

ROYAUME DU MAROC  
MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS  
DIRECTION GÉNÉRALE DE  
L'HYDRAULIQUE

AGENCE JAPONAISE DE  
COOPERATION INTERNATIONALE  
(JICA)

ETUDE D'ALIMENTATION EN EAU  
POTABLE DE LA REGION DU PRE-RIF  
AU MAROC

RAPPORT FINAL  
VOLUME I RAPPORT SOMMAIRE

AOUT 1996

JICA LIBRARY



J 1131800(3)

NIPPON KOEI CO., LTD.

S S S

J R

96-094



ROYAUME DU MAROC  
MINISTRE DES TRAVAUX PUBLICS  
DIRECTION GENERALE DE  
L'HYDRAULIQUE

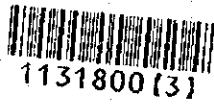
AGENCE JAPONAISE DE  
COOPERATION INTERNATIONALE  
(JICA)

**ETUDE D'ALIMENTATION EN EAU  
POTABLE DE LA REGION DU PRE-RIF  
AU MAROC**

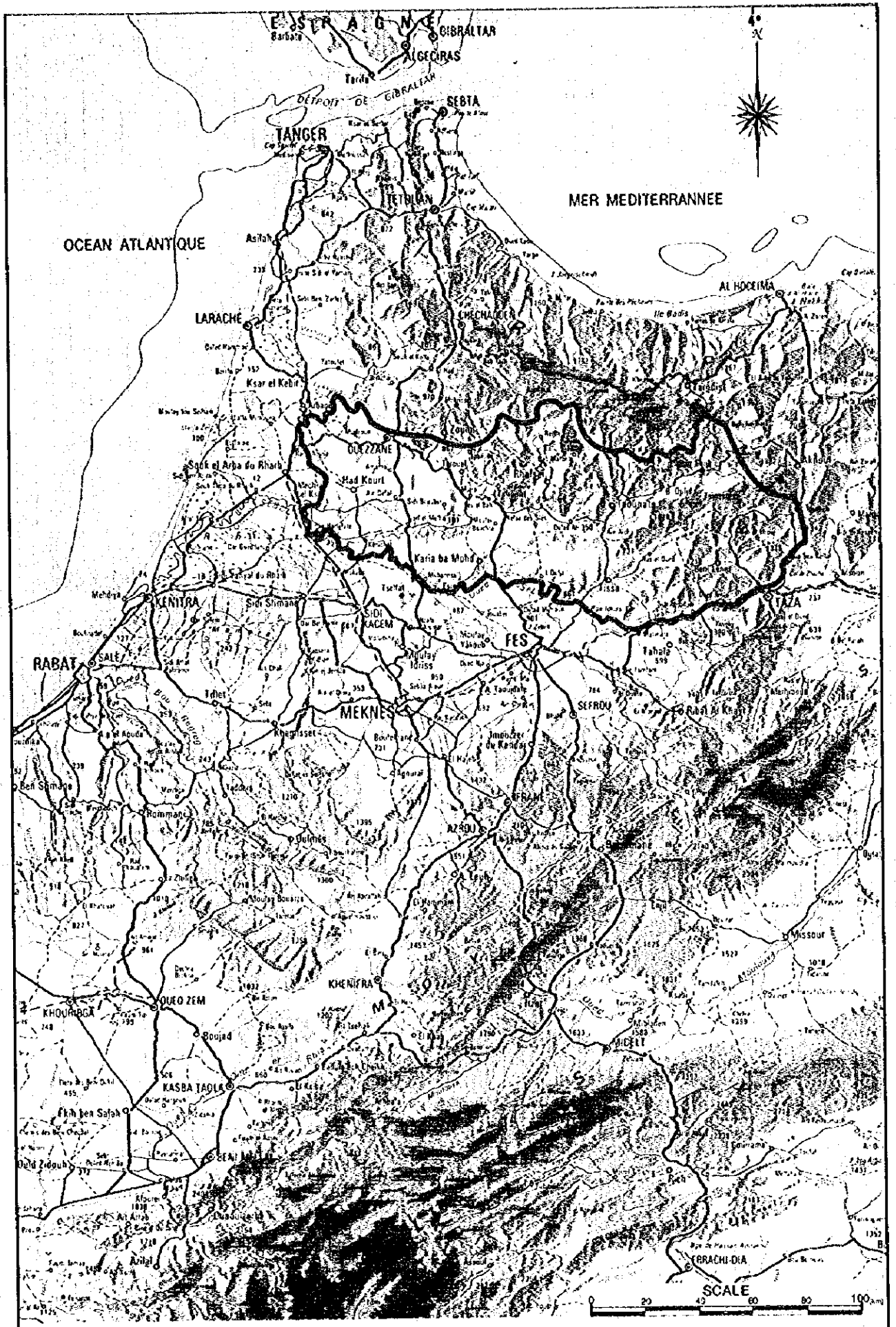
**RAPPORT FINAL**  
**VOLUME I RAPPORT SOMMAIRE**

AOUT 1996

NIPPON KOEI CO., LTD.



1131800(3)



PLAN DE SITUATION DE L'AIRE DE L'ETUDE

1

2

3

# ETUDE D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DE LA REGION DU PRE-RIF AU MAROC

Période d'Etude : Sept. 1994 - Juin. 1996  
Organe du Maroc : Direction Générale de l'Hydraulique  
Ministère Des Travaux Publics

## DESCRIPTION DE L'ETUDE

### 1. BASE DE L'ETUDE

Le Gouvernement du Royaume du Maroc (désigné ci-après par "le Gouvernement du Maroc") a demandé en février 1993 au Gouvernement du Japon de réaliser une étude d'alimentation en eau potable de la région rurale du Pré-Rif au Maroc (dénommée "l'Etude" dans la suite du texte). La région est considérée comme l'une des zones les plus importantes de "l'Etude à l'Echelle Nationale du Schéma Directeur d'Alimentation en Eau Potable Rurale", réalisée par le PNUD de 1990 à 1993, dans laquelle un système d'alimentation en eau potable doit être mis en place dans le but de rehausser le niveau de vie dans la région rurale du Pré-Rif. Jusqu'à présent l'alimentation en eau de la région dépendait des eaux de rivières, des nappes superficielles et des sources. Des pénuries d'eau se faisaient parfois sentir en saison sèche. Le développement de la nappe phréatique est en outre considéré comme une nécessité urgente, tout comme le développement des eaux de surface dans cette région où les installations de distribution sont mal réparties.

### 2. OBJECTIFS DE L'ETUDE

Les objectifs de l'étude sont décrits ci-dessous:

- 1) Définition de la stratégie de développement pour l'alimentation en eau potable des zones rurales
- 2) Définition du plan d'alimentation en eau potable des zones modèles sélectionnées de la stratégie de développement
- 3) Définition du schéma directeur d'alimentation en eau potable jusqu'à l'année 2010.

### 3. L'AIRE DE L'ETUDE

L'Aire d'Etude définie couvre environ 10.000 km<sup>2</sup>, s'étend d'est en ouest sur 160 km, et du nord au sud sur 60 km. L'Aire de l'Etude couvre une partie des Provinces de Sidi Kacem et de Taza et la totalité de la Province de Taounate.

## 4. DEFINITION DE LA STRATEGIE DE DEVELOPPEMENT

### 4.1 Le Plan Directeur de Développement de l'AEP Rurale

Le Plan Directeur se fixe pour objectif de faire passer le taux de desserte en eau potable de la population rurale de 14% actuellement à 80% en l'an 2010 tout en s'appuyant sur les priorités ci-après :

- 1) Première priorité : Le développement des eaux de sources
- 2) Deuxième priorité : Le développement des eaux souterraines
- 3) Troisième priorité : Le développement des eaux de surface
- 4) Quatrième priorité : Le transport d'eau.

Le Tableau 1 présente le classement l'évolution du taux de desserte pour chaque mode de desserte.

**Tableau 1 Taux de Desserte Actuels et Futurs**

Mode de Desserte	Taux de Desserte en Eau			
	Actuel (1990) (%)		Futur (2010) (%)	
Branchements Particuliers	2	14	10	80
Bornes Fontaines	6		40	
Points d'eau Aménagés	6		30	
Points d'eau collectifs réhabilités	16	86	-	20
Points d'eau Privés	23		-	
Citernes Pluviales	10		-	
Eau de Surface	21		-	
Transport	16		-	
Total	100	100		100
Population Rurale	13,4 Mil		14,3 Mil	

Source: Plan Directeur National

Notes+ Mode traditionnel de desserte sont les citernes où les chenneaux pour détenir l'eau pluviale où l'eau de ruissellement.

### 4.2 Etablissement du Scénario de Développement

Selon les programmes de développement des eaux de surface, actuellement en cours par l'ONEP, presque la moitié ou 50 % de la population de l'Aire de l'Etude seront desservis par ce genre de systèmes à l'horizon 2010. Le reste de la population peut s'alimenter soit à partir des eaux de surface suite à la mise en oeuvre de nouvelles installations de traitement et de pompage et des adductions soit à partir des eaux souterraines qui seront disponibles à l'exploitation jusqu'à l'horizon 2010.

Pour les conditions dominantes dans l'Aire de l'Etude, le coût d'investissement d'un système d'AEP à partir de la nappe phréatique est moins coûteux que celui d'un système d'eau de surface. Puisque le premier n'exige pas de traitement et la source est normalement située proche de la zone de desserte et par suite une économie peut être réalisée sur la redevance de pompage et le coût de conduites.

En outre, un système d'AEP à partir des eaux souterraines est moins compliqué à exploiter et à maintenir qu'un autre type de système avec traitement.

Compte tenu des conditions précitées, le scénario de développement présenté ci-après est proposé comme stratégie de base:



- i) Le développement des systèmes d'AEP dans l'Aire de l'Etude jusqu'à l'horizon 2010, devrait être établi à partir des eaux souterraines conjointement avec le développement des eaux de surface en conformité avec les prévisions et critères du Plan Directeur National pour atteindre un taux de desserte de 80 %.
- ii) En principe, les eaux souterraines seront exploitées en leur totalité pour l'alimentation en eau potable rurale. Par conséquent, la première priorité sera accordée au développement des treize structures potentielles identifiées par l'étude.
- iii) Le développement des eaux de surface pour l'AEP rurale s'effectuera, en un premier temps, par la mise en place des projets d'extension de l'ONEP. Ultérieurement, le plan de développement des eaux de surface proposé par l'étude sera réalisé en tenant compte du progrès de mise en exploitation des eaux souterraines et de l'usage futur de l'eau.

## 5. L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE POUR LES ZONES MODELES

### 5.1 Sélection des Zones Modèles

Compte tenu des critères précités, les treize structures suivantes caractérisées par leur potentiel en eau ont été sélectionnées comme zones modèles favorables.

#### 1) Structure montagneuse

- |               |                      |
|---------------|----------------------|
| i) Tainaste   | Province de Taounate |
| ii) J.Khamise | Province de Taza     |
| iii) J.Keil   | Province de Taounate |
| iv) J.Berda   | Province de Taounate |
| v) Thar Souk  | Province de Taounate |

#### 2) Structure vallonnée

- |                  |                        |
|------------------|------------------------|
| i) Teroual       | Province de Sidi Kacem |
| ii) Outzarh      | Province de Taounate   |
| iii) Ain Saddine | Province de Sidi Kacem |
| iv) Taounate     | Province de Taounate   |
| v) Tissa         | Province de Taounate   |

#### 3) Structure de la plaine

- |                  |                        |
|------------------|------------------------|
| i) Jorf El Melha | Province de Sidi Kacem |
| ii) Ain Defali   | Province de Sidi Kacem |
| iii) Had Kourt   | Province de Sidi Kacem |

La sélection des trois zones modèles parmi ces six structures s'est effectuée sur la base de leurs conditions socio-économiques actuelles, leurs pénuries d'eau ainsi que sur les améliorations de vie pouvant survenir par la mise en place des systèmes d'AEP. Finalement, les zones modèles retenues sont celles de Ain Defali, Teroual et d'El Bibane.

### 5.2 Planification des Systèmes d'AEP

#### (1) Forages Reconnaissance

Neuf forages de reconnaissance ont été exécutés dans les trois zones modèles. Sept parmi lesquels ont été identifiés bons pour l'exploitation et pouvant servir à alimenter les douars concernés en eau potable.

## (2) Demande en Eau

Les prévisions des besoins futurs en eau potable dans les trois zones modèles sont Présentés dans la Tableau 2.

**Tableau 2 Projection de la Demande en Eau**

Zones Modèles	Année 1995		Année 2010	
	Population Desservie	Demande en Eau	Population Desservie	Demande en Eau
Ain Defali	20.188	734 m <sup>3</sup> /d	22.415	990 m <sup>3</sup> /d
Teroual	9.677	345 m <sup>3</sup> /d	10.745	468 m <sup>3</sup> /d
El BiBane	5.210	180 m <sup>3</sup> /d	5.784	248 m <sup>3</sup> /d

## (3) Planification Préliminaire des Systèmes d'AEP

Les systèmes d'AEP proposés pour les zones modèles sont divisées en deux groupes. Le premier consiste en un système gravitaire et le second comprend un système sous pression. Vu l'urgence de la situation, le système gravitaire sera réalisé en premier lieu et sera achevé dans un durée de 3 ans.

**Table 3 Systèmes d'AEP**

### Système Gravitaire

Désignation	Ain Defali	Teroual	Ain Berda
Groupe électro-pompe immergée	Débit 0,69 m <sup>3</sup> /min HMT 48 m 3 unités	Débit 0,33 m <sup>3</sup> /min HMT 46 m 2 unités	Débit 0,18 m <sup>3</sup> /min HMT 65 m 2 unités
Installation des conduites d'eau	D = 75 - 200 mm 44.880 m	D = 80 - 125 mm 12.050 m	D = 80 - 125 mm 11.100 m
Réservoir d'eau en béton armé	V = 600 m <sup>3</sup> x 1 V = 400 m <sup>3</sup> x 1 V = 100 m <sup>3</sup> x 6	V = 280 m <sup>3</sup> x 1 V = 140 m <sup>3</sup> x 2	V = 120 m <sup>3</sup> x 1 V = 30 m <sup>3</sup> x 1 V = 10 m <sup>3</sup> x 1
Bornes fontaines	25 unités	9 unités	4 unités
Accessoires	forfait	forfait	forfait

### Système Gravitaire et de Pression (extension)

Désignation	Ain Defali	Teroual	Ain Berda
Installation des conduites d'eau	D = 89 - 125 mm 14.900 m	D = 89 - 125 mm 8.700 m	-
Stations de Reprise	Débit 0,11&0,23 m <sup>3</sup> /min HMT 13&100 m 6 unités	Débit 0,16 m <sup>3</sup> /min HMT 60 - 130 m 8 unités	-
Réservoir d'eau en béton armé	V = 100 m <sup>3</sup> x 2	V = 140 m <sup>3</sup> x 2	-
Bornes fontaines	5 unités	6 unités	-
Accessoires	forfait	forfait	-

L'aménagement des installations d'eau existantes sera réalisé en conformité avec la liste des travaux inclus dans le Plan National Quinquennal préparé par la DGH début 1995.

### 5.3 Coût du Projet

Sur le plan financier, deux modes de desserte sont examinés. Le premier comprend un système de distribution gravitaire et le second consiste en une combinaison de système gravitaire et de pression comme indiqué ci-après:

**Tableau 4 Coût du Projet d'AEP**

\$ U.S 1 = DH 8,6 = ¥ 100 (Jan. 1996)

Article	Désignation	Devises (1000 \$ US)	Dirhams (1000 DH)	Total (1000DH)
1	Coût de construction	4.839	15.527	57.142
2	Prix des terrains et d'indemnité	0	0	0
3	Dépenses administratives	0	5.714	5.714
4	Frais d'ingénierie	930	3.429	11.427
	(Coût total de base)	(5.769)	(24.670)	(74.283)
5	Imprévus des coûts unitaires <5	411	3.596	7.131
6	Imprévus des quantités exécutées <6	927	4.240	12.212
	Coût du projet	7.107	32.506	93.626

\$ U.S 1 = DH 8,6 = ¥ 100 (Jan. 1996)

Article	Désignation	Devises (1000 \$ US)	Dirhams (1000 DH)	Total (1000DH)
1	Coût de construction	6.401	19.276	74.325
2	Prix des terrains et d'indemnité 2	0	0	0
3	Dépenses administratives	0	7.432	7.432
4	Frais d'ingénierie	1.210	4.459	14.865
	(Coût total de base)	(7.611)	(31.168)	(96.623)
5	Imprévus des coûts unitaires	542	4.533	9.194
6	Imprévus des quantités exécutées	1.223	5.355	15.873
	Coût du projet	9.376	41.056	121.690

Les frais annuels d'exploitation et d'entretien des systèmes proposés sont récapitulés ci-après.

**Tableau 5 Coûts d'Exploitation et d'Entretien**

	Zone Modèle système gravitaire	Frais d'Exploitation (DH) système combiné
Aïn Defali :	DH 222.000	DH 435.000
Teroual :	DH 375.000	DH 790.000
Aïn Berda :	DH 78.000	DH 78.000
Total :	DH 675.000	DH 1.303.000

	Zone Modèle système gravitaire	Frais d'Entretien (DH) système combiné
Aïn Defali :	DH 272.500	DH 362.300
Teroual :	DH 129.000	DH 220.500
Aïn Berda :	DH 144.200	DH 144.200
Total :	DH 545.700	DH 727.000

## 5.4 Evaluation du Projet

Les résultats de l'évaluation financière indiquent que le projet d'AEP de Aïn Defali s'est révélé relativement rentable à condition que la commune elle-même prenne charge des coûts de construction. Les calculs financiers résultent en un taux de rentabilité financière interne (TREI) (soit 5,1% pour le système gravitaire et sous pression et 5,2 % pour le système gravitaire seulement) suffisant pour qualifier le projet pour un prêt extérieur à faible intérêt et un emprunt de la (FEC). Cette rentabilité est attribuée à une demande en eau relativement supérieure à celles des deux autres communes. Même si les calculs financiers des projets de Teroual et El Bibane résultent en un TREI négatif, les recettes qui en découlent peuvent supporter les frais d'exploitation et d'entretien. En cas où ces deux projets seront financés par une aide financière ou don, les frais d'exploitation et d'entretien afférents devront alors être pris en charge par la commune.

Les trois zones modèles représentent les communes rurales types qui actuellement souffrent d'un manque d'eau aigu dû au tarissement de leur ressources en eau. La mise en place de système d'AEP pour lesdites zones s'est avérée une priorité très urgente déclarée par la population enquêtée. Sous cet angle, il est très utile de réaliser les projets d'AEP proposés afin de répondre aux besoins essentiels de vie de la population rurale. Les impacts socio-économiques peuvent être considérés positifs et favorables pour les zones modèles vallonnées et montagneuses de Teroual et El Bibane. Le soulagement des femmes rurales et des jeunes filles de la corvée de l'eau améliore les conditions de leur activités ménagères ainsi que l'accroissement de taux de scolarisation.

## 6. PLAN DIRECTEUR POUR L'AIRE D'ETUDE

### 6.1 Système d'Alimentation en Eau Souterraine

Le programme de mise en oeuvre suivant est proposé pour l'établissement d'un réseau d'alimentation pour les eaux souterraines

- i) La fiabilité de production des eaux souterraines est confirmée en fonction des résultats de forage de puits d'essais, de test de pompage et de l'analyse. Vu le besoin urgent d'augmenter la capacité de production et de la mise en place d'un réseau de distribution, le programme de développement des eaux souterraines soit l'une des priorités les plus urgentes.
- ii) Deux types de réseau de distribution sont recommandés pour les zones modèles à savoir; le système gravitaire et le système de pression. La première priorité sera accordée au système gravitaire et la seconde au système de pression.
- iii) La réalisation du réseau d'alimentation et de distribution pour les trois zones modèles ainsi que la réhabilitation des systèmes actuels seront complétés dans cinq ans.
- iv) La réalisation du développement de dix sites à haut potentiel sera complété en dix ans en parallèle avec le développement des trois zones modèles
- v) Les sites à potentiel moyen ou bas seront développés ultérieurement conformément aux résultats de la réalisation des dix sites à haut potentiel et du progrès de développement des eaux de surface.

### 6.2 Système d'Alimentation en Eau de Surface

Le programme de mise en oeuvre suivant est proposé pour l'établissement de système d'alimentation en eau de surface:

- i) Vu le besoin urgent d'exploiter les eaux de surface et de développer les installations d'eau, la première étape de mise en oeuvre sera tributaire du programme que l'ONEP est





ETUDE  
D'ALIMENTATION EN EAU POTABLE  
DE LA REGION DU PRE-RIF  
AU MAROC

VOLUME I  
**RAPPORT SOMMARIE**

**TABLE DES MATIERES**

	Page
<b>CHAPITRE I INTRODUCTION .....</b>	<b>1</b>
1.1 Base de l'Etude .....	1
1.2 Objectifs de L'Etude.....	1
1.3 L'Aire de l'Etude .....	1
1.4 L'Organisation de L'Etude .....	1
 <b>CHAPITRE II CONDITIONS GENERALES ET DESCRIPTION.....</b>	 <b>3</b>
2.1 Conditions Naturelles .....	3
2.1.1 Topographie .....	3
2.1.2 Météorologie.....	3
2.1.3 Hydrologie.....	4
2.1.4 Géologie.....	5
2.1.5 Hydrogéologie.....	5
2.2 Conditions Socio-économique.....	11
2.2.1 Administration et Population.....	11
2.2.2 Topographie et Utilisation des Sols.....	11
2.2.3 Activités Economiques .....	12
2.2.4 Projection Démographique de l'Aire de l'Etude .....	13
2.3 Ressources en Eau.....	14
2.3.1 Eau Souterraine.....	14
2.3.2 Eau de Surface.....	14
2.4 Analyses des Photos Spatiales et Aériennes.....	17
2.4.1 Analyses de Photos Spatiales.....	17
2.4.2 Analyses des Photos Aériennes .....	17
2.5 Conditions Actuelles de l'AEP.....	18
2.5.1 Aspect Général de l'AEP Rurale au Maroc.....	18
2.5.2 Systèmes d'AEP Existants.....	19
2.5.3 Conditions Actuelles de l'Utilisation de l'Eau .....	22
2.5.4 Projets en Cours et Proposés par l'ONEP .....	24

	Page
2.6 Examen Initial de L'Environnement (EIB).....	26
2.6.1 Conditions Actuelles.....	26
2.6.2 Les Impacts sur l'Environnement et les Mesures d'Intervention.....	28
2.7 Prospection Géophysique .....	31
2.7.1 Generalités.....	31
2.7.2 Résultats de la Prospection Géophysique .....	31
2.8 Recommandation des Zones Modèles.....	33
2.8.1 Conditions pour la Sélection des Zones Modèles .....	33
2.8.2 Seleccion des Zones Modèles.....	33
2.9 Définition de la Stratégie de Développement .....	35
2.9.1 Généralités.....	35
2.9.2 Impact de l'Etablissement de l'AEP Rurale.....	35
2.9.3 Etablissement du Scénario de Développement.....	36

### CHAPITRE III L'ETUDE DE L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE DES ZONES MODELES..... 37

3.1 Conditions Naturelles .....	37
3.1.1 Topographie .....	37
3.1.2 Hydrologie.....	37
3.1.3 Géologie.....	38
3.1.4 Hydrogéologie.....	38
3.2 Conditions Socio-Economiques .....	41
3.2.1 Présentation Démographique et Administrative.....	41
3.2.2 Utilisation du Sol.....	41
3.2.3 Revenus des Ménages.....	42
3.2.4 Infrastructure Sociale et Equipements .....	42
3.2.5 Vie et Activités des Femmes.....	42
3.2.6 Conditions Actuel de Desserte.....	43
3.3 Hydrogéologie et Développement des Eaux Souterraines .....	47
3.3.1 Forages de Reconnaissance.....	47
3.3.2 Inventaire des Points d'Eau et des Forages de Reconnaissance .....	47
3.3.3 Analyse des Structures Hydrogéologiques.....	47
3.3.4 Analyse du Bilan d'Eau .....	48
3.3.5 Simulation de la Nappe Phréatique.....	48
3.4 Projections de la Demande en Eau des Zones Modèles .....	52
3.4.1 Projection et Répartition Démographiques .....	52
3.4.2 Conditions d'AEP Actuelles des Trois Zones Modèles.....	52
3.4.3 Paramètres de la Projection de la Demande en Eau.....	53
3.4.4 Projections des Consommations d'Eau.....	54
3.5 Développement des Systèmes d'Alimentation en Eau Potable .....	55
3.5.1 Etablissement des Stratégies Techniques de Base.....	55
3.5.2 Etablissement des Critères de Conception des Systèmes d'AEP .....	55
3.5.3 Planification Préliminaire des Systèmes d'Eau .....	56
3.5.4 Aménagement des Points d'Eau Existants .....	57
3.5.5 Plan d'Exploitation et d'Entretien.....	58





## Liste des Tableaux

		Page
Tableau 1.1	Etape de l'Etude .....	2
Tableau 2.1	Comparaison des Débits de Base.....	4
Tableau 2.2	Répartition des précipitations et du Ruissellement par Région.....	5
Tableau 2.3	Caractéristiques Hydrogéologiques des Structures a Potentiel d'Eau (1/2 - 2/2).....	9
Tableau 2.4	Utilisation des Sols dans l'Aire de l'Etude.....	12
Tableau 2.5	Répartition de la Force Ouvrière par Secteur Economique .....	13
Tableau 2.6	Barrages de l'Aire d'Etude .....	16
Tableau 2.7	Taux de Desserte Actuels et Futurs .....	19
Tableau 2.8	Ratios Actuels et Futurs de Consommation d'Eau .....	22
Tableau 2.9	Projets en Cours et Proposés par l'ONEP pour la Province de Taounate.....	25
Tableau 2.10	Normes de la Qualité de l'Eau Potable.....	30
Tableau 3.1	Situation Administrative des Zones Modèles.....	41
Tableau 3.2	Les Principales Cultures Pratiquées dans les Zones Modèles (ha) ...	41
Tableau 3.3	Les Dépenses Moyennes par Commune par Classe par Personne par Mois.....	42
Tableau 3.4	(%) impliquée dans l'Approvisionnement en Eau.....	43
Tableau 3.5	Type de Construction (%) et Equipements Sanitaires (%) .....	44
Tableau 3.6	Les Ressources en Eau dans les 3 Zones Modèles.....	44
Tableau 3.7	Répartition des Populations selon les Distances Parcourues .....	45
Tableau 3.8	Temps Investi par la Population pour l'Approvisionnement en Eau ..	45
Tableau 3.9	Perception par les Habitants aux Frais de l'Eau ( DH /3 mois).....	46
Tableau 3.10	Bilan d'Eau des Structures Hydrogéologiques (1).....	49
Tableau 3.11	Bilan d'Eau des Structures Hydrogéologiques (2).....	50
Tableau 3.12	Résultats de l'Etude de Simulation.....	51
Tableau 3.13	Projections de la Demande Unitaire en Eau à l'Horizon 2010.....	54
Tableau 3.14	Coût du Projet d'AEP .....	66
Tableau 3.15	Coût d'Exploitation et d'Entretien.....	67
Tableau 3.16	Taux de Rentabilité Financière Interne (TRFI) .....	71
Tableau 3.17	TRFI pour la zone Modèle de Aïn Defali (système gravitaire et de pression coût global).....	75
Tableau 3.18	TRFI pour la zone Modèle de Aïn Defali (système gravitaire et de pression coût direct construction seulement).....	76
Tableau 3.19	Conditions de Prêt .....	72
Tableau 3.20	Le Remboursement de prêt (système gravitaire et de pression coût direct construction seulement).....	77

		Page
Tableau 3.21	Bénéfices Economiques Annuels (1995).....	72
Tableau 3.22	Taux de Rentabilité Economique Interne (TREI).....	73
Tableau 3.23	Le Cash-flow Economique du Systèm AEP de Aïn Defali.....	78
Tableau 3.24	Bénéfices Potentiels Envisagés .....	83
Tableau 3.25	Programmes de Réalisation des Bénéfices Potentiels.....	84
Tableau 4.1	Demande Unitaire en Eau .....	86
Tableau 4.2	Caractéristiques Hydrogéologiques des Ressources en Eaux Souterraines à Potentiel Passable.....	93
Tableau 4.3	Caractéristiques Hydrogéologiques des Ressources en Eaux Souterraines à Potentiel Faible.....	94
Tableau 4.4	Evaluation Preliminare du Potentiel de Développement de la Nappe Phreatique.....	95

### Liste des Figures

		Page
Figure 2.1	Emplacement des Structures Hydrogéologiques Prometteuses Eau...	8
Figure 2.2	Emplacement des Composantes du Système Actuel d'Alimentation en Eau .....	21
Figure 3.1	Emplacement des Zones Modèles.....	40
Figure 3.2	Plan d'Ensemble du Système d'AEP - Ain Defali.....	60
Figure 3.3	Plan d'Ensemble du Système d'AEP - Teroual.....	61
Figure 3.4	Plan d'Ensemble du Système d'AEP - J. Berda.....	62
Figure 3.5	Organigramme du Secteur de l'Eau .....	69
Figure 3.6	Organigramme de la Gestion de l'Eau .....	70
Figure 3.7	Evaluation du RFD.....	82
Figure 3.8	Mise en Place des Programmes de Developpment .....	85
Figure 4.1	Potentiel Annuel des Ressources en Eau du Sebou l'An 2020 .....	91
Figure 4.2	Emplacement de Structures Supplémentaires a Potentielles en Eaux Souterraines.....	92
Figure 4.3	Répartition des Systèmes d'AEP.....	98
Figure 4.4	Plan de la Mise en Oeuvre du Système d'Alimentation en Eau Potable.....	109

## ABREVIATION

PNUD	Programme des Nations Unies pour le Développement
JICA	Agence Japonaise de Cooperation Internationale
DGH	Direction Générale de l'Hydraulique du Ministère des Travaux Publics
SAV	Termes de Référence
EIE	Examen Initial de l'Environnement
ONEP	Office National de l'Eau Potable
DRPE	Direction de la Recherche et de la Planification de l'Eau
CERED	Centre de Recherches et des Etudes Démographiques
OMS	Organisation Mondiale de la Santé
BM	Banque Mondiale
MSL	Niveau Moyen de la Mer
m/sec	mètre par seconde
m <sup>3</sup> /sec	mètre cube par seconde
m <sup>3</sup> /an	mètre cube par an
m <sup>3</sup> /sec/km <sup>2</sup>	mètre cube par seconde par kilomètre carré
m <sup>3</sup> /j	mètre cube par jour
l/j/p	litre par jour par personne
l/j/b	litre par jour par bétail
m <sup>3</sup>	mètre cube
km <sup>2</sup>	Kilomètre carré
°C	Celsius
Km	Kilomètre
ha	Hectare
MW	Méga Watt
DH	Dirham
SEV	Sondage Electrique Vertical
KHZ	Kilo Hertz
ohm-m	ohm mètre
MDF	Modèle de Différence Finie
US\$	Dollars Américains
TVA	Taxe sur la Valeur Ajoutée
FEC	Fonds pour les Equipements Cjommunaux
BMH	Bureau Municipal de l'Hygiène
BCH	Bureau Communal de l'Hygiène

TRFI	Taux de Rentabilité Financière Interne
FREI	Taux de Rentabilité Economique Interne
RFD	Rôle des Femmes dans le Développement
DRH	Direction de la Région Hydraulique
EIE	Evaluation de l'Impact sur l'Environnement
MODFLOW	Modèle des Eaux Souterraines basé sur la Différence Finie Modulaire Tri Dimensionnelle
RADETA	Règie Autonome de Distribution d'Eau et d'Electricité de Taounate
RADEEF	Règie Autonome de Distribution d'Eau et d'Electricité de Fès
ODA	Assistance Officielle de Développement
KW	Kilowatt



## **CHAPITRE I INTRODUCTION**

### **1.1 Base de l'Etude**

Le Gouvernement du Royaume du Maroc (désigné ci-après par "le Gouvernement du Maroc") a demandé en février 1993 au Gouvernement du Japon de réaliser une étude d'alimentation en eau potable de la région rurale du Pré-Rif au Maroc (dénommée "l'Etude" dans la suite du texte). La région est considérée comme l'une des zones les plus importantes de "l'Etude à l'Echelle Nationale du Schéma Directeur d'Alimentation en Eau Potable Rurale", réalisée par le PNUD de 1990 à 1993, dans laquelle un système d'alimentation en eau potable doit être mis en place dans le but de rehausser le niveau de vie dans la région rurale du Pré-Rif. Jusqu'à présent l'alimentation en eau de la région dépendait des eaux de rivières, des nappes superficielles et des sources. Des pénuries d'eau se faisaient parfois sentir en saison sèche. Le développement de la nappe phréatique est en outre considéré comme une nécessité urgente, tout comme le développement des eaux de surface dans cette région où les installations de distribution sont mal réparties.

### **1.2 Objectifs de L'Etude**

Les objectifs de l'étude sont décrits ci-dessous:

- 1) Définition de la stratégie de développement pour l'alimentation en eau potable des zones rurales
- 2) Définition du plan d'alimentation en eau potable des zones modèles sélectionnées de la stratégie de développement
- 3) Définition du schéma directeur d'alimentation en eau potable jusqu'à l'année 2010.

### **1.3 L'Aire de l'Etude**

L'Aire d'Etude définie couvre environ 10.000 km<sup>2</sup>, s'étend d'est en ouest sur 160 km, et du nord au sud sur 60 km. L'Aire de l'Etude couvre une partie des Provinces de Sidi Kacem et de Taza et la totalité de la Province de Taounate.

### **1.4 L'Organisation de L'Etude**

L'envergure des travaux est basée sur l'entente signée le 14 janvier 1994 à Rabat entre la "Direction Générale de l'Hydraulique du Ministère des Travaux Publics" (dénommée "l'AH" dans la suite du texte) et la "Japan International Cooperation Agency" (dénommée "JICA" dans la suite du texte). La JICA a signée une entente avec Nippon Koei Co. Ltd. le 26 septembre 1994 pour l'étude du Plan Directeur pour l'Alimentation en Eau Potable de la Région du Pré-Rif au Maroc.

L'étude est résultat d'un effort conjoint entre le gouvernement du Maroc et le gouvernement du Japon. Le gouvernement du Japon a confié à la "JICA" le soin de réaliser l'étude (dénommée l'équipe d'étude). L'AH fera fonction d'organe homologue de l'équipe d'étude. L'étude a duré 21,5 mois et a suivi les étapes décrites dans le Tableau 1.1 ci-dessous:

**Tableau 1.1 Etape de l'Etude**

Phase	Description de l'Etude	Période d'Etude
Phase 1	Définition de la Stratégie de Développement	Sept. 1994 - Jan. 1995
Phase 2	Définition du Plan d'Alimentation en Eau Potable des Zones Modèles Sélectionnées	Fév. 1995 - Déc. 1995
Phase 3	Définition du Schéma Directeur d'Alimentation en Eau Potable	Jan. 1996 - Juin. 1996



## CHAPITRE II CONDITIONS GÉNÉRALES ET DESCRIPTION DE Z'AIRE D'ETUDE

### 2.1 Conditions Naturelles

#### 2.1.1 Topographie

La topographie de la région du Pré-rif se caractérise par des terrains montagneux au nord, à l'est et au sud et par une zone plate à l'ouest. A l'exception de la rive droite de l'oued Ouerrha qui se distingue par les crêtes de la chaîne du Rif, l'Aire de l'étude est dominée par des terres ondulées et vallonnées. Les altitudes moyennes des zones de la plaine et des zones montagneuses sont respectivement de l'ordre de 400 m et de 1000 m à 1600 m dans la direction ouest-est. Tandis qu'elles se limitent à 200 m et 600 m du côté de Ouezzane.

#### 2.1.2 Météorologie

##### (1) Précipitation

Les précipitations moyennes annuelles varient entre 500 mm et 700 mm le long de l'oued Sebou dans la région de Had Kourt-Karia-Tissa et de 700 mm à 800 mm, en amont des oueds Inaouène et Leben, dans la région de Tissa-Taza-Taineste et de 700 mm à 1200 mm au nord de l'oued Ouerrha dans la région de Ouezzane-Rhafsai-Taounate-Dhar Souk. La variation saisonnière des précipitations indique que la saison sèche s'étend du mois de Juin jusqu'à septembre avec des pluies insignifiantes durant les mois de juillet et août.

##### (2) Température

Les températures annuelles moyennes enregistrées par les différents stations de la Région varient sensiblement entre 18,4°C et 20,3°C. Tandis que les températures saisonnières diffèrent largement et varient entre 10°C en Janvier à 30°C en juillet et août. Les températures moyennes journalières maximales et minimales enregistrées à la station de Bab Merzouka sont respectivement 36,8°C et 4,2°C, 37,3°C et 6,6°C à la station de M'jaara et 36,8°C et 6,1°C à la station d'Ourtzagh.

##### (3) Evaporation

Les relevés d'évaporation observés par le bac "COROLAD" sont disponibles pour la station de Ourtzagh. La moyenne annuelle s'élève à 1.718 mm. Les valeurs d'évaporation maximales et minimales sont observées respectivement durant les mois de Juillet et de Décembre. Alors que pour les mois d'Avril et de Novembre, les valeurs d'évaporation dépassent celles de précipitation.

##### (4) Humidité Relative

L'humidité relative moyenne annuelle varie entre 50 et 70 pour-cent. En général, les valeurs maximales et minimales de l'humidité moyenne mensuelle sont enregistrées respectivement durant les mois de décembre et juillet

## (5) Radiation Solaire

Les relevés relatifs à la radiation solaire sont ceux enregistrés à la station Oulad Yaacoub. La valeur moyenne annuelle est de 2.642 heures alors que la moyenne mensuelle varie entre 159 heures en janvier et 324 heures en juillet.

## (6) Vitesse du vent

Selon les valeurs enregistrées par les différentes stations, la vitesse annuelle moyenne du vent varie entre 1,1 m/sec et 2,1 m/sec et la moyenne des valeurs maximales est de l'ordre de 3,6 m/sec et 5,5 m/sec. Les valeurs maximales sont enregistrées en saison sèche et les valeurs minimales sont rencontrées en saison humide.

### 2.1.3 Hydrologie

#### (1) Système hydrographique

Le bassin de la rivière Sebou possède environ 39.000 km<sup>2</sup> de superficie et draine avec ses affluents les collines marneuses de la zone pré-rifaine, reçoit les apports des plateaux qui prolongent le Moyen Atlas vers le nord et s'alimente des collines situées à l'est de Taza. Le long de son parcours, l'oued Sebou collecte les apports en provenance de ses affluents et traverse l'Aire de l'Étude de l'est à l'ouest avant de déboucher dans l'Océan Atlantique près de la ville de Kenitra.

L'oued Ouerrha, principal affluent en rive droite du Sebou, possède environ 7.300 km<sup>2</sup> de superficie, prend sa source aux montagnes à l'est de Tahar souk et traverse l'Aire de l'Étude de l'est à l'ouest le long des avant-monts du Rif. L'Ouerrha possède un grand nombre d'affluents en rive droite qui drainent le versant méridional du Rif et rejoint l'oued Sebou à leur confluence près de Khnichet.

#### (2) Conditions de l'Écoulement des Oueds de la Région.

L'analyse des débits indique que les oueds de l'Aire de l'Étude se caractérisent par des écoulements engendrés par les ruissellements de surface avec des débits de base très faibles et de variations saisonnières importantes. Les conditions de l'écoulement observées sur l'oued Sebou sont très différentes de celles rencontrées dans les autres oueds de la région avec un débit de base toujours stable. Les débits de base des principaux oueds calculés comme étant 90 pour cent du rapport des débits d'étiage aux débits moyens. Les valeurs calculées dans le Tableau 2.1 indiquent que l'oued Sebou possède un débit de base plus important que ceux des autres oueds.

Tableau 2.1 Comparaison des Débits de Base

Oued	Poste de Référence	Surface du B.V (km <sup>2</sup> )	Débit Moyen (m <sup>3</sup> /sec)	Débit 90% Probables (m <sup>3</sup> /sec)	Débit de Base (m <sup>3</sup> /sec)
Sebou	Dar El Arsa	7.620	24,43	7,53	30,8 %
Ouerrha	M'jaara	6.190	81,99	1,42	1,7 %
Lebene	Tissa	792	6,01	0,06	1,0 %
Inaouène	Bab Merzouka	1.500	6,84	0,21	3,1 %
Rdat	Had Kourt	673	2,74	0,00	0,0 %

### (3) Taux de Ruissellement

Les taux de ruissellement varient considérablement en fonction des quantités de précipitation.

Selon la répartition des précipitations, l'Aire de l'Etude peut, en général, être divisée en 4 régions hydrologiques. Les valeurs moyennes de précipitation et de ruissellement relatifs à la période normale de 37 ans et les 10 ans de sécheresse sont récapitulées dans le Tableau 2.2. Pour la période de sécheresse, les précipitations ne représentent que 65 pour cent des valeurs normales et les ruissellements sont seulement de 25 pour cent et 21 pour cent pour les régions respectives de l'Ouerrha, en amont du M'jaara, et du Lebene/Inaouène et se réduisent à 10 pour cent pour les régions du Rdat/en aval de l'Ouerrha et du moyenSebou.

Tableau 2.2 Répartition des précipitations et du Ruissellement par Région

Région Hydrologique	Moyen des 37 ans		10 ans Sèchresse		% du Moyen	
	Précip. (mm)	Ruiss. (M m <sup>3</sup> )	Précip. (mm)	Ruiss. (M m <sup>3</sup> )	Précip.	Ruiss.
Ouerrha, amont du M'jaara	930	2.657	583	653	63 %	25 %
Lebene et Inaouène	651	738	432	154	66 %	21 %
Rdat, aval du Ouerrha	611	218	408	21	67 %	10 %
Moyen Sebou	540	152	365	15	68 %	10 %

#### 2.1.4 Géologie

La chaîne du Rif, ossature montagneuse du Maroc Septentrional, forme la branche Sud de l'extrémité ouest de la chaîne alpine. Elle s'unit à la branche septentrionale, représentée par la cordillère betique, par l'intermédiaire de l'arc de Gibraltar. Vers l'est, elle se rattache à la chaîne de Tell en Algérie. L'ensemble forme l'arc betico-Rifo-Telleen. Le Rif forme une montagne moyenne dépassant rarement 2000 m. Le plus haut sommet est le Jbel Tidghine culminant à 2452 m. Le Contraste existant entre le domaine méridional et le domaine septentrional permet de différencier 2 zones géographiques comme suit:

- i) Le Rif au sens strict au nord se caractérise par ses vallées profondes et ses crêtes rocheuses lui conférant un aspect montagneux.
- ii) Le Prérif au sud connu aussi sous le nom de BasPays ou pays de collonies à terrains marneux ne dépassant que rarement les 1400 m d'altitude.

La région du Rif est considérée comme une zone géologique très intéressante, vu que c'est l'une des rares régions où se réunissent les problèmes géologiques les plus complexes. Elle est formée essentiellement de nappes de charriage caractérisées par un désordre apparent des différentes formations. Le Rif est formé de séries paléozoïques très localisées cartographiquement et de séries méo-cénozoïques.

#### 2.1.5 Hydrogéologie

- (1) Analyse des caractéristiques hydrogéologiques

Les caractéristiques hydrogéologiques générales de la région du Pré-Rif ne sont pas prometteuses vu que la majorité des formations lithologiques consistent en des affleurements marneux, schisteux et calcaires dolomitiques qui souvent sont rencontrés sur les crêtes des alloctones et des structures monoclinales et anticlinales. Ces caractéristiques hydrogéologiques sont classées suivant trois catégories selon la consistance lithologique et le potentiel en eau souterraine des formations.

1) Formations à faible potentiel en eau

- i) Les formations du Triassique consistent en de couches alternantes de marne rougeâtre et des intercalations de sels gemmes et d'évaporites.
- ii) Les formations du Jurassique sont composées de schistes, de sédiments détritiques et de marne appartenant au Lias Supérieur (Toarcien) et au Jurassique Supérieur (Lusitanien, kimmeridgien et Tithonien).
- iii) Les formations du Crétacés de l'étage Berriasien du Crétacé inférieur jusqu'au Sénonien du Crétacé supérieur sont formées de séries de schistes et de sédiments détritiques avec du marne et de petites couches ou d'intercalations calcaires marneuses.
- iv) Les formations de l'Eocène (Yprésien) consistent en marne rouge brunâtre
- v) Les formations du miocène Inférieur (Aquitaniens) sont essentiellement composées de marne, de marne limoneuse et de schistes.

2) Formations à potentiel en eau passable

- i) Les formations de l'Oligocène de la région du Mésorif sont lithologiquement composées de calcaire marno-gréseux. Lorsqu'elles sont exposées aux activités tectoniques dues aux karstifications, aux fissures et aux joints bien développés, ces formations sont considérées avoir un bon potentiel en eau
- ii) Les formations du Miocène Supérieur (Tornient Supérieur) consistent en conglomérats et matrices marneuses considérées avoir un bon potentiel en eau au cas où les conglomérats contiennent très peu de dépôts d'intercalations marneuses et lorsqu'ils sont salifiés et karstifiés suite aux mouvements de séparation de terrain.
- iii) Les formations récentes de l'époque Holocène (villafranchien) sont formées de conglomérats avec des matrices marneuses détritiques.

3) Formations à potentiel en eau assez bon

- i) Les formations du Lias moyen qui consistent en calcaire, calcaire dolomitique et dolomite affleurent sur les crêtes des montagnes des rides monoclinales. Elles sont dispersées dans différents endroits d'origine alloctonique. Les formations rocheuses du Lias ont un bon potentiel en eau lorsqu'elles sont autochtones et se présentent sous forme de structures profondes.

## (2) Structures Hydrogéologiques Prometteuses

Sur la base de la consistance lithologique principale des formations structurales affleurantes et selon la stratigraphie géologique émaillée, il s'est avéré que l'Aire de l'Etude de la région du Pre-Rif possède en général, un potentiel en eau souterraine assez bon (faible à passable) avec l'absence d'aquifères superficiels favorables.

Sur la base des images spatiales et des analyses des photos aériennes et suivant les visites de reconnaissance de l'Aire de l'Etude, treize structures hydrogéologiques prometteuses ont été identifiées.

Les sites de structures précitées sont rapportés sur la Figure 2.1. Les caractéristiques hydrogéologiques ainsi que les réserves d'eau de chaque structure sont récapitulées dans le Tableau 2.3.

### 1) Structures Montagneuses à potentiel en eau

- i) Flexure de Tainaste
- ii) Le Monoclinal de Jbel Khamisse
- iii) Le Monoclinal de Jbel Keil (J. Lakhdar)
- iv) Le Monoclinal de Jbel Berda
- v) Le Synclinal de Thar Souk

### 2) Structures vallonnées à potentiel en eau

- i) Le Synclinal de Teroual
- ii) Le Synclinal de Ourtzagh
- iii) Le Synclinal de Ain Saddine
- iv) Le Synclinal de Taounate
- v) Le Synclinal de Tissa

### 3) Structures de la Plaine à Potentiel en eau

- i) Le Synclinal de Jorf El Melha
- ii) Le Synclinal d'Aïn Defali
- iii) Bassin de Had Kourt

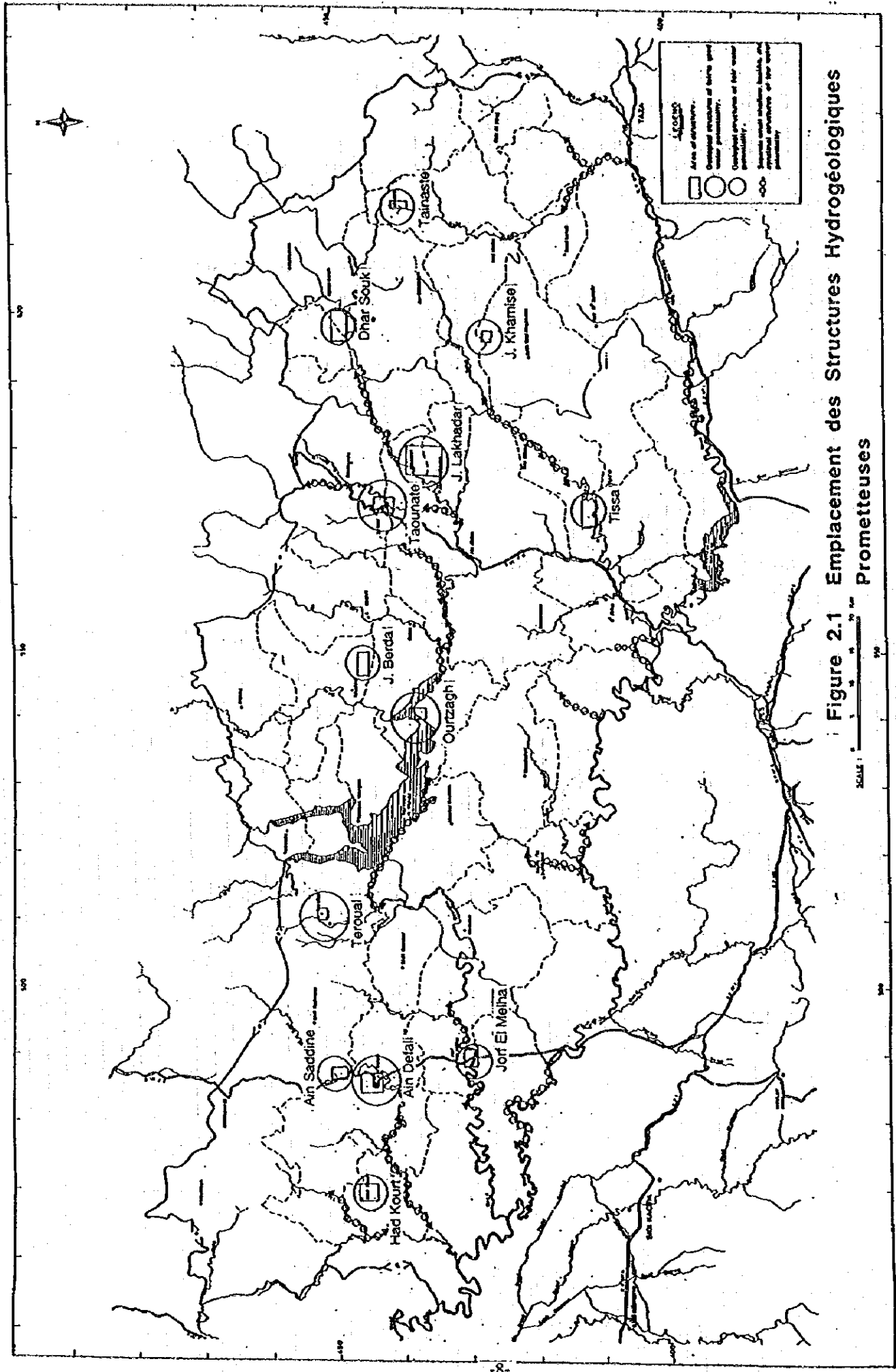


Tableau 2.3 Caractéristiques Hydrogéologiques des Structures à Potentiel en Eau (1/2)

No.	Geological Structures		Structure Coordinates			Water Bearing Formations			Water Potential (estimated) Ground Water Exploration			Water Quality	
	Location	Type	X	Y	Z (m)	Epoch or Stage	Lithology	Spring	No. of Wells Proposed	Depth (m)	Estimated Productivity (l/s)		
1	J. Tainasie	Flexure	Mountainous Water potential Structures			1100 to 1300	Quaternary Jurassic Bajocian-upper Lias Middle Lias	Recent Alluvium Limestone & Marly Limestone Limestone & Dolomite	5- Springs Flow Rate Ranges between 15-85 m <sup>3</sup> /d	1	125	Ranges between 2-5 5-7 2-5	Chemically Acceptable
			616000 to 617000	440000 to 442500									
2	J. Khamise	Monocline	599000 to 600500	427500 to 428700	700-800	Jurassic Bajocian-upper Lias	Limestone & Marly Limestone Limestone and Dolomite	5- Springs Flow Rate Ranges between 15 - 50 m <sup>3</sup> /d	1	150	Ranges between 5-10 3-7	Ditto	
3	J. Lakhdar (Keil Mountain)	Monocline	Mountainous Water potential Structures			600-700	Jurassic Bajocian-upper Lias Middle Lias	Limestone & Marly Limestone Limestone & Dolomite	8- Springs Flow Rate Ranges between 15-60m <sup>3</sup> /d One Spring w/ Large Flowrate-Bou Adel 220 l/s	1	150	Ranges between 3-10 10-20 2-3	Ditto
			577200 to 581500	435500 to 440750									
4	J. Berda	Monocline	Mountainous Water potential Structures			750-850	Jurassic Bajocian-upper Lias Middle Lias	Limestone & Marly Limestone Limestone & Dolomite	3- Springs Flow Rate Ranges between 20-700 m <sup>3</sup> /d	1	100	Ranges between 1-3 2-5 3-5 5-10	Ditto
			547000 to 550500	447000 to 448500									
5	Dhar Souk	Syncline	Mountainous Water potential Structures			480-550	Quaternary Miocene (Sabelian)	Recent alluvium Conglomerates	—	2	150(each)	Ranges between 3-7 1-3	Ditto
			597500 to 602500	449500 to 452000									
6	Hilly Teroual	Syncline	Hilly Water Potential Structures			400-430	Upper Miocene Oligocene	Conglomerates + Marly Marly Sandy Limestone	2- Springs Flow Rate Ranges between 20-70 m <sup>3</sup> /d	3	30 (each)	Ranges between 1-2 5-10 8-15	Ditto
			511000 to 512500	451500 to 453000									
7	Ouzouah	Syncline	Mountainous Water potential Structures			150-190	Quaternary Miocene (Tortonian)	Recent Alluvium Karsts & Fissured Conglomerates	5- Springs Flow Rate Ranges Between 1 - 7 m <sup>3</sup> /d	2	300 (each)	Ranges between 5-12	Ditto
			540000 to 542000	436200 to 438500									

Tableau 2.3 Caractéristiques Hydrogéologiques des Structures à Potentiel en Eau (2/2)

No.	Geological Structures		Structure Coordinates			Water Bearing Formations		Water Potentiality (Estimated)			Water Quality	
	Location	Type	X	Y	Z	Epoch or Stage	Lithology	Structure's Springs	No. of Wells Proposed	Depth (m)		Estimated Productivity (l/s)
8	Ain Sadding (Rdar Valley)	Syncline	486500 to 489000	449000 to 453000	110-200	Quaternary Pliocene Miocene	Recent Alluvium Conglomerates + Marl Conglomerates + Marl	1 - Spring Flow Rate 90m <sup>3</sup> /d	3 1 1	30(each) 100 150	Ranges between 1-2 2-5 3-7	Chemically Acceptable
9	Taounate Sra Valley	Syncline	571000 to 573000	440000 to 443000	300-330	Quaternary Miocene-Tortonian	Recent Alluvium Karstic & fissured conglomerates	—	3 1	30(each) 250	Ranges between 5-15 15-20	Ditto
10	Tissa Lebene Valley	Syncline	569000 to 547000	410000 to 412000	190-200	Quaternary Oligocene	Conglomerates Marly Sandy Limestone	—	3 1 1	30(each) 75 100	Ranges between 3-5 4-7 5-10	Ditto
Flat Plain water Potential Structure												
11	Jorf El Malha	Syncline	488500 to 491000	429500 to 431500	40-70	Quaternary Miocene-Tortonian	Recent Alluvium Conglomerates	—	3 1	30(each) 125	Ranges between 5-10 7-12	Ditto
12	Ain Defail	Syncline	484500 to 487500	443200 to 446500	90-130	Quaternary Miocene	Recent Alluvium Conglomerates	—	3 1	30(each) 125	Ranges between 3-5 5-10	Ditto
13	Had Kourt	Depression	468700 to 471300	444000 to 447500	130-150	Quaternary Miocene	Recent Alluvium Conglomerates	—	3 1	30(each) 125	Ranges between 1-3 3-5	Ditto

Notes : - The numbers and depths of the wells suggested for each structure are based on the geological hydrogeological field reconnaissance, and are subject to modification in accordance with the geophysical prospection and logging.

- The estimated productivity of each well is estimated based on the lithological composition of the formations to be penetrated.



## 2.2 Conditions Socio-économiques

### 2.2.1 Administration et Population

Le Maroc est divisé en huit régions économiques. La structure administrative du Maroc est une hiérarchie composée de provinces, cercles, et communes. La commune est la plus petite des unités administratives où cohabitent des entités ethniques (Tribus, Fractions, et Douar). Au Maroc il y a 65 provinces, 159 cercles et 1.545 communes. L'Aire de l'Etude inclut la province de Taounate, de Taza et de Sidi Kacem. Les deux premières provinces relèvent de la région économique Centre Nord, la troisième de la région économique Nord-Ouest. Seule la province de Taounate est dans sa totalité concernée par l'étude.

D'après le recensement national de 1994, la population totale pour l'Aire d'Etude était environ 1,1 million, ce qui représente 4,2 pour cent de la population totale du pays (26,1 million). La population urbaine était environ 0,1 million tandis que la population rurale était 1,0 million. La proportion de la population urbaine au total est de 11 pour cent pour l'Aire d'Etude, ce qui est beaucoup plus bas que la proportion nationale de 50 pour cent. La densité était environ 110 personnes par km<sup>2</sup> pour l'Aire d'Etude et 40 par km<sup>2</sup> en moyenne pour le reste du pays.

### 2.2.2 Topographie et Utilisation des Sols

Les reliefs des chaînes du Rif et de l'Atlas qui constituent les limites nord et est de l'Aire de l'Etude sont élevés. A l'inverse, le relief au sud et à l'ouest s'abaisse progressivement jusqu'aux collines pré-rifaines comprises entre Ouerrha et le Sebou.

Les altitudes moyennes des zones de la plaine et des zones montagneuses à l'est sont respectivement de l'ordre de 400 m et de 1000 à 1600 m. Tandis qu'elles sont de 200 m et de 600 m respectivement du côté de Ouazzane.

La répartition de l'utilisation des sols par province s'explique par les différentes topographies telles qu'indiquées dans le Tableau 2.4. Les terres agricoles sont largement situées dans la province de Sidi Kacem qui est surtout plate avec quelques collines douces. Les zones incultes et forestières sont situées dans les régions montagneuses de Taza. Les cultures pratiquées sont composées de céréales, essentiellement les blés dur et tendre, orge, de légumineuses comme les fèves, les pois chiche, un peu de maraîchage, d'arboriculture et de quelques cultures industrielles comme le tournesol ou le tabac. La production à l'hectare est très variable suivant les années avec moins de précipitation. Les agriculteurs élèvent aussi le gros bétail pour augmenter leurs recettes commerciales.

**Tableau 2.4 Utilisation des Sols dans l'Aire de l'Etude**

Unité : ha

Province	Terres Agricoles		Forêt	Parcours	Inculte	Total
	Bour	Irriguées				
Sidi Kacem	181.359 (86,7)	695 (0,	6.737 (3,2)	9.465 (4,5)	10.945 (5,2)	209.201 (100,0)
Taounate	389.000 (69,3)	4.000 (0,7)	51.700 (9,2)	65.600 (11,7)	51.300 (9,1)	561.600 (100,0)
Taza	310.700 (18,7)	18.300 (1,1)	467.970 (28,1)	329.000 (19,8)	537.130 (32,3)	1.663.100 (100,0)
Total:	881.059 (36,2)	22.995 (1,0)	526.407 (21,6)	404.065 (16,6)	599.375 (24,6)	2.433.901 (100,0)

Source: Monographies Régionales des Directions Provinciales d'Agriculture de Taounate, Taza et Sidi Kacem.

### 2.2.3 Activités Economiques

Les statistiques sur les activités économiques de la population sont disponibles seulement par région et seulement pour les années 1986-87. Les données générales ne sont pas actualisées mais servent à indiquer la tendance de la force ouvrière par secteur économique. La répartition de la population par secteur économique est présenté dans le tableau 2.5. La force ouvrière concerne largement les activités agricoles, environ 83 pour cent dans la région nord-ouest et 87% dans la région centre-nord.

**Tableau 2.5 Répartition de la Force Ouvrière par Secteur Economique**

Type d'Occupation	Nord-Ouest	Centre-Nord
1) Professional, Government, Technical	1,5	1,2
2) Commercial services	2,0	2,5
3) Public services	1,0	0,5
4) Agricultural farmers	18,9	22,4
5) Agricultural labors	64,2	64,3
6) Forestation, Fisheries	1,3	0,6
7) Non-agricultural labors	11,0	8,4
8) Others	0,1	0,1
Total:	100,0	100,0

Source: Population Active Rurale 1988/87, Bureau des Statistiques

La Direction Provinciale de l'Agriculture indique que le revenu brut moyen par ménage agricole et par hectare dans le Sidi Kacem en 1990-91 était environ DH 19.940 et DH 3.680. La même source rapporte que le revenu net moyen par ménage agricole et par hectare était environ DH 18.390 et DH 3.340. On suppose que le revenu net est équivalent aux dépenses ménagères annuelles. D'après les données publiées par le Bureau de Statistiques, les dépenses moyennes annuelles par ménage étaient d'environ DH 16.000 dans la région nord-ouest et DH 18.670 dans la région centre-nord. La marge de différence entre le revenu net et les dépenses indique qu'il n'y eu presque pas de croissance économique depuis 1984-85.

#### 2.2.4 Projection Démographique de l'Aire de l'Etude

Les données Démographiques disponibles sur la population par commune rurale de l'Aire de l'Etude sont celles du recensement de la population du Maroc de septembre 1994. Elles se rapportent bien évidemment à l'ancien découpage administratif. Le nombre de communes rurales a passé de 49 en 1986 à 85 pendant les huit dernières années. De ces communes, 77 sont rurales et 8 sont urbaines.

En juin 1995, le CERED a proposé, d'après les résultats du recensement de 1994, un taux moyen d'accroissement urbain de 3,6 pour cent et rurale de 0,7 pour cent. Le rapport du CERED explique que le taux d'accroissement pour les centres urbains a eu une tendance considérablement élevée en comparaison avec celui des zones rurales.

Les projections démographiques jusqu'à l'an 2010, par intervalle quinquennale, pour la population de chaque commune dans l'Aire d'Etude sont calculées en fonction de ces tendances et taux de croissance précités.

## 2.3 Ressources en Eau

### 2.3.1 Eau Souterraine

Actuellement, les sources productives rencontrées dans les formations des conglomérats du Miocène, se caractérisent par de faibles débits variant entre 0,5 et 2 l/sec. Autres sources situées sur les flancs des structures monoclinales allochtones du Jurassique débitent entre 0,5 et 5 l/sec. Tandis que les sources de Bou Adel, Tazghadra et Aïn Khamisse situées le long d'une faille produisent respectivement 220 l/sec, 10 l/sec et 6 l/sec.

Le nombre de puits réalisé dans l'Aire de l'Etude a augmenté progressivement avec l'accroissement de la demande en eau. Plusieurs puits existants sont exploités pour les besoins en eau potable. La profondeur moyenne de ces ouvrages varie entre 5 et 25 m selon les caractéristiques de dépôts des alluvions du Quaternaire.

Selon les registres actuels, l'AH a réalisé dans l'Aire de l'Etude 410 puits. Le nombre des puits privés est égal à 85 les puits enregistrés par l'AH s'élèvent à 118 puits dont les profondeurs varient entre 10 et 100m. 77 pour cent de ces puits sont secs à cause de leurs emplacements incorrects.

Ainsi, la productivité journalière actuelle d'eau souterraine dans l'Aire de l'Etude est estimée à 30.000 m<sup>3</sup>.

### 2.3.2 Eau de Surface

#### (1) Condition Actuelle

L'oued Sebou est considéré avoir le plus grand potentiel en eau de surface au Maroc. Le débit de base observé durant la saison sèche est toujours stable. Ceci explique le développement de l'irrigation dans la plaine du Gharb et plus récemment l'utilisation de l'oued comme source d'eau potable et industriel. Toutefois, en saison sèche, les écoulements dans les autres oueds de l'Aire de l'Etude deviennent plus faibles. Ces oueds ne sont donc pas des ressources pérennes même si la précipitation y est la plus abondante au pays.

#### (2) Programmes de Développement des Eaux de Surface Actuels et Proposés

Dans ces conditions, le Gouvernement du Maroc procède au développement des ressources en eau de l'oued Sebou sur la base des deux principes suivants:

- i) La réalisation de grands barrages pour l'intégration du développement des ressources en eau au niveau national
- ii) La réalisation de barrages de moyenne et petites taille pour le développement socio-économique des zones rurales et la conservation de bassin versant.

Le plan de développement des ressources en eau, établi pour l'Aire de l'Etude comprend les composantes décrites dans les paragraphes suivants:

- 1) Le Plan Directeur Intégré du Développement des Ressources en Eau des Bassins de l'Oued Sebou, Bou-Regreg et Oum Rbia.

Etabli en 1992, le Plan Directeur Intégré concerne l'approvisionnement en eau jusqu'à l'horizon 2020 des bassins des quatre oueds et de la côte atlantique couvrant les villes de Kenitra, Rabat Casablanca et El-Jadida. Le Plan recommande, d'une part, le développement des eaux de surface du bassin de la Sebou par la réalisation de 18 barrages.

Le Sebou est considéré comme/ea ressource en eau la plus importante au Maroc. L'écoulement moyen de la totalité du bassin du Sebou est estimé à 5.600 m<sup>3</sup>/an.

Le plan identifie aussi le grand potentiel en eau souterraine estimé à 707 million m<sup>3</sup> par année et situé dans la plaine du Gharb à l'aval de l'oued Sebou entre Fès et Mekènes.

Après la mise en oeuvre du programme recommandé par le Plan Directeur, le potentiel annuel des ressources en eau du bassin du Sebou pourrait atteindre 4.890 millions de m<sup>3</sup> par l'an 2020. De la totalité des ressources, 4.061 million de m<sup>3</sup> par an seront utilisés pour satisfaire la demande en eau dans le basin Sebou, 60 million de m<sup>3</sup> par an seront conservés pour assurer un débit environnemental en aval et 768 million de m<sup>3</sup> par an seront transportés vers la côte atlantique surtout pour la desserte futur d'eau potable pour Casablanca.

## 2) Le Développement Agricole dans le Bassin de l'Ouerha

La réalisation de barrage de moyenne et de petita taille constitue un des principaux objectifs natinaux sur le plan de développement des ressources en eau et l'amélioration du niveau socio-économique du milieu rural. Ces projets ont pour but:

- 1) Alimentation en eau potable pour consommation domestique et l'abreuvement du cheptel
- 2) Irrigation des terres agricoles
- 3) Conservation du bassin versant

En plus de ces barrages, le Plan Directeur propose la réalisation de 215 barrage soit, 8 barrages moyens, 36 petits barrages et 171 lacs collinaires. En 1995, un seul barrage moyen, deux petits barrages et quatorze lacs collinaires ont été réalisés.

Par l'année 1995, il y a eu la realisation de un barrage moyen, deux petits barrages, et quatorze lacs collinaires tel que décrits dans le Tableau 2.3.1.

La liste des barrages présentés dans le Tableau 2.6 récapitule les ouvrages réalisés ou en couvs de construction dans l'Aire de l'Etude.

**Table 2.6 Barrages de l'Aire d'Etude**

Nom	Oued	Capacité de Retenu (million m <sup>3</sup> )	Remarques
Idriss No. 1	Inaouen	1,186	Existant
Allal Fassi	Sebou	34	Existant
El Kansera	Beht	266	Existant
Sahela	Sahela	62	Existant
Al Wahda	Ouergha	3,800	En Cours de Réalisation
Sidi Eduahed	Mikkes	170	En Cours de Réalisation
Boubouda	Sra	50	En Cours de Réalisation

Source: DGH

## 2.4 Analyses des Photos Spatiales et Aériennes

### 2.4.1 Analyses de Photos Spatiales

L'analyse de la morphologie du terrain comprenant les vallées, les falaises et les cairns a permis de déterminer les linéaments et les fractures. A cause de l'interprétation des photos spatiales à échelle réduite, il s'est avéré difficile d'en extraire les fractures minuscules mais plutôt les linéaments.

La partie est de l'Aire de l'Etude se caractérise par de longs linéaments qui s'étendent du NE au SO, des alignements structuraux assez longs qui se prolongent de l'est à l'ouest et de linéaments relativement courts traversant la zone du SO au NE et du NE au SO. Ces derniers coïncident avec la direction du plan de chevauchement qui détermine la structure géologique de l'Aire de l'Etude. Les caractéristiques topographiques sont reflétées sur ces linéaments du fait que les limites géologiques principales de la zone s'étendent vers la même direction NE-SO. Les alignements structuraux qui se prolongent de l'est à l'ouest sont relativement moins longs et constituent la ligne de démarcation géologique de l'Aire de l'Etude.

Dans la partie ouest, de l'Aire de l'Etude la géologie se caractérise par de courts linéaments, peu abondants dont les directions prédominantes sont respectivement du NO au SE et de l'est à l'ouest à l'inverse de la partie est qui est dominée par la direction des plans de chevauchement. De plus, les caractéristiques topographiques sont reflétées sur ces linéaments, vu que les limites géologiques principales s'étendent vers la même direction.

### 2.4.2 Analyses des Photos Aériennes

La classification des plaines, des collines et des zones montagneuses est définie. Les plaines appartiennent aux dépôts Quaternaires. Les bassins et les dépressions représentent le comportement des structures synclinales. Les zones vallonnées calcaires appartiennent à la phase crétacée. Les rides et les collines douces représentent des dépôts schisteux et marneux du Miocène.

Le nord est de la région du Prérif est reconnu par des formations rocheuses massives. La zone située entre Taounate, Taza et Tahar Souk est caractérisé par des vallées et des montagnes rocheuses, dolomitiques et calcaires du Jurassique qui se présentent sous forme de rides rocheuses ou de structures anticlinales ou monoclinales.

## 2.5 Conditions Actuelles de l'AEP

### 2.5.1 Aspect Général de l'AEP Rurale au Maroc

La population actuelle du milieu rural qui s'élève à plus de 12 millions d'habitants soit plus de 52 pour cent de la population totale, est très active dans le secteur agricole et joue un rôle essentiel dans le développement économique au niveau national.

La Direction Générale de l'Hydraulique a réalisé le Plan Directeur de Développement de l'AEP rurale pour l'horizon 2010 et a mis au point une seconde édition en Mars 1994 suite à la première édition de 1992. Approuvé par le Haut Conseil de l'Eau, le Plan constitue le Schéma Directeur National pour le développement de l'AEP rurale au Maroc pour les vingt années à venir.

Il ressort du Plan Directeur que seulement 14 pour cent de la population rurale est suffisamment desservie par des systèmes d'AEP. Tandis que le reste de la population s'approvisionne à partir des puits privés non-aménagés, des citernes pluviales, des prélèvements d'eau de surface et du transport.

L'élaboration du Plan Directeur a été fondée sur des critères en tenant compte de :

- i) L'accessibilité aux points d'eau correctement aménagés et équipés
- ii) L'équipement des points d'eau par des moyens d'exhaure et des types de desserte
- iii) L'augmentation du taux de desserte.

Le Plan Directeur se fixe pour objectif de faire passer le taux de desserte en eau potable de la population rurale de 14% actuellement à 80% en l'an 2010 tout en s'appuyant sur les priorités ci-après :

- |                       |  |
|-----------------------|--|
| 1) Première priorité  | : Le développement des eaux de sources   |
| 2) Deuxième priorité  | : Le développement des eaux souterraines |
| 3) Troisième priorité | : Le développement des eaux de surface   |
| 4) Quatrième priorité | : Le transport d'eau.                    |

Le Tableau 2.7 présente le classement l'évolution du taux de desserte pour chaque mode de desserte.



**Tableau 2.7 Taux de Desserte Actuels et Futurs**

Mode de Desserte	Taux de Desserte en Eau			
	Actuel (1990) (%)		Futur (2010) (%)	
Branchements Particuliers	2	14	10	80
Bornes Fontaines	6		40	
Points d'eau Aménagés	6		30	
Points d'eau collectifs réhabilités	16	86	-	20
Points d'eau Privés	23		-	
Citernes Pluviales	10		-	
Eau de Surface	21		-	
Transport	16		-	
<b>Total</b>	<b>100</b>	<b>100</b>		<b>100</b>
Population Rurale	13,4 Mil		14,3 Mil	

Source: Plan Directeur National

Notes: Mode traditionnel de desserte sont les citernes où les cheneaux pour detenir l'eau pluviale où l'eau de ruissellement.

### 2.5.2 Systèmes d'AEP Existants

#### (1) Système d'Alimentation en Eau de Surface

Les systèmes d'alimentation en eau de surface existants dans l'Aire de l'Étude concernent les communes de Ain Gdah, M'kansa et Karia Ba Mohamed situées en rive droite de l'oued Sebou comme indiqué sur la Figure 2.2.

##### 1) Système d'AEP de Aïn Gdah

La prise d'eau du système est située en rive droite de l'oued Inaouène à 43 km environ à l'est de la ville de Fès. Trois pompes submersibles refoulent les eaux brutes à la station de traitement qui se trouve à quelques dizaines de mètres de la prise d'eau. La station est conçue pour traiter un débit journalier de 5500 m<sup>3</sup>. Cependant, le volume de production journalière actuelle est dans l'ordre de 800 m<sup>3</sup> en saison humide et 2000 m<sup>3</sup> en saison sèche.

##### 2) Système d'AEP de M'Ekansa

La station de traitement est conçue pour un débit journalier de 4800 m<sup>3</sup>; alors que le besoin actuel est d'environ 2200 m<sup>3</sup> par jour en saison humide. Vu la faible demande en eau, la station est opérationnelle pour 6 heures par jour seulement. Les eaux traitées sont refoulées à deux réservoirs principaux qui alimentent, à partir d'un réseau ramifié, 90 douars dans la commune de M'ekansa.

### 3) Système d'AEP de Karia Ba Mohamed.

Le système de Karia Ba Mohamed a été réalisé par l'ONEP en 1985 pour l'approvisionnement en eau du centre Karia et des 9 douars situés le long de la conduite d'adduction. Auparavant, le centre karia s'approvisionnait en eau à partir de deux sources d'eau situées sur site. Toutefois, une des sources a dû être abandonnée à cause de son taux de salinité élevé; alors que la seconde source est toujours en exploitation.

La prise d'eau du système Karia a une capacité d'accueil de 50 l/sec et se trouve en rive droite de l'oued Sebou dans la commune de Beni Snouss. La station de traitement est conçue pour une capacité de base journalière de 2600 m<sup>3</sup> à l'an 2000. Actuellement les besoins journaliers sont de l'ordre de 1300m<sup>3</sup>.

### (2) Systèmes d'Alimentation en Eau Souterraine

Les principaux systèmes d'alimentation en eau souterraine existants dans l'Aire de l'Etude concernent les centres ruraux de Tissa, Taounate, Ain Aicha, Rhafsaï, Outzagh et karia Ba Mohamed qui sont gérés par l'ONEP. En outre, les systèmes de Ouezzane, Had Kourt et Jorf El Melha constituent les principaux systèmes de la province de Sidi Kacem. Les plans de situation de ces systèmes sont présentés sur la Figure 2.2.

Les systèmes aménagés par les communes peuvent être divisés en deux groupes. Le premier, est le cas où les systèmes ont été réalisés par les communes. Le second est le cas où les puits et forages ont été réalisés par la DGH et ensuite cédés aux communes pour renforcer leur capacité de se soutenir.

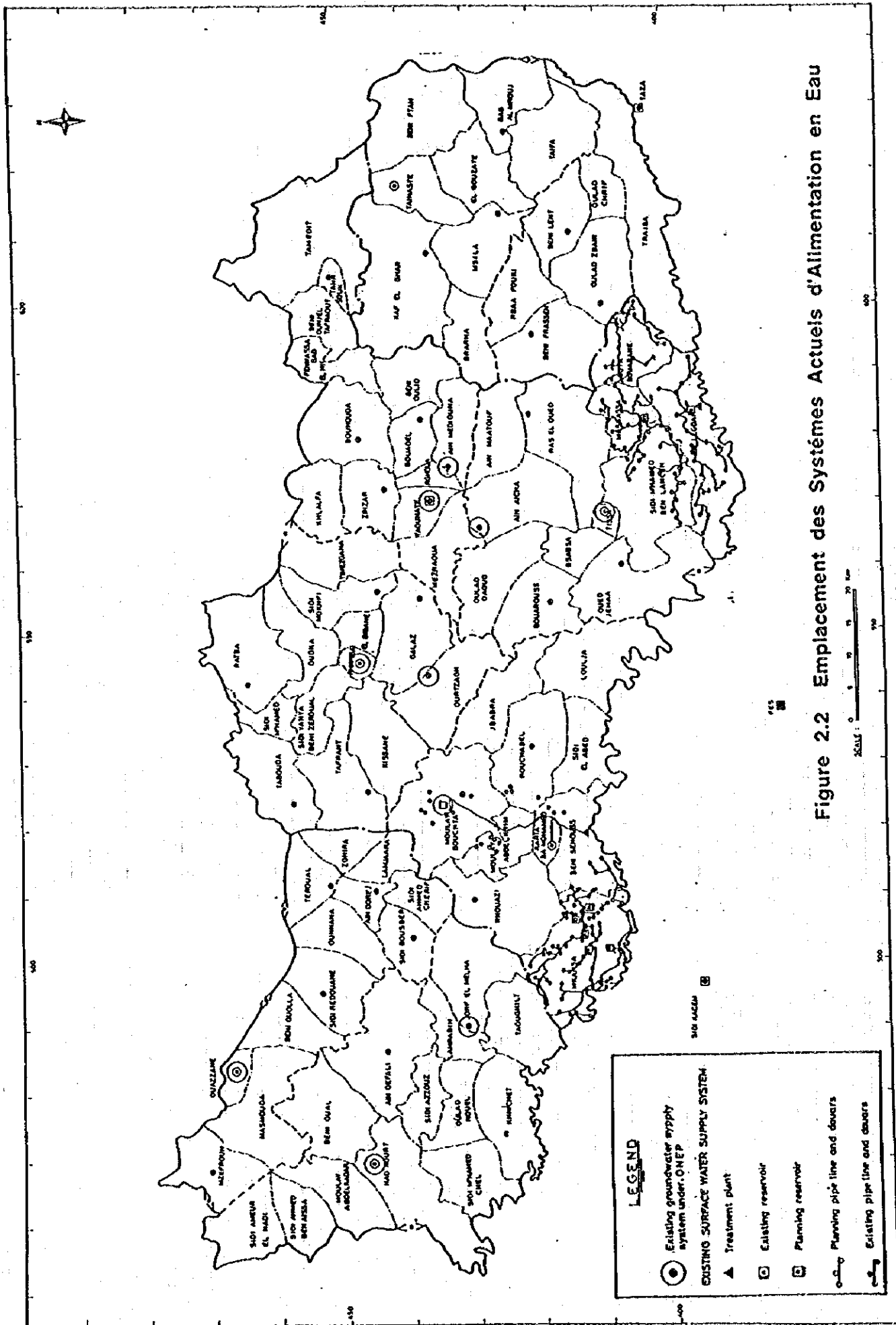


Figure 2.2 Emplacement des Systèmes Actuels d'Alimentation en Eau

### 2.5.3 Conditions Actuelles de l'Utilisation de l'Eau

#### (1) Estimation de la Consommation en Eau par les Etudes Antérieures

Les études du Plan Directeur National de développement de l'approvisionnement en Eau Potable des populations rurale, ont servi de base pour déterminer les ratios actuels de consommation d'eau en milieu rural et à établir leurs projections futures, par mode de desserte, jusqu'à l'an 2010 comme indiqué dans le Tableau 2.8.

**Tableau 2.8 Ratios Actuels et Futurs de Consommation d'Eau**

(Unité : l/hab./j)

Mode de Desserte	1990	2010
Points d'eau Equipés	15	15
Bornes Fontaines	20	30
Branchements Particuliers	40	40

Source: Plan Directeur National, 1992.

Les projections des taux de desserte du Plan Directeur National présentées dans le Tableau 2.7 concernent les quatre modes de desserte suivants:

- 1) Bornes fontaines : 40 %
- 2) Branchements particuliers : 10 %
- 3) Points d'eau collectifs aménagés : 30 %
- 4) Points d'eau privés et eau de surface : 20 %

Le Plan prévoit une demande annuelle en eau potable de 188 millions de m<sup>3</sup> pour le milieu rural et des ratios moyens de consommation domestique de 36 litres et de 20 litres par unité de bétail. Le Plan se réfère à la projection de la consommation en eau préparée par la DRPE. Les quatités d'eau individuelles mobilisées pour les trois provinces de Sidi Kacem, Taounate et Taza sont respectivement de 28 l/hab./j, 27 l/hab./j et 27 l/hab./j.

#### (2) Utilisation Actuelle de l'Eau dans l'Aire de l'Etude

##### 1) Province de Taounate

Le nombre de branchements particuliers observé n'est pas toujours proportionnel à la population desservie. En particulier, pour les larges systèmes de Aïn Legdah et de M'kansa qui desservent de populations de 32.407 et 21.331, le taux de desserte par BP sont respectivement de 9,3 pour cent et 9,8 pour cent. Les bornes fontaines constituent le mode de desserte dominant dans ces systèmes.

Les débits d'exploitation des quatre systèmes précités s'élèvent à 215 l/sec ou environ 87 pour cent du total.

La consommation unitaire la plus élevée de 63,4 l/hab./j est observée au centre de Karia et suivie par Taounate et Tissa dont les consommations respectives sont de 59,8 l/hab./j et 43,7 l/hab./j. Cela est dû à la prépondérance des branchements particuliers dans les centres susmentionnés.

## 2) Province de Sidi Kacem

La ville de Ouazzane est actuellement desservie à partir de quatre forages de Bou Agba situés dans la plaine du gharb à 34 km de la ville. Le débit total d'exploitation des forages s'élève à 120 l/sec. L'adduction est équipée par un nombre de réservoirs et de stations de reprise lui permettant de franchir topographie du terrain et le dénivellement de 275 m entre la source et la ville de Ouazzane.

Selon l'ONEP, les débits moyens et de pointe sont respectivement de l'ordre de 60 l/sec et 80 l/sec pour desservir une population de 52.200 personnes. La même adduction sert à alimenter la commune de Masmouda avec un débit de 0,5 l/sec ou approximativement 43 m<sup>3</sup>/j.

Le système d'AEP du centre rural de Jorf El Melha consiste en un nombre de puits équipés par des pompes, un réseau de distribution et des branchements particuliers. En Juin 1995, le débit d'eau produite était environ 4,6 l/sec, tandis que la demande était estimée à 10 l/sec. Ainsi, le déficit observé s'élevait à 55 pour cent.

Le réseau du centre rural de Had Kourt est alimenté à partir d'un puits et une source équipés par des pompes dont les débits d'exploitation respectifs sont de 2,4 l/sec et 2,5 l/sec; alors que la demande en eau estimée par l'ONEP est d'environ 7 l/sec. Vu le potentiel limité des ressources existantes, le déficit en eau actuel est autour de 65 pour cent.

## 3) Province de Taza

Au niveau provincial, l'ONEP de Taza reçoit toujours des requêtes des différentes communes pour la prise en charge de la gestion de leur systèmes d'alimentation en eau. Les communes de Taïnest, Oulad Zbair et Beni Lent qui se trouvent à l'intérieur de l'Aire de l'Etude sont parmi les demandeurs.

### (3) Contraintes Actuelles sur les Ressources et la Demande en eau

#### 1) Contraintes quantitatives

Les quantités d'eau produite à partir des eaux de surface pour les systèmes de Ain Legdah, Karia Ba Mohamed et M'kansa dont les pourcentages respectifs sont de 17 pour cent, 25 pour cent et 7 pour cent avec un total de 50 pour cent. Cela indique l'étendue de l'exploitation des eaux de surface dans Province de Taounate.

Les potentiels des eaux de surface aux niveaux des prises d'eau des stations de traitement de Karia Ba Mohamed et de M'kansa sur l'oued Sebou sont suffisamment larges. Cependant, le débit au niveau de la station de Ain Legdah a posé une contrainte majeure durant la dernière période de sécheresse où la station a dû s'arrêter pour une durée de six jours à cause du déficit dans l'oued Inaouène.

Quant aux installations alimentées à partir des eaux souterraines qui sont gérées par l'ONEP, celles-ci ne seront pas beaucoup influencées par la sécheresse vu que les ressources en eau, puits et forages, se situent dans des formations géologiques favorables.

Dans le cas de la Province de Sidi Kacem, la majorité des zones de la plaine souffre d'un manque d'eau à cause du faible potentiel des formations géologiques.

## 2) Contraintes Qualitatives

La contamination de l'oued Sebou provient des rejets des eaux résiduaires urbaines et industrielles brutes de la ville de Fès et de ces banlieux. La RADEEF est en cours de mettre en oeuvre un projet de deux stations de traitement des eaux usées pour le contrôle de émargines produites par les huileris et de l'établissement d'un système anti-pollution du Sebou. Cependant, les rejets des eaux usées continueront à polluer le Sebou jusqu'à la mise en place desdites stations.

Le problème de la salinité des eaux souterraines n'est pas facile à résoudre puisqu'il réside dans la composition physique des formations géologiques.

## 3) Contraintes des Opérations d'Exploitation et d'Entretien de l'ONEP

Les systèmes d'AEP gérés par l'ONEP ne sont pas caractérisés par des contraintes d'exploitation et d'entretien. Toutefois, des fuites d'eau sont souvent observées dans les adductions régionales. En outre l'accès aux points de fuite est difficile surtout en saison humide où le terrain devient glissant et dangereux.

### 2.5.4 Projets en Cours et Proposés par l'ONEP

La liste des projets en cours et proposés par l'ONEP pour la Province de Taounate est présentée dans le Tableau 2.9. Parmi lesquels, les projets de Aïn Aïcha, Aïn mediouna, Rhafsaï, Taounate, Laghouazi, et Ourtzagh sont en état de finalisation, la construction des projets de M'kansa, Karia, My. Bouchta va démarrer prochainement et le reste des projets est en un état d'études bien avancé. Avec la mise en place de ces projets, les systèmes d'AEP dans la Province de Taounate sera considérablement améliorée.

Tableau 2.9 Projets en Cours et Proposés par l'ONEP pour la Province de Taounate

Rural Center	Project Description	Cost(DH) (x1,000)	Design Work	Constru- Period	Remarks
*M'kansa	Rehabilitation of water supply facilities and reinforcement of treatment capacity	10,000	completed	12 months	Invitation for tender expected on July 17, 95
*Karia Ba Mohamed	Double the capacity of water supply facilities up to 30 l/s	30,000	completed	12 months	Invitation for tender expected on July 17, 95
*My Boucha	Construction of network to accommodate a flow rate of 10 l/s with reservoir	18,500	to be completed by August 95	12 months	Invitation for tender expected on August 17, 95
*My Boucha	Provision of facilities to the douars	10,000	to be completed by August 95	12 months	Invitation for tender expected on August 17, 95
*Ain Aicha	Equipping a well for a flow rate of 10 l/s and extension of network including a reservoir	14,000	to be completed by July 95	8 months	Invitation for tender expected on July 17, 95
*Ain Mediouna	Exploitation of a well for a flow rate of 10 l/s and extension of the network, including the construction of a reservoir	14,000	to be completed by July 95	8 months	Invitation for tender expected on July 17, 95
*Rhaïsal	Transmission line, extension of network, construction of a reservoir for a flow rate of 5 l/s	10,500	to be completed by July 95	8 months	Invitation for tender expected on July 17, 95
*Taounate	Provision of water production and distribution facilities	77,000	completed	12 months	Work on production facilities started on July 7, 95
Laghouazi	Equipping a well for a flow rate of 2 l/s, distribution network and reservoir	10,000	completed	12 months	Work on production facilities started on July 24, 95
*Ourzagh	Rehabilitation of the force main and the distribution network	6,000	to be completed by August 95	8 months	Selection of water source is under way
Tafant	Provision of water production and distribution facilities	2,700	to be completed by August 95	8 months	Invitation for tender for the rehabilitation of the distribution facilities July 17,95
Bouchabel	Supply of Bouchabel rural center and 18 douars from the proposed transmission line of Mly Boucha	12,000	to be completed by August 95	8 months	Selection of the water source is under way and invitation for tender for the distribution facilities on July 17, 95
Tahar-souk	Equipping a spring, extension of network and rehabilitation of the reservoir	6,000	to be completed by July 95	12 months	Design work under preparation by the Regional Direction of ONEP
Sidi M'hamed Bel Lahcen	Supply of the rural center and 15 douars from the Ain Gdoh system	3,000	to be completed by July 95	12 months	design work under preparation by ONEP
Bni Souss	Supply of the rural center and 15 douars from the M'kansa system	5,700	to be completed by July 95	12 months	Construction started in June 95
		2,000	to be completed by July 95	12 months	Construction started in June 95

Source: ONEP Taounate Provincial Office

\* : Existing ONEP system

## 2.6 Examen Initial de L'Environnement (EIE)

### 2.6.1 Conditions Actuelles

#### (1) Qualité de l'Eau.

##### 1) Normes

Le Tableau 2.10 récapitule certaines normes de la qualité de l'eau potable en vigueur au Maroc et celles recommandées par l'Organisation Mondiale de la Santé. La qualité d'eau admissible pour le cheptel au Maroc est également présentée dans ledit Tableau.

##### 2) Qualité des Eaux Souterraines

La qualité de l'eau de la majorité des sources, dans l'Aire de l'Etude, a été classée d'après les cinq catégories suivantes : Bonne, passable, moyenne, mauvaise et saline. Huit parmi ces sources sont d'une qualité inférieure inadéquate pour la consommation. La partie ouest de Taounete est bien reconnue pour son potentiel en eau de source. Ce pendant l'eau y est quelques fois saline vu le caractère géologique de région.

Selon les testes de conductivité, quatorze parmi les 49 points d'eau examinés se caractérisent par des eaux salines de qualité inférieure.

##### 3) Qualité des Eaux de Surface

Ce bassin est soumis à un contrôle régulier de différents paramètres tels que la demande en oxygène biochimique, demande en oxygène dissout, l'oxygène dissout, l'azote total et les coliformes fécaux à de différents points le long de l'oued Sebou et de ses affluents.

Le rejet intensif des eaux usées ménagères brutes par plusieurs centres urbains dans l'oued Sebou engendre une eau de mauvaise qualité inadéquate pour la boisson. La concentration des éléments bactériologiques polluants (coliformes totaux et coliformes fécaux) provenant des eaux usées est très élevés dans les zones situées immédiatement à l'aval des centres urbains riverains de l'oued Sebou et de ses affluents.

#### (2) Assainissement et Evacuation des Eaux Usées

Quelques caractéristiques des conditions actuelles du milieu rural sont présentées ci-après:

- i) Moins de 20 pour cent de la population rurale de l'aire de l'étude sont dotés de latrines individuelles. Dans la plupart des localités des zones montagneuses et vallonnées les latrines, si toutefois disponibles, sont sèches, rudimentaires et construites en matériaux traditionnels locaux tels que le bois et la terre .
- ii) En général, aucune planification n'est prévue en matière d'évacuation des eaux usées dans toutes les provinces. Le risque de pollution des points d'eau voisins est élevé dans quelques zones. Dans la plupart des localités l'habitat est situé, à l'amont des sources d'eau ce qui constitue un risque de pollution pour ces points d'eau.



- iii) Les écoles, et les souks connaissent des problèmes particuliers d'assainissement. Les écoles sont dépourvues de latrines vu qu'elles ne sont pas alimentées en eau. Les souks sont à l'origine de la pollution par manque des moyens de gestion de la collecte et de l'évacuation des ordures et des déchets.
- iv) La pollution que subissent l'Oued Sebou et ses affluents à cause des rejets des eaux résiduaires urbaines brutes constitue un grand problème et un danger pour la santé publique.

### (3) La Santé et les Maladies Hydriques

Les provinces classées selon les incidences du choléra, de la typhoïde et de la diarrhée. Les provinces de Taza et Sidi Kacem peuvent être classées parmi le groupe (1) d'incidences maximales. Taounate peut être classée parmi le groupe (2) d'incidences importantes. Les communes de la province de Taza (zone homogène n°7) enregistrent des incidences très élevées de maladies hydriques. La commune de Taounate dans la province de Taounate a enregistré de nombreux cas de choléra en 1993. Sidi Kacem a enregistré en total 38 cas de choléra en 1993. Il est à noter qu'en 1990 ce chiffre était beaucoup plus élevé dans les dites provinces. Les maladies intestinales sont aussi fréquentes dans les trois provinces de l'Aire de l'Etude, toutefois les données précises ne sont pas disponibles.

### (4) Institution et Gestion

Plusieurs institutions sont impliquées dans les projets d'alimentation en eau potable rurale dont le Ministère de l'Intérieur, le Ministère des Travaux Publics (ONEP), et le Ministère de l'Agriculture et de la Réforme Agraire et le Ministère de la Santé Publique.

Le Ministère de la Santé Publique et à travers sa Division de L'Epidémiologie et des Programmes Sanitaires a une structure décentralisée. Il existe au Maroc plus de 220 centres sanitaires ou dispensaires ruraux (chaque unité couvre 1 à 3 communes rurales) divisés en sections dirigées par des infirmiers itinérants. Ces derniers se chargent de la désinfection des points d'eau et d'assurer l'éducation sanitaire des populations. Le programme de désinfection concerne essentiellement les puits collectifs. Quant aux puits privés, ils ne sont désinfectés qu'en cas d'épidémie.

Presque la moitié des points d'eau équipés ont un statut privatif alors que le reste est du type collectif géré soit par le douar soit par la commune. Ces derniers sont impliqués, d'une façon restreinte, dans l'action de désinfection. Ce qui pose un problème institutionnel majeur en matière de traitement des points d'eau.

### (5) Aspects Sociologiques

La pénibilité de l'approvisionnement en eau et l'engagement des femmes et des enfants dans l'exécution de cette tâche sont susceptibles d'avoir de mauvaises répercussions sur les conditions de santé et de vie dans le milieu rural tels que:

- i) Les zones à forte incidence de maladies hydriques enregistrent un taux d'analphabétisme féminin très élevé (plus de 90 pour cent).

- ii) Rôle des femmes dans l'approvisionnement en eau engendre la prédominance des maladies hydriques, notamment la diarrhée entraînant ainsi un taux très élevé de mortalité infantile.
- iii) Les pénibilités d'approvisionnement en eau sont à l'origine d'une émigration rurale importante.
- iv) Des revenus bas allant de pair avec des conditions difficiles de desserte en eau et d'hygiène sont aussi à l'origine des maladies hydriques.
- v) Facteurs sociaux conduisant à la négligence de la désinfection.
- vi) La propriété et le statut juridique des points d'eau et leur sécurité. Les propriétaires indigènes des points d'eau refusent de développer ou de partager les ressources potentielles en eau. Ce problème a été signalé dans certaines montagnes des localités de l'aire de l'étude.

## 2.6.2 Les Impacts sur l'Environnement et les Mesures d'Intervention

Les régions à forte incidence de maladies hydriques ont les caractéristiques suivantes:

- i) Moins d'une opération de désinfection par puits par an.
- ii) Moins de 8 pour cent des points d'eau sont convenablement équipés .
- iii) Plus de 80 pour cent des prises d'eau sont dans un mauvais état (hygiène, propreté, exploitation et entretien).
- iv) Un grand nombre de points d'eau sont non-aménagés dont la plupart sont des puits superficiels privés.
- v) Le rôle important de la femme et des enfants, surtout des filles, dans la collecte de l'eau à partir des points d'eau. La durée moyenne requise pour effectuer cette tâche varie de 1,5 à 2 heures dans les zones montagneuses et vallonnées. L'activité de la femme hors domicile a pour conséquence la déscolarisation des enfants et le délaissement de ceux-ci par leurs mères
- vi) Moins de 5 pour cent des localités possèdent des latrines dont les usagers ne dépassent pas les 20 pour cent de la population

### (2) Détermination de l'Origine du Problème et le Type d'Intervention

L'approvisionnement en eau potable des communes rurales dans l'aire de l'étude nécessite, indubitablement; la considération de divers aspects de l'environnement. La qualité bactériologique de l'eau, les faibles quantités d'eau disponibles, l'absence ou l'inefficacité de l'évacuation des excréta et des eaux usées et le bas niveau d'éducation, surtout des femmes; constituent les problèmes majeurs de l'aire de l'étude. Les interventions sont nécessaires et doivent non seulement assurer l'approvisionnement en eau de bonne qualité, mais aussi mettre en oeuvre des actions relatives à l'évacuation des excréta et des eaux usées et assurer

le développement des services de la santé et enfin l'éducation des populations en matière d'hygiène corporelle et domestique. Ces actions doivent être centrées à différents degrés sur l'usager, les conditions de vie et les services de la santé publique.

Les démarches suivantes doivent être prises en considération lors de la formulation des procédés d'intervention:

- i) Multiplier les actions de désinfection des points d'eau.
- ii) Accroître la participation de la population concernée dans la gestion, l'exploitation et l'entretien des points d'eau.
- iii) Faire l'éducation des populations en matière d'assainissement et d'hygiène corporelle.
- iv) Assortir les différents aspects de la gestion des points d'eau d'un cadre institutionnel adéquat et renforcer la coordination entre les différents organismes chargés de la gestion de l'eau.
- v) Besoin de doter les populations concernées de latrines et les munir des systèmes d'assainissement et d'évacuation des eaux usées et des réseaux d'approvisionnement en eau. Autrement le risque de pollution des points d'eau existants peut s'accroître. De même une augmentation du volume d'eau sans introduire un système d'assainissement approprié, provoque la prolifération des maladies hydriques .
- vi) Mettre l'accent sur le rôle de la femme dans l'éducation sanitaire et assurer l'éducation obligatoire aux enfants.



## 2.7 Prospection Géophysique

### 2.7.1 Generalités

La prospection géophysique a été effectuée par sondage électrique pour les structures géologiques Jorf El Melha, Aïn Defali, Teroual, Ourtzagh, Aïn Berda, Taounate et Jbel Keil afin de confirmer leurs caractéristiques hydrogéologiques. En outre, la diagraphie électromagnétique a été réalisée sur le monoclinal de Jbel Berda pour détecter les fissures et les joints de la structure.

Le sondage électrique vertical (SEV) qui consiste en un dispositif d'électrodes du type Schlumberger, a servi à identifier la stratigraphie des structures géologiques et à préciser la distribution des couches des conglomérats et des calcaires qui sont associées à la présence d'aquifères dans les zones étudiées.

Le sondage électromagnétique a été réalisé par VLF bande de fréquence très faible (3 à 30 KHz) et un système de mesure de résistivité magnétotellurique MT pour confirmer les lieux des failles, des fissures et joints dans la structure examinée.

### 2.7.2 Résultats de la Prospection Géophysique

#### (1) Structure de Jorf El Melha

Les résistivités mesurées au niveau de la structure de Jorf El Melha varient entre 160 et 430 ohm-m pour les couches supérieures composées d'alluvions et de conglomérats épaisses de 10 à 30 m. Les valeurs mesurées des couches inférieures sont faibles et varient entre 0,8 et 7 ohm-m correspondant à de dépôts marneux imperméables.

#### (2) Structure de Aïn Defali

Les sondages électriques effectués le long des axes N-S et E-O du synclinal confirment la présence d'une couche aquifère comprenant de conglomérats avec une matrice marneuse dont les mesures de résistivité sont de l'ordre de 15 à 100 ohm-m dans la direction E-O et de 60 à 300 ohm-m dans la direction N-S et s'étendent jusqu'à une profondeur de 150 m. Au-delà de ce point, la résistivité décroît à moins de 10 ohm-m indiquant ainsi la présence de couches marneuses imperméables.

#### (3) Structure de Teroual

Les résultats du sondage électrique indiquent la présence d'un aquifère dans les formations des aleurites situées au flanc ouest du synclinal dont la résistivité est de l'ordre de 100 ohm-m. Selon le SEV le long de la ligne A, l'aquifère s'étend de 30 à 150 m au dessous du sol. Les SEV aux points 6 et 7 de la ligne B, le sondage indique la présence d'une seconde formation aquifère affleurante au bord est du synclinal et s'incline vers l'ouest jusqu'à une profondeur de 250 m au dessous du sol ayant une résistivité de 40 à 100 ohm-m. Les deux aquifères sont séparés par une couche imperméable de 125 m d'épaisseur dont les mesures de résistivité varient entre 10 et 20 ohm-m.

#### (4) Structure de Ourtzagh

Les résultats indiquent que les flanc s'inclinent vers l'axe principal du synclinal au point de sondage N° 10 où la couche de dépôts de conglomérats se situe à 300 m au dessous du sol. Les mesures de résistivité de 50 ohm-m indiquent que ladite couche possède un bon potentiel en eau. Les couches sus-jacentes renferment de dépôts marneux imperméables dont la résistivité varie entre 2 et 4 ohm-m. La surface du synclinal est couverte jusqu'à une profondeur de 25 m au dessous du sol par une couche de conglomérats dont les résistivités sont de l'ordre de 20 à 187 ohm-m indiquant ainsi la présence d'un aquifère superficiel.

#### (5) Structure de Jbel Berda

Le sondage pour la structure de J. Berda a été effectué le long de la ligne de faille vu la difficulté d'accès au sommet du monoclin. Les résultats du SEV indiquent la présence d'une couche aquifère dont les mesures de résistivité varient entre 30 et 360 ohm-m et qui s'étend entre 70 et 150 m au dessous du sol environ 35 m au dessous du niveau de la source de Tazghadra. la couche inférieure est caractérisée par la présence de dépôts imperméables dont la résistivité varie entre 10 et 20 ohm-m. Les mesures de résistivité de 50 ohm-m enregistrées par sondage électromagnétique réalisé au sommet du monoclin, indiquent la présence de l'eau dans les formations de la structure.

#### (6) Structure de Taounate

la prospection géophysique a confirmé la présence de deux synclinaux situés le long de l'oued Sra. le premier s'étend du nord au sud le long de la ligne B et renferme deux formations aquifères. Une superficielles dont la résistivité est de l'ordre de 30 à 56 ohm-m avec une épaisseur variant entre 20 et 70 m aux points N° 16 et 12 et la seconde se trouve à 250 m au dessous ayant une épaisseur de 125 m et une résistivité de l'ordre de 20 à 50 ohm-m. Le second synclinal s'étend de l'est à l'ouest le long de la ligne C et possède une formation aquifère dont l'épaisseur est de l'ordre de 75 à 250 m à partir du sol ayant de résistivité de 10 à 89 ohm-m. La couche inférieure du synclinal est caractérisée par une résistivité très faible indiquant ainsi la présence d'un strat imperméable.

#### (7) Structure de Jbel Keil

Le sondage a confirmé la présence de roches calcaires et de conglomérats qui s'étendent environ 25 m au dessous du niveau de la source de Bou Adel. Les mesures de résistivité des formations en dessus de la source sont de l'ordre de 50 à 1500 ohm-m, tandis que celles des formations situées aux alentours de la varient entre 850 et 1200 ohm-m. La base du monoclin au dessous du niveau de la source possède une résistivité de 61 ohm-m indiquant la présence de schist et de marnes consolidés.

## 2.8 Recommandation des Zones Modèles

### 2.8.1 Conditions pour la Sélection des Zones Modèles

La sélection des zones modèles, durant la première phase de l'étude s'est basée sur les études géologiques et hydrogéologiques, les analyses des images spatiales et des photos aériennes, les visites de reconnaissance, l'inventaire des systèmes d'AEP existants, les infrastructures existantes et l'enquête socio-économique.

Les conditions principales considérées lors de la sélection des zones modèles sont les suivantes:

- i) La zone modèle doit, hydrologiquement et structurellement, avoir un grand potentiel en eau souterrain.
- ii) Pour les conditions précitées, la zone modèle doit avoir éprouvé récemment, en particulier durant la saison sèche, des pénuries d'eau aigues et par conséquent la population concernée a dû endurer de grande souffrance pour la recherche de l'eau à des distances dépassant parfois 10 km.
- iii) Le centre de la commune de la zone modèle doit être caractérisé par une population relativement importante pouvant se bénéficier, sur le plan socio-économique, des avantages et des opportunités offertes par la mise en place du système d'AEP.
- iv) La zone modèle doit être choisie parmi les autres zones de l'Aire de l'Etude ayant des caractéristiques similaires de topographie, socio-économique et ressources en eau. Ainsi, les zones modèles doivent être respectivement des zones du type montagneux, vallonné et de la plaine qui représentent la configuration topographique générale de l'Aire de l'Etude.

### 2.8.2 Sélection des Zones Modèles

Compte tenu des critères précités, les treize structures suivantes caractérisées par leur potentiel en eau ont été sélectionnées comme zones modèles favorables. Les emplacements de ces structures sont indiqués sur la Figure 2.1.

#### 1) Structure montagneuse

- |               |                      |
|---------------|----------------------|
| i) Tainaste   | Province de Taounate |
| ii) J.Khamise | Province de Taza     |
| iii) J.Keil   | Province de Taounate |
| iv) J.Berda   | Province de Taounate |
| v) Dhar Souk  | Province de Taounate |

#### 2) Structure vallonnée

- |                  |                        |
|------------------|------------------------|
| i) Teroual       | Province de Sidi Kacem |
| ii) Ourtzarh     | Province de Taounate   |
| iii) Ain Saddine | Province de Sidi Kacem |
| iv) Taounate     | Province de Taounate   |
| v) Tissa         | Province de Taounate   |

### 3) Structure de la plaine

- i) Jorf El Melha            Province de Sidi Kacem
- ii) Ain Defali             Province de Sidi Kacem
- iii) Had Kourt            Province de Sidi Kacem

Parmi ces treize structures, seulement les six structures suivantes ont été impliquées par les travaux de prospection géophysique:

- i) Le synclinal de Jorf El Melha
- ii) Le synclinal de Ain Defali
- iii) Le synclinal de Teroual
- iv) Le synclinal de Ourtzagh
- v) Le monoclinal de Jbel Berda
- vi) La synclinal de Taounate
- vii) Le monoclinal de Jbel Keil

Les résultats de la prospection géophysique sont présentés dans la section 2.7. La sélection des trois zones modèles parmi ces six structures s'est effectuée sur la base de leurs conditions socio-économiques actuelles, leurs pénuries d'eau ainsi que sur les améliorations de vie pouvant survenir par la mise en place des systèmes d'AEP. Finalement, les zones modèles retenues sont celles de Ain Defali, Teroual et d'El Bibane.



## 2.9 Définition de la Stratégie de Développement

### 2.9.1 Généralités

La définition de la stratégie de développement de l'alimentation en eau potable rurale a été arrêtée suite aux résultats des études sur les conditions générales des l'Aire de l'Etude et en conformité avec les conditions suivantes:

- i) Vu le potentiel restreint des ressources en eau dans l'Aire de l'Etude, il est indispensable de développer les eaux souterraines et de surface pour l'alimentation en eau potable rurale à long terme. Quant aux ressources en eau souterraine, treize structures potentielles ainsi que d'autres structures moins importantes ont été identifiées comme indiqué sur la planche 2.3. Même avec leur potentiel limité, il est fort possible que ces structures soient exploitées pour l'alimentation en eau suite aux travaux de reconnaissance.
- ii) Le Plan Directeur National est considéré comme la principale référence de la stratégie de développement de l'eau potable rurale pour la Région du pré-Rif. Selon le Plan Directeur, l'alimentation à partir des eaux de surface est considéré la troisième priorité sur le plan de développement de l'AEP rurale.
- iii) Le Plan Directeur se fixe pour objectif de faire passer le taux de desserte en eau potable de la population rurale de 14 % actuellement à 80 % en l'an 2010. Toutefois, cette projection ambitieuse ne peut pas se matérialiser sans la mobilisation des eaux de surface y compris la promotion des programmes actuels du PAGER et de l'ONEP.
- iv) Un nombre d'études et de programmes ont été établis par l'AH pour l'intégration des eaux de surface dans les systèmes d'AEP rurale. Cependant, ces études se limitent à l'aspect hydraulique et la planification reste encore à un niveau préliminaire vis à vis l'horizon 2010.
- v) L'ONEP a établi des programmes d'extension des tois complexes d'AEP existants y compris les installations de traitement, les adductions régionales, stations de pompage et autres pour l'alimentation des communes déficitaires en eau potable. Ces projets d'extension peuvent être appliqués au système prévu à l'horizon 2010.
- vi) L'établissement de système d'AEP à partir des eaux de surface ou souterraines devrait être achevé durant les quinze années à venir à l'horizon 2010. Selon les programmes de l'ONEP, le un tiers de l'Aire de l'Etude auquel correspondent 50% de la population, serait, desservi à partir des eaux de surface.

### 2.9.2 Impact de l'Etablissement de l'AEP Rurale

Les systèmes d'AEP actuellement existants dans la région du Pré-rif peuvent être divisés en trois catégories. La première concerne l'AEP des grands centres tels que ouazzane, dans la province de Sidi Kacem, dont la population s'élève à plus de 50.000 habitants et le centre de Taounate, dans la province de Taounate, dont la population est aux environs de 20.000 personnes. Cette catégorie est suffisamment équipée en ressources d'eau.

La seconde catégorie comprend les complexes de Aïn Legdah, Karia Ba Mohamed et Mekansa qui s'alimentent à partir des eaux de surface dont la pérennité est suffisante.

La troisième catégorie couvre les points d'eau de petite taille tels que les puits et les sources qui sont rarement équipés. L'approvisionnement en eau à partir de ces points d'eau pose une corvée à la population rurale vu leur pérennité saisonnière et leur répartition éloignée des localités. La majorité des communes de l'Aire de l'Etude appartient à cette catégorie.

L'impact de la mise en place de systèmes d'AEP varie selon les contraintes et les conditions actuelles de desserte par chacune des catégories précitées. Cependant, les avantages qui découlent de la réalisation de ces systèmes peuvent animer l'économie rurale, entraîner des améliorations de niveau de vie, créer des embauches et servir à l'intégration des femmes et des enfants dans le développement.

### 2.9.3 Etablissement du Scénario de Développement

Selon les programmes de développement des eaux de surface, actuellement en cours par l'ONEP, presque la moitié ou 50 pour cent de la population de l'Aire de l'Etude seront desservis par ce genre de systèmes à l'horizon 2010. Le reste de la population peut s'alimenter soit à partir des eaux de surface suite à la mise en oeuvre de nouvelles installations de traitement et de pompage et des adductions soit à partir des eaux souterraines qui seront disponibles à l'exploitation jusqu'à l'horizon 2010.

Pour les conditions dominantes dans l'Aire de l'Etude, le coût d'investissement d'un système d'AEP à partir de la nappe phréatique est moins coûteux que celui d'un système d'eau de surface. Puisque le premier n'exige pas de traitement et la source est normalement située proche de la zone de desserte et par suite une économie peut être réalisée sur la redevance de pompage et le coût de conduites.

En outre, un système d'AEP à partir des eaux souterraines est moins compliqué à exploiter et à maintenir qu'un autre type de système avec traitement.

Compte tenu des conditions précitées, le scénario de développement présenté ci-après est proposé comme stratégie de base:

- i) Le développement des systèmes d'AEP dans l'Aire de l'Etude jusqu'à l'horizon 2010, devrait être établi à partir des eaux souterraines conjointement avec le développement des eaux de surface en conformité avec les prévisions et critères du Plan Directeur National pour atteindre un taux de desserte de 80 pour cent.
- ii) En principe, les eaux souterraines seront exploitées en leur totalité pour l'alimentation en eau potable rurale. Par conséquent, la première priorité sera accordée au développement des treize structures potentielles identifiées par l'étude.
- iii) Le développement des eaux de surface pour l'AEP rurale s'effectuera en un premier temps, par la mise en place des projets d'extension de l'ONEP. Ultérieurement, le développement des eaux de surface proposé par l'étude sera réalisé en tenant compte du progrès de mise en exploitation des eaux souterraines et de l'usage futur de l'eau.

## CHAPITRE III L'ETUDE DE L'ALIMENTATION EN EAU POTABLE POUR LES ZONES MODÈLES

### 3.1 Conditions Naturelles

#### 3.1.1 Topographie

Les trois zones modèles choisies pour une étude plus détaillée sont les communes de Ain Defali, Teroual, et El Bibane. Leurs emplacements respectifs sont indiqués dans la Figure 3.1.

##### (1) Ain Defali

Cette commune se situe à l'ouest de l'Aire de l'Étude et couvre 250 km<sup>2</sup> dans la Province de Sidi Kacem. La topographie de la région se caractérise par des terrains plats et de douces collines onduleuses. Les altitudes moyennes le long de la rivière Rdat sont de l'ordre de 80 m et varient jusqu'à 250m dans la direction nord-ouest.

##### (2) Teroual

Cette commune se situe à 10 km au nord du barrage Al Wahda et couvre une superficie de 90 km<sup>2</sup> dans la Province de Sidi Kacem. La commune démarque le point où les plaines au sud-est deviennent les montagnes du nord-est. L'altitude de la commune est 250m. Le potentiel des ressources en eaux souterraines existe dans la structure située au nord-est de la commune de Teroual.

##### (3) El Bibane

Cette commune se situe près du village de Rhafsai à 10 km au nord du Ourtazgh le long de la rivière Ouergha et couvre une superficie de 50 km<sup>2</sup> dans la Province de Taounate. La région montagneuse s'appelle Jbel Berda qui se caractérise par deux montagnes dont les altitudes varient entre 900 et 1000 m.

#### 3.1.2 Hydrologie

##### (1) Ain Defali

La précipitation moyenne annuelle est 600 mm. L'oued Rdat qui passe à travers la commune a un bassin versant relativement large. Cependant, la région montagneuse qui est la source de l'oued Rdat, est si petite que le ruissellement est presque nul durant la période sèche. Un nombre d'affluents qui parcourent les collines basses se caractérisent par des écoulements variables.

##### (2) Teroual

La précipitation moyenne annuelle est 800 mm aux environs de Teroual est de 1000 mm à 1200 mm au nord du bassin versant. Près de la commune Teroual il n'y a qu'un petit affluent de l'oued Ouergha qui coule du nord au sud du côté ouest de la commune.

### (3) El Bibane

La précipitation moyenne annuelle est 1000 mm. La commune se situe sur les pentes raides du bassin versant des oueds Aoulai et Amzaz. Le ruissellement se deverse très rapidement en fonction de la précipitation et parcourt de nombreux escarpements.

### 3.1.3 Géologie

#### (1) Zone Modèle de Aïn Defali

La colonne stratigraphique du synclinal de Aïn defali se présente sous forme de dépôts appartenant au Pleistocène de la période Quaternaire et au miocène moyen de la période Tertiaire. Les premiers renferment une couche superficielle d'alluvions récents composés de marnes et de graviers d'une épaisseur moyenne de 15 m au dessous du sol, suivie d'une couche de conglomérats avec une matrice marneuse de l'étage Villafranchien ayant un épaisseur moyenne de 125 m. La couche de base du synclinal appartient au Torntonien du Miocène Moyen et comprend de dépôts marneux très épais de plusieurs centaines de mètres.

#### (2) Zone Modèle de Teroual

L'examen de la colonne stratigraphique révèle la présence de différentes époques géologiques appartenant à la période Tertiaire dont la couche supérieure consiste en de dépôts marneux du Trontonien et de marnes limoneux du Miocène Supérieur qui s'étendent environ 30 m au dessous du sol. La couche sous-jacente renferme des aleurites et de conglomérats avec une matrice marneuse de l'Oligocène dont l'épaisseur moyenne est d'environ 150 m. La couche inférieure comprend de calcaires, de calcaires marneux et des marnes de l'Eocène sur un épaisseur de 200 m.

#### (3) Zone Modèle d'El Bibane

Le caractère géologique de la zone modèle indique que le monoclinale de Jbel Berda renferment de dépôts calcaires, calcaires marneux, des dolomites et du schist du Jurassique moyen qui s'inclinent dans la direction est ouest et s'aplatissent dans la direction sud ouest. Le monoclinale superpose des formations marneuses et schisteuses imperméables du Crétacé supérieur dépassant 100 m d'épaisseur. Cette configuration lithologique confirme la nature allochtone de la structure dont les composantes géologiques sont les suivantes:

### 3.1.4 Hydrogéologie

#### (1) Zone Modèle de Aïn Defali

Le synclinal de Aïn defali ressemble à un bassin fermé qui s'étend sur 4 km de l'est à l'ouest et 3 km du nord au sud couvrant ainsi une superficie d'environ 12 km<sup>2</sup>. Les dépôts de conglomérats avec leur matrice marneuse remplissant le bassin possèdent un bon potentiel en eau et s'étendent jusqu'à une profondeur de 150 m au dessous du sol.

Les débits des deux sources existantes situées au bord sud du synclinal proviennent des zones de recharge indépendantes de la structure elle-même. Les puits existants dispersés dans la zone

du synclinal, alimentés par la couche superficielle des conglomérats, ont une profondeur moyenne de 15 m.

### (2) Zone Modèle de Teroual

Le synclinal de Teroual correspond à un bassin oval orienté dans la direction SE-NO et occupe un superficie de 6,5 km<sup>2</sup>. La formation supérieure de la structure appartient à l'Oligocène et renferme des dépôts d'éléurites avec une matrice marneuse dont l'épaisseur est d'environ 100 m au dessous du sol qui se caractérise par des accumulations d'eau. La seconde formation captante, est séparée de la couche supérieure par une couche marneuse de l'Oligocène. Elle comprend de dépôts de calcaires sableux et marneux de dépôts de calcaires sableux et marneux épais d'environ 100 m. Les deux traversant le synclinal dans les directions NE-SO et N-S ont induit des fissures dans les formations du bassin ce qui a engendré la naissance des deux sources.

### (3) Zone Modèle d'El Bibane

La structure, est orientée dans la direction SE-NO et s'étend sur une surface de 6,3 km<sup>2</sup>. Les deux failles majeures traversant le monoclinale dans les directions sud-est et nord-ouest ont créée, au dessous de la structure, un synclinal qui a une formation de conglomérats renfermant un potentiel en eau.

Les quatres sources, jaillissent au point de contact entre la formation schisteuse du jurassique et la couche inférieure imperméable marneuse du crétacé.

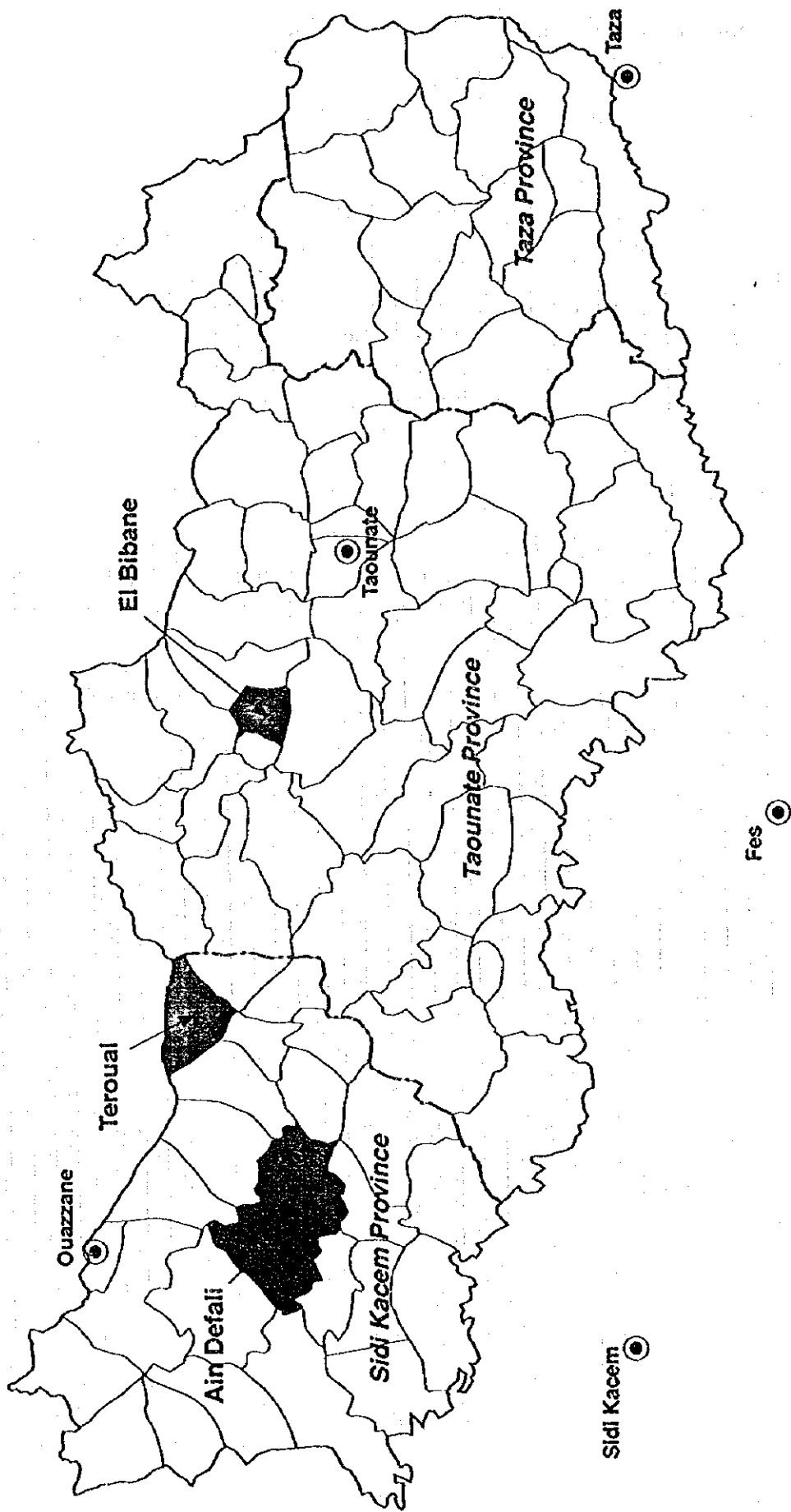


Figure 3.1 Emplacement des Zones Modeles

### 3.2 Conditions Socio-Economiques

#### 3.2.1 Présentation Démographique et Administrative

Les populations et l'administration des trois zones modèles sont représentées dans le Tableau 3.1 ci-après:

**Tableau 3.1 Situation Administrative des Zones Modèles**

Province	Cercle	Commune Rurale	Nombre de Douars	Nombre d'habitants	Nombre d'habitants par Douar
Sidi Kacem	Had Kourt	Ain Defali	60	25,116	420
	Ouazzane	Teroual	28	12,096	420
Taounate	Rhafsai	El Bibane	10	6,511	650
Total/ Moyenne			99	43,723	440

Source: CERED

#### 3.2.2 Utilisation du Sol

L'activité agricole est le moyen d'existence essentiel pour les habitants de l'Aire d'Etude et de les trois zones modèles. Les principales cultures et les surfaces qu'elles occupent sont indiquées dans le Tableau 3.2.

**Tableau 3.2 Les Principales Cultures Pratiquées dans les Zones Modèles (ha)**

Cultures	Ain Defali	Teroual	El Bibane
<b>Cultures annuelles</b>			
Blé dur	4500	1100	470
Blé tendre	7000	1650	570
Orge	2000	550	200
Maraîchage	10	60	50
Légumineuses	1850	1000	26
Betterave	20	-	-
Tournesol	300	50	-
Tabac	350	150	-
Fourrage	-	240	10
<b>Plantations</b>			
Forêts	462	-	-
Figuier	-	90	450
Olivier	1030	660	520
Agrumes	99	30	-
Grenadier	9	-	-
Prunier	-	100	-
Parcours	120	900	-
Inculte	-	-	600
<b>Total</b>	<b>17750</b>	<b>6480</b>	<b>2296</b>

Source: Direction Provinciale de l'Agriculture

### 3.2.3 Revenus des Ménages

Le revenu des ménages dans les trois communes provient surtout de l'activité agricole. La valeur de la marge brute est très variable selon les années et dépend essentiellement des conditions climatiques. La Direction Provinciale de l'Agriculture estime qu'à Taoumate en 1993-94 le revenu net approchait les 3000 DH/habitant/an. A Sidi Kacem le revenu net en 1990-91 était 19,944 DH par exploitation soit 3,680 DH/ha. Le Tableau 3.3 indique les niveaux moyens des dépenses déclarées par la population.

**Tableau 3.3 Les Dépenses Moyennes / Commune / Classe / Personne / Mois**

Classe	Riche	Moyen	Pauvre	Moyenne
Ain Defali	316	295	171	260
Teroual	288	256	147	230
El Bibane	490	276	156	308

Ces données sont le résultat d'un échantillonnage de la population. Les dépenses moyennes mensuelles sont simplement multipliées par douze mois pour obtenir les dépenses moyennes par personne par an. Ceci donne comme résultat DH 3.120 pour Ain Defalis, DH 2.760 pour Teroual et DH 3.700 pour El Bibane.

### 3.2.4 Infrastructure Sociale et Equipements

Ain Defali est relativement bien fourni de services et d'infrastructure sociale. El Bibane est la moins deservie des trois communes rurales. Le niveau de développement de l'infrastructure sociale à Teroual est entre celui de Ain Defali et El Bibane. Les communes rurales des zones modèles disposent d'une infrastructure regroupée très souvent au niveau du centre.

La classification des routes se fait dans quatre catégories à savoir; routes primaires, secondaires, provinciales et communes. L'accès est de plus en plus difficile quand on passe de Ain Defali à Teroual et El Bibane.

### 3.2.5 Vie et Activités des Femmes

#### (1) Approvisionnement en Eau

L'approvisionnement en eau est généralement ressort des femmes et des enfants. Cette tâche demande beaucoup d'énergie et le sacrifice de temps précieux à cause des grandes distances parcourues.



## (2) Approvisionnement en Bois

Dans les communes étudiées, on rencontre soit l'utilisation du gaz ou l'utilisation du bois dépendant du genre de cuisson. Plus un foyer est relativement aisé, plus il utilise du butane. La cuisson du pain selon la méthode traditionnelle demeure de règle.

## (3) Activités Agricoles

Les femmes sont fortement impliquées aux divers travaux du champ (mise en culture, entretien des cultures, récolte), d'affouragement et d'entretien du bétail. Seuls la moisson, le battage et le labour, ce qui n'est pas toujours vrai, demeurent des activités proprement masculines. Au Maroc, l'agriculture débute au printemps avec le désherbage et l'ensemencement et se termine avec la récolte en l'été.

## (4) Activités Artisanales

Les femmes dans 14 douars parmi les 38 étudiés font des objets d'artisanat de différents types ou aident leurs maris à en faire. La majorité de ces activités est observée dans les communes de Teroual et El Bibane.

### 3.2.6 Conditions Actuelles de Desserte

#### (1) Le rôle des femmes et des enfants dans la gestion de ressources en eau

Le Tableau 3.4 indique le pourcentage d'hommes, de femmes et des enfants par commune qui sont impliqués dans l'apport de l'eau.

Tableau 3.4 (%) impliquée dans l'Approvisionnement en Eau

Commune	Hommes	Femmes	Enfants
Ain Defali	35	17	48
Teroual	28	36	37
El Bibane	17	22	61

#### (2) Consommation de l'Eau

La consommation moyenne en eau par personne dans les trois communes est de 15 à 17 litres durant l'été et de 13 à 14 litres durant l'hiver. Les données obtenues par l'échantillonnage sont beaucoup plus basses que les projections préparées par la DRPE.

#### (3) Transport et Stockage de l'Eau

Le moyen de transport de l'eau est constitué essentiellement par les équidés ou les personnes chargées de cette tâche à l'exception de Ain Defali où l'utilisation des véhicules, des tracteurs et chariots, est exercée de l'éloignement des points d'eau. Quant au matériel de transport, il est très diversifié mais constitué en majorité de récipients (de toutes les tailles)

en matière plastique ou, à un degré moindre, en métal et en argile. L'eau pour l'abreuvement du bétail se fait généralement dans de petits étangs à l'extérieur des ménages.

#### (4) Conditions Sanitaires

Aucun douar des 3 zones modèles ne dispose de système d'assainissement collectif. Cet état de sous équipement amène la population à se débrouiller par ses propres moyens. En effet, sur 4364 maisons examinées, seules 1414 ( soit 32 pour cent) disposent de latrines. Le Tableau 3.5 indique les conditions sanitaires actuelles par rapport aux différents types de construction.

**Tableau 3.5 Type de Construction (%) et Equipements Sanitaires (%)**

Communes rurales	Ain Defali	Teroual	El Bibane	Total
Nbre de maisons examinées	1980	1134	1250	4364
Maisons en béton	313	46	104	463
% de maisons en béton	16	4	8	11
Nbre de latrines	383	372	659	1414
Nbre de fosses sceptiques	383	372	659	1414
% de maisons avec fosses & latrines	19	33	53	32

Source: Schéma Directeur National

#### (5) Conditions Actuelles d'Alimentation en Eau Potable

Les ressources en eau des 3 zones modèles sont présentées dans le Tableau 3.6. Si le nombre des points d'eau est assez important dans l'aire des zones modèles, l'eau par contre n'y est pas pérenne, elle se raréfie ou disparaît pendant des périodes de l'année plus ou moins longues et ce en fonction des apports pluviométriques de l'année en cours.

**Tableau 3.6 Les Ressources en Eau dans les 3 Zones Modèles**

Commune/ Zone Modèle	Nombre de douars enquêtés	Nombre de sources		Nombre de puits	
		Actives	Sèches	Actifs	Secs
El Bibane	10	11	18	28	17
Teroual	28	52	58	17	97
Ain Defali	60	25	23	73	195
Total	97	88	99	118	309

Source: AH

Le Tableau 3.7 regroupe la population (en %) selon les distances parcourues pour l'approvisionnement en eau.

La commune de Aïn Defali se caractérise par l'abondance de sources dispersées. Les points d'eau à Teroual et à El Bibane se trouvent à proximité des douars où la distance parcourue pour la collecte de l'eau est inférieure à 1 km.

**Tableau 3.7 Répartition des Populations selon les Distances Parcourues**

Commune	Distance parcourue			
	Branchement	0,1 à 1 km	1,0 à 4 km	plus de 4 km
Ain Defali	3,10 %	38,54 %	33,47 %	24,89 %
Teroual	16,94 %	52,01 %	31,05 %	0 %
El Bibane	0 %	52,52 %	47,48 %	0 %

Source: AH

D'après les données regroupées dans le Tableau 3.8 on constate que les populations rurales dépensent plus de temps pendant l'été qu'en hiver pour l'approvisionnement en eau.

**Tableau 3.8 Temps Investi par la Population pour l'Approvisionnement en Eau**

Commune	Saison	0 - 0,5 hrs	0,5-1,0 hrs	1,0-2,0 hrs	>2,0hrs	Total
Ain Defali	été	10,3	15,2	8,3	66,0	100
	hiver	35,0	48,5	9,3	7,2	100
Teroual	été	27,0	34,8	38,1	-	100
	hiver	63,2	36,8	-	-	100
El Bibane	été	23,8	13,1	63,1	-	100
	hiver	68,5	31,5	-	-	100

Source: AH

#### (6) Coût d'Approvisionnement en Eau

Au cours de l'étude socio-économique un nombre de cas a été constaté:

- i) utilisation d'un équidé revient entre 240 à 720 DH/mois
- ii) utilisation d'un tracteur revient à 400 DH/mois plus l'amortissement ou la location.
- iii) quand le point d'eau est proche, les populations payent le gardiennage qui revient entre 10 à 20 DH/mois par foyer selon les douars.

L'empressement à payer pour les charges diffère selon le niveau économique et les estimations sont présentées dans le Tableau 3.9.

**Tableau 3.9 Perception par les Habitants aux Frais de l'Eau  
(DH /3 mois)**

Commune	Pauvre	Moyen	Riche
El Bibane	60	85	143
Teroual	45	81	150
Ain Defali	65	183	340

### 3.3 Hydrogéologie et Développement des Eaux Souterraines

#### 3.3.1 Forages de Reconnaissance

Les travaux concernés originellement huit forages. Cependant, la rencontre de formations du Triassique, riches en sel, au forage TRA1 à Teroual, a exigé d'abandonner ledit forage et de le substituer par un additionnel libelé TRA3.

En outre, le forage JBD1 à Jbel Berda a dû être abandonné aussi à cause de la rencontre des hydrocarbures explosants lors des travaux de forage.

Les sept autres forages, exécutés avec réussite jusqu'aux profondeurs prévues, ont produit des quantités d'eau suffisantes et d'une qualité adéquate bonne pour la consommation. La longueur totale de foration s'élevait à 1298 m.

#### 3.3.2 Inventaire des Points d'Eau

Les points d'eau existants inventoriés à Aïn Defali comprennent 18 puits et 2 sources. Tous les puits sont privés et leur profondeur varie entre 3 m et 30 m. Les deux sources dont les débits respectifs observés étaient de 0,25 l/sec et 0,33 l/sec, appartiennent à la commune et se trouvent dans le douar de Beni Sennana.

Le synclinal de Teroual renferme 3 puits, 2 sources et 1 forage équipé. L'inventaire de ces points d'eau a indiqué que le débit moyen des puits est de l'ordre de 1 m<sup>3</sup>/j et leur profondeur varie entre 6 m et 14 m. Le forage équipé a été réalisé par l'AH jusqu'à une profondeur de 82 m de dont seulement 30 m sont tubés. Lors de l'inventaire, le débit de ladite source a commencé à s'épuiser et a passé des 60 m<sup>3</sup>/j observés à un assèchement total en mois d'Octobre 1995.

Les points d'eau existants dans la structure de Jbel Berda s'élèvent à 10 puits et 4 sources. Les puits dont la profondeur varie entre 10 m et 18 m, produisaient, lors de l'inventaire, un débit moyen individuel ne dépassant pas 250 l/j. Les sources dont le débit excédent sert normalement à alimenter la commune de Ghafsai, ont été affectées par la sécheresse et leurs débits respectifs, mesurés lors de l'inventaire, étaient de 0,08 l/sec et 5,58 l/sec.

Les variations des niveaux d'eau ont été mesurés manuellement pour les points d'eau non équipés d'appareil de mesure et automatiquement par des limnimètres installés par l'Equipe de l'Etude sur 6 puits et les 7 forages productifs.

#### 3.3.3 Analyse des Structures Hydrogéologiques

##### (1) Structure de Aïn Defali

Les forages de reconnaissance ADF1, ADF2 et ADF3, Répartis le long de l'axe principal du synclinal, pénètrent la structure jusqu'aux profondeurs respectives de 76 m, 55 m et 150 m, permettant ainsi de détailler les caractéristiques hydrogéologiques relatives aux accumulations d'eau par les formations géologiques sous-jacentes. Les débits correspondants, mesurés lors des essais de pompage, étaient de 15 l/sec, 5 l/sec et 12 l/sec avec des rabattements respectifs de 14,35 m, 31,82 m et 23,14 m.

La réserve d'eau du synclinal, calculée en fonction de l'épaisseur de 120 m de la couche aquifère, du coefficient d'emmagasinement de  $0,8 \times 10^{-3}$  et de la surface de la structure de  $12 \text{ km}^2$ , est estimée à  $1,2 \times 10^6 \text{ m}^3$ .

## (2) Structure de Teroual

L'exécution du forage TRA1 a révélé la présence d'une couche de sel épaisse de 130 m, appartenant à la période Triassique, qui était imprévue à cause de l'absence de telle formation dans la région du synclinal et n'aurait pu être détectée par prospection géophysique dû à la résistivité élevée de la couche du sel consolidé.

Le second forage TRA2 a révélé la présence de deux couches aquifères. La première renferme de l'eau douce et se situe entre 40 m et 170 m au dessous du sol et la seconde, rencontrée dans l'intervalle 215 m et 300 m au dessous du sol, se caractérise par une teneur de salinité élevée et a dû être isolée de l'aquifère supérieur par un bouchon de ciment. Le troisième forage TRA3 dont les résultats étaient favorables s'est avéré nécessaire à réaliser afin d'effectuer l'analyse hydrogéologique du synclinal.

Lors des essais de pompage les deux forages TRA2 et TRA3 ont produit des débits individuels de 10 l/sec avec des rabattements respectifs de 21,6 m et 0,86 m et des transmissivités correspondantes de  $9,8 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{sec}$  et  $8,7 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{sec}$ . Selon les caractéristiques hydrogéologiques de la couche aquifère, la réserve d'eau dans le synclinal est estimée à  $0,7 \times 10^6 \text{ m}^3$ . Ce qui correspond à une superficie de  $6,1 \text{ km}^2$ , avec une épaisseur de 40 m et un coefficient de d'emmagasinement de  $2,61 \times 10^{-3}$ .

## (3) Structure de Jbel Berda

La répartition des forages à l'est, au centre et à l'ouest du monoclinale a permis de déterminer le caractère hydrogéologique des formations sous-jacentes dont les couches situées proches de la faille ont démontré un potentiel adéquat en eau.

Les essais de pompage aux forages JBD2 et JBD3 ont produit des débits respectifs de 2,5 l/sec et 11 l/sec avec des rabattements de 48,19 m et 31,42 m et des transmissivités correspondantes de  $9,8 \times 10^{-5} \text{ m}^2/\text{sec}$  et  $4,88 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{sec}$ . D'autre part, le forage JBD1 a débité 1,5 l/sec à une profondeur de 73 m au dessous du sol qui étaient prévus d'augmenter avec l'avancement de forage. Malheureusement, la rencontre des hydrocarbures à 76 m, contaminant les eaux douces, a exigé le bouchage du forage avec du ciment.

Selon les caractéristiques géographiques et hydrogéologiques de la structure, les réserves d'eau de la formation située en dessous du monoclinale peuvent être estimées à  $0,75 \times 10^6 \text{ m}^3$ . Ce qui correspond à une superficie de  $6,3 \text{ km}^2$  et une couche aquifère de 60 m avec un coefficient d'emmagasinement de  $2,5 \times 10^{-3}$ .

### 3.3.4 Analyse du Bilan d'Eau

La méthode de réservoir qui consiste du modèle d'emmagasinement en série a été adoptée pour l'analyse du bilan d'eau. Le modèle de réservoir est composé d'une série de récipients représentant le bassin versant.

Pour le cas où le modèle consiste de trois réservoirs en série, chaque réservoir représente le mécanisme de ruissellement et constitue une composante de l'hydrographe de ruissellement. Les trois réservoirs peuvent être décrits comme suit :

- réservoir supérieur = ruissellement
- réservoir intermédiaire = sous-écoulement
- réservoir inférieur = écoulement souterrain

Ce modèle a été établi pour les bassins fluviaux équipés de limnigraphes situées à proximité de la structure étudiée. Les bassins fluviaux Rdat et Amzaz équipés par des stations de jaugeage ont été adoptés pour l'analyse du synclinal de Aïn Defali et de monoclinale du J. Berda respectivement. Alors que le modèle de réservoir établi pour le bassin fluvial de l'Oued Rdat a été adopté pour l'analyse du synclinal de Teroual vu que les affluents avoisinant ne sont pas équipés de station de jaugeage.

Les quantités de recharge des eaux souterraines correspondant à chacune des trois structures concernées ont été déterminées à partir de l'analyse du bilan d'eau basée sur le modèle de réservoir.

Les quantités de recharge calculées à partir du modèle de réservoir pour chacune des structures hydrogéologiques précitées ont été calculées par l'équation du bilan d'eau devient :

$$Gr = P - Ro - E$$

Les paramètres de précipitation (P), de débit de ruissellement sortant (Ro) et de l'évapotranspiration (E) représentent les paramètres du système de ruissellement de surface du réservoir supérieur. La quantité (P-Ro-E) représente le débit transitant à travers l'orifice de fond du réservoir supérieur. Les estimations pour la quantité de recharge souterraine (Gr) sont présentées dans le Tableau 3.10.

**Tableau 3.10 Bilan d'Eau des Structures Hydrogéologiques (1)**

(Unité: mm)

Structure hydrogéologique	Précipitation (P)	Ruissellement (Ro)	Evapotranspiration (E)	Recharge (Gr = Go)
Ain Defali	587	65	468	54
Teroual	775	154	544	77
J. Berda	953	336	533	84

### 3.3.5 Simulation de la Nappe Phréatique

#### (1) Esquisse de la Simulation de la Nappe Phréatique

Le logiciel « MODFLOW », conçu à cet effet, consistant en un modèle tridimensionnel à élément composables à différence finie est adopté dans la présente étude. Le programme

« MODFLOW » développé par le service de la géologie des Etats-Unis est largement utilisé partout au monde avec un champs d'application extensif qui couvre le modelage bi-dimensionnel et quasi-tridimensionnel de la nappe phréatique.

Le système d'écoulement de la nappe phréatique pour chacune des structures hydrogéologiques concernées a été estimé par modélisation sur la base des résultats des travaux de forage de reconnaissance. L'établissement du modèle numérique nécessite la division de la structure en maille de blocs avec des données « input » comprenant la topographie, l'épaisseur, les constantes hydrauliques de l'aquifère et autres.

Les valeurs initiales des afflux d'eau entrant la structure ont été considérées égales aux valeurs de recharge estimées par le modèle de réservoir. La somme des débits sortant y compris les débits des sources est considérée égale aux débits entrant.

Le procédé de modélisation a indiqué que les quantités de recharge estimées par le modèle réservoir ont été jugées acceptable pour les synclinaux de Aïn Defali et de Teroual. Alors que pour le monoclinal de J. Berda, les quantité de recharge actuelles ont été considérées supérieures à celles estimées par le modèle de réservoir du fait que le potentiel de la source de Tazghadra est relativement constant durant la saison sèche. Ainsi, les bilans d'eau pour les trois structures hydrogéologiques ont été déterminés comme indiqué dans le Tableau 3.11.

**Tableau 3.11 Bilan d'Eau des Structures Hydrogéologiques (2)**

Structure Hydrogéol.	Superficie (km <sup>2</sup> )	Pluviométrie (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /an)	Evopotrans. (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /an)	Ruissel. (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /an)	Recharge (10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> /an)
Ain Defali	12,0	7,044	5,616	0,780	0,648
Teroual	6,1	4,745	3,424	0,943	0,380
J. Berda	6,3	6,016	3,198	2,121	0,647

En utilisant le modèle précité, l'étude de simulation s'est effectuée avec un input additionnel pour déterminer le potentiel de la nappe phréatique de chacune des structures hydrogéologiques étudiées. Les conditions initiales admises pour la simulation ont été considérées identiques aux conditions d'écoulement permanent reproduit par l'étude de modélisation.

Le rendement du puit d'exploration est déterminé en fonction de l'abaissement du niveau de la nappe phréatique apres une vingtaine d'années de pompage. L'évaluation est faite pour les alternatives d'une limite admissible d'abaissement de 10m, 15m, et 20m. Aussi, la recharge de la nappe phréatique est évaluer pour deux cas:

- i) recharge moyenne
- ii) la recharge estimée pour chacune des dernières vingt années (1975-95)

Les résultats de calcul de l'amplitude de marnage sont récapitulés dans le Tableau 3.12.



**Tableau 3.12 Résultats de l'Etude de Simulation**

**Ain Defali**

Recharge	Limite Admissible de Rabattement	Débit des Forages			
		ADF1	ADF2	ADF3	Total
Moyenne	10 m	241	60	155	456
	15 m	354	86	233	673
	20 m	475	120	311	906
Après vingt ans	10 m	224	43	120	387
	15 m	336	77	120	533
	20 m	457	120	285	862

**Teroual**

Recharge	Limite Admissible de Rabattement	Débit des Forages		
		TRA2	TRA3	Total
Moyenne	10 m	111	106	217
	15 m	166	157	323
	20 m	224	207	431
Après vingt ans	10 m	108	103	211
	15 m	164	155	319
	20 m	220	207	427

**J. Berda**

Recharge	Limite Admissible de Rabattement	Débit des Forages		
		JBD2	JBD3	Total
Moyenne	10 m	43	64	107
	15 m	64	99	163
	20 m	90	133	223
Après vingt ans	10 m	34	47	81
	15 m	56	82	138
	20 m	82	116	198

### **3.4 Projections de la Demande en Eau des Zones Modèles**

#### **3.4.1 Projection et Répartition Démographiques**

Les résultats de l'enquête socio-économique ont indiqué que le nombre d'habitants des trois zones modèles recensées s'élève à 25.234 à Aïn Defali, 12.096 à Teroual et 6.511 à El-Bibane. Les projections démographiques jusqu'à l'an 2010 ont été estimées sur la base d'un taux d'accroissement annuel de 0,7 pour-cent. Les projections démographiques à l'horizon 2010 sont estimées à 28.000 pour Aïn Defali, 13.000 pour Teroual et 7.200 pour El-Bibane.

#### **3.4.2 Conditions d'AEP Actuelles des Trois Zones Modèles**

##### **(1) Aïn Defali**

L'eau est cherchée des puits et sources lointaines et transportée par des équidés sur une distance moyenne de 4,8 km. Le temps réservé pour cette tâche varie entre 2 et 3 heures par jour.

La consommation unitaire en eau est dans l'ordre de 17,3 l/hab./j en saison humide et 14,5 l/hab./j en saison sèche. L'abreuvement du cheptel se fait en saison humide à partir des cours d'eau; alors qu' en saison sèche, l'abreuvement à l'intérieur des foyers est pratiqué. Ce dernier est considéré égale à 15 pour cent de la consommation totale.

Le installations d'eau au centre de Aïn Defali, gérées par la commune, sont alimentées à partir de la source du douar Beni Sennana, les deux puits de La'amirate et de Aïn Defali.

Le déficit en eau observé en 1995 de Aïn Defali s'élevait à 60 pour cent.

##### **(2) Teroual**

Les conditions de collecte et de transport de l'eau sont similaires à celles de Aïn Defali. La consommation unitaire en eau est dans l'ordre de 13,7 l/hab./j en saison humide et 15,2 l/hab./j en saison sèche.

Le centre de Teroual est desservi par un réseau de distribution équipé en branchements particuliers. Une partie des écoulements de la source existante est refoulée vers un château d'eau qui sert à alimenter le réseau gravitairement. L'eau est distribuée aux abonnés par l'intermédiaire de branchements particuliers. En Juillet 1995, le nombre d'abonnés s'élevait à 360 ou approximativement 50 pour cent du nombre de foyers.

### (3) Aïn Berda

Vu le caractère topographique montagneux de la zone, la majorité des douars se trouve groupés autour du centre de la commune. La distance à parcourir pour la collecte de l'eau est relativement courte en comparaison avec les deux autres communes et varie entre 1 et 3 km. La consommation unitaire en eau est dans l'ordre de 13,3 l/hab./j en saison humide et 16,9 l/hab./j en saison sèche.

Les deux puits existants au centre de la commune, exécutés par l'AH en 1983, étaient desséchés et les deux sources avoisinantes débitaient seulement 0,02 l/sec et 0,09 l/sec des quantités insuffisantes pour satisfaire les besoins requis. D'autre part, la source de Tazrhadra débitait dans les environs de 10 l/sec ou 864 m<sup>3</sup>/j dont une partie, 1 l/sec en saison sèche et 5,5 l/sec en saison humide, est transportée par conduite pour l'alimentation de Rhafsaï situé aux pieds de la montagne Aïn Beroa à 3,6 km de Tazrhadra.

### 3.4.3 Paramètres de la Projection de la Demande en Eau

#### (1) Taux de Desserte en Eau Potable

Les recommandations avancées par le Schéma Directeur National sur le Développement de l'Eau Potable Rurale (1992) prévoient, pour le milieu rural marocain, un mode de desserte ultime qui consisterait de 40 % par bornes fontaines, 30 % et 10 % respectivement par points d'eau aménagés et branchements particuliers. En comparaison avec d'autres régions rurales du Maroc, il est envisagé que les conditions actuelles d'AEP dans la région du Pre-rif peuvent atteindre lesdites projections à l'horizon 2010. Ainsi, les taux de desserte en eau à adopter pour les trois zones modèles jusqu'à l'an 2010 seront répartis en conformité avec lesdites recommandations.

#### (2) Demande Unitaire en Eau

Comme indiqué dans le Chapitre II, la projection de la demande en eau préparée par la DRPE est dans l'ordre de 30 l/hab./j.

D'autre part, les projections de la demande unitaire en eau par mode de desserte envisagées dans le Plan Directeur jusqu'à l'horizon 2010 sont présentées dans le Tableau 3.13.

**Tableau 3.13 Projections de la Demande Unitaire en Eau à l'Horizon 2010**

Désignation	PEA	BF	BP
Nombre de personnes desservies par point d'eau	250	200	8
Demande unitaire en eau (l/hab./j)	15	30	50
Demande en eau pour le cheptel (l/UGB/j)	20	20	20

Note:

PEA: Point d'eau aménagé

BF: Borné fontaine

BP: Branchement particulier

Source: Schéma Directeur National

La dotation unitaire d'eau domestique évoluera progressivement avec un taux de croissance annuel de 3 % et passera de 20 l/hab./j, actuellement observé, à 31 l/hab./j à l'horizon 2010.

Alors que la dotation par unité de gros bétail de 20 l/UGB/j demeurera constante jusqu'à l'horizon 2010. Cependant, la demande réelle moyenne annuelle en eau adoptée dans les calculs est considérée égale à 15 pour cent de la dotation de 20 l/UGB/j puisqu' en général le cheptel s'abreuve à partir des cours d'eau ou les oueds durant une bonne partie de l'année.

### (3) Pertes d'Eau Inexpliquées

Les pertes d'eau inexpliquées concernent les réseaux d'eau en milieu urbain ou rural gérés par l'ONEP. Les trois zones modèles sont prévues d'être équipées de réseaux d'AEP et des installations hydrauliques similaires à ceux gérés par l'ONEP. Il serait ainsi prudent de tenir en compte ce paramètre de pertes d'eau inexpliquées lors du dimensionnement des installations.

Par manque de données relatives aux paramètres précités, les taux observés dans les systèmes de Aïn Legdah et de M'kansa peuvent être appliqués pour les zones modèles. Ainsi, un taux de décroissance annuel de 3 pour cent des pertes d'eau inexpliquées peut être adopté afin de diminuer le taux de 40 pour cent, actuellement, observé à 26 pour cent à l'horizon 2010.

#### 3.4.4 Projections des Consommations d'Eau

Les prévisions des besoins futurs en eau potable dans les trois zones modèles sont estimés en fonction de la demande unitaire en eau, des taux de desserte et des pertes d'eau inexpliquées précitées. Les prévisions journalières calculées pour l'horizon 2010 sont de l'ordre de 990 m<sup>3</sup> ou 11,5 l/sec pour Aïn Defali, 468 m<sup>3</sup> ou 5,4 l/sec pour Teroual et 248 m<sup>3</sup> ou 2,9 l/sec pour El-Bibane.