9.430 |
| 1993 -1994 | - | 2.863 | 7.956 | 0.000 | - | 10.819 |
| 1994 -1995 | - | 3.327 | 6.905 | 8.205 | - | 18.437 |
| 1995 -1996 | - | 2.607 | 8.680 | 4.782 | - | 16.069 |
| 1996-1997 | - | 4.100 | 1.352 | 9.461 | 1.892 | 16.805 |
| 1997-1998 | - | 4.066 | 16.506 | 11.095 | 1.892 | 33.560 |
| 1998-1999 | - | 3.163 | 15.815 | 10.846 | 1.734 | 31.558 |
| 1999-2000 | - | 2.830 | 15.263 | 3.079 | 1.581 | 22.753 |
| 2000-2001 | - | 1.170 | 7.584 | 1.536 | 1.852 | 12.142 |
| 2001-2002 | - | 0.817 | 5.644 | 1.027 | 2.012 | 9.500 |
| 2002-2003 | - | 1.057 | 11.282 | 2.511 | 2.682 | 17.532 |
| 2003-2004 | - | 1.674 | 13.363 | 0.829 | 2.405 | 18.271 |
| 2004-2005 | 3.885 | 2.348 | 19.335 | 8.825 | 2.472 | 36.865 |
| 2005-2006 | 5.072 | 1.430 | 19.717 | 7.113 | 2.519 | 35.851 |

| Année | Utilisation après l'adduction d'eau brute vers le bassin de Tenshiff | | | | | |
|------------|--|---------------------------------|-------------|--------------------------------------|--------------------------|------------|
| | Central Haouz Sectors | Portable Water Marrakech (ONEP) | Golf Course | Lower N'Fis River Right Bank Sectors | Seguia Targua & Aslejour | Sous-total |
| 1988 -1989 | - | 19.577 | 1.892 | 0.000 | - | 21.469 |
| 1989 -1990 | - | 21.408 | 1.877 | 0.000 | 19.787 | 43.073 |
| 1990 -1991 | - | 22.654 | 1.892 | 29.890 | 19.919 | 74.354 |
| 1991 -1992 | - | 24.814 | 1.897 | 84.407 | 12.693 | 123.812 |
| 1992 -1993 | - | 24.752 | 1.851 | 78.381 | 5.791 | 110.775 |
| 1993 -1994 | - | 28.984 | 1.751 | 74.780 | 6.562 | 112.077 |
| 1994 -1995 | - | 29.630 | 1.892 | 76.812 | 7.232 | 115.565 |
| 1995 -1996 | - | 31.197 | 1.897 | 58.381 | 6.679 | 98.153 |
| 1996-1997 | - | 34.586 | 1.892 | 62.907 | 6.936 | 106.322 |
| 1997-1998 | 4.631 | 32.281 | 1.871 | 68.540 | 8.482 | 115.806 |
| 1998-1999 | 15.928 | 30.512 | 1.892 | 60.487 | 7.090 | 115.910 |
| 1999-2000 | 35.533 | 32.373 | 1.887 | 49.238 | 7.328 | 126.360 |
| 2000-2001 | 19.326 | 30.516 | 1.262 | 19.373 | 4.056 | 74.533 |
| 2001-2002 | 7.831 | 29.774 | 1.026 | 15.326 | 2.727 | 56.685 |
| 2002-2003 | 20.377 | 37.243 | 1.291 | 18.756 | 4.411 | 82.078 |
| 2003-2004 | 27.493 | 38.916 | 1.158 | 37.041 | 4.007 | 108.614 |
| 2004-2005 | 33.455 | 43.551 | 1.233 | 59.927 | 4.675 | 142.840 |
| 2005-2006 | 26.242 | 46.182 | 1.258 | 52.897 | 3.661 | 130.239 |

| Année | Perte d'adduction | Total | Volume de la décharge du barrage Sidi |
|------------|-------------------|---------|---------------------------------------|
| 1988 -1989 | 14.618 | 25.569 | 40.188 |
| 1989 -1990 | 31.226 | 49.782 | 81.008 |
| 1990 -1991 | 8.785 | 88.144 | 96.929 |
| 1991 -1992 | 22.982 | 137.409 | 160.391 |
| 1992 -1993 | 4.468 | 120.205 | 124.673 |
| 1993 -1994 | 11.755 | 122.896 | 134.651 |
| 1994 -1995 | 10.653 | 134.002 | 144.656 |
| 1995 -1996 | 15.701 | 114.222 | 129.923 |
| 1996-1997 | 43.144 | 123.126 | 166.271 |
| 1997-1998 | 42.473 | 149.366 | 191.840 |
| 1998-1999 | 39.367 | 147.468 | 186.835 |
| 1999-2000 | 37.403 | 149.113 | 186.516 |
| 2000-2001 | 14.087 | 86.675 | 100.762 |
| 2001-2002 | 11.452 | 66.184 | 77.636 |
| 2002-2003 | 7.148 | 99.610 | 106.758 |
| 2003-2004 | 4.190 | 126.885 | 131.075 |
| 2004-2005 | 0.515 | 179.705 | 180.220 |
| 2005-2006 | 6.554 | 167.970 | 172.644 |

Source : ABHT

Tableau C.2.4 Données de prise d'eau fluviale par le biais des séguias (1985/86-2000/01)

Unité : Mm³

| | Petit bassin | | | |
|---|-----------------|---------------|--------------------|-------------------|
| | Bassin du R'Dat | Bassin du Zat | Bassin de l'Ourika | Bassin du Rheraya |
| Superficie du bassin récepteur (km ²) | 569 | 516 | 503 | 225 |
| Nombre de séguias | 20 | 30 | 24 | 11 |
| 1985 -1986 | 34.55 | 40.56 | 64.95 | 20.72 |
| 1986 -1987 | 17.39 | 43.19 | 51.67 | 23.66 |
| 1987 -1988 | 31.20 | 87.93 | 101.30 | 31.71 |
| 1988 -1989 | 29.95 | 85.28 | 132.66 | 36.10 |
| 1989 -1990 | 39.74 | 62.84 | 130.81 | 24.08 |
| 1990 -1991 | 36.48 | 36.01 | 95.81 | 36.22 |
| 1991 -1992 | 39.39 | 64.73 | 124.21 | 48.01 |
| 1992 -1993 | 34.81 | 41.45 | 80.57 | 18.35 |
| 1993 -1994 | 64.46 | 84.16 | 119.49 | 34.24 |
| 1994 -1995 | 42.05 | 37.96 | 72.66 | 17.49 |
| 1995 -1996 | 52.60 | 54.07 | 110.12 | 37.77 |
| 1996 -1997 | 61.53 | 36.91 | 79.83 | 24.30 |
| 1997 -1998 | 62.65 | 38.41 | 88.12 | 24.49 |
| 1998 -1999 | 77.69 | 33.23 | 66.82 | 17.59 |
| 1999 -2000 | 22.59 | 38.82 | 65.26 | 20.19 |
| 2000 -2001 | 36.52 | 11.67 | - | 2.85 |
| Volume moyen de prise d'eau (1) | 44.8 | 49.5 | 93.1 | 26.0 |
| Volume moyen de drainage (2) | 71.2 | 99.0 | 177.4 | 93.1 |
| Ratio (1)/(2) | 62.9% | 50.0% | 52.5% | 51.7% |
| Moyenne | 54.3% | | | |

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

Tableau C.2.5 Estimation du volume d'eau utilisable par le biais des séguias

| Petit bassin | Superficie du bassin récepteur efficace (km ²) | Débit fluvial* (Mm ³) | Taux de prise d'eau | Volume d'eau utilisable (Mm ³) |
|--------------|--|-----------------------------------|---------------------|--|
| R'dat | 569 | 71 | 62.9% | 45 |
| Zat | 516 | 99 | 50.0% | 49 |
| Ourika | 503 | 177 | 52.5% | 93 |
| Rheraya | 225 | 50 | 51.7% | 26 |
| El Mal | 517 | 36 | 54.3%** | 20 |
| Chichaoua | 1,317 | 36 | | 19 |
| Total | 5,404 | 470 | 54.3% | 252 |

Remarks: Seguia systems in N'Fis river is counted in the table of Dam supply.

*: Design annual discharge of rivers are estimated as average of 1985-2001.

** : Estimation from sub-basins other than El Mal and Chichoua.

Tableau C.2.6 Estimation du volume de recharge escompté par les installations de recharge artificielle des eaux souterraines (1/2)

Unité : Mm³

| Nom de l'oued | Débit sortant | Volume de prise d'eau par le biais des séguis | Débit fluvial | Volume d'infiltration naturelle du lit fluvial | Volume de recouvrement | Volume de recharge artificielle avec les installations | Nombre de jours de recharge |
|---------------|---------------|---|---------------|--|------------------------|--|-----------------------------|
| Ourika | 150.0 | 80.8 | 69.2 | 17.3 | 51.9 | 3.8 | 47 |
| Zat | 83.7 | 41.7 | 42.0 | 10.5 | 31.5 | 5.5 | 74 |
| Rerhaya | 39.9 | 22.7 | 17.2 | 4.3 | 12.9 | 2.9 | 52 |
| R'Dat | 66.4 | 39.3 | 27.1 | 6.8 | 20.3 | 2.1 | 27 |
| Sum | 340.1 | 184.6 | 155.5 | 38.9 | 116.6 | 14.3 | |

OURIKA 1991/92-2003/04

Unité : Mm³

| Nom de l'oued | Débit sortant | Volume de prise d'eau par le biais des séguis | Débit fluvial | Volume d'infiltration naturelle du lit fluvial | Volume de recouvrement | Volume de recharge artificielle avec les installations | Nombre de jours de recharge |
|---------------------|------------------|---|--------------------------|--|-------------------------|--|-----------------------------|
| Average 91/92-03/04 | 149.97 100.0% | 80.81 53.9% | 69.16 46.1% 100.0% | 17.29 11.5% 25.0% | 51.87 34.6% 75.0% | 3.81 2.5% 5.5% | 47 |
| 1991/92 | 621.01 | 143.57 | 477.45 | 119.36 | 358.09 | 12.18 | 145 |
| 1992/93 | 86.44 | 64.88 | 21.57 | 5.39 | 16.18 | 2.77 | 33 |
| 1993/94 | 287.04 | 134.33 | 152.71 | 38.18 | 114.53 | 10.53 | 123 |
| 1994/95 | 100.75 | 68.58 | 32.17 | 8.04 | 24.13 | 3.57 | 44 |
| 1995/96 | 212.45 | 126.89 | 85.56 | 21.39 | 64.17 | 8.61 | 104 |
| 1996/97 | 86.86 | 67.13 | 19.73 | 4.93 | 14.80 | 2.42 | 34 |
| 1997/98 | 74.81 | 73.51 | 1.30 | 0.33 | 0.98 | 0.28 | 4 |
| 1998/99 | 76.41 | 69.02 | 7.39 | 1.85 | 5.54 | 2.26 | 32 |
| 1999/00 | 102.46 | 52.46 | 49.99 | 12.50 | 37.50 | 1.24 | 15 |
| 2000/01 | 14.55 | 14.34 | 0.21 | 0.05 | 0.15 | 0.09 | 1 |
| 2001/02 | 95.53 | 52.57 | 42.96 | 10.74 | 32.22 | 3.38 | 41 |
| 2002/03 | 65.99 | 65.71 | 0.28 | 0.07 | 0.21 | 0.10 | 2 |
| 2003/04 | 125.33 | 117.57 | 7.75 | 1.94 | 5.81 | 2.10 | 35 |

ZAT 1991/92-2003/04

Unité : Mm³

| Nom de l'oued | Débit sortant | Volume de prise d'eau par le biais des séguis | Débit fluvial | Volume d'infiltration naturelle du lit fluvial | Volume de recouvrement | Volume de recharge artificielle avec les installations | Nombre de jours de recharge |
|---------------------|-----------------|---|--------------------------|--|-------------------------|--|-----------------------------|
| Average 91/92-03/04 | 83.74 100.0% | 41.70 49.8% | 42.04 50.2% 100.0% | 10.51 12.6% 25.0% | 31.53 37.7% 75.0% | 5.50 6.6% 13.1% | 74 |
| 1991/92 | 97.46 | 52.63 | 44.83 | 11.21 | 33.62 | 7.82 | 102 |
| 1992/93 | 38.74 | 33.91 | 4.83 | 1.21 | 3.63 | 1.66 | 27 |
| 1993/94 | 135.14 | 63.87 | 71.27 | 17.82 | 53.45 | 10.63 | 140 |
| 1994/95 | 61.47 | 36.31 | 25.16 | 6.29 | 18.87 | 4.50 | 57 |
| 1995/96 | 199.56 | 69.34 | 130.21 | 32.55 | 97.66 | 15.91 | 201 |
| 1996/97 | 60.91 | 40.85 | 20.06 | 5.01 | 15.04 | 4.94 | 61 |
| 1997/98 | 108.26 | 68.77 | 39.49 | 9.87 | 29.62 | 8.82 | 124 |
| 1998/99 | 41.21 | 36.67 | 4.54 | 1.14 | 3.41 | 2.12 | 35 |
| 1999/00 | 183.64 | 28.86 | 154.79 | 38.70 | 116.09 | 3.12 | 43 |
| 2000/01 | 19.66 | 10.21 | 9.46 | 2.36 | 7.09 | 0.78 | 11 |
| 2001/02 | 16.75 | 12.77 | 3.98 | 1.00 | 2.99 | 1.25 | 18 |
| 2002/03 | 46.32 | 36.33 | 9.99 | 2.50 | 7.49 | 3.12 | 44 |
| 2003/04 | 79.45 | 51.55 | 27.90 | 6.97 | 20.92 | 6.89 | 96 |

Tableau C.2.6 Estimation du volume de recharge escompté par les installations de recharge artificielle des eaux souterraines (2/2)

RERHAYA 1991/92-2003/04

Unité : Mm³

| Nom de l'oued | Débit sortant | Volume de prise d'eau par le biais des séguis | Débit fluvial | Volume d'infiltration naturelle du lit fluvial | Volume de recouvrement | Volume de recharge artificielle avec les installations | Nombre de jours de recharge |
|---------------------|-----------------|---|--------------------------|--|-------------------------|--|-----------------------------|
| Average 91/92-03/04 | 39.90 100.0% | 22.73 57.0% | 17.17 43.0% 100.0% | 4.29 10.8% 25.0% | 12.88 32.3% 75.0% | 2.88 7.2% 16.8% | 52 |
| 1991/92 | 117.39 | 30.13 | 87.26 | 21.81 | 65.44 | 7.67 | 100 |
| 1992/93 | 28.24 | 26.42 | 1.81 | 0.45 | 1.36 | 1.36 | 52 |
| 1993/94 | 64.45 | 30.35 | 34.10 | 8.53 | 25.58 | 8.22 | 110 |
| 1994/95 | 30.57 | 19.63 | 10.94 | 2.73 | 8.20 | 3.24 | 55 |
| 1995/96 | 101.96 | 40.37 | 61.59 | 15.40 | 46.19 | 9.49 | 148 |
| 1996/97 | 27.81 | 24.19 | 3.62 | 0.90 | 2.71 | 2.35 | 60 |
| 1997/98 | 40.24 | 38.04 | 2.20 | 0.55 | 1.65 | 1.28 | 67 |
| 1998/99 | 16.55 | 15.60 | 0.94 | 0.24 | 0.71 | 0.61 | 15 |
| 1999/00 | 34.48 | 17.95 | 16.53 | 4.13 | 12.40 | 0.69 | 8 |
| 2000/01 | 2.60 | 2.60 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0 |
| 2001/02 | 18.10 | 14.01 | 4.09 | 1.02 | 3.06 | 2.41 | 58 |
| 2002/03 | 14.93 | 14.93 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0 |
| 2003/04 | 21.41 | 21.27 | 0.14 | 0.04 | 0.11 | 0.11 | 6 |

R'DAT 1991/92-2003/04

Unité : Mm³

| Nom de l'oued | Débit sortant | Volume de prise d'eau par le biais des séguis | Débit fluvial | Volume d'infiltration naturelle du lit fluvial | Volume de recouvrement | Volume de recharge artificielle avec les installations | Nombre de jours de recharge |
|---------------------|-----------------|---|--------------------------|--|-------------------------|--|-----------------------------|
| Average 91/92-03/04 | 66.44 100.0% | 39.33 59.2% | 27.11 40.8% 100.0% | 6.78 10.2% 25.0% | 20.33 30.6% 75.0% | 2.08 3.1% 7.7% | 27 |
| 1991/92 | 64.56 | 33.69 | 30.87 | 7.72 | 23.15 | 2.35 | 28 |
| 1992/93 | 9.16 | 8.30 | 0.86 | 0.21 | 0.64 | 0.26 | 4 |
| 1993/94 | 106.40 | 61.39 | 45.01 | 11.25 | 33.76 | 6.05 | 73 |
| 1994/95 | 32.85 | 22.19 | 10.67 | 2.67 | 8.00 | 1.14 | 15 |
| 1995/96 | 234.53 | 76.71 | 157.82 | 39.46 | 118.37 | 6.94 | 89 |
| 1996/97 | 72.13 | 44.94 | 27.20 | 6.80 | 20.40 | 2.42 | 33 |
| 1997/98 | 45.96 | 22.26 | 23.70 | 5.92 | 17.77 | 1.64 | 19 |
| 1998/99 | 77.48 | 72.62 | 4.86 | 1.22 | 3.65 | 1.24 | 18 |
| 1999/00 | 44.58 | 38.67 | 5.92 | 1.48 | 4.44 | 0.43 | 6 |
| 2000/01 | 8.08 | 7.71 | 0.37 | 0.09 | 0.28 | 0.11 | 2 |
| 2001/02 | 12.62 | 12.23 | 0.38 | 0.10 | 0.29 | 0.26 | 4 |
| 2002/03 | 27.42 | 24.94 | 2.47 | 0.62 | 1.85 | 0.26 | 4 |
| 2003/04 | 127.97 | 85.66 | 42.31 | 10.58 | 31.73 | 3.98 | 54 |

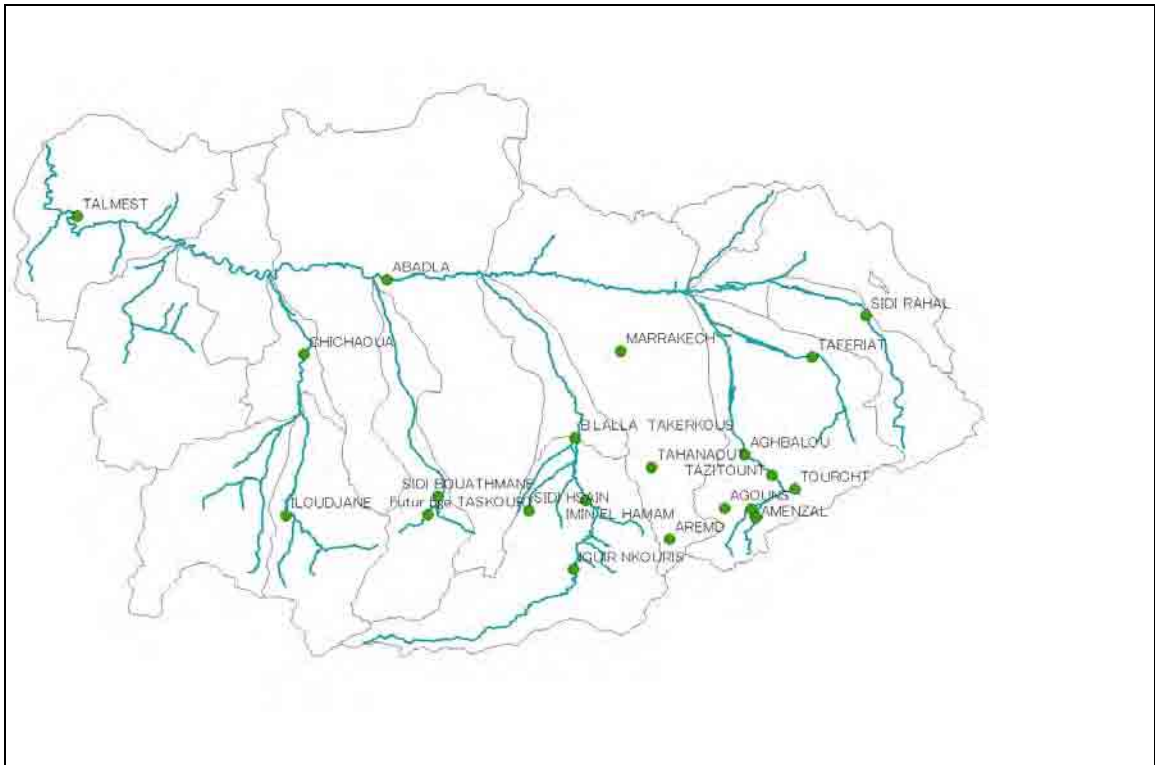


Fig. C.1.1 Réseau d'observation pluviométrique de l'ABHT

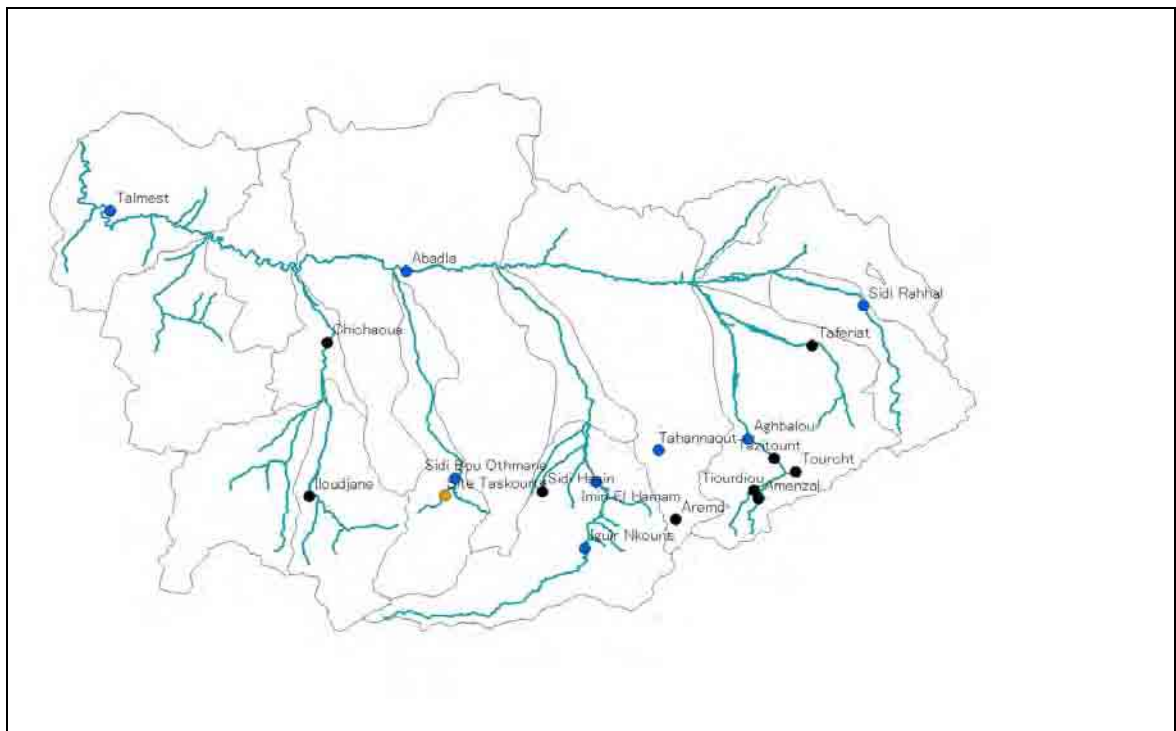
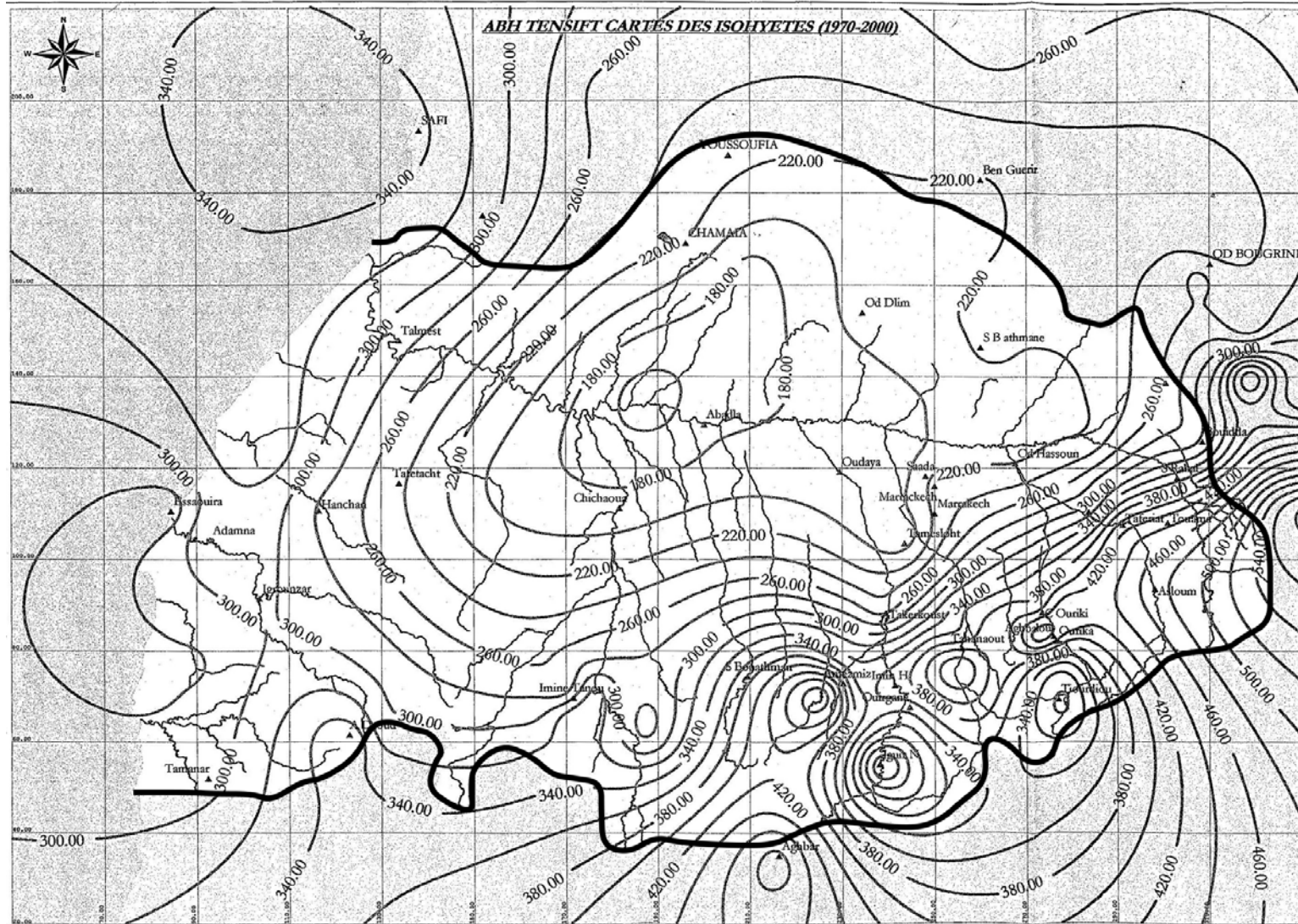


Fig. C.1.2 Réseau d'observation des débits de l'ABHT



Source : Etude d'Actualisation des Ressources en Eau de Surface de la Zone d'Action l'Agence du Bassin, ABHT
Figure C.1.3 Carte isohyète du bassin du Tensift (en moyenne entre 1970-2000)

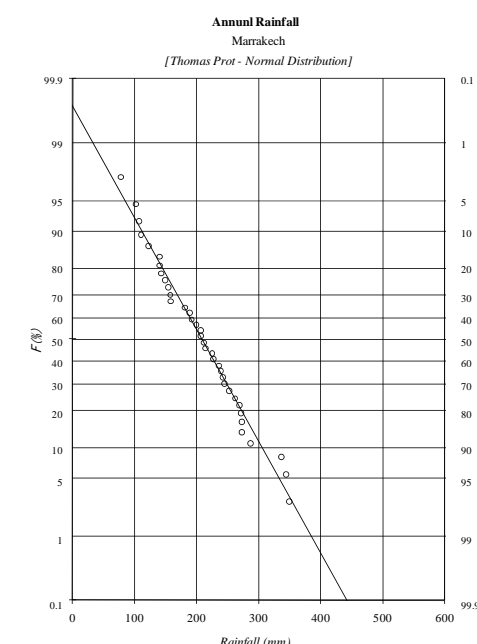
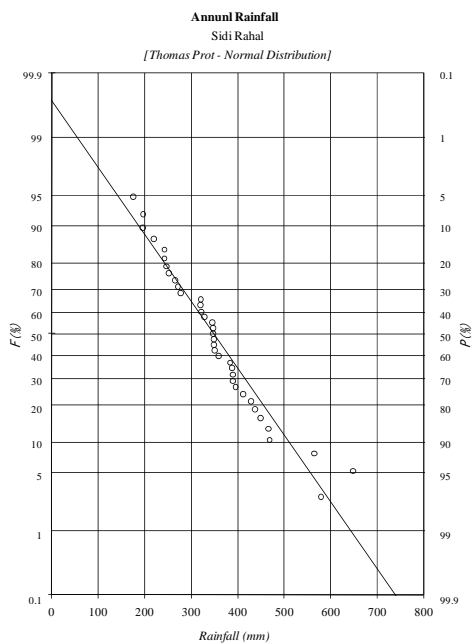
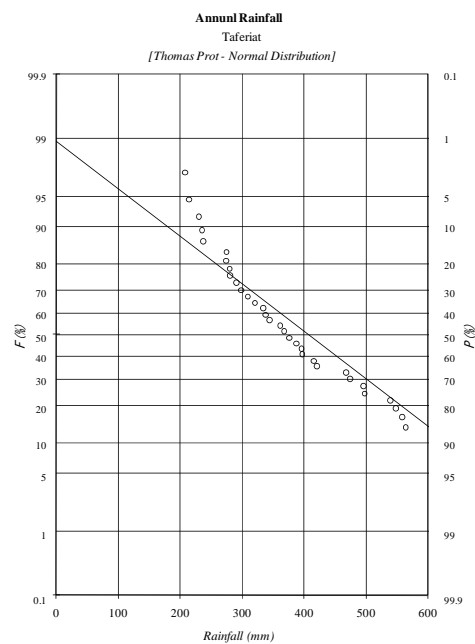
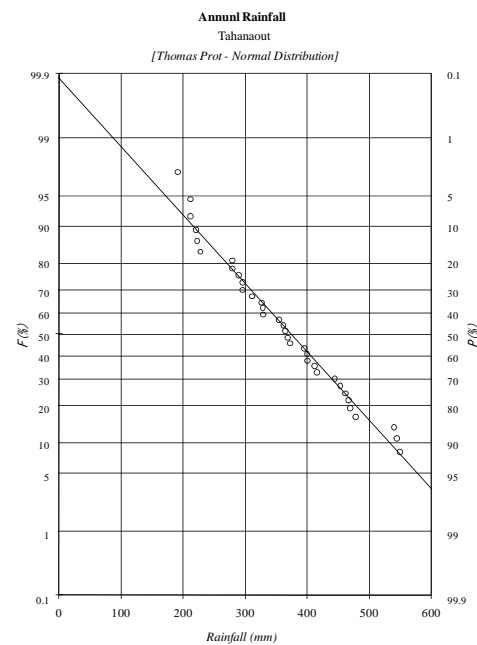
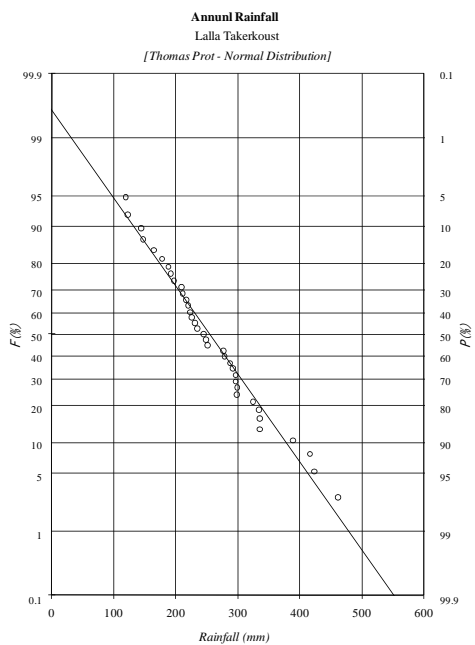
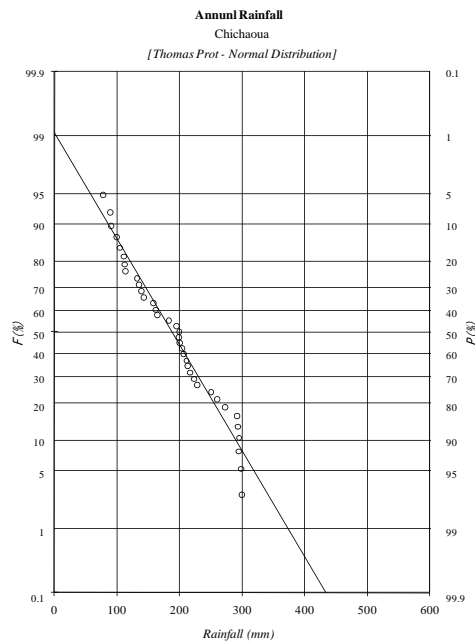


Fig. C.14 Précipitations d'un taux de probabilité de non dépassement aux principales stations d'observation

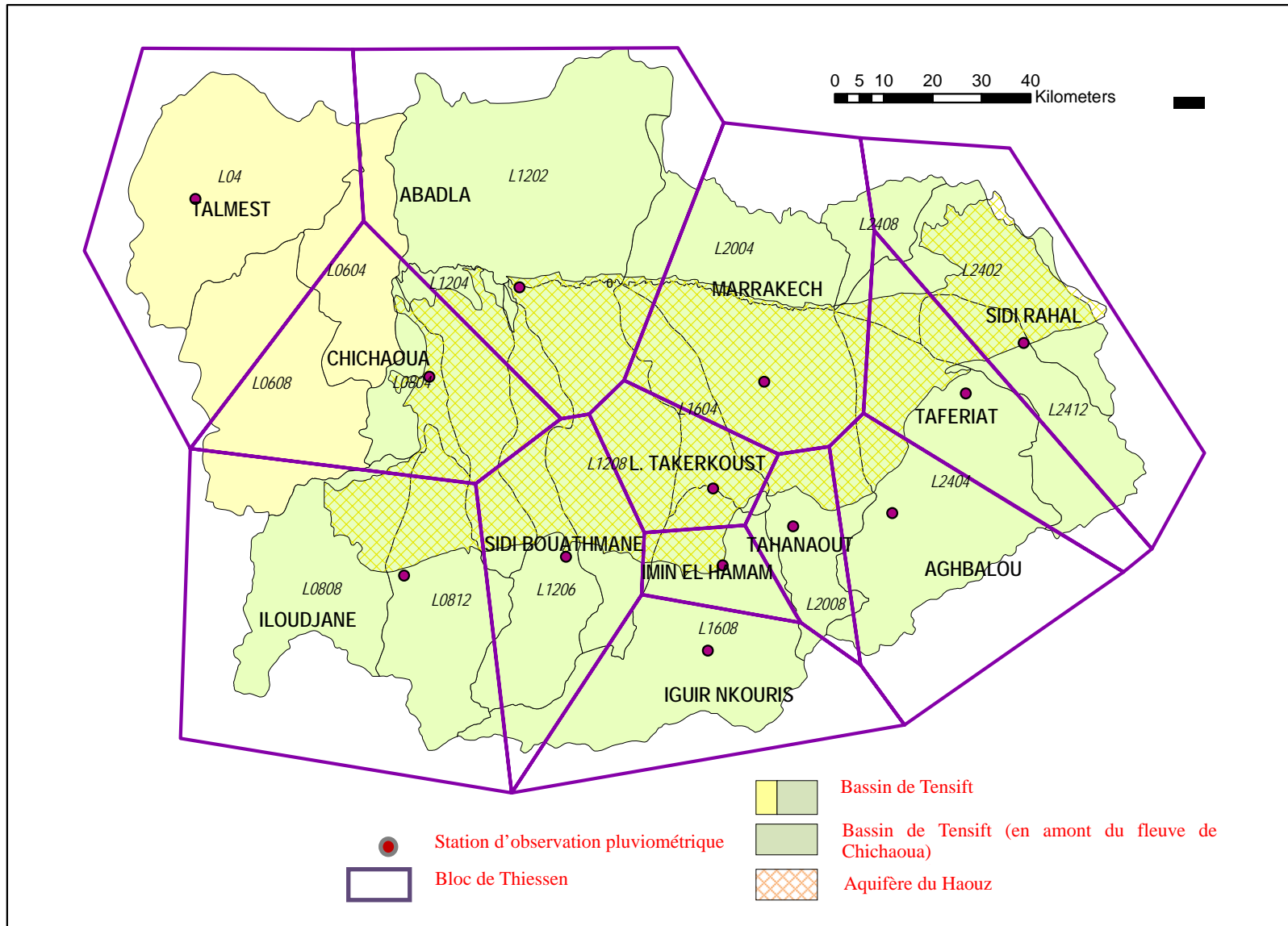


Fig. C.1.5 Stations d'observation pluviométrique et segmentation de Thiessen

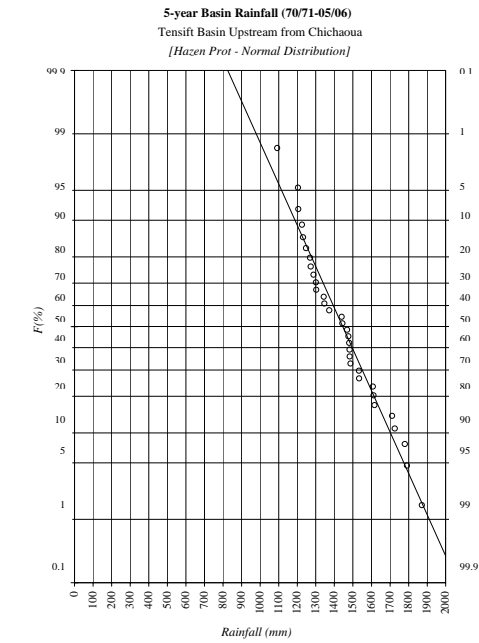
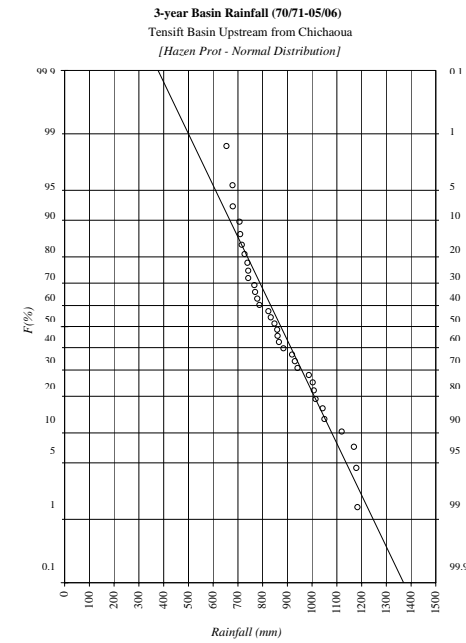
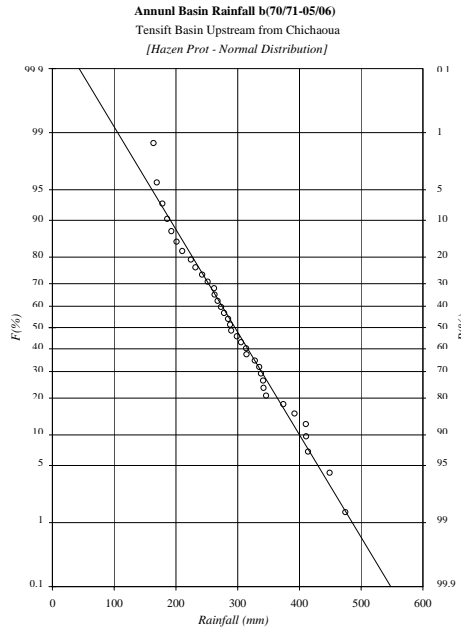
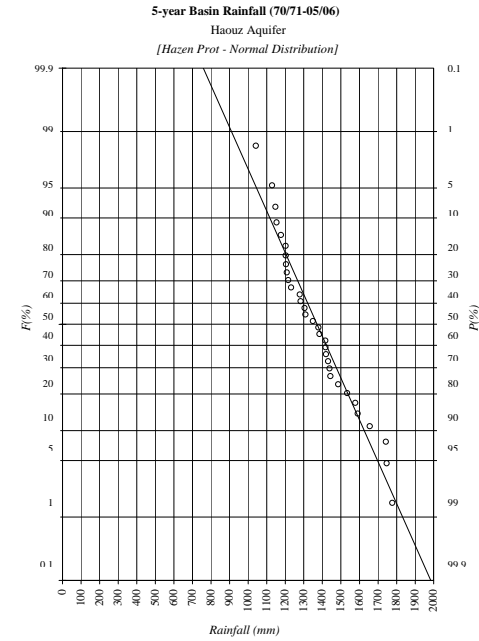
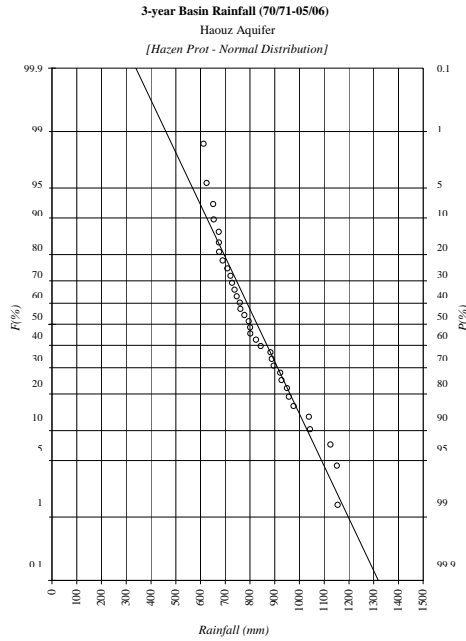
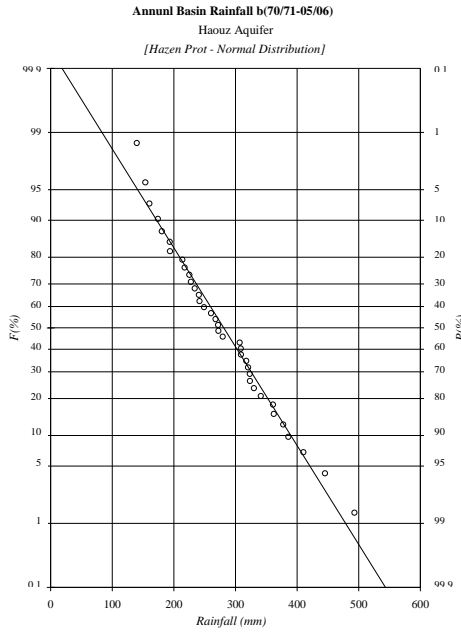
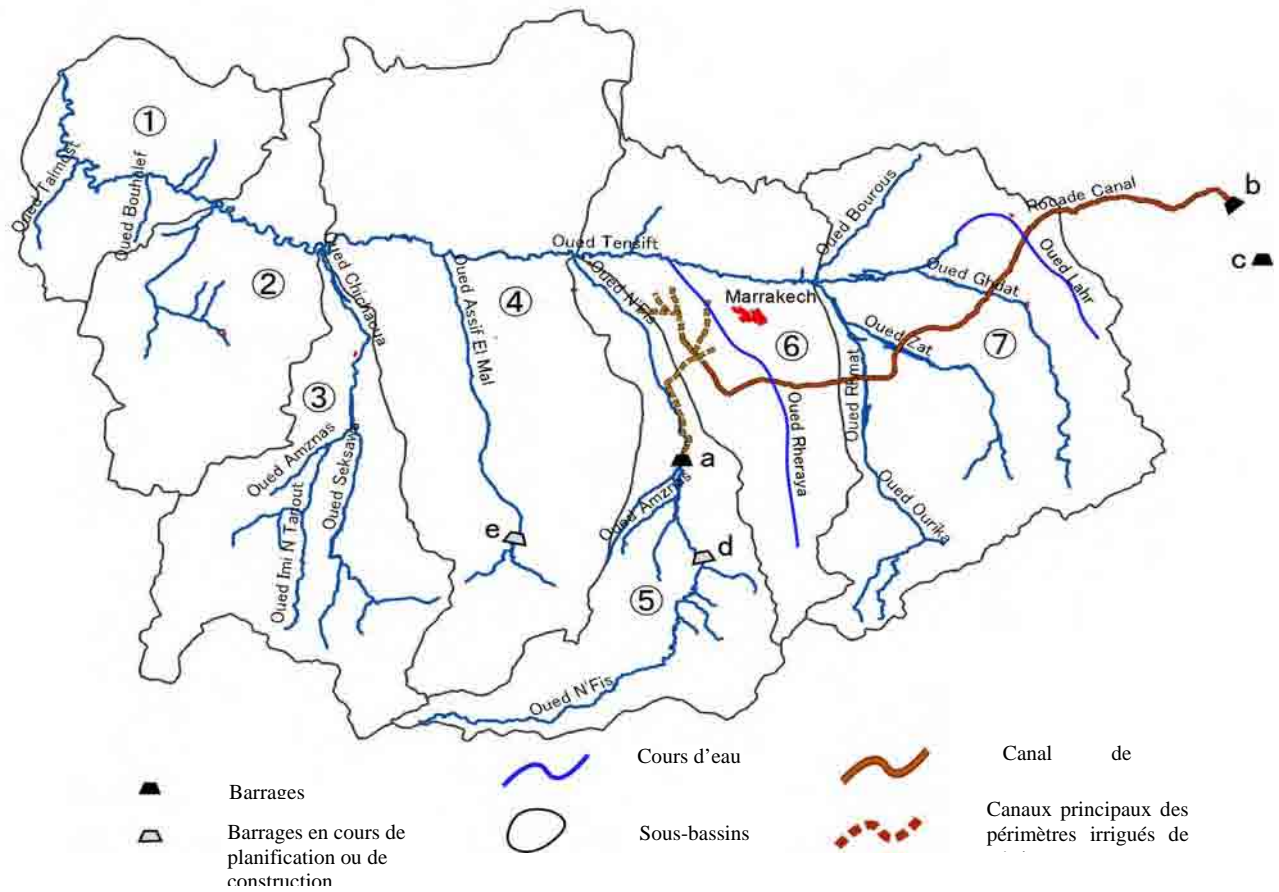


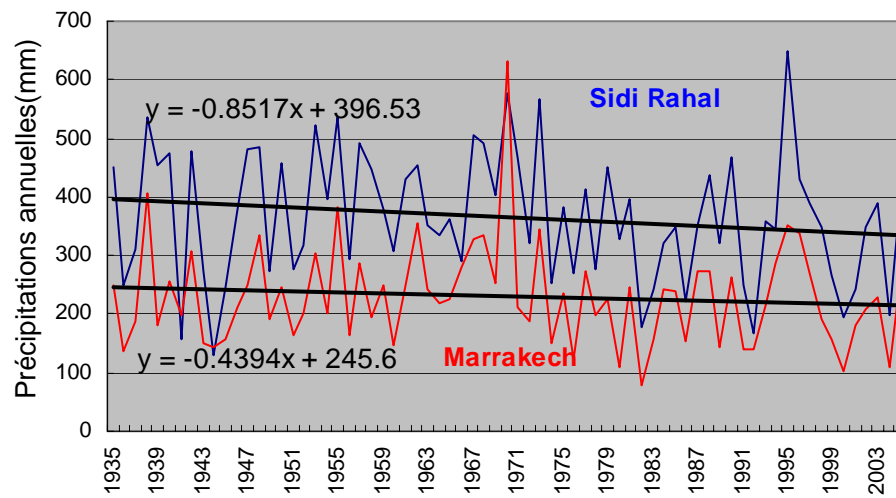
Fig. C.1.6 Précipitations d'un taux de probabilité de non dépassement dans les bassins



| Sous-bassins | | Site de Barrages | |
|--------------|---------------------------|------------------|-----------------------------|
| ① | Aval de Tiroula | a | Barrage de Lalla Takerkoust |
| ② | Entre Tiroul et Chichaoua | b | Barrage de Sidi Driss |
| ③ | Bassin de Chichaoua | c | Barrage de Moulay Hassan I |
| ④ | Entre Chichaoua et N'fis | d | Barrage de Wirgane |
| ⑤ | Bassin de N'fis | e | Barrage de Taskourt |
| ⑥ | Entre N'fis et Rhmat | | |
| ⑦ | Amont de Rhmat | | |

Source : ABHT

Figure C.1.7 Réseau Hydrographique du Bassin de Tensift



Source : l'ABHT

Figure C.1.8 Evolution des précipitations annuelles dans la zone de l'étude

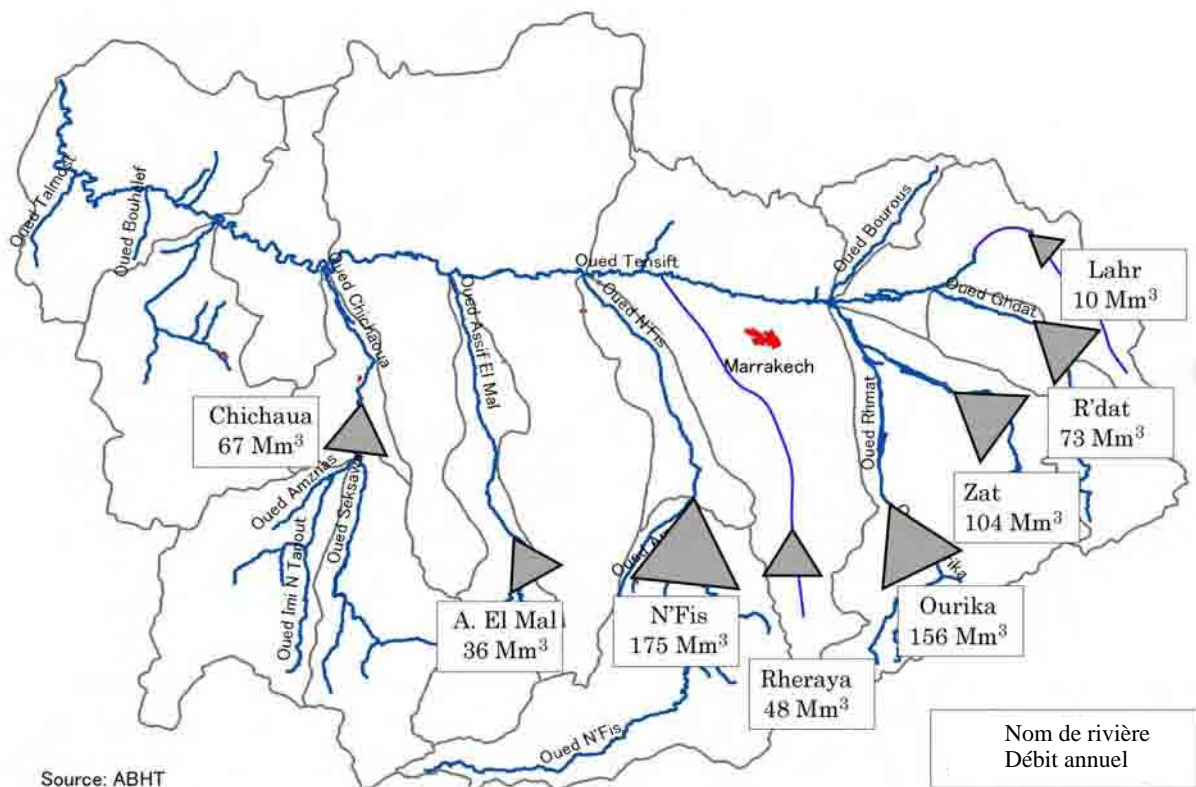


Figure C.2.1 Débit des rivières (moyen 1970-2002)

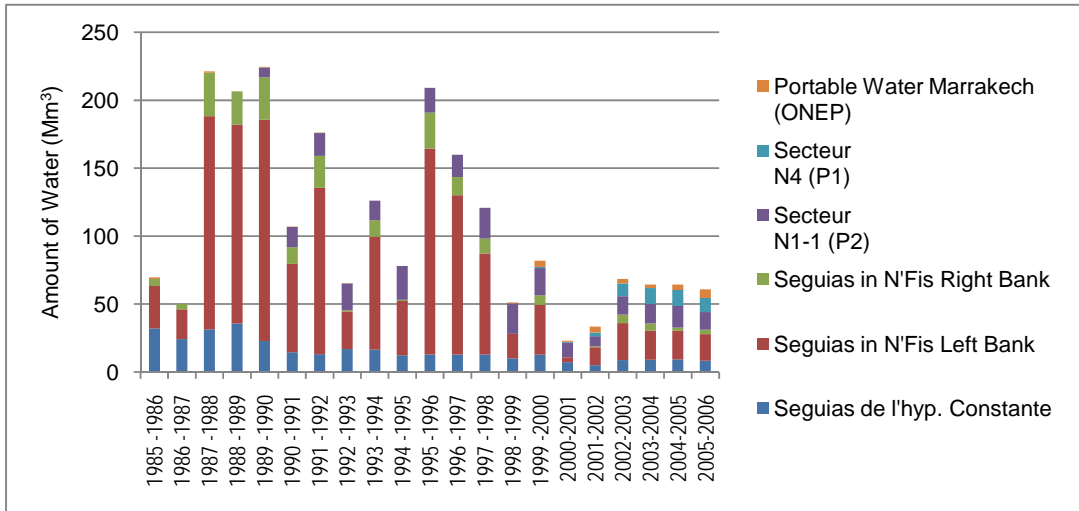


Fig. C.2.2 Données d’approvisionnement en eau au barrage de Lalla Takerkoust

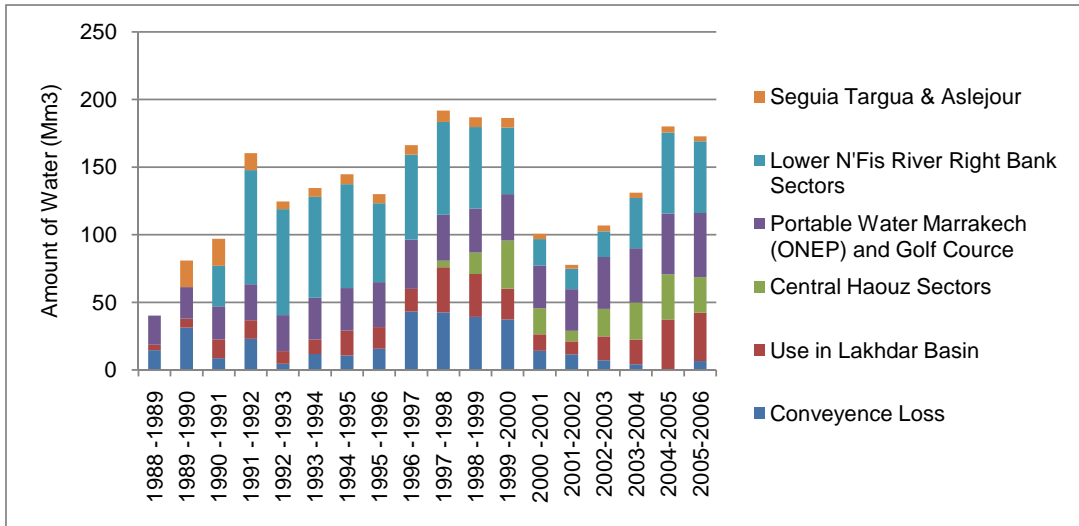


Fig. C.2.3 Données d’approvisionnement en eau dans le canal de Rocade

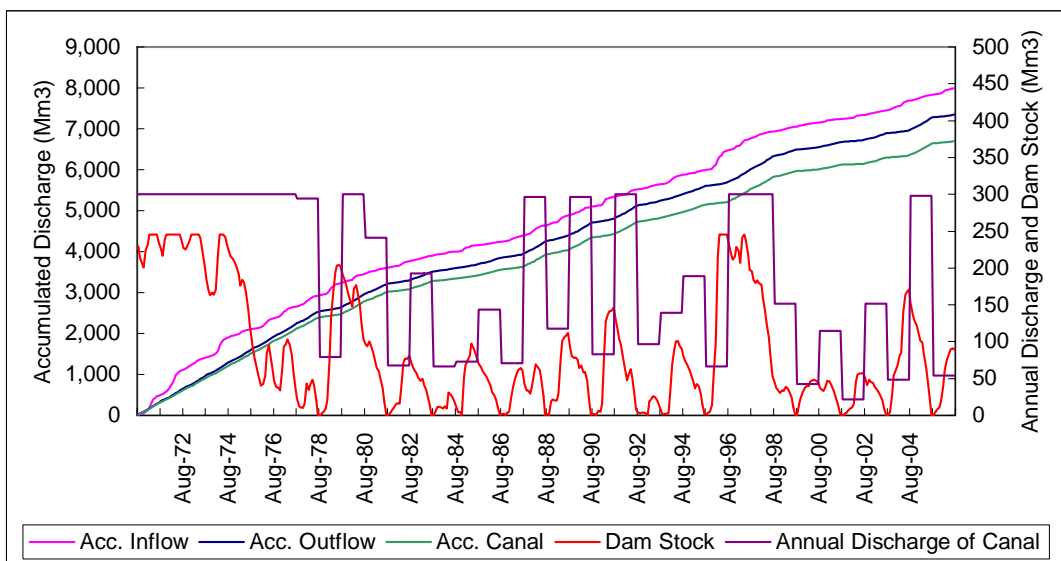


Figure C.2.4 Calcul approximatif de l’évolution chronologique du bilan du barrage Hassan-Ier

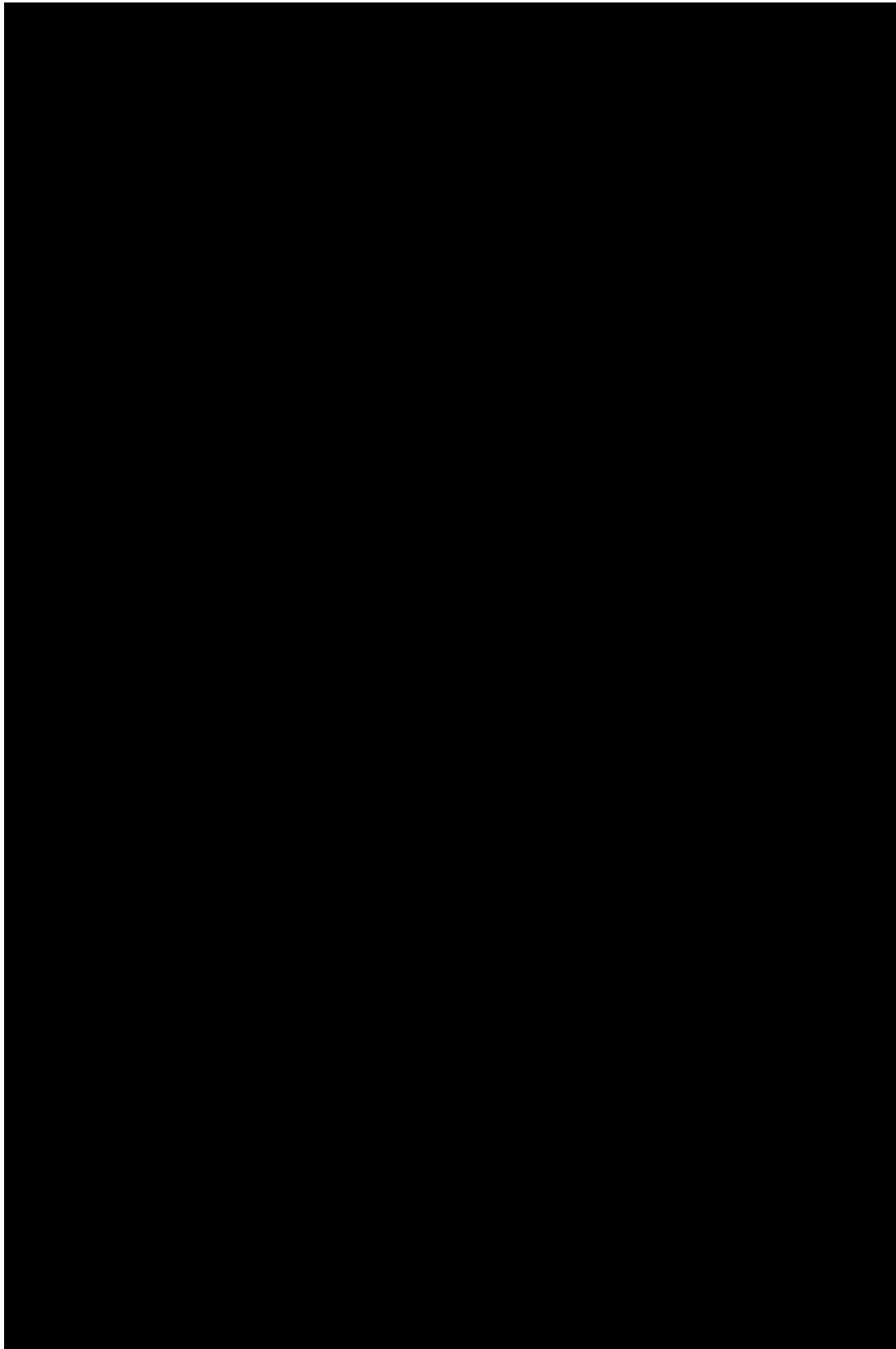


Fig. C.2.5 Graphique général des installations de recharge artificielle des eaux souterraines

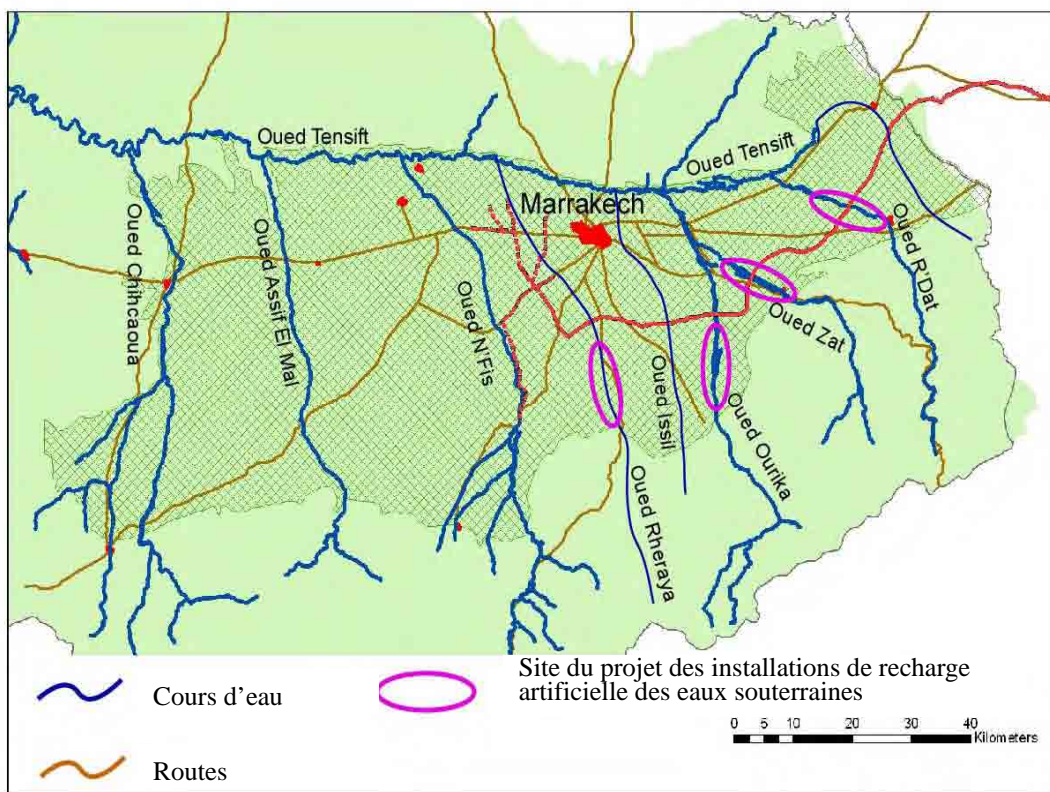


Fig. C.2.6 Site du projet des installations de recharge artificielle des eaux souterraines

D: IRRIGATION

Table des Matières

D: IRRIGATION

| | |
|--|-------|
| D.1 Estimation de la demande en eau d'irrigation----- | D - 1 |
| D.1.1 Superficie irriguée et cultures arables----- | A - 1 |
| D.1.2 Besoins en eau pour les cultures----- | A - 1 |
| D.1.3 Besoin en eau pour les parcelles----- | A - 2 |
| D.1.4 Efficacité de transport des systèmes d'irrigation existants----- | A - 2 |
| D.1.5 Niveau d'irrigation réel dans les parcelles----- | A - 2 |
| D.1.6 Demande en eau pour l'irrigation----- | D - 3 |
| D.2 Demande en eau d'irrigation avec le scénario de la gestion intégrée des ressources en eau----- | D - 4 |
| D.3 Examen de l'introduction / de la dissémination de l'irrigation par goutte à goutte----- | D - 5 |
| D.3.1 Réflexions sur l'introduction / la dissémination de l'irrigation par goutte à goutte----- | D - 5 |
| D.3.2 Plan d'introduction / de dissémination de l'irrigation par goutte-à-goutte dans le secteur irrigué de la GH----- | D - 5 |
| D.3.3 Réhabilitation des canaux secondaires dans le secteur de la GH----- | D - 6 |
| D.3.4 Introduction / dissémination de l'irrigation par goutte-à-goutte dans les périmètres irrigués de la PMH----- | D - 6 |
| D.3.5 Quantité et coût des projets pour le programme d'introduction / de dissémination de l'irrigation par goutte-à-goutte----- | D - 7 |
| D.3.6 Contribution pour l'amélioration du bilan hydrique des eaux souterraines du programme d'introduction / de dissémination de l'irrigation par goutte-à-goutte----- | D - 7 |

Tableaux

| | |
|---|--------|
| Tableau D.1.1 Surface irriguée cultivée dans les régions faisant l'objet de l'étude----- | D - 8 |
| Tableau D.1.2 Ventilation des surfaces irriguées par culture dans les régions faisant l'objet de l'étude----- | D - 8 |
| Tableau D.1.3 Estimation des besoins en eau pour la culture dans les régions faisant l'objet du proje----- | D - 9 |
| Tableau D.1.4 Evaluation du volume de l'approvisionnement en eau d'irrigation dans les régions faisant l'objet de l'étude----- | D - 9 |
| Tableau D.1.5 Estimation des surfaces cultivées et des besoins en eau pour les parcelles----- | D - 10 |
| Tableau D.1.6 Estimation de la demande en eau d'irrigation----- | D - 11 |
| Tableau D.1.7 Résumé de la demande en eau d'irrigation----- | D - 13 |
| Tableau D.2.1 Calcul de la demande en eau d'irrigation dans le scénario pour des mesures de base----- | D - 14 |
| Tableau D.2.2 Calcul de la demande en eau d'irrigation dans le scénario pour des mesures d'agrandissement----- | D - 15 |
| Tableau D.3.1 Coût des travaux de réhabilitation des canaux secondaires pour l'introduction / la dissémination de l'irrigation par goutte-à-goutte dans le périmètre d'irrigation de la GH----- | D - 16 |

| | | |
|---------------|--|--------|
| Tableau D.3.2 | Surface irriguée prévoyant la construction de puits dans le secteur irrigué de la PMH ----- | D - 16 |
| Tableau D.3.3 | Quantité et coût des projets pour le programme d'introduction / de dissémination de l'irrigation par goutte-à-goutte ----- | D - 17 |

Figures

| | | |
|--------------|--|--------|
| Figure D.1.1 | Zones prioritaires pour l'introduction de l'irrigation par goutte-à-goutte - | D - 18 |
|--------------|--|--------|

D : IRRIGATION

D.1 Estimation de la demande en eau d'irrigation

D.1.1 Superficie irriguée et cultures arables

En ce qui concerne les zones faisant l'objet de la présente étude, la superficie irriguée et la superficie cultivée par type de culture dans la pratique ne sont pas organisées en tant que données unifiées. Par conséquent lors de l'estimation de la demande en eau d'irrigation dans la plaine du Haouz, la superficie irriguée et la superficie cultivée par type de cultures actuelles ont été organisées sur la base des données indiquées ci-après.

- Zone relevant de l'ORMVAH : Données de l'ORMVAH par commune de la campagne agricole 2003/2004
- Zone relevant de la DPA de Marrakech : Données de la DPA de Marrakech Surface cultivée moyenne sur les 5 dernières années
- Zone relevant de la DPA de Chichaoua : Données de la DPA de Chichaoua par commune de la campagne agricole 2005/2006

Selon ces données, la superficie irriguée est d'environ 176 000 ha, 80 000 ha (46 %) étant utilisés pour la culture de céréales, 1,300 ha (1 %) pour les légumineuses, 10 000 ha (6 %) pour le fourrage, 7 000 ha (4 %) pour le maraîchage, et 77 000 ha (44 %) pour les arbres fruitiers. Bien que l'année des informations relatives aux cultures qui étaient classifiées et organisées diffère suivant l'organisme compétent, ces données permettent d'étudier de manière adéquate la ventilation par culture afin d'assimiler la demande en eau dans les régions. Lors de l'estimation de la demande actuelle en eau d'irrigation dans le cadre de la présente étude, la ventilation des terres cultivées figurant au Tableau D.1.2 a été utilisée

D.1.2 Besoins en eau pour les cultures

Pour l'estimation de la demande en eau pour l'irrigation, la quantité de l'utilisation d'eau pour les cultures, qu'utilise l'ORMVAH, a été prise en considération (Voir le Tableau ci-dessous, RAZOKI, 2001). Ces valeurs sont celles nettes au niveau des périmètres (sans prise en considération des précipitations utiles ni du taux d'efficience de l'application de l'irrigation).

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

| Type de culture | Culture | Demande en eau par culture (m ³ /ha) |
|------------------|------------|---|
| Fruitier | 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 |

D.1.3 Besoin en eau pour les parcelles

Les besoins en eau pour les parcelles ont été calculés sur la base des surfaces cultivées par type de culture classifiées au Tableau D.1.1, et des besoins en eau pour les cultures présentées au Tableau D.1.2. Pour l'estimation du volume d'eau nécessaire à la sortie d'eau des équipements d'irrigation des parcelles, à savoir le volume d'eau brut pour les parcelles, prenant en considération l'efficacité de l'irrigation des parcelles, un coefficient d'application des parcelles de 0,75 en moyenne a été utilisé en tant que valeur provisoire. Sur la base de ce qui précède, en calculant le volume d'eau pour les parcelles dans les terres agricoles irriguées, celui-ci (brut) est de 1,544 milliards de m³ par an pour toute la plaine du Haouz. (Tableau D.1.3). Cela équivaut à un volume d'eau pour les parcelles par unité de surface 8 790 m³/ha.

D.1.4 Efficacité de transport des systèmes d'irrigation existants

Selon l'étude dans le secteur GH de la zone Haouz Central effectuée par l'ABHT, le taux de transfert d'eau en moyenne dans le système d'irrigation est de 0,88 dans le cadre des résultats de 2001/02 – 2004/05.

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

En outre, en ce qui concerne la perte d'eau dans les canaux de séguis traditionnels, de diverses études donnent de diverses hypothèses. Mais, on suppose que « de l'eau perd 10% par kilomètre dans les canaux », qu'a indiqué "Spatialisation de variables hydrologiques pour le bilan hydrique annuel et l'estimation des pompages dans la plaine du Haouz de Marrakech, Abdelhamid Fadil, 2006". D'après « l'étude sur la situation de la prise d'eau dans le bassin du Tensift, ABHT, 2003 », la longueur moyenne des séguis est de 6,3 kilomètres et on a estimé que le taux de transfert d'eau en moyenne est de $0.9^{6.3} = 0.51$.

Par ailleurs, avec l'irrigation par eau souterraine, du fait qu'en général chacune des fermes utilise son propre puits dont elle est propriétaire, qui se trouve soit dans le champ ou à proximité, une perte de transport n'est pas incluse (Efficacité de transport = 1,0).

D.1.5 Niveau d'irrigation réel dans les parcelles

Dans les régions faisant l'objet de l'étude, les ressources en eau pour l'irrigation sont limitées, 100 % du volume d'eau nécessaire pour les récoltes dans les parcelles calculé en (3) n'est pas approvisionné pour l'irrigation, et il est courant que la culture soit réalisée dans des conditions de stress hydrique sur les cultures. Afin d'évaluer le niveau d'irrigation réel dans les parcelles, en ce qui concerne la période 1993/94 – 2003/03, le volume d'eau nécessaire aux cultures et le volume d'eau approvisionné dans la pratique, en tant que volume d'eau à la sortie d'eau sur les parcelles, ont été comparés conformément aux procédures suivantes.

- Canal essentiel approvisionnant l'eau pour l'irrigation par type de ressource hydraulique / consolidation du volume d'eau au niveau des puits ($A=879$ millions de m^3)
- Calcul du volume d'approvisionnement à la sortie d'eau sur les parcelles prenant en considération l'efficacité de transport par type de ressource hydraulique ($B= \Sigma(A \times \text{Efficacité de transport (4)}) = 757$ millions de m^3)
- Calcul des précipitations utiles ($C= \text{Volume moyen des précipitations dans le bassin de la plaine du Haouz} \times 90 \% = 285 \text{ mm} = 501$ millions de m^3)
- Volume d'eau approvisionné pour les cultures dans les parcelles ($D=B+C=1,258$ milliards de m^3)

Ce volume d'approvisionnement en eau équivaut à $7\,160 \text{ m}^3/\text{ha}$ en consommation d'eau pour les cultures par unité de surface, et il est insuffisant de l'ordre de 18% environ en moyenne par rapport à la demande en eau d'irrigation pour les cultures qui est de $8\,790 \text{ m}^3/\text{ha}$ (Tableau D.14).

En ce qui concerne le niveau de suffisance d'eau d'irrigation dans les parcelles, l'estimation à partir de l'évapotranspiration réelle dans le projet de Sudmet et l'estimation à partir du volume approvisionné pour l'irrigation produisent des résultats quasiment identiques, et il est considéré que celui-ci représente le niveau d'irrigation actuel dans la plaine du Haouz.

D.1.6 Demande en eau pour l'irrigation

Tenant compte de la situation actuelle en ce qui concerne la culture, à savoir que le volume d'eau dans le cadre des programmes d'irrigation n'est pas approvisionné, que la culture est réalisée dans des conditions de stress hydrique et que la superficie cultivée est restreinte en raison des limitations des ressources en eau d'irrigation, dans la présente étude, la demande en eau d'irrigation a été évaluée aussi bien du point de vue de la demande actuelle en eau que du point de vue de la demande latente en eau (Tableau D.1.5 et Tableau D.1.6).

Demande actuelle en eau d'irrigation:

- La surface actuelle irriguée est la surface faisant l'objet du calcul de la demande en eau.
- La demande est prise en considération sur la base du niveau d'irrigation actuel (taux d'insuffisance 18%).
- Il est estimé que la demande en eau d'irrigation est de $1,061$ milliard de m^3 pour une surface irriguée de $175\,704$ ha.

Demande latente actuelle en eau d'irrigation :

- De nouveaux développements d'irrigation dans le secteur irrigué de la GH ne sont pas envisagés. Cependant, les $6\,300$ ha de terres actuellement en jachère qui ne sont pas exploités en raison du manque en eau d'irrigation sont pris en compte dans les calculs de la demande en eau en tant que terres agricoles faisant l'objet de l'irrigation. En ce qui concerne la surface irriguée dans la zone de la PMH la surface des terres agricoles actuellement irriguées est prise en compte.
- Etant donné que même à l'heure actuelle un approvisionnement en eau d'irrigation suffisant pour les cultures dans les terres irriguées n'est pas assuré, une augmentation de la demande en eau d'irrigation accompagnant l'amélioration des standards d'irrigation est prise en considération.
- Il est estimé que la demande latente en eau d'irrigation est de $1,459$ milliard de m^3 pour une surface de $182\,023$ ha.

Prévision de la demande en eau de l'irrigation:

Pour la prévision de la demande en eau de l'irrigation, les points ci-après seront considérés :

- Dans la GH, le nouveau développement de l'irrigation n'est pas prévu. Cependant, en ce qui

concerne près de 6 300 ha actuellement en jachère, on estime la demande en eau par deux façons en tenant compte de cette superficie comme terrains agricoles et sans tenir compte de cette superficie.

- Pour l'augmentation du nombre des puits pour l'irrigation dans la PMH, d'après la tendance du passé, le nombre de puits augmente de 4% par an dont la moitié est pour la réhabilitation de puits existants et le reste est pour la construction de nouveaux puits. Cela signifie que la superficie irriguée par les eaux souterraines dans la PMH s'accroît d'environ 2% par an.
- Compte tenu des sources disponibles en eau, on estime la demande en eau avec le cas du degré de satisfaction de l'irrigation du niveau actuel et avec le cas du degré de satisfaction amélioré.

Avec ces conditions, on suppose que la superficie irriguée sera augmentée de 175 704 ha de la superficie actuelle à 203 377 ha en 2020 et on détermine 1 260 Mm³ pour la demande en eau de l'irrigation. En outre, pour le cas de la demande en eau au maximum, on suppose que la superficie irriguée sera augmentée de 182 023 ha de la superficie potentielle à 209 696 ha en 2020 et on détermine 1 720 Mm³ pour la demande en eau de l'irrigation.

Les résultats des estimations de la demande en eau d'irrigation sont présentés au Tableau D.1.7.

D.2 Demande en eau d'irrigation avec le scénario de la gestion intégrée des ressources en eau

Les 4 scénarios suivants ont été établis dans la simulation des eaux souterraines sur la base du scénario de la gestion intégrée des ressources en eau.

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.

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.

Scénario pour les mesures de base :

Préserver l'alimentation suffisante en eau pour l'agriculture au niveau actuel, introduire et disséminer l'irrigation goutte à goutte, développer et utiliser les installations de traitement des eaux usées, recharger les nappes, et répartir dans les régions les ressources en eau de surface, pour les actions de base.

Scénario pour les mesures d'agrandissement :

En plus des mesures dans le cadre des actions de base, le contrôle de l'augmentation de l'usage des eaux souterraines utilisées par les secteurs PMH est considéré.

La demande en eau d'irrigation selon le scénario pour la continuation de la situation actuelle et le scénario pour la demande en eau maximale est estimée en D.1.6. Les prévisions de la demande en eau d'irrigation selon le scénario pour les mesures de base et le scénario pour les mesures d'agrandissement ont été calculées en reflétant d'une part l'efficacité de l'introduction / la dissémination de l'irrigation par goutte-à-goutte dans le coefficient d'application des parcelles et d'autre part le contrôle de l'agrandissement de l'irrigation par eaux souterraines de la PMH dans les

surfaces cultivées. Une demande en eau d'irrigation de 1,106 milliard de m³ en 2020 dans les terres agricoles irriguées de 203 000 ha a été établie dans le cadre du scénario pour les mesures de base, et de 931 millions de m³ en 2020 dans les terres agricoles irriguées de 175 000 ha dans le cadre du scénario pour les mesures d'agrandissement. Les calculs de la demande en eau d'irrigation dans le cadre des scénarios pour les mesures de base et pour les mesures d'agrandissement sont indiqués aux tableaux D.2.1 et D. 2.2.

D.3 Examen de l'introduction / de la dissémination de l'irrigation par goutte à goutte

D.3.1 Réflexions sur l'introduction / la dissémination de l'irrigation par goutte à goutte

L'irrigation de goutte-à-goutte peut réduire la quantité d'utilisation de l'eau de l'irrigation de 20% à 30% au niveau des périmètres en diminuant la perte d'eau par évaporation et par infiltration. En même temps, ce système de goutte-à-goutte peut contrôler l'arrosage et gérer d'une manière adéquate la culture avec l'application des engrais liquides. La réduction de la quantité d'utilisation de l'eau de l'irrigation contribue à améliorer le bilan hydrique dans les localités et à économiser les frais d'utilisation de l'eau chez les agriculteurs. Dans la plaine du Haouz, pour le moyen de la réduction de la demande en eau dans le secteur d'irrigation, l'introduction et la vulgarisation du système de goutte-à-goutte seront impulsées.

En principe, le système de goutte-à-goutte devrait être introduit par les usagers d'eau, eux-mêmes et le rôle du secteur public est d'aménager l'environnement où les usagers peuvent l'introduire facilement. Le secteur public fera l'aménagement environnemental à travers a) délivrance de subvention pour les équipements de goutte-à-goutte et appuis aux procédures de la demande, b) aménagement de canalisation d'eau auprès des agriculteurs organisés et groupés, c) sensibilisation et vulgarisation de l'irrigation par économie d'eau et encadrement des techniques de l'exploitation agricole et d) orientation administrative à travers de l'autorisation et permission de la construction d'un puits, etc.

Lors de la réflexion sur l'introduction / la dissémination de l'irrigation par goutte à goutte, il est nécessaire de considérer des méthodes de développement distinctes dans le secteur irrigué de la GH qui dessert principalement des eaux de surface et dans le secteur irrigué de la PMH qui dessert principalement des eaux souterraines.

D.3.2 Plan d'introduction / de dissémination de l'irrigation par goutte-à-goutte dans le secteur irrigué de la GH

L'introduction / la dissémination de l'irrigation par goutte-à-goutte nécessite un développement du point de vue de l'utilisation efficace des ressources en eau de surface dans tous les périmètres irrigués de la GH, mais prenant en considération la facilité de l'introduction de l'irrigation par goutte-à-goutte par les utilisateurs et les contributions dans les zones dans lesquelles le niveau des eaux souterraines est notablement faible, l'introduction / la dissémination suivant les 2 étapes mentionnées ci-dessous est considérée.

- Zones prioritaires : Dans la zone de transfert d'eau par pression pneumatique sur la rive droite du N'Fis (secteur irrigué de la GH), un système d'adduction par pression est utilisé, et les utilisateurs ont facilement la possibilité d'introduire l'irrigation par goutte à goutte. Dans cette zone, 100 % de l'irrigation par goutte-à-goutte sera introduite d'ici 2012.
- Autres zones : Dans les périmètres irrigués de la GH autres que celui indiqué ci-dessus, l'utilisateur introduira l'irrigation par goutte-à-goutte dans sa parcelle après y avoir installé un

petit étang fermier et une pompe à pression. Dans ces zones, 50 % de l'irrigation par goutte-à-goutte sera introduite progressivement d'ici 2013 à 2017.

Par ailleurs, dans la zone transfert d'eau par pression pneumatiques sur la rive droite du N'Fis établie comme zone prioritaire, pour les périmètres équipés d'une sortie d'eau, on encouragera l'installation des équipements de goutte-à-goutte par les usagers au moyen d'une subvention. Pour les petits périmètres non équipés d'une sortie d'eau, on fera avancer l'installation des équipements de goutte-à-goutte par les usagers au moyen d'une subvention, après le groupement des agriculteurs et l'aménagement des canaux secondaires et d'une sortie d'eau par groupe. Les périmètres irrigués de la GH cibles sont indiqués à la Fig. D.3.1.

D.3.3 Réhabilitation des canaux secondaires dans le secteur de la GH

Afin de promouvoir l'introduction de l'irrigation par goutte à gouttes dans les zones prioritaires du secteur irrigué de la GH, il sera nécessaire de remettre en état / aménager des canaux secondaires dans certaines régions. Dans les canaux secondaires après les partiteurs des canaux principaux modernes gérés par l'ORMVAH, la perte d'eau est assez grande. Pour utiliser efficacement les eaux de barrage, il est nécessaire de réhabiliter et d'aménager les tronçons depuis les partiteurs jusqu'aux périmètres. En particulier, dans le périmètre de la rive droite du N'Fis (Secteurs N1, N2, N3) où de l'eau est transférée par pression pneumatique, beaucoup de canaux secondaires après les partiteurs sont ouverts. Donc, la perte d'eau dans ces canaux est assez grande et la hauteur de chute du système d'irrigation n'est pas suffisamment exploitée. L'aménagement des tronçons est une grande charge pour les usagers dans les investissements et il est difficile de faire la coordination entre les bénéficiaires du partiteur, parce qu'il y a un seul partiteur pour plusieurs petits périmètres. En outre, la canalisation d'eau dans les tronçons secondaires dans la zone de pression pneumatique est une condition préalable pour l'introduction et la vulgarisation du système d'irrigation par économie d'eau. Pour la maximisation des effets de la réduction de la demande en eau, il est nécessaire que la canalisation d'eau soit exécutée avec un programme de vulgarisation du système par économie d'eau.

- Groupement des petits périmètres dans la zone du transfert d'eau par pression pneumatique
- Canalisation d'eau dans les canaux secondaires

Etendue ciblée : Le périmètre de la rive droite du N'Fis (Secteurs N1, N2, N3, la superficie totale est de 21 100 ha dont 16 000 ha environ). La quantité et le coût des travaux d'aménagement de canaux secondaires estimés par les ORMVAH sont indiqués au Tableau D.3.1.

D.3.4 Introduction / dissémination de l'irrigation par goutte-à-goutte dans les périmètres irrigués de la PMH

Pour l'irrigation des eaux souterraines, lors de la nouvelle construction ou du changement des puits, le système devrait changer pour l'irrigation par économie d'eau. En particulier, pour le forage d'un nouveau puits, l'introduction du système par économie d'eau devra être une des conditions pour l'autorisation, et l'installation des équipements de goutte-à-goutte devra être chargée par les usagers au moyen d'une subvention.

Dans l'hypothèse où le nombre de constructions de puits dans la zone de la PMH serait de 4% annuellement : 2 % de construction nouveaux puits, et 2% de remplacement de puits existants (en raison de leur détérioration et de l'assèchement), dans le scénario pour les mesures de base qui tolère la construction de nouveaux puits dans le périmètre de la PMH, la construction de puits sur 70 000 ha

environ des terres agricoles irriguées est anticipée d'ici 2020 (Tableau D.3.2). Par ailleurs, dans le scénario pour les mesures d'agrandissement qui ne permet pas la construction de nouveaux puits, la construction de puits sur 41 000 ha des terres agricoles irriguées est escomptée. Dans les conditions de construction de puits énoncées ci-dessus, l'introduction de l'irrigation par goutte-à-goutte sur 5 000 ha annuellement dans le scénario pour les mesures de base et sur 3 000 ha annuellement dans le scénario pour les mesures d'agrandissement est évoquée. En outre, après examen des différents scénarios, c'est le scénario pour les mesures d'agrandissement qui est utilisé dans le plan directeur.

D.3.5 Quantité et coût des projets pour le programme d'introduction / de dissémination de l'irrigation par goutte-à-goutte

La quantité et le coût des projets pour le programme d'introduction et de dissémination de l'irrigation par goutte-à-goutte ont été organisés au Tableau D.3.3

D.3.6 Contribution pour l'amélioration du bilan hydrique des eaux souterraines du programme d'introduction / de dissémination de l'irrigation par goutte-à-goutte

L'irrigation par goutte-à-goutte permettra de réduire de l'ordre de 20 à 30 % le volume brut d'eau utilisé pour l'irrigation dans les parcelles. L'irrigation par goutte-à-goutte entraînera une réduction de la recharge des eaux souterraines à partir des terres agricoles irriguées. Il est approprié de prévoir 10 % du volume d'eau d'irrigation en tant que diminution nette de la demande en eau. En calculant 20 % du volume d'eau pour la culture en tant qu'amélioration de l'efficacité de l'irrigation, il est anticipé un effet d'économie d'eau pour l'irrigation de 98 à 140 millions de m³ sur une surface cible de 70 000 ha à raison d'un volume d'eau pour la culture de 7 000 à 10 000 m³ /ha. En outre, en calculant 10 % du volume d'eau pour la culture en tant qu'amélioration de l'efficacité de la distribution grâce au prolongement des conduites (hypothèse de prolongement moyen d'un canal de terre de 1 km), sur les 16 000 ha de surface cibles, il est anticipé un effet d'économie d'eau de 11 à 16 millions de m³. Parmi ces économies d'eau, 49 à 70 millions de m³ sont anticipés en tant qu'effet de la réduction de la demande nette en eau sur tout le bilan hydrique.

Tableau D.1.1 Surface irriguée cultivée dans les régions faisant l'objet de l'étude

Unité: ha

| Autorités compétentes | Total | Total irrigation | Céréales | | Légumineuses | Fourrage | Maraîchage | Arboriculture | |
|---|----------------|------------------|----------------------|------------|--------------|----------|------------|---------------|--------|
| | | | Eau de précipitation | Irrigation | | | | Olives | Autres |
| ORMVA (2003/04) | 179,430 | 137,689 | 41,742 | 56,769 | 794 | 9,140 | 5,793 | 47,046 | 18,148 |
| Haouz Central Sub-total | 166,785 | 127,941 | 38,844 | 51,839 | 749 | 8,298 | 5,256 | 43,857 | 17,943 |
| | GH HC (excl.) | 34,766 | 0 | 12,957 | 0 | 1,613 | 1,623 | 11,886 | 6,687 |
| | PMH HC | 93,175 | 38,844 | 38,882 | 749 | 6,685 | 3,633 | 31,971 | 11,256 |
| Upper Tessaout Sub-total | 12,646 | 9,748 | 2,898 | 4,930 | 45 | 842 | 537 | 3,189 | 205 |
| | GH TA | 5,748 | | | | | | | |
| | PMH TA | 4,000 | | | | | | | |
| DPA Marrakech (Average of last 5 years) | 19,053 | 8,896 | 10,157 | 5,892 | 93 | 264 | 432 | 1,108 | 1,108 |
| | | 8,896 | | | 3% | 9% | 14% | 37% | 37% |
| | Regular | 2,250 | | 0 | 69 | 198 | 323 | 829 | 829 |
| | Seasonal+Flood | 6,647 | | 5,892 | 23 | 66 | 108 | 278 | 278 |
| DPA Chichaoua (2005/06) | 65,263 | 29,118 | 36,145 | 17,353 | 446 | 563 | 828 | 5,998 | 3,931 |
| | | 29,118 | | | 4% | 5% | 7% | 51% | 33% |
| | Regular | 6,627 | | 0 | 251 | 317 | 466 | 3,378 | 2,214 |
| | Seasonal+Flood | 22,492 | | 17,353 | 195 | 246 | 362 | 2,620 | 1,717 |
| Total | 263,746 | 175,704 | 88,043 | 80,015 | 1,332 | 9,967 | 7,053 | 54,151 | 23,187 |

Source : ORMVAH, DPA Marrakech, DPA Chichaoua

Tableau D.1.2 Ventilation des surfaces irriguées par culture dans les régions faisant l'objet de l'étude

| | Surface (ha) | Céréales | Lé gumineuses | Fourrage | Maraî chage | Olives | Autres fruits |
|----------------|--------------|----------|---------------|----------|-------------|--------|---------------|
| ORMVAH | 137,689 | 41% | 1% | 7% | 4% | 34% | 13% |
| GH in Nf-HC | 34,766 | 37% | 0% | 5% | 5% | 34% | 19% |
| PMH in Nf-HC | 93,175 | 42% | 1% | 7% | 4% | 34% | 12% |
| GH&PMH in TA | 9,748 | 51% | 0% | 9% | 6% | 33% | 2% |
| DPA MA | 8,896 | 66% | 1% | 3% | 5% | 12% | 12% |
| Regular | 2,250 | 0% | 3% | 9% | 14% | 37% | 37% |
| Seasonal+Flood | 6,647 | 89% | 0% | 1% | 2% | 4% | 4% |
| DPA CH | 29,118 | 60% | 2% | 2% | 3% | 21% | 13% |
| Regular | 6,627 | 0% | 4% | 5% | 7% | 51% | 33% |
| Seasonal+Flood | 22,492 | 77% | 1% | 1% | 2% | 12% | 8% |

Tableau D.1.3 Estimation des besoins en eau pour la culture dans les régions faisant l'objet du projet

| Périmètre | Surface irriguée (ha) | Cultures | | | | | | Volume d'eau pour l'irrigation (Mm ³ /an) |
|---|-----------------------|------------|--------------|-----------|------------|------------|---------------|--|
| | | Céréales | Légumineuses | Fourrage | Maraîchage | Olives | Autres fruits | |
| Besoins nets en eau pour les parcelles (m ³ /ha/an) | | 5,250 | 3,000 | 7,200 | 7,500 | 6,750 | 10,500 | |
| Besoins bruts en eau pour les parcelles (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 |
| Large Scale (GH) in N'Fis & Haouz Central Sectors | 34,766 | 37% | 0% | 5% | 5% | 34% | 19% | 323 |
| Small and Medium (PMH) in N'Fis & Haouz Central Sectors | 93,175 | 42% | 1% | 7% | 4% | 34% | 12% | 821 |
| GH & PMH in Lower Tessaout Sector | 9,748 | 51% | 0% | 9% | 6% | 33% | 2% | 80 |
| DPA Marrakech | 8,896 | 66% | 1% | 3% | 5% | 12% | 12% | 74 |
| Regular Water | 2,250 | 0% | 3% | 9% | 14% | 37% | 37% | 24 |
| Seasonal Water + Flood Water Supply | 6,647 | 89% | 0% | 1% | 2% | 4% | 4% | 49 |
| DPA Chichaoua | 29,118 | 60% | 2% | 2% | 3% | 21% | 13% | 246 |
| Regular Water | 6,627 | 0% | 4% | 5% | 7% | 51% | 33% | 70 |
| Seasonal Water + Flood Water Supply | 22,492 | 77% | 1% | 1% | 2% | 12% | 8% | 176 |
| Total | 175,704 | | | | | | | 1,544 |

Besoins en eau pour les parcelles (m³/ha/an) 8,790

Tableau D.1.4 Evaluation du volume de l'approvisionnement en eau d'irrigation dans les régions faisant l'objet de l'étude

| Paramètres | Unité | Volume | Efficacité de transport | Volume réel |
|--|-----------------------|--------|-------------------------|-------------|
| Besoins en eau pour l'irrigation | Mm ³ /an | 879 | | 757 |
| Barrage Lalla Tekerkoust | Mm ³ /an | 133 | 0.88 | 117 |
| Prises d'eau des séguis | Mm ³ /an | 201 | 0.51 | 103 |
| Canal de Rocade | Mm ³ /an | 67 | 0.88 | 59 |
| Eau souterraine (Secteur de la GH) | Mm ³ /an | 118 | 1.00 | 118 |
| Eau souterraine (Secteur de la PMH) | Mm ³ /an | 360 | 1.00 | 360 |
| Remplissage par précipitations | Mm ³ /an | | | 501 |
| Précipitations à Marrakech | mm/an | 317 | | |
| Précipitations utiles | mm/an | | | 285 |
| Volume total de remplissage | Mm ³ /an | | | 1,258 |
| Volume d'eau d'irrigation par unité de surface | m ³ /ha/an | | | 7,160 |
| Besoins en eau estimés | m ³ /ha/an | | | 8,790 |
| Taux d'insuffisance | | | | 18.4% |

Tableau D.1.5 Estimation des surfaces cultivées et des besoins en eau pour les parcelles

(1) Demande actuelle en eau

| Périmètre | Surface irriguée (ha) | Céréales | Légumineuses | Fourrage | Maraîchage | Olives | Autres arbres fruitiers | Besoins nets en eau pour l'irrigation |
|--|-----------------------|------------|--------------|------------|------------|------------|-------------------------|---------------------------------------|
| Besoins nets en eau pour les parcelles (m ³ /ha/an) | | 5,250 | 3,000 | 7,200 | 7,500 | 6,750 | 10,500 | |
| ORMVA | 137,689 | 41% | 1% | 7% | 4% | 34% | 13% | |
| N'Fis and Haouz Central Sectors | | | | | | | | |
| Large Scale (GH) | 34,766 | 37% | 0% | 5% | 5% | 34% | 19% | 6,968 |
| Small and Medium (PMH) | 93,175 | 42% | 1% | 7% | 4% | 34% | 12% | 6,609 |
| Tessaout Amont Sectors | | | | | | | | |
| Large Scale (GH) | 5,748 | 51% | 0% | 9% | 5% | 33% | 2% | 6,130 |
| Small and Medium (PMH) | 4,000 | 51% | 0% | 9% | 5% | 33% | 2% | 6,130 |
| GH Total | 40,514 | 88% | 0% | 13% | 10% | 67% | 21% | |
| PMH Total | 97,175 | 92% | 1% | 16% | 9% | 67% | 14% | |
| DPA Marrakech | 8,896 | 66% | 1% | 3% | 5% | 12% | 12% | 6,234 |
| DPA Chichaoua | 29,118 | 60% | 2% | 2% | 3% | 21% | 13% | 6,335 |
| Total | 175,704 | | | | | | | |

(2) Demande latente actuelle en eau

| Périmètre | Surface irriguée (ha) | Céréales | Légumineuses | Fourrage | Maraîchage | Olives | Autres arbres fruitiers | Besoins nets en eau pour l'irrigation (Mm ³ /ha/an) |
|--|-----------------------|------------|--------------|------------|------------|------------|-------------------------|--|
| Besoins nets en eau pour les parcelles (m ³ /ha/an) | | 5,250 | 3,000 | 7,200 | 7,500 | 6,750 | 10,500 | |
| ORMVA | 144,008 | 41% | 1% | 7% | 4% | 34% | 13% | |
| N'Fis and Haouz Central Sectors | | | | | | | | |
| Large Scale (GH) | 41,085 | 37% | 0% | 5% | 5% | 34% | 19% | 6,968 |
| Small and Medium (PMH) | 93,175 | 42% | 1% | 7% | 4% | 34% | 12% | 6,609 |
| Tessaout Amont Sectors | | | | | | | | |
| Large Scale (GH) | 5,748 | 51% | 0% | 9% | 5% | 33% | 2% | 6,130 |
| Small and Medium (PMH) | 4,000 | 51% | 0% | 9% | 5% | 33% | 2% | 6,130 |
| GH Total | 46,833 | 88% | 0% | 13% | 10% | 67% | 21% | |
| PMH Total | 97,175 | 92% | 1% | 16% | 9% | 67% | 14% | |
| DPA Marrakech | 8,896 | 66% | 1% | 3% | 5% | 12% | 12% | 6,234 |
| DPA Chichaoua | 29,118 | 60% | 2% | 2% | 3% | 21% | 13% | 6,335 |
| Total | 182,023 | | | | | | | |

(3) Demande en eau à l'avenir (2020)

| Périmètre | Surface irriguée (ha) | Céréales | Légumineuses | Fourrage | Maraîchage | Olives | Autres arbres fruitiers | Besoins nets en eau pour l'irrigation (Mm ³ /ha/an) |
|--|-----------------------|------------|--------------|------------|------------|------------|-------------------------|--|
| Besoins nets en eau pour les parcelles (m ³ /ha/an) | | 5,250 | 3,000 | 7,200 | 7,500 | 6,750 | 10,500 | |
| ORMVA | 156,568 | 41% | 1% | 7% | 4% | 34% | 13% | |
| N'Fis and Haouz Central Sectors | | | | | | | | |
| Large Scale (GH) | 34,766 | 37% | 0% | 5% | 5% | 34% | 19% | 6,968 |
| Small and Medium (PMH) | 112,054 | 42% | 1% | 7% | 4% | 34% | 12% | 6,609 |
| Tessaout Amont Sectors | | | | | | | | |
| Large Scale (GH) | 5,748 | 51% | 0% | 9% | 5% | 33% | 2% | 6,130 |
| Small and Medium (PMH) | 4,000 | 51% | 0% | 9% | 5% | 33% | 2% | 6,130 |
| GH Total | 40,514 | 88% | 0% | 13% | 10% | 67% | 21% | |
| PMH Total | 116,054 | 92% | 1% | 16% | 9% | 67% | 14% | |
| DPA Marrakech | 10,954 | 66% | 1% | 3% | 5% | 12% | 12% | 6,234 |
| DPA Chichaoua | 35,855 | 60% | 2% | 2% | 3% | 21% | 13% | 6,335 |
| Total | 203,377 | | | | | | | |

(4) Demande en eau maximale à l'avenir (2020)

| Périmètre | Surface irriguée (ha) | Céréales | Légumineuses | Fourrage | Maraîchage | Olives | Autres arbres fruitiers | Besoins nets en eau pour l'irrigation (Mm ³ /ha/an) |
|--|-----------------------|------------|--------------|-----------|------------|------------|-------------------------|--|
| Besoins nets en eau pour les parcelles (m ³ /ha/an) | | 5,250 | 3,000 | 7,200 | 7,500 | 6,750 | 10,500 | |
| ORMVA | 162,887 | 41% | 1% | 7% | 4% | 34% | 13% | |
| N'Fis and Haouz Central Sectors | | | | | | | | |
| Large Scale (GH) | 41,085 | 37% | 0% | 5% | 5% | 34% | 19% | 6,968 |
| Small and Medium (PMH) | 112,054 | 42% | 1% | 7% | 4% | 34% | 12% | 6,609 |
| Tessaout Amont Sectors | | | | | | | | |
| Large Scale (GH) | 5,748 | 51% | 0% | 9% | 5% | 33% | 2% | 6,130 |

Tableau D.1.6 Estimation de la demande en eau d'irrigation (1/2)

(1) Demande actuelle en eau

| Périmètre | Surface irriguée (ha) | Besoins en pour les parcelles (net) (m ³ /ha/an) | Efficience d'irrigation | Besoins en eau pour les parcelles (brut) (m ³ /ha/an) | Taux d'insuffisance en eau | Besoins en eau d'irrigation (m ³ /ha/an) | Besoins en eau d'irrigation (Mm ³ /an) | Précipitations utiles (Mm ³ /an) | Besoins en eau d'irrigation à la sortie d'eau sur les parcelles (Mm ³ /an) | Efficacité moyenne du transport | Perte de transfert (Mm ³ /ha/an) | Besoins en eau d'irrigation dans les canaux principaux/puits (Mm ³ /ha/an) |
|---------------------------------|-----------------------|---|-------------------------|--|----------------------------|---|---|---|---|---------------------------------|---|---|
| ORMVA | 137,689 | | | | | | 1,075 | 348 | 727 | | 109 | 836 |
| N'Fis and Haouz Central Sectors | | | | | | | 1,005 | 324 | 681 | | 103 | 785 |
| Large Scale (GH) | 34,766 | 6,968 | 0.70 | 9,954 | 18% | 8,163 | 284 | 88 | 196 | 0.92 | 17 | 213 |
| Small and Medium (PMH) | 93,175 | 6,609 | 0.70 | 9,441 | 18% | 7,741 | 721 | 236 | 486 | 0.85 | 86 | 572 |
| Tessaout Amont Sectors | | | | | | | 70 | 25 | 45 | | 5 | 51 |
| Large Scale (GH) | 5,748 | 6,130 | 0.70 | 8,757 | 18% | 7,181 | 41 | 15 | 27 | 0.91 | 3 | 29 |
| Small and Medium (PMH) | 4,000 | 6,130 | 0.70 | 8,757 | 18% | 7,181 | 29 | 10 | 19 | 0.88 | 3 | 21 |
| GH Total | 40,514 | | | | | | 325 | 103 | 223 | | 20 | 242 |
| PMH Total | 97,175 | | | | | | 750 | 246 | 504 | | 89 | 593 |
| DPA Marrakech | 8,896 | 6,234 | 0.70 | 8,906 | 18% | 7,303 | 65 | 23 | 42 | 0.82 | 9 | 52 |
| DPA Chichaoua | 29,118 | 6,335 | 0.70 | 9,050 | 18% | 7,421 | 216 | 74 | 142 | 0.82 | 31 | 174 |
| Total | 175,704 | | | | | | 1,356 | 445 | 912 | | 149 | 1,061 |

(2) Demande latente actuelle en eau

| Périmètre | Surface irriguée (ha) | Besoins en pour les parcelles (net) (m ³ /ha/an) | Efficience d'irrigation | Besoins en eau pour les parcelles (brut) (m ³ /ha/an) | Taux d'insuffisance en eau | Besoins en eau d'irrigation (m ³ /ha/an) | Besoins en eau d'irrigation (Mm ³ /an) | Précipitations utiles (Mm ³ /an) | Besoins en eau d'irrigation à la sortie d'eau sur les parcelles (Mm ³ /an) | Efficacité moyenne du transport | Perte de transfert (Mm ³ /ha/an) | Besoins en eau d'irrigation dans les canaux principaux/puits (Mm ³ /ha/an) |
|---------------------------------|-----------------------|---|-------------------------|--|----------------------------|---|---|---|---|---------------------------------|---|---|
| ORMVA | 144,008 | | | | | | 1,374 | 364 | 1,010 | | 148 | 1,158 |
| N'Fis and Haouz Central Sectors | | | | | | | 1,289 | 340 | 949 | | 141 | 1,090 |
| Large Scale (GH) | 41,085 | 6,968 | 0.70 | 9,954 | 0% | 9,954 | 409 | 104 | 305 | 0.92 | 27 | 332 |
| Small and Medium (PMH) | 93,175 | 6,609 | 0.70 | 9,441 | 0% | 9,441 | 880 | 236 | 644 | 0.85 | 115 | 759 |
| Tessaout Amont Sectors | | | | | | | 85 | 25 | 61 | | 7 | 68 |
| Large Scale (GH) | 5,748 | 6,130 | 0.70 | 8,757 | 0% | 8,757 | 50 | 15 | 36 | 0.91 | 4 | 39 |
| Small and Medium (PMH) | 4,000 | 6,130 | 0.70 | 8,757 | 0% | 8,757 | 35 | 10 | 25 | 0.88 | 4 | 29 |
| GH Total | 46,833 | | | | | | 459 | 118 | 341 | | 30 | 371 |
| PMH Total | 97,175 | | | | | | 915 | 246 | 669 | | 118 | 787 |
| DPA Marrakech | 8,896 | 6,234 | 0.70 | 8,906 | 0% | 8,906 | 79 | 23 | 57 | 0.82 | 12 | 69 |
| DPA Chichaoua | 29,118 | 6,335 | 0.70 | 9,050 | 0% | 9,050 | 264 | 74 | 190 | 0.82 | 42 | 232 |
| Total | 182,023 | | | | | | 1,717 | 461 | 1,256 | | 203 | 1,459 |

Tableau D.1.6 Estimation de la demande en eau d'irrigation (2/2)

(3) Demande en eau à l'avenir (2020)

| Périmètre | Surface irriguée (ha) | Besoins en pour les parcelles (net) (m ³ /ha/an) | Efficacité d'irrigation | Besoins en eau pour les parcelles (brut) (m ³ /ha/an) | Taux d'insuffisance en eau | Besoins en eau d'irrigation (m ³ /ha/an) | Besoins en eau d'irrigation (Mm ³ /an) | Précipitations utiles (Mm ³ /an) | Besoins en eau d'irrigation à la sortie d'eau sur les parcelles (Mm ³ /an) | Efficacité moyenne du transport | Perte de transfert (Mm ³ /ha/an) | Besoins en eau d'irrigation dans les canaux principaux/puits (Mm ³ /ha/an) |
|---------------------------------|-----------------------|---|-------------------------|--|----------------------------|---|---|---|---|---------------------------------|---|---|
| ORMVA | 156,568 | | | | | | 1,228 | 398 | 829 | | 131 | 961 |
| N'Fis and Haouz Central Sectors | | | | | | | 1,151 | 371 | 780 | | 125 | 905 |
| Large Scale (GH) | 34,766 | 6,968 | 0.70 | 9,954 | 18% | 8,163 | 284 | 88 | 196 | 0.92 | 17 | 213 |
| Small and Medium (PMH) | 112,054 | 6,609 | 0.70 | 9,441 | 18% | 7,741 | 867 | 283 | 584 | 0.85 | 108 | 692 |
| Tessaout Amont Sectors | | | | | | | 77 | 27 | 50 | | 6 | 56 |
| Large Scale (GH) | 5,748 | 6,130 | 0.70 | 8,757 | 18% | 7,181 | 41 | 15 | 27 | 0.91 | 3 | 29 |
| Small and Medium (PMH) | 4,000 | 6,130 | 0.70 | 8,757 | 18% | 7,181 | 35 | 12 | 23 | 0.86 | 4 | 27 |
| GH Total | 40,514 | | | | | | 325 | 103 | 223 | | 20 | 242 |
| PMH Total | 116,054 | | | | | | 903 | 296 | 607 | | 112 | 719 |
| DPA Marrakech | 10,954 | 6,234 | 0.70 | 8,906 | 18% | 7,303 | 85 | 28 | 57 | 0.82 | 12 | 69 |
| DPA Chichaoua | 35,855 | 6,335 | 0.70 | 9,050 | 18% | 7,421 | 279 | 91 | 188 | 0.82 | 41 | 229 |
| Total | 203,377 | | | | | | 1,591 | 517 | 1,074 | | 185 | 1,260 |

(4) Demande maximale en eau à l'avenir (2020)

| Périmètre | Surface irriguée (ha) | Besoins en pour les parcelles (net) (m ³ /ha/an) | Efficacité d'irrigation | Besoins en eau pour les parcelles (brut) (m ³ /ha/an) | Taux d'insuffisance en eau | Besoins en eau d'irrigation (m ³ /ha/an) | Besoins en eau d'irrigation (Mm ³ /an) | Précipitations utiles (Mm ³ /an) | Besoins en eau d'irrigation à la sortie d'eau sur les parcelles (Mm ³ /an) | Efficacité moyenne du transport | Perte de transfert (Mm ³ /ha/an) | Besoins en eau d'irrigation dans les canaux principaux/puits (Mm ³ /ha/an) |
|---------------------------------|-----------------------|---|-------------------------|--|----------------------------|---|---|---|---|---------------------------------|---|---|
| ORMVA | 162,887 | | | | | | 1,560 | 414 | 1,146 | | 178 | 1,324 |
| N'Fis and Haouz Central Sectors | | | | | | | 1,467 | 387 | 1,079 | | 170 | 1,249 |
| Large Scale (GH) | 41,085 | 6,968 | 0.70 | 9,954 | 0% | 9,954 | 409 | 104 | 305 | 0.92 | 27 | 332 |
| Small and Medium (PMH) | 112,054 | 6,609 | 0.70 | 9,441 | 0% | 9,441 | 1,058 | 283 | 774 | 0.85 | 143 | 918 |
| Tessaout Amont Sectors | | | | | | | 93 | 27 | 66 | | 8 | 75 |
| Large Scale (GH) | 5,748 | 6,130 | 0.70 | 8,757 | 0% | 8,757 | 50 | 15 | 36 | 0.91 | 4 | 39 |
| Small and Medium (PMH) | 4,000 | 6,130 | 0.70 | 8,757 | 0% | 8,757 | 43 | 12 | 31 | 0.86 | 5 | 36 |
| GH Total | 46,833 | | | | | | 459 | 118 | 341 | | 30 | 371 |
| PMH Total | 116,054 | | | | | | 1,101 | 296 | 805 | | 148 | 953 |
| DPA Marrakech | 10,954 | 6,234 | 0.70 | 8,906 | 0% | 8,906 | 103 | 28 | 76 | 0.82 | 17 | 92 |
| DPA Chichaoua | 35,855 | 6,335 | 0.70 | 9,050 | 0% | 9,050 | 340 | 91 | 249 | 0.82 | 55 | 304 |
| Total | 209,696 | | | | | | 2,003 | 533 | 1,471 | | 250 | 1,720 |

Tableau D.1.7 Résumé de la demande en eau d'irrigation

(1) Résumé de la demande actuelle en eau

| Périmètre | Demande actuelle en eau | | Demande latente en eau | |
|---------------|-------------------------|--|------------------------|--|
| | Surface irriguée (ha) | Demande en eau d'irrigation dans les canaux principaux/puits (Mm ³ /an) | Surface irriguée (ha) | Demande en eau d'irrigation dans les canaux principaux/puits (Mm ³ /an) |
| ORMVA | 137,689 | 836 | 144,008 | 1,158 |
| -GH | 40,514 | 242 | 46,833 | 371 |
| -PMH | 97,175 | 593 | 97,175 | 787 |
| DPA Marrakech | 8,896 | 52 | 8,896 | 69 |
| DPA Chichaoua | 29,118 | 174 | 29,118 | 232 |
| Total | 175,704 | 1,061 | 182,023 | 1,459 |

(2) Résumé de la demande en eau à l'avenir (2020)

| Périmètre | Demande en eau à l'avenir (2020) | | Demande maximale en eau à l'avenir (2020) | |
|---------------|----------------------------------|--|---|--|
| | Surface irriguée (ha) | Demande en eau d'irrigation dans les canaux principaux/puits (Mm ³ /an) | Surface irriguée (ha) | Demande en eau d'irrigation dans les canaux principaux/puits (Mm ³ /an) |
| ORMVA | 156,568 | 961 | 162,887 | 1,324 |
| -GH | 40,514 | 242 | 46,833 | 371 |
| -PMH | 116,054 | 719 | 116,054 | 953 |
| DPA Marrakech | 10,954 | 69 | 10,954 | 92 |
| DPA Chichaoua | 35,855 | 229 | 35,855 | 304 |
| Total | 203,377 | 1,260 | 209,696 | 1,720 |

Tableau D.2.1 Calcul de la demande en eau d'irrigation dans le scénario pour des mesures de base

(1) Calcul de la demande en eau d'irrigation en 2010

| Périmètre | Surface irriguée (ha) | Besoins en pour les parcelles (net) (m ³ /ha/an) | Efficience d'irrigation | Besoins en eau pour les parcelles (brut) (m ³ /ha/an) | Taux d'insuffisance en eau | Besoins en eau d'irrigation (m ³ /ha/an) | Besoins en eau d'irrigation (Mm ³ /an) | Précipitations utiles (Mm ³ /an) | Besoins en eau d'irrigation à la sortie d'eau sur les parcelles (Mm ³ /an) | Efficacité moyenne du transport | Perte de transfert (Mm ³ /ha/an) | Besoins en eau d'irrigation dans les canaux principaux/puits (Mm ³ /ha/an) |
|---------------------------------|-----------------------|---|-------------------------|--|----------------------------|---|---|---|---|---------------------------------|---|---|
| ORMVA | 142,775 | | | | | | 1,083 | 362 | 721 | | 110 | 832 |
| N'Fis and Haouz Central Sectors | | | | | | | 1,012 | 337 | 676 | | 105 | 781 |
| Large Scale (GH) | 34,766 | 6,968 | 0.74 | 9,389 | 18% | 7,699 | 268 | 88 | 180 | 0.92 | 16 | 195 |
| Small and Medium (PMH) | 98,261 | 6,609 | 0.72 | 9,239 | 18% | 7,576 | 744 | 249 | 496 | 0.85 | 89 | 585 |
| Tessaout Amont Sectors | | | | | | | 71 | 25 | 46 | | 5 | 51 |
| Large Scale (GH) | 5,748 | 6,130 | 0.70 | 8,757 | 18% | 7,181 | 41 | 15 | 27 | 0.91 | 3 | 29 |
| Small and Medium (PMH) | 4,000 | 6,130 | 0.72 | 8,570 | 18% | 7,028 | 30 | 11 | 19 | 0.87 | 3 | 22 |
| GH Total | 40,514 | | | | | | 309 | 103 | 206 | | 18 | 225 |
| PMH Total | 102,261 | | | | | | 774 | 259 | 515 | | 92 | 607 |
| DPA Marrakech | 9,382 | 6,234 | 0.70 | 8,850 | 18% | 7,257 | 69 | 24 | 45 | 0.82 | 10 | 55 |
| DPA Chichaoua | 30,708 | 6,335 | 0.70 | 8,997 | 18% | 7,378 | 229 | 78 | 152 | 0.82 | 33 | 185 |
| Total | 182,864 | | | | | | 1,381 | 463 | 918 | | 154 | 1,072 |

7,554

5,861

(2) Calcul de la demande en eau d'irrigation en 2020

| Périmètre | Surface irriguée (ha) | Besoins en pour les parcelles (net) (m ³ /ha/an) | Efficience d'irrigation | Besoins en eau pour les parcelles (brut) (m ³ /ha/an) | Taux d'insuffisance en eau | Besoins en eau d'irrigation (m ³ /ha/an) | Besoins en eau d'irrigation (Mm ³ /an) | Précipitations utiles (Mm ³ /an) | Besoins en eau d'irrigation à la sortie d'eau sur les parcelles (Mm ³ /an) | Efficacité moyenne du transport | Perte de transfert (Mm ³ /ha/an) | Besoins en eau d'irrigation dans les canaux principaux/puits (Mm ³ /ha/an) |
|---------------------------------|-----------------------|---|-------------------------|--|----------------------------|---|---|---|---|---------------------------------|---|---|
| ORMVA | 156,568 | | | | | | 1,109 | 398 | 710 | | 114 | 824 |
| N'Fis and Haouz Central Sectors | | | | | | | 1,039 | 371 | 667 | | 108 | 776 |
| Large Scale (GH) | 34,766 | 6,968 | 0.82 | 8,503 | 18% | 6,973 | 242 | 88 | 154 | 0.92 | 13 | 168 |
| Small and Medium (PMH) | 112,054 | 6,609 | 0.76 | 8,668 | 18% | 7,108 | 796 | 283 | 513 | 0.85 | 95 | 608 |
| Tessaout Amont Sectors | | | | | | | 70 | 27 | 43 | | 5 | 48 |
| Large Scale (GH) | 5,748 | 6,130 | 0.78 | 7,910 | 18% | 6,486 | 37 | 15 | 23 | 0.91 | 2 | 25 |
| Small and Medium (PMH) | 4,000 | 6,130 | 0.76 | 8,040 | 18% | 6,593 | 32 | 12 | 20 | 0.86 | 3 | 23 |
| GH Total | 40,514 | | | | | | 280 | 103 | 177 | | 16 | 193 |
| PMH Total | 116,054 | | | | | | 829 | 296 | 533 | | 98 | 631 |
| DPA Marrakech | 10,954 | 6,234 | 0.72 | 8,604 | 18% | 7,056 | 81 | 28 | 54 | 0.82 | 12 | 65 |
| DPA Chichaoua | 35,855 | 6,335 | 0.72 | 8,759 | 18% | 7,182 | 269 | 91 | 178 | 0.82 | 39 | 217 |
| Total | 203,377 | | | | | | 1,458 | 517 | 942 | | 165 | 1,106 |

Tableau D.2.2 Calcul de la demande en eau d'irrigation dans le scénario pour des mesures d'agrandissement

(1) Calcul de la demande en eau d'irrigation en 2010

| Périmètre | Surface irriguée (ha) | Besoins en pour les parcelles (net) (m ³ /ha/an) | Efficience d'irrigation | Besoins en eau pour les parcelles (brut) (m ³ /ha/an) | Taux d'insuffisance en eau | Besoins en eau d'irrigation (m ³ /ha/an) | Besoins en eau d'irrigation (Mm ³ /an) | Précipitations utiles (Mm ³ /an) | Besoins en eau d'irrigation à la sortie d'eau sur les parcelles (Mm ³ /an) | Efficacité moyenne du transport | Perte de transfert (Mm ³ /ha/an) | Besoins en eau d'irrigation dans les canaux principaux/puits (Mm ³ /ha/an) |
|---------------------------------|-----------------------|---|-------------------------|--|----------------------------|---|---|---|---|---------------------------------|---|---|
| ORMVA | 137,689 | | | | | | 1,043 | 348 | 695 | | 105 | 799 |
| N'Fis and Haouz Central Sectors | | | | | | | 974 | 324 | 650 | | 99 | 749 |
| Large Scale (GH) | 34,766 | 6,968 | 0.74 | 9,389 | 18% | 7,699 | 268 | 88 | 180 | 0.92 | 16 | 195 |
| Small and Medium (PMH) | 93,175 | 6,609 | 0.72 | 9,239 | 18% | 7,576 | 706 | 236 | 470 | 0.85 | 84 | 554 |
| Tessaout Amont Sectors | | | | | | | 69 | 25 | 45 | | 5 | 50 |
| Large Scale (GH) | 5,748 | 6,130 | 0.70 | 8,757 | 18% | 7,181 | 41 | 15 | 27 | 0.91 | 3 | 29 |
| Small and Medium (PMH) | 4,000 | 6,130 | 0.72 | 8,570 | 18% | 7,028 | 28 | 10 | 18 | 0.88 | 3 | 21 |
| GH Total | 40,514 | | | | | | 309 | 103 | 206 | | 18 | 225 |
| PMH Total | 97,175 | | | | | | 734 | 246 | 488 | | 86 | 575 |
| DPA Marrakech | 8,896 | 6,234 | 0.70 | 8,857 | 18% | 7,263 | 65 | 23 | 42 | 0.82 | 9 | 51 |
| DPA Chichaoua | 29,118 | 6,335 | 0.70 | 9,005 | 18% | 7,384 | 215 | 74 | 141 | 0.82 | 31 | 172 |
| Total | 175,704 | | | | | | 1,322 | 445 | 878 | | 145 | 1,023 |

7,525

5,820

(2) Calcul de la demande en eau d'irrigation en 2020

| Périmètre | Surface irriguée (ha) | Besoins en pour les parcelles (net) (m ³ /ha/an) | Efficience d'irrigation | Besoins en eau pour les parcelles (brut) (m ³ /ha/an) | Taux d'insuffisance en eau | Besoins en eau d'irrigation (m ³ /ha/an) | Besoins en eau d'irrigation (Mm ³ /an) | Précipitations utiles (Mm ³ /an) | Besoins en eau d'irrigation à la sortie d'eau sur les parcelles (Mm ³ /an) | Efficacité moyenne du transport | Perte de transfert (Mm ³ /ha/an) | Besoins en eau d'irrigation dans les canaux principaux/puits (Mm ³ /ha/an) |
|---------------------------------|-----------------------|---|-------------------------|--|----------------------------|---|---|---|---|---------------------------------|---|---|
| ORMVA | 137,689 | | | | | | 968 | 348 | 620 | | 94 | 714 |
| N'Fis and Haouz Central Sectors | | | | | | | 905 | 324 | 581 | | 89 | 670 |
| Large Scale (GH) | 34,766 | 6,968 | 0.82 | 8,503 | 18% | 6,973 | 242 | 88 | 154 | 0.92 | 13 | 168 |
| Small and Medium (PMH) | 93,175 | 6,609 | 0.76 | 8,668 | 18% | 7,108 | 662 | 236 | 427 | 0.85 | 76 | 502 |
| Tessaout Amont Sectors | | | | | | | 64 | 25 | 39 | | 5 | 44 |
| Large Scale (GH) | 5,748 | 6,130 | 0.78 | 7,910 | 18% | 6,486 | 37 | 15 | 23 | 0.91 | 2 | 25 |
| Small and Medium (PMH) | 4,000 | 6,130 | 0.76 | 8,040 | 18% | 6,593 | 26 | 10 | 16 | 0.88 | 2 | 19 |
| GH Total | 40,514 | | | | | | 280 | 103 | 177 | | 16 | 193 |
| PMH Total | 97,175 | | | | | | 689 | 246 | 443 | | 78 | 521 |
| DPA Marrakech | 8,896 | 6,234 | 0.72 | 8,710 | 18% | 7,142 | 63 | 23 | 41 | 0.82 | 9 | 50 |
| DPA Chichaoua | 29,118 | 6,335 | 0.71 | 8,870 | 18% | 7,273 | 211 | 74 | 137 | 0.82 | 30 | 168 |
| Total | 175,704 | | | | | | 1,243 | 445 | 798 | | 133 | 931 |

Tableau D.3.1 Coût des travaux de réhabilitation des canaux secondaires pour l'introduction / la dissémination de l'irrigation par goutte-à-goutte dans le périmètre d'irrigation de la GH

| Secteur | Sous-secteur | Nom de l'association coopérative d'utilité Eau agricole | Surface irriguée (ha) | Distance entre constructions (m) | Montant des travaux taxe incluse (DH) | Prix unitaire des travaux (DH/ha) | |
|--|------------------------------|---|-----------------------|----------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|--------|
| N1 | N1-1 | Tizmit | 283 | 10,619 | 27,893,728 | - | |
| | | Sarrau | 989 | 20,681 | 38,751,937 | - | |
| | | Essalam | 846 | 7,086 | 13,930,954 | - | |
| | | Dar El Hamra | 1,037 | 27,213 | 41,400,004 | - | |
| | Sous-total du secteur | | | 3,155 | 65,599 | 121,976,623 | 38,661 |
| | N1-2 | Tarra | 693 | 678 | 655,117 | - | |
| | | Ben Toumi | 722 | 22,924 | 33,661,062 | - | |
| | | Aspersion | - | - | - | - | |
| | | Gravitaire | 1,508 | 2,331 | 4,115,017 | - | |
| | Sous-total du secteur | | | 2,923 | 25,933 | 38,431,196 | 13,148 |
| Total du Secteur N-1 | | | 6,078 | 91,532 | 160,407,819 | 26,392 | |
| N2 | - | Beni Arich | 1,481 | 27,842 | 32,149,965 | - | |
| | - | Ain Bitar | 1,668 | 21,413 | 27,332,286 | - | |
| Total du Secteur N-2 | | | 3,149 | 49,255 | 59,482,251 | 18,889 | |
| N3 | Ennamaa | Ennama | 970 | 30,968 | 29,922,970 | - | |
| | | Sidi Arich | 1,195 | 25,010 | 29,694,819 | - | |
| | | N3-2 | 3,321 | 70,151 | 99,348,059 | - | |
| | | Lamrija | 1,040 | 28,619 | 35,287,300 | - | |
| | | El Amal | 349 | 14,309 | 20,759,660 | - | |
| | | Tazakourt | - | - | - | - | |
| | Bouche de prise d'eau (766A) | - | 10 | 41,760 | - | | |
| Total du Secteur N-3 | | | 6,875 | 169,067 | 215,054,568 | 31,281 | |
| Coût du projet d'aménagement de l'irrigation dans le bassin de la rive droite du N'Fis | | | 16,102 | 309,854 | 434,944,638 | 27,012 | |

Source : l'ORMVAH

Tableau D.3.2 Surface irriguée prévoyant la construction de puits dans le secteur irrigué de la PMH

Unité : ha

| Année | Scénario pour les mesures de base | | | | Scénario pour les mesures d'agrandissement | | | |
|---------|-----------------------------------|---|-----------------------------------|--------|--|---|-----------------------------------|--------|
| | Surface de la PMH | Surface irriguée prévoyant la construction de puits | | | Surface de la PMH | Surface irriguée prévoyant la construction de puits | | |
| | | Construction de nouveaux puits | Remise en état de puits existants | Total | | Construction de nouveaux puits | Remise en état de puits existants | Total |
| 2006/07 | 135,190 | | | | 135,190 | | | |
| 2010/11 | 142,350 | 7,160 | 11,144 | 18,304 | 135,190 | 0 | 11,144 | 11,144 |
| 2020/21 | 162,863 | 27,673 | 42,318 | 69,991 | 135,190 | 0 | 40,750 | 40,750 |

Tableau D.3.3 Quantité et coût des projets pour le programme d'introduction / de dissémination de l'irrigation par goutte-à-goutte

| No. | Périmètre | Aménagement de conduite / d'ouvrage de diversion | | Introduction de l'irrigation goutte-à-goutte par | | Coût total des travaux (MDH) | Remarque (Aide financière pour l'irrigation par goutte-à-goutte) |
|-----|--|--|------------------------|--|------------------------|------------------------------|--|
| | | Surface (ha) | Coût des travaux (MDH) | Surface (ha) | Coût des travaux (MDH) | | |
| 1 | Périmètres irrigués de la GH sur la rive droite du N'Fis | 16,000 | 435 | 19,000 | 532 | 967 | (319) |
| 2 | Périmètres irrigués de la PMH | | | 41,000 | 1,148 | 1,148 | (689) |
| 3 | Autres périmètres irrigués de la GH | | | 10,000 | 600 | 600 | (360) |
| | | 16,000 | 435 | 70,000 | 2,280 | 2,715 | (1,368) |

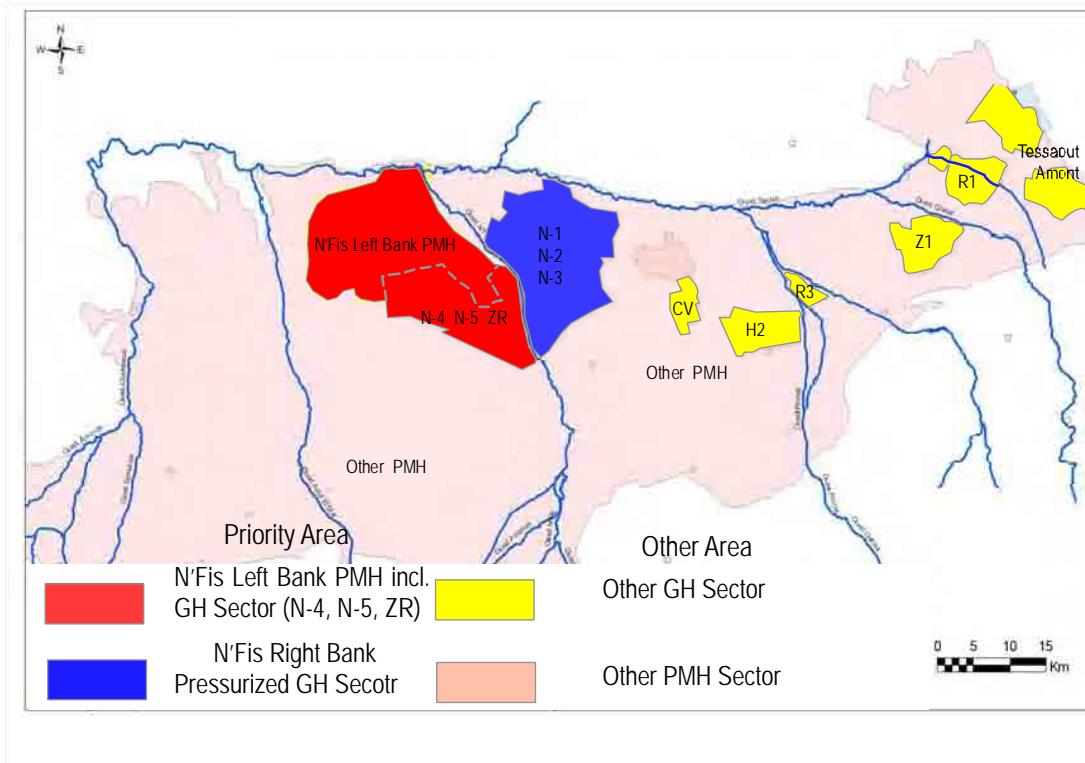


Fig. D.1.1 Zones prioritaires pour l'introduction de l'irrigation par goutte-à-goutte

E: ASSAINISSEMENT / QUALITE DE L'EAU

Table des Matières

E: ASSAINISSEMENT / QUALITE DE L'EAU

| | | |
|--------|--|--------|
| E.1 | Système d'alimentation en eau potable ----- | E - 1 |
| E.1.1 | Office National de l' Eau Potable à Marrakech (ONEP) ----- | E - 1 |
| E.1.2 | RADEEMA ----- | E - 2 |
| E.1.3 | L'alimentation en eau de la ville de Marrakech ----- | E - 2 |
| E.1.4 | Approvisionnement en eau potable dans le milieu rural ----- | E - 3 |
| E.1.5 | Alimentation en eau potable dans d'autres communautés ----- | E - 3 |
| E.1.6 | La qualité de l'eau domestique ----- | E - 3 |
| E.1.7 | La consommation d'eau par les différents usagers ----- | E - 3 |
| E.1.8 | emande en eau potable ----- | E - 4 |
| E.1.9 | Quantité de la demande en eau dans les terrains de golf ----- | E - 4 |
| E.1.10 | Ressources en eau futures du système d'alimentation en eau potable de Marrakech ----- | E - 4 |
| E.1.11 | Diminution de la demande en eau par le biais de mesures de prévention de fuites ----- | E - 5 |
| E.1.12 | Evaluation du dessalement en tant que ressources en eau ----- | E - 5 |
| E.2 | La réutilisation des eaux usées traitées de Marrakech ----- | E - 7 |
| E.2.1 | Les conditions actuelles des eaux usées et le drainage de la ville de Marrakech ----- | E - 7 |
| E.2.2 | Plan d'aménagement du système de traitement des eaux usées dans les communes de la zone de l'étude ----- | E - 9 |
| E.2.3 | Utilisation des eaux usées traitées du système de traitement de Marrakech -- | E - 9 |
| E.3 | Qualité de l'eau ----- | E - 11 |
| E.3.1 | Qualité de l'eau fluviale ----- | E - 11 |
| E.3.2 | Qualité de l'eau dans les bassins récepteur / les canaux ----- | E - 12 |
| E.3.3 | Qualité des eaux souterraines ----- | E - 12 |
| E.3.4 | Analyse qualitative des eaux souterraines dans les alentours des piézomètres ----- | E - 14 |
| E.4 | Standards de qualité des eaux ----- | E - 15 |
| E. 4.1 | Standards de qualité des eaux de surface ----- | E - 15 |
| E.4.2 | Standards de qualité des eaux souterraines ----- | E - 16 |
| E.4.3 | Standards de qualité des eaux d'irrigation ----- | E - 16 |
| E.4.4 | Standards de qualité des eaux des ressources en eau pour la production d'eau potable (eau de surface) ----- | E - 16 |
| E.4.5 | Standards de qualité des eaux purifiées ----- | E - 20 |
| E. 4.6 | Normes de rejet de drainage dans la zone urbanisée ----- | E - 21 |
| E.4.7 | Normes de rejet des industries de la pulpe, du papier et du carton ----- | E - 21 |
| E.4.8 | Normes de rejet des industries du sucre ----- | E - 21 |

Tableaux

| | | |
|---------------|---|--------|
| Tableau E.1.1 | Situation du service d'alimentation en eau potable (Marrakech - 2005) -- | E - 22 |
| Tableau E.1.2 | Situation du service d'alimentation en eau (11 centres de l'ONEP – 2005) ----- | E - 22 |
| Tableau E.1.3 | Qualité des eaux distribuées (Marrakech) ----- | E - 22 |
| Tableau E.1.4 | Consommation de l'eau par usage (2005) ----- | E - 23 |
| Tableau E.1.5 | Consommation de l'eau par usage à Marrakech (RADEEMA) (2006) ---- | E - 23 |

| | | |
|---------------|--|--------|
| Tableau E.1.6 | Estimation de la demande en prise d'eau : Système d'alimentation en eau----- | E - 24 |
| Tableau E.1.7 | Demande en eau des terrains de golf / stations balnéaires----- | E - 25 |
| Tableau E.1.8 | Prise d'eau prévue dans le cas d'un renforcement des mesures de prévention de fuite et dans le cas du maintien de la situation actuelle ----- | E - 26 |
| Tableau E.3.1 | Résultats des mesures qualitatives de l'eau aux points fluviaux de mesure (extrait) ----- | E - 27 |
| Tableau E.3.2 | Evaluation des résultats des analyses qualitatives des barrages et des canaux avec les standards de l'eau de surface (standards environnementaux)----- | E - 27 |
| Tableau E.3.3 | Résultats des analyses qualitatives des eaux de de surfaces dans la périphérie de Marrakech ----- | E - 28 |
| Tableau E.3.4 | Standards provisoires de qualité des eaux souterraines proposées par l'ABHT ----- | E - 28 |
| Tableau E.3.5 | Evaluation des résultats des analyses qualitatives des eaux souterraines avec les standards provisoires des eaux souterraines (1991-2004)----- | E - 28 |
| Tableau E.3.6 | Evaluation des résultats analyses qualitatives des eaux souterraines avec les standards de qualité des eaux purifiées ----- | E - 29 |
| Tableau E.3.7 | Résultats des analyses qualitatives des eaux souterraines dans la périphérie des péziomètres----- | E - 29 |

Figures

| | | |
|--------------|--|--------|
| Figure E.1.1 | Organigramme de l'ONEP----- | E - 30 |
| Figure E.1.2 | Organigramme de la RADEEMA----- | E - 31 |
| Figure E.1.3 | Carte d'emplacement des systèmes d'alimentation en eau potable de Marrakech ----- | E - 32 |
| Figure E.1.4 | Prévisions des ressources en eau à l'avenir pour l'alimentation en eau de Marrakech----- | E - 33 |
| Figure E.1.5 | Mesures de prévention des fuites : Renforcement des mesures par rapport aux mesures actuelles----- | E - 33 |
| Figure E.2.1 | Carte d'emplacement des systèmes d'assainissement (en construction) (RADEEMA)----- | E - 34 |
| Figure E.2.2 | Ordinogramme du traitement des eaux usées de Marrakech (RADEEMA) ----- | E - 34 |
| Figure E.2.3 | Choix du tracé du transfert / de la distribution des eaux traitées ----- | E - 35 |
| Figure E.3.1 | Carte d'emplacement des analyses qualitatives des eaux de surface----- | E - 36 |
| Figure E.3.2 | Carte d'emplacement des analyses qualitatives des péziomètres et des eaux souterraines ----- | E - 36 |
| Figure E.3.4 | Carte d'emplacement détaillée des analyses qualitatives des eaux souterraines réalisées par la mission d'étude de la JICA (1/2)----- | E - 37 |
| Figure E.3.4 | Carte d'emplacement détaillée des analyses qualitatives des eaux souterraines réalisées par la mission d'étude de la JICA (2/2)----- | E - 38 |

E : Assainissement / qualité de l'eau

E.1 Système d'alimentation en eau potable

E.1.1 Office National de l'Eau Potable à Marrakech (ONEP)

En 1972, L'ONEP a été créé sous la tutelle du Ministère de l'Equipement et du Transport. Après sa création, à travers plusieurs réorganisations ministérielles, l'ONEP est devenu un département relevant du Ministère de l'Aménagement du Territoire, de l'Eau et de l'Environnement. Après la Réforme Administrative de janvier 2004, l'ONEP est un seul office national qui fournit de l'eau potable pour les communes urbaines dans les régions. Les principales fonctions de l'ONEP peuvent être résumées comme suit :

- a. Plan et Etude pour assurer l'alimentation en eau potable dans le pays,
- b. Opération et Gestion pour la production et la distribution de l'eau potable pour l'accès et la consommation de la population,
- c. Contrôle de la qualité de l'eau pour la production et la distribution de l'eau potable, et le contrôle de la pollution de l'eau en plus de l'assistance pour surveiller la qualité de l'eau,
- d. Participation dans les études et les projets en coopération entre les agences/départements des ministères intéressés,

En plus des principaux rôles et fonctions mentionnés ci-dessus, l'ONEP conduit plusieurs types d'activités particulières à savoir :

- a. L'alimentation en eau potable des régions rurales avoisinantes avec les zones déjà alimentées
- b. Un système tarifaire adéquate de l'eau pour l'expansion et le développement des services de l'eau dans les petits centres urbains
- c. Formation et implication des participants dans tous les domaines techniques et financiers en coopération avec des organisations internationales
- d. Sensibiliser des gens pour l'économie d'eau à travers des campagnes de sensibilisation au niveau des écoles, le média audiovisuel, les camps de vacances, les événements sportifs et culturels
- e. Développement des nouvelles technologies telles que la désalinisation et la déminéralisation des eaux dont les provinces de sud s'occupent
- f. Traitement des eaux usées pour éloigner les impacts négatifs des effluents industriels et domestiques qui affectent les sources en eau
- g. Amélioration de la qualité de l'eau par des laboratoires décentralisés, gérées par le laboratoire central, à travers les essais réguliers et continus pour la qualité requise dans l'alimentation en eau potable.

L'ONEP a mis en place les 9 offices régionaux dans tout le pays. La plaine du Haouz est couverte par l'office régional-2 qui est située à Marrakech et qui gère les provinces de Safi, Essaouira, El Kalaâ des Saraghna, Ouarzazate, Zagora, Chichaoua et la Préfecture de Marrakech. Actuellement, 750 personnes environ travaillent dans l'office régional de Marrakech. L'organigramme de l'ONEP est présenté à la

Figure E.1.1.

E.1.2 RADEEMA

La RADEEMA est une entreprise publique autonome à but lucratif et responsable de l'alimentation en eau et en électricité, de la gestion et de l'assainissement dans la ville de Marrakech. L'organisation a été établie par le conseil municipal en 1971 sous la tutelle du Ministère de l'Habitat et le Ministère de l'Economie pour le service de l'eau et de l'électricité. En 2005, la RADEEMA a distribué de l'eau à 87 %, soit 748000 de la population à Marrakech après la purification de l'eau par l'ONEP. D'autre part, la RADEEMA a commencé la conservation environnementale en 1998 et le développement des installations des égouts en août 2006. Depuis lors, la RADEEMA s'occupe des travaux de l'amélioration des égouts existants, de l'installation des conduites et de la construction de la station du traitement des eaux usées dans les sites d'à côté de la rivière de Tensift, au nord-ouest de la ville de Marrakech. Dans la RADEEMA, le nombre total de l'effectif est d'environ 1000 personnes dont 300 personnes environ travaillent dans le domaine de l'eau. L'organigramme de la RADEEMA est présenté à la Figure E.1.2.

E.1.3 L'alimentation en eau de la ville de Marrakech

La ville de Marrakech est alimentée en eau potable par la station de traitement de l'ONEP. La distribution d'eau est assurée par la RADEEMA à travers des réservoirs et des réseaux de distribution. (Se référer à la Figure E.1.3)

La station d'épuration d'eau de l'ONEP est située à 17 km de la ville au sud. Ladite station a été mise en service en 1983. La capacité d'épuration actuelle est de 1 600 litres/s. Les travaux d'extension de la station, dont la capacité sera de 1 400 litres/s, sont actuellement en cours. La mise en service de la première moitié de cette extension est prévue pour 2007, la seconde moitié de l'extension de 700 litres/s est prévue par l'ONEP pour 2010. Après la réalisation de ces travaux d'extension, la capacité totale d'épuration d'eau sera de 3000 litres/s.

Actuellement, les trois captages fonctionnent pour transférer de l'eau brut à la station d'épuration d'eau. La plupart de la quantité d'eau brut est transportée par le canal de Rocate par gravité sur 2 km. Depuis le captage de Bouzougharo de la rivière de Moulay Brahim, située à 25 km au sud de la station d'épuration, de l'eau de rivière infiltrée est collectée et transportée par l'aqueduc enterré. La quantité d'eau envoyée est de 200 litres /s. De l'eau infiltrée est captée dans la saison humide dans la mesure du possible. A 25 km au sud-ouest de la station d'épuration, la station-9 est dotée du captage de réserve. En réponse à la demande, en particulier en été, la station-9 envoie 200 à 250 litres/s pour les périmètres irrigués de l'ORMVA. Au mois d'octobre, cette station a arrêté le captage pendant 10 jours pour enlever les dépôts sédimentaires. A part les captages mentionnés ci-dessus, 38 puits appartenant aux 12 groupes de puits, situés à Issil, Agdal et Ourika, font le pompage des eaux souterraines. Les eaux souterraines des puits sont transmises aux réservoirs de distribution au sud de la ville de Marrakech et une partie des eaux souterraines est directement envoyée dans la ville par la canalisation.

Il y a deux réservoirs de distribution gérés par la RADEEMA. Le réservoir de distribution localisé à côté de la station d'épuration d'eau avec une capacité de 37 500 m³. En outre, un réservoir d'une capacité de 12 500 m³ est en cours de construction dans la zone attenante. L'autre réservoir de distribution d'une capacité de stockage de 55 000 m³ se localise au sud de Marrakech. Ces deux réservoirs de distribution alimentent la ville de Marrakech par système gravitaire. La consommation de

l'eau, la production de l'eau et le volume prélevé de l'eau étaient de 34,6 millions de m³/ an, 56,1 millions de m³/ an et 58,9 millions de m³/ an respectivement en 2005. (Tableau E.1.1)

E.1.4 Approvisionnement en eau potable dans le milieu rural

L'Office Régional-2 de l'ONEP gère les systèmes d'alimentation en eau potable dans les 55 centres. Parmi les 55 centres, 11 sont localisés dans la zone de l'étude : 1- Sid Zouine, 2-Loudaya, 3-Tahannaout, 4-Ait Ourir, 5-Tameslohte, 6-Ghmate, 7-Ghiat, 8-Lalla Takerkoust, 9-Chichaoua, 10-Tamallalt, 11-Sidi Rahhal. Ces 11 centres exploitent exclusivement les ressources en eaux souterraines après désinfection.

Selon les estimations de l'ONEP, la consommation d'eau de ces 11 centres était de 2,1 millions de m³/ an au total en 2005, et la consommation d'eau domestique occupait la plus grande part de la consommation par usage, avec 1,7 million de m³. (Tableau E.1.2)

E.1.5 Alimentation en eau potable dans d'autres communautés

La population rurale est alimentée à partir des systèmes réalisés dans le cadre de plusieurs programmes initiés par les départements de l'équipement ou de l'agriculture. Les maisons isolées continuent à s'approvisionner en eau à partir des puits privés ou par des Metphias. La population rurale de la zone de l'étude est estimée à peu près 620 000 habitants en 2005. La demande annuelle en eau est estimée à peu près 12 millions de m³/an.

La DGH de concours avec L'ONEP a commencé le PAGER en 1995 pour alimenter en eau les zones isolées. Ce programme a pour objectif de rehausser le taux de desserte en eau à 92% en 2007, cependant l'exécution du programme connaît un retard dû aux contraintes budgétaires. Depuis 2004, l'ONEP est engagé à plein temps dans le projet PAGER et le fait avancer.

E.1.6 La qualité de l'eau domestique

La RADEEMA contrôle la qualité de l'eau distribuée par le réseau au point d'entrée de l'eau dans le réseau, au niveau des robinets et bornes dans la ville. Le Tableau E.1.3 présente les résultats des analyses dans les paramètres en comparaison avec les standards de qualité recommandés par l'ONEP.

E.1.7 La consommation d'eau par les différents usagers

Dans la ventilation de l'approvisionnement en eau par usage calculé à partir de la consommation d'eau potable en 2005, l'eau à usage domestique représentait une grande part de celui-ci : 85,6 % à Marrakech, et 80,9 % dans les 11 centres gérés par l'ONEP. L'approvisionnement en eau aux administrations, aux installations collectives, aux écoles, aux bureaux etc. est le deuxième groupe de consommation en eau et représente environ 12% aussi bien à Marrakech que dans les 11 centres gérés par l'ONEP. L'eau à l'usage agricole compte pour 2,7 % de l'approvisionnement en eau à Marrakech et pour 5,0 % dans les 11 centres considérés. (Tableau E.1.4)

Toutefois, dans les données de l'étude de la RADEEMA de 2003 relative à la consommation de l'eau par usage, l'eau à usage industriel, y compris à usage hôtelier, représentait 8 % de l'approvisionnement en eau. L'incohérence de cette valeur était due à une ambiguïté concernant la classification des usagers des appartements privés : le cas d'une classification dans la catégorie d'usage résidentiel et le cas d'une classification dans la catégorie d'usage hôtelier en tant qu'hébergement pour les touristes. Dans les relevés de la RADEEMA de 2006 portant sur la consommation de l'eau, ceci a été corrigé, et l'eau à usage industriel, y compris à usage hôtelier, est de 6,9 %, une valeur proche de celle des données de

l'étude de 2003 mentionnée ci-dessus. (Tableau E.1.5)

E.1.8 Demande en eau potable

Les valeurs d'estimation de l'ONEP et de la RADEEMA, qui sont considérées comme étant adéquates, sont utilisées pour l'estimation de la demande en eau potable. La demande en eau potable dans les communautés rurales en dehors du périmètre d'alimentation de l'ONEP est de 30L/personne/jour, et après l'installation des équipements d'alimentation en eau potable par raccordement à une borne fontaine commune ou à un puits, celle-ci a été estimée à 65L/personne/jour, identique au niveau de la consommation journalière par personne en 2020 de l'ONEP. De surcroît, le taux d'accès à l'eau des populations rurales, référencé en novembre 2005 dans un rapport d'évaluation pour un prêt de la Banque mondiale à l'ONEP, était de 60 % en 2004, et, en 2020, à la suite de programmes tels que PAGER, il est supposé que 95 % des populations rurales seront approvisionnées en eau potable par raccordement à une borne fontaine commune ou à un puits.

Le Tableau E.1.6 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 76,3 Mm³/an en 2005 à 100,3 Mm³/an en 2020.

E.1.9 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 Rocade et des eaux souterraines par L'ORMVAH et l'ABHT. Le nom du terrain de golf et le volume d'eau autorisé sont indiqués au Tableau E.1.7. La quantité autorisée pour les 3 nouveaux terrains de golf est de 3,92 Mm³/an. En outre, de nouveaux projets font l'objet de demandes de la part de 5 groupes. Le volume de prise d'eau du canal de Rocade et des eaux souterraines faisant l'objet des demandes est de 7,85 millions de m³/an. Si les nouveaux projets dont les demandes ont été déposées sont acceptés, il est anticipé que le volume de prise d'eau des terrains de golf à l'avenir sera de 14,27 millions de m³/an. Outre les projets indiqués ci-dessus, il y a 8 projets de développement de terrains de golf / stations balnéaires dont le contenu n'est pas précisé, et la conclusion de ces projets porterait le nombre des terrains et golfs / stations balnéaires dans la banlieue de Marrakech à 19. Il est estimé que le total de la demande en eau dépasserait alors les 30 millions de m³ par an.

E.1.10 Ressources en eau futures du système d'alimentation en eau potable de Marrakech

L'ONEP a débuté les préparatifs d'une étude sur les ressources en eau futures de Marrakech. Il est prévu que cette étude sera achevée en 2008. Les besoins en eau à venir relatifs au cadre de l'étude et les ressources en eau faisant partie de l'étude en question sont présentés sous forme de graphique à la Figure E.1.4. Selon ce graphique, pour ce qui est du volume maximal de prise d'eau par jour, il sera possible d'assurer jusqu'en 2015 les ressources en eau pouvant satisfaire les capacités d'épuration actuelles, y compris les installations en cours de construction, 2 900 L/s, mais il est anticipé que le volume maximale de prise d'eau journalière en 2030 augmentera encore de 1 000 L/s pour atteindre 3 900 L/s. La possibilité de combler la part insuffisante par le canal de Rocade ou le Barrage Massira

situé dans un bassin à proximité au nord du bassin du Tensift est à l'étude. La présente étude examinera les lieux de nouvelles ressources en eau de Marrakech prenant en considération que les ressources existantes permettront de couvrir de manière satisfaisante la demande moyenne journalière en eau en 2020, la dernière année cible du plan directeur,

E.1.11 Diminution de la demande en eau par le biais de mesures de prévention de fuites

Les mesures de prévention de fuites actuellement en vigueur ne sont pas efficaces, et il semble extrêmement difficile de réduire le débit de fuite pour l'avenir. Le volume de prise a été estimé dans le cas où le taux de perte de la RADEEMA et de l'ONEP de 38 % et de 36 % en 2005 ne s'améliorerait pas et dans le cas où les mesures de prévention de fuites seraient renforcées. Celui-ci est présenté au Tableau E1.8 et à la Figure E.1.5 sous forme de graphique. Le taux de perte cible de la RADEEMA et de l'ONEP a été établi aux alentours de - 30 % pour 2010, -25 % pour 2015 et -23 % pour 2020. Dans le cas où des mesures de prévention de fuites efficaces seraient mises en œuvre, le volume de prise d'eau dans la zone faisant l'objet de l'étude, y compris l'approvisionnement en eau dans le périmètre d'approvisionnement en eau de la RADEEMA et de l'ONEP ainsi que dans les autres zones rurales, sera d'environ 100 millions m³/an en 2020. Dans le cas où les conditions actuelles seraient maintenues telles quelles, le volume de prise d'eau en question sera de 120 millions de m³/an. La différence est de 20 millions de m³/an, un volume considérable, équivalent à la consommation annuelle d'eau de 400 000 personnes. La valeur prédéterminée du taux de perte (taux de fuite) mentionné ci-dessus utilisé dans les estimations de la demande à venir doit être reconsidérée, et il est recommandé que la valeur cible en 2020 soit de 20 %, et la valeur cible finale de 15 %.

E.1.12 Evaluation du dessalement en tant que ressources en eau

(1) Situation de la salinité après analyse qualitative

Comme indiqué dans la rubrique sur la situation de la qualité des eaux souterraines, suite aux analyses qualitatives basées sur environ 400 échantillons provenant de 72 puits existants (1991-2004), il a été jugé que, sans une réduction de la concentration saline à l'aide d'équipement de dessalement, au moins 30 à 40 % des échantillons en question ne convenaient pas à l'eau de consommation.

(2) Accumulation de la base de données relative à la qualité des eaux souterraines

Il est imaginable qu'il existe de nombreuses communautés dans la plaine du Haouz qui ne sont pas en mesure d'assurer des eaux souterraines de bonne qualité. En particulier, les eaux souterraines de haute salinité ne peuvent pas être utilisées pour la vie quotidienne. La salinité n'est pas mesurée directement ; la méthode utilisée consiste en une estimation par le biais d'une conversion de la conductibilité électrique. Par ailleurs, en ce qui concerne les données d'analyse de la qualité des eaux souterraines entre 1991 et 2004 obtenues auprès de l'ABHT, le nombre d'échantillons dans la zone de l'étude dans la plaine du Haouz est aux environs de 400, mais ce nombre d'échantillons sont les mesures provenant seulement de 72 puits, et les mesures de la qualité de l'eau ne sont pas toujours effectuées dans un nombre suffisant de puits. Renforcer sur le champ le réseau d'observation de la qualité des eaux souterraines est essentiel, mais il est important que l'ABHT mette en œuvre, en tant que mesure immédiate, une étude sur les conditions réelles de la qualité des eaux souterraines conformément à la proposition suivante.

- Etude sur les conditions réelles par le biais de paramètres tels que la méthode

d'approvisionnement en eau à usage quotidien, sa qualité, le temps consacré à son approvisionnement, etc. (propriétaires de puits, associations d'usagers, l'ONEP, centres de soins, etc.)

- Création d'une structure de mise en œuvre de l'étude sur la qualité de l'eau conformément aux demandes des propriétaires de puits,
- Démarrage des mesures de la salinité,
- Etablissement / analyse de la base de données relative à la qualité des eaux souterraines,
- Elaboration / mise à la disposition du public d'une carte des puits contaminés suivant la salinité, la dureté et autres paramètres déterminant la qualité de l'eau,
- Conseils / soutien concernant la fermeture ou l'épuration des puits contaminés.

(3) Conditions pour la mise en œuvre de projets de dessalement dans les communes

A l'heure actuelle, il n'existe pas dans la zone de l'étude de secteurs procédant à l'approvisionnement en eau par le biais d'équipements de dessalement. Le coût initial élevé, par rapport au volume d'eau à traiter, explique que l'installation des équipements de dessalement ne progresse pas. Toutefois, il est également vrai qu'il y a un nombre non négligeable de communautés dont l'accès à une eau à usage quotidien de bonne qualité est peu pratique, et l'approvisionnement en eau vers ces villages est une nécessité urgente. Dans les cas où l'approvisionnement en eau par un prolongement des conduites d'alimentation à partir du service d'eau existant dans les villages en question est techniquement et économiquement impossible, le dessalement des eaux saumâtres en tant que solution de rechange est considéré. Les procédures suivantes sont présentées en tant que méthode de mise en œuvre de projets de dessalement.

- Mise en place d'une base de données contenant des informations de base relatives à l'utilisation des eaux / l'identification des communautés confrontées à des problèmes ne leur permettant d'assurer l'eau nécessaire pour la vie quotidienne,
- Elaboration / sélection des critères de sélection des communautés cibles du projet de dessalement (situation de la qualité de l'eau, temps d'accès, taille de la population, demande en eau, etc.)
- Création de groupes par ordre de priorité pour la mise en œuvre du projet de dessalement,
- Estimation du coût approximatif des travaux, élaboration du calendrier de mise en œuvre et du budget (ONER),
- Concept de base des équipements de dessalement des communautés faisant partie des groupes dont l'ordre de priorité est élevé (y compris une comparaison avec le prolongement des conduites d'approvisionnement en eau à partir du service d'eau existant)
- Estimation du coût de construction / du coût de gestion des équipements de dessalement dans les communautés cibles
- Budgétisation / vérification de paiement par les résidents / de la volonté de payer
- Mise en œuvre du projet

(4) Mise en œuvre des projets de dessalement dans les communes

Dans la zone de l'étude, d'après les résultats de l'essai sur la qualité des eaux souterraines, les eaux souterraines montrent un haut degré de salinisation et un haut degré de dureté aussi. Ces valeurs dépassent les standards de l'eau potable, mais elles ne dépassent pas les standards de l'eau pour l'irrigation. Pour les agglomérations éloignées d'une source en eau de bonne qualité, dans le cas où le dessalement et la déminéralisation des eaux souterraines seraient une seule solution, il serait prévu de construire les installations dont la quantité de traitement serait de moins de 50 m³/jour. Dans ce cas-là, on utiliserait les eaux souterraines existantes à dessaler et à déminéraliser. Par conséquent, le volet de dessalement n'est pas une alternative au développement de nouvelles sources en eau dans la présente étude.

(5) Développement de ressources en eau par le dessalement d'eau de mer

Souvent, on parle du dessalement d'eau de mer pour la nouvelle source en eau. Dans des pays pétroliers qui trouvent facilement du carburant moins cher, le dessalement d'eau de mer est une seule solution et il se pratique. Ces derniers temps, les grandes stations du dessalement comme la capacité de plus de 100 Million m³/jour sont construites. Par contre, la ville de Marrakech se situe à l'intérieur du pays. Pour le dessalement d'eau de mer, Marrakech manque de conditions favorables sur le plan tant économique que technique. Dans la zone de l'étude, avant d'examiner la possibilité du dessalement d'eau de mer, il y a des options telles que l'utilisation efficace des ressources en eau, l'économie d'eau et le transfert d'eau de l'extérieur du bassin. Et, pour le projet de grande envergure, comme le projet du dessalement d'eau de mer, il y a lieu d'examiner au niveau de la stratégie nationale, telle que le plan de développement intégré nationale, etc. Par conséquent, le dessalement d'eau de mer ne fait pas l'objet de l'étude sur le développement de nouvelles sources en eau, lors de l'élaboration du plan jusqu'en 2020, année de l'objectif du Plan directeur de la présente étude.

E.2 La réutilisation des eaux usées traitées de Marrakech

E.2.1 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

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 m³/jour
- La Quantité des eaux usées générées : 76 000 m³/jour
- Eaux Usées Déchargées sur la rivière de Tensift : 62 000 m³/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 (2010) | 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%) |

Suivant le plan d'aménagement du système d'assainissement, les eaux usées sont rejetées dans la rivière de Tensift à partir de 3 bouches d'évacuation et sont envoyées par écoulement gravitaire dans une conduite de collecte à la station d'épuration des eaux usées. Par ailleurs, les précipitations excédentaires sont évacuées dans la rivière de Tensift par une conduite séparée. L'emplacement de l'installation de collecte, de la conduite de collecte et du système de traitement en cours de construction est indiqué à la Figure E.2.1. Les travaux actuellement en cours couvrent l'installation de collecte, la conduite de collecte et le système de traitement primaire, mais les travaux progressent de manière à ce que le système de traitement soit achevé en décembre 2007 visant le démarrage du traitement des eaux usées en janvier 2008. L'achèvement de toute la station de traitement des eaux usées, y compris également le système de traitement des boues d'égout, est prévu en mars 2008, et le démarrage des opérations réelles est fixé au mois de juin 2008, après les essais et ajustements de mise en service d'une durée de 3 mois. Le démarrage des travaux du système de traitement secondaire est

prévu immédiatement après le lancement des opérations du système de traitement primaire, et le consultant s'attèle actuelle à sa conception. L'achèvement du système de traitement secondaire est fixé à 2010. Les travaux de ce système de traitement secondaire incluent également l'installation d'un système de traitement et de distribution des eaux recyclées. L'ordinogramme de l'ensemble du traitement, y compris le système des eaux traitées est présenté à la Figure E.2.2. La particularité de ce système de traitement des eaux usées réside dans le fait que d'une part le gaz de digestion dans le processus de traitement des boues brutes sera récupéré pour couvrir la demande en électricité à l'intérieur de la station de traitement des eaux usées, qui ne produit pas d'électricité, et d'autre part qu'il s'agit d'un projet CDM.

E.2.2 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)

E.2.3 Utilisation des eaux usées traitées du système de traitement de Marrakech

(1) Possibilité de réutilisation des eaux usées traitées

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 la DBO₅ et les SS à moins de 30 mg/l avec la fonction de décomposition des matières organiques.

Le niveau des SS 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 traitées dans la phase 2 sont d'un niveau acceptable, et il est escompté qu'elles pourront être utilisées pour l'irrigation et l'arrosage des espaces verts ou des usages similaires. Toutefois, pour le véritable recyclage des eaux usées traitées, il faudrait des eaux traitées par traitement tertiaire. A la RADEEMA, les eaux traitées par traitement secondaire dans la station de traitement des eaux usées de Marrakech sont de surcroît traitées par filtration rapide sur sable, avec la DBO₅ égale ou inférieure à 15mg/L et les SS à 10mg/L, et un projet se poursuit pour la distribution de ces eaux en tant qu'eau d'irrigation et d'arrosage des palmeraies et des terrains de golf sur les rives de la Tensift. La qualité de l'eau du projet de la RADEEMA est à un niveau satisfaisant pour son utilisation en tant qu'eau d'irrigation et d'arrosage, mais prenant en considération le fonctionnement, la gestion et la maintenance des équipements, en particulier la charge accrue en raison des matières en suspension vers le lit filtrant, et l'augmentation de la fréquence de l'élimination des boues dans les conduites de distribution, il serait souhaitable d'installer une cuve de sédimentation chimique dans la portion qui précède la filtration rapide. Ainsi,

la qualité de l'eau par traitement tertiaire par procédé de sédimentation chimique, de filtration rapide et de stérilisation, du point de vue du degré de clarté, sera à un niveau de qualité égale à l'eau approvisionnée par les systèmes d'alimentation en eau potable, avec la DBO5 égale ou inférieure à 5mg/L, les SS à 10mg/L et une limpidité égale ou inférieure à 2 NTU, et l'élargissement des applications autres que l'irrigation et l'arrosage, comme par exemple en tant qu'eau de lavage, pourra être escomptée.

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. Le projet d'utilisation d'eau recyclée de la RADEEMA fait l'objet d'un examen pour la distribution de l'eau en question vers les palmeraies et 8 terrains de golf / stations balnéaires sur les rives de la Tensift. En ce qui concerne le tracé du transfert / de la distribution de l'eau, il existe plusieurs cas de figure, mais le tracé du raccordement de conduites le plus court entre la station de traitement tertiaire et les endroits faisant l'objet de la demande pour une telle eau serait avantageux du point de vue énergétique lié au pompage, et il permettrait de minimiser les coûts d'exploitation des pompes. L'option du tracé des conduites de transfert / de distribution prédominant est présenté à la Figure E.2.3.

Lors de discussions sur l'efficacité économique de l'eau recyclée, le prix unitaire, qui est un facteur important, a été estimé en additionnant le coût provisionnel de la RADEEMA, les coûts de construction sur la base du choix du tracé des conduites de transfert / de distribution présenté à la Figure E.2.3 et les frais de d'exploitation et de maintenance sur une durée de 25 ans. Cette estimation est détaillée dans le tableau suivant.

Estimation du prix unitaire de l'eau pour l'utilisation des eaux usées recyclées de Marrakech

| Paramètres | Coût (million de DH) |
|--|------------------------------|
| Coût de construction du système de traitement tertiaire (Volume de traitement : 52 600 m ³ /jour, cuve de sédimentation chimique et filtration rapide sur sable) | 120 |
| Coût de construction des équipements de transfert / de distribution de l'eau recyclée (4 stations de pompage, environ 40 km de conduites) | 140 |
| Frais d'exploitation et de maintenance (25 ans : coût des produits chimiques, coût énergétique, frais de maintenance des équipements, personnel pour l'exploitation) | 871 |
| Coût total | 1 131 |
| Coût unitaire de l'eau recyclée (intérêt sur les fonds exclus) | 2,36 (DH/m ³) |

D'après cette estimation, le coût est de 2,36 DH pour 1m³ d'eau recyclée. Ce coût unitaire de l'eau recyclée est bas par rapport au prix moyen de l'eau de 6 – 8 DH/m³ que paient les résidents de

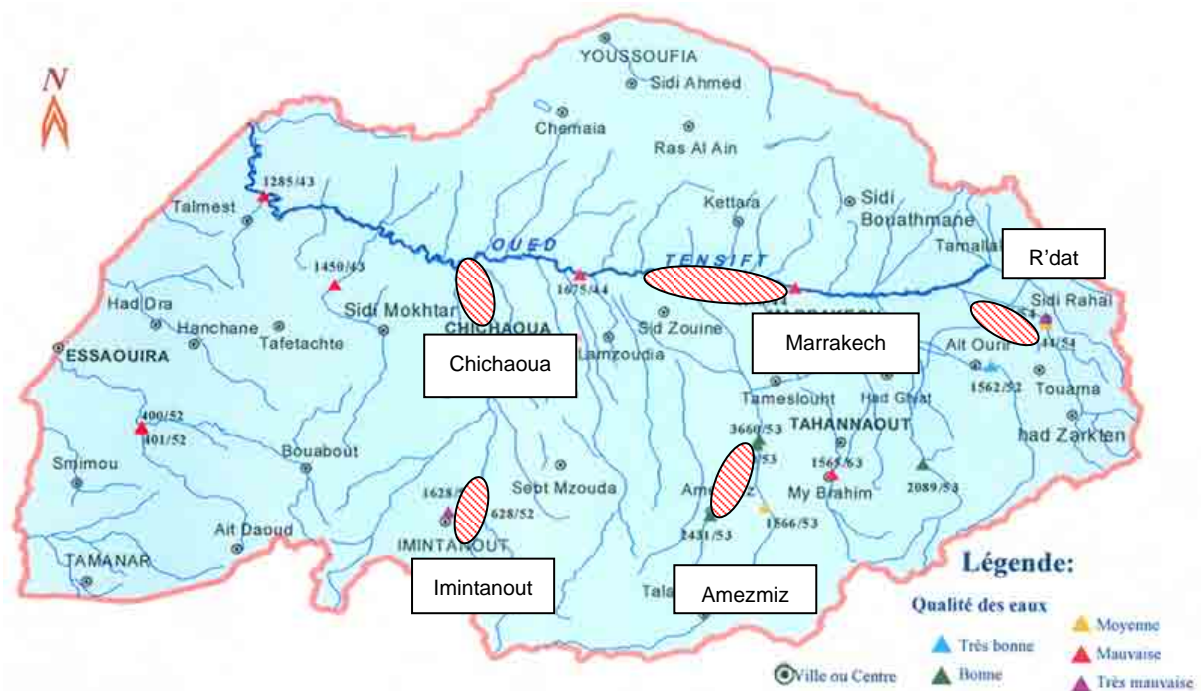
Marrakech. Toutefois, pour les terrains de golf ayant déjà une autorisation de prise d'eau des ORMVA, il excéderait le prix de l'eau fixé par accord de 1,87 DH/m³. Pour les entrepreneurs des terrains de golf / stations balnéaires ayant une autorisation de prise d'eau en tant que droit acquis, étant donné que l'utilisation d'eau recyclée représenterait une augmentation des charges, ils ne seront pas preneurs. Il sera nécessaire de considérer des méthodes permettant de remédier à la différence tarifaire avec des mesures spéciales telles que des subventions.

E.3 Qualité de l'eau

E.3.1 Qualité de l'eau fluviale

Les normes de la qualité de l'eau de surface sont définies par le décret No. 1275-01, promulgué, en décembre 2002. Selon les paramètres, il y a 5 niveaux de qualité : Excellent, Bien, Moyenne, Médiocre et Très Médiocre. L'enquête sur la qualité de l'eau réalisée par l'ABHT en 2004-2005 indique "Moyen" ou "Bien" pour la majorité des points de l'enquête. (voir le Tableau E.3.1) Cependant, les régions qui se trouvent à côté des villes montrent une qualité médiocre et concernent :

- Régions de la rivière de Tensift avec des décharges des eaux usées de la ville de Marrakech.
- Rivière d'Imintanout: en aval du centre d'Imintanout
- Rivière R' dat: en aval du centre de Sidi Rahal
- Rivière d'Amez Miz: en aval des rejets du centre d'Amez Miz;
- Rivière de Chichaoua: en aval du centre de Chichaoua;



Source : l'ABHT

Fig. E.3.1 Qualité de l'eau fluviale dans la plaine du Haouz (2004-2005)

Le Tableau E.3.1 indique une partie des résultats pour la qualité de l'eau des régions enquêtées. La classification de la qualité de l'eau (eau de surface) est basée sur 6 paramètres. La qualité "mauvais" et "très mauvais", est due à la Demande Chimique en Oxygène (DCO) et aux Phosphores totaux. Les autres paramètres montrent fort bon pour la plupart des échantillons.

D'autre part, excepté les paramètres des matières chimiques, une grande quantité de sables est comprise dans les eaux du canal de Rocade et des rivières principales dans la zone de l'étude. Ces sables causent des problèmes au niveau des stations d'épuration et des sédimentations dans les barrages.

E.3.2 Qualité de l'eau dans les bassins récepteur / les canaux

De 1991 à 2002, l'ABHT a effectué des relevés hydrométriques sur 117 échantillons dans 4 barrages et 3 canaux. D'après les résultats de ces relevés, la qualité de l'eau est stable dans le temps. La valeur moyenne des standards de qualité représentatifs de 2000-2002 des 4 barrages ayant fait l'objet des relevés en question, à savoir le Barrage Hassan 1^{er}, le Barrage Mouley Youssef, le Barrage Side Dris et le Barrage Takerkoust, ainsi que le Canal de Rocade sont présentés dans le tableau suivant avec, pour référence, les normes des eaux de surface (normes environnementales). Les résultats indiquent que toutes les valeurs moyennes étaient comprises dans les plages « Bon – Excellent » des normes des eaux de surface, mais les valeurs de l'ammoniac et du phosphore total dans le canal de Rocade étaient légèrement supérieures aux valeurs dans le bassin récepteur, qui contient les ressources en eau de ce canal, ce qui laisse entrevoir une possibilité de contamination dans le canal. (Tableau E.3.2)

La mission d'étude a effectué des relevés hydrométriques des eaux fluviales et des raccordements à 4 endroits de l'oued Issil à l'est de la Médina de Marrakech et de la rivière Tensift le 14 juin. Du fait qu'il n'y avait pas de courants d'eau, les relevés hydrométriques ont été réalisés à partir des eaux stagnantes. En outre, les appareils portables utilisés pour ces relevés hydrométriques étaient ceux préparés pour mesurer la qualité des eaux souterraines. Par conséquent, les résultats dans le tableau ci-dessous sont indiqués uniquement à titre de référence. (Tableau E.3.3)

E.3.3 Qualité des eaux souterraines

Le Tableau E.3.4 donne les standards de qualité des eaux souterraines tels que proposés au Ministère par l'ABHT, dans l'attente d'une approbation finale.

Des analyses qualitatives des eaux souterraines sont conduites régulièrement par l'ABHT sur des forages de production et sur quelques ouvrages de suivi. Ces données d'analyse acquises entre 1991 et 2004 sont comparées aux normes proposées par l'ABHT et résumées dans le Tableau E.3.5.

Les conclusions tirées à partir des résultats de l'étude de la qualité des eaux souterraines d'environ 400 échantillons (1991 – 2004 : 72 puits) révèlent ce qui suit :

- La conductivité des échantillons s'établit au niveau « bon » à « moyen », à l'exception de quelques échantillons remarquables qui montrent une minéralisation de niveau « très mauvais » ;
- Les matières oxydables sont globalement faibles pour la plupart des échantillons testés ;
- Les chlorures s'établissent le plus souvent à un niveau « excellent » à « moyen », à l'exception de quelques échantillons remarquables qui montrent un niveau « très mauvais » ;
- L'azote sous la forme ammoniacale et nitrates montre une tendance à un niveau « excellent » à « moyen ». Le processus de décomposition de l'azote est observé sur la plupart des échantillons analysés ;
- Les taux de coliformes fécaux sont toujours « excellents » à « bons ».
- Plus de 90% des échantillons analysés ressortent « excellents » à « moyens » et au final, les

eaux souterraines de l'aquifère de la plaine du Haouz montrent une qualité acceptable.

- Cependant, il faut noter que quelques 8% des échantillons montrent une contamination. Sur ces échantillons, des contre-mesures doivent être prises.

Une comparaison des résultats des relevés hydrométriques mentionnés ci-dessus avec les principaux standards de qualité des valeurs de référence recommandées pour l'eau purifiée (eau distribuée) indique ce qui suit (Tableau E.3.6)

- Le nombre des échantillons qui dépassent la valeur de référence de la conductibilité électrique recommandée pour l'eau purifiée, à savoir 1 300 μ s/cm, atteint 53 %, soit plus de la moitié du total.
- Le nombre des échantillons qui dépassent la valeur de référence de la consommation de permanganate de potassium recommandée pour l'eau purifiée, à savoir 2 mg /L, atteint 24 %.
- Le nombre des échantillons qui dépassent la valeur de référence d'ion ammoniac recommandée pour l'eau purifiée, à savoir 0,05 mg/L, atteint 24 %.
- Le nombre des échantillons qui dépassent la valeur de référence japonaise d'ion sodium pour l'eau potable, à savoir 200 mg/L, atteint 34 %.
- Le nombre des échantillons qui dépassent la valeur de référence japonaise d'ion calcium pour l'eau potable, à savoir 300 mg/L de dureté (facteur de conversion CaCO₃), atteint à peine 2 %.
- Le nombre des échantillons qui dépassent la valeur de référence de magnésium recommandée pour l'eau purifiée, à savoir 100 mg /L, atteint 18 %.
- Le nombre des échantillons qui dépassent la valeur de référence de concentration d'ion chlore recommandée pour l'eau purifiée, à savoir 300 mg /L, atteint 39 %.
- Le nombre des échantillons qui dépassent la norme japonaise d'ion nitrate pour l'eau potable, à savoir 10 mg/L, atteint 72 %, mais le nombre des échantillons dépassant la norme de qualité maximale admissible de l'ONEP pour l'eau purifiée, à savoir 50 mg / L, atteint 13 %
- Le nombre des échantillons qui dépassent la valeur de référence japonaise d'ion biocarbonate, qui est responsable la dureté temporaire, pour l'eau potable, à savoir 300 mg /L, atteint 56 %.
- Le nombre des échantillons qui dépassent la norme d'ion sulfate, qui est responsable de la dureté permanente, recommandée pour l'eau purifiée, à savoir 200 mg/L, atteint 28 %.
- Le nombre des échantillons pour lesquels une numération de coliformes a été détectée atteint Pour 68 %.
- Le nombre des échantillons qui dépassent la valeur de référence pour toutes les valeurs moyennes des standards de qualité d'eau indiqués ci-dessus atteint 36 %.

L'évaluation des relevés hydrométriques des eaux souterraines indiquée ci-dessus révèle ce qui suit :

- Du sel et des minéraux étant dissous dans l'eau, la conductibilité électrique est élevée. Plus de 53 % des échantillons sont impropres à la consommation.
- Le ratio de dépassement est élevé pour la valeur de référence de la dose de permanganate de potassium, de l'ion ammoniac, de l'ion nitrate, et de la numération de coliformes. Pour ce qui est de la numération de coliformes, le bacille de E. Coli a été détecté dans 68 % des échantillons, ce qui indique que les eaux souterraines sont polluées par l'homme.

L'évaluation effectuée suggère que des équipements de désinfection sont nécessaires même dans le système d'alimentation en eau dont les ressources sont les eaux souterraines.

- Il y a une forte concentration d'ion sodium et d'ion chlore, et, par conséquent, la salinité est élevée. Sans traitement, 30 à 40 % des échantillons sont impropres à la consommation.
- Le nombre des échantillons qui dépassent les valeurs de référence pour les standards de la qualité de l'eau relatifs à la dureté de l'eau, la conductibilité électrique, l'ion magnésium, l'ion bicarbonate et l'ion sulfate se situe dans la plage de 18 à 56 %. Les eaux souterraines dans la zone de l'étude sont dures, et, sans traitement, elles sont impropres à la consommation.
- En ce qui concerne le problème de la numération de coliformes et de la dureté temporaire, l'ébullition de l'eau améliore sa qualité, mais, dans 30 à 40 % des échantillons, les eaux souterraines ont des problèmes de dureté permanente et de salinité. Sans adoucissement pour ce qui est de la dureté et sans dessalement pour ce qui est de la salinité, les eaux souterraines sont impropres à la consommation.

E.3.4 Analyse qualitative des eaux souterraines dans les alentours des piézomètres

La mission d'étude a réalisé des analyses qualitatives des eaux souterraines à 12 endroits.

- Période de la mise en œuvre : les 12 et 13 juin 2007
- Puits d'échantillonnage : 10 puits (dans la zone voisine des enregistreurs automatiques installés par la mission d'étude de la JICA) et 2 puits de l'ONEP
- Paramètres de qualité de l'eau analysée : température, pH, concentration de l'oxygène dissous, conductibilité électrique, concentration saline, et limpidité
- Instrument pour l'analyse qualitative : Analyseur de qualité d'eau (modèle WAC-22 A) fabriqué par la société TOA DKK

Les résultats de l'étude en question sont résumés ci-dessous (Tableau E.3.7)

- La température est quasiment stable dans la plage des 20,8 à 24,9°C.
- Le pH est également quasiment stable dans la plage des 6,56 à 7,40.
- La concentration de l'oxygène dissous se situe dans la plage des 5,61 à 8,48, et, en général, elle est inférieure à la concentration de l'oxygène dissous des eaux de surface. Les piézomètres indiquant une qualité d'eau à oxygène réduit sont au nombre de 6.
- La conductibilité électrique se situe dans la plage des 53,5 à 573 m S/m (535~3,730µS/cm) . Sept puits dépassent la valeur de référence recommandée pour l'eau purifiée, à savoir 1,300µS/cm, et la dissolution des composants minéraux est élevée.
- La concentration saline convertie à partir de la conductibilité électrique se situe dans la plage des 0,027 à 0,2 %, et, dans les piézomètres indiquant une concentration saline de 0,2 %, la salinité est clairement ressentie.
- La limpidité se situe dans la plage de 0 à 2 NTU, ce qui est bon.

A la suite des résultats des analyses qualitatives de l'eau indiqués ci-dessus, le fait que 7 des 12 piézomètres dépassent les valeurs de référence recommandées pour l'eau purifiée en ce qui concerne la conductibilité électrique mérite une attention particulière. Par ailleurs, les résultats des analyses satisfont les standards de qualité en tant qu'eau d'irrigation. Les résultats des analyses qualitatives

indiqués ci-dessus sont des résultats provenant d'analyses qualitatives simples, et il est considéré que ces résultats d'analyse et les réflexions qu'ils génèrent sont pour seulement à titre de référence.

E.4 Standards de qualité des eaux

E. 4.1 Standards de qualité des eaux de surface

Tableau 1 Normes de la qualité des eaux pour l'évaluation qualitative des eaux de surface
Décret ministériel no. 1275-01, Bulletin officiel no. 5062 du 5 décembre 2002

| Paramètres de qualité | Unité | Classe 1 | Classe 2 | Classe 3 | Classe 4 | Classe 5 |
|--|-----------|----------|-------------|-------------|--------------|--------------|
| Organic Substance | | | | | | |
| 1 Color | mg pt/L | <20 | 20 - 50 | 50 - 100 | 100-200 | >200 |
| 2 Odor (at 25°C) | - | <3 | 3 - 10 | 10 - 20 | >20 | - |
| Physical-Chemical Substance | | | | | | |
| 3 Temperature | °C | <20 | 20 - 25 | 25 - 30 | 30 - 35 | >35 |
| 4 pH | - | 6.5-8.5 | 6.5-8.5 | 6.5-9.2 | >6.5 or >9.2 | >6.5 or >9.2 |
| 5 Conductivity (at 20°C) | µs/cm | <750 | 750 - 1300 | 1300 - 2700 | 2700 - 3000 | >3000 |
| 6 Chloride (Cl ⁻) | mg/L | <200 | 200 - 300 | 300 - 750 | 750 - 1000 | >1000 |
| 7 Sulfate (SO ₄ ⁻²) | mg/L | <100 | 100 - 200 | 200 - 250 | 250 - 400 | >400 |
| 8 Suspended Solids (MES) | mg/L | <50 | 50 - 200 | 200 - 1000 | 11000 - 2000 | >2000 |
| 9 Dissolved Oxygen (DO) | mg/L | >7 | 7 - 5 | 5 - 3 | 3 - 1 | <1 |
| 10 BOD ⁵ | mg/L | <3 | 3 - 5 | 5 - 10 | 10 - 25 | >25 |
| 11 COD | mg/L | <30 | 30 - 35 | 35 - 40 | 40 - 80 | >80 |
| 12 KMnO ₄ Consumption | mg/L | <2 | 2 - 5 | 5 - 10 | >10 | - |
| Undesirable Substance | | | | | | |
| 13 Nitrate Nitrogen (NO ₃ ⁻) | mg/L | <10 | 10 - 25 | 25 - 50 | >50 | - |
| 14 Kjeldahl Nitrogen (NTK) | mg/L | <1 | 1 - 2 | 2 - 3 | >3 | - |
| 15 Ammonium Nitrogen (NH ₄ ⁺) | mg/L | <0.1 | 0.1 - 0.5 | 0.5 - 2 | 2 - 8 | >8 |
| 16 Barium | mg/L | <0.1 | 0.1 - 0.7 | 0.7 - 1 | >1 | - |
| 17 Phosphate (PO ₄ ³⁻) | mg/L | <0.2 | 0.2 - 0.5 | 0.5 - 1 | 1 - 5 | >5 |
| 18 Total Phosphorus (T-P) | mg/L | <0.1 | 0.1 - 0.3 | 0.3 - 0.5 | 0.5 - 3 | >3 |
| 19 Total Iron (T-Fe) | mg/L | <0.5 | 0.5 - 1 | 1 - 2 | 2 - 5 | >5 |
| 20 Cupper (Cu) | mg/L | <0.02 | 0.02 - 0.05 | 0.05 - 1 | >1 | - |
| 21 Zinc (Zn) | mg/L | <0.5 | 0.5 - 1 | 1 - 5 | >5 | - |
| 22 Manganese (Mn) | mg/L | <0.1 | 0.1 - 0.5 | 0.5 - 1 | >1 | - |
| 23 Fluoride (F) | mg/L | <0.7 | 0.7 - 1 | 1 - 1.7 | >1.7 | - |
| 24 Hydrocarbon | mg/L | <0.05 | 0.05 - 0.2 | 0.2 - 1 | >1 | - |
| 25 Phenol | mg/L | <0.001 | 0.001-0.005 | 0.005-0.01 | >0.01 | - |
| 26 Detergent-Anion | mg/L | <0.2 | <0.2 | 0.2 - 0.5 | 0.5 - 5 | >5 |
| Toxic Substance | | | | | | |
| 27 Arsenic (As) | µg/L | <10 | <10 | 10 - 50 | >50 | - |
| 28 Cadmium (Cd) | µg/L | <3 | <3 | 3 - 5 | >5 | - |
| 29 Cyanide (CN ⁻) | µg/L | <10 | <10 | 10 - 50 | 0.5 - 5 | - |
| 30 Total Chrome (Cr) | µg/L | <50 | <50 | <50 | >50 | - |
| 31 Lead (Pb) | µg/L | <10 | <10 | 10 - 50 | 0.5 - 5 | - |
| 32 Mercury (Hg) | µg/L | <1 | <1 | <1 | >1 | - |
| 33 Nickel (Ni) | µg/L | <20 | <20 | 20 - 50 | >50 | - |
| 34 Selenium (Se) | µg/L | <10 | <10 | <10 | >50 | - |
| 35 Pesticides per substance | µg/L | <0.1 | <0.1 | <0.1 | >0.1 | - |
| 36 Total Pesticide | µg/L | <0.5 | <0.5 | <0.5 | >0.5 | - |
| 37 HPA | µg/L | <0.2 | <0.2 | <0.2 | >0.2 | - |
| Bacteriological Substance | | | | | | |
| 38 Coliform Bacteria (Fecal) | no./100ml | 20 | | 2,000 | | 20,000 |
| 39 Coliform Bacteria (Total) | no./100ml | 50 | | 5,000 | | 50,000 |
| 40 Streptococcus | no./100ml | 20 | | 1,000 | | 10,000 |
| Biologic Substance | | | | | | |
| 41 Chlorophyll a | µg/L | <2.5 | 2.5 - 10 | 10 - 30 | 30 - 110 | >110 |

Remarque : Standards environnementaux de la qualité de l'eau de surface

Standards de qualité des eaux de surface (suite)

Tableau 2 Principaux paramètres de la qualité des eaux pour l'évaluation des eaux de surface

| for River | DO | BOD ⁵ | COD | NH ₄ ⁺ | T-P | Coli. Count |
|-----------|-------|------------------|---------|------------------------------|-----------|-------------|
| | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | mg/L | no./100mL |
| Excellent | >7 | <3 | <20 | <0.1 | <0.1 | <20 |
| Good | 7 - 5 | 3 - 5 | 20 - 25 | 0.1 - 0.5 | 0.1 - 0.3 | 20 - 2000 |
| Medium | 5 - 3 | 5 - 10 | 25 - 40 | 0.5 - 2 | 0.3 - 0.5 | 2000-20000 |
| Bad | 3- 1 | 10 - 25 | 40 - 80 | 2 - 8 | 0.5 - 3 | >20000 |
| Very Bad | <1 | >25 | >80 | >8 | >3 | - |

| for Lake | DO | T-P | PO ₄ ²⁻ | NO ₃ ⁻ | Chl.a |
|-----------|-------|-----------|-------------------------------|------------------------------|----------|
| | mg/L | mg/L | mg/L | mg Pt/L | µg/L |
| Excellent | >7 | <0.1 | <0.2 | <10 | <2.5 |
| Good | 7 - 5 | 0.1- 0.3 | 0.2 - 0.5 | 10 - 25 | 2.5 - 10 |
| Medium | 5 - 3 | 0.3 - 0.5 | 0.5 - 1 | 25 - 50 | 10 - 30 |
| Bad | 3- 1 | 0.5 - 3 | 1 - 5 | >50 | 30 - 110 |
| Very Bad | <1 | >3 | >5 | - | >110 |

E.4.2 Standards de qualité des eaux souterraines

Grille de classification des eaux

Eaux souterraines

| Etat de qualité | Cond. | Cl- | NO ₃ ⁻ | NH ₄ ⁺ | MO | CF/100ml |
|-----------------|------------|------------|------------------------------|------------------------------|--------|------------|
| | (µs/cm) | (mg/l) | (mg/l) | (mg/l) | (mg/l) | |
| Très bonne | <400 | <200 | <5 | <0.1 | <3 | <20 |
| Bonne | 400 - 1300 | 200 - 300 | 5 - 25 | 0.1-0.5 | 3 - 5 | 20-2000 |
| Moyenne | 1300 -2700 | 300 -750 | 25-50 | 0.5-2 | 5 - 8 | 2000-20000 |
| Mauvaise | 2700-3000 | 750 - 1000 | 50-100 | 2 - 8 | >8 | >20000 |
| Très mauvaise | >3000 | > 1000 | >100 | >8 | - | - |

E.4.3 Standards de qualité des eaux d'irrigation

Normes de la qualité des eaux d'irrigation (bactérie E. Coli)

Décret ministériel no. 1276-01, Bulletin officiel no. 5062 du 5 décembre 2002

| Categories | Conditions of Use | Exposed Groupe | “NEMATODES INESTINAUX” (name of a parasite) (a) { Arithmetic average of eggs (of parasite) number | FAECAL COLIFORMS {geometric average of the number per 100 ml (b)} | Wastewater Treatment technology likely to assure the required microbiologic quality |
|------------|---|---------------------------------|---|---|---|
| A | Irrigation of crops intended to use raw, sport grounds, public gardens (c) | Labor, consumers, public people | Absence (Zero) | < 1 000 (d) | A series of stabilization pond installed to remove the required level of microbiological quality or any equivalent treatment (method) |
| B | Irrigation of cereal, agricultural industry, fodder, pasture and planting trees (d) | Labor | Absence (Zero) | No standard is specified | Retention time of stabilization pond is for 8 to 10 days or any other treatment methods that perform equivalent removal |
| C | Localized irrigation for culturing B category if labor and people are not exposed | No exposure | Absence (Zero) | No standard is specified | Preliminary treatment required for functioning of irrigation technology, but at least a primary |

Remarks

- (a) Roundworm, trichuris, ankylostom.
- (b) During the irrigation period.
- (c) A strict rule (< 200 “faecal coliforme” per 100 mL) shall be applied for the fields such as the hotel garden where people can have a direct access.
- (d) In the case of fruit plants, the irrigation must be stopped two weeks before the harvest and no fruit on ground have to be picked up, irrigation by spraying is not allowed.

Standards de qualité des eaux d'irrigation (suite)

Normes de qualité des eaux d'irrigation (bactérie E. Coli)

Décret ministériel no. 1276-01, Bulletin officiel no. 5062 du 5 décembre 2002

| Paramètre de qualité | Unité | Valeur limite |
|--|-----------|------------------|
| Bacteriological Parameters | | |
| 1 Coliform Bacteria (Fecal) | no./100mL | 1000 |
| 2 Salmonelle | - | Absence in 5L |
| 3 Bacterium of cholera | - | Absence in 450mL |
| Parasitological Paramaters | | |
| 4 Pathogenic Parasites | | Absence |
| 5 Eggs, Cysts of parasites | | Absence |
| 6 Larvae of Ankylostomides | | Absence |
| 7 Fluococercaires of Schistosoma haemotobium | | Absence |
| Toxic Substance Parameters ⁽¹⁾ | | |
| 8 Mercury (Hg) | mg/L | 0.001 |
| 9 Cadmium (Cd) | mg/L | 0.01 |
| 10 Arsenic (As) | mg/L | 0.1 |
| 11 Total Chrome (Cr) | mg/L | 0.1 |
| 12 Lead (Pb) | mg/L | 5 |
| 13 Cupper (Cu) | mg/L | 0.2 |
| 14 Zinc (Zn) | mg/L | 2 |
| 15 Selenium (Se) | mg/L | 0.02 |
| 16 Fluoride (F) | mg/L | 1 |
| 17 Cyanide (CN-) | mg/L | 1 |
| 18 Phenol | mg/L | 3 |
| 19 Alminium (Al) | mg/L | 5 |
| 20 Beryllium (Be) | mg/L | 0.1 |
| 21 Cobalt (Co) | mg/L | 0.05 |
| 22 Total Iron (Fe) | mg/L | 5 |
| 23 Lithium (Li) | mg/L | 2.5 |
| 24 Manganese (Mn) | mg/L | 0.2 |
| 25 Molybdene (Mo) | mg/L | 0.01 |
| 26 Nickel (Ni) | mg/L | 0.2 |
| 27 Vanadium (V) | mg/L | 0.1 |

Remarks

* 1,000 CF/100mL is applied for the cultures used raw.

(1) Dans le cas de la pollution des eaux d'irrigation par des eaux résiduaires

Standards de qualité des eaux d'irrigation (suite)

Normes de la qualité des eaux d'irrigation

Décret ministériel no. 1276-01, Bulletin officiel no. 5062 du 5 décembre 2002

| 物理・化学項目 | Unité | Valeur limite |
|--|--|---|
| Salinity | | |
| 28 | Total Salinity (STD)* | mg/L |
| | Electric Conductivity (CE) at 25°C | mS/cm |
| 29 | Infiltration SAR ** | 0 - 3 and CE= 3 - 6 and CE= 6- 12 and CE= 12-20 and CE= 20-40 and CE= |
| | | <0.2 <0.3 <0.5 <1.3 <3 |
| Toxic (Hazardous) Ions (Sensible affectants for farming) | | |
| 30 | Sodium (Na) | |
| | - Surface Irrigation (SAR)** | |
| | - Spraying Irrigation | mg/L |
| 31 | Chloride (Cl) | |
| | - Surface Irrigation | mg/L |
| | - Spray Irrigation | mg/L |
| 32 | Boron B) | mg/L |
| Other Parameters (Sensible affectants for farming) | | |
| 33 | Temperature | °C |
| 34 | pH | - |
| 35 | Suspended Matter | |
| | - Gravity Irrigation | mg/L |
| | - Spray and Drip Irrigation | mg/L |
| 36 | Nitrate Nitrogen (N-NO3) | mg/L |
| 37 | Bicarbonate (HCO3-) | mg/L |
| 38 | Sulfate Ion (SO ₄ ²⁻) | mg/L |

Remarks

- * Strict restriction is required for water from the electric conductivity of 3mS/cm, but 50% output of the potential output capacity (may) be realized with water of 8.7 mS/cm (in case of barley)
- ** SAR : Sodium Absorption Ratio
CE : Electric Conductivity

E.4.4 Standards de qualité des eaux des ressources en eau pour la production d'eau potable (eau de surface)

Normes de la qualité des eaux de surface (sources) pour la production d'eau potable destinée à la consommation
Décret ministériel no. 1277-01, Bulletin officiel no. 5062 du 5 décembre 2002

| Category | unit | A1 | | A2 | | A3 | | |
|-------------------------------------|-------------------------------------|-----------|---------|-------|---------|-------|---------|------|
| | | G | I | G | I | G | I | |
| Organic Parameters | | | | | | | | |
| 1 | Color | mg pt/L | <10 | 20 | 50 | 100 | 50 | 200 |
| 2 | Odor (at 25°C) | - | <3 | - | 10 | - | 20 | - |
| Physical-Chemical Parameters | | | | | | | | |
| 3 | Temperature | °C | 20 | 30 | 20 | 30 | 20 | 30 |
| 4 | pH | - | 6.5-8.5 | - | 6.5-9.2 | - | 6.5-9.2 | - |
| 5 | Conductivity (at 20°C) | µS/cm | 1300 | 2700 | 1300 | 2700 | 1300 | 2700 |
| 6 | Chloride (Cl ⁻) | mg/L | 300 | 750 | 300 | 750 | 300 | 750 |
| 7 | Sulfate (SO ₄) | mg/L | 200 | - | 200 | - | 200 | - |
| 8 | Suspended Solids (MES) | mg/L | 50 | - | 1000 | - | 2000 | - |
| 9 | Dissolved Oxygen (DO) | mg/L | 7(90%) | - | 5(70%) | - | 3(50%) | - |
| 10 | BOD ₅ | mg/L | 3 | - | 7 | - | 10 | - |
| 11 | COD | mg/L | - | - | 25 | - | 40 | - |
| 12 | KMnO ₄ Consumption | mg/L | 2 | - | 5 | - | 10 | - |
| Undesirable Substance | | | | | | | | |
| 13 | Boron | mg/L | - | 1 | - | 1 | - | 1 |
| 14 | Ammonium Nitrogen | mg/L | 0.05 | 0.5 | 1 | 1.5 | 2 | 4 |
| 15 | Kjeldahl Nitrogen (NTK) | mg/L | 1 | - | 2 | - | 3 | - |
| 16 | Nitrate Nitrogen (NO ₃) | mg/L | - | 50 | - | 50 | - | 50 |
| 17 | Total Phosphorus | mg/L | 0.4 | - | 0.7 | - | 0.7 | - |
| 18 | Barium | mg/L | - | 1 | - | 1 | - | 1 |
| 19 | Copper (Cu) | mg/L | - | 1 | - | 2 | - | 2 |
| 20 | Zinc (Zn) | mg/L | - | 5 | - | 5 | - | 5 |
| 21 | Manganese (Mn) | mg/L | - | 0.1 | 0.1 | 0.1 | 1 | - |
| 22 | Dissolved Iron (Fe) | mg/L | - | 0.3 | 1 | 2 | 1 | 3 |
| 23 | Fluoride (F) | mg/L | 0.7 | 1.5 | 0.7 | 1.5 | 0.7 | 1.5 |
| 24 | Dissolved Hydrocarbon | mg/L | - | 0.05 | - | 0.2 | 0.5 | 1 |
| 25 | Phenol | mg/L | - | 0.001 | - | 0.005 | - | 0.01 |
| 26 | Detergent-Anion | mg/L | - | 0.5 | - | 0.5 | - | 0.5 |
| Toxic Substance | | | | | | | | |
| 27 | Arsenic (As) | µg/L | - | 50 | - | 50 | - | 100 |
| 28 | Cadmium (Cd) | µg/L | 1 | 5 | 1 | 5 | 1 | 5 |
| 29 | Total Chrome (Cr) | µg/L | - | 50 | - | 50 | - | 50 |
| 30 | Lead (Pb) | µg/L | - | 50 | - | 50 | - | 50 |
| 31 | Mercury (Hg) | µg/L | - | 1 | - | 1 | - | 1 |
| 32 | Selenium (Se) | µg/L | - | 10 | - | 10 | - | 10 |
| 33 | Nickel (Ni) | µg/L | - | 50 | - | 50 | - | 50 |
| 34 | Cyanide (CN ⁻) | µg/L | - | 50 | - | 50 | - | 50 |
| 35 | Pesticides per substance | µg/L | - | 0.1 | - | 0.1 | - | 0.1 |
| 36 | Total Pesticide | µg/L | - | 0.5 | - | 0.5 | - | 0.5 |
| 37 | HPA | µg/L | - | 0.2 | - | 0.2 | - | 0.2 |
| Bacteriological Substance | | | | | | | | |
| 38 | Coliform Bacteria (Faecal) | no./100ml | 20 | - | 2,000 | - | 20,000 | - |
| 39 | Coliform Bacteria (Total) | no./100ml | 50 | - | 5,000 | - | 50,000 | - |
| 40 | Streptococcus | no./100ml | 20 | - | 1,000 | - | 10,000 | - |

Remarks

G : Guideline Value

I : Allowable Value

A1 : Simple Physical Treatment and Disinfection

A2 : Normal Physical-Chemical Treatment and Disinfection

A3 : Physical-Chemical-Special Treatment and Disinfection

E.4.5 Standards de qualité des eaux purifiées

Normes de la qualité de l'eau purifiée

Normes de la qualité de l'eau de l'ONEP (janvier 1993)

| Category | unit | VMR Valeur maximale recommandée | VMA Valeur maximale permise | VmR Valeur minimale nécessaire |
|-------------------------------------|--------------------------------------|------------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|
| Organic Parameters | | | | |
| Odor (at 25°C) | - | 0 | 3 | |
| Taste (at 25°C) | - | 0 | 3 | |
| Color | mg pt/L | 5 | 20 | |
| Turbidity | NTU | 1 | 5 | |
| Physical-Chemical Parameters | | | | |
| pH | - | 6.5-8.5 | 9.2 | 6 |
| Conductivity | µs/cm at 20°C | 1300 | 2700 | 110 |
| Total Residues | mg/L (at 105°C) | 1000 | 2000 | 100 |
| Total Hardness | meq/L | 6 | | 2 |
| Magnesium | Mg: mg/L | 100 | | |
| Aluminium | Al: mg/L | 0.05 | | |
| Ammonium | NH ₄ ⁺ : mg/L | 0.05 | 0.5 | |
| Nitrites | NO ₂ ⁻ : mg/L | | 0.1 | |
| Nitrates | NO ₃ ⁻ : mg/L | | 50 | |
| Chloride | Cl ⁻ : mg/L | 300 | 750 | |
| Dissolved Oxygen (DO) | O ₂ : mg/L | 5 - 8 | | |
| Sulfate (3) | SO ₄ ²⁻ : mg/L | 200 | | |
| Undesirable Toxic Parameters | | | | |
| Arsenic | As: mg/L | | 0.05 | |
| Barium | Ba: mg/L | | 1 | |
| Cadmium | Cd: mg/L | | 0.005 | |
| Cyanide | CN ⁻ : mg/L | | 0.1 | |
| Total Chrome | Cr: mg/L | | du | |
| Copper | Cu: mg/L | | 1 | |
| Total Iron | Fe: mg/L | 0.7 | 0.3 | |
| Fluoride | F: mg/L | | 1.5 | |
| Manganese | Mn: mg/L | | 0.1 | |
| Mercury | Hg: mg/L | | 0.01 | |
| Lead | Pb: mg/L | | 0.05 | |
| Hydrogen Sulfide | H ₂ S: mg/L | Not detectable by sense | | |
| Selenium | Se: mg/L | | 0.01 | |
| Zinc | Zn: mg/L | | 5 | |
| Biological Parameters | | | | |
| KMnO ₄ Consumption | O ₂ : mg/L | 2 | | |

VMA: Maximum Admissible Value

VMR: Recommendable Maximum Value

VmR: Required Minimum Value

Paramètres microbiens maximaux permis

| unit | Faecal Coliform | Total Coliform Bacteria | Observation |
|------------|--|---|---|
| nos./100mL | 0 | 0 | Water supplied by piped water system. a-1: water disinfected at the entrance of the distribution system 0.1mg/L (Residual Chlorine (1 mg/L)) |
| | 0 | 0 in 98% of analyzed samples in the 3rd year (occasionally but not in 2 consecutive | a-2 : non-disinfected water at the entrance of the pipe system |
| | 0 | 0 in 95% of analyzed samples in the 3rd year (occasionally but not in 2 consecutive | a-3 : water in the distribution network : disinfected water 0.1mg (C.H. Res (1.0 mg/l)) (4) |
| | 0 | 10 | Water not supplied by piped water system |
| | 0 | 0 | Bottled water |
| unit | 0 | 0 | Water supplied in case of disasters |
| nos./mL | Total Germs : Must not exceed 20 times of the ratio obtained between the beginning and the end of the network in 90% of the analysis through out the year. | | |

Remarks

(1) $-0.3 < \text{Saturation Index} < 0.3$, =Langelier Index?

$6.2 < \text{stability index} < 7$ =Ryzner Stability Index?

(2) Choose the recommended concentration based on the matter of taste

(3) It must not higher than 30 mg/L if the concentration of Sulfate is more than 250 mg/L. If the Sulfate is lower, the tolerance of Mg shall be 150

(4) C. H. Res=Residual Chlorine

E. 4.6 Normes de rejet de drainage dans la zone urbanisée

Normes des eaux usées dans les zones urbaines

Décret ministériel no. 2-04-553, Bulletin officiel no. 5448 du 17 août 2006

Tableau 1

Application aux eaux usées dans les zones qui seront nouvellement urbanisées

| Parameters | Limit Value Specifically for Domestic Wastewater Discharge |
|----------------|--|
| BOD5 - mg O2/L | 120 |
| COD - mg O2/L | 250 |
| MES - mg/L | 150 |

Tableau 2

Application dans les zones déjà urbanisées (7 à 10 ans après adoption)

| Parameters | Limit Value Specifically for Domestic Wastewater Discharge |
|----------------|--|
| BOD5 - mg O2/L | 300 |
| COD - mg O2/L | 600 |
| MES - mg/L | 250 |

BOD : Biochemical Oxygen Demand

COD : Chemical Oxygen Demand

MES : Suspended Matter (Suspended Solids : SS)

E.4.7. Normes de rejet des industries de la pulpe, du papier et du carton

Normes de rejet des industries de la pulpe, du papier et du carton

Décret ministériel no. 2-04-553, Bulletin officiel no. 5448 du 17 août 2006

Ce tableau s'applique aux industries de la pulpe, du papier et du carton.

| Parameters | Limit Value of Wastewater Discharge | |
|---------------------------------------|-------------------------------------|---|
| | Pulp Industry | Paper and Cardbord Industries |
| Flow | 50 m3/ton per finished product | 40 m3/ton per finished product |
| Temperature | 30 °C | Not exceed more than 10 °C from the temperature of receiving water body |
| pH | 5.5 - 8.5 | 5.5 - 8.5 |
| MES - mg/L | 200 | 400 |
| COD - mg O2/L | 1000 | 900 |
| BOD5 - mg O2/L | 200 | 200 |
| Sulfide Ion (S ²⁻) - mg/L | 2 | - |
| Arsenic (As) - mg/L | 0.1 | 0.1 |
| Total Zinc (Zn) - mg/L | 2 | 2 |
| Total Iron (Fe) - mg/L | 3 | 3 |
| Alminum (Al) - mg/L | 10 | - |

BOD : Biochemical Oxygen Demand

COD : Chemical Oxygen Demand

MES : Suspended Matter (Suspended Solids : SS)

E.4.8 Normes de rejet des industries du sucre

Valeurs Limites Specificques de Rejet des Industries du Sucre

Bulletin Officiel n° 5448 du Jeudi 17 Août 2006

decret n° 2-04-553 du 13 hija 1425 (24 janvier 2005)

| Paramètres | Valeur limite spécifique de rejet |
|--|--|
| Débit | 0,9 m3 par tonne de betterave et 0,7 m3 par tonne de canne |
| Matières en suspension (MES) mg/l | 300 |
| Demande biochimique en oxygène durant cinq (5) jours (DBO5) mg O ₂ /l | 400 |

Tableau E.1.1 Situation du service d'alimentation en eau potable (Marrakech - 2005)

| | |
|--|-------|
| Population (x 1,000) | 859.5 |
| Population desservie en eau (x 1,000) | 747.8 |
| Consommation d'eau annuelle (million de m ³ /an) | 34.59 |
| Eau domestique : raccordement à une conduite d'alimentation | 29.16 |
| Eau domestique : Borne fontaine publique | 0.45 |
| Administrations, installations collectives, écoles, bureaux | 4.09 |
| Usage industriel : y compris les hôtels | 0.89 |
| Production d'eau moyenne annuelle (million m ³ /an) | 56.12 |
| Prise d'eau moyenne annuelle (million m ³ /an) | 58.93 |
| Pourcentage estimé de perte d'eau (Taux de fuite) (%) | 38 |

Source : RADEEMA (Ajouts et modifications effectués par la mission d'étude)

Tableau E.1.2 Situation du service d'alimentation en eau (11 centres de l'ONEP – 2005)

| | |
|--|------|
| Population (x 1,000) | 97.6 |
| Population desservie en eau (x 1,000) | 2.10 |
| Consommation d'eau annuelle (million de m ³ /an) | 1.64 |
| Eau domestique : raccordement à une conduite d'alimentation | 0.06 |
| Eau domestique : Borne fontaine publique | 0.26 |
| Administrations, installations collectives, écoles, bureaux | 0.10 |
| Usage industriel : y compris les hôtels | 0.04 |
| Production d'eau moyenne annuelle (million m ³ /an) | 3.30 |
| Prise d'eau moyenne annuelle (million m ³ /an) | 3.46 |
| Pourcentage estimé de perte d'eau (Taux de fuite) (%) | 36 |

Source : ONEP (Ajouts et modifications effectués par la mission d'étude)

Tableau E.1.3 Qualité des eaux distribuées (Marrakech)

| Standards de qualité des eaux | Unité | Résultats des principales analyses qualitatives par la RADEEMA | | Valeur maximum recommandée par les standards de l'ONEP (VMA) |
|-------------------------------|-------|--|---------|--|
| | | Minimum | Maximum | |
| Limpidité | NTU | 0,35 | 1,20 | 5 |
| pH | - | 7,35 | 7,90 | 9,2 |
| Nitrate | mg/L | 5,52 | 9,10 | 50 |
| Dose de KMnO4 | mg/L | 0,25 | 0,80 | - |
| Fer | mg/L | 0,28 | 0,3 | 0,3 |
| Arsenic | mg/L | < 0,003 | | 0,05 |
| Cadmium | mg/L | < 0,001 | | 0,005 |
| Plomb | mg/L | < 0,005 | | 0,05 |
| Conductivité | µS/cm | 600 | 900 | 2,700 |
| Chloride | mg/L | 44 | 150 | 750 |
| Calcium | mg/L | 74 | 115 | - |

Source : la RADEEMA

Tableau E.1.4 Consommation de l'eau par usage (2005)

| Consommation d'eau par usage (million m ³ /an) | Consommation d'eau 2005 | Ventilation par groupe d'usage (%) | |
|---|-------------------------|------------------------------------|------|
| 1. Marrakech (RADEEMA) et 11 centres (ONEP) | | | |
| Eau domestique : raccordement à une conduite d'alimentation | 30,80 | 84,0 | - |
| Eau domestique : Borne fontaine publique | 0,51 | 1,4 | - |
| Administrations, installations collectives, écoles, bureaux | 4,34 | 11,8 | - |
| Usage industriel : y compris les hôtels | 1,00 | 2,7 | - |
| Autres | 0,04 | 0,1 | - |
| Total | 36,69 | 100 | - |
| 1. Marrakech (RADEEMA) | | | |
| Eau domestique : raccordement à une conduite d'alimentation | 29,16 | 84,3 | 79,5 |
| Eau domestique : Borne fontaine publique | 0,45 | 1,3 | 1,2 |
| Administrations, installations collectives, écoles, bureaux | 4,09 | 11,8 | 11,1 |
| Usage industriel : y compris les hôtels | 0,89 | 2,6 | 2,4 |
| Autres | 0,00 | 0,00 | 0,0 |
| Total | 34,59 | 100 | 94,3 |
| 3. Onze centres (ONEP) | | | |
| Eau domestique : raccordement à une conduite d'alimentation | 1,64 | 78,2 | 4,5 |
| Eau domestique : Borne fontaine publique | 0,06 | 2,7 | 0,2 |
| Administrations, installations collectives, écoles, bureaux | 0,26 | 12,4 | 0,7 |
| Usage industriel : y compris les hôtels | 0,10 | 5,0 | 0,3 |
| Autres | 0,04 | 1,7 | 0,1 |
| Total | 2,10 | 100 | 5,7 |

Source : l'ONEP et la RADEEMA (données converties par la mission d'étude)

Tableau E.1.5 Consommation de l'eau par usage à Marrakech (RADEEMA) (2006)

| Catégories d'usage | Consommation d'eau (million m ³ /an) | Ventilation par groupe d'usage (%) |
|---|---|------------------------------------|
| Eau domestique | 28,35 | 79,2 |
| Eau industrielle | 0,51 | 1,4 |
| Administrations, installations collectives, écoles, bureaux | 4,47 | 12,5 |
| Hôtels | 2,09 | 5,8 |
| Autres | 0,40 | 1,1 |
| Total | 35,82 | 100 |

Source : la RADEEMA (données modifiées par la mission d'étude)

Tableau E.1.6 Estimation de la demande en prise d'eau : Système d'alimentation en eau

| Communes/Items | Year | 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 at Present | | | | | | | |
| 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 | | | | | | | |
| Domestic : Public Taps | | | | | | | |
| Govt. Office, Institutional Bldgs, Schools, Office Bldgs | | 10.96 | 11.50 | 12.04 | 14.37 | 14.97 | 15.69 |
| 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 |
| Annual Average Water Production (M. m3/year) | | 64.24 | 67.49 | 72.80 | 81.51 | 89.64 | 95.52 |
| Annual Average Water Intake (M. m3/year) | | 67.49 | 70.90 | 76.47 | 85.62 | 94.16 | 100.34 |
| Estimated Leakage Ratio (%) | | 30% | 30% | 33% | 25% | 22% | 21% |
| Summary of Annual Water Intake Amount (M. m3/year) | | | | | | | |
| Marrakech : RADEEMA | | 51.94 | 54.61 | 58.93 | 65.05 | 72.56 | 77.32 |
| 11 Communes : ONEP | | 2.73 | 2.85 | 3.46 | 3.77 | 4.09 | 4.67 |
| Rural Area : Communes without ONEP Water Supply at Present | | 12.82 | 13.45 | 14.08 | 16.81 | 17.51 | 18.35 |
| Grand Total : Study Area (Groundwater Simulation Area) | | 67.49 | 70.90 | 76.47 | 85.62 | 94.16 | 100.34 |
| Ratio of Annual Water Intake Amount (%) | | | | | | | |
| Marrakech : RADEEMA | | 77.0% | 77.0% | 77.1% | 76.0% | 77.1% | 77.1% |
| 11 Communes : ONEP | | 4.1% | 4.0% | 4.5% | 4.4% | 4.3% | 4.7% |
| Rural Area : Communes without ONEP Water Supply at Present | | 19.0% | 19.0% | 18.4% | 19.6% | 18.6% | 18.3% |
| Grand Total : Study Area (Groundwater Simulation Area) | | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% | 100.0% |

Source : l'ONEP et la RADEEMA (données converties par la mission d'étude)

Tableau E.1.7 Demande en eau des terrains de golf / stations balnéaires

| Name of Golf Course & Resort, Investors, etc. | Area (ha) | Water Intake Quantity (Mm3/year) | | | Remarks |
|---|-----------|----------------------------------|----------------|-------------|--|
| | | Rocade Canal | Ground - water | Total | |
| 1. Existing Golf Course & Resort | | | | | |
| Golf Royal | | | | 2.50 | Existing, Groundwater & Rocade Canal |
| Amelkis (Amelkis 1, 2 et 3) | | | | | 5 tube wells & 3 dug wells, pumping application has not yet submitted |
| Palmeraie Golf Palace | | | | | 8 dug well constructed & approved for pumping 16L/s in total |
| 2. Golf Course Project : Taking water have authorized. | | | | | |
| Assoufid | 220 | 1.00 | 0.22 | 1.22 | Under construction. Construction & pumping of 4 tube wells approved, 220,000 m3/year |
| Palm Golf sur (Golf Resort Palace?) | 170 | 1.00 | 0.20 | 1.20 | |
| Atlas Golf Resort (SAMAWAH) | 282 | 1.00 | 0.50 | 1.50 | Under construction |
| 3. Golf Course Project : Authorizarion of taking water is under validation | | | | | |
| LATSIS GROUP | 140 | | | 1.50 | |
| JARDINS DE L' ATLAS | 148 | | | 1.65 | |
| DOMAINE ROYAL PALM | 250 | | | 1.50 | |
| STRATEGIC PARTNERS | NA | 1.00 | 0.20 | 1.20 | |
| TRITEL | 220 | 1.50 | 0.50 | 2.00 | |
| 4. Golf Course & Resort Project status unknown | | | | | |
| Fadesa | 258 | | | 6.782 | |
| La Fruittere | 253 | | | | |
| TF 497 (Tr 497?) | 537 | | | | |
| Club Tamesloht Partners | 312 | 1.00 | 0.20 | 1.20 | 54 holes |
| Riads De La Palmeraie | 148 | | | N.A | |
| MEDZ | | | | N.A | Under construction |
| EMAAR | | | | 1.50 | |
| GULF FINANCE HOUSE | | | | 1.50 | |
| EXTENSION AMELKIS | | | | 1.50 | |
| EXTENSION DU GOLF PALACE | | | | 1.50 | |
| 5. Palmeraie (Tensift River Side Palm Garden) | | | | 2.92 | |
| Golf & Resort Total (Group-1: Existing) | | | | 2.50 | |
| Golf & Resort Total (Group-1&2: Existing and water intake approved) | | | | 6.42 | |
| Golf & Resort Total (Group-1 to 3 : Existing, water intake approved & in validation) | | | | 14.27 | |
| Golf & Resort Total (Group 1 to 4: All golf and resort projects listed as of July 2007) | | | | 31.17 | |
| Grand Total (Group 1 to 5: All golf & resort plus Tensift Riverside Palm Garden) | | | | 34.09 | |

Data Sources :

Data Source -1: ALIMENTATION EN EAU POTABLE ET INDUSTRIELLE DE LA VILLE DE MARRAKECH AVRIL 2006 (ABHT Report)

Data Source -2 : Le Traitement Des Eaux Usees Et Leur Reutilisation Pour L'irrigation (SGI INGENIERIE S.A.:SUISSE)

Data Source -3: Localisation Des Golfs Et Des Points De Rejets Des Eaux Usees De La Ville De Marrakech (ABHT????)

Data Source -4: Localisation des Golf (Map of Investment Center)

Tableau E.1.8 Prise d'eau prévue dans le cas d'un renforcement des mesures de prévention de fuite
et dans le cas du maintien de la situation actuelle

| Avec mise en œuvre de mesures efficaces de prévention des fuites | | | | | |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Communes/Items | Year | 2005 | 2010 | 2015 | 2020 |
| Marrakech : RADEEMA | | | | | |
| Population (x 1,000) | | 859.5 | 963.0 | 1,071.6 | 1,160.1 |
| Annual Water Consumption (M. m3/year) | | 34.59 | 44.60 | 51.75 | 56.56 |
| Annual Average Water Production (M. m3/year) | | 56.12 | 61.95 | 69.11 | 73.64 |
| Annual Average Water Intake (M. m3/year) | | 58.93 | 65.05 | 72.56 | 77.32 |
| Estimated Leakage Ratio (%) | | 38.4% | 28.0% | 25.1% | 23.2% |
| 11 Communes : ONEP | | | | | |
| Population (x 1,000) | | 97.6 | 112.4 | 127.4 | 144.4 |
| Annual Water Consumption (M. m3/year) | | 2.10 | 2.49 | 2.91 | 3.38 |
| Annual Average Water Production (M. m3/year) | | 3.30 | 3.59 | 3.89 | 4.45 |
| Annual Average Water Intake (M. m3/year) | | 3.46 | 3.77 | 4.09 | 4.67 |
| Estimated Leakage Ratio (%) | | 36.4% | 30.6% | 25.4% | 24.0% |
| Rural Area : Communes without ONEP Water Supply at Present | | | | | |
| Population (x 1,000) | | 619.6 | 638.4 | 657.8 | 677.8 |
| Annual Water Consumption (M. m3/year) | | 12.04 | 14.37 | 14.97 | 15.69 |
| Annual Average Water Production (M. m3/year) | | 13.38 | 15.97 | 16.64 | 17.43 |
| Annual Average Water Intake (M. m3/year) | | 14.08 | 16.81 | 17.51 | 18.35 |
| Estimated Leakage Ratio (%) | | 10% | 10% | 10% | 10% |
| Total :Whole Study Area | | | | | |
| Population (x 1,000) | | 1,576.7 | 1,713.8 | 1,856.7 | 1,982.3 |
| Annual Water Consumption (M. m3/year) | | 48.7 | 61.5 | 69.6 | 75.6 |
| Annual Average Water Production (M. m3/year) | | 72.8 | 81.5 | 89.6 | 95.5 |
| Annual Average Water Intake (M. m3/year) | | 76.5 | 85.6 | 94.2 | 100.3 |
| Estimated Leakage Ratio (%) | | 33.1% | 24.6% | 22.3% | 20.8% |
| Sans mise en œuvre de mesures efficaces de prévention des fuites | | | | | |
| Communes/Items | Year | 2005 | 2010 | 2015 | 2020 |
| Marrakech : RADEEMA | | | | | |
| Population (x 1,000) | | 859.5 | 963.0 | 1,071.6 | 1,160.1 |
| Annual Water Consumption (M. m3/year) | | 34.59 | 44.60 | 51.75 | 56.56 |
| Annual Average Water Production (M. m3/year) | | 56.12 | 71.94 | 83.46 | 91.22 |
| Annual Average Water Intake (M. m3/year) | | 58.93 | 75.54 | 87.63 | 95.78 |
| Estimated Leakage Ratio (%) | | 38.4% | 38.0% | 38.0% | 38.0% |
| 11 Communes : ONEP | | | | | |
| Population (x 1,000) | | 97.6 | 112.4 | 127.4 | 144.4 |
| Annual Water Consumption (M. m3/year) | | 2.10 | 2.49 | 2.91 | 3.38 |
| Annual Average Water Production (M. m3/year) | | 3.30 | 3.89 | 4.54 | 5.28 |
| Annual Average Water Intake (M. m3/year) | | 3.46 | 4.09 | 4.77 | 5.54 |
| Estimated Leakage Ratio (%) | | 36.4% | 36.0% | 36.0% | 36.0% |
| Rural Area : Communes without ONEP Water Supply at Present | | | | | |
| Population (x 1,000) | | 619.6 | 638.4 | 657.8 | 677.8 |
| Annual Water Consumption (M. m3/year) | | 12.0 | 14.4 | 15.0 | 15.7 |
| Annual Average Water Production (M. m3/year) | | 13.4 | 16.0 | 16.6 | 17.4 |
| Annual Average Water Intake (M. m3/year) | | 14.1 | 16.8 | 17.5 | 18.4 |
| Estimated Leakage Ratio (%) | | 10% | 10% | 10% | 10% |
| Total :Whole Study Area | | | | | |
| Population (x 1,000) | | 1,576.7 | 1,713.8 | 1,856.7 | 1,982.3 |
| Annual Water Consumption (M. m3/year) | | 48.7 | 61.5 | 69.6 | 75.6 |
| Annual Average Water Production (M. m3/year) | | 72.8 | 91.8 | 104.6 | 113.9 |
| Annual Average Water Intake (M. m3/year) | | 76.5 | 96.4 | 109.9 | 119.7 |
| Estimated Leakage Ratio (%) | | 33.1% | 33.0% | 33.5% | 33.6% |

Tableau E.3.1 Résultats des mesures qualitatives de l'eau aux points fluviaux de mesure (extrait)

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

Source : l'ABHT

Tableau E.3.2 Evaluation des résultats des analyses qualitatives des barrages et des canaux avec les standards de l'eau de surface (standards environnementaux)

| Water Quality Test Data of Dams and Canal (2000-2002) | | | | | | | | | | | |
|---|---------------|-----|---------------|-------------------------|--------------|-----------------|------|------|-------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| Sampling Sites (Dams & Canal) | No. of Sample | pH | Cond. (µs/cm) | O ₂ D (mg/L) | P_Tot (mg/L) | NH ₄ | Fe | Mn | NO ₃ - | SO ₄ ²⁻ | PO ₄ ³⁻ |
| Barrage Hassan 1 ^{er} | 7 | 8.2 | 762 | 7 | 0.12 | 0.11 | 0.15 | 0.05 | 2 | 180 | 0.02 |
| Barr. Moulay Youssef | 7 | 7.8 | 1,285 | 8 | 0.09 | 0.15 | 0.36 | 0.08 | 5 | 110 | 0.02 |
| Barrage Sidi Driss | 5 | 7.7 | 864 | 8 | 0.16 | 0.05 | 0.17 | 0.05 | 11 | 171 | 0.08 |
| Barrage Takerkoust | 9 | 7.8 | 1,051 | 7 | 0.20 | 0.13 | 0.92 | 0.35 | 7 | 86 | 0.08 |
| Canal de Rocade | 3 | 7.8 | 863 | 8 | 0.27 | 0.35 | 0.26 | 0.24 | 2 | 181 | 0.17 |
| Surface Water Quality Standards by Grade | | | | | | | | | | | |
| Excellent | Class 1 | 8.5 | 750 | 7 | 0.1 | 0.1 | 0.5 | 0.1 | 10 | 100 | 0.2 |
| Good | Class 2 | 8.5 | 1,300 | 5 | 0.3 | 0.5 | 1 | 0.5 | 25 | 200 | 0.5 |
| Average | Class 3 | 9.2 | 2,700 | 3 | 0.5 | 2 | 2 | 1 | 50 | 250 | 1 |
| Bad | Class 4 | 9.2 | 3,000 | 1 | 3 | 8 | 5 | 1 | 50 | 400 | 5 |
| Very Bad | Class 5 | 9.2 | 3,000 | 1 | 3 | 8 | 5 | 1 | 50 | 400 | 5 |

Source : l'ABHT

Tableau E.3.3 Résultats des analyses qualitatives des eaux de de surfaces dans la périphérie de Marrakech

| Point d'analyse | No. | S-1 | S-2 | S-3 | S-4 |
|----------------------|-------|--|---|---|--|
| | Unité | En aval du pont El Fakhara, Oued Issil | Zone industrielle STAM (en construction), en amont de l'Issil | Nord-Est de Marrakech, bouche d'évacuation sur la Tensift | En amont de l'ancien pont, rivière de la Tensift |
| Date | | 14-Jun-07 | 14-Jun-07 | 14-Jun-07 | 14-Jun-07 |
| Heure | | 9:40 | 10:20 | 10:50 | 11:30 |
| Temps | | fine | fine | fine | fine |
| Température | °C | 25.1 | 27.7 | 25.1 | 29.7 |
| pH | - | 8.09 | 8.11 | 7.91 | 7.86 |
| Oxygène dissous | mg/L | 0.07 | 7.28 | 2.90 | 6.73 |
| Conductivité | mS/m | 890.0 | 90.2 | 375.0 | 640.0 |
| Concentration saline | % | 0.480 | 0.045 | 0.195 | 0.340 |
| Limpidité | NTU | 581 | 3 | 623 | 13 |
| Limpidité | mg/L | 471 | 2 | 500 | 11 |
| Remarques | | Pas de débit, odeurs nauséabondes | Pas de débit | En aval de la bouche d'évacuation, odeurs nauséabondes | Pas de débit |

Source : Résultats de l'étude de la mission d'étude

Tableau E.3.4 Standards provisoires de qualité des eaux souterraines proposées par l'ABHT

| Classification de la qualité de l' eau | Conductivité | Dose de permanganate de potassium (KMnO4) | Ion Chlore (Cl-) | Azote ammoniacal (NH4+) | Azote de nitrates (NO3-) | Colibacilles fécaux |
|--|---------------|---|------------------|-------------------------|--------------------------|---------------------|
| | (µs/cm) | (mg/l) | (mg/l) | (mg/l) | (mg/l) | (nos/100ml) |
| Excellent | <400 | <3 | <200 | <0.1 | <5 | <20 |
| Bon | 400 – 1,300 | 3 – 5 | 200 – 300 | 0.1 – 0.5 | 5 – 25 | 20 – 2,000 |
| Normal | 1,200 – 2,700 | 5 – 8 | 300 – 750 | 0.5 – 2 | 25 – 50 | 2,000 – 20,000 |
| Mauvais | 2,700 – 3,000 | >8 | 750 – 1,000 | 2 – 8 | 50 – 100 | >20,000 |
| Très mauvais | >3,000 | - | >1,000 | >8 | >100 | - |

Source : l'ABHT

Tableau E.3.5 Evaluation des résultats des analyses qualitatives des eaux souterraines avec les standards provisoires des eaux souterraines (1991-2004)

| Item | Conductivity | Oxidizable Matter (KMnO ₄) | Chloride (Cl) | Anmonium Nitrogen (NH ₄ +)) | Nitrate Nitrogen (NO ₃ -N) | Faecal Coliform Count |
|---------------|--------------|--|---------------|---|---------------------------------------|-----------------------|
| unit | (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) | Ammonium 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 E.3.6 Evaluation des résultats analyses qualitatives des eaux souterraines avec les standards de qualité des eaux purifiées

| Paramètres d'évaluation | Conductivité électrique (µS/cm) | Dose de permanganate de potassium (KMnO4) (mg/L) | Ammoniac (NH4+) (mg/L) | Sodium (Na+) (mg/L) | Calcium (Ca2+) (mg/L) | Magnésium (Mg2+) (mg/L) | Sel chloré (Cl-) (mg/L) | Ion nitrate (NO3-) (mg/L) | Bicarbonate (HCO3-) (mg/L) | Ion sulfate (SO4-) (mg/L) | Numération de coliformes (MPN/100cc) | | |
|--|--|--|------------------------|---------------------|-----------------------|-------------------------|-------------------------|---------------------------|----------------------------|---------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|--|
| Classification de la qualité de l'eau | Water Quality Concentration Range of Respective Water Quality Parameter Determined for Evaluation of Water Quality Grade | | | | | | | | | | | | |
| Excellent | 325 | 0.5 | 0.01 | 50 | 75 | 25 | 75 | 2.5 | 75 | 50 | 0 | | |
| Bon | 650 | 1 | 0.025 | 100 | 150 | 50 | 150 | 5 | 150 | 100 | 0 | | |
| Normal | 1300 | 2 | 0.05 | 200 | 300 | 100 | 300 | 10 | 300 | 200 | 0 | | |
| Mauvais | 2700 | 4 | 0.5 | 400 | 600 | 200 | 600 | 50 | 600 | 400 | 0 | | |
| Très mauvais | 2700 | 4 | 0.5 | 400 | 600 | 200 | 600 | 50 | 600 | 400 | 0 | | |
| Remarques | 1) VMR correspond aux standards de qualité des eaux de niveau recommandés de l'ONEP 2) VMA correspond aux standards de la qualité de l'eau de niveau maximal de l'ONEP 3) Les standards japonais de qualité de l'eau potable ont été appliqués pour l'évaluation, pour les paramètres de qualité de l'eau purifiée qui ne sont pas spécifiés par l'ONEP. 4) Cette classification de qualité des eaux a été déterminée uniquement à une fin d'évaluation et n'est pas spécifiée dans les standards de qualité de l'eau purifiée de l'ONEP. | | | | | | | | | | | | |
| Result of Evaluation of Groundwater Quality Test Data compared with Purified Water Quality Standard (Number of sample in each water quality grade range) | | | | | | | | | | | | | |
| Paramètres d'évaluation | Conductivité électrique (µS/cm) | Dose de permanganate de potassium (KMnO4) (mg/L) | Ammoniac (NH4+) (mg/L) | Sodium (Na+) (mg/L) | Calcium (Ca2+) (mg/L) | Magnésium (Mg2+) (mg/L) | Sel chloré (Cl-) (mg/L) | Ion nitrate (NO3-) (mg/L) | Bicarbonate (HCO3-) (mg/L) | Ion sulfate (SO4-) (mg/L) | Numération de coliformes (MPN/100cc) | Grand total No. d'échantillons | Taux de la moyenne arithmétique par classification (%) |
| Excellent | 1 | 66 | 182 | 76 | 61 | 83 | 64 | 13 | 1 | 95 | 127 | 814 | 18.8% |
| Bon | 52 | 92 | 53 | 94 | 230 | 117 | 73 | 24 | 1 | 74 | 0 | 863 | 19.9% |
| Normal | 134 | 121 | 65 | 92 | 97 | 127 | 104 | 74 | 171 | 115 | 0 | 1,026 | 23.7% |
| Mauvais | 145 | 53 | 83 | 81 | 6 | 60 | 99 | 234 | 194 | 69 | 0 | 1,000 | 23.1% |
| Très mauvais | 64 | 36 | 14 | 54 | 3 | 10 | 57 | 52 | 28 | 44 | 267 | 629 | 14.5% |
| No. d'échantillons | 396 | 368 | 397 | 397 | 397 | 397 | 397 | 397 | 395 | 397 | 394 | 4,332 | 100.0% |
| Taux de dépassemment (VMR) | 52.8% | 24.2% | 24.4% | 34.0% | 2.3% | 17.6% | 39.3% | 72.0% | 56.2% | 28.5% | 67.8% | 37.6% | 37.6% |
| Taux de dépassemment (VMA) | 16.2% | | 3.5% | | | | | 13.1% | | | | | |

Tableau E.3.7 Résultats des analyses qualitatives des eaux souterraines dans la périphérie des piézomètres

| Paramètres | | G-1 | G-2 | G-3 | G-4 | G-5 | G-6 |
|-----------------------------------|------|---------------------------------|--------------------------------|---------------------------|--------------------------------------|------------------------------|------------------------|
| No. de piézomètre | | 1580/52 | 2826/53 | 1753/53 | 3664/53 | 4405/44 | 4403/44 |
| Niveau d'eau : Piezometer (G.L.-) | | 59.28 | 75.45 | 39.48 | 58.19 | 21.22 | 42.79 |
| Profondeur du piézomètre-WL(GL-) | unit | Dar El Ghali-101m-? | ONEP Majat | El Batma-50m-24m | Mohamed Ben Chekroune-160m | Ouled Hamid-35m-? | Lahlou Ahmed-53.5m-40m |
| Date | | 13-Jun | 13-Jun | 13-Jun | 13-Jun | 13-Jun | 13-Jun |
| Heure | | 17:00 | 18:00 | 13:30 | 11:40 | 12:40 | 10:30 |
| Temps | | fine | fine | fine | fine | fine | fine |
| Température | °C | 23.1 | 20.8 | 23.2 | 24.9 | 23.6 | 23.4 |
| pH | - | 6.96 | 7.28 | 6.9 | 7.24 | 7.4 | 7.2 |
| Oxygène dissous | mg/L | 7.24 | 8.48 | 5.61 | 6.42 | 7.01 | 6.8 |
| Conductivité | mS/m | 94.9 | 53.5 | 232.4 | 126.9 | 256.2 | 139.8 |
| Concentration saline | % | 0.048 | 0.027 | 0.116 | 0.061 | 0.128 | 0.070 |
| Limpidité | NTU | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 1 |
| Limpidité | mg/L | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Remarques | | Yellow Melon 5.5ha | Chlorinated Water | | | Water Melon | Olive-9ha, |
| Paramètres | | G-7 | G-8 | G-9 | G-10 | G-11 | G-12 |
| No. de piézomètre | | 2715/53 | 2700/53 | 4402/44 | 4004/53 | 1388/45 | N. A. |
| Niveau d'eau : Piezometer (G.L.-) | | 25.04 | 55.76 | 31.8 | 61.19 | 50 (No Piezometer) | N.A. (No piezometer) |
| Profondeur du piézomètre-WL(GL-) | unit | Tameslot, Jnan Lakbir (40m-30m) | Abdel Ali Douar Tadturt Roatim | Benlarbi Inheritors (60m) | Ben Chem Lorbi, Laghoiuba (130m-50m) | ONEP ZEMRANE West P.S. | ONEP Chichaoua P.S. |
| Date | | 12-Jun | 12-Jun | 12-Jun | 12-Jun | 12-Jun | 13-Jun |
| Heure | | 15:00 | 14:00 | 10:30 | 11:30 | 12:15 | 16:00 |
| Temps | | fine | fine | fine | fine | fine | fine |
| Température | °C | 24.0 | 21.1 | 22.8 | 23.4 | 24.4 | 23.0 |
| pH | - | 6.76 | 7.24 | 7.4 | 6.98 | 7.0 | 6.56 |
| Oxygène dissous | mg/L | 5.85 | 7.02 | 7.2 | 6.6 | 7.9 | 6.80 |
| Conductivité | mS/m | 200.2 | 61.7 | 72.3 | 373 | 235.8 | 225.9 |
| Concentration saline | % | 0.11 | 0.03 | 0.036 | 0.200 | 0.133 | 0.113 |
| Limpidité | NTU | 1 | 1 | 2 | 0 | 2 | 2 |
| Limpidité | mg/L | 1 | 1 | 2 | 0 | 2 | 2 |
| Remarques | | | | Olieve | Salty | 2 Wells:2.5 lit/s & 12 lit/s | |

Source : Elaboration par la mission d'étude

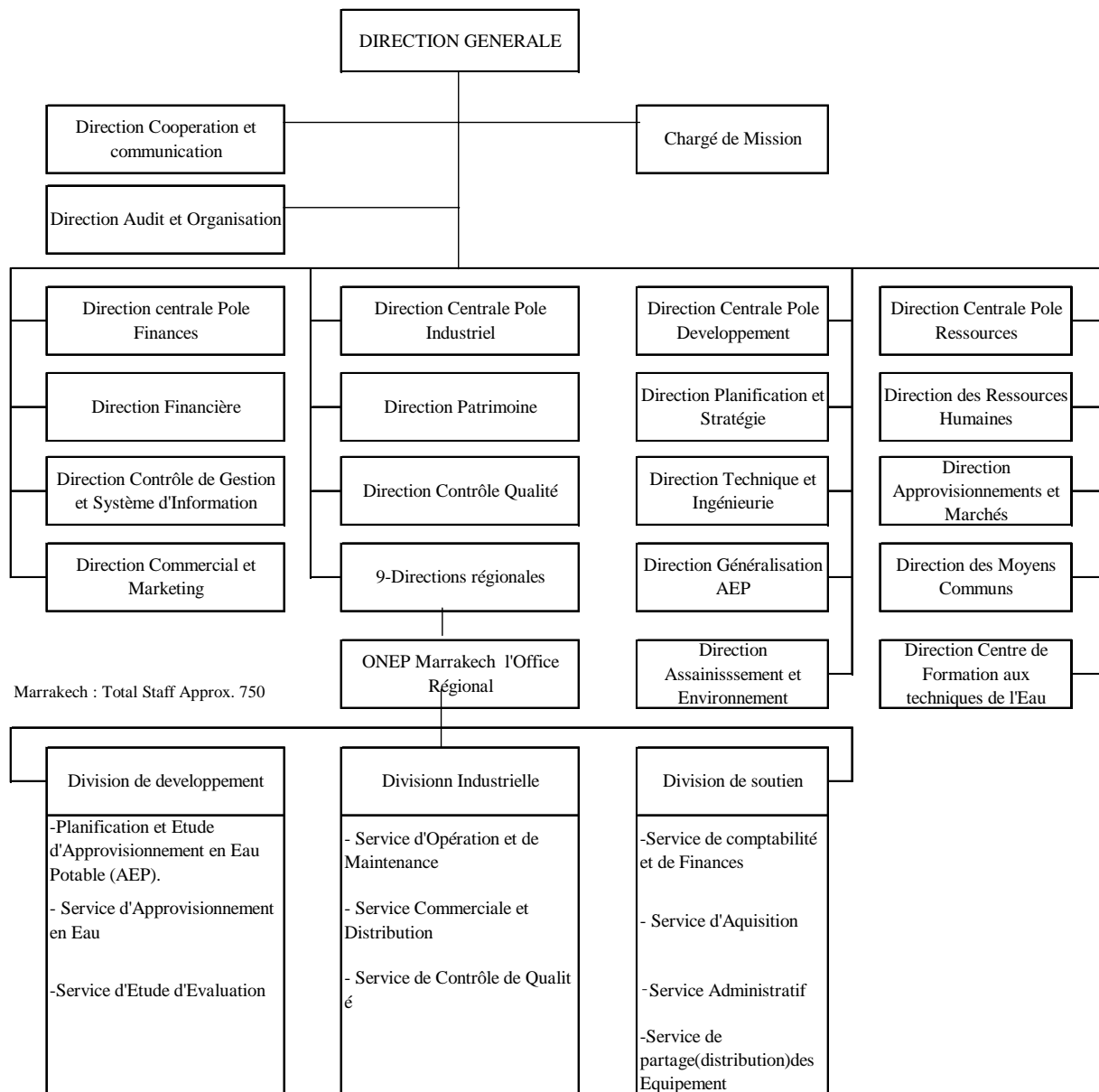


Fig. E.1.1 Organigramme de l'ONEP

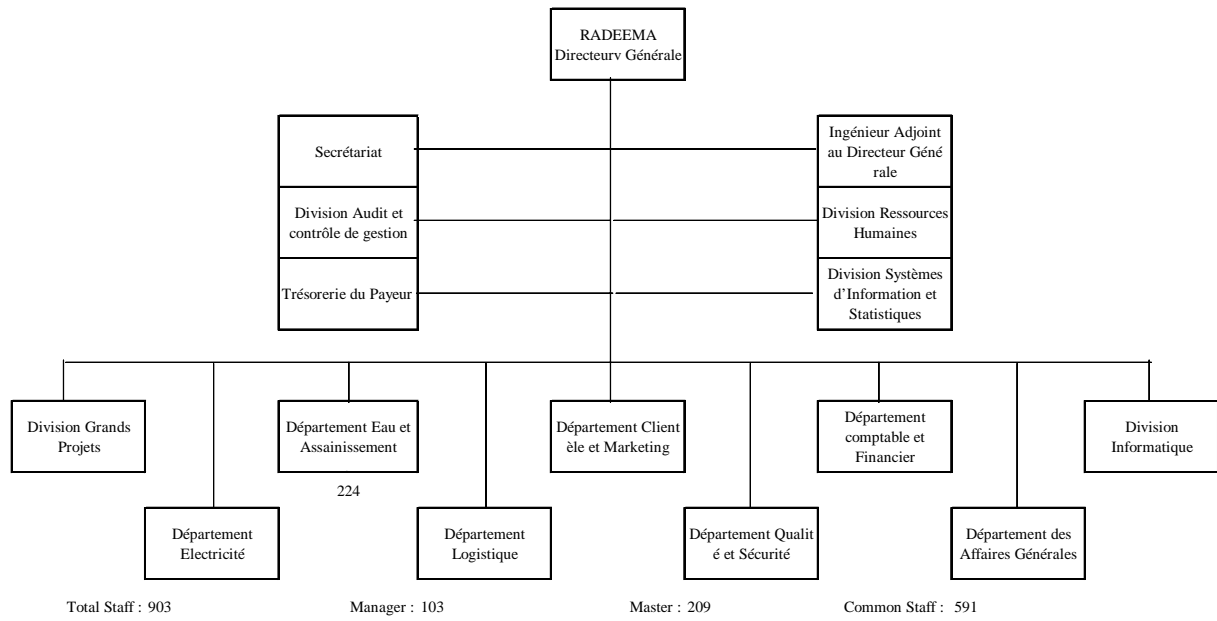


Fig. E.1.2 Organigramme de la RADEEMA

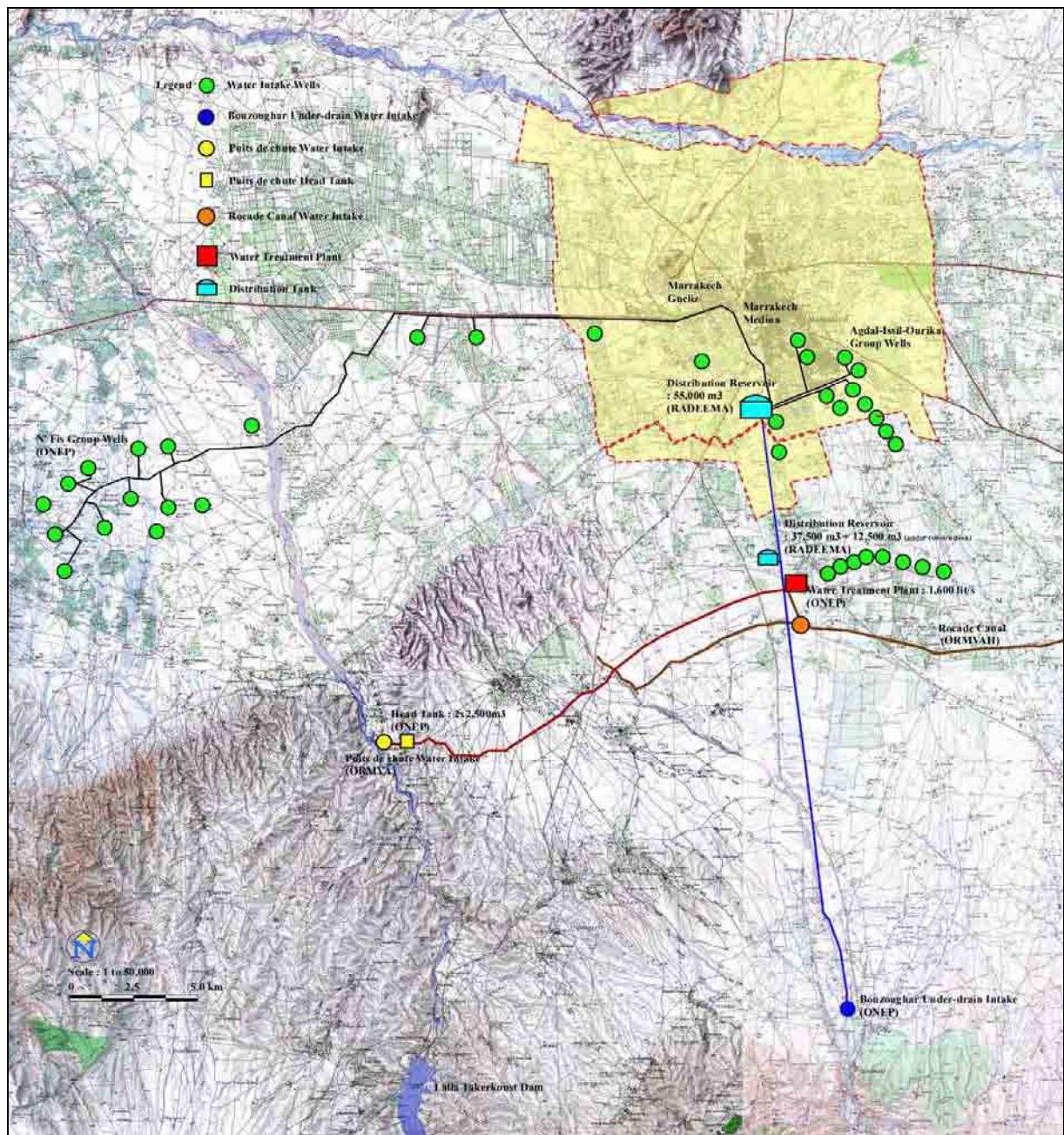
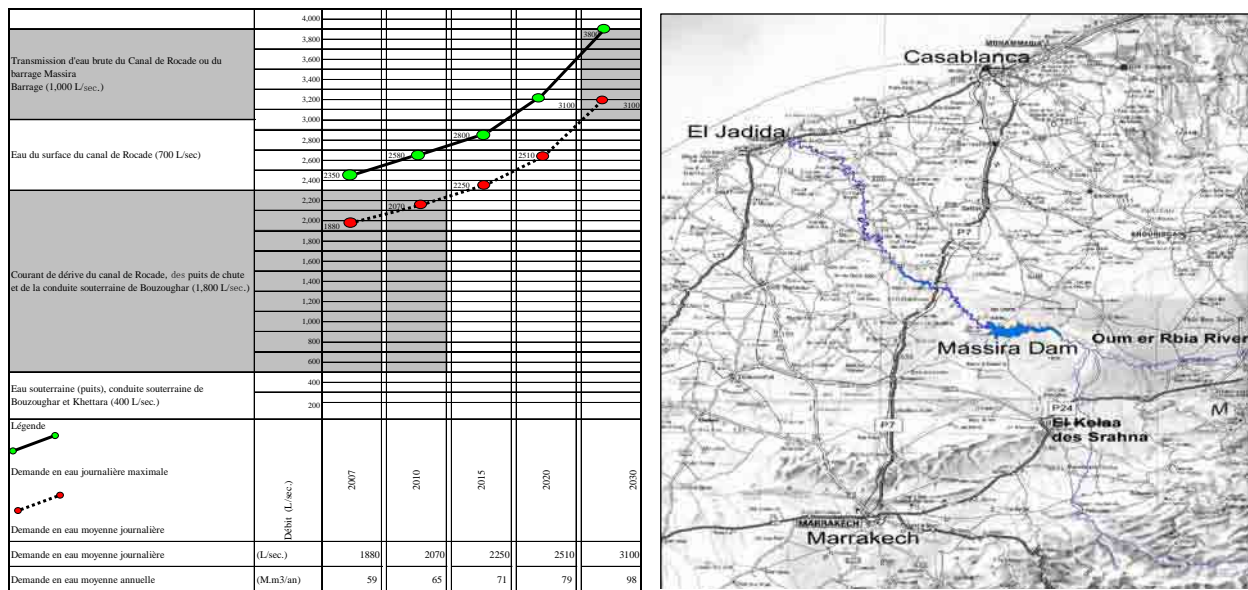
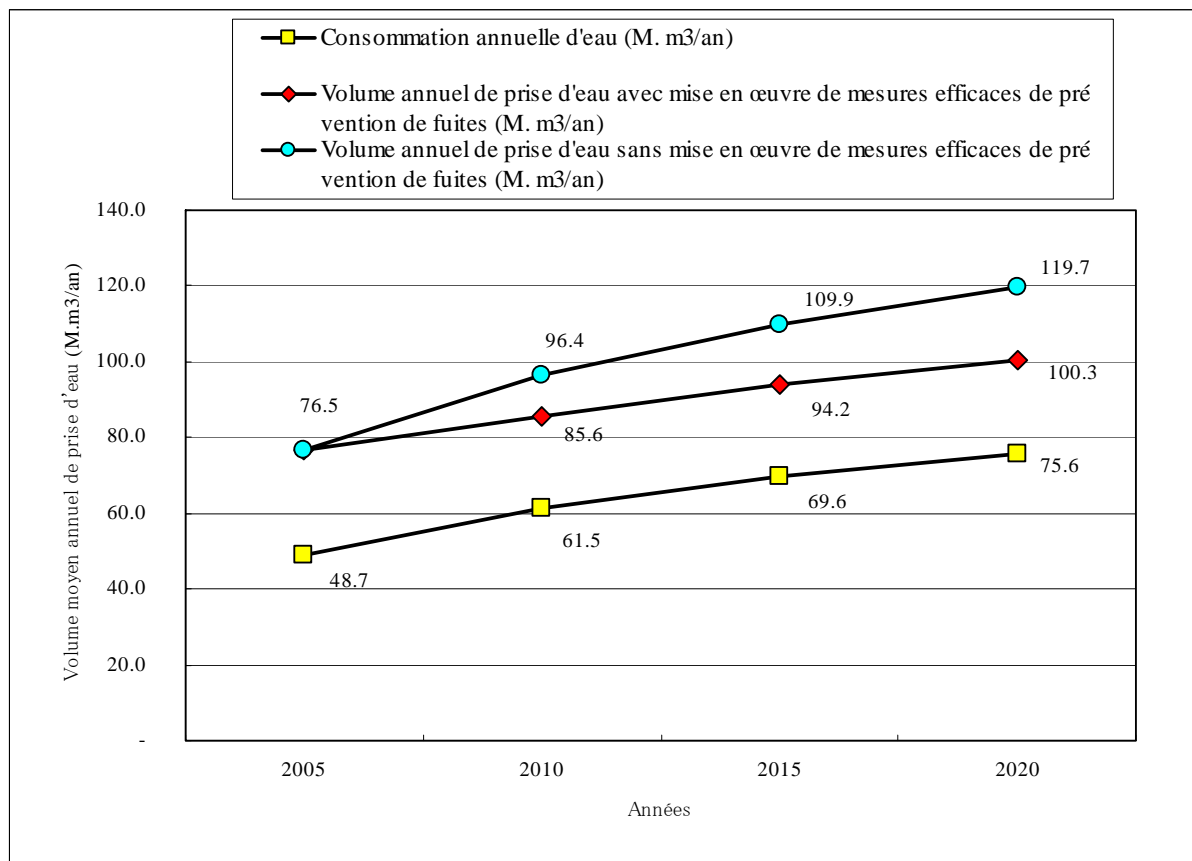


Fig. E.1.3 Carte d'emplacement des systèmes d'alimentation en eau potable de Marrakech



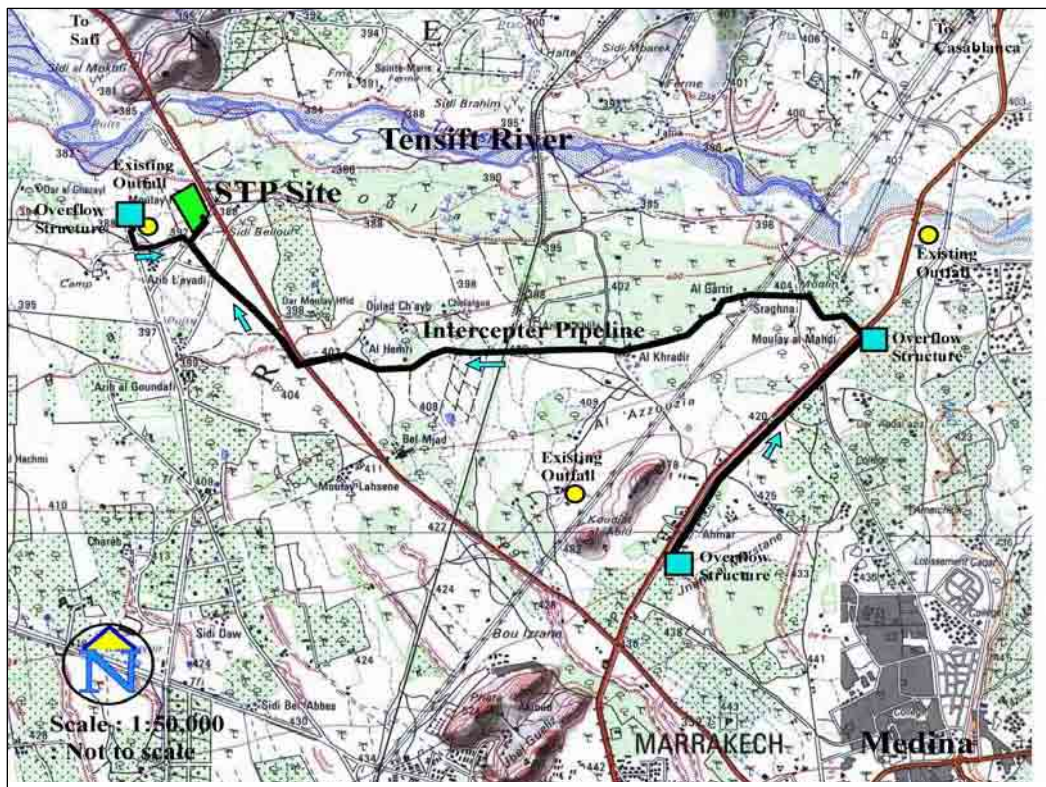
Source : ONEP, Elaboration par la mission d'étude

Fig. E.1.4 Prévisions des ressources en eau à l'avenir pour l'alimentation en eau de Marrakech



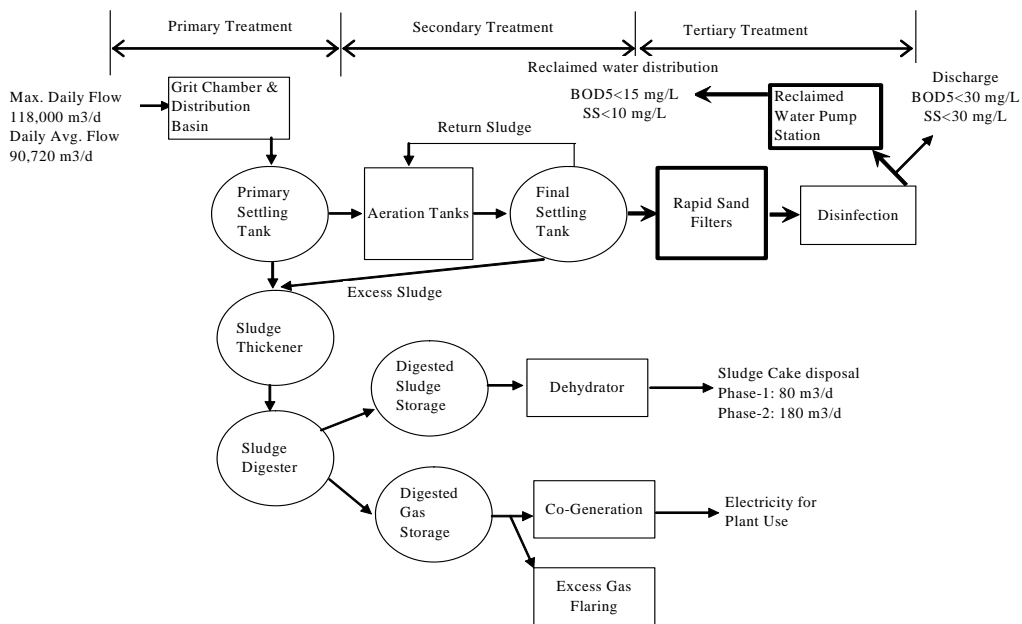
Source :Elaboration par la mission d'étude

Fig. E.1.5 Mesures de prévention des fuites : Renforcement des mesures par rapport aux mesures actuelles



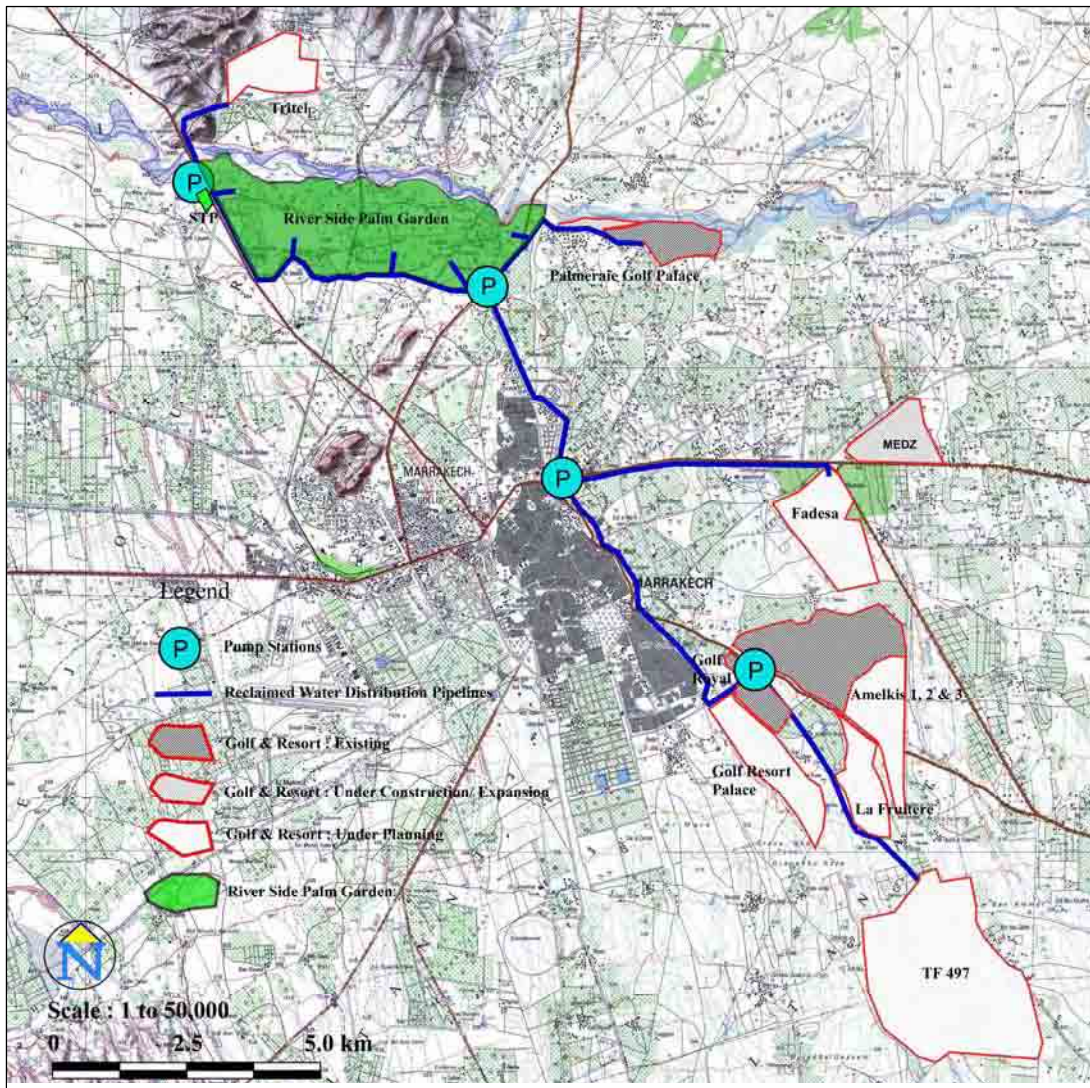
Source : RADEEMA, Elaboration par la mission d'étude

Fig. E.2.1 Carte d'emplacement des systèmes d'assainissement (en construction) (RADEEMA)



Source : Elaboration par la mission d'étude

Fig. E.2.2 Ordigramme du traitement des eaux usées de Marrakech (RADEEMA)



Source : Elaboration par la mission d'étude

Fig. E.2.3 Choix du tracé du transfert / de la distribution des eaux traitées



Fig. E.3.1 Carte d'emplacement des analyses qualitatives des eaux de surface

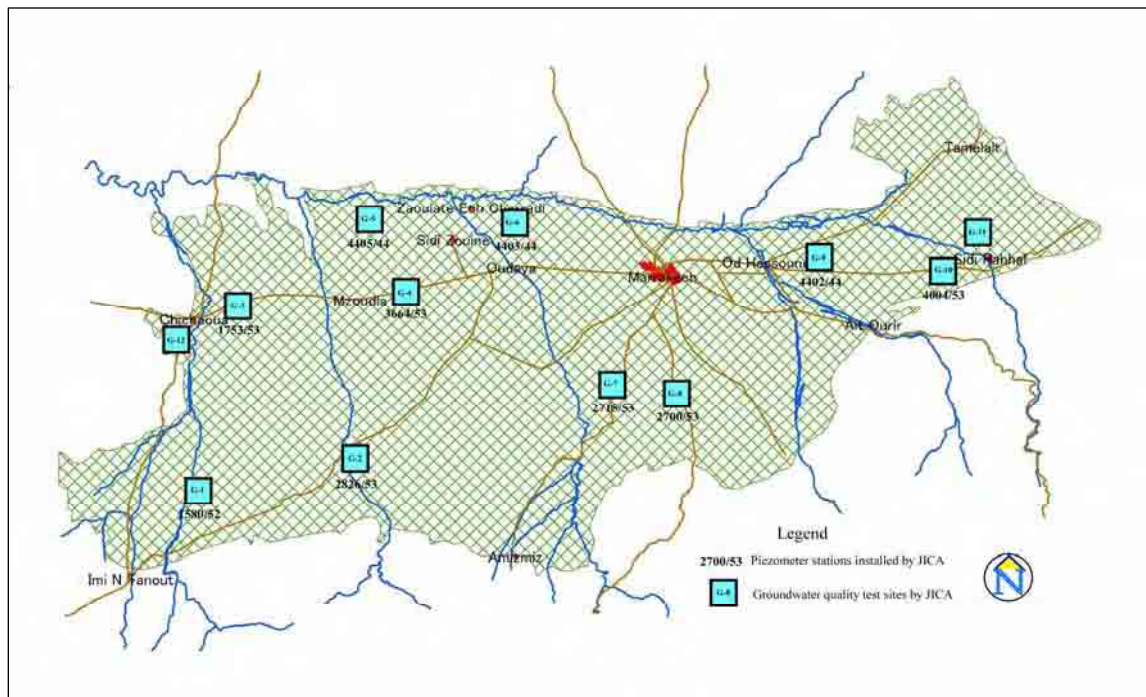
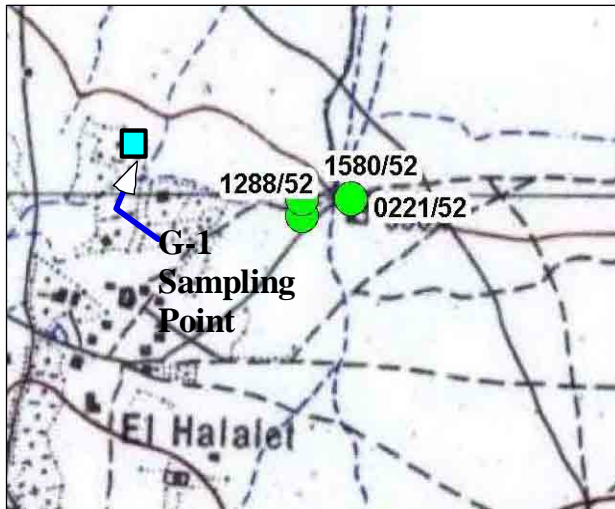
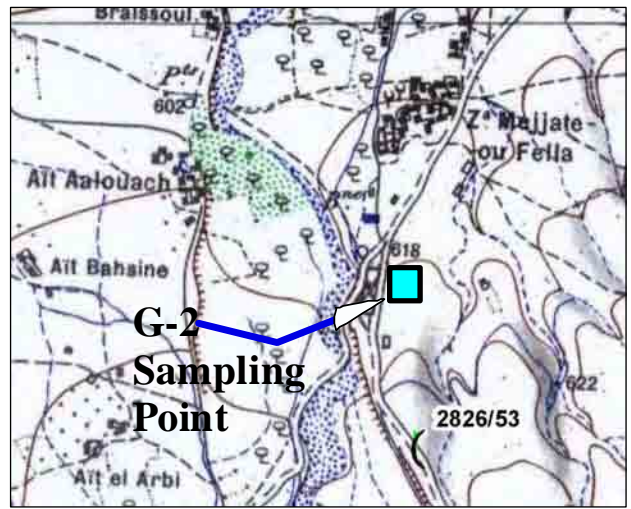


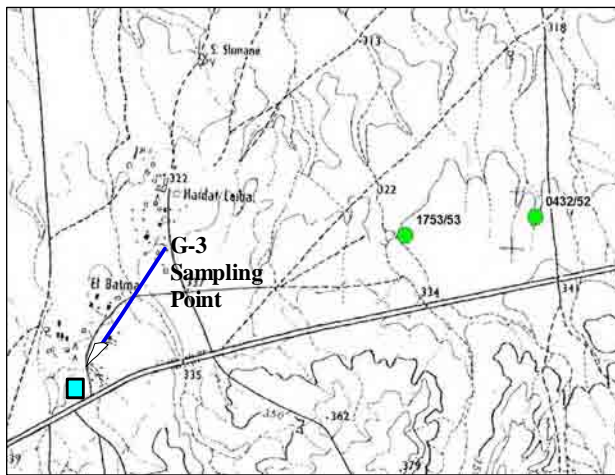
Fig. E.3.2 Carte d'emplacement des analyses qualitatives des péziomètres et des eaux souterraines



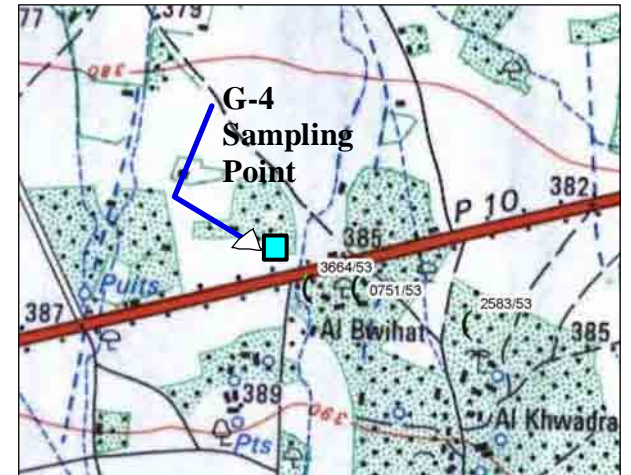
Point d'étude des eaux souterraines G-1



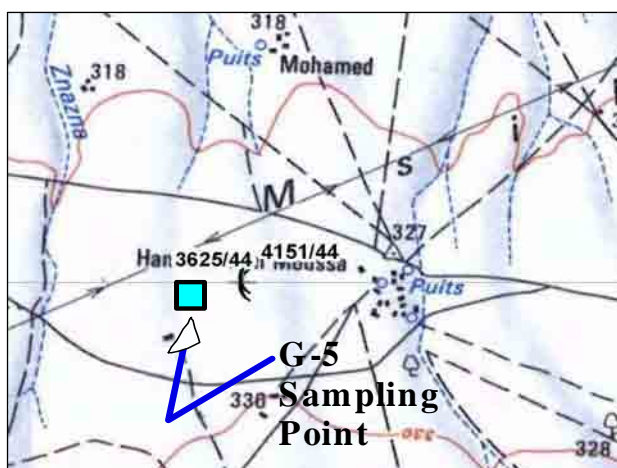
Point d'étude des eaux souterraines G-2



Point d'étude des eaux souterraines G-3



Point d'étude des eaux souterraines G-4

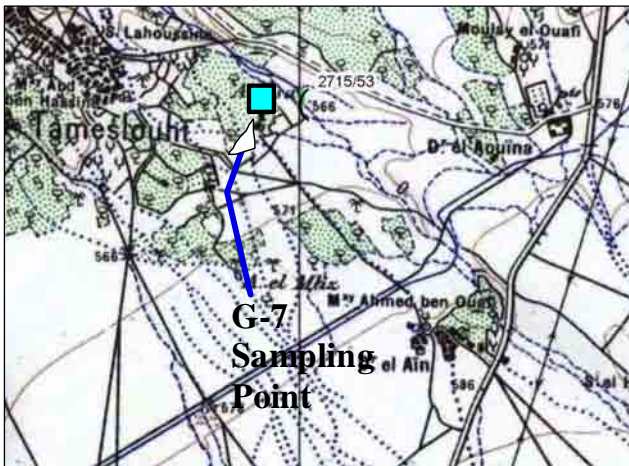


Point d'étude des eaux souterraines G-5

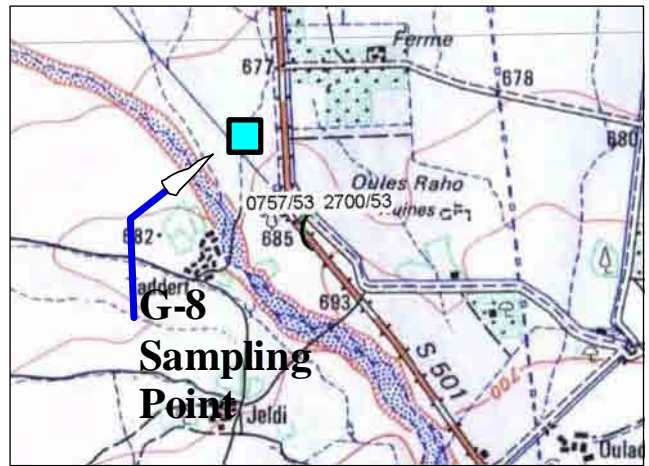


Point d'étude des eaux souterraines G-6

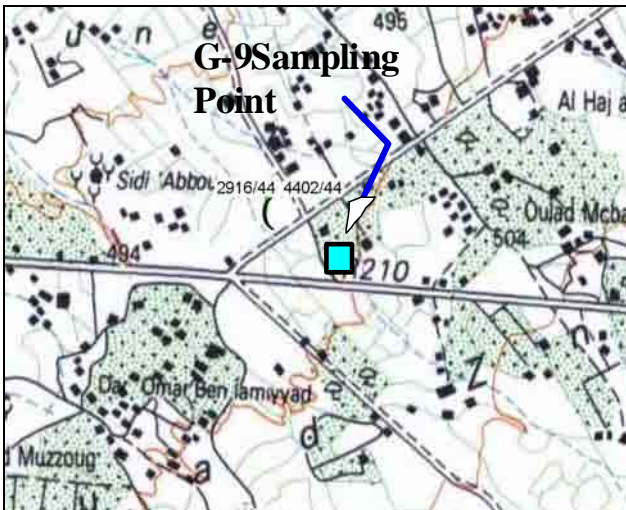
Fig. E.3.4 Carte d'emplacement détaillée des analyses qualitatives des eaux souterraines réalisées par la mission d'étude de la JICA (1/2)



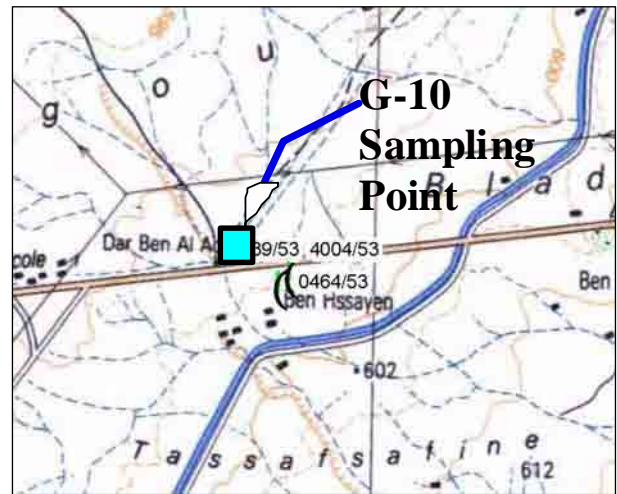
Point d'étude des eaux souterraines G-7



Point d'étude des eaux souterraines G-8



Point d'étude des eaux souterraines G-9



Point d'étude des eaux souterraines G-10

Fig. E.3.4 Carte d'emplacement détaillée des analyses qualitatives des eaux souterraines réalisées par la mission d'étude de la JICA (2/2)