

## 2) Zone Hassian Diab

Elle se trouve dans le cercle de Jerada, à 60km à l'ouest d'Aïn Beni Mathar. C'est une zone de parcours de 30.000ha de superficie, plate, bordée au nord par la route.

Un oued traverse le milieu de la zone dans le sens est-ouest et divise la zone en deux mais au point de vue des plantations et la topographie c'est une zone représentative des périmètres voisins et est tout à fait adaptée pour servir de modèle de moyenne dimension.

## 3) Zone Aïn Beni Mathar

La zone s'étend à l'est de la ville d'Aïn Beni Mathar sur une superficie de 69.000ha. C'est une vaste région de terre inculte.

En 1980, la DPA a désigné cette zone comme zone de gestion d'élevage et essaie, depuis, de contrôler et gérer le nombre de têtes de bétail pour constituer une zone expérimentale visant également au recul du désert.

Mais pour réussir cette expérimentation il faut disposer d'au moins 5 points d'approvisionnement en eau de cheptel alors que la DPA n'a, jusqu' à maintenant, établi que 3 points. Il est donc urgent de créer 2 points d'eau supplémentaires.

### 3.5.3 Eau d'irrigation

#### (1) Généralité

##### 1) Superficie irriguée

Quand il s'agit de création de périmètre d'irrigation, le dégagement et l'affectation des ressources en eau relèvent du Ministère de l'Equipement.

L'étude, la réalisation et le financement des équipements sont assurés par les Services du Ministère de l'Agriculture et de la Réforme Agraire.

L'exploitation des réseaux d'irrigation est assurée par les bénéficiaires des équipements, qui généralement prennent en charge les frais de fonctionnement et d'entretien liés à cette exploitation. En cas de besoin les Services du Ministère de l'Agriculture et de la Réforme Agraire interviennent pour assister les agricultures dans l'accomplissement des activités d'exploitation des réseaux d'irrigation.

Au vu de ce qui précède, nous estimons utile de reconsidérer l'organigramme proposé pour la gestion du projet; l'essature suivante nous paraît constituer une base pour la structuration de l'organigramme en question.

a) Organisme responsable et coordinateur du Projet:

- Ministère de l'agriculture et de la Réforme Agraire - Direction de l'Équipement Rural.

b) Organismes responsables de l'exécution des Equipements:

- pour les forages: Ministère de l'Équipement de la formation Professionnelles et de la Formation des Cadres - Direction de la Recherche et de la Planification de l'Eau.

- Pour les Equipements Hydro-agricole

- pour les Equipements d'Alimentation en eau potable et d'abreuvement du Cheptel: (O.R.M.V.A Moulouya)

c) Exploitation et Gestion des Equipements:

- Suivi des ressources en eau: MEXP. FC - DRPE.

- A.E.P: Communes Rurales intéressées avec appui des Sces techniques provinciaux.

- Abreuvement du Cheptel: Eleveurs concernés avec assistance des Services du M.A.R.A.

La plupart des terres agricoles sont irriguées par l'eau de pluie.

La superficie de la terre agricole des 3 cercles d'Oujda est de 18.524ha soit environ 5,7% de la superficie agricole totale de 326.000ha.

Sur cette superficie irriguée, 12.536ha appartiennent à la D.P.A. Le tableau montre les superficies irriguées selon le type de ressource en eau.

Ressources	N° de Zone	Irrigation Pérenne (ha)	Irrigation Saisonnière (ha)	Irrigation par eau de crue (ha)	Total (ha)
Fleuve	23	5.781	572	3.000	9.353
Source	3	961	257	-	1.218
Puits	1	630	-	-	630
Forage	16	1.355	-	-	1.335
Total	43	8.707	829	3.000	12.536

Selon le tableau, la superficie irriguée par les fleuves occupe 75% de la superficie totale irriguée. Mais les débits moyens journaliers des fleuves principaux, l'oued Za (Taurirt) et l'oued Isly (Guenfouda) sont respectivement de 3,433m<sup>3</sup>/s et 0,31m<sup>3</sup>/s donc on peut dire que le volume d'eau des fleuves exploitable qui reste est moindre.

## 2) Principaux périmètres irrigués

### a) Aïn Beni Mathar

Le périmètre situé au nord-ouest de la ville d'Aïn Beni Mathar est irrigué sur environ 1.100ha par les eaux de 5 forages.

### b) Périmètre irrigué de l'oued Isly

En amont de l'oued Isly, au niveau de Guenfouda, il y a 3 prises d'eau (Prise Zekkara, Prise Sidi Moussa, Prise Knadsa). Selon le programme, chaque captage irrigue une superficie de respectivement 251 ha, 390 ha, et 332 ha (total 937 ha).

Touefois la Prise Knadsa, la plus en aval, ne fonctionne pas et il est fréquemment impossible de prendre de l'eau.

Il est programmé d'irriguer une superficie de 2.500ha par les eaux de crue avec les équipements existants.

Les types de culture sont les légumes, les luzernes, les céréales, les fourrages et les arbres fruitiers.

### c) Périmètre irrigué de Taourirt

L'oued Za, affluent de l'oued Moulouya, est utilisé pour l'irrigation du périmètre au niveau de Taourirt.

Il y a 3 stations, Prise Aidir, Prise Taourirt et Prise Lesshana dont les superficies irriguées sont respectivement de 690 ha, 875 ha et 1.320 ha (total 2.855 ha). Les types de culture sont les légumes, les céréales et les arbres fruitiers.

### 3) Méthode d'irrigation

La méthode d'irrigation pratiquée dans les zones d'études est l'irrigation gravitaire et les types sont en principe par calants, par infiltration ou par submersion.

Les types de produit selon le types d'irrigation sont mentionnés dans le tableau ci-dessous.

Pourtant dans la région de Berkane qui se situe en dehors de la zone du Projet, on applique les méthodes d'aspersion ou de goutte à goutte.

Types de produit selon la méthode d'irrigation

Méthode de l'irrigation	Type
Irrigation gravitaire par calants	Céréales, Fourrages, Maraîchages
Irrigation gravitaire par infiltration	Maraîchages
Irrigation gravitaire par submersion	Arbres fruitiers
Irrigation par équipement d'aspersion	Céréales, Maraîchages
Irrigation par équipement goutte à goutte	Maraîchage

4) Entretien des équipements d'irrigation

Les études d'équipements hydro-agricoles, la planification et la supervision des travaux, sont prises en charge par la D.P.A. et l'étude et l'exploitation des points d'eau sont exécutées par le Ministère de l'Équipement, la D.R.H.M. Les équipements de la D.P.A sont mentionnés en Annexe 3.28.

(2) La situation actuelle des zones concernées  
est mentionnée ci-dessous

Cercle	Commune rurale	Périmètre	Sup. Irrig.	Qté d'irrig.	Types et No
			(ha)	ℓ/s	d'ouvrage reguis
Oujda	Sidi Yahya	Angad	50	300	10 puits
		Sidi Yahya	500	100	1 forage
Jerada	Collectif	Aïn Tbouda	250	200	10 puits
		Aïn Beni Mathar	500	400	5 firage
Taourirt	El Aïoun	Charayaa	50	30	4 puits
		Total	1.800	1.030	24 puits 6 forages

1) Angad (Figure 3.5.1)

La zone Angad se situe au nord-est de l'aéroport d'Oujda et son extrémité est s'étend jusqu'à l'Oued Isly. La plupart des agriculteurs disséminés sur la zone possèdent des puits personnels utilisant les eaux souterraines. Ainsi tout au long de l'Oued Isly, on trouve de nombreux puits.

Pourtant à cause de la sécheresse des dernières années, les puits sont taris et quelques maisons sont abandonnées. Le périmètre du côté est de cette zone a une superficie de 766 ha et est programmé pour l'aménagement d'irrigation par pivot central.

2) Sidi Yahya (Figure 3.5.2)

Deux zones ont été étudiées pour l'irrigation. L'une touche l'extrémité est de la ville d'Oujda (zone A) et

l'autre est sur la zone couverte par la demande d'exploitation de l'eau potable (zone B).

Cependant, comme il est mentionné au chap. 4.2, autour de ce zones, une nouvelle exploitation importante des eaux souterraines n'est pas possible si on veut préserver la nappe.

Ainsi dans la zone de nouvelle exploitation, qui nécessite une quantité d'eau d'irrigation importante il n'est pas souhaitable d'exploiter d'avantage les nappes phréatiques et donc cette zone est exclue du Projet d'irrigation.

- Zone A

L'irrigation de la zone est effectuée à partir des forages existants (Volume maximal disponible, soit 80 l/s), et des canaux d'irrigation en béton sont répartis sur une partie de la zone. Cette zone se transforme progressivement en ville du fait de l'agrandissement de la ville d'Oujda. Des maisons sont en cours de construction, et parfois on trouve des habitations autour de canaux d'irrigation, et l'eau d'irrigation est utilisée comme eau potable. Certaines zones sont en Projet d'urbanisation. Par conséquent l'eau d'irrigation est consommée aussi comme eau potable.

- Zone B

Cette zone comprend la zone couverte pour l'exploitation de l'eau potable (Oulad Arja et Oulad Hamel), et comporte des rivières, mais l'irrigation n'est pas effectuée à cause du manque de débit. Cependant, les oliviers et les orges sont plantés le long de la rivière et cette plantation est relativement bien entretenue. L'irrigation est effectuée dans les petites surfaces par l'eau de puits, sinon en principe la culture en terre sèche est fréquente.

3) Aïn Tbouda (Figure 3.5.3)

A Aïn Tbouda situé à 10km environ au nord ouest d'Aïn Beni Mathar, il y a 3 maisons et 4 puits. L'eau des puits est utilisée pour l'alimentation humaine. L'irrigation du périmètre entier est effectuée par la pluie. Au sud du périmètre, il y a une rivière l'Oued Tbouda mais il est impossible de l'utiliser pour l'irrigation à cause de l'insuffisance de son débit sauf quand il pleut. Le côté nord, opposé à la zone concernée, comporte beaucoup de cailloux, et la terre n'est pas bonne pour l'usage agricole. A environ 1,5km au nord-est de la zone, il y a des forages artésiens (Shib Abdalwahad Forage) qui alimentent Shib Al Ghar en eau.

4) Collectif Aïn Beni Mathar (Figure 3.5.3)

La zone de collectif situé à 6km d'Aïn Beni Mathar n'a pas d'installation d'irrigation, et la totalité de l'irrigation dépend de l'eau de pluie. Au nord de la zone, il y a l'Oued Ouziyyane mais le débit disponible ne suffit pas pour l'irrigation. Il y a des ravins autour de la zone, (Fig. 3.5.3) et le côté ouest est particulièrement érodé.

5) Chrayaa (Figure 3.5.4)

La zone est située à 6km environ d'El Aioun dans la direction ouest. L'irrigation de la zone dépend entièrement de l'eau de pluie. Par contre, les terrains privés à l'est de la zone, sont irrigués par ruissellement ou à temps partiel avec l'eau des puits .

On y pratique les cultures maraîchères.

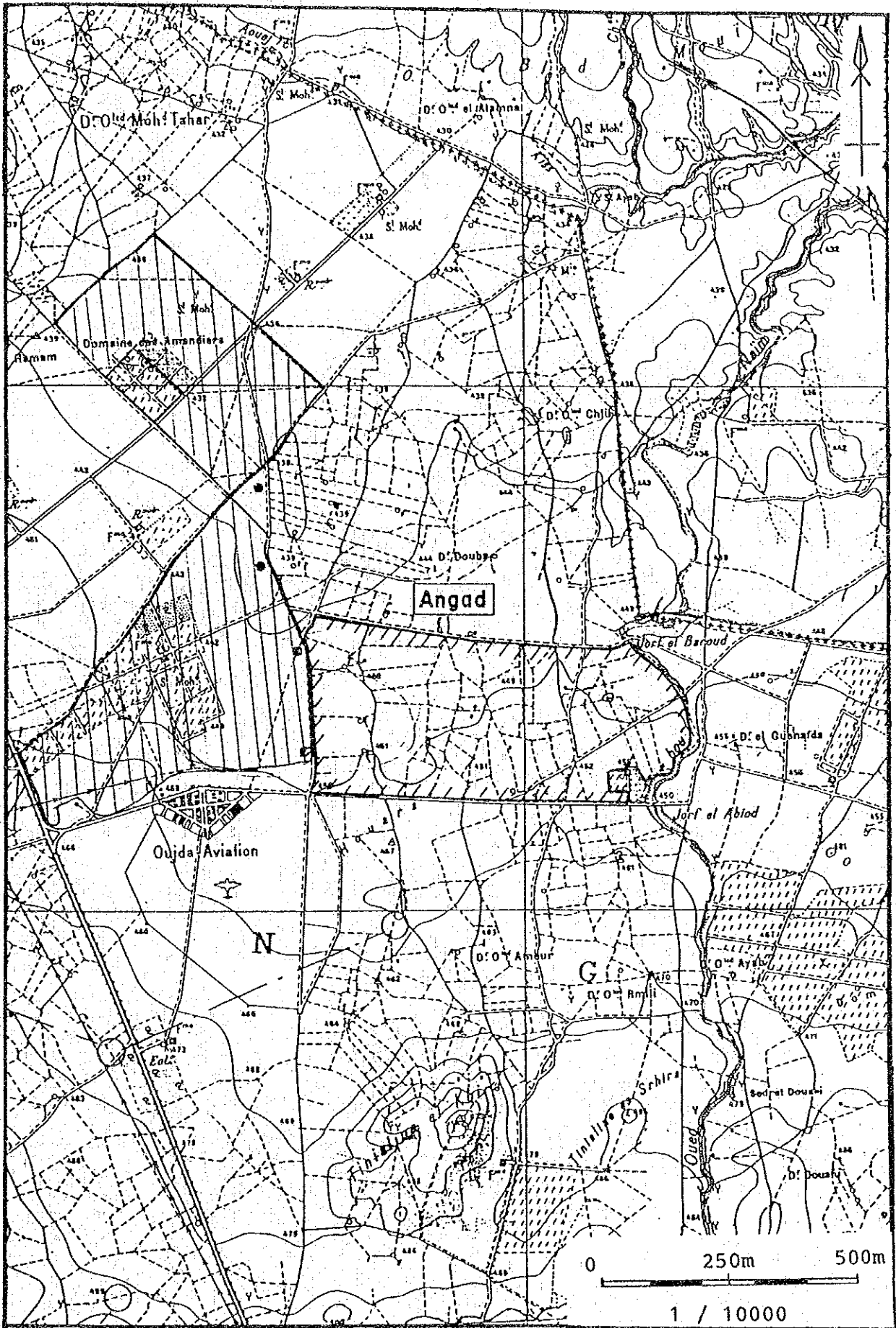


Fig. 3.5.1 Zone Angad



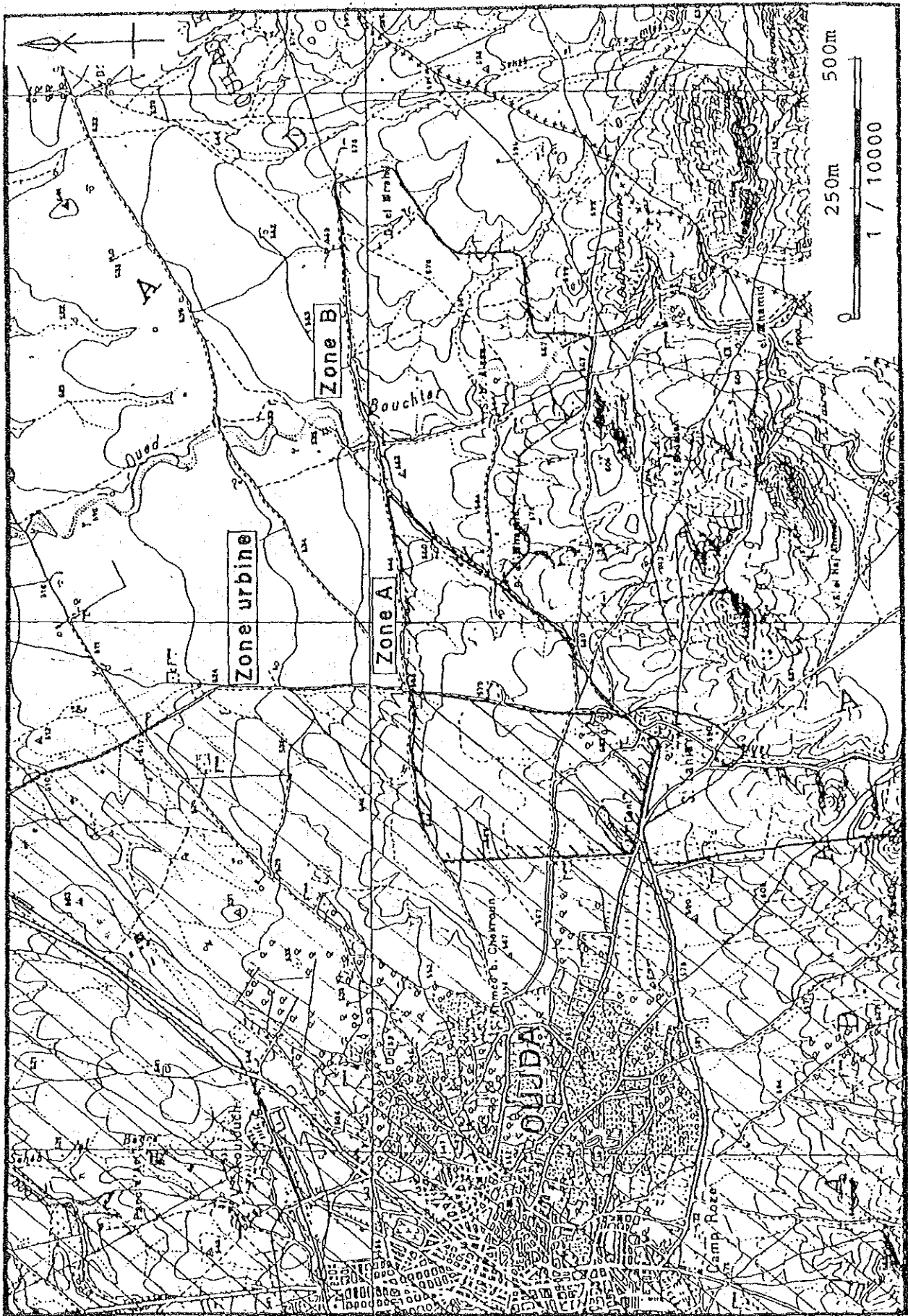


Fig. 3.5.2. Zone Sidi Yahia

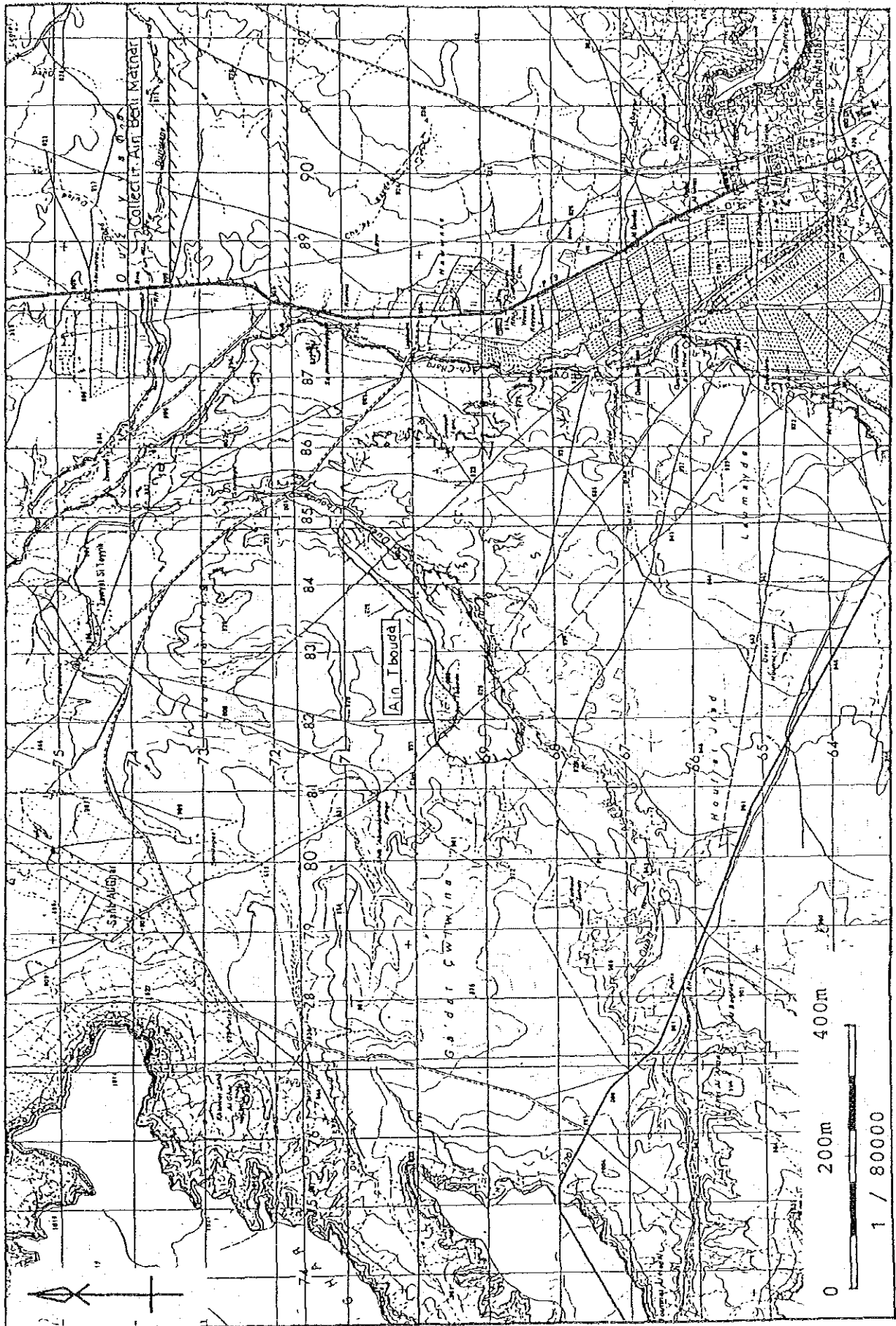


Fig. 3.5.3 Zone Ain Tbouba, Collectif Ain Beni Mathar

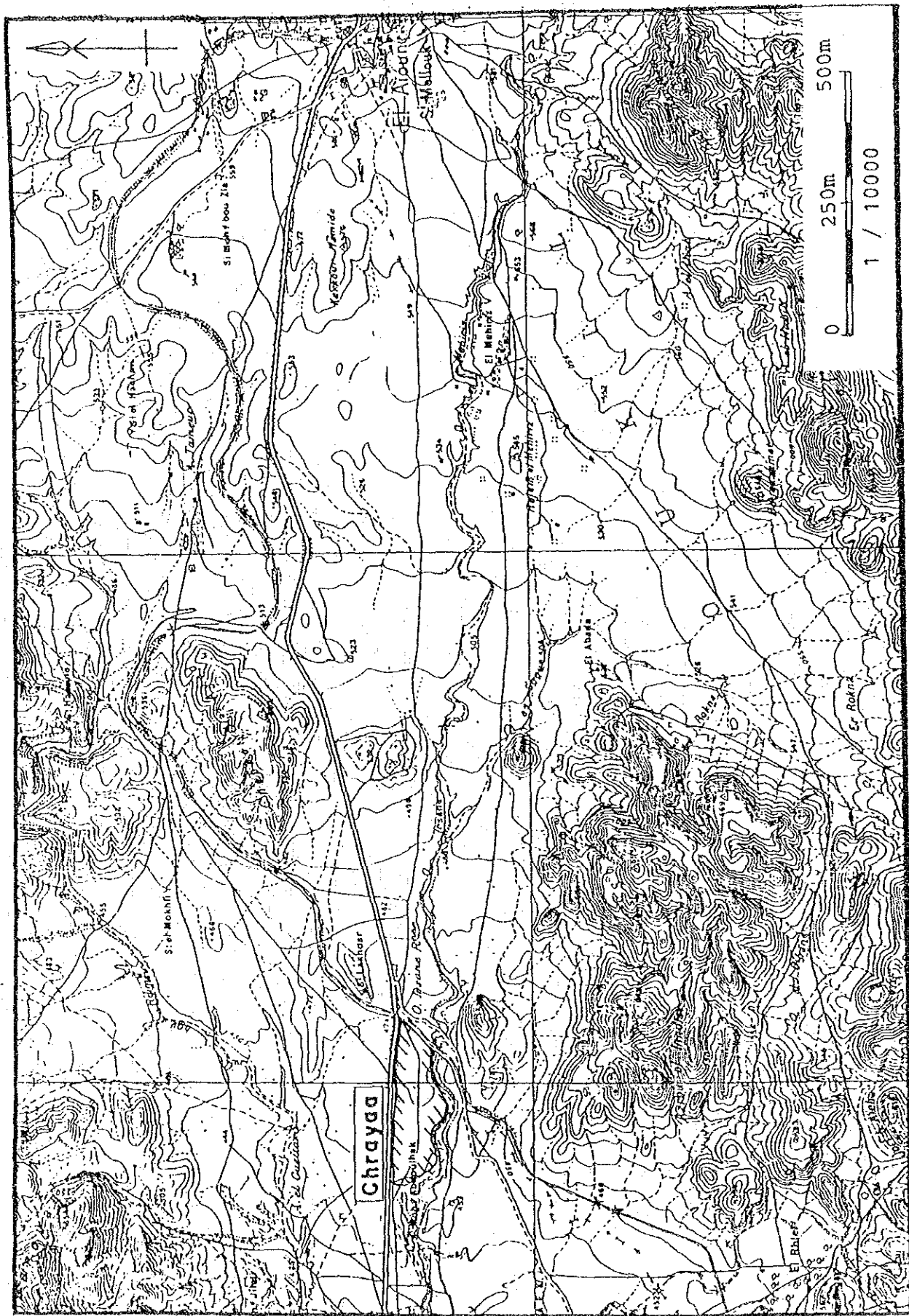


Fig. 3.5.4 Zone Chrayaa

CHAPITRE IV  
PLAN DE DEVELOPPEMENT



## CHAPITRE IV

### PLAN DE DEVELOPPEMENT

#### 4.1 Plan du Développement Agricole

##### 4.1.1 Nécessité du Projet

Comme il a été mentionné dans la situation actuelle des zones du plan, la sécheresse, qui persiste depuis cinq ans, a causé l'appauvrissement du milieu rural des trois cercles d'Oujda et il s'avère, après étude, que la situation actuelle est beaucoup plus grave que prévue.

Les activités principales de la région qui sont l'agriculture et l'élevage, dépendent de l'eau de pluie, de l'eau de surface et de la nappe phréatique. Dès qu'il y a eu pénurie d'eau par suite de la sécheresse, les habitants ont été obligés de diminuer progressivement leurs activités et même de les abandonner.

Les 22 sites objets du plan de développement ont été sélectionnés dans la province d'Oujda du fait que, parmi les régions endommagées par la sécheresse c'est celle qui a été la plus touchée.

Ainsi, il est urgent de prendre les mesures indispensables en vue d'assurer des ressources stables en eau et d'améliorer le milieu rural en détresse pour la reprise des activités agricoles de la Province d'Oujda.

Pour cela, au niveau du Gouvernement marocain, le Ministère de l'Équipement, de la Formation Professionnelle et de la Formation des Cadres, a pris l'initiative d'exécuter des recherches afin d'assurer des ressources stables d'eaux souterraines. Mais les eaux souterraines dans les zones concernées se trouvent à une grande profondeur, et par rapport aux difficultés économiques du pays le coût d'exploitation constitue un frein considérable.

Ainsi, pour la région d'Oujda, l'objectif prioritaire du plan de développement par secteur du quatrième plan quinquennal consiste à planifier le développement agricole en utilisant les ressources aquifères limitées pour constituer un approvisionnement en eau potable, eau de cheptel et eau d'irrigation. De plus ce sera un plan modèle pour

les régions dont la climatologie et les conditions du sol sont similaires à ceux de la zone du Projet.

Un effet de sensibilisation pourra être attendu dans ce plan.

Par conséquent, si les forages sont réalisés, les données recueillies grâce à leur exécution constitueront des informations précieuses pour l'analyse future du système aquifère et l'exploitation des diverses zones.

#### 4.1.2 Composants du plan du développement

Le plan est établi pour les 22 sites sélectionnés:

- |                                     |  |
|-------------------------------------|--|
| a) Eau potable dans le milieu rural | 14 sites                                 |
| b) Eau de cheptel                   | 3 sites                                  |
| c) Eau d'irrigation                 | 5 sites                                  |
| d) Zone modèle                      | 1 site choisi sur les zones d'irrigation |

Lors de l'établissement du plan des sites a,b,c, les ressources en eau à assurer et l'estimation de la quantité nécessaire qui sont de première importance seront notamment considérées. De même, la potentialité des eaux souterraines et le système aquifère seront vérifiés autant que possible.

D'autre part, pour que le Gouvernement marocain puisse développer lui-même des plans similaires d'exploitation des eaux souterraines, il est indispensable d'alléger la charge et les coûts du Projet. Etant donné que la plupart des dépenses du Projet sont attribuées à l'exploitation des eaux souterraines, il sera souhaitable que le Ministère de l'Equipement possède le matériel nécessaire à cet effet.

Ainsi il est recommandé que le Ministère de l'Equipement établisse une structure pour promouvoir des projets similaires, et cette mesure doit être prise en urgence.

#### 4.1.3 Sélection de la zone modèle

Les activités principales de la province d'Oujda ont toujours été l'agriculture et l'élevage et cela ne devrait pas changer dans l'avenir. De ce fait, il est nécessaire de poser les installations mentionnées ci-

dessous dans les zones d'irrigation couvertes par le Projet, et d'établir un plan de développement pour une zone-modèle. La création de cette zone aura pour effet de disposer d'un programme de développement agricole plus convenable pour les régions voisines dévastées par la sécheresse.

a) Installations d'eau potable

b) Installations d'irrigation

En plus des installations mentionnées ci-dessus, il y a des installations qui contribuent à améliorer le niveau de vie du milieu rural comme les routes, l'électricité, les télécommunications, l'éducation, les hôpitaux et autres établissements publics.

Cependant, dans la plupart des villages dont les habitants sont dispersés, il sera difficile d'atteindre un rendement satisfaisant des installations publiques.

Donc il sera plus équitable d'exécuter d'abord les installations d'eau potable et d'irrigation qui sont de première nécessité, ensuite aménager d'autres équipements et environnement du milieu rural au fur et à mesure du développement du village autour des installations hydrauliques.

Concernant la sélection de la zone modèle, après les recherches sur le terrain et les discussions avec la partie marocaine, la zone collective d'Ain Tbouda a été désignée comme zone modèle.

Cette zone agricole, comme nous l'avons vu au chapitre «Situation actuelle», est irriguée par les eaux de pluie. Le gouvernement du Maroc a mis l'accent sur cette région dévastée par la sécheresse avec comme premier objectif une augmentation de la productivité.

L'administration de tutelle qui gère les terres collectives est le Ministère de l'Intérieur.

Donc la collectivité possède le droit d'exploitation et par conséquent, il n'y a pas de problème d'acquisition de terre pour la zone modèle. Le Ministère de l'Agriculture et de la Réforme Agraire, le Préfet de la province et les agriculteurs ont exprimé leur compréhension du choix de la zone modèle.



Au début, la dimension de la zone modèle devait être de 30 à 50 ha mais finalement une superficie de 65 ha a été désignée en tenant compte de la superficie d'irrigation d'un forage.

La méthode d'irrigation gravitaire sera appliquée sur 60 ha de la zone modèle ainsi que sur la zone entière d'Aïn Tboua.

Pour le reste des 5 ha, l'irrigation par aspersion sera introduite (Voir 4.4.3 Plan d'eau d'irrigation 2) Méthode d'irrigation de la one modèle).

## 4.2 Planification du développement des eaux souterraines

### 4.2.1 Planification du développement

Dans la province d'Oujda, la plupart des sources profitant des eaux souterraines phréatiques ont été affectées directement par la sécheresse de ces dernières années et sont actuellement hors d'usage ou ont vu leur débit diminuer considérablement. La plupart de sources qui jaillissent au pied des montagnes ce qui a été observé dans les régions de Louiza, Tafрата et Mesteferkier, et des puits de moins de 20 mètres de profondeur sont secs.

Par conséquent, pour la planification du développement des ressources hydrauliques, il a été décidé en priorité de dissoudre les systèmes qui dépendent des puits artisanaux et d'assurer la distribution stable des eaux souterraines.

Pour l'augmentation des débits à partir de la source existante de la région, il suffit de rechercher l'eau dans les couches aquifères plus profondes, ou encore d'amener l'eau à partir d'une zone extérieure. Il ne s'agit donc que d'entreprendre de nouveaux forages en profondeur.

Les points d'eau pour l'élevage et l'irrigation n'ont pas de source disponible, ils doivent être ainsi fournis par les forages nouveaux.

Toute planification du présent projet est examinée sur la base de la création de nouveaux forages dont la profondeur, le niveau de nappe et le potentiel de débit sont différents pour chaque lieu.

#### 4.2.2 Potentiel de captage

Le Tableau 4.2.1 fait ressortir le potentiel de captage de chaque emplacement de forage, qui a été estimé à partir des volumes captés avec les puits abyssiniens qui existent sur chacun des lieux du projet, la profondeur de ces puits et les conditions hydrogéologiques. Les deux régions marquées d'un astérisque (\*) dans le tableau sont des régions pour lesquelles on ne dispose pas de puits de référence et qui présentent de l'eau dans les fissures. Il est donc difficile d'estimer les débits d'exploitation.

Comme nous l'avons mentionné auparavant, la nappe libre de la région de Sidi Bou Houria (y compris Aïn Sfa, Naïma) et la nappe captive de la région de Sidi Yahya ont tendance à être surexploitées avec les puits déjà en place, il est donc préférable de ne pas creuser de nouveaux puits.

En ce qui concerne l'irrigation des 400ha du Projet dans la région d'Angad (volumes nécessaires: 300  $\ell/s$ ), on dispose actuellement d'une vingtaine de puits artisanaux et l'eau est captée dans la nappe libre, mais son niveau baisse d'environ 0,7 m par an. Si on ajoute à cela l'effet de la sécheresse, on pense que le débit actuel de 10  $\ell/s$  par puit (200  $\ell/s$  aux 20 puits) ne pourra être maintenu que si on descend les puits de 10 à 20 m de plus et qu'on leur ajoute des pompes. Par conséquent, comme les puits artisanaux ne pourront pas assurer la couverture de 100  $\ell/s$  nécessaire pour irriguer les 400 ha du programme, il faudra creuser 10 puits abyssiniens. Or, du point de vue de la situation actuelle des ressources en eau, la limite du potentiel d'irrigation est située à 500 ha. Exploiter la nappe au-delà ne sera pas possible.

La région de Chrayaa est située sur une nappe phréatique libre de petite taille dont les bassins sont complètement en aval. Il ne sera donc pas possible de capter des volumes d'eau suffisants à partir des puits artisanaux et il faudrait creuser des puits abyssiniens jusqu'à la nappe captive. Cependant si on tient compte de l'interférence entre les puits on remarque qu'il ne sera pas possible de forer plus de trois puits (5 litres par emplacement).

La nappe phréatique de la région d'Ain Beni Mathar est exploitée à grande échelle et étant données les ressources actuelles, le potentiel limite des nouvelles exploitations de la nappe a été fixé à 500 ha.

Tableau 4.2.1 Potentiel de captage

(1) Alimentation en eau potable

Cercle	Commune Rurale	Centre ou Douar intéressé	Débit (l/s)	Profondeur (m)	Niveau d'eau (m)
Oujda	Sidi Yahya	Oulad Arja	10~20	200~250	100~120
		Oulad Hamel	10~20	200~250	100~120
	Naïma	Oulad Haamel	5	200~250	30~60
		Louiza	5	200~250	30~60
	Mesteferki	Misteferki	5	200~250	100~120
	Beni Drar	Hassi Jdaini	5	200~250	30~50
		Chraga	5	200~250	30~50
	Ain Sfa	Hajen Msallah	5	150~200	130
		Mojen Hassi Bessara	5	150~200	130
Jerada	El Aouinat	Khalloufyine	2~5*	150~200	80
		Sahb Ahmed	2~5*	150~200	80
Taourirt	MéchraâHommadi Gouttitir El Ateuf	Oued Bou Rdim	5	250~300	50
		Tafrata	5	150~200	50
		Atenf	3~5	200~350	100~150
Total		14 Cercles et Douars	2~20	150~350	30~150

(2) Alimentation du cheptel - Périmètres d'amélioration pastorale

Cercle	Commune Rurale	Périmètre pastorale	Débit (l/s)	Profondeur (m)	Niveau d'eau (m)
Jerada	Mérija	Rkiz	5~10	350~400	100~150
		Hassian Diab	5	350~400	100~150
	Aïn Beni Mathar	Aïn Beni Mathar	5~10	300~350	50~100
Total		3 périmètres pastoraux	5~10	300~400	50~150

### (3) Irrigation

Cercle	Commune Rurale	Périmètre	Débit (ℓ/s)	Profondeur (m)	Niveau d'eau (m)
Oujda	Sidi Yahya	Angad	10~20	200~250	80~120
Jerada	Aïn Beni Mathar	Aïn Tbouda Collectif	50~80	300~350	50~100
		Aïn Beni Mathar	50~80	300~350	30~90
Taurirt	Elioun	Chrayaâ	5	250~300	50~100
Total		5 périmètres	5~80	200~350	30~120

#### 4.2.3 Préservation des ressources hydrauliques

La région faisant partie de la zone semi-aride avec des précipitations annuelles de l'ordre de 150-350mm, celle ne peut pas bénéficier d'un rechargement naturel. Les oueds ne sont pleins qu'au moment des pluies (sauf l'oued Za et l'oued Isly) et, le reste du temps sont généralement à sec. Ils ne peuvent pas constituer une source d'approvisionnement stable.

Malgré les conditions naturelles mentionnées ci-dessous, l'exploitation des eaux souterraines s'est accélérée ces dernières années et on peut compter dans trois cercles de la Province d'Oujda environ 1.200 puits équipés d'une pompe. Le nombre total de puits non équipés est estimé à 2.000.

Ainsi, dans la zone de Sidi Yahya far exemple, on observe une dépression de la nappe par la croissance de débit. Les ressources hydrauliques de la région concernée étant limitées, il est indispensable de prévoir leur contrôle et leur préservation. Les Ministères de l'Equipement et de l'Agriculture ont donc entrepris sérieusement le contrôle de la nappe et équipé la région de plusieurs piézomètres.

La construction de nouveaux puits par contre n'est actuellement pas contrôlée de sorte que leur emplacement et profondeur ainsi que leur débit ne sont pas obligatoirement rapportés par le propriétaire.

On considère qu'il est urgent d'effectuer sérieusement la mise à jour des contrôles sur les facteurs mentionnés ci-dessus, et d'établir l'inventaire des puits qui est incomplet aujourd'hui.

#### 4.2.4 Baisse piézométrique de la nappe phréatique

##### (1) Hypothèse : cas où il n'y a pas de recharge des eaux

Dans la zone Ain Beni Mathar, actuellement 14 forages sont exploités et leur débit est d'environ 870  $\ell/s$ . Si de nouveaux forages sont exécutés et l'exploitation des eaux est effectuée avec des volumes importants, cela se répercutera sur les forages voisins risquant de provoquer la disparition de l'artésianisme à cause de la baisse du niveau de la nappe.

La baisse de niveau est calculée avec une hypothèse de 100 $\ell/s$  (8640m<sup>3</sup>/jour). Pour ce calcul, les coefficients utilisés sont ceux de l'essai de pompage de Ras El Aïn au forages IRE 56 et au forage 1/8 obtenus à titre expérimental lors des nombreux essais de pompage effectués dans le passé dans la région du Projet par le Ministère de l'Équipement.

Tableau 4.2.2 Coefficients hydrologiques appliqués pour le calcul

Facteur	No. de Forage	I.R.E. 1/18	I.R.E. 56/18	---
Profondeur de forage	(m)	90	254	---
niveau d'eau	(m)	+2,80 (artésien)	+3,55 (artésien)	---
Volume d'exploitation	( $\ell/s$ )	78	72	100
Coefficient de transmissivité	(m <sup>2</sup> /s)	$2,6 \times 10^{-1}$	$1,2 \times 10^{-2}$	$1,0 \times 10^{-1}$
Épaisseur de la couche aquifère	(m)	58	224	100
Coefficient de perméabilité	(m/s)	$4,3 \times 10^{-3}$	$5 \times 10^{-5}$	$1,0 \times 10^{-3}$
Coefficient de stockage	(-)	$6,1 \times 10^{-3}$	$1,3 \times 10^{-3}$	$5,0 \times 10^{-4}$

Pour le calcul, on a appliqué l'équation suivante de Taiss-Nomizo.

$$s = \frac{Q}{4\pi T} \int_u^{\infty} \frac{e^{-u}}{u} du$$

$$= \frac{Q}{4\pi T} W(u) \dots\dots\dots (1)$$

$$u = \frac{r^2 S}{4\pi T t} \dots\dots\dots (2)$$

- s: Baisse de niveau de nappe
- r: Distance entre le centre de forage d'exploitation et le centre du piézomètre
- t: Durée d'extraction des eaux
- T: Coefficient de transmissivité
- S: Coefficient de stockage

Ici, W(u) est une fonction de forage et peut être développée en série de la manière suivante.

$$W(u) = 0,5772 - \log_e u + u - \frac{u^2}{2 \times 2!} + \frac{u^3}{3 \times 3!} - \frac{u^4}{4 \times 4!} \dots\dots\dots (3)$$

Le résultat du calcul est mentionné aux Tableaux 4.2.3, 4.2.4 et 4.2.5.

Tableau 4.2.3 Résultat de calcul de baisse de la nappe (1)

r(m)	t	1 jour	1 an	10 ans	50 ans	100 ans
0,12		12,4	16,3	17,8	18,86	19,20
500		1,35	5,22	6,74	7,81	8,27
1000		0,58	4,30	5,82	6,89	7,35
2000		0,10	3,38	4,91	5,97	6,43
3000		0,01	2,85	4,37	5,44	5,90
4000		négligeable	2,47	3,99	5,05	5,52
5000		"	2,18	3,69	4,76	5,22

Où  $Q=100\ell/s$   
 $T=1,2 \times 10^{-2} m^2/s$   
 $S=1,3 \times 10^{-3}$

Tableau 4.2.4 Résultat de calcul de baisse de la nappe (2)

r(m)	t	1 jour	1 an	10 ans	50 ans	100 ans
0,12		0,62	0,80	0,87	0,92	0,94
500		0,11	0,29	0,36	0,41	0,43
1000		0,07	0,25	0,32	0,36	0,39
2000		0,03	0,20	0,27	0,32	0,34
3000		0,01	0,18	0,25	0,30	0,32
4000		négligeable	0,16	0,23	0,28	0,30
5000		"	0,15	0,22	0,27	0,29

Où  $Q=100\ell/s$   
 $T=2,6 \times 10^{-1} m^2/s$   
 $S=6,1 \times 10^{-3}$

Tableau 4.2.5 Résultat de calcul de baisse de la nappe (3)

r(m)	t	1 jour	1 an	10 ans	50 ans	100 ans
0,12		1,73	2,20	2,38	2,51	2,57
500		0,40	0,87	1,13	1,19	1,24
1000		0,29	0,76	0,94	1,07	1,13
2000		0,19	0,65	0,83	0,96	1,02
3000		0,13	0,59	0,77	0,90	0,95
4000		0,09	0,54	0,72	0,85	0,91
5000		0,06	0,50	0,69	0,82	0,87

Où  $T=1,0 \times 10^{-1} \text{m}^2/\text{s}$   
 $=8640 \text{m}^2/\text{d}$   
 $S=5,0 \times 10^{-4}$   
 $Q=100 \text{l}/\text{s}$   
 $=8640 \text{m}^3/\text{d}$

Si on compare les deux tableaux, il ressort que dans le cas de IRE 56/18 dont le coefficient de transmissivité et le coefficient de stockage sont tous les deux mineurs, le résultat de calcul donne:

- environ 19m de baisse de niveau du nouvel ouvrage, et environ 7m de baisse de niveau de nappe dans une périphérie de 1000m à partir du nouvel ouvrage, 50 ans après le commencement de l'exploitation.

Mais dans le cas de IRE 1/18:

- environ 1m de baisse du nouvel ouvrage, et environ 40cm de baisse de niveau de nappe dans une périphérie de 1000m à partir du nouveau forages 50 ans après le commencement de l'exploitation.

Il est difficile de déterminer quel cas s'applique à la situation actuelle mais il est évident qu'une nouvelle exploitation entrainera la fin de l'artésianisme.

Donc les résultats du calcul nous suggèrent la nécessité de prendre des mesures contre la baisse.



(2) Hypothèse : cas de rechargement des eaux par les fuites

L'équation 1) appliquée peut être établie comme condition lorsque la couche aquifère est isolée en son plancher et son plafond par des couches imperméables mais cet exemple est plutôt rare dans la nature. La plupart des couches présumées imperméables ont en fait une faible perméabilité. Par conséquent, à la suite des baisses de la hauteur piézométrique aux alentours du forage exploité, le rechargement des eaux par les fuites (rechargement par infiltration) s'effectue à travers les couches peu perméables du haut et du bas.

Une fois que ce phénomène est apparu, la baisse piézométrique ne se développe pas dans la mesure où ce rechargement continue.

Comme nous le voyons figure 4.2.1, la baisse piézométrique est calculée par la méthode de Hantush dans le cas d'existence d'un rechargement des eaux.

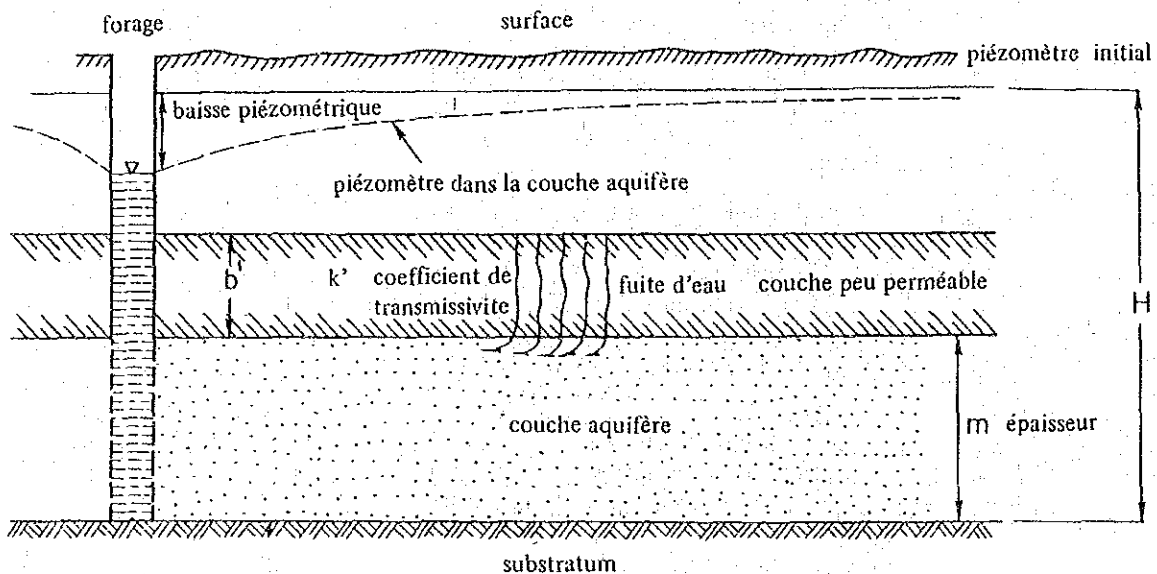


Figure 4.2.1 Rechargement des eaux vers la couche aquifère par l'infiltration.

Selon la méthode de Hantush, la baisse piézométrique est exprimée de la manière suivante.

$$\begin{aligned}
 s &= \frac{Q}{4\pi T} \int_u^\infty (1/y) \exp(-y - r^2/4B^2y) dy \\
 &= \frac{Q}{4\pi T} \left[ 2J_0(r/B) - \int_q^\infty (1/y) \exp(-y - r^2/4B^2y) dy \right] \\
 &= \frac{Q}{4\pi T} W(u, \frac{r}{B}) \dots\dots\dots (4)
 \end{aligned}$$

Où

$$u = \frac{r^2 S}{4uT_u}$$

$$q = \frac{(r^2/4B^2)}{u} = \frac{Tt}{SB^2}$$

Jo: fonction de Bessel d'étage zéro de deuxième type

B: Coefficient de fuite  $c = \sqrt{T(b'/k')}$

b': Epaisseur des couches peu perméables

k': Conductibilité hydrologique des couches peu perméables

Si on admet que le volume exploité Q est de 100 l/s, l'épaisseur des couches peu perméables b' est de 200m, k' de  $1 \times 10^{-5}$  m/s et si on utilise les coefficients hydrologiques du Tableau 4.2.2 il ressort que la baisse du niveau est égale aux chiffres des tableaux 4.2.6, 4.2.7 et 4.2.8.

Tableau 4.2.6 Résultat de calcul de baisse de la nappe (4)

r(m)	t	1 jour	1 an	10 ans	50 ans	100 ans
0,12		-	-	-	-	-
500		0,54	0,55	0,55	0,55	0,55
1000		0,14	0,15	0,15	0,15	0,15
2000		0,011	0,014	0,014	0,014	0,014
3000		négligeable	-	-	-	-
4000		dito	-	-	-	-
5000		dito	-	-	-	-

Où  $Q=100\ell/s$   
 $T=1,2 \times 10^{-2} m^2/s$   
 $S=1,3 \times 10^{-3}$

Tableau 4.2.7 Résultat de calcul de baisse de la nappe (5)

r(m)	t	1 jour	1 an	10 ans	50 ans	100 ans
0,12		-	-	-	-	-
500		0,091	0,10	0,10	0,10	0,10
1000		0,053	0,063	0,063	0,063	0,063
2000		négligeable	-	-	-	-
3000		dito	-	-	-	-
4000		dito	-	-	-	-
5000		dito	-	-	-	-

Où  $Q=100\ell/s$   
 $T=2,6 \times 10^{-2} m^2/s$   
 $S=6,1 \times 10^{-3}$

Tableau 4.2.8 Résultat de calcul de baisse de la nappe (6)

r(m)	t	1 jour	1 an	10 ans	50 ans	100 ans
0,12		-	-	-	-	-
500		0,20	0,20	0,20	0,20	0,20
1000		0,10	0,10	0,10	0,10	0,10
2000		0,04	0,04	0,04	0,04	0,04
3000		0,016	0,016	0,016	0,016	0,016
4000		0,007	0,007	0,007	0,007	0,007
5000		0,003	0,003	0,003	0,003	0,003

Où  $B^1=200m$   
 $k^1=1 \times 10^{-5}$   
 $=0,864m/d$

#### 4.3 Plan de développement agricole

L'agriculture est l'activité principale de la province d'Oujda avec notamment une production de céréales importante.

La production des céréales diminue à cause de la sécheresse, et l'élevage est aussi touché par cette anomalie climatologique qui a engendré la diminution de la production fourragère et la perte de nombreuses têtes de bétail.

Face à cette situation, l'augmentation de production des ovins a été envisagée dans la zone du projet, et la culture maraîchère de masse a également été programmée.

La zone modèle de 65ha à Aïn Tbouda constitue une mesure pour augmenter le rendement économique.

##### 4.3.1 Plan d'assolement

Les produits agricoles autour de la zone d'irrigation du projet sont en principe les céréales, mais l'élevage d'ovins est également pratiqué.

L'objectif est de stabiliser l'économie agricole par l'introduction de la culture maraîchère qui est plus rentable (voir la figure 4.3.1).

Les superficies agricoles des 4 périmètres de la zone du projet sont indiquées dans le tableau ci-dessous.

Périmètre	Superficie totale (ha)	Superficie cultivée (ha)
Angad	505	400
Ain Tbouda dont la zone modèle	270 (80)	215 (65)
Collectif A.B. Mathar	545	435
Chrayaa	58	46
Total	1.378	1.096

Cependant il a été décidé que la superficie cultivée serait de 80% de la superficie de la zone. En outre on a étudié un système d'assolement principal (CAS I) et un système d'assolement de remplacement (CAS II).(voir Annexe 4.31)

Fig. 4.3.1 PLAN DE CULTURE

Nom de périmètre	Mois	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8
<u>Angad</u> (400Has)	50Has	Blé dur											
	50Has	Bersim						Maïs grains Maïs fourragères					
	50Has	Légumineuse						Maraichage					
	50Has	Pomme de terre						Sudan grass					
	66.7Has	Blé dur											
	66.6Has	Bersim						Maraichage Maïs fourragère					
66.7Has	Légumineuse						Sudan grass						
<u>Aïn Béni Mathar</u> (435Has)	87Has	Légumineuse				Blé dur				Bersim			
	87Has	Bersim		Légumineuse				Maraichage					
	87Has	Bersim				Maïs fourragère							
	87Has	Blé dur								Legumineuse			
	87Has	Luzerne											
<u>Chrayâa</u> (46Has)	11.5Has	Bersim						Maïs					
	11.5Has	Blé dur											
	11.5Has	Légumineuse						Maraichage					
	11.5Has	Pomme de terre						Sudan grass					
<u>Aïn Tbouâa</u> (150Has)	50Has	Blé dur											
	50Has	Bersim		Légumineuse				Maraichage Sudan grass					
	50Has	Bersim						Maïs					
<u>Ferme modèle</u> (Irrigation super.) (60Has)	20Has	Blé dur											
	20Has	Bersim		Légumineuse				Maraichage Sudan grass					
	20Has	Bersim						Maïs					
<u>Ferme modèle</u> (par Aspersion) (5Has)	1,6Has	Carotte						Pomme de terre					
	1,7Has	Navet						Concombre					
	1,7Has	Fève						Tomate					

Le premier cas (Cas I) a été finalement sélectionné à cause de son avantage sur l'économie d'eau et de sa rentabilité,

Le détail est mentionné ci-dessous.

(1) Angad (400ha)

1) Propriétés de moins de 2ha (200ha)

- a) (1 ère année) Blé dur 50ha
- b) (2 ème année) Bersim 50ha, Maïs 25ha, Maïs fourragers 25ha
- c) (3 ème année) Fèves 50ha, cultures maraîchères 50ha
- d) (4 ème année) Pommes de terre 50ha, herbages 50ha

2) Propriétés de 2 à 5ha (200ha)

- a) (1 ère année) Blé dur 66,7ha
- b) (2 ème année) Bersim 66,6ha, Cultures maraîchères 33,3ha, Maïs fourragers 33,3ha
- c) (3 ème année) Fèves 66,7ha, herbages 66,7ha

(2) Aïn Tbouda (215ha)

Sur les 215ha de superficie cultivée 65ha font partie de la zone modèle, et le reste de 150ha constitue un périmètre ordinaire.

Pour la zone modèle, voir le chapitre 4.3.9 Projet de zone modèle

- a) (1 ère année) Blé dur 50ha, Bersim 50ha
- b) (2 ème année) Fève 50ha, Cultures maraîchères 25ha, herbages 25ha
- c) (3 ème année) Bersim 50ha, Maïs 50ha

(3) Collectif Aïn Beni Mathar (435ha)

1) Périmètre d'assolement à 4 ans

- a) (1 ère année) Blé dur 87ha, Bersim 87ha
- b) (2 ème année) Fèves 87ha, Cultures maraîchères 87ha
- c) (3 ème année) Bersim 87ha, Maïs fourragers 87ha
- d) (4 ème année) Blé dur 87ha, Légumineuses 87ha

2) Plantation de luzernes pendant 4 ans

Cycle de 4 ans sans interruption, et la 4<sup>ème</sup> année, une partie de cette zone est remplacée par une autre zone d'assolement à 4 ans.

(4) Chrayaa (46ha)

- a) (1<sup>ère</sup> année) Bersim 11,5ha, Maïs 11,5ha
- b) (2<sup>ème</sup> année) Blé dur 11,5ha
- c) (3<sup>ème</sup> année) Fève 11,5ha, Cultures maraîchères 11,5ha
- d) (4<sup>ème</sup> année) Pommes de terre 11,5ha, herbages 11,5ha

4.3.2 Programme de culture

(1) Labourage, hersage

Le labourage est effectué assez profond, entre 25 à 30cm, ce qui est efficace pour garder une certaine quantité d'eau dans le sol et pour favoriser l'accroissement de racines qui favorise l'augmentation de la production. Ces travaux sont exécutés 2 ou 3 semaines avant les semailles. Par conséquent, ils seront programmés et effectués avec soin pour le bon déroulement des semailles.

Quant aux cultures maraîchères dont les semences sont petites, le hersage doit être exécuté assez minutieusement pour l'homogénéité de pousse de germes. Selon l'espèce de légumes, il faut effectuer cette étape ailleurs et transplanter après la poussée de germes.

(2) Semailles et engrais

L'époque des semailles qui varie selon le type de culture, les quantités semées et la quantité d'engrais sont indiqués au tableaux 4.4 et 4.3 de l'Annexe.

La durée d'irrigation est déterminée selon la période de semailles et de récolte. Les semailles sont effectuées toutes à la fois à la date fixé.

Selon l'état de croissance des cultures des engrais supplémentaires seront ajoutés mais il est difficile de déterminer



à quelle période. En général, il est préférable de l'effectuer juste après l'irrigation.

(3) Entretien

Il est préférable d'effectuer le sarclage et le buttage 1 ou 2 jours après l'irrigation.

(4) Irrigation

La méthode appliquée est gravitaire pour les blés durs et la luzerne, par ruissellement pour le bersim et les maïs et par infiltration pour les cultures maraîchères.

En cas d'irrigation par ruissellement, le terrain doit être plat sinon l'eau d'irrigation ne se répartira pas sur tout le périmètre. Le problème existe aussi pour l'irrigation par infiltration.

La première irrigation est particulièrement importante.

(5) Récolte

Les retards de récolte entraînent une diminution de la production. Il faut donc l'effectuer au bon moment.

Le moment des récoltes du maïs, des légumineuses et des pommes de terre étant déterminé, l'irrigation sera arrêtée 7 ou 10 jours avant afin de faciliter les travaux.

Après la récolte, il est préférable d'effectuer la sélection des légumes pour contrôler la qualité des produits (voir les tableaux 3.4.12 à 14)

(6) Expédition

A part les produits consommés par le ménage, toutes les récoltes sont expédiées directement sur les marchés. Les légumes sont acheminée par un circuit de détaillants et le bétail par des maquignons.

La région du Projet ayant un réseau routier relativement développé il ne devrait pas y avoir de problème de transport pour les produits.

#### 4.3.3 Programme d'intrants agricoles

La quantité d'intrants agricoles fournie selon les périmètres et les types de produit est mentionnée dans le tableau ci-dessous.

La quantité totale des semences, des engrais, des fumiers et des phytosanitaires est respectivement de 135,4 tonnes, 1.327,1 tonnes, 11.289,3 tonnes et 70,4 tonnes.

Le détail des besoins en intrants par ha est indiqué en Annexe 4.4.

< Angad >

	Superficie cultivée ha	Semences		Engrais		Insecticides	
		par ha kg	Qté besoin t	par ha kg	Qté besoin t	par ha kg	Qté besoin t
Blé dur	116,7	160	18,7	600	70,0	200	23,3
Bersim	116,6	30	3,5	750 FU.10.000	11.660,0	-	-
Maïs grain	25,0	30	0,8	700	17,5	-	-
Maïs fourrager	58,3	80	4,7	800 FU.5.000	291,5	-	-
Légumineuses	116,7	100	11,7	600 FU.5.000	70,0 583,5	-	-
Pomme de terre	50,0	200	10,0	750 FU.11.800	37,5 585,5	-	-
Maraîchères	83,3	3	0,3	950 FU.10.800	79,1 900,0	-	-
herbage soudan	116,7	10	1,2	800 FU.5.000	93,4 583,5	-	-
Total	683,3	-	50,9	-	501,6 FU.4.109,5	-	-

FU.: Fumier

< Collectif A.B.Mathar >

	Superficie cultivée ha	Semences		Engrais		Insecticides	
		par ha kg	Qté besoin t	par ha kg	Qté besoins t	par ha kg	Qté besoin t
Blé dur	174,0	160	27,8	600	104,4	200	34,8
Bersim	174,0	30	5,2	750 FU.10.000	1 30,5 1.740,0	-	-
Maïs fourrager	87,0	80	7,0	800 FU.5.000	69,6 435,0	-	-
Luzern	87,0	30	2,6	700 FU.13.000	60,9 1.131,0	-	-
Légumineuses	174,0	100	17,4	600 FU.5.000	870,0	-	-
Maraîchères	87,0	3	0,3	950 FU.10.800	82,7 870,0	-	-
Total	783,0	-	60,3	-	552,5 FU. 5.046,0	-	34,8

FU.: Fumier

< Chrayaa >

	Superficie cultivée ha	Semences		Engrais		Insecticides	
		par ha kg	Qté besoin t	par ha kg	Qté besoin t	par ha kg	Qté besoin t
Blé dur	11,5	160	1,8	600	6,9	200	2,3
Maïs grain	11,5	30	0,4	700	8,1	-	-
Bersim	11,5	30	0,4	750 FU.10.000	8,6 115,0	-	-
Légumineuses	11,5	100	1,2	600 FU.5.000	6,9 57,5	-	-
Herbage soudan	11,5	10	0,1	800 FU.5.000	9,2 57,5	-	-
Maraîchères	11,5	3	0,1	950 FU.10.800	10,9 124,2	-	-
Pomme de terre	11,5	200	2,3	750 FU.11.700	8,6 134,6	-	-
Total	83,0	-	6,3	-	59,2 FU.488,8	-	2,3

FU.: Fumier

< Aïn Tbouda >

	Superficie cultivée ha	Semences		Engrais		Insecticides	
		par ha kg	Qté besoin t	par ha kg	Qté besoin t	par ha kg	Qté besoin t
Blé dur	50	160	8	600	30,0	200	10,0
Bersim	100	30	3	750 FU.1.000	75,0 1.000,0	-	-
Fève	50	100	5	600 FU.5.000	30,0 250,0	-	-
Maraichères	25	3	0,1	950 FU.10.800	23,8 270,0	-	-
Herbage soudan	25	10	0,3	800 FU.5.000	20,0 125,0	-	-
Maïs grain	50	30	1,5	700	35,0	-	-
Total	300	-	17,9	-	213,8 FU.1.645,0	-	10,0

FU.: Fumier

#### 4.3.4 Programme de main d'oeuvre

Si on suppose qu'il y a 3,5 personnes par ménage pour un nombre de ménages bénéficiaires par périmètre déterminé on obtient la main d'oeuvre suivante. Etant donné qu'on ne dispose pas de statistiques démographiques par tranche d'âge pour la région du Projet, on a calculé le taux de main d'oeuvre disponible par ménage à partir des renseignements donné par la Direction Provinciale du MARA.

	Angad	Aïn Tbouda	Collectif A.B.Mathar	Chraya
Superficie (ha)	505	188	545	58
Superficie cultivée (ha)	400	150	435	46
Nb. de ménage bénéficiaire	133	50	145	15
Main d'oeuvre	466	175	508	53
Main d'oeuvre (personnes/mois)	11.650	4.375	12.700	1.325

Le total de main d'oeuvre requise et son maximum mensuel pour chaque périmètre sont mentionnés ci-dessous.

Le tableau, montre que dans tous les périmètres, la main d'oeuvre existante est toujours supérieure à celle requise.

Ainsi il n'est pas nécessaire d'amener de la main d'oeuvre extérieure.

	Total main d'oeuvre requise	Maximum mensuel	Main d'oeuvre existante
Angad	41,371	7,519	11,650
Aïn Tbouda	15,826	3,225	4,375
Collectif A.B.Mathar	45,936	9,774	12,700
Chrayâa	5,484	955	1,325

(Voir Annexe 4.5)

#### 4.3.5 Programme de mécanisation agricole

Les matériels agricoles sont contrôlés et exploités par le Centre de Travaux Agricoles (C.T.). Le "C.T." établit le programme d'utilisation des matériels selon la demande des agriculteurs afin d'assurer le bon déroulement des travaux et une utilisation efficace des matériels (Voir Annexe 4.8).

Dans la zone du projet, les machines agricoles n'ont pas la même performance mais dans le programme, la puissance moyenne des tracteurs est estimée à 50CV.

Les machines agricoles requises(tracteurs) dans chaque périmètre sont les suivantes:(Voir Annexe 4.7~4.8)

Le nombre de machines agricoles autres que les tracteurs a été planifié à partir du plan de culture(Voir Annexe 4.8) Au total 211 machines et tracteurs seront nécessaires (Voir Annexe 4.7). Chacun des trois centres agricoles de la région du Projet sera équipé d'un nombre suffisant de machines (Voir Annexe 4.6). Les machines seront louées par les fermes contre redevance (Voir Annexe 4.4) et fournies toujours avec l'opérateur.

	Nbre de tracteurs
Angad	26
Collectif A.B.Mathar	24
Chrayaa	4
Aïn Tbouda (Zone modèle)	18 (7)
Total	72

#### 4.3.6 Programme de production agricole

Production agricole contrôlée par le C.T. et la D.P.A du Ministère de l'Agriculture d'Oujda.

Périmètre	Article	Superficie (ha)	Rendement (kg/ha)	Production totale (t)	Remarque
Angad	Blé tendre	116,7	3.500	408,5	
	Bersim	116,6	60.000	6.996,0	vert
	Maïs	25,0	4.000	100,0	
	Maïs fourrager	58,3	50.000	2.915,0	
	Légumineuse	116,7	20.000	2.334,0	vert
	Pomme de terre	50,0	20.000	1.000,0	
	Herbage	116,7	70.000	8.169,0	vert
	Maraîchères	83,8	20.000	1.666,0	
	Total	683,3			
Collectif A.B. Mathar	Blé dur	174,0	3.500	609,0	
		174,0	20.000	3.480,0	
	Légumineuse	174,0	20.000	3.480,0	vert
	Maraîchères	87,0	50.000	4.350,0	
	Bersim	174,0	60.000	10.440,0	vert
	Maïs fourrager	87,0	50.000	4.350,0	
	Luzerne	87,0	70.000	6.090,0	vert
Total	783,0				
Chrayaa	Blé dur	11,5	3.500	40,3	
	Maïs grain	11,5	4.000	46,0	
	Bersim	11,5	60.000	690,0	vert
	Pomme de terre	11,5	20.000	230,0	
	Légumineuse	11,5	20.000	230,0	vert
	Maraîchères	11,5	20.000	230,0	
	Herbages	11,5	70.000	805,0	vert
Total	80,5				

Les objectifs de production devront être atteints en 3 ans comme suit:

1er année (après achèvement des travaux)	60%
2me année (dito)	80%
3me année (dito)	100%

#### 4.3.7 Programme de production animale

Périmètre	Article	Superficie (ha)	Rendement (kg/ha)	Production totale (t)	Remarque
Aïn Tbouda	Blé dur	50,0	3.500	175,0	-
	Bersim	100,0	60.000	6.000,0	vert
	Fève	50,0	20.000	1.000,0	vert
	Marafchères	25,0	20.000	500,0	-
	Herbage	25,0	70.000	1.750	vert
	Maïs grain	50,0	4.000	200,0	-
	Total	300,0	-	-	-

Un programme d'augmentation de la production animale sera établi pour l'élevage d'ovins, qui est l'activité principale de l'élevage de la province d'Oujda.

La production fourragère de chaque périmètre est la suivante:

	Bersim en vert	Luzern en vert	Maïs fourrager en vert	Herbe en vert	Autres */
Angad	6.996	-	2.195	8.169	2.738
Collectif A.B.Mathar	10.440	6.090	4.350	-	3.935
Chrayaa	690	-	-	805	307
Aïn Tbouda	600	-	-	1.750	1.338
Zone modèle	2.400	-	-	700	535

\*/ Les tiges et les feuilles de blé, de maïs et de légumineuses sont consommées comme fourragères



Si une unité zootechnique comprend 100 têtes de moutons et 5 têtes de brebis (Voir UNITE ZOOTECHNIQUE OVINE à la page suivante), le total des UF annuelles est comme indiqué au tableau ci-dessous.

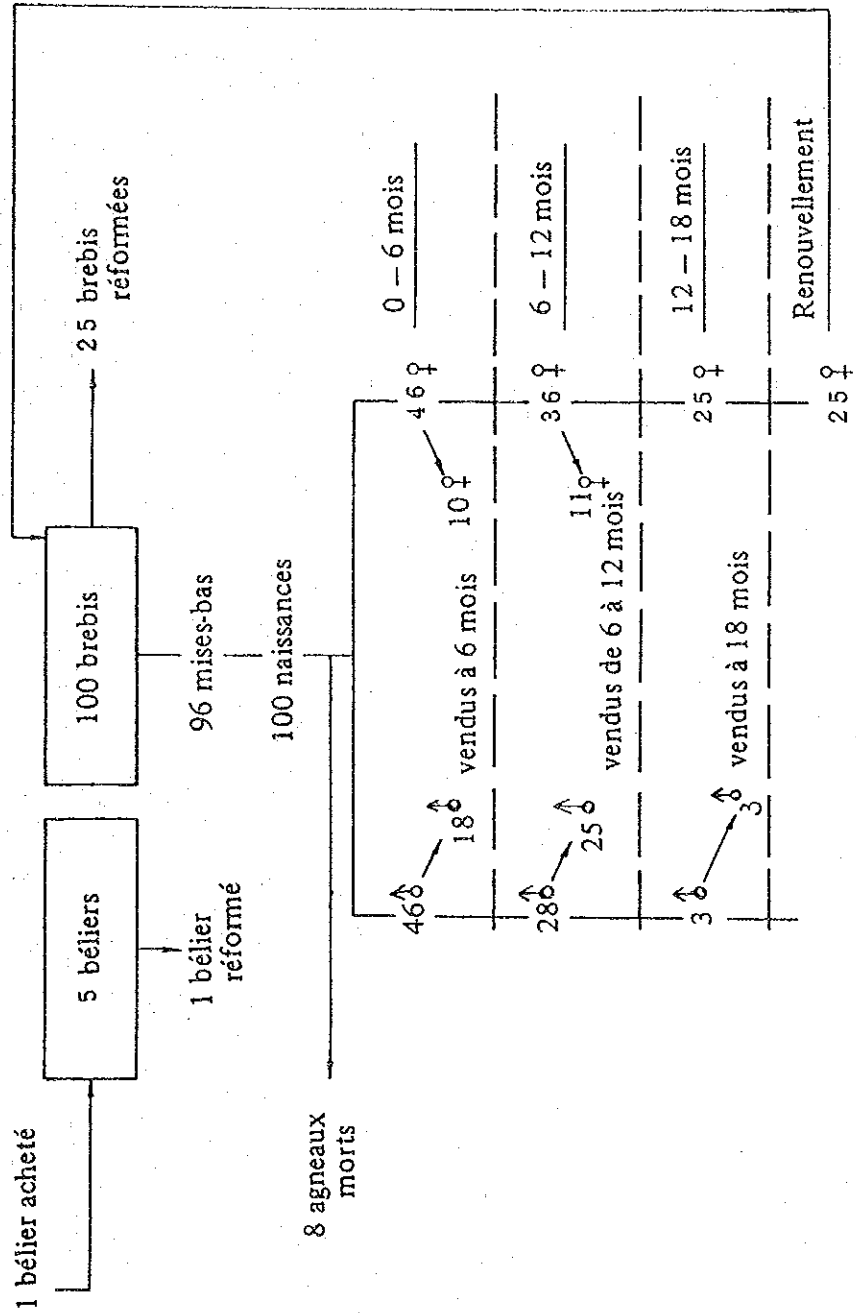
	Nombre de tête	Nombre de mois	UF/mois	UF	TTL.UF
Béliers	5	12	41,7	500	2.500
Brebis	100	12	41,7	500	50.000
	11	6	41,7	250	2.750
Agnelles	11	4	20,8	83	913
	10	5	20,8	104	1.040
Brebis réformées	25	12	41,7	500	12.500
Antenais	18	5	20,8	104	1.872
	25	6	41,7	250	6.250
	25	4	20,8	83	2.075
	3	6	41,7	250	750
Béliers réformés	3	6	20,8	125	375
T O T A L	---	---	---	---	81.025

L'UF de chaque secteur ne comprend pas l'UF des unités zootechniques d'une année (81.025). Les unités zootechniques de chaque secteur et le nombre de têtes se présentent comme indiqué dans le tableau ci-dessous.

	Angad	Collectif A.B.Mthar	Chrayaa	Aïn Tbouda	Zone modèle	
Nb. Unité Zootechnique	30,8	36,1	0,5	14,1	5,3	
Béliers	154,0	180,0	2,0	70,0	26,0	
Brebis	3.080,0	3.610,0	50,0	1.410,0	530,0	
Agnelles	10 mois	389,0	397,0	5,0	155,0	58,0
	5 mois	308,0	361,0	5,0	141,0	53,0
Brebis réformées	770,0	902,0	12,0	352,0	132,0	
Antenais	10 mois	770,0	902	12,0	352,0	132,0
	5 mois	554,0	650,0	9,0	254,0	95,0
Béliers réformés	92,0	108,0	1,0	42,0	16,0	

Nombre total de têtes de la zone modèle: 1042

# UNITE ZOOTECHNIQUE OVINE



Les UF correspondant à la production des fourrages de chaque secteur d'irrigation ressortent au tableau ci-après.

TABLEAU DE UNITE FOURRAGERE

Périmètre			UF/kg	UF	
	ha	t		1,000 UF	
Angad	116,7	299(1)	0.013	3.89	
	116.6	6,996	0.13	909.48	
	58.3	2,915	0.125	364.38	
	25.0	105(2)	0.033	3.47	
	116.7	2,334(3)	0.065	151.71	
	116.7	8,169	0.13	1,062.00	
Total				2,494.93	
Collectif	174.0	445	0.013	5.79	
	Ain Beni	174.0	3,480	0.065	226.20
	Mathar	174.0	10,440	0.13	1,357.20
		87.0	4,350	0.126	543.75
		87.0	6,090	0.13	791.70
Total				2,924.64	
Ain Tbouda	50.0	128	0.013	1.66	
	100.0	6,000	0.13	780.00	
	50.0	1,000	0.065	65.00	
	25.0	1,750	0.13	227.50	
	50.0	210	0.033	69.30	
Total				1,143.46	
Chrayaa	11.5	29	0.013	0.38	
	11.5	48	0.033	1.58	
	11.5	690	0.13	89.70	
	11.5	230	0.065	14.95	
	11.5	805	0.13	104.65	
Total				211.26	
Zone modèle	20.0	51	0.013	0.66	
	40.0	2,400	0.13	312.00	
	20.0	400	0.065	26.00	
	10.0	700	0.13	91.00	
	20.0	84	0.033	2.77	
Total				432.43	

#### 4.3.8 Structure d'intervention agricole

Dans la province d'Oujda, il y a un centre de recherche agronomique et 4 Centres de Travaux qui soutiennent l'agriculture de la région.

Toutefois le nombre d'agent de vulgarisation n'est pas suffisant, puisqu' un agent s'occupe de 565 à 766 ménages d'agriculteurs soit entre 3.520 et 7.437 ha. Par conséquent, il est difficile d'assurer une instruction technique suffisante.

Dans le présent projet, 4 périmètres seront aménagés et équipés pour l'irrigation. Mais la plupart des agriculteurs de ces périmètres n'ont aucune expérience de l'agriculture par irrigation.

Il est donc souhaitable de disposer d'agents de vulgarisation ayant une ample connaissance de l'irrigation (voir l'Annexe 4.9).

#### 4.3.9 Plan de zone modèle

La zone modèle sera établie à Aïn Tbouda.

Les grandes lignes du plan de répartition du périmètre d'Aïn Tbouda sont les suivantes:

Périmètre ordinaire	150ha
Zone modèle	65ha
Canalisation, canaux et autre	55ha
Total	270ha

Le plan de développement agricole pour les autres périmètres est mentionné dans les chapitres 4.3.1 Programme d'Assolement à 4.3.7 Programme de Production Animale.

La superficie de la zone modèle est de 65ha dont 5ha seront aménagés et équipés pour l'irrigation par aspersion. C'est une méthode d'économie d'eau et qui a un rendement productif important.

Le reste des 60ha sera équipé d'un système d'irrigation gravitaire et un système d'assolement à 3 ans sera programmé.

Sur la zone irrigée par gravitation on veillera particulièrement au problème d'économie d'eau. Pour cela, des tensiomètres seront posés en 20 ou 30 points pour mesurer la quantité et la répartition de l'eau dans le sol; la quantité d'eau d'irrigation pourra ainsi être contrôlée.

Au début, cette opération sera effectuée par les agents de vulgarisation mais petit à petit, elle sera laissée au soin des agriculteurs qui exploitent eux-mêmes leur terre.

La détermination de quantité d'eau d'irrigation sera effectuée et indiquée par le C.T. La superficie irriguée de la zone modèle est de 80% de la superficie totale.

(1) Périmètre irrigué par aspersion 5ha

Type de culture : Maraîchères dont le rendement économique est bon. Assolement à 3 ans.

A (1 ère année)	Carottes-Pommes de terre printanière	1,6ha
B (2 ème année)	Navets-Concombres	1,7ha
C (3 ème année)	Fèves-Tomates	1,7ha

(2) Périmètre d'irrigation gravitaire

Assolement à 3 ans

A (1 ère année)	Blé dur 20ha, Bersim 20ha
B (2 ème année)	Fève 20ha, Maraîchères 10ha, Herbe 10ha
C (3 ème année)	Bersim 20ha, Maïs grain 20ha

(3) Plan d'intrants agricoles

Produit	Superficie (ha)	semences		engrais		phytosanitaires	
		par ha (kg)	Qté besoin (kg)	par ha (kg)	Qté besoin (kg)	par ha (kg)	Qté besoin (kg)
Blé dur	20,0	160	3.200	600	12,0	-	-
Bersim	40,0	30	46,0	750 Fu. 10.000	30,0 400,0	-	-
Fèves	20,0	100	2.000	600 Fu. 5.000	12,0 100,0	-	-
Maraîchères	10,0	3	30	950 Fu. 10.800	10,0 108,0	-	-
Herbage	10,0	10	100	800 Fu. 5.000	8,0 50,0	-	-
Maïs	20,0	30	600	700	14,0	-	-
Carottes	11,6	4	6	900 Fu. 12.000	1,5 19,2	-	-
Pommes de terre	81,6	2.000	3.200	950 Fu. 11.700	1,5 18,7	-	-
Navets	1,7	3	5	700	1,2	-	-
Concombres	1,7	3	5	1.000 Fu. 11.700	1,7 19,9	-	-
Fèves	1,7	100	170	600 Fu. 5.000	1,0 8,5	-	-
Tomates	1,7	100	170	900 Fu. 10.000	1,5 17,0	-	-
Total	-	-	-	-	94,4 Fu. 741,3	-	-

Fu.: Fumier (Voir Annexe 4.10)

(4) Programme de main-d'oeuvre

Le programme de main-d'oeuvre dans la zone modèle sera établi sur la base suivante.

Superficie par ménage (superficie cultivée)	:	3ha
Nombre de ménage bénéficiaires	:	21
Nombre de personnes actives par ménage	:	3
Nombre de jours ouvrables mensuels	:	25

Ainsi

Main-d'oeuvre disponible par ménage par mois  
: 75 pers/jours/mois

Dans le programme de main-d'oeuvre de la zone, il est prévu 6.471 pers/jour avec un maximum est 1.091 pers/jours en janvier. Il n'est pas nécessaire d'amener la main d'oeuvre extérieure. Comme nous l'avons vu au chapitre 4.3.4, nous ne disposons pas de stsbilisations démègraphiques par tranche d'âge pour la région du Projet et donc les estimations de main-d'oeuvre disponible par ménage ont été faites à partir des renseignements fournis par la Direction Provinciale du MARA. il a été fixé à 3 personnes/famille dans cette zone car la DPA du MARA estime que l'émigration y est plus forte que dans les autres zones du Projet (Voir Annexe 4.11).

(5) Programme de mécanisation agricole

Dans cette zone également, les matériels du C.T. seront utilisés pour les travaux agricoles.

En période de pointe le nombre de machines agricoles requis sera de 27, (y compris 1 machine de réserve), (Voir Annexe 4.7).

(6) Production

Article	Superficie (ha)	Rendement (kg/ha)	Production totale (t)	Remarque	Méthode d'irrigation
Carottes	1,6	15.000	24		Irrigation gravitaire
Pommes de terre	1,6	20.000	32		dito
Navets	1,7	15.000	26		dito
Concombres	1,7	30.000	51		dito
Fèves	1,7	20.000	34	vert	dito
Tomates	1,7	30.000	51		dito
Blé dur	20,0	3.500	70		par Aspersion
Bersim	40,0	60.000	2.400	vert	dito
Fèves	20,0	20.000	400	vert	dito
Maraîchères	10,0	20.000	200		dito
Herbages	10,0	70.000	700	vert	dito
Maïs grain	20,0	4.000	80		dito

4.4 Plan d'approvisionnement en eau

4.4.1 Plan d'eau potable

(1) Durée du projet

En tenant compte de l'augmentation démographique et autres éléments, la durée du projet sera établie pour que le maximum de la capacité et de la performance corresponde aux besoins de la période visée.

Pour la détermination de la durée, les éléments ci-dessous seront pris en considération.

- a) Durée opérationnelle des structures, bâtiments et matériels
- b) Coût de construction et rentabilité selon la dimension des installations
- c) Prévision précise d'augmentation démographique



Ces éléments sont intégrés pour l'élaboration du programme et la durée déterminée est de 20 ans.

(2) Population à approvisionner en eau et nombre effectif de têtes de bétail dans le plan

Les besoins en eau potable comprennent principalement l'approvisionnement des habitants, en plus l'eau du cheptel, car il constitue la base des ressources de la région.

L'estimation de la population bénéficiaire dans 20 ans, sera calculée sur la base de la population du dernier recensement.

Le taux d'augmentation démographique actuel est environ 3%, donc dans le plan, la population bénéficiaire devrait être 1,8 fois supérieure à la population actuelle.

Le taux d'augmentation annuel pour le bétail est estimé à 1%, ainsi le nombre effectif de têtes sera 1,25 fois supérieur au nombre actuel.

Dans l'étude, une enquête sur la situation de l'approvisionnement en eau de chaque point d'eau, le nombre de bénéficiaires et le nombre de têtes de bétail a été effectuée. Ses résultats sont mentionnés dans l'Annexe 4.12~4.14.

(3) Utilisation de l'eau

L'approvisionnement en eau sera d'abord faite pour les habitants et ensuite pour le bétail.

Généralement l'approvisionnement en eau pour les bâtiments publics est incluse mais dans le cas du projet, il n'y a pas de grand établissement dans la région. Les normes de consommation journalière par habitant prise en compte sont de 80ℓ/jour/habitant maximum. Ce qui exclu les volumes de consommation des lieux publics.

(4) Plan d'approvisionnement en eau potable

Le volume du plan sera calculé sur la base des 3 éléments ci-dessous.

- a) Volume moyen journalier (par habitant)
- b) Volume maximal journalier
- c) Volume maximal horaire

Tableau 4.4.1 TABLEAU DES BESOINS UNITAIRES

Eau potable

	Unité de consommation	Unité de dotation	Besoins unitaire	Coefficient de pointe journalier	Coefficient de pointe horaire
Habitat économique	hab.	hab./jour	60 ~ 80 litre	1,4	2,2
Nomades	hab.	hab./jour	50 litre	1,5	2,2

Eau de cheptel

	Unité de consommation	Unité de dotation	Besoins unitaire	Coefficient de pointe journalier	Coefficient de pointe horaire
Ovins	tête	tête-jour	10 litre	1,2	2,0
Caprins	tête	tête-jour	10 litre	1,2	2,0
Equidés	tête	tête-jour	40 litre	1,2	2,0
Bovins	tête	tête-jour	50 litre	1,2	2,0

Tableau 4.4.2 BESOINS D'EAU POTABLE

	Oulad A rja	Oulad hamel	Oulad Maamer	Louiza	Mesteferki	Hassi Jdani	Chruga	Majen Msallah	Hassi Bessara	Khalloufyne	Sahb Ahmed	Od Bou Rdim	Tafrata	El Ateuf
① Population actuelle	2900	650	690	360	3080	1478	2768	1818	3032	1230	391	2396	1727	6320
② Population (en 2002)	5220	1170	1242	648	5544	2660	4982	3272	5457	2214	703	4312	3108	11378
③ Besoins d'eau de population (litre/seconde)	6,77	1,52	1,61	0,84	7,19	3,45	6,46	6,24	7,07	2,87	0,91	5,59	4,03	14,75
④ Nombre de Ovins tête	1500	500	50	250	1000	8000	7000	-	4000	3000	6000	-	10000	-
Caprins	100	20	40	20	40	2000	1875	-	800	0	0	-	-	-
Equidés	100	50	120	30	90	100	75	-	60	300	1000	-	-	-
Bovins	200	50	100	40	100	1500	375	-	250	20	0	-	-	-
⑤ Nombre de Ovins tête	1875	625	62	312	1250	10000	8750	-	5000	3750	7500	-	12500	-
Caprins	125	25	50	25	62	2500	1875	-	1000	0	0	-	-	-
Equidés	125	62	150	37	112	125	75	-	75	375	1250	-	-	-
Bovins en 2002	250	62	125	50	125	1875	375	-	312	25	0	-	-	-
⑥ Besoins d'eau de cheptel (litre/seconde)	0,52	0,16	0,18	0,10	0,33	3,10	1,77	-	1,09	0,74	1,73	-	1,74	-
⑦ Besoins d'eau (total) (litre/seconde)	7,29	1,68	1,79	0,94	7,52	6,55	8,23	4,24	8,15	3,61	2,64	5,59	5,77	14,75
⑧ Besoins d'eau (à dresser) (litre/seconde)	9,10	2,10	2,24	1,17	9,39	8,19	10,29	5,30	10,20	4,52	3,31	6,98	7,21	18,43

① = ① x 1,8      ② = ② x 80 (litre/seconde) x 1,4 + 86400 (seconde)      ⑤ = ④ x 1,25

③ = ⑤ x 1,2 ÷ 86400 (seconde)      ⑦ = ③ + ⑥      ⑧ = ⑦ + 0,8

Coefficient 0,8 = 20% de perte de distribution et de gestion, soit division par 0,8

Tableau 4.4.3 BESOINS D'EAU DE CHEPTTEL

	Rkiz	Hassian Diab	A.B. Mathar
① Superficie (ha)	19000	30000	69000
② Nombre de nomades en 1982	2720	4295	6751
③ Nombre de nomades en 2002	4896	7731	12152
④ Besoins d'eau de nomades (moyen) (litre/seconde)	2,83	4,47	7,03
⑤ Besoins d'eau de nomades (maximum) (litre/seconde)	4,25	6,71	10,55
⑥ Nombre de tête d'élevage	38000	60000	138000
⑦ Besoins d'eau de cheptel (moyen) (litre/seconde)	4,40	6,94	15,97
⑧ Besoins d'eau de cheptel (maximum) (litre/seconde)	5,28	8,23	19,17
⑨ Besoins d'eau (total) (litre/seconde)	9,53	14,94	29,72
⑩ Besoins d'eau (à dresser) (litre/seconde)	11,91	18,68	37,15

Note: ③ = ② x 1,8    ④ = ③ x 50 (litre/jour) ÷ 86400 (seconde)    ⑤ = ④ x 1,5  
 ⑥ = ① x 2 (tête/ha)    ⑦ = ⑥ x 10 (litre/seconde) ÷ 86400 (seconde)  
 ⑧ = ⑦ x 1,2    ⑨ = ⑤ + ⑧    ⑩ = ⑨ ÷ 0,8

Coefficient 0,8 = 20% de perte de distribution et de gestion, soit division par 0,8

Le volume moyen journalier (par habitant) est le volume nécessaire par jour en moyenne au cours de l'année et de chiffre de base au plan d'approvisionnement en eau; il varie selon l'environnement, l'activité et le mode de vie. Les chiffres de la région concernée du Maroc sont mentionnés au tableau 4.4.1.

Le volume maximal journalier est le volume des besoins enregistrés le jour de l'année où la consommation était maximale.

En général, il se situe en été dans la période la plus chaude. Il constitue le chiffre de base du plan d'approvisionnement, à partir duquel peut également être calculé le débit de la pompe.

Les normes comparatives qui ressortent du volume moyen journalier et du volume maximal journalier sont mentionnées au tableau 4.4.1.

Par conséquent, le volume maximal journalier sera calculé par multiplication du coefficient (ex: 1,4) de la population prévue dans le plan (y compris le nombre estimé de bétail). Ensuite les pertes à la distribution et les pertes de gestion sont ajoutées à cette valeur (20% de perte prévue soit diviseur de 0,8) pour avoir le volume définitif d'approvisionnement maximal journalier. Le tableau 4.4.2 montre le calcul d'AEP dans chaque périmètre.

Par ailleurs, le volume d'approvisionnement horaire est une valeur qui varie avec le rythme de vie des habitants et les chiffres de pointe de consommation ont été évalués.

La dimension des canalisations sera calculée selon cette valeur maximale.

La consommation maximum horaire correspond à la point de consommation horaire maximale journalière, donc le taux de volume maximal journalier sera multiplié par le taux de volume maximal horaire. Les coefficients comparatif sont indiqués au tableau 4.4.1.

#### 4.4.2 Plan d'eau de cheptel

(1) Durée du projet

20 ans comme le cas de l'approvisionnement en eau des populations sédentaires.

(2) Nombre de bétail estimé et population nomade prévue

Les installations d'eau seront essentiellement pour le cheptel, mais aussi pour les nomades qui pratiquent l'élevage.

Du point de vue de la préservation des fourrages le nombre de têtes de bétail prévu devrait être aussi élevé que possible pour chaque superficie déterminée, soit 1 tête/ha au début, et 2 têtes/ha par la suite (selon l'étude du service d'élevage de la DPA).

La population nomade bénéficiaire de l'AEP, à 20ans est calculée en multipliant la valeur actuelle par le coefficient de 1.8.

(3) Utilisation de l'eau

Tout comme dans le cas du plan d'alimentation en eau potable, on ne prévoit pas d'autre mode de consommation.

(4) Plan d'approvisionnement en eau de cheptel

Les chiffres de base du plan sont indiqués au tableau 4.4.1.

Les volumes sont calculés comme pour les volumes d'approvisionnement en eau potable. Le tableau 4.4.3 montre le volume maximal journalier de chaque zone pour l'alimentation en eau de cheptel.

#### 4.4.3 Plan d'eau d'irrigation

(1) Zones du projet d'aménagement d'irrigation.

Un programme d'irrigation sera établi pour les 4 zones, le périmètre de Sidi Yahya ayant été exclu.

Quant à la sélection de la zone modèle, après une étude effectuée sur les périmètres du Collectif Ain Beni Mathar et d'Ain Tbouda, et en tenant compte du degré des dégâts, l'importance de

la réhabilitation des terres agricoles et du retour des agriculteurs à leur terre, le périmètre Ain Tobuda a été choisi zone modèle après discussion avec la partie marocaine.

Une liste comparative de ces deux périmètres indique leurs avantages et inconvénients.

Périmètre	Avantages et inconvénients
Collectif Ain Beni Mathar	<p>(Avantages) • Situé le long de la route principale vers Ain Beni Mathar il est facile d'accès</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Topographiquement bon, faible pente</li> <li>• Facilité d'exploitation et d'entretien grâce au Centre de Travaux près du périmètre</li> </ul> <p>(Inconvénient)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Problème de la nature des propriétés (Point de vue du M.A.R.A.)</li> </ul>
Ain Tbouda	<p>(Avantages) • On peut espérer que ce projet, réhabilitera les terres agricoles appauvries et facilitera le retour d'agriculteurs</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Pas de problème sur la nature de propriété</li> </ul> <p>(Inconvénients)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• La route d'accès n'est pas bien aménagée.</li> <li>• Topographiquement moins favorable qu'A.B. Mathar. Il y a beaucoup de dénivellations.</li> </ul>

## (2) Superficie irriguée et Méthodes d'irrigation

La superficie irriguée des zones concernées sera de 80% de la superficie des périmètres, de laquelle auront été soustraits les canaux, séguias et chemins.

Par ailleurs, la superficie de la zone modèle a été choisie en fonction de la superficie d'exploitation d'un forage (65l/s), d'après le calcul des besoins en eau mentionnés ci-après.

Périmètre	Superficie de périmètre (ha)	Superficie irriguée (ha)	Méthode d'irrigation
Angad	505	400	ruissellement, à temps partiel
Aïn Tbouda dont la zone modèle	270 (80)	150 (60) (5)	dito dito par aspersion
Collectif A.B.Mathar	545	435	ruissellement à temps partiel
Chrayaa	58	46	dito

Le système d'assolement de chaque périmètre est mentionné à la figure 4.3.1 du Plan de développement agricole.

La méthode principale appliquée dans la région étudiée est l'irrigation gravitaire (ruissellement, infiltration, submersion).

La méthode d'irrigation pour les zones concernées est élaborée et choisie selon les critères mentionnés ci-dessous et elle est programmée comme indiqué dans le tableau 4.4.

- a) Contrainte topographique, pédologique
- b) Contrainte par le type de culture
- c) Contrainte par le coût d'équipement
- d) Contrainte sociale concernant le périmètre, l'environnement du projet, l'objectif d'économie d'eau

1) Méthode d'irrigation des autres zones

En tenant compte des avantages ci-dessous, la méthode d'irrigation appliquée sera par ruissellement et à temps partiel.

- a) le taux d'infiltration étant estimé 66mm/hr, l'irrigation gravitaire sera faisable.
- b) Le coût d'équipement est moins élevé et le rendement plus élevé (on ne peut pas escompter beaucoup de bénéfice)
- c) Facilité d'exploitation et d'entretien par les agriculteurs
- d) Facilité d'application de culture d'assolement

2) Méthode d'irrigation de la zone modèle



La méthode d'irrigation de la zone modèle sera en principe l'irrigation gravitaire comme pour les autres périmètres.

La méthode par aspersion sera également introduite sur 5ha pour les raisons suivantes:

- a) Dans la zone modèle il est utile de mettre en place un exemple de culture par économie d'eau.
- b) Il est bon de faire connaître la culture par économie d'eau aux agriculteurs
- c) La gestion et l'entretien sont faisables avec la structure d'entretien décrite au chapitre suivant
- d) Avec le système à basse pression, les pertes d'eau par le vent seront limitées.

Remarque: Les méthodes par submersion qui ont été décrites sont en principe réservées pour l'irrigation des vergers, mais comme la région du Projet n'en comporte pas, il n'en sera pas tenu compte. Par ailleurs pour ce qui concerne l'irrigation par économie d'eau la méthode goutte à goutte est très efficace, mais ne répond pas aux impératifs économiques visés par le MARA et ne sera donc pas utilisée dans ce Projet.

### (3) Rendement d'irrigation

Pour le taux de rendement d'irrigation on a utilisé les chiffres indiqués au tableau 4.16 de l'annexe. Dans le plan, si on considère que les conditions de tous les périmètres sont similaires, on obtient 62% pour l'irrigation gravitaire et 73% pour l'irrigation par aspersion.

Rendement d'irrigation

Méthode d'irrigation	Température °C	Humidité %	Vitesse de vent m/s	Taux de rendement d'irrigation
par Equipement Aspersion	32	60	3	58,1%
	40	40	5	66,0%
	moyenne	-	moyenne	62,0%

### Rendement d'irrigation

Méthode d'irrigation	Sol	Pente	Taux de rendement d'irrigation
Irrigation gravitaire : ruissellement	Silte	faible (moins de 5%)	87,4%
: infiltration	dito	dito	67,2%
		moyenne	77,0%

#### (4) Méthode de calcul des besoins en eau d'irrigation et autres conditions

##### 1) Méthode de calcul

La méthode de calcul appliquée au Maroc est en principe la méthode BLANY-CRIDDLE dont les divers coefficients ont été standardisés par le M.A.R.A. Ainsi l'équation utilisée est celle de la méthode BLANY-CRIDDLE

$$ET = (0,457+8,128) \cdot P \cdot Kt \cdot Kc$$

ET : eau consommée en mm

t : température moyenne mensuelle °C

P : durée d'ensoleillement annuel exprimé en % par mois

Kt : coefficient °C climatique sur la température

Kc : coefficient variable selon la croissance de plantes

##### 2) Conditions diverses

###### Précipitations

Les précipitations présumées de chaque périmètre sont celles observées dans les stations climatologiques près des périmètres.

###### Température

Les températures moyennes mensuelles sont celles relevées par chaque station près des périmètres. Quant à Chrayaa qui

### Précipitation moyenne (mm)

Péri-mètre	Sta-tion	Précipitation moyenne mensuelle												Total (mm)
		Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	ût	
Angad	Oujda Angad	13,5	27,2	27,9	45,8	35,5	35,7	44,5	48,7	34,0	12,4	1,9	3,7	332,9
Aïn Tbouda	A.B. Mathar	13,0	21,8	20,3	14,7	17,7	17,6	20,3	38,8	23,3	7,8	2,4	4,3	199,9
A.B. Mathar	A.B. Mathar	13,0	21,8	20,3	14,7	17,7	17,6	20,3	28,8	23,3	7,8	2,4	4,3	199,9
Chrayaa	El Aïoun	15,3	20,4	23,2	33,6	35,2	28,8	32,9	43,3	21,0	10,3	1,2	2,4	267,2

n'a pas de station, les valeurs appliquées sont celles de la station d'Angad.

### Température moyenne mensuelle (°C)

Péri-mètre	Sta-tion	Précipitation moyenne mensuelle												Total (mm)
		Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	
Angad	Oujda Angad	21,2	16,8	12,6	13,3	9,6	11,1	11,9	12,9	16,5	20,3	24,6	24,6	16,3
Aïn Tbouda	A.B. Mathar	20,3	15,1	9,7	6,4	5,4	7,5	10,9	12,7	16,4	21,6	26,2	25,7	14,9
A.B. Mathar	A.B. Mathar	20,3	15,1	9,7	6,4	5,4	7,5	10,9	12,7	16,4	21,6	26,2	25,7	14,9
Chrayaa	Comme Angad	-												

Chrayaa même qu'Angad

### Coefficients divers

Les coefficients de BLANEY-CRIDDLE, P, Kt, Kc sont indiqués en Annexe 4.17~4.21. Seulement, la latitude de chaque périmètres est:

### Latitude des périmètres

Périmètre	Latitude
Angad	34°43'
Aïn Tbouda	34°06'
A.B.Mathar	34°03'
Chrayaa	34°35'

### Précipitation effective

La précipitation effective sera de 80% des précipitations mensuelles.

### (5) Réserve Facilement Utilisable (RFU)

Le réserve utile est exprimé en général:

$$RU = da \cdot \frac{(He - Hpf)}{100} \times p$$

da: poids spécifique  
 He: température relative  
 Hpf: point de teneur en eau pour sol important de croissance  
 p: point limitatif de sol

De plus la réserve facilement utilisable (RFU) est calculée

$$RFU = 2/3RU$$

Dans cette étude, la recherche sur le total d'humidité disponible n'a pas été effectuée donc les chiffres appliqués sont ceux du plan du centre pivot d'Angad et du plan d'irrigation d'Aïn Beni Mathar.

### RFU des périmètres concernés existants

Périmètre	Type de produit	RFU (mm)
Angad		44,4
A.B.Mathar	Luzerne	100
	Maraîchères	50
	Céréales Fourrages	

### RFU des périmètres du projet

Périmètre	Type de produit	RFU (mm)
Angad	Tous les types	50
Aïn Tbouda	"	50
A.B.Mathar	Luzerne et Autres	100 50
Chrayaa	Tous les types	50

#### (6) Durée d'irrigation (durée d'approvisionnement en eau)

En général, la durée d'irrigation (durée d'ouverture de vanne) est de 24 heures dans les canaux principaux et de 16 à 20 heures en principe dans les canaux secondaires (temps de marche du système et temps de sortie de l'eau).

Cependant au Maroc, la durée d'irrigation gravitaire est effectuée pendant 24 heures à sa consommation maximale.

Dans le programme également on prévoit que le temps d'irrigation sera de 24H. (temps de marche du système et temps de sortie de l'eau).

Cependant, tenant compte de l'entretien, l'irrigation par aspersion sera de 8 heures et l'irrigation gravitaire sera de 20 heures.

#### (7) Estimation du taux d'infiltration

Le taux d'infiltration est la quantité d'eau infiltrée dans le sol par rapport aux précipitations ou à la quantité d'eau irriguée dans les conditions décrites, et est exprimé en mm/hr. Dans les champs irrigués, c'est un élément important pour déterminer la méthode et l'intensité d'irrigation convenables.

Dans les zones du projet, la quantité d'infiltration dans le sol est mesurée en quelques points et est un des éléments de recherche pédologique. Les données seront très utiles pour l'estimation du taux d'infiltration.

Parmi les études effectuées et dont les données sont applicables à la localisation et la pédologie, on note l'étude du Ministère de l'Agriculture.

#### ETUDE DE CLASSEMENT

DES SOLS SUR LES TERRES RECUPEREES  
DANS LA PROVINCE D'OUJDA  
ETUDE AGRO-PEDOLOGIQUE

ANNEXE-3 MAI 1969

dans laquelle, la quantité d'infiltration dans le sol autour du périmètre d'Angad de la province d'Oujda est mesurée selon la méthode de MUNTS.

Parmi ces données, on relève une dizaine de valeurs observées qui sont utilisées dans le présent projet (voir l'Annexe 4.22, 4.23).

No.	Nom	Degré d'aggloméré	Sable (%)	Sable Fin (%)	Sable Très fin (%)	Total	Silte	Argile
1	P5	11,2	8,4	27,6	14,0	50,0	24,2	25,8
2	G2	3,4	14,2	21,0	10,0	45,2	29,9	24,9
3~4	P59	10,0	7,4	30,1	13,4	50,9	21,1	28,0
5~7	G102	1,0	2,6	27,6	14,4	44,6	26,8	28,6
8~10	G105	16,7	5,4	33,9	15,6	54,9	22,0	23,1

Le classement de sols est indiqué à la figure 4.4.1. On remarque que la plupart sont des siltés - argileux.

On pense que le sol de chaque zone du projet est aussi du silte-argileux. Donc la caractéristique du sol moyen de la zone est en général le silte-argileux.

$$D = C \cdot T^n$$

- D: quantité infiltrée (mm)
- T: durée à partir du début de l'alimentation (min)
- C: valeur D lorsque T=1
- n: constant (graduation de la ligne)

Le taux d'infiltration (I) sera trouvé après la différentiation de l'équation ci-dessus.

$$I = 60 \cdot C \cdot n T^{n-1}$$

- I: taux d'infiltration (mm/hr)
- T: le temps passé

Lorsque le taux de diminution du taux d'infiltration est de 10%, il est appelé taux d'infiltration de base et il sert d'indice important pour la détermination de méthode d'irrigation.

Le taux d'infiltration de base est exprimé.

$$I^b = 60 \cdot C \cdot n \left\{ 600(1-n) \right\}^{n-1} (\text{mm/hr})$$

Les taux d'infiltration de base selon les données des 10 stations sont calculés ainsi:

No.	Taux d'infiltration de base (mm/hr)
1	78,36
2	52,94
3	11,83
4	22,55
5	144,42
6	129,80
7	81,35
8	45,70
9	74,60
10	17,35
Moyenne	65,89 (=66)

Au Japon, le rapport entre le taux d'infiltration de base et la méthode d'irrigation est le suivant:

Les critères de choix indiqués dans le tableau ne prévoient pas la méthode d'irrigation par le taux d'infiltration de base, mais il n'est pas impossible que cette méthode soit utilisée lorsque le taux d'infiltration de base qui convient sera dépassé.

Critère de choix de la méthode d'irrigation  
selon le taux d'infiltration\*

Taux d'infiltration de base	Méthode d'Irrigation convenable
moins de 50mm/hr	Infiltration, irrigation gravitaire
50~75mm/hr	Infiltration, aspersion
plus de 75mm/hr	aspersion

\* En cas d'introduction d'équipements de grande dimension, le taux de base diffère. Aux Etats-Unis, la longueur de sillons pour l'irrigation par infiltration est immense, donc le critère de cette méthode sera moins important que dans le tableau ci-dessus.

Il s'agit d'appliquer une méthode plus économique dans les périmètres ordinaires en fonction des conditions topographiques du projet.

La moyenne des taux d'infiltration de base selon les données précitées est de 65,89mm/hr. Donc d'après le tableau ci-dessus, toutes les méthodes d'irrigation sont valables.

(8) Besoins en eau d'irrigation

Le volume des besoins en eau est calculé selon les paramètres précités. Le résultat est mentionné en Annexe 4.24~4.30. Pour chaque périmètre, le volume est indiqué au tableau ci-après.

Les volumes des besoins mensuels et les maxima sont aussi indiqués aux tableaux 4.4.4, 4.4.5.

Le volume en eau d'irrigation pour le système d'assolement du Cas II du chapitre 4.3.1 "Plan d'assolement" a été calculé et le résultat est mentionné à l'Annexe 4.3.2.

Le volume requis pour le Cas II est en moyenne de 30% supérieur à celui du Cas I. De même, la rentabilité économique du Cas II n'a pas montré de supériorité.



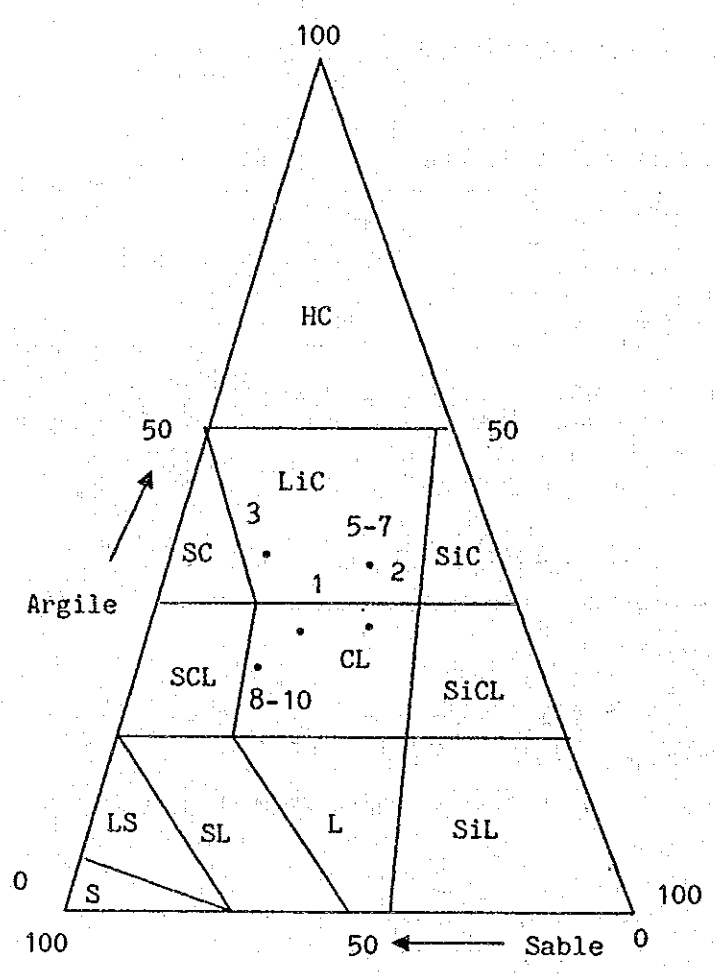


Fig. 4.4 Classement de sol aux points d'observation de l'infiltration dans le sol

Par conséquent, le Cas II est élaboré comme alternative mais il n'est pas appliqué dans le projet.

Périmètre	Classement	Sans Précipitation		Avec Précipitation	
		Besoins annuels en eau ( $\times 10^3 m^3$ )	Besoins maxima ( $l/s/ha$ )	Besoins annuels en eau ( $\times 10^3 m^3$ )	Besoins maxima ( $l/s/ha$ )
Angad	Zone-A (200ha)	2.563,6	0,812 (Juil.)	1.851,2	0,798 (Juil.)
	Zone-B (200ha)	2.434,2	0,782 (Juin)	3.578,6	0,702 (Juil.)
Sous-Total	(400ha)	4.997,8	0,782 (Juin)	3.578,6	0,750 (Juil.)
Aïn Tbouda	périmètre ordinaire (150ha)	1.995,4	0,938 (Juil.)	782,1	0,926 (Juil.)
Zone modèle	irrigation gravitaire (60ha)	782,1	0,938	650,7	0,926 (Juil.)
one modèle	irrigation par aspersion (5ha)	40,7	1,004	34,8	0,986 (Juil.)
Zone modèle	Total (65ha)	822,8	0,943 (Juil.)	685,5	0,931 (Juil.)
Sous-Total	(215ha)		0,935 (Juil.)		0,927 (Juil.)
Aïn Beni Mathar	(435ha)	2.563,6	0,812 (Juil.)	1.851,2	0,798 (Juil.)
Chrayaa	(46ha)	594,3	0,834 (Juil.)	462,3	0,824 (Juil.)

Tableau 4.4.4 BESOIN D'EAU MENSUEL

Perimetre	Article	Unité	MOIS												ANUELS
			SEPT.	OCT.	NOV.	DEC.	JANV.	FEV.	MARS	AVREL	MAI	JUIN	JUIL	AOÛT	
Angad Zone-1 (200ha)	Besoin d'eau	L/S	1894.8	1911.5	2375.6	1910.9	1291.6	1274.4	1916.1	1890.0	3532.1	4833.3	5033.8	1807.3	29671.4
	Besoin d'eau de pointe	1000m <sup>3</sup>	163.7	165.2	205.3	165.1	111.6	110.1	165.6	163.3	305.2	417.6	434.9	158.2	2563.6
	Heu. d'irrigation	L/s/ha/Mo	9.472	9.558	11.877	9.555	6.459	6.371	9.580	9.450	17.661	24.165	25.168	9.036	148.352
	Debit a irri. Pointe	L/s/ha	0.316	0.308	0.396	0.308	0.208	0.228	0.309	0.315	0.570	0.806	0.812	0.291	9.406
	Besoin d'eau	hr	9.3	9.1	11.7	9.1	6.1	6.7	9.1	9.3	16.8	23.8	24.0	8.6	12.0
	Besoin d'eau de pointe	L/s/ha	1728.0	1442.7	1662.6	708.3	455.5	351.3	1673.6	313.8	2164.4	4213.4	4946.5	1765.7	21425.8
	Besoin d'eau	L/S	149.3	124.6	143.6	61.2	39.4	30.4	144.6	27.1	187.0	364.0	427.4	152.6	1851.2
	Heu. d'irrigation	1000m <sup>3</sup>	8.640	7.213	8.313	3.541	2.276	1.756	8.367	1.568	10.822	21.068	24.735	8.827	107.126
	Debit a irri. Pointe	L/s/ha	0.288	0.233	0.277	0.114	0.073	0.083	0.270	0.052	0.369	0.702	0.798	0.285	9.293
	Besoin d'eau	hr	8.5	6.9	8.2	3.4	2.2	1.9	8.0	1.5	10.3	20.7	23.6	8.4	8.7
Angad Zone-2 (200ha)	Besoin d'eau	L/S	1263.8	1909.2	2555.3	1910.7	1097.0	1307.0	1912.2	1902.1	3786.3	4549.5	4427.6	1573.3	28174.0
	Besoin d'eau de pointe	1000m <sup>3</sup>	109.2	165.0	219.0	165.1	94.8	112.9	165.2	164.3	327.1	393.1	382.5	135.9	2434.2
	Heu. d'irrigation	L/s/ha/Mo	6.315	9.539	12.668	9.547	5.481	6.531	9.559	9.509	18.931	22.748	22.139	7.861	140.828
	Debit a irri. Pointe	L/s/ha	0.211	0.308	0.422	0.308	0.177	0.233	0.308	0.317	0.611	0.758	0.714	0.294	0.386
	Besoin d'eau	hr	6.7	9.8	13.4	9.8	5.6	7.4	9.8	10.0	19.3	24.0	22.6	8.0	12.2
	Besoin d'eau	L/S	1152.6	1483.0	1817.3	590.6	342.7	455.5	1588.7	387.5	2322.0	3959.9	4353.8	1539.4	19993.0
	Besoin d'eau de pointe	1000m <sup>3</sup>	99.6	128.1	157.0	51.0	29.6	39.4	137.3	33.5	200.6	342.1	376.2	133.0	1727.4
	Heu. d'irrigation	L/s/ha/Mo	5.759	7.411	9.080	2.952	1.712	2.276	7.943	1.937	11.609	19.800	21.771	7.692	99.942
	Debit a irri. Pointe	L/s/ha	0.192	0.239	0.303	0.095	0.055	0.081	0.256	0.065	0.374	0.660	0.702	0.248	0.274
	Besoin d'eau	hr	6.1	7.6	9.6	3.0	1.7	2.6	8.1	2.1	11.8	20.9	22.2	7.9	8.7
Ain Beni Mathar (435ha)	Besoin d'eau	L/S	8173.5	5297.6	3417.6	1668.5	1655.4	2763.1	4979.3	4937.1	7475.5	10939.4	12527.4	9493.5	73327.8
	Besoin d'eau de pointe	1000m <sup>3</sup>	706.2	497.7	295.3	144.2	143.0	238.7	430.2	426.6	645.9	945.2	1082.4	820.2	6335.5
	Heu. d'irrigation	L/s/ha/Mo	18.789	12.179	7.856	3.836	3.806	6.332	11.445	11.350	17.185	25.146	28.799	21.823	168.566
	Debit a irri. Pointe	L/s/ha	0.626	0.393	0.262	0.124	0.123	0.227	0.369	0.378	0.554	0.838	0.929	0.704	0.462
	Besoin d'eau	hr	16.2	10.2	6.8	3.2	3.2	5.9	9.5	9.8	14.3	21.6	24.0	18.2	11.9
	Besoin d'eau	L/S	2643.7	4280.5	3104.5	937.5	638.4	1281.9	3858.6	2801.0	5465.8	9983.7	12366.2	9284.0	61445.7
	Besoin d'eau de pointe	1000m <sup>3</sup>	660.4	369.8	268.2	81.0	55.2	110.8	333.4	224.7	472.2	862.6	1068.4	802.1	5308.9
	Heu. d'irrigation	L/s/ha/Mo	17.572	9.841	7.136	2.155	1.468	2.947	8.870	5.979	12.563	22.953	28.427	21.341	141.252
	Debit a irri. Pointe	L/s/ha	0.586	0.317	0.238	0.070	0.047	0.105	0.286	0.199	0.405	0.765	0.917	0.680	0.387
	Besoin d'eau	hr	15.1	8.2	6.1	1.8	1.2	2.7	7.4	5.1	10.5	19.8	23.7	17.8	10.0
Charayaa (46ha)	Besoin d'eau	L/S	435.8	439.7	546.8	439.9	297.5	293.5	440.8	434.7	862.6	1110.5	1188.8	388.3	6878.9
	Besoin d'eau de pointe	1000m <sup>3</sup>	37.7	38.0	47.2	38.0	25.7	25.4	38.1	37.6	74.5	95.9	102.7	33.5	594.3
	Heu. d'irrigation	L/s/ha/Mo	9.472	9.558	11.886	9.564	6.467	6.380	9.580	9.450	18.749	24.136	25.841	8.443	149.528
	Debit a irri. Pointe	L/s/ha	0.316	0.308	0.396	0.309	0.209	0.228	0.309	0.315	0.605	0.805	0.834	0.272	0.410
	Besoin d'eau	hr	9.1	8.9	11.4	8.9	6.0	6.6	8.9	9.1	17.4	23.2	24.0	7.8	11.8
	Besoin d'eau	L/S	392.4	355.4	414.3	230.5	131.4	99.0	399.5	137.0	621.6	1013.3	1174.6	382.1	5351.1
	Besoin d'eau de pointe	1000m <sup>3</sup>	33.9	30.7	35.8	19.9	11.4	8.6	34.5	11.8	53.7	87.5	101.5	33.0	462.3
	Heu. d'irrigation	L/s/ha/Mo	8.530	7.726	9.005	5.008	2.857	2.153	8.683	2.978	13.513	22.027	25.539	8.307	116.326
	Debit a irri. Pointe	L/s/ha	0.284	0.249	0.300	0.162	0.092	0.077	0.280	0.092	0.436	0.734	0.824	0.268	0.319
	Heu. d'irrigation	hr	8.2	7.2	8.9	4.7	2.8	2.2	6.1	2.6	12.5	21.1	23.7	7.7	9.2

Tableau 4.4.5 BESOIN D'EAU MENSUEL

Perimetre	Article	Unité	MOIS												ANUELS		
			SEPT.	OCT.	NOV.	DEC.	JANV.	FEV.	MARS	AVREL	MAI	JUIN	JUIL	AOÛT			
Ain T'bouda Non-modele (150ha)	Sans precipitatio.	Besoin d'eau	1861.2	1168.4	1445.1	956.6	475.7	624.4	1916.1	1417.3	2617.8	3571.4	4361.1	2216.9	22632.0		
		1000m <sup>3</sup>	160.8	100.9	124.9	82.7	41.1	53.9	145.6	122.5	226.2	308.6	376.8	191.5	1955.4		
	Avec precipita.	Besoin d'eau de pointe	12.406	7.788	9.632	6.377	3.171	4.162	12.772	9.448	17.451	23.810	29.077	14.779	150.873		
		Heu. d'irrigation	0.414	0.251	0.321	0.206	0.102	0.149	0.412	0.315	0.563	0.794	0.938	0.477	0.413		
	Ain T'bouda Modele Gravitaire (50ha)	Sans precipitatio.	Debit a irri. pointe	10.6	6.4	8.2	5.3	2.6	3.8	10.5	8.1	14.4	20.3	24.0	12.2	10.6	
			l/s/ha	1703.2	903.4	1301.6	536.4	183.4	263.3	1590.9	603.3	1959.7	3308.2	4305.9	2168.6	18827.9	
		Avec precipita.	Besoin d'eau	147.2	78.1	112.5	46.3	15.8	22.7	137.5	52.1	169.3	285.8	372.0	187.4	1626.7	
			Besoin d'eau de pointe	11.352	6.022	8.675	3.576	1.223	1.755	10.605	4.023	13.066	22.053	28.704	14.457	125.511	
		Ain T'bouda Modele Aspersion (5ha)	Sans precipitatio.	Heu. d'irrigation	0.378	0.194	0.289	0.115	0.039	0.063	0.342	0.134	0.421	0.735	0.926	0.466	0.344
				hr	9.7	5.0	7.4	2.9	1.0	1.6	8.8	3.4	10.8	18.8	23.7	11.9	8.8
Avec precipit.			Besoin d'eau	744.4	467.4	578.0	382.6	190.3	249.8	766.3	566.9	1047.1	1428.4	1744.5	886.8	9052.5	
			1000m <sup>3</sup>	64.3	40.4	49.9	33.1	16.4	21.6	66.2	49.0	90.5	123.4	150.7	76.6	782.1	
Ain T'bouda Modele Total			Sans precipitatio.	Besoin d'eau de pointe	12.406	7.788	9.632	6.377	3.171	4.162	12.772	9.448	17.451	23.810	29.077	14.779	150.873
				Heu. d'irrigation	0.414	0.251	0.321	0.206	0.102	0.149	0.412	0.315	0.563	0.794	0.938	0.477	0.413
	Avec precipita.		Debit a irri. pointe	10.6	6.4	8.2	5.3	2.6	3.8	10.5	8.1	14.4	20.3	24.0	12.2	10.6	
			l/s/ha	681.3	361.3	520.6	214.6	73.4	105.3	636.3	241.3	783.9	1323.3	1722.4	867.4	7531.1	
	Ain T'bouda Modele Total		Sans precipitatio.	Besoin d'eau	58.9	31.2	45.0	18.5	6.3	9.1	55.0	20.8	67.7	114.3	148.8	74.9	650.7
				Besoin d'eau de pointe	11.352	6.022	8.675	3.576	1.223	1.755	10.605	4.023	13.066	22.053	28.704	14.457	125.511
		Avec precipita.	Heu. d'irrigation	0.378	0.194	0.289	0.115	0.039	0.063	0.342	0.134	0.421	0.735	0.926	0.466	0.344	
			hr	9.7	5.0	7.4	2.9	1.0	1.6	8.8	3.4	10.8	18.8	23.7	11.9	8.8	
		Ain T'bouda Modele Total	Sans precipitatio.	Besoin d'eau	66.8	38.5	53.2	21.0	7.6	11.2	66.8	25.1	78.1	132.6	163.7	86.8	806.6
				1000m <sup>3</sup>	5.8	3.3	4.6	1.9	0.7	1.1	7.6	2.8	8.9	14.4	18.8	9.7	93.6
Avec precipita.			Besoin d'eau de pointe	13.398	7.711	9.632	6.377	3.171	4.162	12.772	9.448	17.451	23.810	29.077	14.779	150.873	
			Heu. de l'irriga.	0.447	0.249	0.254	0.022	0.083	0.090	0.163	0.088	0.319	0.331	0.652	0.321	0.253	
Ain T'bouda Modele Total			Sans precipitatio.	Debit a irri. pointe	16.5	9.2	9.3	0.8	3.1	3.3	6.0	3.2	11.7	12.2	24.0	11.8	9.3
				l/s/ha	60.3	32.5	24.7	0.0	6.9	7.6	21.5	5.4	39.1	45.7	98.8	49.9	392.4
	Avec precipita.		Besoin d'eau	5.2	2.8	2.1	0.0	0.6	0.7	1.9	0.5	3.4	3.9	8.5	4.3	33.9	
			Besoin d'eau de pointe	12.120	6.477	4.941	0.000	1.358	1.481	4.367	1.119	7.985	9.389	19.825	9.794	78.856	
	Ain T'bouda Modele Total		Sans Pre.	Heu. d'irrigation	0.404	0.209	0.165	0.000	0.044	0.053	0.141	0.037	0.258	0.313	0.640	0.316	0.216
				hr	14.9	7.7	6.1	0.0	1.6	2.0	5.2	1.4	9.5	11.5	23.6	11.6	8.0
		Avec Pre.	Besoin d'eau	811.2	505.9	616.2	385.9	203.4	262.7	791.4	579.6	1095.3	1476.8	1845.0	937.7	9511.1	
			1000m <sup>3</sup>	70.1	43.7	53.2	33.4	17.5	22.7	68.4	50.1	94.7	127.6	159.4	81.0	821.7	
		Sans Pre.	Besoin d'eau	741.6	393.8	545.3	214.6	80.3	112.9	657.8	246.7	823.0	1369.0	1821.2	917.3	7923.5	
			1000m <sup>3</sup>	64.1	34.0	47.1	18.5	6.9	9.8	56.9	21.3	71.1	118.2	157.3	79.2	684.6	

(9) Nombre d'ouvrages requis dans la zone irriguée.

Selon le tableau précédant, le nombre d'ouvrages requis dans la zone irriguée est défini à partir du volume des besoins en eau maximum (sans précipitation).

Périmètre	Classement	Potentiel d'explo. (l/s)	Volume requis max. (l/s)	Nombre Ouvrages requis
Angad (400ha)	-----	10~12	312,8	10
Aïn Tbouda (150ha)	périmètre irrigué	50~80	140,7	3
Zone modèle (65ha)		50~80	61,3	1
A.B.Mathar (435ha)	-----	50~80	353,2	6
Chrayaa (46ha)	-----	5	34,4	3
Total (1.096ha)	-----	---	---	23

Pour la zone de Chrayaa, comme il est mentionné dans le chapitre 4.2.2, le nombre d'ouvrage est de 3 et la superficie irriguée sera de 20 ha en tenant compte de la préférence de limiter le débit exploité à 15 l/s.

#### 4.5 Détermination de l'ordre prioritaire du développement

##### 4.5.1 Elaboration du nombre d'ouvrage requis

Dans les chapitres précédants, le volume exploitable par ouvrage est élaboré pour l'AEP, l'eau de cheptel et l'eau d'irrigation (Chapitres 4.2.3 et 4.4.1~4.4.3).

Les volumes calculés dans chaque chapitre sont mentionnés au tableau 4.5.1.

Le nombre d'ouvrages requis dans les zones concernées est défini en divisant de volume requis par le volume exploitable de chaque zone. Il est aussi mentionné au même tableau.

Les lieux destinés à l'élevage et l'irrigation ont parfois des points d'eau existants. Dans ce cas, ces points d'eau sont pris en considération pour la détermination du nombre d'ouvrages requis.

Le tableau 4.5.1 montre le nombre d'ouvrages et d'installations hydrauliques requises.

#### 4.5.2 Critères de détermination

En ce qui concerne la détermination de l'ordre prioritaire du développement, les critères élaborés par l'équipe d'études et ses homologues marocains, ressortent comme suit:

(1) Le degré d'urgence a été fixé en fonction des besoins d'utilisation:

- 1er degré : eau potable dans le milieu rural
- 2e degré : eau de cheptel
- 3e degré : eau d'irrigation

Cet ordre est convenable du fait qu'il correspond à la politique du plan national du développement rural (voir le chapitre 2.2.7 Plan du développement rural).

(2) La détermination de l'ordre prioritaire en eau potable a été établie, entre autres, de la manière suivante:

Le taux de suffisance, la distance pour le transport de l'eau, la population et des facteurs tels que l'importance sociale, pour le défertement d'Oujda. Pour déterminer l'ordre de priorité à partir des facteurs tels que la distance d'approvisionnement, le taux de suffisance, la population ou encore l'impact social sur la province d'Oujda, une estimation globale de ces facteurs a été faite en particulier au niveau du bureau régional de l'agriculture. Ces paramètres ont toute fois été nuancés par le degré d'urgence et c'est surtout l'ordre de priorité qui en découle qui est d'abord retenu.

Seulement, lorsque la quantité nécessaire pour une zone déterminée est supérieure à la quantité d'extraction prévue et que

plusieurs points d'eau sont requis, la détermination du nombre d'ouvrages est fixée pour satisfaire 50% environ de besoins.

Par ailleurs, quelques exceptions doivent être prises en considération:

- a) Etant donné que Tafrata est une zone d'élevage importante, deux ouvrages au moins seront programmés, indépendamment des quantités d'eau captées.
- b) Pour El Ateuf, la priorité majeure revient à l'eau potable et dans le plan, l'eau de cheptel ne sera pas incluse. Il en est de même pour Oued Bourdim et Majen Msallah.

### (3) Eau de cheptel

Etant donné que les 3 districts qui font l'objet de l'aménagement des eaux de cheptel ont été désignés comme secteurs d'élevage dans le but d'arrêter l'avance du désert, les options fondamentales pour fixer l'ordre de priorité tiennent largement compte des résultats des pourparlers avec l'homologue marocain.

D'abord décidé par zone, l'ordre de priorité est ensuite planifié afin d'élever le taux de suffisance en herbage d'une façon uniforme dans chaque zone.

L'ordre de priorité par secteur se présente comme suit:

Premier	Rkiz	L'agglomération d'Aïn Beni Mathar est proche et l'impact sur le développement est très important (il n'existe qu'une installation actuellement) (19.000ha)
Deuxième	Hassian Diab	Loin d'Aïn Beni Mathar mais il n'existe aucune installation. (30.000ha)
Troisième	A.B.Mathar	Désigné en premier comme secteur d'élevage et équipé d'installations en 3 points mais les capacités sont insuffisantes. (69.000ha)

#### (4) Eau d'irrigation

En général l'exploitation de l'eau d'irrigation est décidée surtout en fonction de facteurs économiques (rentabilité) mais dans le cas présent l'ordre de priorité est surtout basé sur le degré d'urgence du développement et sur les résultats d'efficacité de la zone modèle.

Par conséquent la priorité absolue a été donnée à la réhabilitation de l'irrigation en tenant surtout compte du point de vue de la partie marocaine qui reflète un souci d'équilibre inter-régional et la volonté de la population rurale.

Parmi ces secteurs prioritaires, la zone modèle a été choisie en tout premier lieu et ainsi l'ordre d'exploitation sera en principe le suivant:

Ordre	Zone	Superficie (ha)	Remarque
1	Zone Modèle	65	Choix dépend de Ain Tbouda
2	Aïn Tbouda	150	Réhabilitation
3	Chrayaa	46	Très endommagé
4	Angad	400	Aménagement supplémentaire
5	A.B.Mathar	435	Aménagement nouveau

#### 4.5.3 Détermination de l'ordre prioritaire du développement

L'ordre prioritaire du développement indiqué au tableau 4.5.1 a été établi sur la base de l'étude du nombre d'ouvrages nécessaires (chapitre 4.5.1) et des critères de détermination de la priorité d'exploitation (chapitre 4.5.2.).

Au total, 52 ouvrages sont nécessaires dans le projet. Parmi les différentes natures de besoin en eau, la priorité est accordée à l'AEP et à l'eau de cheptel.



C'est pourquoi un autre plan visant à satisfaire au moins les besoins en eau potable de la population actuelle et les besoins en eau de cheptel à été établi.

Par ailleurs, en ce qui concerne l'hydraulique rurale et comme nous l'avons mentionné auparavant, une zone modèle sera constituée à Aïn Tbouda pour servir d'exemple pour les exploitations agricole futures. La réalisation de cette zone modèle devraient avoir une influence bénéfique sue l'économie et la gestion du potentiel hydraulique, sur la mécanisation de l'agriculture et sur les techniques agricoles. Il est donc essentiel que l'exploitation de ce secteur modèle soit intégré au programme d'urgence dont le nombre d'ouvrage a été estimé à 23 forages.

**CHAPITRE V**

**PLAN D'INSTALLATION**



## CHAPITRE V

### PLAN D'INSTALLATION

#### 5.1 Plan d'installation des ouvrages

##### 5.1.1 Forage

Le volume exploitable des eaux souterraines d'un forage est limité par la structure géologique, la rentabilité des installations et par les réserves d'eau souterraines. Par conséquent, le nombre d'ouvrages dans chaque zone concernée devra couvrir le volume total des besoins de la consommation journalière maximale.

Les caractéristiques de chaque point d'eau sont mentionnées au tableau 5.1.1.

Etant donné que la profondeur de la nappe d'eau est d'environ 100 à 250m, des tours de forage de 10" à 12" de diamètre pouvant atteindre plus de 500m de profondeur seront nécessaires. La foreuse la plus appropriée est de type rotative avec marteau fond de trou.

Après le forage, un tubage sera posé à la fois pour soutenir la paroi du trou et empêcher les écoulements à partir de la surface du sol.

Pour les forages de petite profondeur, on utilise des tubes en plastique car ils offrent une bonne résistance à la corrosion et sont faciles à manipuler. Par contre leur résistance physique est faible. Dans ce Projet il sera préférable d'avoir recours aux tubes en acier qui ont une meilleure rigidité et une meilleure durabilité.

Le filtre est une partie clé qui détermine la durée de vie des pompes; par conséquent, il est important d'effectuer un plan type et un façonnage standard avant les travaux et de prévoir un ajustement sur place selon les données de diagraphie et autres, acquises au cours de travaux de forage.

Il est évident que l'eau captée par forage doit être potable mais comme elle influence beaucoup la performance et la durée de vie de la pompe, il est nécessaire de respecter les critères désignés pour les points suivants.

- teneur en sable : inférieure à 50ppm (diamètre inférieur à 0,25mm)

- teneur en chlore : inférieure à 500ppm

- pH : 6,5 à 8,0

Les plans de coupe indiqués dans le programme de tubage sont joints en fin du rapport, ainsi que le plan de forage des puits, les dimensions et le programme de tubage. Le diamètre de l'orifice du forage a été calculé en fonction du débit programmé et de la taille des pompes de captage ou des canalisations normalement utilisés au Maroc. Il sera de 6" à 10" et le diamètre de l'orifice de la chambre de la pompe sera quant à lui supérieur à 12".

Tableau 5.1.1 Nombre d'ouvrages requis dans chaque zone concernée

(1) Eau potable

	Besoin en eau (ℓ/s)	Volume exploitable par ouvrage (ℓ/s)	Nombre d'ouvrage requis
Oulad Arja Oulad Hamel	11,2	10~20	1
Oulad Maamer	2,2	5	1
Louiza	1,2	5	1
Mesteferki	9,4	5	2
Hassi Jdaïni	8,2	5	2
Chraga	10,3	5	2
Majen Msallah	5,3	5	1
Hassi Bessara	10,2	5	2
Khalloufyine	4,5	2~5	1
Sahb Ahmed	3,3	2~5	1
Oued Bou Rdim	7,0	5	2
Tafrata	7,2	5	2
El Ateuf	18,4	3~5	4

(2) Alimentation en eau du cheptel

	Besoin en eau (ℓ/s)	Volume exploitable par ouvrage (ℓ/s)	Nombre d'ouvrage requis	Remarque
Rkis	11,9	5~10	3	3(ℓ/s) possible par forage existant
Hassian Diab	18,8	5	2	20(ℓ/s) possible par forage existant
Aïn Beni Mathar	37,2	5~10	2	20(ℓ/s) possible par forage existant

(3) Irrigation

	Besoin en eau (ℓ/s)	Volume exploitable par ouvrage (ℓ/s)	Nombre d'ouvrage requis
Angad	173	1010	10
Sidi Yahya	(100)	(50~80)	-
Louiza/Aïn Tbouda	164	50~80	4
Aïn Beni Mathar	311	50~80	6
Chrayaa	10	5	2

### 5.1.2 Pompe d'extraction

#### (1) Type de pompe

Toutes les pompes du présent Projet seront installées dans les forages ainsi leur types sont limités à cause du niveau d'eau qui se trouve très bas.

Ainsi la pompe de fond et la pompe immergée ont été sélectionnées.

La pompe de fond a un moteur posé sur la surface du sol, une tige reliée au fond à des hélices qui par leur rotation entraînent l'eau du puits.

Mais ce type de pompe nécessite une tige longue et dans notre cas, il faudra souvent installer un moteur diesel car l'électricité est difficile à amener sur place. Il est nécessaire d'avoir plusieurs hélices et le coût de fabrication sera élevé.

La pompe immergée est constituée d'un moteur électrique incorporé à une pompe étanchéisée qui est introduite dans le tubage. Son rendement est élevé malgré la difficulté rencontrée pour les réparations.

En comparant ces deux types, même si l'installation de moteur diesel avec un groupe électrogène est nécessaire lorsqu'il n'y a pas d'électricité, la pompe immergée à moteur électrique paraît plus économique et plus facile à entretenir. Donc le type de pompe immergée est retenue pour le présent Projet.

En tenant compte de la grandeur du couple d'accélération et du coût de matériel, le démarreur sera de type direct en ligne. Pour les pompes de grande dimension, le démarrage par autotransformateur sera retenu.

#### (2) Détermination du type de moteur et des génératrices

Pour la pompe immergée il faut un moteur électrique mais il y a rarement une ligne électrique près des points d'eau. Un groupe électrogène devra donc être installé dans ces cas.

Les lignes électriques qui passent près des sites sont des lignes haute tension de 22.000V. Selon les besoins de chaque point, il serait donc indispensable d'avoir un transformateur.

Par conséquent, on prévoit de générer un courant de 15 KVA à 75 KVA à partir de groupes électrogènes diesel et de les adapter à chaque site.

(3) Station de pompage

La pompe immergée ne comporte pas d'installation importante sur le sol, donc elle n'a pas besoin d'un local. Mais en cas d'installation d'un groupe électrogène diesel ou d'un transformateur il faut prévoir un local de protection.

En plus, dans certains cas des pompes de pressurisation seront installées. Donc il faut construire un abri aux dimensions convenables pour mettre tous les équipements.

La forme de la station de pompage est indiquée au schéma joint à la fin du rapport final.

Dans la zone du Projet, notamment les districts qui nécessitent des puits, l'approvisionnement en eau est très important. Les habitants doivent inévitablement s'approcher de la station de pompage (une installation d'eau potable sera fournie près de la station de pompage), et ainsi chaque station servira de lieu de réunion des habitants.

En outre, l'électricité générée pour la marche des moteurs de pompe servira de courant d'alimentation pour le personnel chargé de l'exploitation des installations.