

المملكة المغربية

ROYAUME DU MAROC

INSTITUT AGRONOMIQUE
ET VETERINAIRE HASSAN II



معهد الحسن الثاني
للزراعة والبيطرة

**Projet de Fin d'Etudes présenté pour l'obtention du
diplôme d'Ingénieur d'Etat en Génie Rural**

Option : Irrigation, gestion de l'eau et environnement

**La reconversion collective à l'irrigation localisée dans le
Tadla : Analyse de l'approche de l'équipement interne et
impact sur les prélèvements à partir de la nappe**

Présenté et soutenu publiquement par :

CHAHRI Rachid & SAOUABE Tarik

Devant le jury composé de :

Pr. R. DOUKKALI
Pr. A. HAMMANI
Pr. K. BELABBES
Pr. A. BOUAZIZ
Pr. M. KUPER
Pr. M. NAIMI
M. M. SAAF

Président
Rapporteur
Co-Rapporteur
Examineur
Examineur
Examineur
Examineur

IAV HASSAN II
IAV HASSAN II
CONSULTANT
IAV HASSAN II
IAV HASSAN II
IAV HASSAN II
DGRID/ORMVAT

Septembre 2014

DEDICACE

*A toi ma chère mère pour tout ce que tu fais pour moi, toutes tes prières,
tous tes efforts pour me voir heureux*

A toi mon cher père pour ton soutien moral et tes encouragements

*A vous mes chers frères Mohamed et Otman, que Dieu remplisse votre
vie de bonheur.*

*A tous mes chers amis et particulièrement à Sif Eddine Moutik,
Taoufik HIBA, Said AIT HDA, Salah RAKI, ElHabib EL MALKI,
Najib BEN HAMMADI, Mohamed FALAH.*

A mon cher binôme Tarik et sa famille

A tous les étudiants de l'IAV Hassan II

A tous ceux et celles que je respecte,

Je dédie ce modeste travail.

CHAHRI Rachid

DEDICACE

A mes chers parents

Aucune dédicace ne saurait exprimer mon grand amour, mon estime, ma vive gratitude, mon intime attachement et ma profonde affection. Je ne saurais et je ne pourrais vous remercier pour tout ce que vous avez fait pour moi, et ce que vous faites jusqu'à présent. Que Dieu le tout puissant, vous comble de santé, de prospérité et vous accorde une longue vie afin que je puisse vous combler à mon tour...

A mon frère et mes sœurs

Pour leur affection et leurs encouragements, que Dieu remplisse votre vie de bonheur.

A mon binôme Rachid et sa famille

A mes meilleurs amis et tous mes collègues d'étude

Pour avoir été présents dans les moments les plus difficiles, mais aussi les plus agréables.

Que la fraternité qui nous unit se renforce encore à l'avenir.

Et à tous ceux qui m'ont accompagné et soutenu, je vous dédie ce travail

SAOUABE Tarik

REMERCIEMENTS

Merci à Dieu tout puissant pour sa générosité divine

Ce mémoire n'aurait pas été possible sans l'intervention, consciente, d'un grand nombre de personnes que nous souhaitons remercier.

Nous tenons d'abord à exprimer notre profonde gratitude et nos vifs remerciements à Mr Ali HAMMANI pour nous avoir encadrés. Nous lui serons toujours reconnaissants pour ses conseils, sa disponibilité, son aide et ses orientations tout au long de ce travail.

Nos sincères remerciements vont également à Mr Kamal BELABBES, notre co-encadrant pour son esprit d'encadrement, sa disponibilité et ses remarques pertinentes afin de mener à bien notre travail de fin d'étude.

Nous tenons à remercier également Mr Rachid DOUKKALI, de l'honneur qu'il nous a fait de bien vouloir présider le jury de ce mémoire.

Nos vifs remerciements s'adressent également à Monsieur M. Kuper, Monsieur A. BOUAZIZ, Monsieur M. NAIMI et Monsieur M. SAAF qui ont accepté d'honorer ce jury et de participer à la discussion et au jugement de ce présent travail.

On adresse notre gratitude à Mr DECHOUH et Mr KECHNAH, pour leur collaboration, leur accompagnement sur le terrain et leur disponibilité permanente tout au long de la réalisation de ce travail.

Nous remercions également le personnel de l'ORMVAT et particulièrement Mr AMEDIAZ.R et Mr LAFSAHI.A, ainsi que tous les cadres et agents du CDA 536 pour leur précieuse collaboration.

Nos vifs remerciements aux agriculteurs qui se sont montrés très patients envers nos questions, mais aussi très accueillants.

Enfin à tous ceux qui ont participé de près ou de loin dans l'élaboration de ce travail, vous trouvez ici l'expression de nos vifs remerciements.

RESUME

La présente étude est financée par l'Association Française de l'Eau, de l'Irrigation et de Drainage (AFEID) dans le cadre du COSTEA. Il a été menée dans le périmètre irrigué de Tadla, plus précisément au niveau du secteur pilote (4045 ha) du projet de reconversion de l'irrigation gravitaire à l'irrigation localisée.

Les objectifs de ce travail consistent à une étude critique de la démarche utilisée pour le choix de l'équipement interne des exploitations faisant partie de ce secteur, une évaluation des critères de performance de l'irrigation à l'échelle de l'exploitation agricole et une appréciation de l'impact de l'irrigation localisée sur les prélèvements à partir de la nappe.

La démarche adoptée pour effectuer ce travail consiste en :

- La collecte des données à travers des entretiens avec les responsables et agents de l'ORMVAT et de l'assistance technique aux agriculteurs de la zone de reconversion, d'une part et les enquêtes réalisées auprès des agriculteurs, des AUEA et des sociétés d'installation du matériel d'irrigation, d'autre part ;
- La mesure et le calcul des paramètres hydrauliques pour l'évaluation des performances des exploitations ;
- L'inventaire exhaustif des points de prélèvement à partir de la nappe et estimation des volumes pompés au niveau du secteur pilote.

L'étude a révélé que :

- D'après les enquêtes réalisées auprès d'un échantillon d'agriculteurs du secteur pilote ; une grande partie des exploitants (79 %) n'a aucune connaissance du système d'irrigation localisée et 20% des agriculteurs ont exprimé leurs craintes vis-à-vis de la commercialisation de leurs produits agricoles après la reconversion ;
- A la base des spéculations pratiquées, les volumes apportés par campagne agricole différent selon la technique d'irrigation, le volume moyen apporté sous gravitaire est de 14094 m³/ha contre un volume moyen de 9010 m³/ha sous goutte à goutte ;
- Le volume annuel prélevé à partir de la nappe à l'échelle du secteur pilote (4045 ha) est estimé à 10.43 Mm³.
- Les prélèvements prévisibles à partir de la nappe après la reconversion en cas d'anomalies permanentes dans le réseau et d'augmentation du prix du m³ d'eau seront estimés à 9.54 Mm³.

Mots clés : ORMVAT, PNEEI, Tadla, reconversion collective, irrigation localisée, indicateurs de performance, nappe.

ABLES DES MATIERES

DEDICACE	I
REMERCIEMENTS	IV
RESUME	V
ABSTRACT	Erreur ! Signet non défini.
TABLES DES MATIERES	VI
LISTE DES FIGURES.....	VIII
LISTE DES TABLEAUX	IX
LISTE DES ABREVIATIONS	X
INTRODUCTION	1
Partie 1 : CONTEXTE DE L'ETUDE ET BIBLIOGRAPHIE	4
Chapitre 1 : Présentation de la zone d'étude.....	5
1. Aperçu sur le périmètre irrigué de Tadla	5
2. Présentation du secteur pilote	6
Chapitre 2 : Projet de modernisation de l'irrigation dans le Tadla	10
1. Le Programme National d'Economie d'Eau en Irrigation :.....	10
2. Le Projet de reconversion collective dans le Tadla :	12
Chapitre 3 : Les ressources en eau souterraines dans le Tadla.....	22
1. Situation des ressources en eau souterraines.....	22
2. Evolution du niveau de la nappe de Tadla	26
3. Qualité des eaux de la nappe phréatique dans le périmètre irrigué du Tadla.....	28
4. Utilisation des ressources en eau souterraines.....	30
Partie 2 : METHODOLOGIE DU TRAVAIL.....	32
Introduction.....	32
1. Choix des exploitations à enquêter :.....	33
2. Collecte des données :.....	33
3. Les paramètres calculés	35
4. Détermination des volumes apportés.....	38
5. Détermination des indicateurs de performance de l'irrigation	39
PARTIE 3 : RESULTATS ET DISCUSSIONS	42
I : EQUIPEMENT INTERNE COLLECTIF DE LA PREMIERE TRANCHE DU SECTEUR PILOTE	43
Chapitre 1 : Processus de l'équipement interne collectif :	43
1. Choix de l'assistance technique	43
2. Choix des sociétés d'équipement interne.....	44

Chapitre 2 : Avis des agriculteurs sur la démarche de l'équipement interne	46
1. Caractérisation des exploitations enquêtées :	46
2. Assolement actuel des exploitations enquêtées.....	48
3. Assolement prévu après l'équipement des propriétés en irrigation localisée	49
4. Equipement interne en irrigation localisée	50
Chapitre 3 : Rôle de l'AUEA dans la mise en œuvre de la démarche du projet :	56
1. Les associations d'usagers des eaux agricoles (AUEA)	56
2. Les Sociétés d'installation du matériel.....	57
Chapitre 4 : Critique de la démarche adoptée et aperçu sur les contraintes du projet	58
II : Impact de la reconversion sur les prélèvements à partir de la nappe	61
Introduction.....	61
Chapitre 1 : Caractérisation des dispositifs de pompage.....	62
Introduction.....	62
1. Description des ouvrages de captage des eaux souterraines	62
Chapitre 2 : Performances des exploitations dans l'utilisation des eaux souterraines	68
1. Calcul des besoins en eau des cultures :	68
2. Volumes d'eau apportés :	70
3. Taux de satisfaction des besoins en eau des cultures :	72
4. Uniformité de distribution.....	73
Chapitre 3 : Estimation des prélèvements des eaux souterraines au niveau du secteur pilote	82
1. Inventaire des points de prélèvement :	82
2. Evolution des points de prélèvement au niveau du CDA 536	84
3. Caractérisation des stations de pompage à l'échelle du secteur pilote.....	86
4. Indicateurs d'accès à l'eau souterraine	87
5. Les modes d'utilisation des ressources en eau souterraines :	88
6. Mesure des débits pompés :	88
7. Les volumes apportés par culture et par mode d'apport.....	90
8. Estimation des prélèvements actuels au niveau du secteur pilote :	91
9. Impact prévisible sur les prélèvements à partir de la nappe	94
CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS	96
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :	98
ANNEXES.....	100

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Situation géographique de la zone d'étude.....	5
Figure 2: situation géographique du secteur pilote.....	6
Figure 3: Première tranche de reconversion.....	15
Figure 4: Surélévation du canal G.....	16
Figure 5: Blocs d'irrigation servis au milieu (B1) et à l'extrémité (B2).....	18
Figure 6: Nouvelle prise borne installée dans le cadre du projet de reconversion.....	19
Figure 7: Coupe verticale du système aquifère de Tadla.....	22
Figure 8 : Evolution des ressources en eau dans le Tadla.....	24
Figure 9: Distribution des points de prélèvement dans le périmètre irrigué de Tadla.....	25
Figure 10: Evolution du niveau de la nappe phréatique du Tadla.....	26
Figure 11: Profondeurs de la nappe dans le Tadla.....	27
Figure 12: Taux de salinité des eaux de la nappe phréatique dans le Tadla.....	28
Figure 13: Taux de nitrates des eaux de la nappe phréatique dans le Tadla.....	30
Figure 14 : Tests d'uniformité de distribution.....	41
Figure 15: Répartition dans l'espace des exploitations enquêtées.....	46
Figure 16: Répartition des exploitations selon leur appartenance aux AUEA.....	47
Figure 17: Statut foncier des exploitations enquêtées.....	48
Figure 18: Assolement actuel des exploitations enquêtées durant la campagne 2013-2014.....	48
Figure 19: Cultures envisageables selon les exploitants enquêtés.....	50
Figure 20: Connaissances techniques des agriculteurs vis-à-vis du système d'irrigation localisée.....	52
Figure 21: Implication des exploitants pour la mise en œuvre du projet.....	52
Figure 22: Consultation des agriculteurs pour le choix des équipements internes.....	54
Figure 23: Connaissance des agriculteurs de leurs futurs équipements.....	54
Figure 24: Capacité des agriculteurs pour renouveler les équipements internes.....	55
Figure 25: Répartition des ouvrages de captage d'eau au niveau des deux AUEA.....	63
Figure 26 : Les marques des différents types de moteurs.....	65
Figure 27: Différents types des moteurs.....	65
Figure 28: Principales marques des pompes identifiées.....	66
Figure 29: Pompes utilisées.....	67
Figure 30: Points de mesures d'uniformité.....	74
Figure 31: Débits mesurés des 16 goutteurs à la parcelle (Luzerne) de l'exploitation E8.....	75
Figure 32: Débits mesurés des 16 goutteurs à la parcelle (Courgette) de l'exploitation E8.....	76
Figure 33: Débits mesurés des 16 goutteurs à la parcelle (Luzerne) de l'exploitation E9.....	78
Figure 34: Débits mesurés des 16 goutteurs à la parcelle (Niora) de l'exploitation E10.....	79
Figure 35: Débits mesurés des 16 goutteurs à la parcelle (Carotte) de l'exploitation E10.....	80
Figure 36: Répartition des ouvrages fonctionnels selon les AUEA.....	82
Figure 37: Points de prélèvement au niveau du secteur pilote.....	83
Figure 38: Ouvrages abandonnés dans le secteur pilote par AUEA :.....	84
Figure 39: Situation de la zone de comparaison de la situation des ouvrages.....	84
Figure 40: Evolution du nombre d'ouvrages de captage entre 2006 et 2014.....	85
Figure 41: Types d'énergie au niveau du secteur pilote.....	86
Figure 42: Diamètres des conduites de refoulement.....	86
Figure 43: Modes d'utilisation des ressources en eau souterraines.....	88

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Structure foncière des terres dans le secteur pilote.....	7
Tableau 2: Occupation du sol durant les cinq dernières années	8
Tableau 3: Répartition des superficies à reconvertir par ORMVA (grande hydraulique).....	12
Tableau 4: Critères retenus pour la première sélection	13
Tableau 5: Caractéristiques d'équipement interne collectif de la première tranche	20
Tableau 6: Teneur des nitrates dans les trois sous périmètres	29
Tableau 7: Structure foncière des exploitations enquêtées.....	46
Tableau 8: Occupation actuelle du sol des exploitations enquêtées (2013,2014)	49
Tableau 9: Fiche signalétique des AUEA au niveau du secteur pilote.....	56
Tableau 10: Répartition des profondeurs selon le type d'ouvrage	64
Tableau 11: Les dépenses de consommation en énergie	66
Tableau 12: Tableau de calcul de l'ET0	68
Tableau 13: Le calcul des besoins bruts en eau des cultures.....	69
Tableau 14: Mesures de débits :	70
Tableau 15: Volumes d'eaux apportés pour chaque culture	71
Tableau 16: Taux de satisfaction des besoins.....	72
Tableau 17: Calcul de l'uniformité à la parcelle luzerne de l'exploitation E8	75
Tableau 18: Calcul de l'uniformité à la parcelle courgette de l'exploitation E8	77
Tableau 19: Calcul de l'uniformité à la parcelle luzerne de l'exploitation E9	78
Tableau 20 : Calcul de l'uniformité à la parcelle niora de l'exploitation E10.....	80
Tableau 21: Calcul de l'uniformité à la parcelle Carotte de l'exploitation E10	81
Tableau 22: Inventaire des points de prélèvement dans le secteur pilote.....	82
Tableau 23: Situation des points de prélèvements en 2006 et 2014.....	85
Tableau 24: Indice d'accès à l'eau souterraine sur les deux AUEA	87
Tableau 25: Nombre des agriculteurs ayant accès à l'eau souterraine	87
Tableau 26: Caractéristiques des stations de pompage et valeurs des débits mesurés	89
Tableau 27: Fréquence, durée et volume pompé de chaque culture selon le mode d'apport.....	90
Tableau 28: Assolement dominé par les points de prélèvement au niveau du secteur pilote.....	93
Tableau 29: Volumes des prélèvements des eaux estimées à l'échelle du secteur pilote	94

LISTE DES ABREVIATIONS

- AUEA : Associations des Usagers de l'Eau Agricole
- AMI : Appel à Manifestation d'Intérêts
- BA : Beni Amir
- BM : Beni Moussa
- BME : Béni Moussa Est
- BMO : Béni Moussa Ouest
- CDA : Centre de Développement Agricole
- CE : Conductivité Electrique
- CGR : Centre de Gestion du Réseau
- COSUMAR : Compagnie Sucrière Marocaine
- CPS : Cahier des prescriptions spéciales
- dS : Décisiemens
- FDA : Fond du Développement Agricole
- IL : Irrigation Localisée
- MAPM : Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime
- NGM : Niveau Général du Maroc
- ORMVAT : Office Régionale de Mise en Valeur Agricole
- PIB : Produit Intérieur Brut
- PNEEI : Programme National d'Economie en Eau d'Irrigation

INTRODUCTION

L'agriculture irriguée au Maroc s'est imposée comme composante de l'économie nationale et régionale en tant que levier de production de richesses et de création d'emplois. En effet, l'agriculture irriguée, bien qu'elle n'occupe que 15 % des superficies cultivées contribue à environ 45 % en moyenne de la valeur ajoutée agricole et intervient pour 75 % des exportations agricoles (MAPM, 2014). Ce secteur est également confronté à plusieurs défis, entre autres, la raréfaction de la ressource hydrique, l'utilisation non rationnelle des eaux d'irrigation et leur pollution ainsi que la surexploitation des ressources en eau souterraines.

La sauvegarde de la ressource en eau et la pérennité de l'agriculture irriguée nécessitent une utilisation rationnelle et économe en eau ainsi qu'une valorisation dans le cadre d'une gestion durable des systèmes d'irrigation. Pour ces raisons, l'Etat s'est engagé dans des programmes ayant pour objectif la protection et la préservation des ressources en eau, tout en incitant les agriculteurs à mettre en place des systèmes économes en eau. C'est dans ce cadre, que le Programme National d'Economie en Eau d'Irrigation « PNEEI » a été lancé par le Ministère de l'Agriculture et de la Pêche Maritime. Ce programme consiste en une conversion massive de l'irrigation de surface et par aspersion à l'irrigation localisée, sur une superficie de près de 550.000 ha pendant une période de 10 ans soit un rythme d'équipement moyen de 55.000 ha/an (MAPM, 2014).

Dans le périmètre irrigué du Tadla, les agriculteurs trouvent plus de flexibilité à recourir à l'eau souterraine pour l'irrigation des terres en complément à l'eau de surface. Ces prélèvements de l'eau de la nappe à travers des puits, forages et puits-forages se traduisent ces dernières années par un rabattement continu du niveau de la nappe rendant son accessibilité de plus en plus difficile. En effet, le rabattement excessif de la nappe phréatique a poussé certains agriculteurs à prélever dans les nappes captives profondes (éocène notamment). Ce qui menace la durabilité de l'exploitation des eaux souterraines.

Au niveau du périmètre irrigué du Tadla, le PNEEI concerne une superficie de 88.740 ha, dont 49 040 ha pour la reconversion collective. Une zone de plus de 22.000 ha dans les Béni Moussa Ouest, pouvant être équipée sans frais d'énergie, a été identifiée. A l'intérieur de cette zone une

première tranche de 10.235 ha a bénéficié de financement pour la réalisation de l'équipement externe et des prestations de l'assistance technique pour l'appui aux agriculteurs en vue de l'équipement interne de leurs propriétés.

S'agissant de l'équipement interne des parcelles, une première tranche de 1500 ha a été identifiée. Cette tranche est répartie en 7 lots à équiper par des sociétés d'installation de matériel d'irrigation localisée. Les maîtres d'ouvrage sont les AUEA avec l'appui technique de l'ORMVAT et l'équipe de l'assistance technique.

Certes, ces projets permettent aux petits agriculteurs de bénéficier des subventions de l'Etat à hauteur de 100% et contribuent à l'économie de grandes quantités d'eau, mais cette économie s'accompagne par une diminution de la recharge de la nappe par les retours d'irrigation. D'où la nécessité de faire une recherche non seulement sur la caractérisation et l'utilisation des ressources en eau souterraine, mais aussi une vision globale de l'aspect de l'équipement interne car sa dimension collective peut parfois avoir certaines contraintes.

A la lumière de ce qui a été dit précédemment certaines questions se posent :

- Quelles sont les contraintes à l'équipement interne collectif ? et quelles sont les attentes des agriculteurs vis-à-vis de ce projet de reconversion ?
- Quelles sont les performances des exploitations en matière d'utilisation des ressources en eau souterraine ?
- Quels impacts de la reconversion sur les volumes pompés à partir de la nappe à l'échelle du secteur pilote ?

Pour répondre à ces questions, la présente étude se donne pour objectifs de :

- Analyser le processus de l'équipement interne collectif à travers :
 - l'évaluation du degré de connaissance et de perception des agriculteurs vis-à-vis de l'introduction du système d'irrigation localisée ;
 - l'identification des principales évolutions des exploitations en goutte à goutte et ce en termes de cultures projetées dans le futur ;
 - l'identification des principales contraintes à l'équipement interne en goutte à goutte des propriétés du secteur pilote.

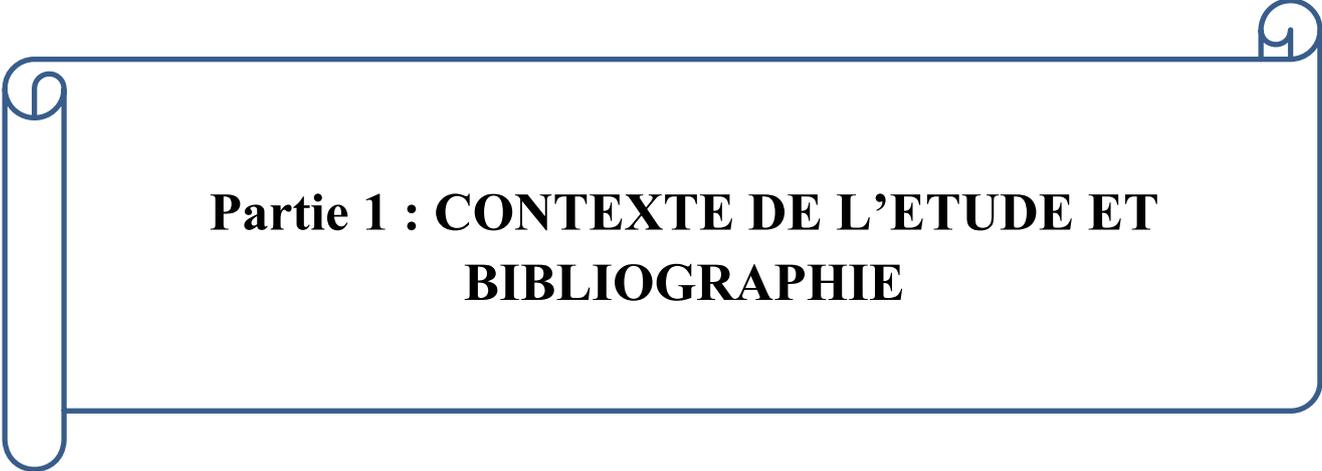
- Déterminer les indicateurs de performance de l'irrigation par les eaux souterraines à l'échelle de l'exploitation ;
- Evaluer l'impact de la reconversion sur les volumes d'eau prélevés à partir de la nappe au niveau du secteur pilote.

La démarche suivie pour la réalisation de ce travail est la suivante :

- Le choix des exploitations à enquêter ;
- La collecte des données à travers :
 - Des enquêtes effectuées auprès des agriculteurs, des AUEA et des sociétés d'installation du matériel d'irrigation ;
 - Un inventaire exhaustif des points de prélèvement à partir de la nappe dans le secteur pilote de la reconversion ;
 - Des mesures des débits des installations de pompage.
- L'élaboration d'une base de données mettant en valeur les informations fournies par les agriculteurs enquêtés ;
- Le calcul des paramètres hydrauliques pour l'évaluation des performances des exploitations.

Le plan de rédaction de ce document est subdivisé en quatre grandes parties :

- Première partie : contexte de l'étude et bibliographie ;
- Deuxième partie : méthodologie de travail ;
- Troisième partie : analyse de l'équipement interne collectif du secteur pilote ;
- Quatrième partie : impact de la reconversion sur les prélèvements à partir de la nappe.

A decorative border in the shape of a scroll, drawn in blue, frames the title. It has a vertical strip on the left side and rounded corners with small loops at the top and bottom.

**Partie 1 : CONTEXTE DE L'ETUDE ET
BIBLIOGRAPHIE**

Chapitre 1 : Présentation de la zone d'étude

1. Aperçu sur le périmètre irrigué de Tadla

La plaine du Tadla se situe à 200 km au Sud Est de Casablanca, à une altitude de 400 m, et couvre une superficie de 3600 km². Cette plaine est traversée sur toute sa longueur par l'Oued Oum Rbiaa créant deux périmètres indépendants : les Béni Moussa en rive gauche et les Béni Amir en rive droite.

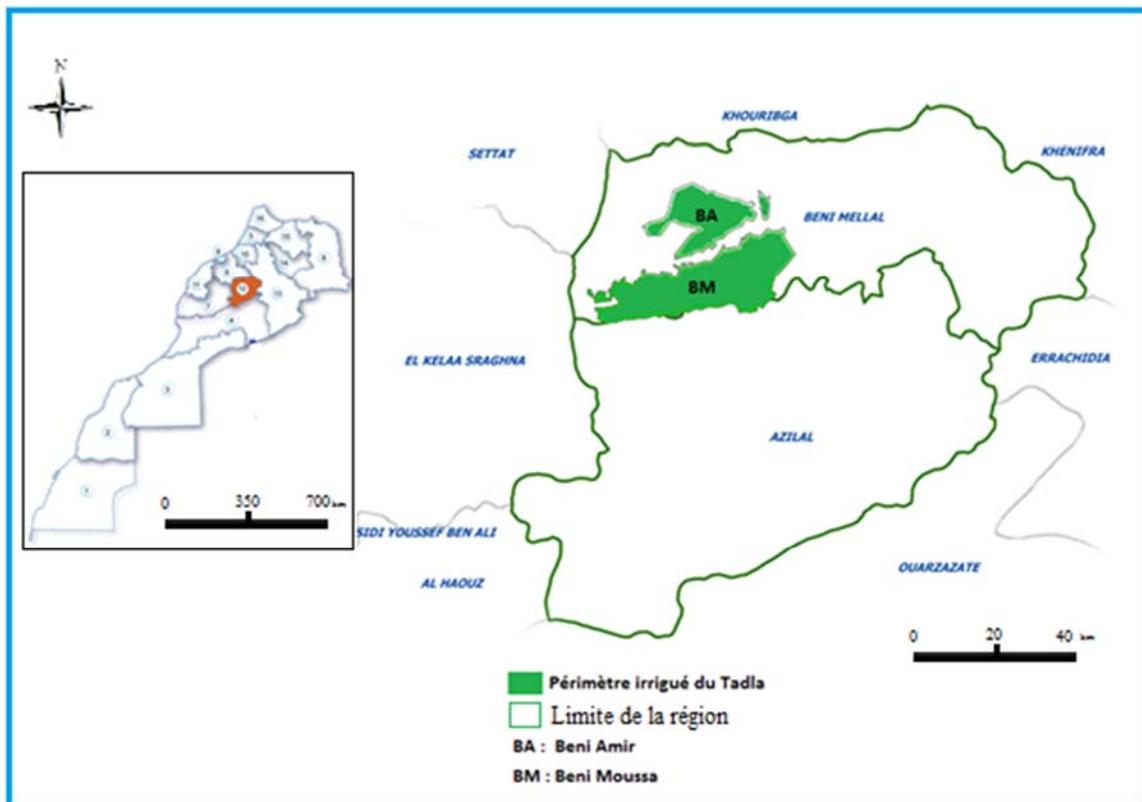


Figure 1: Situation géographique de la zone d'étude

La zone d'action de l'ORMVA du Tadla est divisée en deux zones :

- La zone Bour (137 500 ha), se compose de Bour cultivé et de forêts, de parcours et de terres incultes. On y trouve également des terres irriguées en «petite et moyenne hydraulique»;
- La zone de «grande hydraulique» du Tadla (97 000 ha). Elle comporte deux périmètres distincts séparés par l'oued Oum Er Rbia. Le périmètre de Béni-Moussa couvrant une superficie de 69 500 ha, entièrement irriguée par le barrage Bin El Ouidane (édifié en 1954

sur l'oued El Abid, d'une capacité totale de 1 300 millions de m³), et le périmètre de Béni-Amir, d'une superficie de 27 500 ha, irriguée par le barrage Ahmed El Hansali (mis en service en 2001, d'une capacité totale de 670 millions de m³) édifié sur le fleuve Oum Er Rbia.

2. Présentation du secteur pilote

2.1. Situation géographique

Le secteur pilote fait partie du périmètre des Béni Moussa Ouest, il couvre une superficie de 32.000 ha, répartie sur 6 autres secteurs. Le secteur pilote est situé au nord-ouest du périmètre des Béni Moussa Ouest. Il s'étend sur une superficie de 4045 ha. De point de vue administratif, le secteur relève de la CR d'Ouled Naceur, faisant partie du cercle des Béni Moussa de la province de Fkih Ben Salah.

L'encadrement technique dans le secteur est assuré par le CDA 536 (et CDA 534 en partie) et le CGR 9.

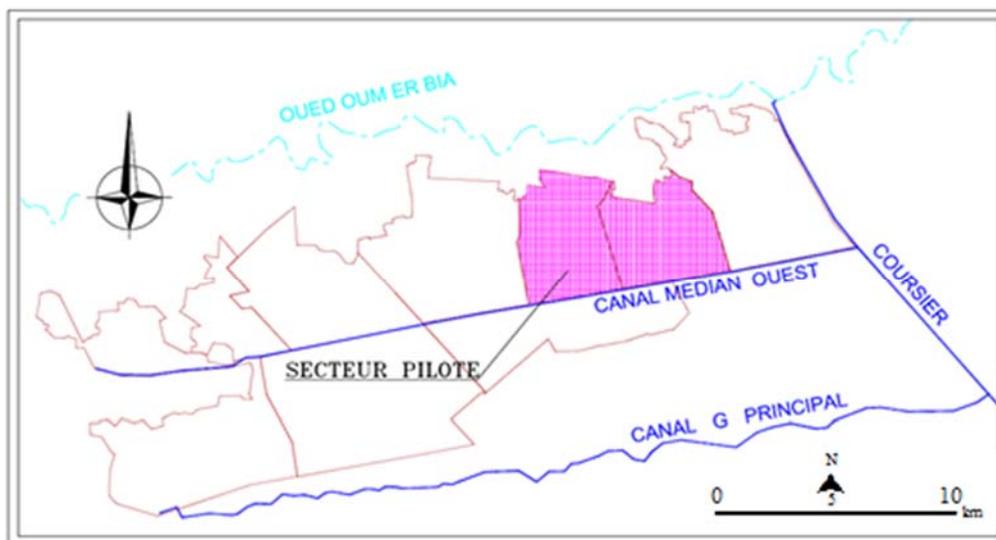


Figure 2: situation géographique du secteur pilote

Source : ORMVAT, 2012

2.2. Caractéristiques physiques

- **Climat :**

Le climat de la région est de type méditerranéen, aride à semi-aride à caractère continental avec une saison sèche d'avril à octobre et une saison pluvieuse de novembre à mars. La pluviométrie moyenne annuelle est de 300 mm avec une forte variation dans le temps et dans l'espace. L'évaporation moyenne annuelle est de l'ordre de 1800 mm.

Les températures connaissent de très importantes variations saisonnières : un maximum en aout de 38 °C et un minimum en janvier de 3.5 °C, la moyenne annuelle est de 18 °C.

- **Pédologie et topographie**

Dans le secteur pilote les sols sont répartis entre deux types : les sols châtaîns sur la partie Est du secteur et les sols bruns sur la partie Ouest.

La topographie du secteur présente une pente assez régulière orientée sud-est nord-ouest. Les cotes terrain naturel varient entre 415 NGM à l'est et 385 NGM vers l'ouest.

2.3. Situation foncière

- **Statut foncier**

Le secteur pilote est caractérisé par la dominance du statut foncier Melk avec 94% des terres.

- **Structure foncière**

La structure foncière dans le secteur pilote est donnée comme suit

Tableau 1: Structure foncière des terres dans le secteur pilote

Classes de propriétés	0-2 ha	2-5 ha	5-20 ha	>20 ha
Superficie (ha)	688	1456	1578	324
Pourcentage(%)	17%	36%	39%	8%

Source : NOVEC, 2009

2.4. Mise en valeur agricole

L'occupation du sol sur les cinq dernières campagnes est caractérisée par :

- Les cultures annuelles irriguées : elles sont représentées par les céréales, la betterave sucrière, les cultures fourragères et les cultures maraîchères (sont peu cultivées à cause du déficit hydrique ; ces cultures ne bénéficient pas des eaux de surface pour l'irrigation, les agriculteurs ont recours aux eaux souterraines par pompage) ;
- Les plantations : les principales espèces arboricoles sont l'olivier, planté généralement en inter-soles des petites à moyennes exploitations agricoles, et les agrumes dans les exploitations à grandes superficies.

Le Tableau 2 représente l'occupation du sol.

Tableau 2:Occupation du sol durant les cinq dernières années

Culture	Superficie	%
Céréales	1294	32
Luzerne	728	18
Betterave	647	16
Agrumes	324	8
Olivier	243	6
Maraîchage	162	4

Source : ORMVAT

2.5. Ressources en eau

Le secteur pilote appartient au périmètre des Béni Moussa dont la ressource en eau superficielle provient du barrage Bin EL Ouidane. La dotation en eau moyenne annuelle au niveau de cette zone est de l'ordre de 7000 m³ /ha.

En plus de ces ressources en eau superficielles, les agriculteurs du périmètre des Béni Moussa utilisent massivement aux eaux souterraines.

2.6. Mode d'irrigation

Le secteur pilote est caractérisé par la dominance de l'irrigation gravitaire. Seules huit exploitations (111 ha soit 3% de la superficie du secteur) sont équipées par le système d'irrigation localisée.

2.7. Associations des Usagers de l'Eau Agricole

Le secteur pilote est géré par deux AUEA, les plus dynamiques et les plus anciennes dans le périmètre des Béni Moussa (Al Ittihad et Al Omrania). En plus une union d'AUEA a également été créée dans le périmètre des Béni Moussa Ouest : il s'agit de l'union AL Mostaqbal. Cette union avec une autre à Béni Moussa Est est intégrée dans la fédération des AUEA créée au niveau de la zone d'action de l'ORMVAT le 16/01/2007.

Chapitre 2 : Projet de modernisation de l'irrigation dans le Tadla

1. Le Programme National d'Economie d'Eau en Irrigation :

Introduction

Le Programme National de l'Economie de l'Eau d'Irrigation (PNEEI) consiste à la reconversion de l'irrigation de surface et par aspersion à l'irrigation localisée, particulièrement dans les périmètres de grande hydraulique et dans les aires d'irrigation privée.

Pour rationaliser l'utilisation de l'eau agricole, le PNEEI initié en 2008 sera réalisé sur une période de dix ans. Ce programme s'est fixé comme objectif d'équiper plus de 550.000 ha en système à économie d'eau, soit un rythme d'équipement de près de 55 000 ha/an.

1.1. Objectifs du PNEEI

Pour la collectivité nationale :

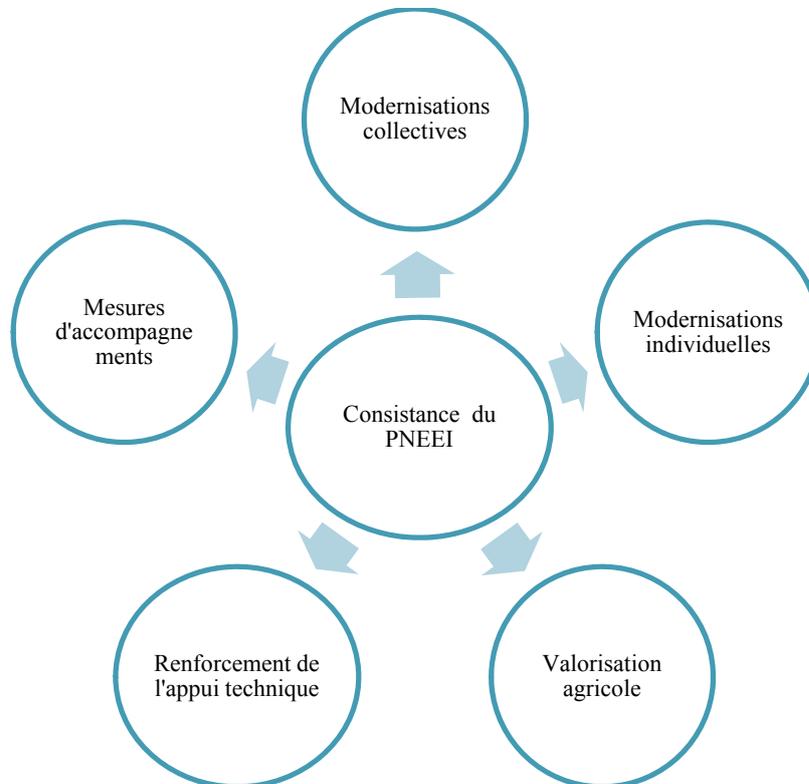
- Economie et valorisation de l'eau ;
- Rentabilité des investissements publics ;
- Développement durable du pays.

Pour l'exploitation agricole :

- Amélioration des revenus ;
- Réduction des risques ;
- Rentabilité financière des investissements.

1.2. Consistance du PNEEI

Pour réaliser ces objectifs, le PNEEI portera sur un ensemble d'activités regroupées en 5 composantes:



1.3. Répartition des superficies à reconvertir :

Au niveau du périmètre du Tadla, le PNEEI concerne une superficie de 88.740 ha répartie comme suit:

- Reconversion collective : 49 040 ha
- Reconversions individuelles: 39 700 ha

Tableau 3: Répartition des superficies à reconvertir par ORMVA (grande hydraulique)

ORMVA	Collectif	Individuel	Total
Tadla	49 040	39 700	88 740
Haouz	57 100	23 500	80 600
Doukkala	39 500	37 100	76 600
Gharb	42 300	23 400	65 700
Moulouya	14 200	37 000	51 200
Loukos	12 500	6 450	18 950
Souss- Massa	3 300	6 500	9 800
Tafilalt	0	2 000	2 000
Ouarzazat	0	1 500	1 500
Total	217 940	177 150	395 090

Source DIAEA, décembre 2010

- L'irrigation privée concerne 160.000 ha à reconvertir soit (29%).

2. Le Projet de reconversion collective dans le Tadla :

Introduction

Dans le cadre du PNEEI, des surfaces d'équipement ont été identifiées dans différentes régions du Royaume, selon les potentialités offertes au niveau de chaque région. Dans le périmètre irrigué de Tadla, cette surface est estimée à 88.700 ha, répartie entre 49.000 ha pour la reconversion collective et 39.700 ha pour la reconversion individuelle.

De prime à bord, une zone de plus de 22.000 ha dans les Béni Moussa Ouest, pouvant être équipée sans frais d'énergie, a été identifiée. A l'intérieur de cette zone, une première tranche de 10.235ha a bénéficié d'un financement pour la réalisation des équipements externes et des prestations d'assistance technique pour l'appui aux agriculteurs en vue de l'équipement interne de leurs propriétés.

Le projet comporte trois composantes :

- Composante 1 : Service de l'eau (Equipement externe) ;
- Composante 2 : Appui aux agriculteurs et leurs partenaires ;
- Composante 3 : Appui à l'agence d'exécution.

Les travaux d'équipement externe (composante 1) ont démarré en 2010 et sont actuellement à un stade avancé (90%).

2.1. Justification de la sélection de la zone d'étude

- Le choix des secteurs aptes à la reconversion :

La superficie étudiée au cours de la première étape a été de 50.000 ha. L'analyse a porté sur les critères hydrauliques, fonciers, agronomiques et socio-économiques.

Le tableau 4 récapitule l'ensemble des critères utilisés pendant la première étape.

Tableau 4: Critères retenus pour la première sélection

Critères	Désignation
Hydrauliques	Existence d'une dénivelée entre le secteur et la source d'alimentation permettant de concevoir un réseau de conduites sous pression sans recourir au pompage.
Fonciers	La taille des parcelles et le statut foncier.
Agronomiques	les types de spéculations pratiquées.
Socio-économiques	le niveau d'éducation des exploitants et le degré d'organisation des agriculteurs.
Etat du réseau	le degré de dégradation des canaux d'irrigation gravitaire au niveau de la zone d'étude.

En se basant sur le critère hydraulique (dominance par pression gravitaire), une superficie de 20.000 ha a été identifiée. Elle est située dans les Béni Moussa Ouest et elle est délimitée par la courbe de niveau 415 NGM au sud, par le canal coursier à l'Est, par l'Oued Oum Er Rbia au Nord et par l'Oued El Abid à l'Ouest.

- Le choix de la première tranche

Deux critères ont été retenus pour la sélection de **10.000 ha** favorable à la reconversion : il s'agit de la disponibilité de l'eau de nappe et de la faible salinité de cette dernière. Deux zones ont été ainsi définies :

- La zone d'action de l'arrondissement de Dar Ouled Zidouh regroupant les CDA 533, 534 et 537. Les deux premières présentent une salinité acceptable tandis que le CDA 537 a une salinité élevée et une nappe plus profonde ;
- La zone d'action de l'arrondissement de Souk Sebt regroupant les CDA 531, 535, 536 est caractérisée par la disponibilité d'eau souterraine à faible profondeur avec une salinité plus faible.

La zone d'action de l'arrondissement de Souk Sebt a été considérée favorable pour la reconversion du mode d'irrigation gravitaire en irrigation localisée.

- **Le choix du secteur pilote**

Les facteurs déterminants pour le choix du secteur pilote sont présentés comme suit :

- L'existence des AUEA et leur dynamisme ;
- L'extension du périmètre urbain dans les secteurs retenus ;
- Le linéaire des conduites d'alimentation des secteurs ;
- Le nombre de puits et forages par secteur.

Bien que le linéaire de la conduite d'alimentation du secteur CDA 536 soit supérieur à celui des autres secteurs (CDA 531 et 535), le premier offre des avantages importants :

- La couverture totale du secteur par deux AUEA dynamiques de la zone d'étude ;
- Le nombre important de forages et puits dans ce secteur ;
- Le secteur du CDA 536 est à l'abri de l'extension de l'urbanisme.

Ainsi le secteur du CDA 356, d'une superficie de 3700 ha a été retenu dans un premier temps comme secteur pilote pour le projet de reconversion collective à l'irrigation localisée.

Par la suite et pour des considérations hydrauliques (appartenance à une même branche secondaire) et de gestion par les AUEA existantes, l'étendu du secteur pilote a subi les changements suivants :

- Il a été étendu sur une partie du CDA 534 pour tenir compte de la superficie desservie par le secondaire M7 et l'AUEA Al Omrania ;
- Les autres branches secondaires du CDA 536 (M8 et M9) ont été occultées du fait que la majeure partie des surfaces irriguées se situe sur le CDA 534. De plus l'irrigation dans la zone desservie par deux branches gérées par deux autres AUEA différentes.

De ce fait le secteur pilote est constitué, désormais, des deux zones d'intérêt pour les deux AUEA (Al Ittihad et Al Omrania). Ce secteur, qui est desservi par les secondaires M4, M5, M6 et M7, s'étend sur une superficie de 4045 ha.

2.2. Les travaux d'aménagement externes :

Ces travaux lancés dans le cadre du PNEEI, concernent la reconversion des secteurs ARraja, Al Ittihad, Al Omrania et Annour sur une superficie d'environ 10 235 ha,

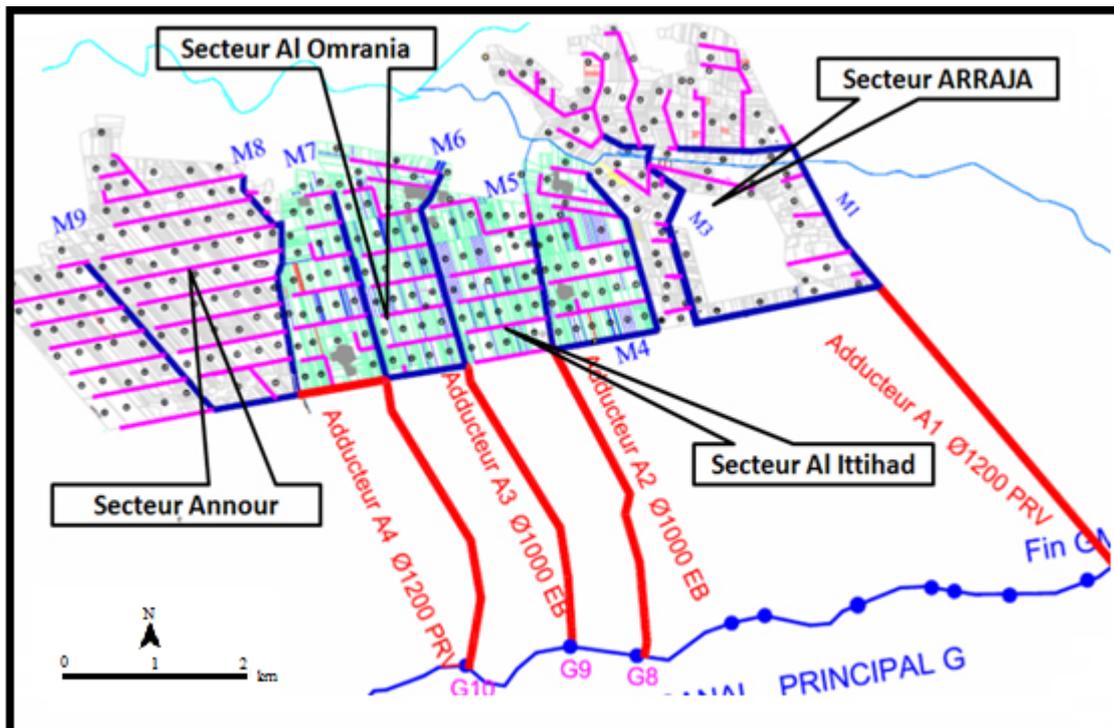


Figure 3: Première tranche de reconversion

Source : ORMVAT

Ces aménagements se résument en 4 volets :

- Régulation hydraulique des canaux principaux

Les aménagements à réaliser sont:

- Le rehaussement du canal G sur 3 Km, en amont de la prise G10, en vue de constituer une réserve ;

- Le rehaussement du canal GM sur 2,6 Km, cet aménagement concerne le deuxième bief de régulation canal;
- Le revêtement du départ du canal G sur 12,43 km;
- La réalisation des ouvrages de prises des adducteurs;
- La construction d'un grand bassin;
- La gestion automatisée des vannes: télégestion et télé contrôle.



Figure 4: Surélévation du canal G

Source : ORMVAT

- **Travaux des adducteurs, conduites secondaires et les réseaux de distribution;**

Les travaux à réaliser se présentent comme suit :

- **Les adducteurs** : Le projet prévoit 4 adducteurs alimentant les 4 secteurs, le linéaire de ces adducteurs est 32,5 Km de diamètre variant de 1000 mm et 1200 mm;
- Le réseau des conduites secondaires : concerne la réalisation des conduites M1, M3, M4, M5, M6, M7, M8 ET M9 sur un linéaire de 63 Km de diamètre entre 400 et 1000 mm ;
- **Le réseau de distribution** : c'est un réseau de conduites tertiaires de petit diamètre allant de 125 et 400 mm sur un linéaire de 114 Km;

- **Les ouvrages annexes** : la réalisation d'environ 610 ouvrages hydrauliques liés aux travaux de pose des conduites (chambres de vannes, ventouse et vidanges isolées).

- **Stations de filtration collective**

Le projet prévoit la réalisation de 4 stations de filtration collectives à tamis à la fin de chaque adducteur, pour garantir un niveau de filtration assez important. Ces stations de filtration ont les caractéristiques suivantes :

- La première station dans le secteur Arraja, est installée à la fin de l'adducteur A1 alimentant ce secteur avec un débit nominal de 1.5 m³/s;
- La deuxième station dans le secteur Al Ittihad, est installée à la fin de l'adducteur A2 alimentant ce secteur avec un débit nominal de 1 m³/s;
- La troisième station dans le secteur Al Omrania, est installée à la fin de l'adducteur A3 alimentant ce secteur avec un débit nominal de 1.1 m³/s;
- La quatrième station dans le secteur Annour, est installée à la fin de l'adducteur A4 alimentant ce secteur avec un débit nominal de 1.84 m³/s

- **Equipement au niveau du bloc**

- **Equipement de la prise bloc :**

Le secteur hydraulique est subdivisé en un nombre important de blocs avec une superficie par bloc d'environ 30 ha. Chaque bloc d'irrigation sera servi par une prise dite "prise bloc" à partir d'une conduite tertiaire au milieu ou à l'extrémité (Figure 5).

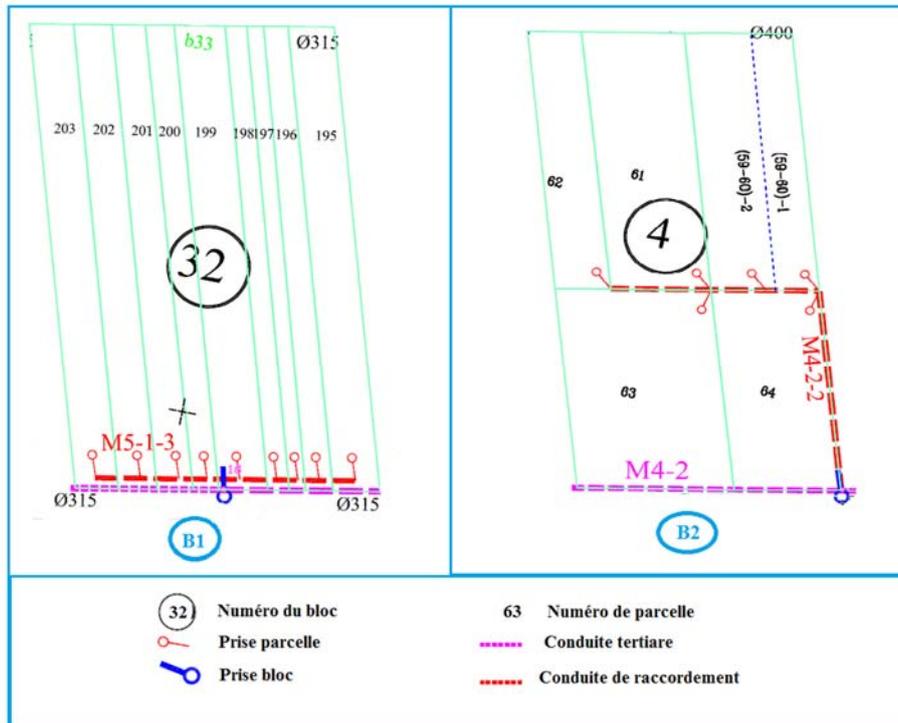


Figure 5: Blocs d'irrigation servis au milieu (B1) et à l'extrémité (B2).

Cette prise alimente une conduite de raccordement enterrée en PVC sur laquelle un nombre de prises propriétés seront branchées. Il a été décidé d'effectuer une desserte individuelle des propriétés.

Les prises blocs seront installées au niveau du piquage des conduites tertiaires desservant les blocs. Elles seront de simples sorties munies des appareillages installés de l'amont vers l'aval comme suit :

1. une vanne de sectionnement ;
2. une chasse pierres ;
3. Un limiteur de débit ;
4. Un régulateur de pression ;
5. Soupape anti-bélier.



Figure 6: Nouvelle prise borne installée dans le cadre du projet de reconversion

- **Equipement de la prise propriété**

Dans un bloc d'irrigation il y a un nombre variable de propriétés avec des superficies qui varient entre 1 et 10 hectares. Chaque propriété est desservie par une prise propriété. L'agriculteur procédera au branchement de sa station de tête du système goutte à goutte à l'aval de cette prise.

Chaque prise propriété, mise sous abri en béton armé, comprendra les équipements installés de l'amont vers l'aval comme suit :

1. Une vanne de sectionnement pour fermer en cas de réparations et vérification du compteur,...
2. Un stabilisateur de débit ;
3. Un compteur d'eau ;
4. Une manchette ;
5. Un limiteur de débit ;
6. Une vanne de sectionnement en dehors de l'abri qui permet d'alimenter la propriété et d'isoler le matériel d'irrigation du réseau de distribution. Après cet élément commence l'équipement interne de la propriété, installé et géré par l'agriculteur.

2.3. Equipement interne collectif

- **Caractéristiques de la première tranche :**

L'équipement interne en irrigation localisée de la première tranche de 1500 ha (près de 37% du secteur pilote), concerne 7 lots dont les caractéristiques sont présentées dans le tableau 5

Tableau 5:Caractéristiques d'équipement interne collectif de la première tranche

Lot	Superficie (ha)	Nombre de Prise-parcelles	Nombre de Prise-blocs	Superficie moyenne/ parcelle (ha)	AUEA	Société Equipement Interne
I	197	89	10	2,22	Al Ittihad	CMGP
II	270	82	10	3,29	Al Ittihad & Al Omrania	ERISER
III	218	76	9	2,87	Al Ittihad	IRRISYS
IV	215	68	11	3,16	Al Ittihad	SODIEAGRI
V	209	65	8	3,22	Al Ittihad	TMI
VI	187	47	6	3,98	Al Omrania	HERMISAN
VII	207	48	7	4,31	Al Ittihad & Al Omrania	TIZTOUTINE
Total	1503	475	61			

Source : NOVEC, 2014

L'équipement interne des propriétés en irrigation localisée de la première tranche sera réalisé par les agriculteurs à travers la subvention accordée par l'état dans le cadre du FDA.

Les agriculteurs du bloc d'irrigation sont répartis en deux groupes : un groupe irriguant le matin et un groupe l'après-midi. La durée totale d'irrigation pour chaque groupe est de 9 heures.

La station de tête à installer au niveau de chacune des propriétés du bloc d'irrigation consiste en :

- Un local-abri en dur (largeur 2 m, Longueur 3 m et hauteur 2,2 m) ;
- Un injecteur d'engrais de type Venturi ;
- Des filtres à disque ;
- Des accessoires de raccordement (notamment à la prise-propriété), et appareillage de contrôle (vannes, manomètres, clapet anti-retour, vanne libre après la prise-propriété, etc.).

Le goutteur à prévoir est de type intégré turbulent de 2 l/h (pour les cultures annuelles) et 4 l/h (pour l'arboriculture fruitière) installés sur rampe en PE 16 mm, épaisseur 1 mm, avec un écartement de 0,40 m. L'écartement adopté entre rampes est de 0,80 m.

Pour les cas particuliers d'arboriculture qui peuvent se présenter dans la zone concernée, le goutteur devra être également du type intégré turbulent mais avec un débit de 4 litres/heure et des écartements de 0,75 m entre goutteurs et de 2,5 à 3 m, entre rampes.

- **Appuis aux agriculteurs de la zone de reconversion.**

Dans l'objectif d'assurer un appui à la valorisation de l'eau d'irrigation et permettre aux agriculteurs et leurs partenaires de réussir la transition vers une agriculture plus productive, durable et respectueuse de l'environnement, le projet a dédié une composante (C2) à l'accompagnement du processus d'équipement interne des propriétés, à la sensibilisation et l'appui des producteurs pour une maîtrise des techniques agricoles et l'utilisation rationnelle de l'eau et des fertilisants.

Dans ce cadre, l'ORMVAT a initié en mai 2012 les activités d'appui aux agriculteurs pour les premiers secteurs (7.376 ha) relevant des quatre AUEA : ALItihad, ALOmrania, Annour et Brahmia, dont la reconversion est financée par l'Etat à travers un crédit de la Banque Mondiale. Les activités menées avec l'appui d'une Assistance Technique étalées sur 4 années. Sont articulées autour des principales activités suivantes :

- Appui en matière de conduite technique des cultures et pilotage de l'IL ;
- Accompagnement de l'équipement interne des propriétés agricoles ;
- Appui aux projets d'agrégation ;
- Sensibilisation à la gestion durable des nappes ;
- Etablissement d'un plan de formation du personnel impliqué dans le projet et d'un programme de recherche appliquée.

Chapitre 3 : Les ressources en eau souterraines dans le Tadla

1. Situation des ressources en eau souterraines

1.1. Systèmes aquifères

On rencontre deux types de nappes dans le périmètre du Tadla : les nappes à surface libre et les nappes captives. La nappe du Turonien constitue la principale des nappes profondes, et les principales sources d'alimentation de celles-ci sont les infiltrations et les percolations des eaux d'irrigation par drainance des couches sous-jacentes. Le complexe aquifère du périmètre du Tadla se présente comme une superposition de plusieurs nappes comprenant successivement de bas en haut : la nappe du Primaire, la nappe du Cénomaniens ; la nappe du Turonien, la nappe du Sénonien, la nappe de l'Eocène et les nappes du Mio-Plio-Quaternaire (nappes phréatiques de Béni Amir et de Béni Moussa). (Hammani, 2004).

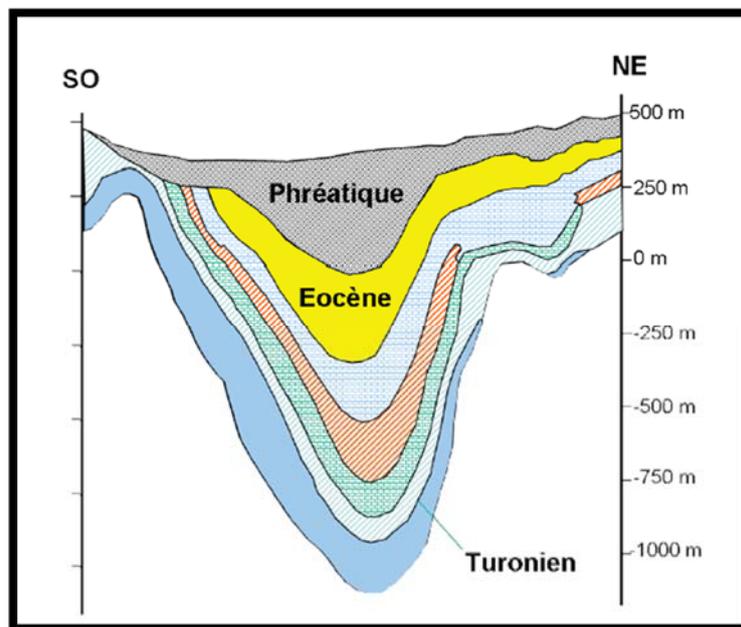


Figure 7: Coupe verticale du système aquifère de Tadla

Source : Hammani, 2007

1.2. Historique d'évolution des ressources en eau dans le Tadla

Au Maroc, les ressources en eau souterraines constituent environ le cinquième des ressources en eau mobilisables et jouent un rôle très important dans l'économie du pays non seulement dans les périmètres de l'irrigation privée mais aussi dans les grands périmètres irrigués par les eaux de surface.

Le périmètre irrigué du Tadla (107 000 ha) est l'exemple de périmètre de grande hydraulique conçu initialement pour être irrigué par les eaux de surface qui a connu une redynamisation de son agriculture par le recours des agriculteurs aux eaux souterraines.

Le périmètre dispose de deux types de ressources en eau : d'une part, les eaux de surface provenant des barrages Bin El Ouidane sur l'Oued El Abid (1500 Mm³) et d'Ahmed El Hansali sur l'Oum Er Rbia (740 Mm³) et d'autre part, des eaux souterraines d'un système aquifère multicouches dont les nappes les plus importantes sont les nappes phréatiques de Béni Moussa et de Béni Amir, la nappe captive de l'éocène et la nappe profonde du Turonien.

L'analyse de l'évolution des ressources en eau souterraines est faite par le calcul du bilan hydrogéologique depuis la date de la mise en service du périmètre. Cet outil permet également d'appréhender l'évolution du contexte climatique et hydrologique. Aussi, les ressources en eau souterraines ainsi que le contexte du périmètre sont-ils passés par plusieurs périodes dans leurs évolutions (*Hammani et al, 2004 ; Hammani et al, 2007*):

- Avant **1980** le périmètre connaissait des problèmes d'excès d'eau par remontée excessive de la nappe due à l'abondance des eaux de surface et pertes en eau d'irrigation engendrées par une distribution de l'eau à la demande. Le nombre de puits à cette époque était très faible (environ 300).
- La période de **1981 et 1984** est marquée par une sécheresse conjoncturelle qui a sévi au Maroc. Le niveau d'eau dans le barrage Bin El Ouidane était à son plus bas niveau de son histoire. La présence d'une nappe phréatique peu profonde conjuguée à des subventions de la mise en place de puits de pompage a permis aux agriculteurs de continuer à produire. En l'espace de quatre ans, le nombre de puits est passé à plus de 9000.
- La période **1984 - 1990** est caractérisée par le retour aux conditions normales mais avec un nombre de puits fonctionnels très élevé. Cette période était également caractérisée

par le passage d'une distribution de l'eau d'irrigation à la demande à une distribution de l'eau au tour d'eau.

- L'un des évènements les plus marquants de la période allant **1991 à 2001** est le désengagement de l'Etat et la libéralisation des assolements. La sécheresse s'est installée de manière structurelle engendrant des pénuries d'eau de surface. Ces pénuries ont été accentuées par la mise en service d'un canal de transfert d'eau vers le périmètre de Tassaout aval. La réduction des coûts de forage des puits a permis aux agriculteurs d'approfondir leurs anciens ouvrages (transformation de puits en forages) ou création de nouveaux forages. En conséquence, les nappes profondes ne sont plus à l'abri du pompage agricole.
- L'année **2002** a connu l'entrée en vigueur des programmes de subventions par l'Etat des projets d'économie de l'eau permettant ainsi un recours moins intense à la nappe dans de près de 8000 ha actuellement reconvertis en irrigation localisée.

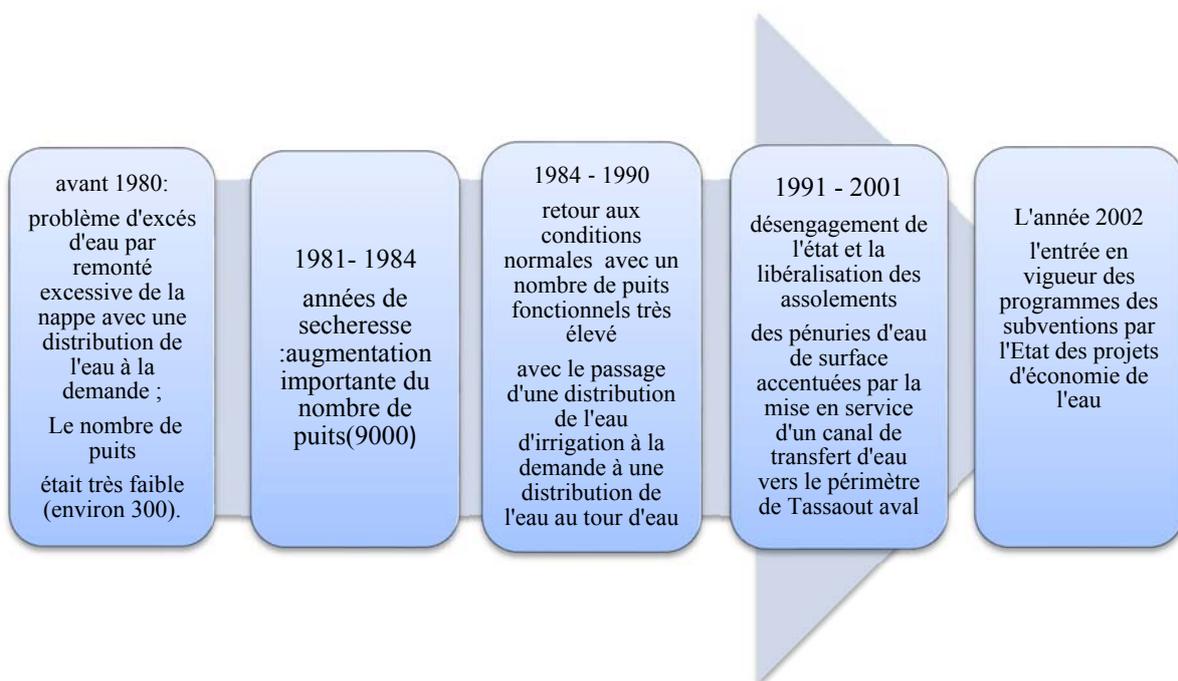


Figure 8 : Evolution des ressources en eau dans le Tadla

1.3. Les dispositifs de captage des eaux dans le Tadla :

Les dispositifs de captage des eaux comprennent les forages (profondeur dépassant les 100 m, et diamètre compris entre 15 et 30 cm), les puits (1,4 à 3 m de diamètre et profondeur inférieure à 35 m) et les puits-forages ou dispositifs intermédiaires, peu nombreux (30 à 120 m profondeur), sont des forages alimentant un puits ; ce qui améliore le débit du puits.

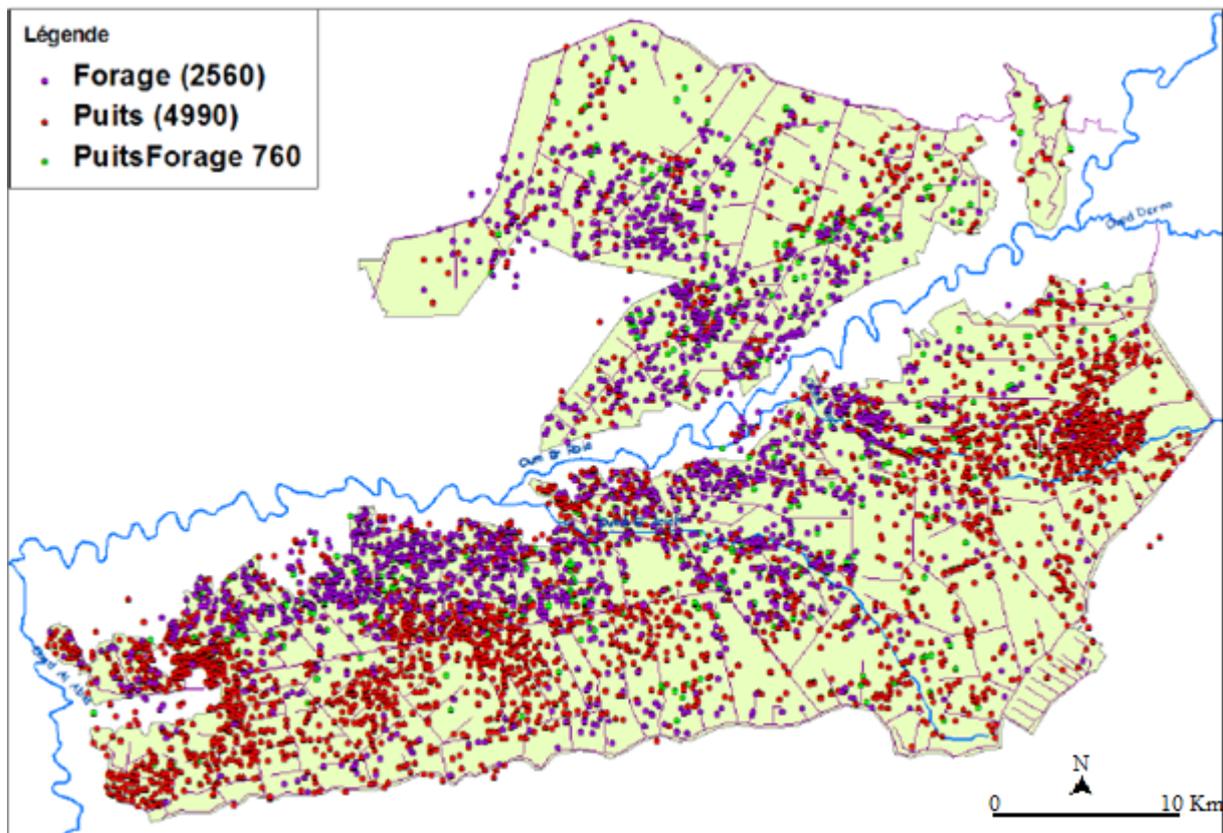


Figure 9: Distribution des points de prélèvement dans le périmètre irrigué de Tadla

Source : Hammani, 2007

1.4. Contraintes liées à l'utilisation de la ressource en eaux souterraines

Les limites en matière d'apport d'eau de surface dues essentiellement à la faiblesse des précipitations ont amené les exploitants à recourir à l'eau souterraine. L'utilisation de cette ressource n'est pas sans heurt, s'il faut considérer que la nappe doit être rechargée continuellement. L'exploitation incontrôlée de cette ressource affaiblit et limite ses possibilités

de recharge naturelle. Aussi, les réserves souterraines s'épuisent continuellement et le niveau piézométrique de la nappe s'abaisse continuellement. Les puits s'approfondissent davantage et les coûts de pompage de plus en plus onéreux ; des intrusions d'eau de moindre qualité dans les couches exploitées et l'intrusion d'eau saline sous l'effet de pompages à fort débit et à proximité des côtes ; des dépôts minéralisés alternant avec des eaux de meilleure qualité (Zemzam, 2003). En effet, l'Office (ORMVAT), plus que les exploitants, est conscient des conséquences d'une surexploitation de cette ressource sur l'avenir du périmètre.

Les conséquences de pompages intensifs ne peuvent être perçues que dans plusieurs années, voire des décennies. Le tarissement des puits est lié à l'abaissement du niveau piézométrique de la nappe. Ce tarissement exige d'importants moyens pour l'approfondissement des puits. Généralement, les années de fortes précipitations, sont suivies d'une période d'alimentation de la nappe et de relèvement du niveau piézométrique. Cette période arrive à recharger la nappe, à combler le déficit et à rétablir quelque peu l'équilibre. Toutefois, le phénomène de dégradation irréversible est à craindre.

2. Evolution du niveau de la nappe de Tadla

A l'échelle du périmètre irrigué du Tadla, le niveau varie d'un minimum de 6.5 m à un maximum de 16.2 m.

Une représentation graphique de l'évolution du niveau de la nappe entre les années 1995 et 2012 est illustrée par la figure 10 :

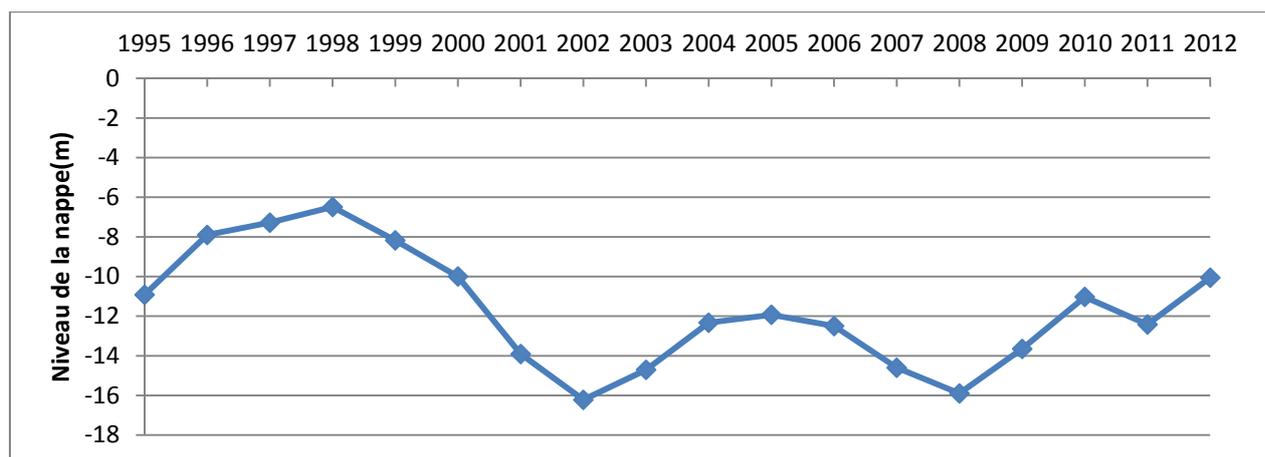


Figure 10: Evolution du niveau de la nappe phréatique du Tadla

Source : ORMVAT, 2013

La représentation cartographique montre que la nappe est plus profonde (plus de 10 m) dans les Beni Moussa Ouest et suit un gradient de remontée vers l'Est. La profondeur de la nappe

ne dépasse pas les 10 mètres voire les 5 mètres à l'Est des BA, par contre elle est de plus en plus profonde en allant vers le nord.

En comparaison avec la même période de l'année précédente, la nappe a connu globalement sur tout le périmètre un rabattement relativement faible, soit près de 0.55 m. Cependant, on enregistre une très faible recharge au niveau des Béni Amir et des Béni Moussa Ouest avec respectivement 0.16 m et 0.37 m.

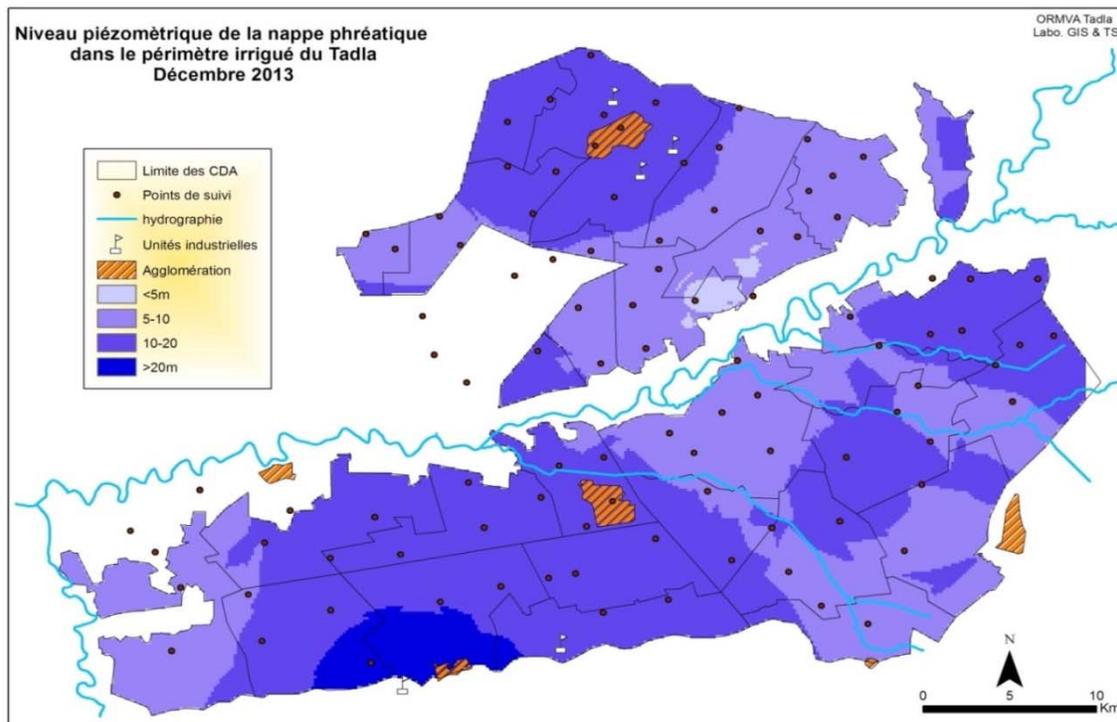


Figure 11: Profondeurs de la nappe dans le Tadla

Source : ORMVAT ,2013

3. Qualité des eaux de la nappe phréatique dans le périmètre irrigué du Tadla

➤ Salinité

La salinité est très variable autour d'une moyenne globale de **2.95 dS/m** pour tout le périmètre du Tadla.

La conductivité électrique (CE) la plus élevée est constaté au niveau du périmètre des Béni Amir, elle atteint des valeurs qui avoisinent **11 dS/m** soit près de **7.7g/l**.

Au niveau des Béni Moussa, la salinité des eaux de la nappe suit un gradient croissant allant de l'amont vers l'aval hydraulique du périmètre c'est-à-dire de l'Est vers l'Ouest.

La représentation cartographique de la salinité (figure 12), montre que la nappe des BA ainsi que l'aval hydraulique du périmètre irrigué restent les zones les plus salines.

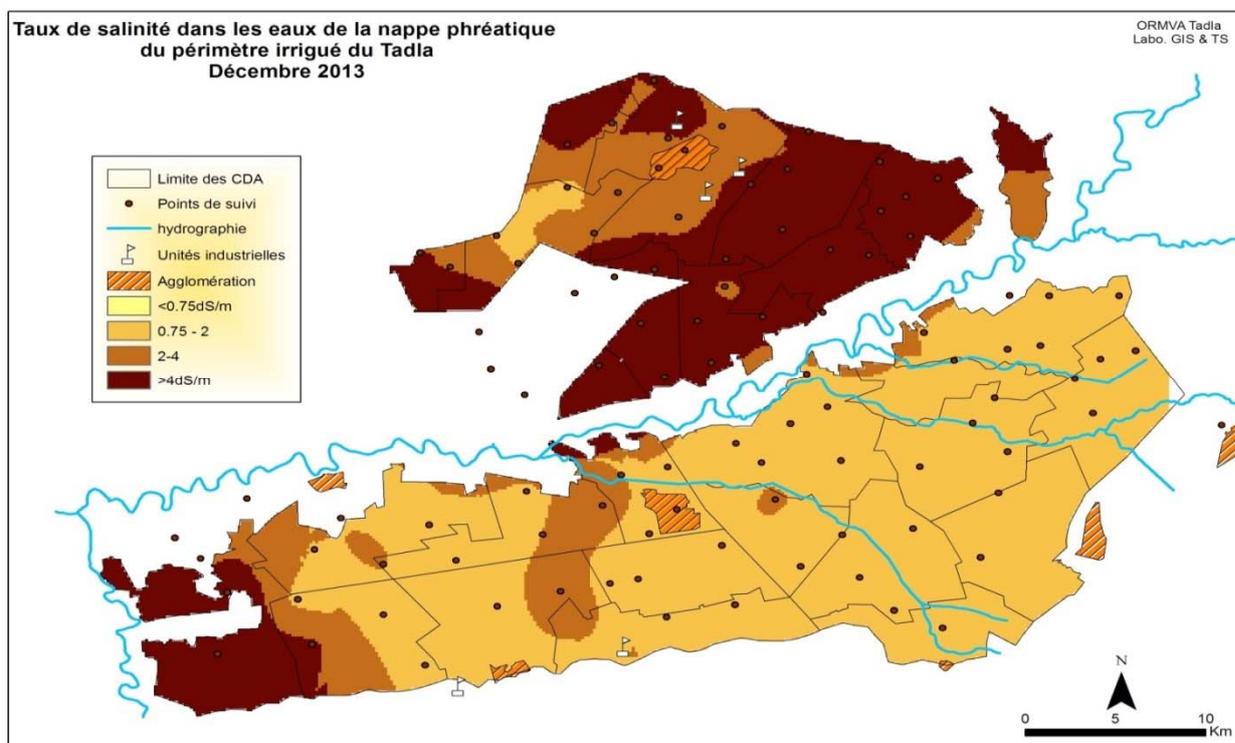


Figure 12: Taux de salinité des eaux de la nappe phréatique dans le Tadla

Source : ORMVAT, 2013

➤ Pollution nitrrique

La teneur en nitrates des eaux souterraines présente une grande variabilité, la moyenne globale pour cette période est d'environ **29.3mg/l**. Aussi, on enregistre une diminution du taux de nitrates de l'ordre de **7.3mg/l** par rapport à la même période de l'année précédente.

Une comparaison des statistiques par sous périmètre est détaillée dans le tableau 6 :

Tableau 6: Teneur des nitrates dans les trois sous périmètres

Sous-périmètre	Moy.	Max.	Min.	ET
B.Amir	23.2	63.7	0.6	13.3
B.Moussa Est	42.7	83	13.2	16.5
B.Moussa Ouest	22	50.2	0.6	14.5

Source : ORMVAT, 2013

En moyenne, les fortes valeurs de nitrates sont enregistrées au niveau des Béni Moussa Est, ce qui confirme encore une fois l'hypothèse d'une pratique agricole intensive dans cette zone.

La représentation spatiale (figure 13) montre également une concentration importante des nitrates aux alentours des agglomérations, en particulier le nord-ouest de Béni Mellal et au niveau du cercle de Bradia.

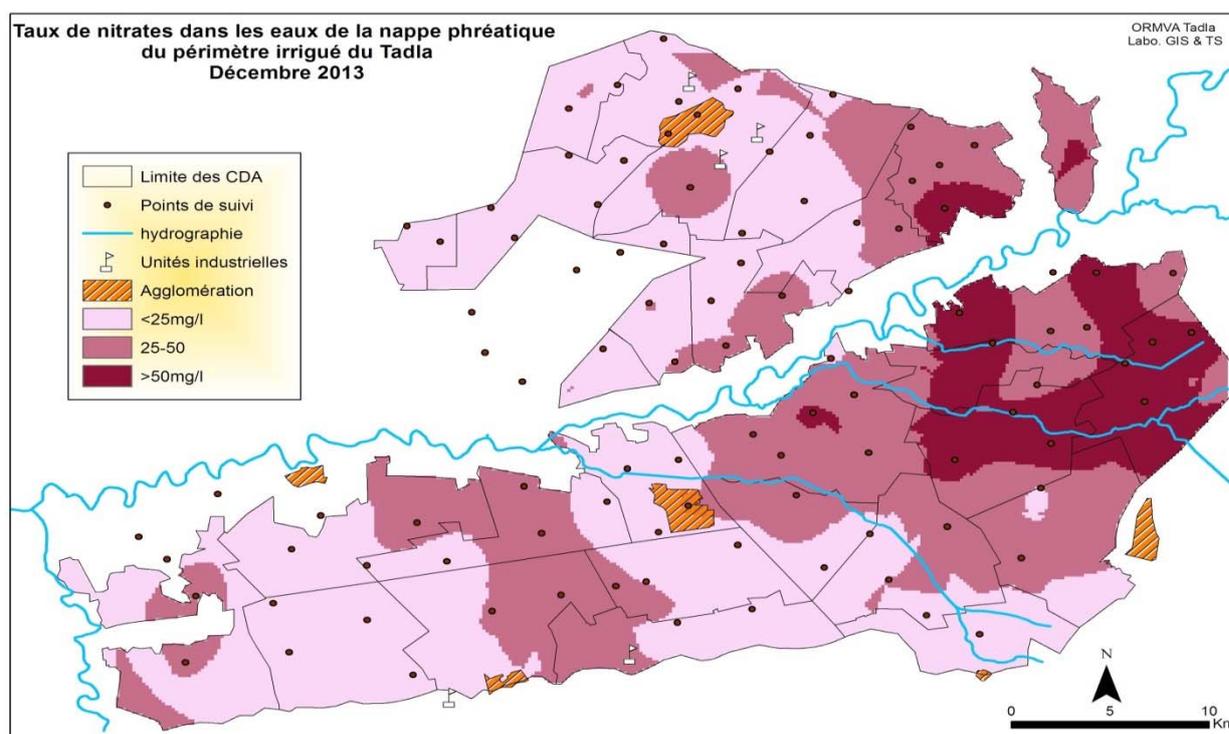


Figure 13:Taux de nitrates des eaux de la nappe phréatique dans le Tadla

Source : ORMVAT ,2013

4. Utilisation des ressources en eau souterraines

L'utilisation des eaux diffère d'un agriculteur à l'autre, on retrouve ceux qui se basent essentiellement sur l'eau de surface et n'ont recours à l'eau de la nappe qu'en cas de dysfonctionnement du réseau ou encore comme supplément à l'irrigation. D'autres situés à l'aval du réseau se limitent à l'utilisation des eaux de pompage. Et certains agriculteurs procèdent à une utilisation combinée des deux ressources.

➤ **Modes d'utilisation des eaux souterraines**

Les ressources en eaux superficielles et souterraines du Tadla font l'objet d'une exploitation permanente qui a tendance à s'intensifier au fil des ans. Cette intensification trouve son fondement dans une conjugaison à la fois d'une sécheresse de plus en plus prononcée, tributaire elle-même d'un déficit pluviométrique et de la pression des besoins en eau des cultures. Cette situation a conduit les bénéficiaires à solliciter la nappe d'eau souterraine, comme complément au déficit créé par la baisse des ressources en eau du réseau d'irrigation.

• **Utilisation exclusive des eaux souterraines**

L'utilisation de l'eau souterraine s'explique par la position de certaines exploitations au bout du réseau qui ne leur permet pas d'être desservis convenablement. Aussi, les exploitants en situation d'endettement vis-à-vis de l'Office ne peuvent approcher ce dernier pour solliciter ses services. La situation économique florissante d'autres exploitants (revenus générés par des activités extra-agricoles ou le financement extérieur) leur permettent d'acquérir un dispositif de pompage. De même, le choix des spéculations, notamment les cultures maraîchères, peut être une des raisons favorisant l'exploitant à opter pour l'utilisation de cette ressource.

- **Utilisation combinée des eaux souterraines et des eaux de surface**

L'utilisation combinée des eaux souterraines et de surface se traduit comme une complémentarité dans le temps et dans l'espace en matière de supplément d'eau à apporter aux cultures pour combler le déficit dû à l'irrégularité des précipitations et/ou des apports du réseau d'un côté et à la qualité des eaux souterraines et du coût du système de pompage de l'autre côté. Cette combinaison ou complémentarité entre les deux ressources fait suite au mauvais fonctionnement de l'organisation des tours d'eau, aux lâchers tardifs ou aux coupures des eaux du réseau. Cette méthode trouve aussi son fondement dans la réduction de la salinité des eaux souterraines ou encore dans la diminution du temps de fonctionnement du système de pompage (au coût relativement plus élevé). Dans cette catégorie la proportion de l'une ou de l'autre des ressources en eau utilisée varie en fonction de l'accès de l'exploitant à l'eau souterraine et du type de culture en place.



Partie 2 : METHODOLOGIE DU TRAVAIL

Introduction

Le présent chapitre a pour but de présenter la démarche suivie pour la réalisation de ce travail.

Pour apporter des éléments de réponse aux objectifs assignés à ce travail nous avons suivi une démarche méthodologique selon trois étapes :

1. Choix des exploitations à enquêter
2. Collecte des données en deux phases :
 - Phase des enquêtes
 - Phase des mesures
3. Calcul des indicateurs de performances

1. Choix des exploitations à enquêter :

Dans cette étude, 181 enquêtes ont été réalisées :

- 100 enquêtes concernent l'équipement interne, dont 6 exploitations sont déjà équipées en goutte à goutte.
- 81 enquêtes traitent l'aspect d'utilisation des ressources en eaux souterraines.

Les critères de choix des exploitations s'appuient essentiellement sur :

- La répartition des exploitations sur les deux AUEA du secteur pilote;
- La taille de l'exploitation ;
- Le statut foncier ;
- Accès aux ressources en eaux souterraines.

2. Collecte des données :

2.1.Des enquêtes documentaires auprès des services de l'ORMVA du Tadla :

Ces enquêtes se sont déroulées sous forme d'entretiens directs avec les responsables du département d'aménagement, de gestion du réseau d'irrigation et du laboratoire du SIG dont le but est de comprendre la phase d'étude et la phase travaux du projet de reconversion dans le Tadla et de recueillir des renseignements sur la zone d'étude (monographie de la région, cartes, situation de la nappe,...).

2.2. Des sorties sur terrain :

Elles se sont déroulées en deux phases :

2.2.1 Phase des enquêtes :

- **Enquête auprès des agriculteurs :**

La fiche d'enquête utilisée traite les aspects suivants :

- Identification de l'exploitation (SAU, statut foncier, MFV) ;
- Cultures pratiquées et cultures prévisibles ;
- Problèmes actuels de l'irrigation gravitaire ;
- Niveau de connaissances techniques des agriculteurs vis-à-vis le système d'irrigation localisée et leur implication dans la mise en œuvre du projet.
- Attentes des agriculteurs vis-à-vis le projet de reconversion ;
- Principales contraintes à l'équipement interne en goutte à goutte ;

- Caractérisation du dispositif de pompage des eaux souterraines (type d'ouvrages, profondeur, niveau statique, type et caractéristiques des pompes);
- Calendrier d'irrigation (fréquence et durée d'irrigation des cultures pratiquées).

La fiche d'enquête est présentée dans l'annexe 1.

- **Entretien avec les membres de bureau des deux AUEA :**

Le guide d'entretien élaboré contient les éléments suivants (voir annexe 2) :

- Identification de l'AUEA (nom, superficie dominée, nombre d'adhérents) ;
- Attentes vis-à-vis la reconversion collective ;
- Rôle dans l'élaboration et la mise en œuvre du projet ;
- Risques vis-à-vis la reconversion à l'irrigation localisée
- Consultation pour le choix des options de l'équipement interne
- Etc.

- **Entretien avec les responsables des sociétés d'installation de matériel d'irrigation :**

L'entretien concerne les points suivants (voir annexe 3) :

- Identification de la société (nom, n° du lot et superficie à équiper) ;
- Exigences techniques de l'ORMVAT et des AUEA (caractéristiques techniques, délai et moyens) ;
- Démarche adoptée pour l'accompagnement des agriculteurs pour l'utilisation des équipements ;
- Problèmes et difficultés rencontrés lors de la phase de l'étude ;
- Stratégie de la société dans le cadre du PNEEI ;
- Impressions sur le degré d'adhésion des agriculteurs au projet de reconversion.

2.2.2 Phase de mesures :

Cette phase concerne les mesures de débits refoulés par les motopompes ainsi que les mesures de l'uniformité d'arrosage :

- **Mesure des débits pompés :**

Ce stade a été consacré aux mesures des débits refoulés par les motopompes en utilisant la méthode volumétriques à l'aide d'un réservoir de 100 l et d'un chronomètre.

Cette phase a pour but d'estimer les volumes d'eau pompés à partir de la nappe. Vu la contrainte du manque de moyens, la campagne de mesure de débit n'a concerné que 27 exploitations, dont le choix s'est basé sur les principaux critères suivants :

- Type d'ouvrage (puits, forage, puits-forage) ;
- Caractéristiques du groupe motopompe de l'exploitation (nombre de pouces de la pompe, type d'énergie, la puissance du moteur, ...) ;
- Caractéristiques des dispositifs de captage d'eau (niveau statique de l'eau) ;
- Systèmes de cultures pratiquées par l'exploitation, car il faut estimer une moyenne des volumes d'eau prélevés à partir de la nappe pour chaque type de culture pratiquée dans le secteur pilote.

- **Mesure de l'uniformité d'arrosage :**

La mesure consiste à placer un récipient gradué sous le goutteur et à l'aide d'un chronomètre on peut mesurer le volume d'eau délivré par le goutteur par unité de temps.

3. Les paramètres calculés

3.1 Détermination des besoins en eau des cultures

Les données de la station météorologique d'Ouled Gnaou seront utilisées pour le calcul des besoins en eau des cultures

3.1.1 Calcul de l'Evapotranspiration de référence (ET₀)

Pour déterminer les besoins en eau des cultures à l'échelle des exploitations, nous avons calculé l'ET₀. Trois formules de calcul différentes peuvent être utilisées à savoir : Hargreaves, Blaney-Criddle et Penman-Monteith .

- **Formule de Hargreaves**

C'est une formule empirique qui se base sur la température et le rayonnement extraterrestre pour le calcul de l'ET₀. Elle est très bien adaptée aux zones tempérées pour estimer l'évapotranspiration potentielle journalière des systèmes agricoles (Hargreaves et Allen)

$$ET_0 = 0.0023 \times Ra T + 17.8 * \sqrt{\Delta T}$$

Où :

- ET_0 : Evapotranspiration en (mm/j) ;
- T : Température moyenne (°C) ;
- ΔT : amplitude thermique ($T_{max} - T_{min}$) en °C. Ce paramètre intègre indirectement l'effet de la couverture nuageuse car ΔT décroît généralement avec l'augmentation de la nébulosité ;
- R_a : Rayonnement extraterrestre exprimé en équivalent d'eau évaporée (mm/jour) selon la latitude et le mois.

- **Formule de Blaney-Criddle (USDA, 1962)**

C'est une formule qui se base sur la température. Elle s'écrit sous la forme suivante :

$$ET_0 = (0.457 \times T + 8.13) \times P \times K_t$$

Où :

- ET_0 : Evapotranspiration en mm/mois ou par décade ;
- T : Température en °C ;
- P : Pourcentage du nombre moyen journalier d'heures d'éclairement par rapport au total annuel. Il dépend de la latitude et du mois.
- K_t : Facteur dépendant de température qui vaut :

$$K_t = (0.031 \times T + 0.24)$$

- **Formule de Penman-Monteith**

Elle s'écrit sous la forme :

$$ET_0 = 0.408 \Delta R_n + \gamma 900 r + (ea - ed) / (\Delta + \gamma (1 + 0.34U_2))$$

Avec :

- ET_0 : évapotranspiration de référence journalière (mm/jour) ;
- R_n : rayonnement net (10^6 Joules/m²) ;
- T : température moyenne journalière (°C) ;
- U_2 : vitesse moyenne journalière du vent mesuré à 2 mètres (m/s) ;

- e_a : pression de vapeur d'eau à la saturation à la température T (kPa) ;
- e_d : pression de vapeur moyenne journalière (kPa) ;
- Δ : pente de la courbe de pression saturante à la température T (kPa/°C) ;
- γ : constante psychrométrique (kPa/°C).

Vu la contrainte de manque de données, nous avons calculé l'ET0 par la formule de Blanney-Cridde en se basant sur les données de la température de la zone. (Station Ouled Gnaou)

3.1.2 Calcul de l'ETM

L'évapotranspiration maximale est donnée par la formule suivante :

$$ETM = Kc \times ET0$$

Où :

- ETM= Evapotranspiration maximale en (mm/j) ;
- ET0= Evapotranspiration de référence en (mm/j) ;
- Kc= Coefficient cultural, un tableau qui rapporte les Kc des cultures pour lesquelles nous allons calculer les besoins en eau est consultable dans les annexes (annexe 4).

3.1.3 Calcul du besoin net en eau d'irrigation

La formule qui exprime le besoin net de la culture est la suivante :

$$Bn = Kr \times Kc \times ET0 + Lr - Pe$$

Où :

- Bn : Besoin net de la culture en mm/j ;
- ET0 : Evapotranspiration de référence en mm/j ;
- Kc : Coefficient cultural ;
- Pe: Pluie efficace (mm) ;
- Lr : Dose de lessivage (mm) ;
- Kr : Coefficient de réduction qui dépend du taux de couverture du sol par la culture(Cs)

Les valeurs de Kr retenues sont données dans le tableau de l'annexe 5.

La dose de lessivage Lr ne sera pas prise en compte dans les calculs.

- **Calcul de la pluie efficace Pe**

Différentes méthodes sont utilisées pour la détermination des pluies efficaces, dans cette étude on va considérer que :

$$Pe=0.8*P \quad \text{si } P>75 \text{ mm/ mois}$$

$$Pe=0.6*P \quad \text{si } P<75 \text{ mm/mois}$$

3.1.4 Détermination des besoins bruts d'irrigation

La détermination des besoins bruts se fait en appliquant la relation suivante :

$$Bb = Bn / Ea$$

- Bb : besoin brut d'eau d'irrigation pour une culture et une période donnée (mm)
- Ea : efficacité d'application de l'eau. Elle sera prise égale à 50% pour le gravitaire.

4. Détermination des volumes apportés

Les étapes de détermination des volumes apportés sont :

- Etablissement du calendrier d'irrigation pour chaque culture selon les déclarations des agriculteurs ;
- Mesure des débits appliqués : Q (m³/h).

La formule permettant de calculer le volume apporté par hectare :

$$Va = Nhi \times Q$$

Avec :

- **Nhi** : Nombre d'heure d'irrigation ;
- **Q** : débit de l'installation en m³/h/ha.

5. Détermination des indicateurs de performance de l'irrigation

L'étude des performances techniques a été accomplie en analysant le fonctionnement des systèmes d'irrigation à l'échelle de l'exploitation. Pour cela on a opéré par la mesure du débit et la détermination du calendrier de l'irrigation durant cette étape du travail. Deux paramètres ont ainsi été utilisés : l'uniformité de distribution (CU) et le taux de satisfaction des besoins en eau des cultures.

5.1 Le taux de satisfaction des besoins en eau des cultures

Le taux de satisfaction des besoins en eau des cultures est calculé sur la base du volume apporté et du besoin théorique de chaque culture, la formule de calcul est la suivante:

$$Ts = Va/Bb \times 100$$

Avec:

- **Ts** : Taux de satisfaction des besoins en % ;
- **Bb** : Besoin bruts sur la période considéré en m³/ha ;
- **Va** : volume apporté sur la période considérée en m³/ha.

5.2 Uniformité de distribution

L'évaluation de l'uniformité d'arrosage ou de distribution est une démarche utilisée pour s'assurer de l'homogénéité de la distribution de l'eau à la parcelle.

Elle est évaluée par la méthode de Keller et Karmeli (1974) sur 16 distributeurs. Ces mesures portent sur 4 distributeurs par rampe sur au moins 4 rampes. La démarche se présente comme suit :

Nous choisissons:

- Localisation de la première et la dernière rampe, celles qui se trouvent au tiers et aux deux tiers de la longueur du porte-rampes ;
- Sur chacune de ces rampes, le premier et le dernier distributeur, ceux qui se trouvent au tiers et aux deux tiers de la longueur de la rampe.
- Calcul des paramètres suivants :

Le débit moyen de tous les goutteurs testés

$$q = (\text{somme des 16 valeurs})/16$$

La moyenne des quatre mesures des débits les plus faibles

$$q_{min} = (\text{somme des 4 valeurs des débits les plus faible})/4$$

Le coefficient d'uniformité est égal à:

$$CU = 100 \times (q_{min} / q)$$

Où :

- $CU > 90$: excellente uniformité
- $80 < CU < 90$: uniformité satisfaisante
- $70 < CU < 80$: uniformité médiocre
- $CU < 70$: mauvaise uniformité

La valeur du CU permet de juger la nécessité du nettoyage du système d'irrigation. Le CEMAGREF (1992) propose la classification suivante :

- $CU > 90$: L'intervention sur le réseau n'est pas nécessaire;
- $70 < CU < 90$: Le réseau doit être nettoyé ;
- $CU < 70$: Il faut trouver les causes du colmatage du réseau et le traiter



Figure 14 : Tests d'uniformité de distribution

A decorative border in a dark blue color, resembling a scroll or a ribbon, frames the text. It has rounded corners and small circular motifs at the top and bottom edges.

PARTIE 3 : RESULTATS ET DISCUSSIONS

I : EQUIPEMENT INTERNE COLLECTIF DE LA PREMIERE TRANCHE DU SECTEUR PILOTE

Chapitre 1 : Processus de l'équipement interne collectif :

1. Choix de l'assistance technique

Le choix de l'assistance technique qui accompagne les agriculteurs et le personnel de l'ORMVAT durant la phase d'équipement interne a été effectué selon la démarche exigée par la Banque mondiale. Nous présentons ci-dessous les étapes de cette procédure :

L'ORMVAT en concertation avec la Banque Mondiale élabore l'Appel à Manifestation d'Intérêt qui sera publié dans les journaux nationaux. Par la suite, les bureaux d'études intéressés postulent. Le service des études au niveau de l'ORMVAT se charge d'étudier les offres et d'établir la liste restreinte. Cette liste comporte 6 places pour 6 candidats, le même service envoie un rapport à la Banque Mondiale avec un procès-verbal pour que cette dernière exprime sa non objection.

Le service des études et la Banque Mondiale élaborent, par la suite un cahier de charge détaillé. Ce cahier de charge sera envoyé aux 6 candidats de la liste restreinte. L'évaluation des candidats se base sur deux rapports : le rapport technique et le rapport financier.

À la fin un rapport combiné (rapport financier et rapport technique) est établi et comporte le classement final des 6 candidats selon les notes obtenues. L'ORMVAT envoie à la Banque Mondiale le rapport final et après 2 à 3 semaines, il obtient la non objection sur le rapport combiné pour passer à la phase de négociation avec le bureau d'Etudes retenu en leur demandant certaines précisions sur quelques points qui ne sont pas très claires et une note méthodologique détaillée.

Enfin, le bureau d'Etudes peut entamer les prestations de l'assistance technique. On note que la procédure du choix de l'assistance technique dure de 6 à 7 mois généralement.

Seuls les responsables de l'ORMVAT et les représentants de la Banque Mondiale participent au choix de l'assistance technique du projet.

2. Choix des sociétés d'équipement interne

Un appel à manifestation d'intérêt (AMI) préparé par l'ORMVAT avec l'appui de l'assistance technique et validé avec les AUEA est publié dans les journaux le 25/10/2013. Cet AMI devait permettre de procéder au choix des sociétés éligibles à la réalisation des études et travaux d'installation des équipements internes.

Dans l'AMI, l'ORMVAT précise quelques exigences de sélection des sociétés :

- La société doit avoir des références sur la réalisation d'un grand projet d'équipement en irrigation localisée d'une superficie dépassant 100 ha ;
- La société doit s'engager à réaliser les travaux d'équipement interne des propriétés en assurant un préfinancement;
- La société doit avoir des capacités humaines et matérielles suffisantes ;
- La société doit avoir une attestation de qualité du matériel utilisé, conforme avec les exigences marocaines ;
- La société doit s'engager à adopter une démarche participative pour lever d'éventuelles contraintes dans la mise en œuvre de l'équipement interne ;
- La société doit assurer une formation aux agriculteurs sur l'utilisation des équipements installés.

Le détail du texte de l'AMI est donné en Annexe 6.

Onze sociétés marocaines ont répondu à l'AMI, mais 4 sociétés se sont absentes lors de la réunion consacrée au choix final des sociétés. Après étude des dossiers techniques des sept sociétés par les cadres de l'ORMVAT et en présence des membres du bureau des AUEA, trois sociétés ont été retenues pour équiper une tranche de 690 ha.

Afin d'accélérer le rythme de réalisation des travaux d'aménagement interne, il a été décidé d'augmenter cette tranche pilote jusqu'à 1 500 ha. L'assistance technique et les cadres de l'office ont décidé de retenir les 4 autres sociétés qui avaient été éliminées dans un premier temps.

2.1. Choix du matériel

Les exploitations de la zone du projet vont être équipées par le même matériel. De ce fait, l'assistance technique et les cadres de l'office en concertation avec les membres du bureau des AUEA ont défini certaines exigences concernant le matériel d'irrigation fourni par les sept sociétés par exemple le goutteur est de type intégré turbulent de 2 litres/heure installé sur rampe en PE 16 mm, épaisseur 1mm avec un espacement entre goutteurs de 0,40m et un écartement adopté entre rampes de 0,80m. La taille du poste d'arrosage ne devra pas dépasser 2500 m².

(L'annexe 7 montre le détail des principales lignes directrices)

2.2. Conception technique

Les sept sociétés d'équipement interne doivent faire des études techniques pour l'ensemble des lots de la tranche qui s'étale sur 1500 ha. Dans ce sens, l'assistance technique a exigé aux sociétés de se concerter avec les agriculteurs et de discuter avec eux les différentes options possibles lors de la conception technique.

Les sociétés n'ont pas pu déposer leurs études techniques dans le délai fixé par l'ORMVAT et les AUEA, car lors de la réalisation de ces études, ils ont rencontré plusieurs obstacles. Entre autres, les problèmes des cohéritiers sont les plus fréquents, les agriculteurs n'acceptent pas le morcellement des parcelles.

Chapitre 2 : Avis des agriculteurs sur la démarche de l'équipement interne

Dans ce chapitre, 100 enquêtes ont été réalisées pour déterminer l'avis des exploitants et leurs appréciations vis-à-vis de l'équipement interne collectif.

1. Caractérisation des exploitations enquêtées :

1.1. Situation des exploitations enquêtées

La figure 15 donne la répartition des exploitations enquêtées (474 ha) dans le secteur pilote.

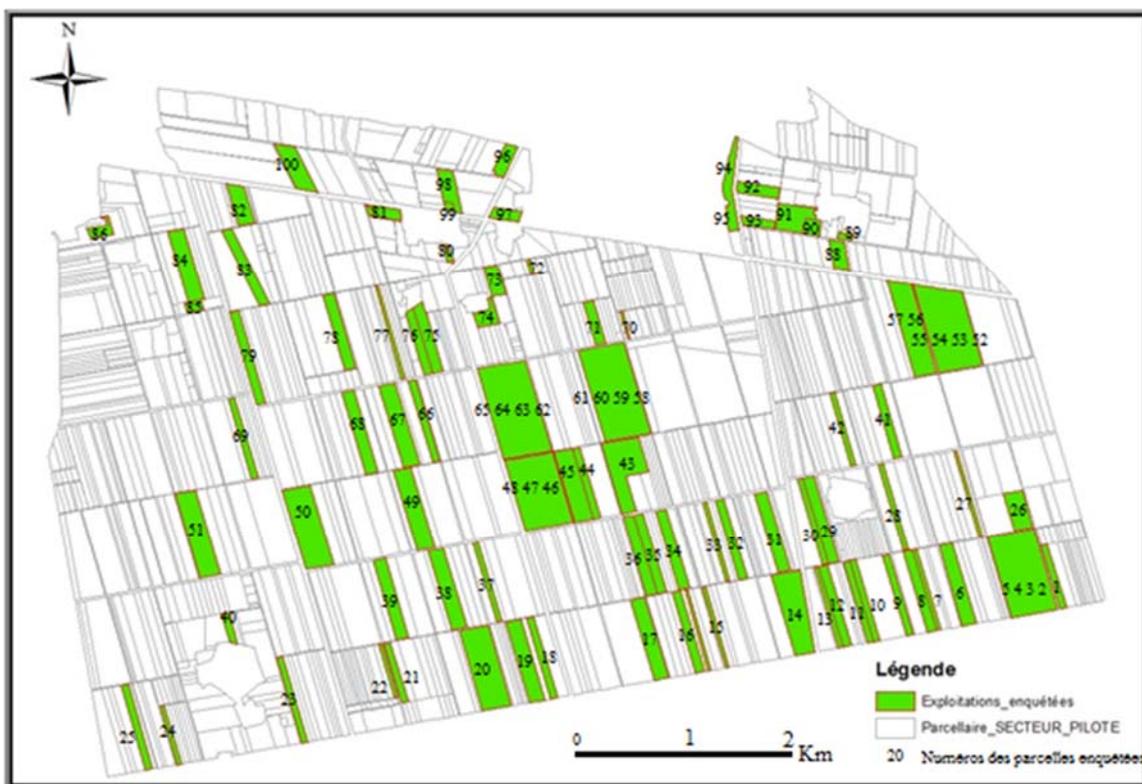


Figure 15: Répartition dans l'espace des exploitations enquêtées

1.2. Structure foncière

- Structure foncière selon les différentes classes de surface :

Les exploitations enquêtées présentent différentes classes de surface agricole; elles varient entre des surfaces inférieures à 0,5 ha et supérieures à 20 ha. En fait, 57 % des exploitations ont une surface inférieure à 5 ha. De plus, 35 % des cas étudiés ont une surface entre 5 et 10 ha. Le reste (8%) présente les exploitations où la surface agricole totale dépasse 10 ha (Tableau 7).

Tableau 7: Structure foncière des exploitations enquêtées

SAU < 5	5 ≤ SAU <10	10 ≤ SAU <15	15 ≤ SAU <20	SAU ≥ 20
57 %	35 %	5 %	2 %	1 %

- **Structure foncière par AUEA**

La classe de surface la plus dominante pour les exploitations des deux AUEA Al Ittihad et Al Omrania est celle qui est inférieure à 5 ha, elle présente une part importante soit une valeur de 57% de l'association Al Ittihad et 56 % de l'AUEA Al Omrania.

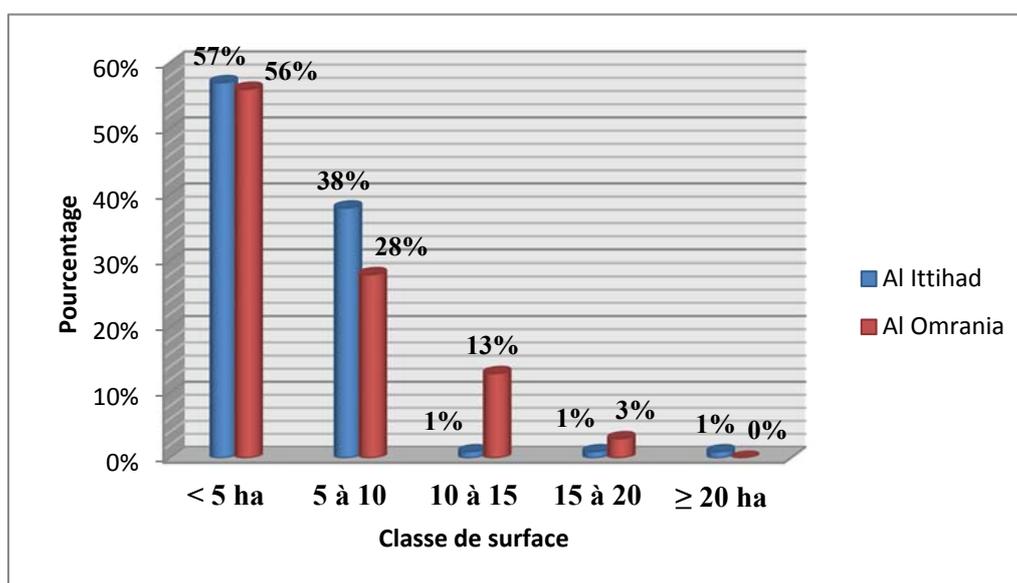


Figure 16: Répartition des exploitations selon leur appartenance aux AUEA

1.3. Statut foncier

De l'analyse de la figure 17, il ressort que deux statuts fonciers caractérisent les exploitations enquêtées au niveau du secteur pilote ; les terres Melk représentent la grande part avec un pourcentage de 92 % et celles de la réforme agraire constituent le reste (8 %).

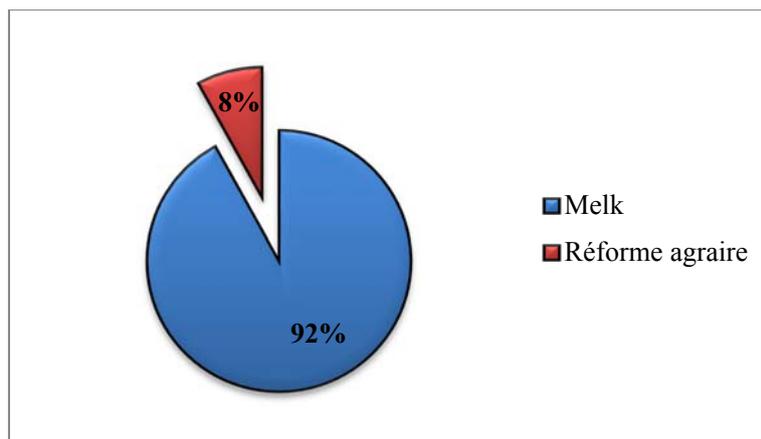


Figure 17: Statut foncier des exploitations enquêtées

2. Assolement actuel des exploitations enquêtées

L'analyse des données relatives aux assolements des exploitations enquêtées dans le secteur pilote montre la dominance des cultures céréalières et fourragères avec des valeurs respectives de 25 % et 24 %, suivi de l'arboriculture qui s'élève à 18%. On remarque aussi la présence d'une culture industrielle principale qui est la betterave sucrière avec un pourcentage d'occupation du sol de 11%, ainsi que les cultures maraîchères (8%), la niora (7%). Le reste de la surface (7%) est occupé par les légumineuses, la menthe et le sésame. (Figure 18).

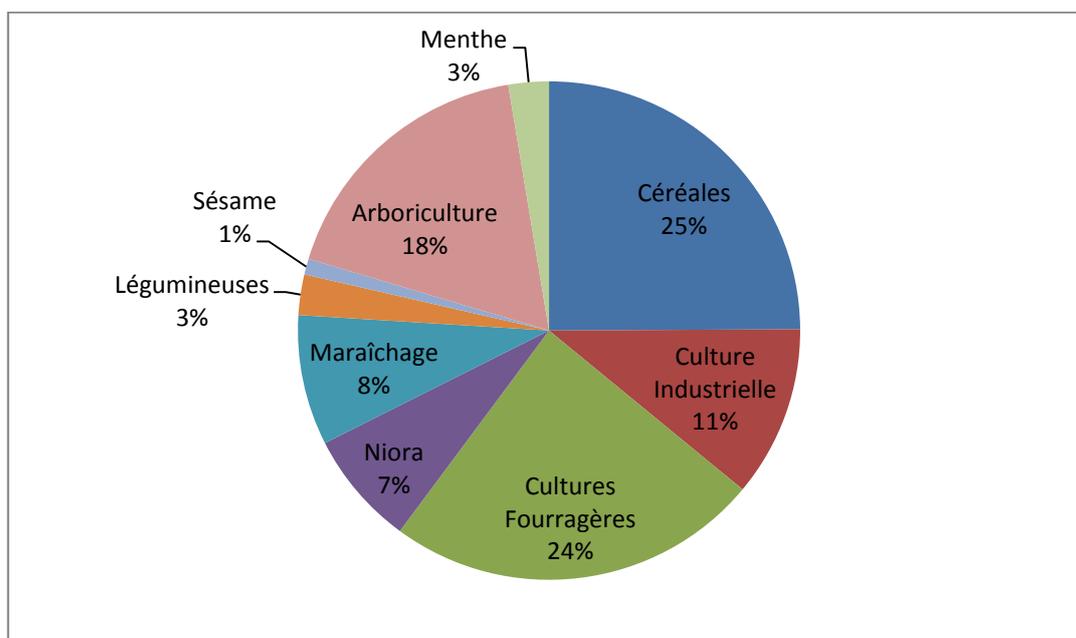


Figure 18: Assolement actuel des exploitations enquêtées durant la campagne 2013-2014

La superficie totale des exploitations enquêtées est de 448,75 ha, ce qui représente 11 % de la superficie du secteur pilote (4045 ha).

La part importante du sol qui est occupée par les cultures fourragères est dominée par la luzerne qui représente (89%) de la surface agricole fourragère, le reste (11 %) est partagé entre le maïs fourrager et le bersim. Le blé (dur et tendre) est la principale culture présente dans la zone, avec un pourcentage de 96 % des cultures céréalières.

Le tableau 8, présente le détail d'occupation du sol par les principales cultures :

Tableau 8: Occupation actuelle du sol des exploitations enquêtées (2013,2014)

Types de cultures	Céréales		Sésame	Fourrages			Arboriculture		Betterave sucrière	Maraîchage	Niora	Légumineuse (fève)	Menthe	SAU totale (ha)
	Blé (dur et tendre)	Orge		Luzerne	Maïs fourrager	Bersim	Agrumes	Olivier						
Ha	108	4,2	4,6	96,35	8,05	3,85	53,85	25,8	49,75	37,9	33,3	11,8	11,7	449
%	24	1	1	21	2	1	12	6	11	8	7	3	2	100

3. Assolement prévu après l'équipement des propriétés en irrigation localisée

D'après les enquêtes réalisées auprès des agriculteurs, on constate que 75 % parmi eux (qui représente 62 % de la superficie des exploitations enquêtées) veulent garder leurs systèmes de cultures habituels (céréales, luzerne, betterave), ceci s'explique par le fait que les céréales garantissent la disposition d'un stock alimentaire pour la survie de la famille (parce que la majorité des agriculteurs du secteur pilote sont des petits exploitants), et la luzerne (culture fourragère) indispensable pour la conduite d'un petit élevage et surtout du maintien de vaches laitières (garantie de vente régulière et donc de trésorerie au fur et à mesure des livraisons auprès des coopératives laitières). Les agriculteurs montrent aussi leur intérêt de garder la production de la betterave sucrière, parce que cette culture industrielle permet de dégager une marge de bénéfice stable.

D'autres exploitants ont eu la difficulté de faire le choix et ne se décideront sur les futures spéculations qu'après usage du système et constater la réussite des nouvelles cultures chez leurs voisins.

Les autres agriculteurs interviewés ont l'intention d'abandonner les cultures traditionnelles pour s'orienter vers des cultures à haute valeur ajoutée (Maraichage, agrumes), s'ils trouvent de bonnes conditions de commercialisation (coopératives, agrégateurs, ...).

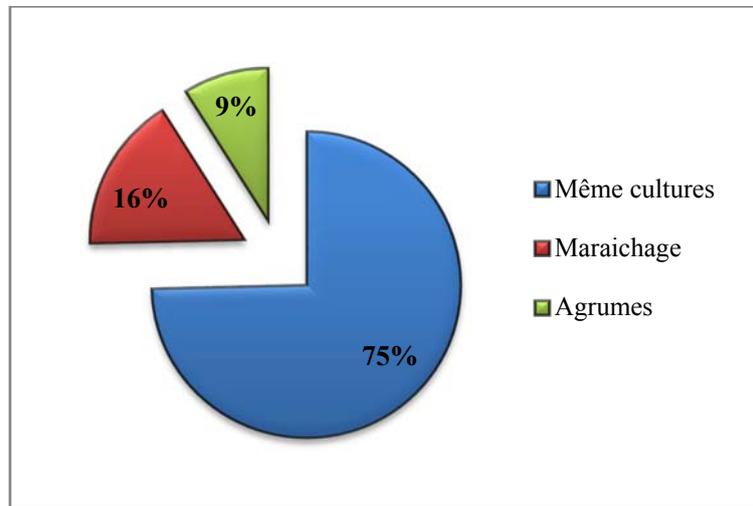


Figure 19: Cultures envisageables selon les exploitants enquêtés

Source : nos enquêtes

4. Equipement interne en irrigation localisée

4.1. Les problèmes actuels de l'irrigation gravitaire

D'après les agriculteurs enquêtés, l'irrigation gravitaire 'Robta' présente plusieurs problèmes à savoir :

- La dégradation des canaux semi circulaires et la diminution de leurs surfaces mouillées par les dépôts, ce qui cause des pertes importantes d'eau ;
- La facture élevée de l'eau d'irrigation, et la cherté de la main d'œuvre ;
- Le curage des seguias (certains exploitants ne se mettent pas d'accord pour le faire) ;
- L'insuffisance de l'eau à cause de la situation avale de certains agriculteurs et le partage des tours d'eau entre les héritiers pour d'autres ;
- Les conflits entre les héritiers pour le paiement de la facture de l'eau ;
- Les fuites et le mauvais entretien du réseau ;
- Le tour d'eau durant des heures tardives de la nuit ;

- Problème de nivellement chez certains agriculteurs, ce qui rend l'irrigation gravitaire impossible ;
- Percolation des engrais (pollution de la nappe).

4.2. L'irrigation localisée est-elle la solution à ces problèmes

La majorité des agriculteurs (96 %) trouvent que l'irrigation localisée est avantageuse parce que ce système est économe en eau et utilise l'eau à la demande, et peuvent résoudre les problèmes du gravitaire (cités précédemment) et par conséquent ils pourront améliorer leur production ; à condition que l'eau de ce nouveau système sera suffisante et que le prix du m³ sera acceptable. De plus, ne pas avoir des pannes fréquentes, et avoir un matériel de bonne qualité. Ainsi, arriver à conduire la luzerne sous goutte à goutte. Les agriculteurs de la même famille (ayant le même matricule) souhaitent que chaque agriculteur ait son propre compteur pour éviter les conflits entre les héritiers lors du paiement de la facture de consommation en eau.

D'autres exploitants (4%) ne sont pas satisfaits par la reconversion en irrigation localisée. Ils sont habitués au gravitaire (jugent sa facilité) et ils voient que la texture du sol diffère d'une zone à une autre ce qui pourrait causer des problèmes d'humidification, et pensent que le problème des héritiers reste un obstacle majeur devant la reconversion collective (plusieurs héritiers partagent une seule prise propriété).

4.3. Niveau de connaissances techniques vis-à-vis du goutte à goutte

Pour les agriculteurs interrogés sur la question des connaissances qu'ils ont du système d'irrigation localisée, il ressort que la majorité n'a aucune connaissance (79%). Une partie de (17 %) ont un niveau moyen sur cette technique étant donné qu'ils en ont vu chez certains agriculteurs ou ont déjà travaillé dans des exploitations équipées en goutte à goutte et seulement 4 % des exploitants maîtrisent la manipulation du système parce qu'ils l'ont déjà introduit dans leurs propriétés (**Figure 20**).

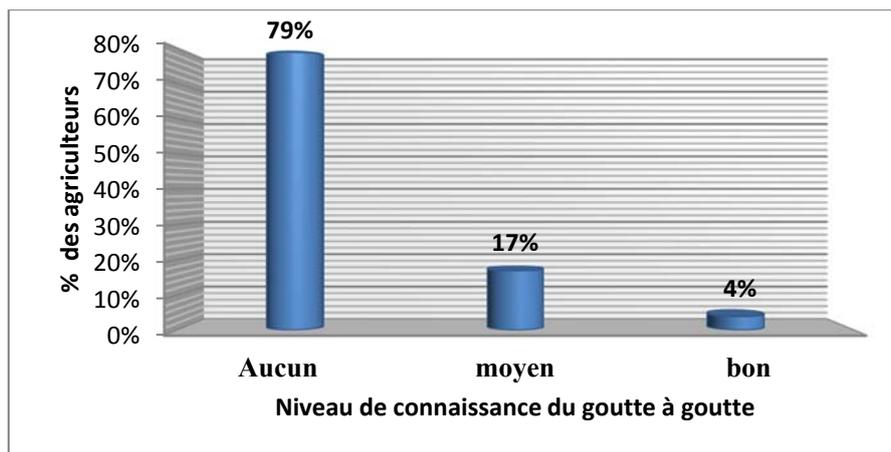


Figure 20: Connaissances techniques des agriculteurs vis-à-vis du système d'irrigation localisée

Source : nos enquêtes

4.4. Implication et sensibilisation pour la mise en œuvre du projet

Selon la déclaration des agriculteurs interviewés, on remarque que 60 % des exploitants ont été sensibilisé parce qu'ils ont participé avec les membres des AUEA aux différentes activités réalisées lors du projet qui concernent principalement des visites aux essais de démonstration pour différentes cultures sous goutte à goutte assurées par l'équipe de l'assistance technique et/ou de l'ORMVAT.

D'autres agriculteurs affirment qu'ils n'ont pas été sensibilisés pour la mise en œuvre de ce projet (40 %) parce qu'ils n'étaient pas informés sur ces visites organisées et certains disent que les plus concernés par les visites et les ateliers sont les représentants des blocs (**Figure 21**).

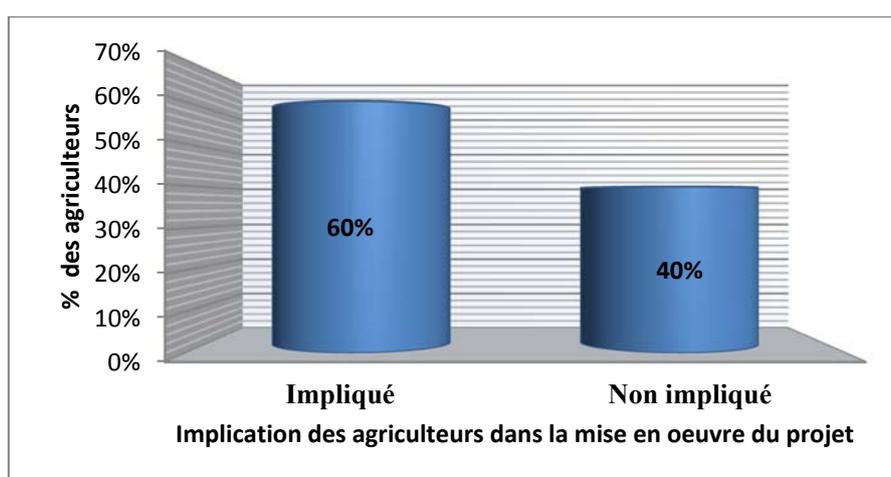


Figure 21: Implication des exploitants pour la mise en œuvre du projet

Source : nos enquêtes

4.5. Contraintes de l'Équipement interne en irrigation localisée

En interrogeant les agriculteurs sur les principales contraintes qui peuvent s'opposer à l'équipement interne de parcelles en goutte à goutte, il ressort que plusieurs facteurs peuvent être des obstacles (cités ci-dessous par ordre décroissant d'importance) devant la reconversion :

- Les conflits entre les héritiers pour le partage de leurs parcelles ;
- La difficulté de commercialisation des produits agricoles ;
- Le non-respect du CPS par certaines sociétés ;
- La crainte d'un prix élevé du m³ d'eau après aménagement des terres en goutte à goutte ;
- Des problèmes techniques (pannes, fuites et mal fonctionnement du système) ;
- La crainte du non disponibilité de l'eau (insuffisance) ;
- L'application d'éventuelles taxes pour le branchement ;
- Le retard de procédures administratives, et surtout en ce qui concerne la préparation des dossiers de la subvention pour certaines parcelles qui demeurent jusqu'à présent au nom de personnes décédés ;
- La conduite de la luzerne sous goutte à goutte ;
- La non adaptation du goutte à goutte avec tous les types de sol de la région ;
- Le retard du branchement ;
- Le manque d'encadrement des agriculteurs.

4.6. Consultation pour le choix des équipements internes

Il ressort que seulement 27% des agriculteurs ont été consultés pour le choix des équipements internes, parce qu'ils font partie de la première tranche de 1500 ha. L'ORMVAT et l'AT ont exigé des sociétés retenues, de se concerter avec les agriculteurs et de discuter avec eux le choix des types d'équipement ainsi que les schémas d'installation lors des études techniques pour l'équipement interne des sept lots. 53 % des exploitants enquêtés n'ont pas encore été consultés malgré leur appartenance à la première tranche et 20 % affirment qu'ils n'ont pas encore été contactés car leurs parcelles seront équipées en deuxième tranche (**figure22**).

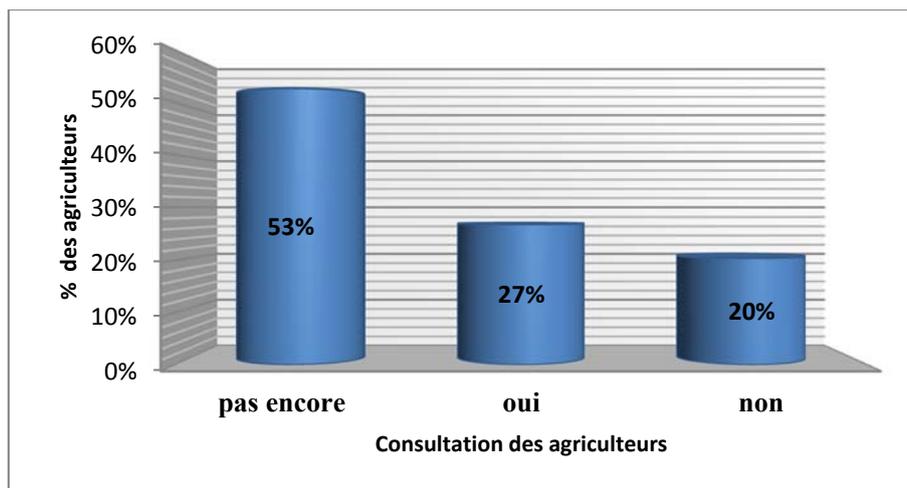


Figure 22: Consultation des agriculteurs pour le choix des équipements internes

Source : nos enquêtes

4.7. Connaissances de types des futurs équipements

D'après les enquêtes menées avec les agriculteurs du secteur pilote, il ressort des discussions que seulement 18% des exploitants connaissent les types des futurs équipements au niveau de leurs propriétés. Cela s'explique par le fait qu'ils ont déjà discuté avec les sociétés de matériel pour la conception technique et ont assisté aux divers ateliers et visites organisées. Le reste (82%) déclare leur ignorance totale (**Figure23**).

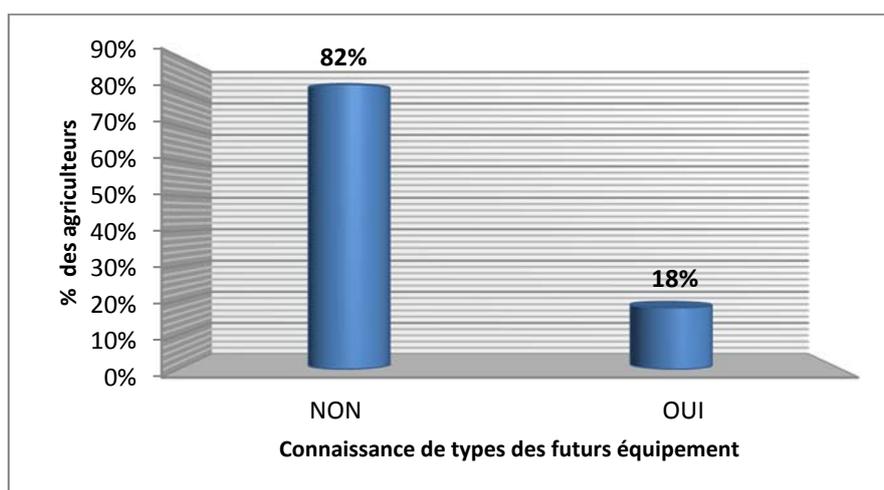


Figure 23: Connaissance des agriculteurs de leurs futurs équipements

Source : nos enquêtes

4.8. Disposition à collaborer avec les héritiers pour la gestion de l'irrigation

Deux réponses ont été identifiées en interrogeant les agriculteurs sur cette question. D'une part, il y a ceux qui sont prêts à collaborer pour la gestion de l'irrigation (93%) dans l'intention d'éviter d'éventuels problèmes avec les héritiers. D'autre part, certains agriculteurs (7%) refusent de collaborer et recommandent de refaire le morcellement des parcelles avant d'équiper leurs propriétés et insistent d'avoir un compteur pour chaque exploitant pour éviter les conflits entre les héritiers lors du paiement de la facture.

4.9. Capacités de renouvellement des équipements internes :

S'agissant de la capacité de renouveler les équipements internes et prenant les avis des agriculteurs, 3 réponses sont identifiées :

- Prêts à renouveler : 55 % des agriculteurs enquêtés montrent leurs intérêts à renouveler le matériel d'irrigation après dégradation.
- Ne sont pas prêts : 24% des agriculteurs disent qu'ils n'ont pas les moyens de rééquiper leurs parcelles et souhaitent que l'Etat accordent des subventions pour le renouvellement des équipements.
- Sans avis: ils disent que le renouvellement des équipements est en fonction de la rentabilité de leurs cultures et les bénéfices générés. Cette catégorie des agriculteurs représentent 21% (**Figure 24**).

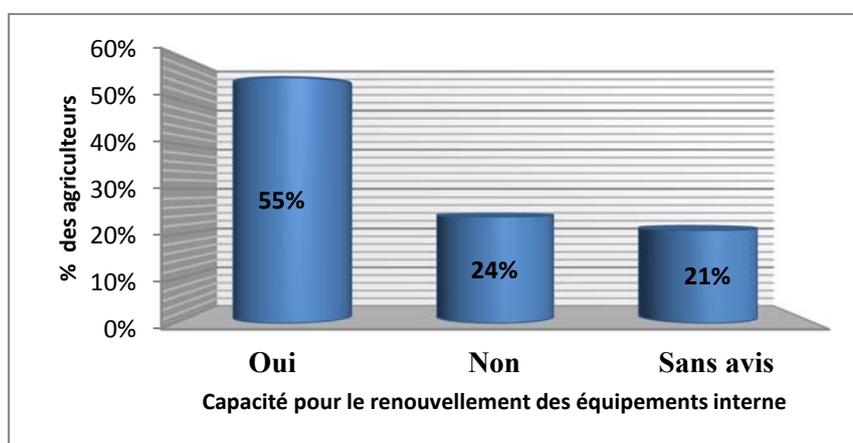


Figure 24: Capacité des agriculteurs pour renouveler les équipements internes

Source : nos enquêtes

Chapitre 3 : Rôle de l'AUEA dans la mise en œuvre de la démarche du projet :

1. Les associations d'usagers des eaux agricoles (AUEA)

Des entretiens ont été effectués avec les membres des bureaux des deux AUEA (Al Ittihad et Al Omrania). Le tableau 9 montre une fiche signalétique de ces deux associations.

Tableau 9: Fiche signalétique des AUEA au niveau du secteur pilote

Source : ORMVAT, 2009

Association	Date de création	CDA	Zone d'intervention	Superficie (ha)	Nombre d'adhérents
AL Ittihad	20/04/89	536	M4- M5	1984	488
AL Omrania	10/07/93	536	M6- M7	2061	511

La reconversion collective à l'irrigation localisée est-elle un choix adéquat ?

Les membres des bureaux des deux AUEA (Al Ittihad et Al Omrania) trouvent que la reconversion collective à l'irrigation localisée est le choix adéquat pour les raisons suivantes : D'abord, c'est une approche qui permet aux petits agriculteurs de bénéficier à 100 % de la subvention. Ensuite la reconversion collective est un élément incitatif puisque les agriculteurs auront l'appui de l'assistance technique. Aussi, cette approche est un moyen pour accélérer le processus de reconversion à l'irrigation localisée.

L'intention des agriculteurs à changer leurs systèmes de cultures

Pour les membres qui disent que les agriculteurs vont changer leurs assolements, ils justifient cette affirmation par le fait que la réussite de l'expérience de reconversion chez leurs voisins et surtout ceux qui auront de bons rendements va les inciter à recourir à d'autres cultures à haute valeur ajoutée.

D'autres mentionnent que les agriculteurs vont changer leurs systèmes de cultures seulement dans le cas où il y a une obligation de la part de l'ORMVAT ou s'il y a un partenariat pour commercialiser leurs produits.

Par contre d'autres justifient le maintien de l'assolement actuel par le fait que la majorité des agriculteurs sont de petits exploitants, donc ils ne peuvent pas abandonnés les cultures traditionnelles destinées à l'autoconsommation ou à l'alimentation du cheptel.

Risques appréhendés vis-à-vis la reconversion à l'irrigation localisée

En interrogeant les membres des AUEA sur la question des risques qu'ils ont vis-à-vis la reconversion on a pu relever les points suivants :

- L'insuffisance de la pression dans le réseau ;
- La difficulté de commercialiser la production ;
- La crainte de l'augmentation du prix du m³ d'eau d'irrigation ;
- Les fuites ou les pannes fréquents dans le réseau ;
- La qualité du matériel d'irrigation localisée ;
- L'aspect technique (la mauvaise connaissance du système d'irrigation localisée).

Exigences vis-à-vis les sociétés d'installation du matériel d'irrigation

D'après les déclarations des AEUA, on peut citer les exigences suivantes :

- Le matériel d'irrigation doit être de bonne qualité ;
- L'accompagnement technique des agriculteurs durant la première année après la mise en eau ;
- La société doit contacter chaque agriculteur pour discuter le schéma d'installation (orientation des rampes, cultures envisagées, etc.) ;
- La société doit respecter le cahier des prescriptions spéciales (CPS) ;
- La société doit assurer la garantie du matériel d'au moins une année.

2. Les Sociétés d'installation du matériel

Discussion et validation du choix des types d'équipement et des schémas d'installation

En interrogeant les responsables des sociétés sur la question de validation des schémas d'équipement, on a remarqué que quelques sociétés n'ont pas consulté tous les agriculteurs individuellement pour discuter les options d'équipement possibles .Cela peut engendrer des problèmes lors de la phase d'installation des équipements surtout Pour les cas particuliers d'arboriculture.

L'accompagnement des agriculteurs pour l'utilisation des équipements :

D'après les entretiens réalisés, on a constaté l'absence à l'état actuel d'une stratégie claire pour l'accompagnement technique des agriculteurs pour l'utilisation de leurs équipements après la mise en eau.

Problèmes rencontrés lors de la phase de l'étude :

Selon les sociétés, parmi les problèmes rencontrés lors de la phase de l'étude de la première tranche (1500 ha) du secteur pilote, on peut citer:

- La discordance entre les données et la réalité (exemple : le nom du propriétaire réel de l'exploitation est différent de celui donné par l'ORMVAT) ;
- Le délai alloué pour la réalisation de l'étude n'est pas suffisant ;
- Le recours à des réarrangements pour arriver exactement à 100 % de la subvention ;
- La sectorisation des parcelles à plusieurs héritiers (exemple : une étude a abouti à 4 secteurs d'irrigation pour une parcelle partagée entre 3 héritiers; la solution est de diminuer le nombre de secteurs en augmentant leurs superficies. Mais, la contrainte de la taille maximum du secteur (2500 m²) se pose ;
- La dimension de l'abri de la station de tête est de 2 m largeur, 3 m longueur et 2.2 m de hauteur). Mais pour les exploitations de grandes superficies le nombre de filtres et de citernes de fertigation va être important, donc la dimension exigée n'est pas convenable pour être généralisée.

Les difficultés qui risquent d'entraver la mise en œuvre du projet de reconversion

Le point le plus mentionné par les sociétés et qui peut entraver la mise en œuvre du projet est le problème des cohéritiers.

Les attentes vis-à-vis de l'ORMVAT et l'assistance technique

Les responsables interviewés demandent d'éclaircir et d'accélérer le processus de financement des sociétés.

Chapitre 4 : Critique de la démarche adoptée et aperçu sur les contraintes du projet

1. Critique du choix de l'assolement projeté :

En partant de l'assolement projeté pour ce projet de reconversion (tableau2), il ressort qu'il va y avoir une réduction de la superficie de la luzerne au détriment du maïs ensilage comme culture fourragère. Ce dernier semble être la culture la plus efficiente économiquement et la plus économe en eau. Mais, en interrogeant les agriculteurs sur la question de l'assolement prévisible après la mise en place du goutte à goutte, on a pu constater que la majorité des exploitants enquêtés veulent garder la luzerne (culture consommatrice en eau) et n'ont pas l'intention de la substituer par le maïs fourrager pour différentes raisons :

- Les agriculteurs hésitent de pratiquer le maïs parce qu'il est sensible à la sécheresse, surtout ceux qui n'ont pas accès à l'eau souterraine ;
- La pratique du maïs nécessite un investissement important pendant une courte période (4 mois) ce qui exige la présence d'une trésorerie importante chez l'agriculteur. Par contre la luzerne une fois installée les agriculteurs l'exploitent pour plusieurs années ;
- Le maïs est considéré par la plupart des exploitants comme un complément de fourrages pour l'élevage laitier.

Par conséquent, il est recommandé de prendre en considération les attentes des agriculteurs et de les sensibiliser de l'importance des cultures moins consommatrices en eau et à haute valeur ajoutée.

2. Les sociétés d'installation du matériel

D'après les entretiens effectués avec les responsables des sociétés d'installation du matériel d'irrigation, on a remarqué que certaines sociétés n'ont pas consultés les agriculteurs pour discuter le choix des équipements et les schémas d'aménagement de chaque parcelle (chose qui était exigé de la part de l'ORMVAT). Pour cela il faut mettre en place un système de contrôle pour poursuivre la bonne conduite de ce projet et de s'assurer du respect du CPS.

3. Niveau de connaissance des agriculteurs de la nouvelle technique et leur implication dans le projet.

D'après les enquêtes réalisées auprès des agriculteurs, on constate que la majorité (79 %) n'ont aucune connaissance à l'égard du système d'irrigation localisée, d'où la nécessité d'organiser des séances de formation au profit des agriculteurs. Ainsi, nous remarquons qu'une partie importante des exploitants ne sont pas impliqués dans la mise en œuvre de ce projet. Pour cela

il faut les sensibiliser de l'importance du projet de reconversion collective sur le développement de leurs systèmes de production et sur l'amélioration de leurs niveaux de vie.

4. Contraintes de mise en place du projet.

- Problème du co-héritage

Le point le plus évoqué concernant les contraintes de l'équipement interne des propriétés est celui du compteur. Les agriculteurs insistent sur le fait que chacun d'eux ait son propre compteur pour éviter les conflits entre les cohéritiers lors du paiement de la facture.

Dans le CPS, il n'est pas demandé d'installer un compteur au niveau de la station de tête pour pouvoir respecter le plafond de la subvention accordé par le FDA en se limitant à des compteurs installés au niveau des prise-blocs (composante de l'équipement externe) contrôlés par l'ORMVAT, les agriculteurs n'ont pas droit d'y accéder.

Par conséquent, on propose de conclure un contrat bilatéral entre l'agriculteur et la société d'installation ; dans lequel cette dernière s'engage à fournir un compteur à la charge du demandeur, en respectant les normes requises en termes de qualité et du prix déterminés par l'ORMVAT et/ou par l'Assistance technique.

- Retard de la procédure administrative

La mise en eau dans la zone du projet de reconversion de la première tranche (1500 ha) était prévue pour le mois d'avril 2014. Cependant pour diverses raisons, elle a été prolongée.

Ce retard est dû essentiellement à deux facteurs essentiels, d'une part la négligence de certains agriculteurs à fournir les pièces nécessaires et d'autre part, la complexité de la procédure administrative pour bénéficier des subventions de l'Etat.

A cet effet, on propose de choisir des blocs contenant des parcelles où la contrainte du co-héritage ne se pose pas pour l'équipement des prochaines tranches et intégrer la proposition d'étude d'un bloc d'irrigation (modèle d'étude) parmi les articles de l'AMI pour faciliter la procédure administrative concernant les prochaines tranches d'équipement interne des exploitations, dans le but d'accélérer le processus de reconversion.

- Commercialisation :

Parmi les points sur lesquels il faut se pencher est l'aspect commercialisation de la production, 20% des agriculteurs ont présenté leurs craintes vis-à-vis de la commercialisation de leurs produits après la reconversion. Pour cela, on recommande d'organiser les agriculteurs autour des coopératives ou les rassembler dans le cadre des projets d'agrégations.

5. Capacité des agriculteurs à renouveler les équipements :

24% des agriculteurs enquêtés affirment qu'ils n'ont pas les moyens pour renouveler les équipements de leurs parcelles. Ainsi, la question de la durabilité des équipements se pose (puisque le taux de la subvention dans ce projet est de 100%), pourquoi ne pas pousser les agriculteurs à contribuer aux aménagements pour les inciter à surveiller et entretenir leurs équipements et accorder une subvention de 20% pour renouveler ces équipements après leur dégradation.

Conclusion

Certes, ce projet d'équipement interne collectif présente plusieurs avantages parmi lesquels, l'accélération du processus de reconversion à l'irrigation localisée à l'échelle nationale et la possibilité des petits agriculteurs d'accéder aux subventions de l'état à 100%. Cependant, pour surmonter les risques cités précédemment par les agriculteurs, il faut accompagner ce projet d'un suivi technique pour que ces agriculteurs puissent manipuler correctement ces nouveaux équipements. De plus, il faut les sensibiliser à l'importance de ce système d'irrigation localisée sur le plan économie d'eau et amélioration des rendements.

II : Impact de la reconversion sur les prélèvements à partir de la nappe

Introduction

La gestion des ressources en eaux est l'un des principaux enjeux au Maroc. Dans le Tadla, le projet de reconversion prévoit la sensibilisation des agriculteurs de la zone pour une gestion durable des nappes, étant entendu que le renouvellement des réserves en eau souterraines sera affecté, en raison de l'adoption de l'irrigation localisée, avec l'objectif ultime de protéger les ressources en eaux souterraines et d'en assurer la pérennité. Par conséquent, la reconversion à l'irrigation localisée devrait contribuer à réduire la pression sur les eaux souterraines.

C'est pour cette raison que nous avons essayé dans le présent chapitre de faire un diagnostic de la situation actuelle des points d'eau situés dans le secteur pilote, et de déterminer les performances des exploitations en matière d'utilisation des ressources en eau et enfin estimer les prélèvements de la nappe à l'échelle du secteur pilote.

Chapitre 1 : Caractérisation des dispositifs de pompage

Introduction

Les principales raisons qui incitent les agriculteurs à l'utilisation des eaux souterraines sont : l'insuffisance des eaux de surface, la non coïncidence des tours d'eau avec les périodes de pointe et l'irrégularité climatique.

Les eaux souterraines présentent plusieurs avantages à savoir :

- L'autonomie en matière d'utilisation des ressources en eau qui permet à l'agriculteur d'irriguer la culture de son choix et à tout moment, contrairement aux eaux de surface dont la disponibilité est fortement liée aux irrégularités pluviométriques;
- La diversification et l'intensification des systèmes des cultures pratiquées ;
- L'irrigation de complément des cultures traditionnelles;

Pour caractériser les dispositifs de pompage (objet de ce chapitre) et déterminer le calendrier d'irrigation des cultures pratiqués, 81 enquêtes ont été réalisées (annexe 1).

1. Description des ouvrages de captage des eaux souterraines

1.1. Les ouvrages recensés

Les enquêtes réalisées dans notre zone d'étude, nous ont permis de distinguer 3 types d'ouvrages :

- **Les puits** : 14
- **Les forages** : 47
- **Les puits-forages** : 30

Les points de prélèvement d'eau sont répartis selon les AUEA comme suit (**Figure 25**):

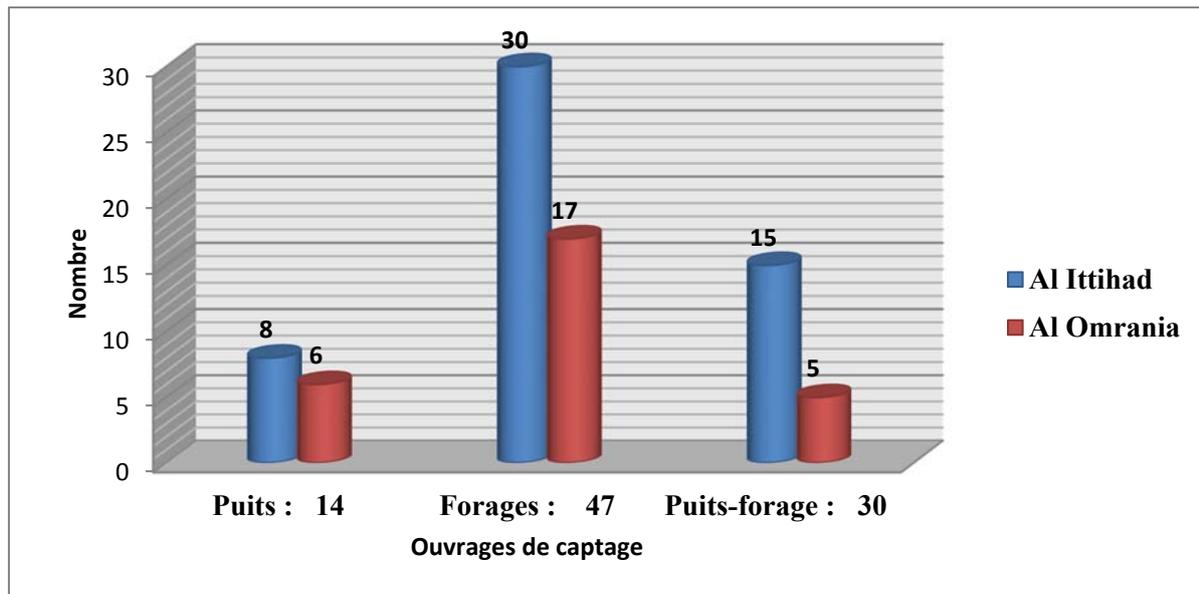


Figure 25: Répartition des ouvrages de captage d'eau au niveau des deux AUEA

Source : nos enquêtes

On remarque que les forages sont prédominants dans la zone, car leur creusement ne demande pas beaucoup de temps et ils n'occupent qu'un petit espace dans les terres agricoles. Aussi, ils permettent de capter la nappe sur une épaisseur plus importante que celle des puits.

- La profondeur des ouvrages :

- **Puits**

C'est le type d'ouvrage de pompage le plus ancien dans cette zone. La profondeur moyenne des puits est de 30.6 m, avec un maximum de 56 m et un minimum de 15 m.

- **Forage**

Il est caractérisé par son petit diamètre et sa profondeur importante par rapport à celle du puits. La profondeur moyenne de 81 m.

- **Puits-forage**

Le type d'ouvrage le plus récent, il est constitué par la combinaison du puits et du forage en un seul dispositif. Les agriculteurs ont recours à ce type d'ouvrage pour deux raisons majeures. La première c'est qu'ils veulent profiter de la profondeur existante du puits, la deuxième est le fait qu'ils ne veulent pas creuser un nouvel ouvrage pour éviter la déclaration. La moyenne de leur profondeur est de 69.6 m.

Tableau 10: Répartition des profondeurs selon le type d'ouvrage

Type d'ouvrages	Profondeurs (m)		
	Max.	Moy.	Min.
Forage	120	80,9	40
Puits	56	30,6	15
Puits-forage	118	69,6	39

Source : nos enquêtes

1.2. Caractéristiques des dispositifs de pompage

- Moteurs :

On distingue trois types des moteurs : les moteurs à gasoil, à butane, et les moteurs électriques. Ces derniers sont rarement utilisés par les agriculteurs (3 moteurs) et ne représentent que 4%. Les moteurs à butane sont les plus courants (54 %), alors que ceux à gasoil représentent (42%) (Figure 26).

Les moteurs à butane sont les plus utilisés car ces dernières années la majorité des agriculteurs ont choisi d'abandonner le gasoil puisque son prix ne fait qu'augmenter.

Pour les agriculteurs qui utilisent les moteurs électriques, ils justifient leur choix par le fait que ces derniers demandent moins d'entretien et de réparation.

Les marques utilisées des moteurs sont présentées sur la figure suivante :

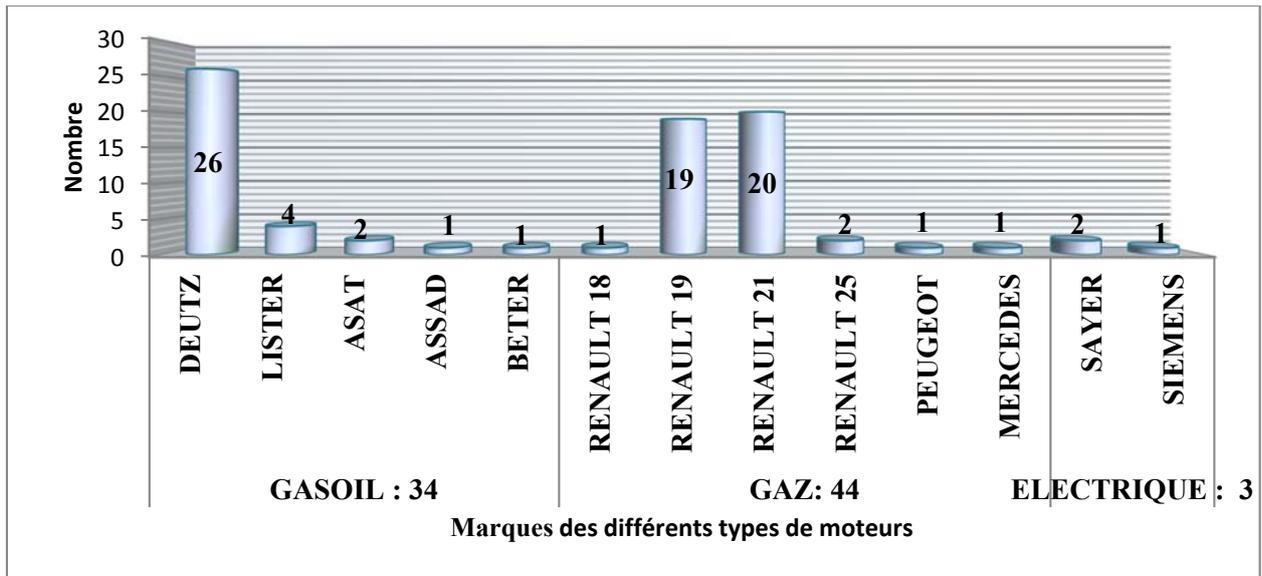


Figure 26 : Les marques des différents types de moteurs

Source : nos enquêtes

La figure 26 montre que la marque la plus utilisée est DEUTZ pour les moteurs à gasoil avec un nombre total de 26 moteurs. La marque RENAULT (moteur de voitures essence) est la plus employée pour les moteurs à butane avec un effectif de 42 moteurs.



Moteur à gasoil



Moteur à butane



Moteur électrique

Figure 27: Différents types des moteurs

- La consommation d'énergie

La consommation d'énergie dépend de l'état du moteur, de ses caractéristiques propres et des conditions de fonctionnement. En ce qui concerne l'énergie consommée par les moteurs électriques, les agriculteurs n'ont pas pu l'estimer. Cependant, la consommation des moteurs à gasoil a une moyenne de 2.4 l/h. tandis que celle des moteurs en butane est de l'ordre de 4.8 kg/h.

Le tableau suivant montre les charges de consommation d'énergie des moteurs en Dh/h :

Tableau 11: Les dépenses de consommation en énergie

Type d'énergie	Consommation en Dh/h		
	Max.	Moy.	Min.
Gasoil	33,33	23,36	16,67
Butane	20,5	15,15	10,25

Source : nos enquêtes

- Les pompes

A l'échelle des exploitations étudiées, on constate que la marque ALTA est la plus utilisée avec un pourcentage de 94%, suivi de la marque ALFA (5%) et NIMITSSASSE (1%).

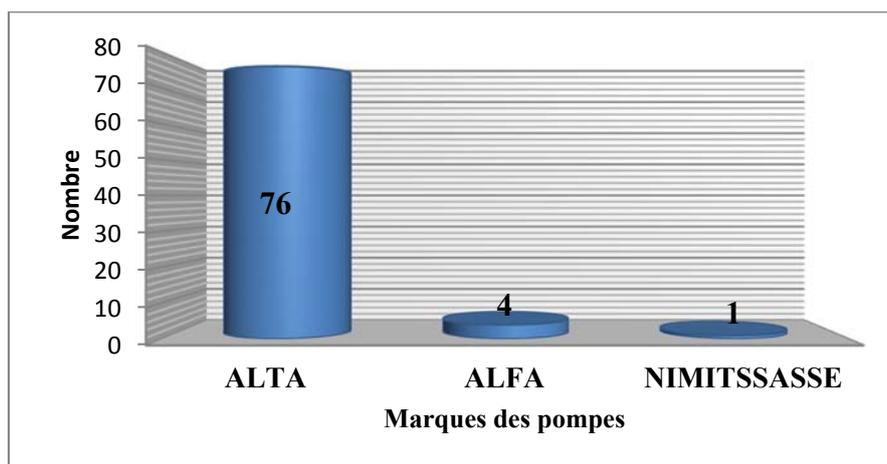


Figure 28: Principales marques des pompes identifiées

Source : nos enquêtes

Les diamètres des pompes disponibles dans notre échantillon varient de 3'' à 5.5''.

Les plus rencontrés sont les diamètres 3.5'' et 4.5'' avec des pourcentages successives de 43% et 42%.



Figure 29:Pompes utilisées

Conclusion

Le recours à l'utilisation des ressources en eau souterraines a permis aux agriculteurs de remédier aux effets néfastes des changements climatiques et de diversifier leurs systèmes de cultures.

Les forages sont les ouvrages de captage les plus dominants (58 %) dans les exploitations enquêtés avec une profondeur moyenne de 81m.

Généralement les moteurs à butane sont les plus courants (54 %), le pompage électrique reste rarement utilisé (4%). Les diamètres des pompes les plus utilisées sont les diamètres 3.5'' et 4.5''.

Chapitre 2 : Performances des exploitations dans l'utilisation des eaux souterraines

Pour déterminer les indicateurs de performances, nous avons opté pour le choix de 7 exploitations qui utilisent uniquement les ressources en eau souterraines pour l'irrigation.

1. Calcul des besoins en eau des cultures :

1.1. Calcul de l'ET0

Pour le calcul de l'ET0, nous avons utilisé la formule de Blaney-Criddle qui se base uniquement sur la température.

Les résultats de calcul sont reportés dans le tableau 12 :

Tableau 12: Tableau de calcul de l'ET0

Mois	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Janv.	Fév.	Mars	Avr.	Mai	Juin	Juil.	Août
Tmoy	24,46	20,51	14,54	11,20	9,98	11,78	15,28	17,25	21,37	26,25	28,53	28,40
p (%) alt:31,28	0,28	0,26	0,24	0,23	0,23	0,25	0,27	0,29	0,31	0,32	0,32	0,30
ET0 (mm/j)	5,40	3,99	2,45	1,79	1,60	2,05	2,91	3,60	5,01	6,79	7,62	7,10

Le mois de juillet est le mois de pointe avec une valeur d'ET0 qui atteint **7.62** mm/j.

1.2. Calcul des besoins bruts (Bb) :

Le tableau 13 montre que les besoins des mêmes cultures varient d'une exploitation à une autre en fonction de deux facteurs qui sont : la période d'installation de la culture et l'efficacité d'irrigation qui est liée essentiellement au mode d'irrigation pratiqué. En effet les besoins en eau d'une même culture irriguée par le système gravitaire sont élevés par rapport à celle irriguée par le système d'irrigation localisée (plus efficace).

Tableau 13: Le calcul des besoins bruts en eau des cultures

Exploitations	Cultures	Mode d'irrigation	Date de semis	Date de récolte	Besoin net (m3/ha)	Besoin brut (m3/ha)
E1	Luzerne	gravitaire			8012	16024
	Blé Tendre		octobre	juin	2626	5252
	Niora		mars	novembre	7645	15289
	Oignon		mars	juillet	4228	8457
	Maïs fourrager		avril	juillet	4611	9222
E2	Blé Dur	gravitaire	novembre	juin	2480	4960
	Blé Tendre		novembre	juin	2480	4960
	Luzerne				8012	16024
	Betterave sucrière		octobre	mai	2202	4404
	Sésame		avril	juillet	4280	8560
E3	Blé dur	gravitaire	novembre	juin	2480	4960
	Luzerne				8012	16024
	Niora		mars	novembre	7645	15289
E4	Luzerne	gravitaire			8012	16024
	Petit Pois		mars	juillet	3534	7069
	Courgette		mai	juillet	3158	6317
	Betterave sucrière		novembre	juillet	3404	6809
	Orge		octobre	avril	1478	2956
E5	Maïs fourrager	gravitaire	mars	juin	3636	7271
	Luzerne				8012	16024
	Oignon		mars	juillet	4228	8457
	Betterave sucrière		novembre	juillet	3404	6809
	Niora		avril	novembre	7404	14808
E6	Blé Dur	gravitaire	novembre	juin	2480	4960
	Betterave sucrière		octobre	juin	2734	5468
	Sésame		mai	août	5109	10219
E7	Blé dur	gravitaire	novembre	juin	2480	4960
	Luzerne				8012	16024
E8	Luzerne	localisée			8012	8902
	Courgettes		juin	août	3560	3956
E9	Luzerne	localisée			8012	8902
E10	Niora	localisée	avril	décembre	7135	7928
	Carottes		août	décembre	3228	3587

2. Volumes d'eau apportés :

En se basant sur les déclarations des agriculteurs concernant les durées de fonctionnement de leurs stations de pompages et les fréquences d'irrigation et sur les mesures des débits que nous avons effectués, nous avons pu estimer les volumes d'eau apportés.

Débits mesurés :

Nous avons réalisé ces mesures en se basant sur la méthode volumétrique à l'aide d'un réservoir de 100 l et d'un chronomètre.

Tableau 14: Mesures de débits :

Exploitation	Type d'ouvrage	Profondeur (m)	Niveau statique (m)	Energie	Puissance	Nombre de pouces	Niveau de la crépine (m)	Débit (l/s)
E1	Puits	32	20	gaz	R19	4,5	28	17,36
E2	Forage	86	18	gaz	R21	3,5	20,5	13,26
E3	Forage	75	16	gasoil	8 Cv	3	21	8,42
E4	Forage	74	20	gaz	R21	4,5	40,5	19,58
E5	Puits	30	16	gasoil	27 Cv	4,5	25,5	17,62
E6	Forage	90	18	gasoil	25 Cv	3,5	50	11,7
E7	Puits-forage	100	18	gasoil	24 Cv	4,5	35,5	16,4

Les débits pompés varient selon les caractéristiques du groupe motopompe (nombre de pouces de la pompe et puissance du moteur) et celles de l'ouvrage de captage des eaux (niveau piézométrique).

Volumes apportés :

La formule permettant de calculer le volume d'eau apporté par hectare est :

$$Va = N_{hi} * Q$$

Avec

- **N_{hi}** : Nombre d'heures totales d'irrigation ;
- **Q** : débit de l'installation en m³/h.

Les résultats de calcul sont donnés dans le tableau 18:

Tableau 15: Volumes d'eaux apportés pour chaque culture

Exploitation	Cultures	Mode d'irrigation	Débit (m3/h)	Durée de pompage/cycle (h/an/ha)	Volume apporté (m3/ha/an)
E1	Luzerne	gravitaire	62,5	432	26998
	Blé tendre		62,5	75	4687
	Niora		62,5	225	14062
	Oignon		62,5	160	9999
	Maïs fourrager		62,5	120	7500
E2	Blé dur	gravitaire	47,7	75	3580
	Blé tendre		47,7	75	3580
	Luzerne		47,7	375	17901
	Betterave		47,7	108	5155
	Sésame		47,7	105	5012
E3	Blé dur	gravitaire	30,3	264	8002
	luzerne		30,3	960	29100
	Niora		30,3	500	15156
E4	Luzerne	gravitaire	70,5	390	27490
	Petit pois		70,5	176	12406
	Courgettes		70,5	190	13393
	Betterave		70,5	198	13957
	Orge		70,5	40	2820
E5	Maïs fourrager	gravitaire	63,4	180	11418
	Luzerne		63,4	440	27910
	Oignon		63,4	240	15224
	Betterave		63,4	280	17761
	Niora		63,4	320	20298
E6	Blé dur	gravitaire	42,1	96	4044
	Betterave		42,1	288	12131
	Sésame		42,1	200	8424
E7	Blé dur	gravitaire	59,0	76	4487
	Luzerne		59,0	336	19837

Exploitation	cultures	mode d'irrigation	Durée d'irrigation (h)	nombre de goutteurs	Débit moyen du goutteur (l/h)	volume apporté (m3/ha/an)
E8	Luzerne	localisée	145	31250	2,1	9516
	Courgettes		66	62500	3.27	13489
E9	Luzerne	localisée	144	41667	1.2	7200
E10	Niora	localisée	148	41667	2.06	12703
	Carottes		85	41667	1.87	6623

De l'analyse de ce tableau il ressort que la différence des volumes apportés est liée d'une part au débit de l'installation, par exemple pour la betterave, les exploitations E5 et E6 ont presque la même durée de fonctionnement. Cependant, le débit de l'exploitation E5 est supérieur à celui de l'exploitation E6, ce qui explique cette différence de volume apporté. D'autre part la technique d'irrigation influence sur le volume apporté ; si on prend le cas de la luzerne, le volume apporté par l'irrigation gravitaire varie de 17901 à 29100 m³/ha. Par contre, ce volume varie de 7200 à 9516 m³/ha sous goutte à goutte.

En ce qui concerne la courgette, on remarque que le volume annuel apporté par les deux techniques d'irrigation est presque le même, cela s'explique par le fait qu'au niveau de la parcelle équipée en goutte à goutte, le débit moyen des goutteurs (3.27 l/h) est largement supérieur au débit nominal qui est de 2 l/h.

3. Taux de satisfaction des besoins en eau des cultures :

Il est obtenu en divisant le volume d'eau apporté par les besoins en eau des cultures. C'est un indicateur qui permet de déduire la contribution de l'irrigation dans la satisfaction des besoins en eaux des cultures théoriquement calculés.

Le tableau 16 présente les résultats de calcul

Tableau 16: Taux de satisfaction des besoins

Exploitation	Cultures	Mode d'irrigation	Volume apporté (m ³ /ha/an)	Besoin brut (m ³ /ha)	Taux de satisfaction
E1	Luzerne	gravitaire	26998	16024	168%
	Blé tendre		4687	5252	89%
	Niora		14062	15289	92%
	Oignon		9999	8457	118%
	Maïs fourrager		7500	9222	81%
E2	Blé dur	gravitaire	3580	4960	72%
	Blé tendre		3580	4960	72%
	Luzerne		17901	16024	112%
	Betterave		5155	4404	117%
	Sésame		5012	8560	59%
E3	Blé dur	gravitaire	8002	4960	161%
	luzerne		29100	16024	182%
	Niora		15156	15289	99%

E4	Luzerne	gravitaire	27490	16024	172%
	Petit pois		12406	7069	176%
	Courgettes		13393	6317	212%
	Betterave		13957	6809	205%
	Orge		2820	2956	95%
E5	Maïs fourrager	gravitaire	11418	7271	157%
	Luzerne		27910	16024	174%
	Oignon		15224	8457	180%
	Betterave		17761	6809	261%
	Niora		20298	14808	137%
E6	Blé dur	gravitaire	4044	4960	82%
	Betterave		12131	5468	222%
	Sésame		8424	10219	82%
7	Blé dur	gravitaire	4487	4960	90%
	Luzerne		19837	16024	124%
E8	Luzerne	localisée	9516	8902	107%
	Courgettes		13489	3956	341%
E9	Luzerne	localisée	7200	8902	81%
E10	Niora	localisée	12703	7928	160%
	Carottes		6623	3587	185%

D'après ce tableau, on remarque :

- Une sous-irrigation des cultures céréalières, une exploitation sur 6 exploitations qui est arrivé à satisfaire ses besoins en eau pour les céréales, cette sous-irrigation peut être justifiée par le faible intérêt que donnent ces agriculteurs à ces cultures, en se basant surtout aux eaux pluviales ;
- En ce qui concerne les cultures maraichères on note généralement une sur-irrigation, cela est dû à la valeur ajoutée que présentent ces cultures ;
- En comparant les apports et les besoins en eau des cultures fourragères, on constate une sur-irrigation de ce type de cultures, cela peut être justifié par le fait que ces cultures (surtout la luzerne) sont destinées à l'alimentation de leur cheptel, qui est une nécessité pour les agriculteurs de la région ;
- Une sur-irrigation de la betterave (la culture industrielle la plus pratiquée dans la zone). La raison derrière cette sur-irrigation est que le cycle de cette culture peut être prolongé pour une partie des agriculteurs à cause du tour d'arrachage organisé par COSUMAR.

4. Uniformité de distribution

Cette partie est consacrée au calcul de l'uniformité de distribution chez quelques agriculteurs qui ont déjà équipés leurs parcelles en système d'irrigation localisée.

Ces mesures n'ont concernées que 3 exploitations, vu que l'agrume est la culture pratiquée dans les exploitations équipées en goutte à goutte dans le secteur pilote.

Le calcul de l'uniformité d'arrosage est basé sur la mesure des débits écoulés par 16 gouteurs différents dans la parcelle, comme l'indique le schéma suivant :

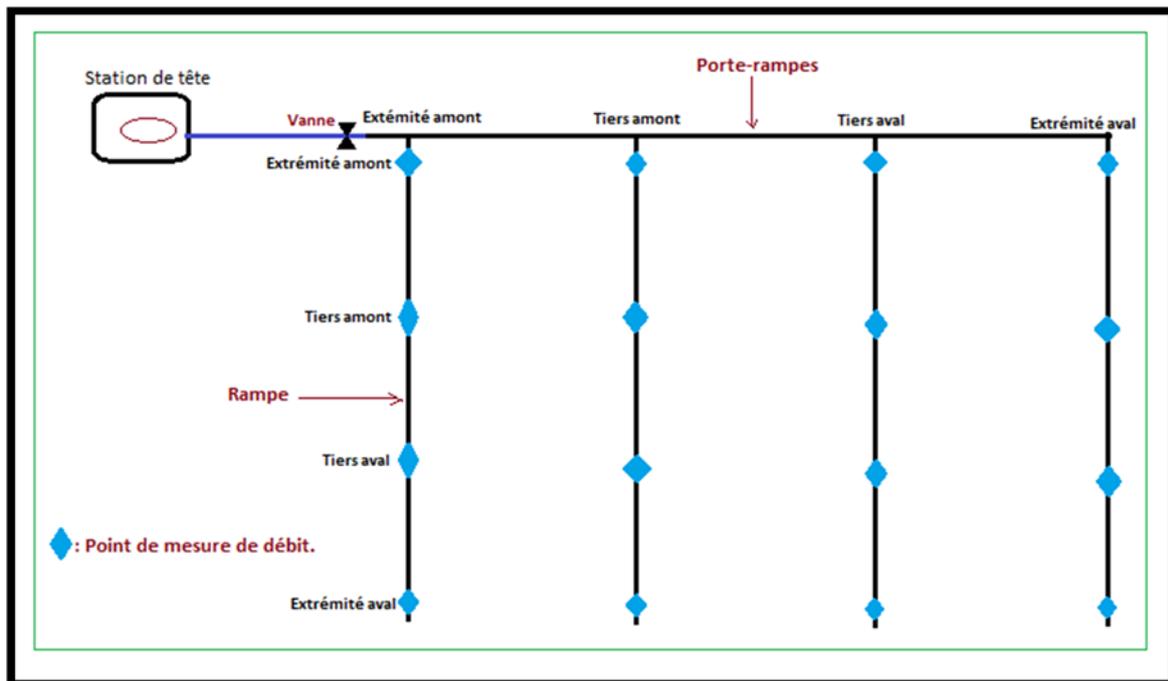


Figure 30: Points de mesures d'uniformité.

La formule utilisée est la suivante :

$$CU = (q_{min} / q_{moy}) \times 100$$

Les résultats sont présentés par parcelle dans les tableaux et les graphes suivants :

Exploitation E8 :

Elle est située dans la commune rurale de Beni AYAT qui appartient à la zone d'action du CDA 529.

Parcelle 1 : la culture pratiquée dans cette parcelle est la luzerne avec un débit nominal de 2l/h et un écartement entre rampes de 0.8 m et un écartement entre gouteurs de 0,4m.

La figure 31 présente les débits mesurés des 16 goutteurs sur les 4 rampes.

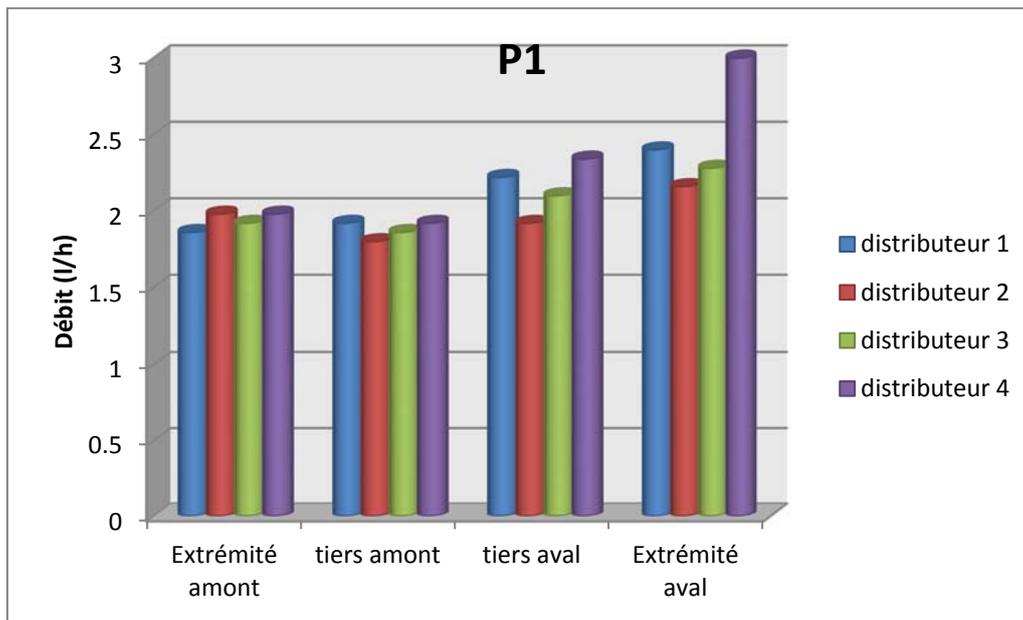


Figure 31: Débits mesurés des 16 goutteurs à la parcelle (Luzerne) de l'exploitation E8

Le débit des goutteurs varie de 1.8 l/h à 3 l/h avec un débit moyen de 2.10 qui est légèrement supérieur au débit nominal (2 l/h).

Le détail du calcul de l'uniformité est donné dans le tableau 17 :

Tableau 17: Calcul de l'uniformité à la parcelle luzerne de l'exploitation E8

Position des points de distribution sur la rampe	Position de la rampe sur le porte rampe							
	Extrémité amont		Tiers amont		Tiers aval		Extrémité aval	
	Volume recueilli (ml)	Débit (l/h)	Volume recueilli (ml)	Débit (l/h)	Volume recueilli (ml)	Débit (l/h)	Volume recueilli (ml)	Débit (l/h)
Extrémité amont	310	1,86	320	1,92	370	2,22	400	2,4
Tiers amont	330	1,98	300	1,8	320	1,92	360	2,16
Tiers aval	320	1,92	310	1,86	350	2,1	380	2,28
Extrémité aval	330	1,98	320	1,92	390	2,34	500	3
Temps (min)	10		10		10		10	
qmoy (l/h)	2,10							
qmin (l/h)	1,86							
CU	88,41							

Le coefficient d'uniformité est de **88.41 %** ce qui signifie que l'uniformité est satisfaisante.

Puisque la valeur de CU est incluse entre 70 et 90 ce qui signifie que le réseau doit être nettoyé.

Parcelle 2 : cultivée en courgettes avec des goutteurs de débit nominal de 2 l/h avec un espacement de 0.4 m et un écartement entre rampes de 0.8 m

Les valeurs des mesures de débits obtenus sont présentées dans la figure 32.

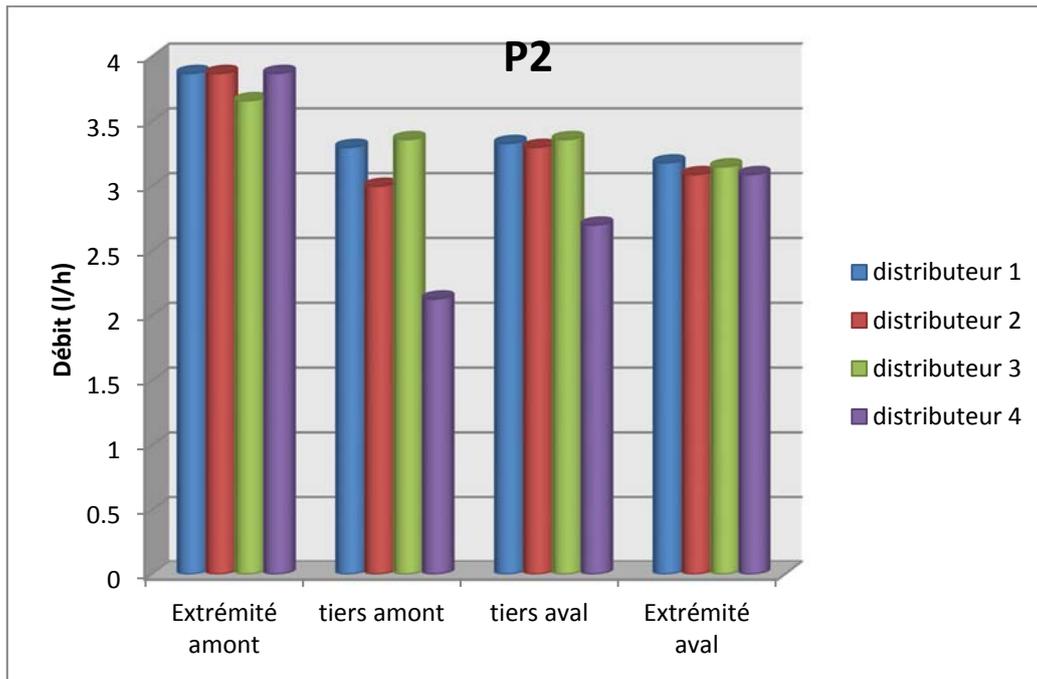


Figure 32: Débits mesurés des 16 goutteurs à la parcelle (Courgette) de l'exploitation E8

Le débit moyen calculé est de l'ordre de 3.27 l/h qui est supérieur au débit nominal. Ces valeurs élevées peuvent être expliquées par le fait que ces équipements sont installés depuis 6 ans ce qui a affecté les débits écoulés par les goutteurs. Mais, il faut intervenir pour éviter le gaspillage de l'eau d'irrigation.

Tableau 18: Calcul de l'uniformité à la parcelle courgette de l'exploitation E8

Position des points de distribution sur la rampe	Position de la rampe sur le porte rampe							
	Extrémité amont		Tiers amont		Tiers aval		Extrémité aval	
	Volume recueilli (ml)	Débit (l/h)	Volume recueilli (ml)	Débit (l/h)	Volume recueilli (ml)	Débit (l/h)	Volume recueilli (ml)	Débit (l/h)
Extrémité amont	645	3,87	550	3,3	555	3,33	530	3,18
Tiers amont	645	3,87	500	3	550	3,3	515	3,09
Tiers aval	610	3,66	560	3,36	560	3,36	525	3,15
Extrémité aval	645	3,87	355	2,13	450	2,7	515	3,09
Temps (min)	10		10		10		10	
qmoy (l/h)	3,27							
qmin (l/h)	2,73							
CU	83,58							

La valeur calculée de l'uniformité de distribution dans cette exploitation est :

CU= **83.58 %**.

Puisque les débits obtenus sont supérieurs au débit nominal, une intervention est nécessaire pour éviter le gaspillage de l'eau d'irrigation, malgré que la valeur de l'uniformité reste satisfaisante.

Exploitation E9 : elle est localisée dans la commune rurale d'Ouled Illoul, elle appartient à la zone d'action du CDA 536

Parcelle 3 : la culture pratiquée sous goutte à goutte dans cette parcelle est la luzerne avec des rampes écartées de 0.6 m et des gouteurs de débit nominal de 2 l/h et espacés de 0.4 m.

La figure 33 présente les débits mesurés dans cette parcelle.

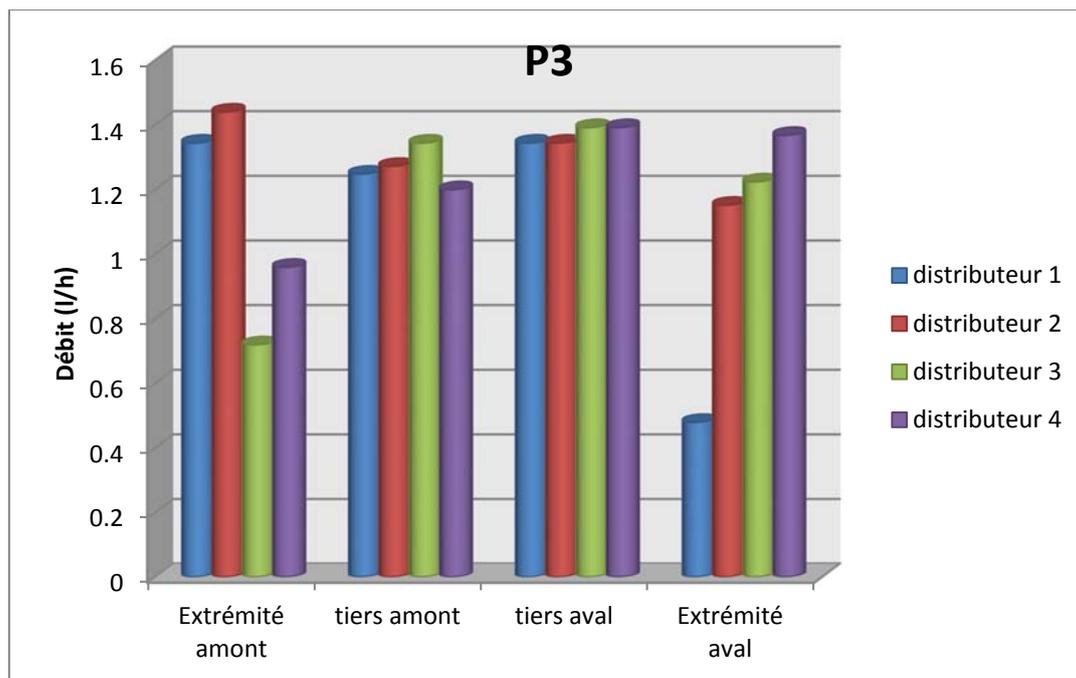


Figure 33: Débits mesurés des 16 goutteurs à la parcelle (Luzerne) de l'exploitation E9

Les débits mesurés varient de 0.48 l/h à 1.44 l/h avec une moyenne de 1.2 l/h qui est inférieur au débit nominal de l'installation qui de l'ordre de 2 l/h

Le **tableau 19** montre le détail du calcul de l'uniformité

Tableau 19: Calcul de l'uniformité à la parcelle luzerne de l'exploitation E9

position des points de distribution sur la rampe	position de la rampe sur le porte rampe							
	Extrémité amont		Tiers amont		Tiers aval		Extrémité aval	
	Volume recueilli (ml)	Débit (l/h)	Volume recueilli (ml)	Débit (l/h)	Volume recueilli (ml)	Débit (l/h)	Volume recueilli (ml)	Débit (l/h)
Extrémité amont	224	1,34	208	1,25	224	1,34	80	0,48
Tiers amont	240	1,44	212	1,27	224	1,34	192	1,15
Tiers aval	120	0,72	224	1,34	232	1,39	204	1,22
Extrémité aval	160	0,96	200	1,2	232	1,39	228	1,37
Temps (min)	10		10		10		10	
qmoy (l/h)	1,20							
qmin (l/h)	0,83							
CU	68,91							

D'après ce tableau il ressort que le coefficient d'uniformité est de : $CU= 68.91 \%$, ce qui signifie une mauvaise uniformité de distribution dans la parcelle.

La mauvaise uniformité peut être expliquée par le colmatage des goutteurs dû au manque d'entretien du réseau.

Exploitation E10 : elle est située dans la commune rurale SIDI HAMMADI, dans la zone d'action du CDA 526.

Parcelle 4 : cultivée en niora avec une installation de caractéristiques suivantes ; un espacement entre goutteurs de 0.4 m et écartement entre rampes de 0.6 m et un goutteur de débit nominal de 2 l/h.

La variation des débits des goutteurs est donnée dans la figure 34 :

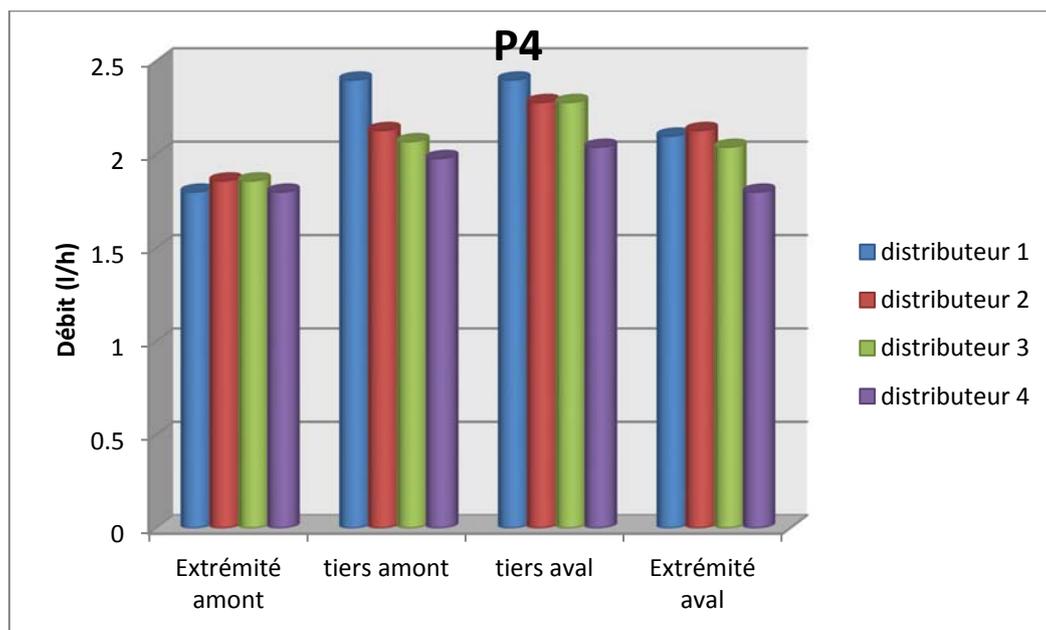


Figure 34: Débits mesurés des 16 goutteurs à la parcelle (Niora) de l'exploitation E10

Les valeurs obtenus sont très proches du débit nominal elles varient de 1.8 l/h à 2.4 l/h avec une moyenne de 2.06 l/h.

Tableau 20 : Calcul de l'uniformité à la parcelle niora de l'exploitation E10

position des points de distribution sur la rampe	position de la rampe sur le porte rampe							
	Extrémité amont		tiers amont		tiers aval		Extrémité aval	
	Volume recueilli (ml)	Débit (l/h)	Volume recueilli (ml)	Débit (l/h)	Volume recueilli (ml)	Débit (l/h)	Volume recueilli (ml)	Débit (l/h)
Extrémité amont	300	1,8	400	2,4	400	2,4	350	2,1
Tiers amont	310	1,86	355	2,13	380	2,28	355	2,13
Tiers aval	310	1,86	345	2,07	380	2,28	340	2,04
Extrémité aval	300	1,8	330	1,98	340	2,04	300	1,8
Temps (min)	10		10		10		10	
qmoy (l/h)	2,06							
qmin (l/h)	1,82							
CU	88,08							

La valeur calculée du coefficient d'uniformité (CU= 88.08 %) indique que l'uniformité de distribution de l'eau à la parcelle est satisfaisante. Cependant, le réseau doit être nettoyé.

Parcelle 5 : la culture pratiquée dans cette exploitation est la carotte avec une installation de débit nominal de l'ordre de 2 l/h et un écartement entre rampe de 0.6 m et un espacement entre goutteurs de 0.4 m.

La figure 35 présente les valeurs des débits mesurés :

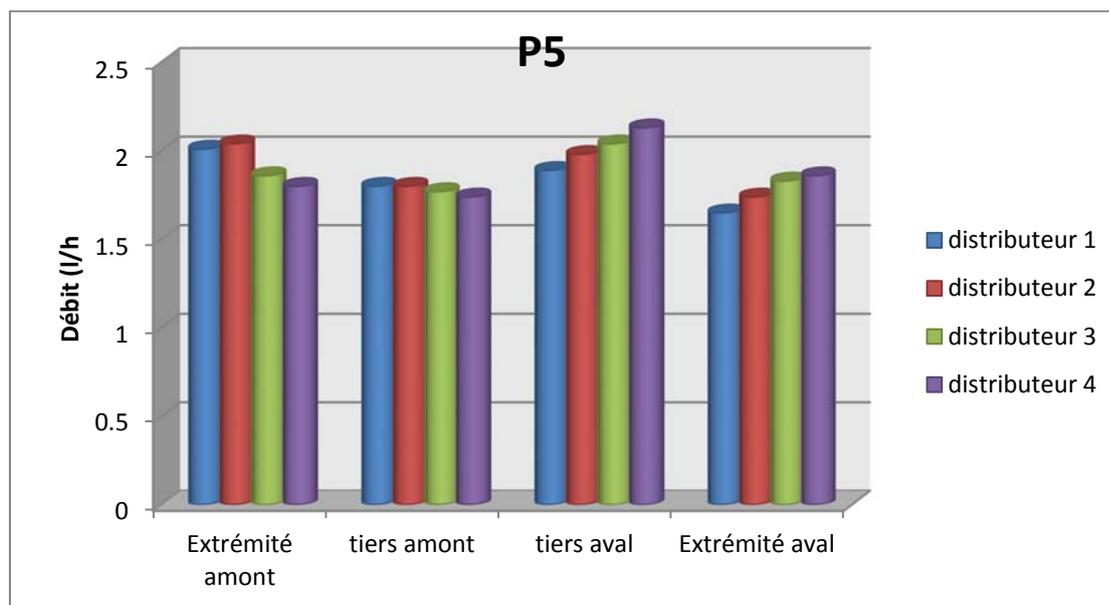


Figure 35: Débits mesurés des 16 goutteurs à la parcelle (Carotte) de l'exploitation E10

Le débit moyen obtenu est de 1.87 l/h avec un minimum de 1.65 l/h et un maximum de 2.13 l/h.

Le détail du calcul est présenté dans le tableau 21:

Tableau 21: Calcul de l'uniformité à la parcelle Carotte de l'exploitation E10

position des points de distribution sur la rampe	position de la rampe sur le porte rampe							
	Extrémité amont		tiers amont		tiers aval		Extrémité aval	
	Volume recueilli (ml)	Débit (l/h)	Volume recueilli (ml)	Débit (l/h)	Volume recueilli (ml)	Débit (l/h)	Volume recueilli (ml)	Débit (l/h)
Extrémité amont	335	2,01	300	1,8	315	1,89	275	1,65
Tiers amont	340	2,04	300	1,8	330	1,98	290	1,74
Tiers aval	310	1,86	295	1,77	340	2,04	305	1,83
Extrémité aval	300	1,8	290	1,74	355	2,13	310	1,86
Temps (min)	10		10		10		10	
qmoy (l/h)	1,87							
qmin (l/h)	1,73							
CU	92,18							

La valeur obtenue après le calcul de l'uniformité de distribution est de **CU =92.18 %**. Ce qui signifie une excellente uniformité.

En conclusion, aucun problème de bouchage ou de qualité technologique des goutteurs n'est à signaler. Donc l'intervention sur le réseau n'est pas nécessaire.

Chapitre 3 : Estimation des prélèvements des eaux souterraines au niveau du secteur pilote

1. Inventaire des points de prélèvement :

D'après les enquêtes effectuées auprès des agriculteurs, des aiguardiers et des représentants des blocs nous avons pu déterminer l'inventaire des points de prélèvement des eaux d'irrigation. Le nombre total des ouvrages de captage est de 737 ouvrages répartis entre ouvrages fonctionnels (388) et abandonnés (349).

Le tableau 22 présente l'inventaire des ouvrages (les puits, les forages et les puits-forages)

Tableau 22: Inventaire des points de prélèvement dans le secteur pilote

Ouvrages de captage	Forages	Puits	Puits-forage	Total
Fonctionnels	238	106	44	388
Abandonnés	53	270	26	349
Total	291	376	70	737

Source : Notre Inventaire

- Les ouvrages fonctionnels :

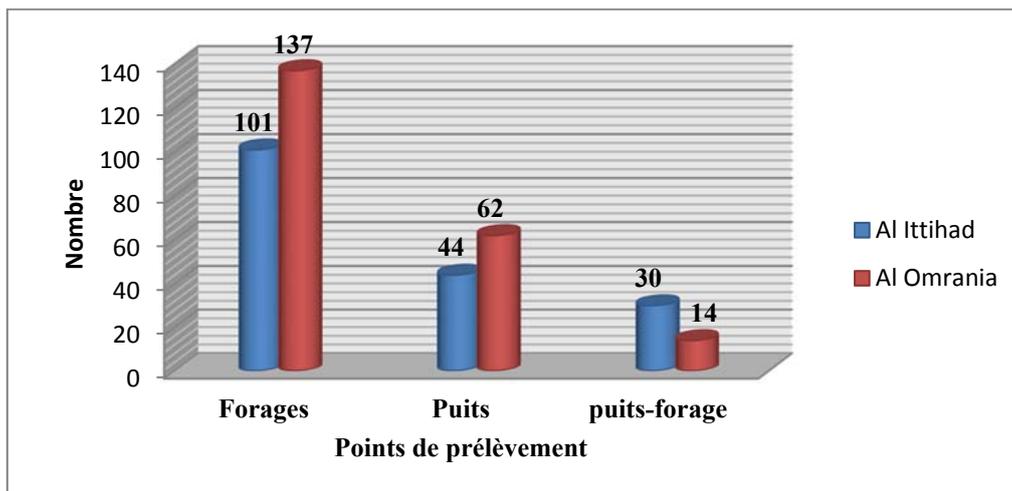


Figure 36: Répartition des ouvrages fonctionnels selon les AUEA

Source : Notre Inventaire

De l'analyse de ce graphe il ressort que les forages sont les ouvrages les plus dominants dans le secteur pilote avec un nombre qui atteint 238 ouvrages, suivi des puits (106) et enfin les puits approfondis par des forages (44).

Une représentation cartographique des ouvrages fonctionnels au niveau du secteur pilote est illustrée par la figure 37 :

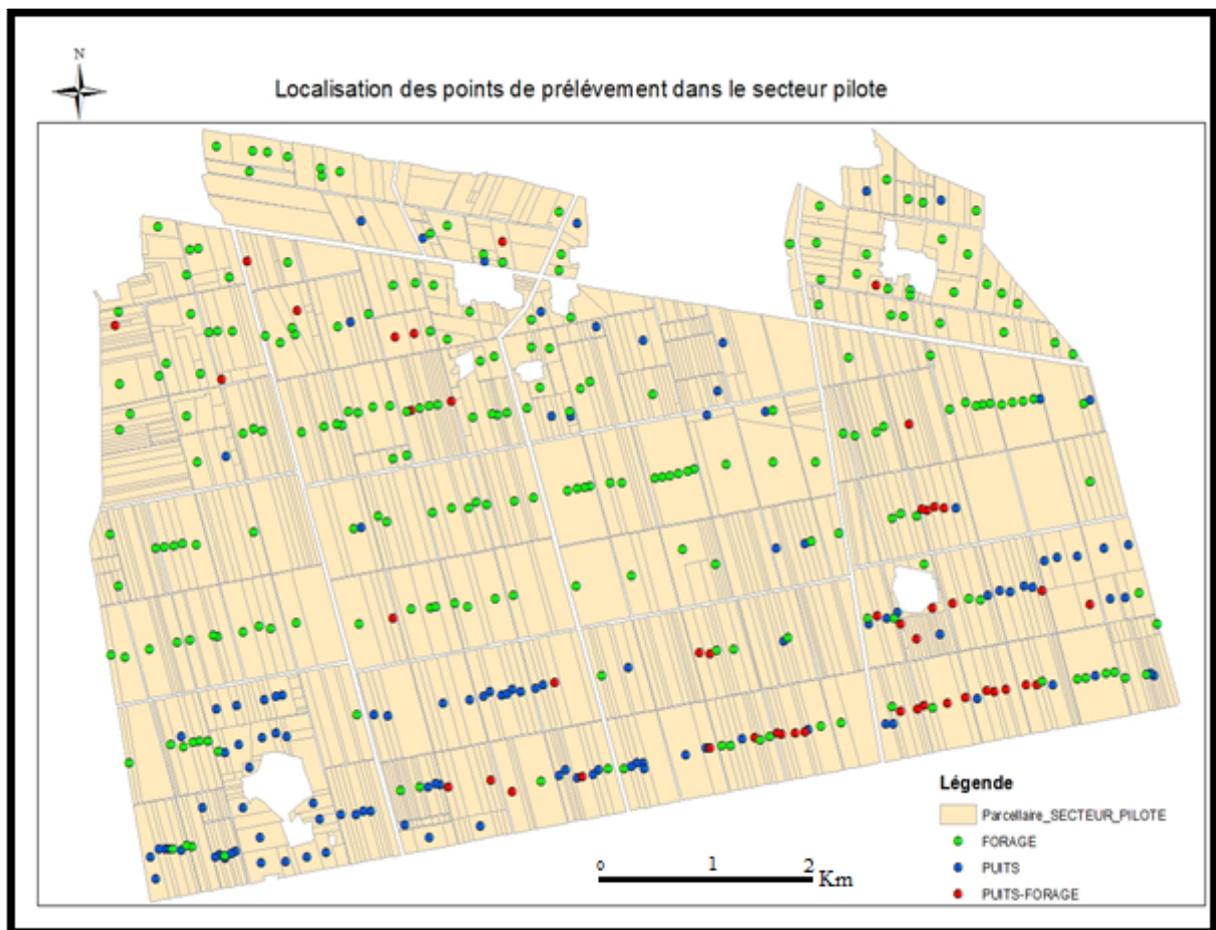


Figure 37: Points de prélèvement au niveau du secteur pilote

Source : Notre Inventaire

- **Les ouvrages abandonnés :**

La figure 38 montre que les puits représentent 77 % des ouvrages abandonnés (270 puits abandonnés) dans le secteur pilote, cela est dû essentiellement à la baisse du niveau piézométrique de la nappe.

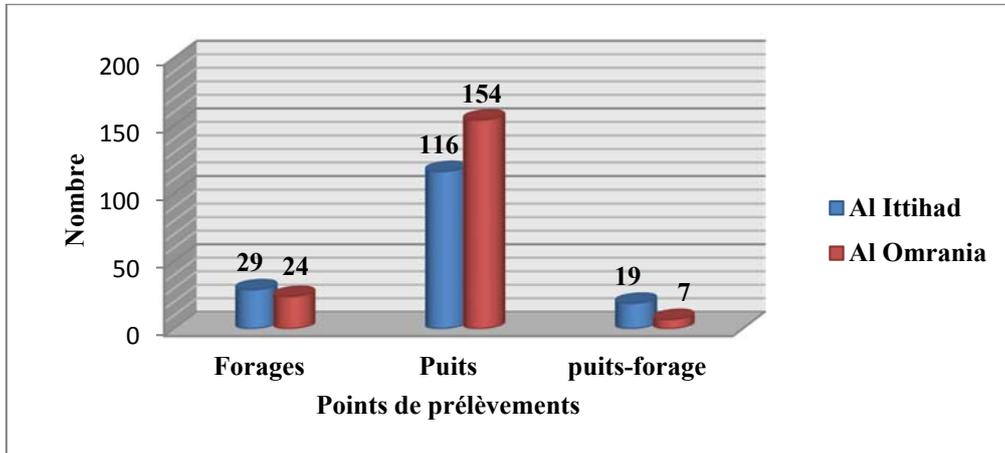


Figure 38: Ouvrages abandonnés dans le secteur pilote par AUEA :

Source : Notre Inventaire

2. Evolution des points de prélèvement au niveau du CDA 536

Dans cette partie, nous avons identifié l'évolution des points de captage des eaux au niveau du CDA 536. La figure 39 montre la situation de la zone de comparaison.

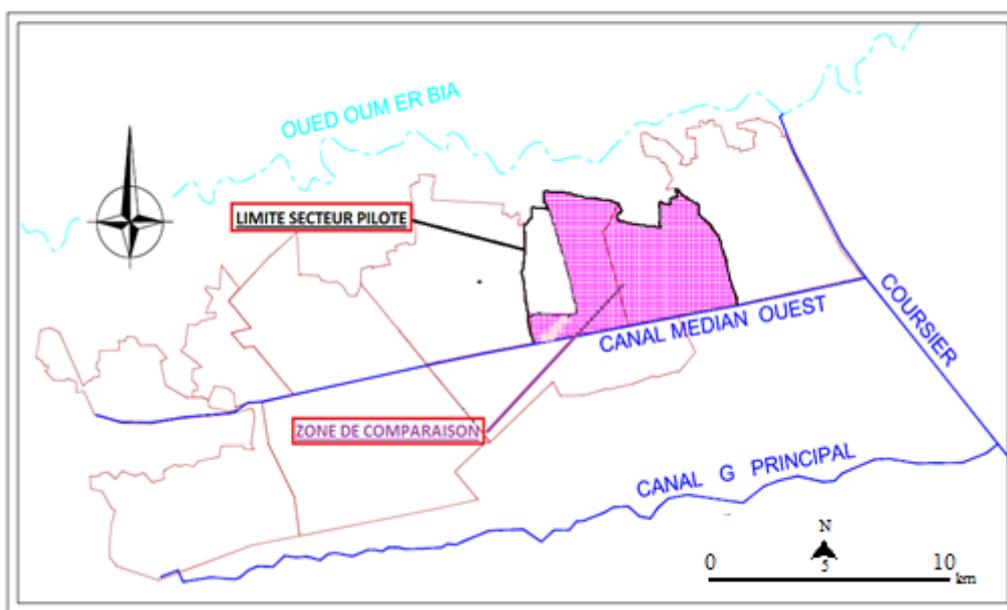


Figure 39: Situation de la zone de comparaison de la situation des ouvrages

Cette zone choisie n'est qu'une partie du secteur pilote, car ce dernier est constitué du CDA 536 en plus d'une partie du CDA 534. Nous ne disposons pas de données sur l'inventaire des points de prélèvements dans l'étude de 2006 pour la partie du CDA 534 appartenant au secteur pilote. C'est pour cette raison que nous avons fait la comparaison en se limitant à la zone d'action du CDA 536 (figure 39).

Le tableau 23 illustre la situation des ouvrages de captage en 2006 et en 2014 :

Tableau 23: Situation des points de prélèvements en 2006 et 2014

Ouvrages de captage	Situation en 2006		Situation en 2014	
	Fonctionnels	Abandonnés	Fonctionnels	Abandonnés
Puits	136	180	102	230
Forages	175	40	191	46
Puits Forages	39	20	43	26
Total	350	240	336	302

Source : nos enquêtes et enquête exploitations agricoles (Hammani et al. 2006)

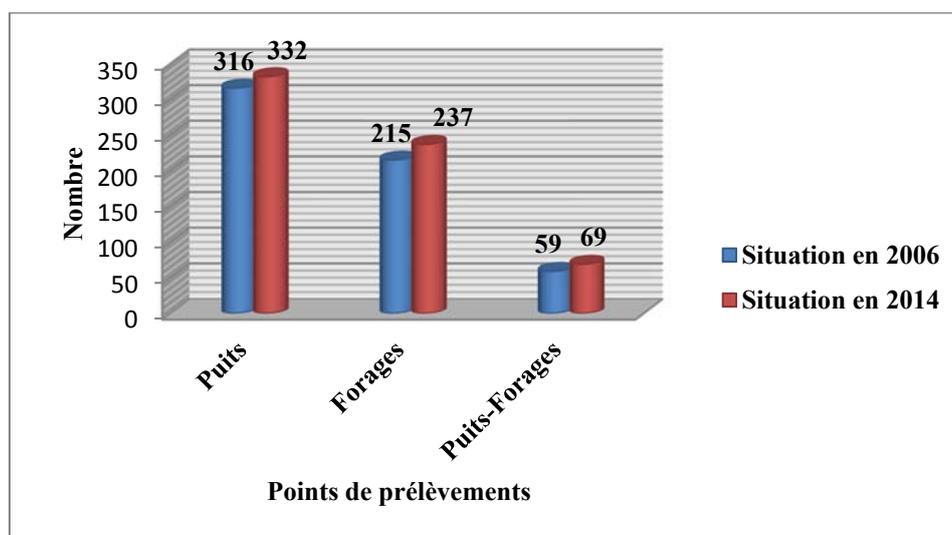


Figure 40: Evolution du nombre d'ouvrages de captage entre 2006 et 2014.

En analysant l'évolution des ouvrages de captage entre 2006 et 2014 dans notre zone de comparaison, il ressort que le nombre de ces ouvrages a connu une certaine augmentation dans ladite zone. On dénombre 590 points d'eau dans l'enquête réalisée en 2006 contre 638 ouvrages recensés en 2014.

Cette période est caractérisée par une légère diminution du nombre d'ouvrages fonctionnels (14). Aussi un nombre important d'ouvrages ont été abandonnés (62). Les exploitants justifient

ces abondons par la baisse du niveau piézométrique de la nappe ainsi que le faible débit de pompage.

3. Caractérisation des stations de pompage à l'échelle du secteur pilote

- Les types d'énergie utilisée au secteur pilote :

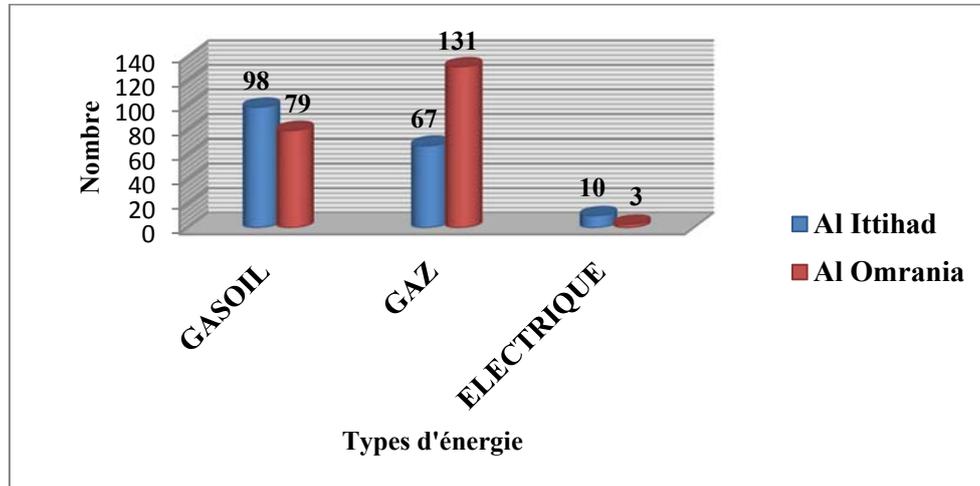


Figure 41: Types d'énergie au niveau du secteur pilote

Source : Notre Inventaire

De ce graphe il est clair que les moteurs électriques sont rarement utilisés au profit des moteurs à gasoil et à butane ; les agriculteurs justifient le recours au butane par leur faible prix par rapport au gasoil et l'utilisation de ce dernier par le fait que la fréquence d'avoir des pannes est faible en comparaison avec les moteurs à base de butane.

- Les diamètres des conduites de refoulement disponibles dans le secteur pilote :

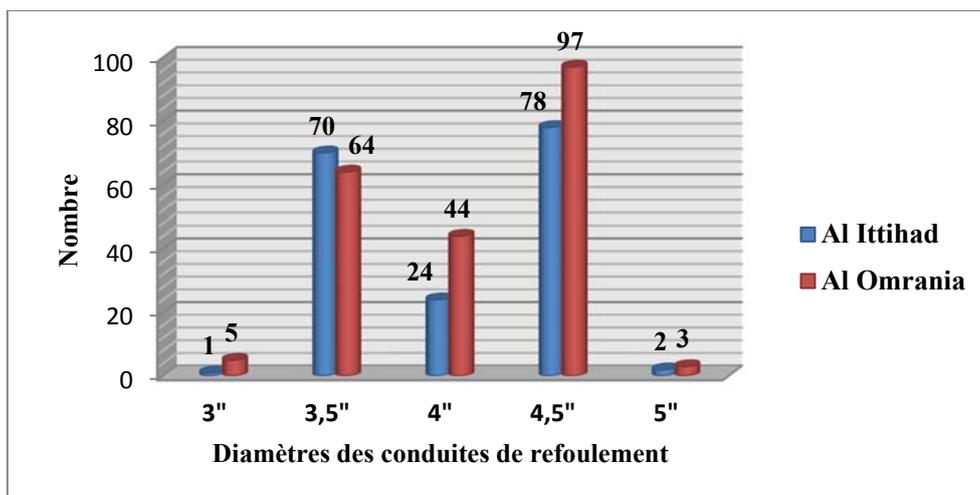


Figure 42: Diamètres des conduites de refoulement

Source : Notre Inventaire ; 2014

A l'issue de ce graphe, on remarque la dominance des pompes de puissance 4,5" et 3.5" avec des pourcentages successives de 45% et 35%.

4. Indicateurs d'accès à l'eau souterraine

1. Premier Indicateur :

Indice de puits, forages et puits forages sur 100 ha, est un indicateur qui permet d'avoir une idée sur le degré d'accès à l'eau souterraine.

La relation est la suivante :
$$\frac{\text{Nombre de Puits+Forages+ Puits forages}}{\text{Superficie en ha}} \times 100$$

Tableau 24:Indice d'accès à l'eau souterraine sur les deux AUEA

AUEA	Superficie (ha)	Nombre de P+F +PF fonctionnels	Indice
Al Ittihad	1984	175	8.8
Al Omrania	2061	213	10.3

On remarque que cet indicateur est plus important au niveau de l'association Al Omrania avec un degré de **10.3** ouvrages par 100 ha, contre **8.8** points de prélèvement marqué à Al Ittihad.

2. Deuxième Indicateur :

Cet indicateur renseigne sur le nombre des agriculteurs ayant accès à l'eau souterraine. Au sein de l'AUEA Al Ittihad, on remarque que 64 % des agriculteurs n'ont pas accès à l'eau souterraine, et plus de la moitié (58 %) au niveau de l'AUEA Al Omrania. Ces pourcentages importants peuvent s'expliquer par la dominance des parcelles de petites tailles qui n'encouragent pas l'investissement dans un ouvrage de pompage. En se limitant à l'utilisation des eaux de surface pour l'irrigation.

Tableau 25:Nombre des agriculteurs ayant accès à l'eau souterraine

AUEA	Accès à l'ES	Pas d'accès à l'ES
Al Ittihad	175	313
Al Omrania	213	298

A l'échelle du secteur pilote, on dénombre 388 agriculteurs ayant accès à l'eau souterraine, La superficie des terres dominée par ces points de prélèvements est de 1725 ha.

5. Les modes d'utilisation des ressources en eau souterraines :

La figure 43 montre que 83% des agriculteurs du secteur pilote utilisent l'eau souterraine combinée avec les eaux de surfaces et seulement 17% utilisent les eaux souterraines pour l'irrigation, cela peut être expliqué par la position de certaines exploitations en aval du réseau qui ne leur permet pas d'être desservis convenablement. Aussi, le choix des spéculations, notamment les cultures maraîchères. De même, les exploitants en situation d'endettement vis-à-vis de l'ORMVAT peuvent être parmi les raisons favorisant l'exploitant à opter pour l'utilisation de cette ressource.

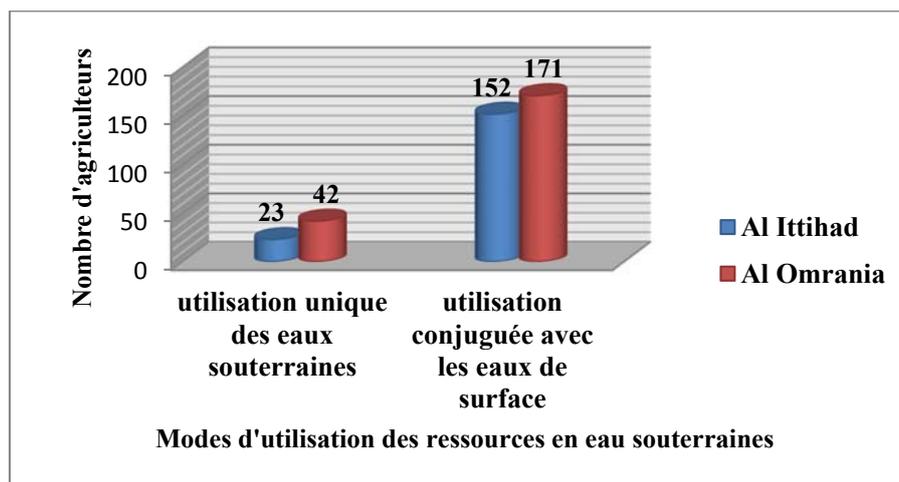


Figure 43: Modes d'utilisation des ressources en eau souterraines

Source : Notre Inventaire

6. Mesure des débits pompés :

Une campagne de mesure de débits sur un échantillon de 24 exploitations a été effectuée. Les résultats de ces mesures sont reportés au tableau 26.

Les débits pompés varient selon les caractéristiques du groupe motopompe (nombre de pouces de la pompe et puissance du moteur) et celles de l'ouvrage de captage des eaux (niveau de la crépine).

Tableau 26: Caractéristiques des stations de pompage et valeurs des débits mesurés

Exploitation	Type d'ouvrage	Profondeur (m)	Niveau statique(m)	Energie	Puissance du moteur	Nombre de pouces	Niveau de la crépine (m)	Débit (l/s)
E1	Puits	32	20	Butane	R19	4,5"	28	17,36
E2	Forage	86	18	Butane	R21	3,5"	20,5	13,26
E3	Forage	75	16	Gasoil	8 Cv	3"	21	8,42
E4	Forage	74	20	Butane	R21	4,5"	40,5	19,58
E5	Puits	30	16	Gasoil	27 Cv	4,5"	25,5	17,62
E6	Forage	90	18	Gasoil	25 Cv	3,5"	50	11,7
E7	Puits Forage	100	18	Gasoil	24 Cv	4,5"	35,5	16,4
E8	Forage	90	20	Gasoil	27 Cv	3,5"	69	8,1
E9	Puits Forage	60	18	Gasoil	24 Cv	4"	43	11,2
E10	Forage	70	16	Butane	R19	4,5"	21,5	14,5
E11	Puits	32	19	Butane	R21	4,5"	30,5	21,3
E12	Puits Forage	50	18	Butane	R21	4"	39	12,7
E13	Puits Forage	39	16	Butane	R21	3,5"	24	8,66
E14	Forage	75	24	Butane	R25	4,5"	35,5	16,02
E15	Forage	85	25	Butane	R19	3,5"	46,5	10,76
E16	Forage	64	20	Butane	R21	3,5"	31,5	14,12
E17	Forage	80	18	Butane	R21	4,5"	36,5	20,4
E18	Puits	26	18	Gasoil	25 Cv	3,5"	21	9,86
E19	Puits	30	20	Butane	R19	3,5"	23,5	13,8
E20	Forage	76	18	Butane	R21	3,5"	39	11,8
E21	Forage	75	22	Butane	R21	3,5"	44	7,6
E22	Forage	80	18	Butane	R21	4,5"	34	18,72
E23	Forage	83	16	Butane	R19	4,5"	26,5	17,47
E24	Forage	53	14	Electrique	25 Cv	3,5"	31,5	9,44

A partir de ce tableau on remarque que les débits pompés varient selon les caractéristiques du groupe motopompe (nombre de pouces de la pompe et puissance du moteur) et celles de l'ouvrage de captage des eaux (niveau de la crépine).

Les pompes de diamètre 3,5" ont un débit moyen d'environ **10.8** l/s et celles de diamètre 4" ont un débit de **12** l/s et **17.9** l/s pour les pompes de diamètre 4.5".

7. Les volumes apportés par culture et par mode d'apport

Selon les déclarations des agriculteurs concernant la fréquence et la durée d'irrigation pour chaque culture, le mode d'apport (utilisation conjuguée de l'eau de surface et l'eau souterraine ou utilisation unique de l'eau souterraine) et selon le diamètre des pompes installées on a pu établir le tableau suivant :

Tableau 27: Fréquence, durée et volume pompé de chaque culture selon le mode d'apport.

Culture	Fréquence moyenne d'irrigation	Nombre de pouces de la pompe	Débit moyen (m3/h)	Utilisation conjuguée de l'eau de surface avec l'eau souterraine		Utilisation unique de l'eau souterraine	
				Durée moyenne d'irrigation	Volume pompé (m3/ha)	Durée moyenne d'irrigation	Volume pompé (m3/ha)
Blé	5	3,5"	38,88	13,88	2698	19,81	3851
		4"	43,2		2998		4279
		4,5"	64,44		4472		6383
Betterave	13	3,5"	38,88	13,42	6783	20	10109
		4"	43,2		7537		11232
		4,5"	64,44		11242		16754
Luzerne	26	3,5"	38,88	12,97	13111	19,72	19935
		4"	43,2		14568		22150
		4,5"	64,44		21730		33040
Niora	20	3,5"	38,88	12,27	9541	17,28	13437
		4"	43,2		10601		14930
		4,5"	64,44		15814		22270
Oignon	15	3,5"	38,88	13,12	7652	17,2	10031
		4"	43,2		8502		11146
		4,5"	64,44		12682		16626
Fève	5	3,5"	38,88	12,25	2381	18	3499
		4"	43,2		2646		3888
		4,5"	64,44		3947		5800
Mais ensilage	8	3,5"	38,88	14	4355	20	6221
		4"	43,2		4838		6912
		4,5"	64,44		7217		10310
Menthe	18	3,5"	38,88	10,66	7460	16	11197
		4"	43,2		8289		12442
		4,5"	64,44		12365		18559
Orge	4	3,5"	38,88	12	1866	16	2488
		4"	43,2		2074		2765
		4,5"	64,44		3093		4124

Sésame	9	3,5"	38,88	10	3499	13,5	4724
		4"	43,2		3888		5249
		4,5"	64,44		5800		7829
Bersim	7	3,5"	38,88	19,5	5307	24	6532
		4"	43,2		5897		7258
		4,5"	64,44		8796		10826
Olivier	18	3,5"	38,88	10	6998	14	9798
		4"	43,2		7776		10886
		4,5"	64,44		11599		16239
Tomates	19	3,5"	38,88	11	1108	18	13297
		4"	43,2		1231		14774
		4,5"	64,44		1837		22038
Courgette	10	3,5"	38,88	10	3888	19	7387
		4"	43,2		4320		8208
		4,5"	64,44		6444		12244
Haricot vert	8	3,5"	38,88	10	3110	22	6843
		4"	43,2		3456		7603
		4,5"	64,44		5155		11341

De l'analyse de ce tableau, on remarque que la luzerne est la culture la plus consommatrice en eau suivie des cultures maraichères. Les céréales restent les cultures qui consomment moins d'eau d'irrigation. Les volumes pompés diffèrent selon le mode d'apport. Les agriculteurs qui utilisent seulement l'eau souterraine pompent des volumes élevés par rapport à ceux qui utilisent l'eau souterraine en combinaison avec les eaux de surface.

8. Estimation des prélèvements actuels au niveau du secteur pilote :

Pour pouvoir estimer les volumes prélevés par pompage à l'échelle du secteur pilote, nous avons effectué les étapes suivantes :

✓ Recensement des points de prélèvement :

Nous avons réalisé l'inventaire des points de prélèvement au niveau du secteur pilote (4045 ha) à l'aide de nos enquêtes auprès les agriculteurs de la zone et avec les aiguadiers, aussi on a pu compléter cet inventaire en vérifiant les données avec tous les représentants des blocs d'irrigation. Nous avons compté 388 ouvrages fonctionnels et 349 ouvrages non fonctionnels.

Les enquêtes nous ont permis aussi de caractériser toutes les stations de pompage de la zone, en déterminant pour chacune : le type d'énergie utilisée, le diamètre de la pompe et le niveau de la crépine.

✓ **Distinguer les exploitations selon les modes d'utilisation des ressources en eau souterraines :**

Cet indicateur est important à inclure car nos enquêtes ont montré que les agriculteurs qui procèdent pour une utilisation conjuguée de l'eau souterraine avec l'eau de surface ; prélèvent moins d'eau que ceux qui utilisent uniquement les eaux souterraines pour l'irrigation. La différence se voit selon la déclaration des exploitants au niveau de la durée moyenne de pompage, qui est plus grande chez les agriculteurs dont l'utilisation est unique de l'eau de la nappe.

✓ **Détermination des volumes apportés par culture et par mode d'apport :**

Nos enquêtes ont porté aussi sur le calendrier d'irrigation, nous avons déterminé pour chaque culture la fréquence moyenne d'irrigation, ainsi que la durée moyenne qui diffère selon le mode d'apports (utilisation conjuguée ou unique de l'eau souterraine).

✓ **Mesure des débits pompés :**

Par la suite, on a réalisé des séances de mesure de débits, afin de faire sortir une règle qui nous permettra de généraliser des valeurs de débits correspondants à chaque station de pompage (sachant que nous avons déjà collecté les caractéristiques de chaque station). Ces mesures ont concernés 24 échantillons.

D'après les mesures de débits réalisés et parallèlement aux caractéristiques des dispositifs de pompage, on a constaté que le paramètre induisant des variations remarquables sur les débits pompés est le nombre de pouces de la pompe.

C'est pour cette raison qu'on a affecté un débit moyen pour chaque nombre de pouces. (Les diamètres les plus rencontrés sont : 3.5'', 4'' et 4.5'').

Les pompes de diamètre 3,5" ont un débit moyen d'environ 10.8 l/s et celles de diamètre 4" ont un débit de 12 l/s .et 17.9 l/s pour les pompes de diamètre 4.5".

Donc pour chaque culture, sachant sa fréquence d'irrigation, sa durée moyenne d'irrigation selon le mode d'apport, le nombre de pouce de la pompe de l'exploitation concernée, on peut déterminer le volume pompé.

La formule utilisée est la suivante :

$$V(m3) = Q \times F \times D$$

Avec :

- Q : débit moyen de la pompe en m³/h (en fonction du nombre de pouces).
- F : fréquence moyenne d'irrigation.
- D : durée moyenne d'irrigation en heures (en fonction du mode d'apport)

✓ **Détermination de l'assolement au niveau du secteur pilote :**

La superficie dominée par les points de prélèvement recensés (puits, forages et puits-forages) est de 1725 ha. Pour déterminer l'occupation actuelle du sol nous sommes basés sur la spéculation pratiquée dans la zone de reconversion (céréales, betteraves, luzerne, oliviers, maraîchage et agrumes) et nous avons pris un pourcentage de 84%, soit 1449 ha (choisi sur la base des données d'occupation du sol de l'ORMVAT, Tableau 2).

Tableau 28: Assolement dominé par les points de prélèvement au niveau du secteur pilote

Culture	%	Superficie (ha)
Céréales	32	552
Luzerne	18	310
Betterave	16	276
Agrumes	8	138
Olivier	6	104
Maraîchage	4	69
Total	84	1449

Le prélèvement annuel d'eau estimé au niveau du secteur pilote, est la somme des volumes pompés par chaque exploitation.

Résultats de calcul

Tableau 29: Volumes des prélèvements des eaux estimées à l'échelle du secteur pilote

AUEA	Nombre d'ouvrages	volume prélevé (m ³)
Al Ittihad	175	7643251,26
Al Omrania	213	7263826.38
Total	388	14907077.64

Le volume brut prélevé à partir des eaux souterraines par pompage au niveau du secteur pilote (4045 ha) est estimé à 14.9 Mm³/an.

En considérant le prélèvement net à partir de la nappe et non le prélèvement brut, une fraction retourne vers la nappe. Cette fraction d'eau fait partie des pertes liés à l'efficacité globale et dépend de la perméabilité du sol.

Un retour des eaux d'irrigation de 30 % (Hammani et Bounja ,1991) est considéré soit un volume de 4.47 Mm³/an.

Le volume net prélevé est :

$$\text{Prélèvement brut - retours à la nappe} = 14.9 - 4.47 = 10.43$$

Donc le volume net prélevé est estimé à **10.43** Mm³/an.

9. Impact prévisible sur les prélèvements à partir de la nappe

En interrogeant les agriculteurs sur la question de leur intention de continuer à utiliser les ressources en eau souterraines, la majorité d'entre eux lient cette utilisation à certaines conditions parmi lesquelles ; la non disponibilité de l'eau de surface, et l'augmentation du prix du m³ d'eau d'irrigation après reconversion.

Sur la base de ces conditions on a pu proposer deux scénarios possibles

- Scénario 1 : conditions normales de fonctionnement du réseau d'irrigation sous pression (eau disponible en quantité suffisante) et le prix du m³ d'eau est acceptable.
Dans ce cas les prélèvements à partir de la nappe seront négligeables ;

- Scénario 2 : anomalies permanentes dans le réseau et prix élevé du m³ d'eau en comparaison avec le prix de pompage.

Dans ce cas les agriculteurs vont faire recours aux ressources en eau souterraines.

Pour estimer le volume annuel prélevé à partir de la nappe après reconversion à l'irrigation localisée, on considère que les prélèvements estimés sous irrigation gravitaire seront réduites de 36% (valeur obtenue sur la base de la comparaison entre les volumes moyens apportés sous les deux modes d'irrigation gravitaire et localisée).

Par la suite, le volume brut prélevé sous Goutte à Goutte est de 9.54 Mm³/an.

En irrigation localisée une fraction de cette eau constitue le retour d'irrigation, qui désigne la quantité d'eau qui retourne vers la nappe par percolation profonde, est négligeable.

En conclusion le volume net annuel prélevé est égale au volume brut qui est de 9.54 Mm³.

La différence entre les volumes prélevés à partir de la nappe avant et après la reconversion est de l'ordre de 0.89 Mm³. Donc l'introduction de l'irrigation localisée, contrairement à ce que l'on pourrait penser, peut maintenir le degré de l'exploitation de la nappe.

Conclusion :

Certes, avec la reconversion du système gravitaire à l'irrigation localisée de grandes quantités d'eau d'irrigation seront économisées. Mais le goutte à goutte s'accompagne par une réduction des infiltrations et par la suite une diminution de la recharge de la nappe.

Avec cette diminution de la recharge par les retours d'irrigation, et si le pompage d'eau dans la nappe continuera encore, sachant que ce nouveau système permettra l'intensification et la diversification des cultures, cela pourrait maintenir le niveau actuel de prélèvement dans la nappe.

Cet impact tire la sonnette d'alarme sur la question de la non durabilité de l'usage des eaux souterraines pour l'irrigation. L'atténuation de cet effet nécessite une utilisation restreinte des ressources en eaux souterraines.

CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Au terme de ce travail et sur la base de tout ce qui a été réalisé comme enquêtes, mesures et calcul de paramètres techniques, on peut aboutir aux conclusions suivantes :

- Le nombre d'agriculteurs ayant une bonne connaissance sur les techniques économes en eau est très limité ;
- La modernisation de l'irrigation heurte à de sérieuses contraintes. La plus importante sans doute est le conflit entre les cohéritiers. Car tout investissement sur l'équipement commun nécessite un accord entre les ayants droit ;
- La majorité des agriculteurs (96 %) trouvent que l'irrigation localisée est avantageuse ; à condition que l'eau sera suffisante et que le prix du m³ sera acceptable ;
- Une grande partie des agriculteurs enquêtés (75%) n'ont pas l'intention de changer leurs systèmes de cultures habituels (céréales, luzerne, betterave) ;
- 24% des agriculteurs enquêtés affirment qu'ils n'ont pas les moyens pour renouveler les équipements de leurs parcelles ;
- Les membres de bureaux des AUEA jugent que la reconversion collective est le choix adéquat parce que cette approche permet aux petits agriculteurs de bénéficier à 100 % de la subvention, et d'accélérer le processus de reconversion à l'irrigation localisée ;
- Selon les spéculations pratiquées, les volumes apportés par campagne agricole différent en fonction de la technique d'irrigation, le volume moyen apporté sous gravitaire est de 14094 m³/ha contre un volume moyen de 9010 m³ sous goutte à goutte ;
- Le taux de satisfaction des besoins en eau des cultures varie de 59 % à 261 % avec une moyenne de 135 %. A l'exception des céréales ; cultures généralement sous-irriguées (cette sous-irrigation peut être justifiée par le faible intérêt que donnent ces agriculteurs à ces cultures en irrigué, en se basant surtout aux eaux pluviales), les autres cultures sont sur-irriguées ;
- L'uniformité d'arrosage pour les exploitations équipées en goutte à goutte varie de 69% à 92% avec une moyenne de 84% ;
- A l'échelle du secteur pilote le nombre total des ouvrages de captage est de 737 ouvrages répartis entre ouvrages fonctionnels (388) et abandonnés (349).les forages

sont les ouvrages les plus dominants avec un nombre qui atteint 238 ouvrages, suivi des puits (106) et enfin les puits approfondis par des forages (44) ;

- 61 % des agriculteurs n'ont pas accès à l'eau souterraine pour l'irrigation des terres au niveau de la zone d'étude (4045 ha) ;
- 83% des agriculteurs du secteur pilote utilisent l'eau souterraine combinée avec les eaux de surfaces et seulement 17% utilisent les eaux souterraines pour l'irrigation ;
- le volume annuel prélevé à partir de la nappe pour l'irrigation gravitaire au niveau du secteur pilote (4045 ha) est de 10.43 Mm³ ;
- Les prélèvements prévisibles à partir de la nappe après la reconversion en cas d'anomalies permanentes dans le réseau et d'augmentation du prix du m³ d'eau sont estimés à 9.54 Mm³.

A la lumière de cette étude on propose les recommandations suivantes :

- Former techniquement les agriculteurs sur la technique d'irrigation localisée et les accompagner pour l'adaptation des cultures pratiquées sous ce nouveau système, notamment la luzerne ;
- Inciter les agriculteurs à introduire des cultures à forte valeur ajoutée et valorisantes du m³ d'eau ;
- Encourager les agriculteurs à faire le morcellement des parcelles assujetties aux conflits, vu la dominance des copropriétés qui freinent la mise en place de ce projet ;
- Alléger et assouplir les procédures administratives de constitution des dossiers de subventions afin d'accélérer le processus d'équipement interne collectif ;
- Impliquer les agriculteurs lors de l'étude des projets pour tenir compte de leurs propositions qui permettront la conception d'un projet adaptés à leurs attentes ;
- Un contrôle de près des sociétés responsables d'installation de matériel d'irrigation pour assurer le respect du CPS et la bonne conduite de ce projet ;
- Penser à organiser les agriculteurs dans le cadre des projets d'agrégations pour commercialiser facilement leurs produits ;
- Accorder une attention particulière aux prélèvements par pompage à travers des dispositifs réglementaires de suivi et de contrôle pour maîtriser l'évolution de ces prélèvements ;
- Sensibiliser les agriculteurs de l'importance des cultures moins consommatrices en eaux et à grande valeur ajoutée.

Ce travail mérite d'être complété par des études sur :

- L'évaluation des performances des exploitations après la reconversion à l'irrigation localisée ;
- La détermination de l'impact du goutte à goutte sur l'évolution du niveau piézométrique de la nappe

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES :

Appui au Programme National d'Économie d'Eau d'Irrigation, 2009. Plan de Gestion Environnemental et Social (MAPM-FAO).

BELABBES K., 2012. *Besoins en eau des cultures: Cours de 2ème année cycle ingénieur en Génie Rural, IAV Hassan II, Rabat.*

ED-DARHMOUMI. M, 2008. *Caractérisation du pompage privé et valorisation des ressources en eaux souterraines dans le périmètre irrigué du Gharb. Mémoire de troisième cycle option génie rural-IAV Hassan II-Rabat.*

FILALI. Z, 2008. *Evaluation ex-post des projets individuels et collectifs de reconversion en irrigation localisée Cas de Tadla et de Souss Massa. Mémoire de troisième cycle option génie rurale-IAV Hassan II-Rabat.*

FRIHI.C, 2011. *Evaluation des expériences de reconversion collective et élaboration d'une démarche participative pour la conception d'un projet de reconversion appliquée au périmètre d'Ain Talouat dans la région de l'Oriental. Mémoire de troisième cycle option génie rural-IAV Hassan II-Rabat.*

HAMMANI A. ET KUPER M., 2007. *Caractérisation des pompages des eaux souterraines dans le Tadla, Maroc*

HAMMANI A, KUPER M, DEBBARH A, BOUARFA S, BADRAOUI M ET BELLOUTI A, 2004. *Evolution de l'exploitation des eaux souterraines dans le périmètre irrigué du Tadla.*

MOUSATNI.Z, 2011. *Contribution au diagnostic de la gestion et les freins de modernisation de l'irrigation au secteur pilote du périmètre irrigué de Tadla. Mémoire de troisième cycle option génie rural-IAV Hassan II-Rabat.*

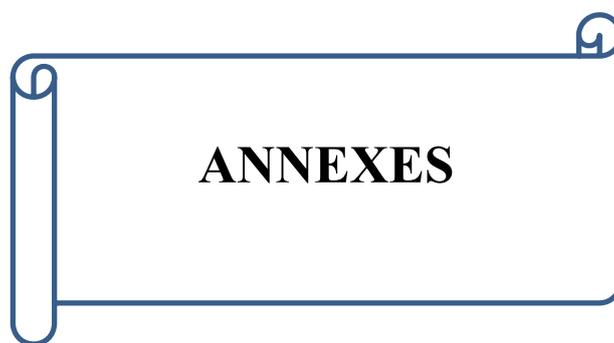
NOVEC, 2009. *Etude de faisabilité de la reconversion collective à l'irrigation localisée dans les Béni Moussa. Phase II : Etude de faisabilité des secteurs sélectionnés. Etape 1 : Avant-projet sommaire du secteur pilote.*

YECHI.H, 2008. *Evaluation des performances de l'utilisation des eaux souterraines par les exploitations agricoles de la zone côtière du gharb. Mémoire de troisième cycle option génie rural-IAV Hassan II-Rabat.*

RÉFÉRENCES WEBOGRAPHIQUES

ORMVAT : www.ormva-tadla.ma

MAPM : www.agriculture.gov.ma

A decorative scroll-like frame with a blue outline. The frame has a vertical bar on the left side and a small circular detail at the top right corner. The word "ANNEXES" is centered within the frame in a bold, black, serif font.

ANNEXES

Annexe 1 : Enquête auprès des agriculteurs

I- Identification

Nom de l'exploitant	N° de parcelle	Code client	AUEA	Bloc	Douar	Téléphone

1) la SAU à équiper en goutte à goutte :
.....

2) Propriété en indivision (frères/sœurs)? OUI/NON

Nombre d'héritiers :

Nombre de sous-parcelles :

3) Exploitation en commun ? OUI/NON
.....

4) Quel statut foncier (Melk, réforme agraire, collectif...) ?

5) Quel mode de faire valoir (direct/indirect) ?

- Si indirect : type de contrat ? (métayage, location)

- Si contrat de location : Durée de location > 5 ans ou non ?

6) quels sont les services que l'AUEA vous garantit ?

II- Situation Actuelle

7) les cultures pratiquées :

culture	Superficie (ha)	Rendement moyen sur 3 ans (q/ha)	Origine de l'eau d'irrigation (réseau/nappe)

8) A quel niveau les besoins en eau sont satisfaits ?

.....

9) Montant de la facture de l'eau d'irrigation/ Campagne :

➤ Réseau ORMVAT :

➤ Pompage de la nappe:

III – Attentes vis-à-vis le projet de reconversion :

10) Quels sont les problèmes actuels de l'irrigation gravitaire ?

.....

11) l'irrigation localisée est-elle la solution à ces problèmes ?

.....

12) Quel est le niveau de connaissances techniques vis-à-vis le système d'irrigation localisée ?

.....

13) Etiez-vous suffisamment impliqué et sensibilisé pour la mise en œuvre du projet ?

.....

14) Quelles sont les cultures prévisibles ?

Culture	Superficie (ha)	Technique d'irrigation	Origine de l'eau d'irrigation (réseau/nappe)

16) Avez- vous l'intention de continuer à utiliser l'eau de la nappe ?

.....

17) Quelles sont les principales contraintes à l'équipement interne en goutte à goutte des propriétés du secteur pilote ?

.....

18) Etiez-vous consulté pour le choix des équipements internes ?

.....

19) savez-vous ce que vous aurez comme équipements au niveau de vos parcelles ?

.....

20) Etes-vous prêts à collaborer avec les héritiers pour la gestion de l'irrigation ?

.....

21) Auriez-vous les capacités de renouveler les équipements internes ?

Enquête : Nappe

1. Identification de l'agriculteur

Nom de l'exploitant	N° de parcelle	Code client	AUEA	Bloc	Douar	Téléphone

2. Mode d'utilisation de l'eau souterraine

Mélangée à l'eau de surface ? Oui Non

Stockée dans un bassin ? Oui Non

Si oui : - Volume du bassin.....m³

- Temps de remplissage du bassin.....h

3. Informations sur le dispositif de captage

Type de dispositif de captage :	date de creusement /approfondissement	diamètre	Profondeur totale	Niveau statique	Niveau dynamique	Type d'association
Puits / forage / Puits-forage						

4. Moteur

Marque :

Puissance (CV) :

Nombre de cylindres :

Type : Gasoil Gaz

Electrique

solaire

Consommation (spécifier l'unité):.....

5. Pompe

Marque :

Nombre de pouces :

Type : «Pétrolette» Immergé

Emerger

Débit (spécifier l'unité):

Niveau de la crépine :

6. Priorité pour l'utilisation de l'eau souterraine

.....

7. Avez-vous réalisé des analyses sur l'eau de la nappe ?.....

8. Occupation du sol :

Cultures	SAU (ha)	Date de semis	Date de récolt e	Origine de l'eau (nappe/réseau)	Mode d'irrigatio n	Fréquence de l'irrigation	Durée moyenne de chaque irrigation(h)	Volume d'eau apporté (m ³)
Blé dur								
Blé tendre								
Orge								
Maïs								
Maïs ensilage								
Luzerne								
Bersim								
Tomates								
oignon								
carotte								
fève								
Olivier								
agrumes								
Betterave								
Menthe								
Niora								
Sésame								
Autre								

Annexe 2 : Guide d'entretien avec les membres des AUEA

I - Identification

- Nom de l'AUEA :
- Nom et qualité du responsable :
- Date de création :
- Date d'élection du bureau :
- Superficie dominée :
- Nombre d'adhérents:
- Sources de financement :
- Organisation de l'assemblée générale :

II-

- Quels sont les problèmes rencontrés avec l'irrigation localisée ?.....
.....
- L'irrigation localisée est-elle la solution ?pourquoi ?.....
.....
- La reconversion collective est-elle un choix adéquat ?.....
.....
- quels sont les avantages et les inconvénients du système d'irrigation localisée ?
.....
- les agriculteurs comptent-ils changer le système des cultures ?.....
.....
- comment jugez-vous votre participation de l'élaboration et la mise en œuvre du projet
.....
- Est-ce que tous les agriculteurs sont informés du projet ?
.....
- Quel est le niveau de connaissances que vous avez concernant ce nouveau système
d'irrigation ? est-il suffisant ?.....
.....
- Est-ce que vous organisez des séances de sensibilisation pour accélérer le processus de
préparation des dossiers ?
.....
.....
- Quels sont d'après vous les problèmes rencontrés ?

-
- Quels sont les risques que vous craignez vis-à-vis la reconversion à l'irrigation localisée ?
.....
 - Etes-vous satisfait de l'appui de l'assistance technique ? oui/non Si non quelles sont vos attentes ?
.....
- Est-ce que vous avez planifié des démarches de gestion collective et de maintenance du réseau après la mise en eau ? Comment ?
-
- Aviez-vous suffisamment participé et consulté pour le choix des options pour l'équipement interne ?.....
- Quels sont vos exigences vis-à-vis des sociétés d'installation du matériel ?
.....
 - Que pensez-vous du devenir des anciens équipements ?.....
.....

Annexe 3 : Guide d'entretien destiné aux sociétés d'Irrigation

- Nom de la société :.....
 - No. Lot à équiper :
 - Superficie nette à équiper (ha):.....
- Quelles sont les principales exigences techniques de l'ORMVAT et des AUEA ?
Qu'en pensez-vous ? (caractéristiques techniques, délais, moyens. Etc)
.....
- Comment allez-vous assurer l'accompagnement des agriculteurs pour l'utilisation des équipements ?.....
- Avez-vous déjà réalisé des projets collectifs d'équipement interne en irrigation localisée ? lesquels ? quelle superficie ? Quelles spécificités ?
.....
- Comment jugez- vous la participation des AUEA dans ce projet de reconversion ?

-
-
- Quel sont les Problèmes/difficultés rencontrés lors de la phase de l'étude?
 -
 - Que proposez-vous comme solutions à ces problèmes?.....
 -
 - Quelles impressions sur le degré d'adhésion des agriculteurs au projet de reconversion?
 -
 - Quelles difficultés risquent d'entraver sa mise en œuvre?
 -
 - Quelles est la stratégie de la société dans le cadre du PNEEI? (implantation, personnel, .. etc.).....
 -
 - Quels rôles ont joué et devront avoir dans l'avenir l'Assistance Technique et l'ORMVAT?
 -

Annexe 4 : Coefficient cultural selon le stade du développement des cultures

CULTURE	Kc Phase initiale	Kc Phase mi-saison	Kc Fin de cycle
Cultures maraîchères			
Carottes	0.70	1.00	0.95
Laitue	0.70	1.05	0.95
Oignon, sec	0.70	1.05	0.75
Oignon, vert	0.70	1.00	1.00
Betterave de table	0.50	1.05	0.95
Tomate	0.60	1.15	0.90
Pomme de terre	0.50	1.15	0.75
Poivron	0.60	1.05	0.90
Cultures légumineuses			
Haricot, vert	0.40	1.00	0.90
Haricot, sec	0.40	1.15	0.35
Pois chiche	0.40	1.15	0.35
Arachide	0.40	1.05	0.60
Lentille	0.40	1.15	0.30
Soja	0.40	1.15	0.5
Cultures cucurbitacées			
Concombre	0.40	1.00	0.75
Melon	0.40	1.00	0.75
Pastèque	0.40	1.00	0.75
Cultures industrielles			
Coton	0.35	1.20	0.70
Tournesol	0.35	1.20	0.40
Betterave à sucre	0.50	1.10	0.70
Canne à sucre	0.40	1.25	0.75
Tabac	0.40	1.20	0.85
Fraise	0.40	0.85	0.75
Cultures céréalières			
Blé	0.35	1.10	0.30
Mais, grain	0.30	1.20	0.30
Sorgho, grain	0.30	1.00	0.55
Riz	1.10	1.20	0.90
Cultures fourragères			
Luzerne	0.40 Après coupe	1.20	1.15 Avant coupe

Annexe 5 : Valeurs de Kr en fonction du taux de couverture Cs

Taux de couverture du sol Cs (%)	Kr selon les formules de		
	Keller et Karmeli	Freeman et Gazoli	Decroix (CTGREF)
10	0.12	0.10	0.20
20	0.24	0.20	0.30
30	0.35	0.30	0.40
40	0.47	0.40	0.50
50	0.59	0.75	0.60
60	0.70	0.80	0.70
70	0.82	0.85	0.80
80	0.94	0.90	0.90
90	1	0.95	1
100	1	1	1

Annexe 6 : Le texte de l'AMI

**Associations Al Ittihad des
Usagers d'Eau Agricole
(AUEA) Périmètre du Tadla**

**Associations Al Omrania des
Usagers d'Eau Agricole
(AUEA) Périmètre du Tadla**

APPEL A MANIFESTATION D'INTERET

Objet: Réalisation de l'équipement interne en irrigation localisée des propriétés de la première tranche du secteur pilote du projet de reconversion collective à l'irrigation localisée, d'une superficie de près de 690 ha répartie en 6 lots, relevant des AUEA Al Ittihad et Al Omrania (CDA 536).

1- Présentation du projet de reconversion collective dans le Tadla

Le projet de modernisation de l'agriculture irriguée dans les zones dépendant du bassin de l'Oum Er-Rbia (Projet Oum Er-Rbia) mise en œuvre dans le cadre du Programme National d'Economie d'Eau en Irrigation (PNEEI), concerne 3 secteurs dont l'aménagement externe est financé par la Banque Mondiale, et qui totalisent une superficie nette équipée de 7.376 ha dans le périmètre irrigué du Tadla. Ces secteurs constituent une zone compacte relevant du périmètre des Béni Moussa en rive gauche de l'Oum Er-Rbia, irrigués à partir du barrage Bin El Ouidane.

Périmètre	Secteurs	Superficie (ha)	Nbre agriculteurs	Equipement actuel / Mode
Béni Moussa	AUEA Al Ittihad	1984	488	Canaux- Gravitaire
	AUEA Al Omrania	2061	511	Canaux- Gravitaire
	AUEAs Annour et	3331	747	Canaux- Gravitaire
TOTAL		7 376	1 746	

La modernisation de ces secteurs consiste en la reconversion collective à l'irrigation localisée des systèmes d'irrigation existants dans ces secteurs, qui comporte les travaux d'aménagement externe suivants :

- Travaux de régulation hydraulique du canal G, D et GM.

- Travaux de réalisation des adducteurs.
- Travaux d'exécution des réseaux de distribution.
- Fourniture et installation des stations de filtration collectives.
- Travaux des équipements des prises-propriétés et prise-bornes desservant les blocs d'irrigation (30 à 35 ha).

L'achèvement de travaux d'aménagement externe du secteur pilote de 4000 ha, relevant des Associations d'Usagers d'Eau Agricole (AUEA) Al Ittihad et Al Omrania ; est prévu à partir du printemps 2014.

L'équipement interne des propriétés en irrigation localisée sera réalisé par les agriculteurs à travers la subvention accordée par l'état dans le cadre du FDA. Il sera opéré de manière collective par lots d'environ 80 à 150 ha chacun, et ce, sous l'égide des AUEA et avec l'appui de l'ORMVAT.

2- Caractéristiques de la première tranche

L'équipement interne en irrigation localisée de la première tranche de 690 ha (près de 20% du secteur pilote), objet du présent appel à manifestation d'intérêt qui s'adresse aux sociétés d'équipement en irrigation, concerne 6 lots dont les caractéristiques sont présentées dans le tableau ci-dessous.

	Lot 1	Lot 2	Lot 3	Lot 4	Lot 5	Lot 6	Total
Superficie (ha)	144,6	89,2	137	81,3	107,9	125,3	685,3
Nombre de Blocs	5	3	6	3	7	5	29
Nombre de Propriétés	31	15	53	23	73	54	249
Superficie	4,7	5,9	2,6	3,5	1,5	2,3	
AUEA	Ittiha	Ittiha	Ittiha	Ittiha	Ittiha	Omrani	

Les systèmes de cultures dans le secteur pilote sont dominés par les cultures annuelles : betterave à sucre, luzerne, céréales, maïs (grain et ensilage), cultures maraichères.. etc. Les exploitations qui envisagent de pratiquer l'arboriculture fruitière en goutte à goutte (essentiellement agrumes) représenteraient 10 à 15% de la superficie.

3- Installation–type d'irrigation localisée

A titre indicatif, l'installation-type d'irrigation localisée à réaliser à partir de chaque prise-proprété consiste en :

- une station de tête composée principalement d'un étage de filtration à disque et d'un injecteur d'engrais, avec accessoires de raccordement, notamment à la prise-proprété ; y compris le local-abri de la station
- Conduites d'amenée et de distribution et accessoires
- Rampes PE avec distributeurs de type goutteurs intégrés turbulents : 2 litres/h pour cultures annuelles (Ecartement entre rampes : 0,80 m) et 4 litres/h pour arboriculture fruitière.

La sectorisation de la proprété sera réalisée en concertation avec le ou les exploitants. L'information sur le parcellaire des blocs d'irrigation, et sur les débits et pressions aux niveaux des prises-blocs et prises-proprétés du lot considéré sera fournie par les services techniques de l'ORMVAT.

4- Maitre d'ouvrage :

Le projet collectif d'équipement interne sera réalisé sous l'égide de l'AUEA dont relève le lot de blocs d'irrigation à équiper. Elle en est le maitre d'ouvrage, avec l'appui technique des services de l'ORMVA du Tadla.

Le présent Appel à Manifestions d'intérêt est publié par l'ORMVA du Tadla pour le compte des deux AUEA Al Ittihad et Al Omarania, qui sont les maitres d'ouvrages des projets collectifs d'équipement interne des proprétés en irrigation localisée.

5- Délai de réalisation et demande de subvention:

Le délai de réalisation d'un lot donné est de **trois (3) mois** à partir de la date d'obtention de l'attestation d'approbation préalable établie par le Guichet Unique de l'ORMVAT pour le lot de blocs d'irrigation concerné.

La demande de subvention peut être introduite par la société auprès du Guichet Unique de l'ORMVAT par tranches réalisées d'équipement interne d'un lot donné, selon un planning de réception des travaux, arrêté en commun accord entre la Société, d'une part ; et l'AUEA et l'ORMVA du Tadla, d'autre part.

6- Modalité de choix des sociétés

Les sociétés sont invitées à manifester leur intérêt pour réaliser l'équipement interne des propriétés des six (6) lots de la première tranche du secteur pilote présentés ci-dessus. Une société peut à priori manifester son intérêt pour l'équipement de l'ensemble des lots mais seulement deux lots, au maximum, lui seront attribués.

Les sociétés doivent fournir toutes les informations indiquant qu'elles sont qualifiées pour exécuter les prestations objet du présent AMI et qu'elles disposent de la capacité financière, des ressources humaines et en matériel pour la réalisation de l'équipement interne des propriétés concernées.

Six (6) sociétés au maximum seront sélectionnées pour chaque lot par les AUEA avec l'appui de l'ORMVAT, et ce, selon les critères suivants :

- a- Justification d'au moins une (1) référence de réalisation d'un grand projet d'équipement en irrigation localisée d'une superficie dépassant 100 ha ; attestée par les services techniques du Ministère de l'Agriculture ;
- b- Engagement de la société à réaliser les travaux d'équipement interne des propriétés en assurant un pré-financement à concurrence du montant estimé de la subvention accordée par l'état dans le cadre du FDA, et ce, sans contribution préalable de la part des agriculteurs ;
- c- Engagement de la société à se conformer aux dispositions prévues dans le cahier de charges objet de la Norme Marocaine n° 12.1.100-2007 (Installation d'irrigation localisée- Exigences générales) ;
- d- Engagement à affecter au projet les moyens humains et matériels nécessaires ;
- e- Engagement à adopter une démarche participative pour lever d'éventuelles contraintes dans la mise en œuvre de l'équipement interne ;
- f- Engagement à assurer la formation et conseil des agriculteurs sur utilisation des équipements installés.

Les sociétés intéressées par le présent appel à manifestation d'intérêt devront fournir toutes les pièces attestant les engagements ci-dessus.

Les sociétés peuvent obtenir toute information supplémentaire à l'adresse ci-dessous.

7- Dépôt des manifestations d'intérêt

Les manifestations d'intérêt doivent être déposées à l'adresse ci-dessous au plus tard le **jeudi 31 octobre 2013 à 10 heures**, ou envoyées par courrier à la même adresse. Le cachet du bureau d'Ordre de la Direction de l'ORMVA du Tadla fait foi pour la date de réception.

Adresse :

Office Régionale de Mise en Valeur Agricole du Tadla, Cité Administrative, BP : 244, Fquih Ben Salah.

- 1- L'équipement interne des propriétés en irrigation localisée de la première tranche de 685 ha, sera réalisé par les agriculteurs à travers la subvention accordée par l'état dans le cadre du FDA. Il sera opéré de manière collective pour les trois lots (moyenne de 230 ha chacun) et ce, sous l'égide des AUEA et avec l'appui de l'ORMVAT.
- 2- Les systèmes de cultures dans le secteur pilote sont dominés par les cultures annuelles : betterave à sucre, luzerne, céréales, maïs (grain et ensilage), cultures maraichères.. etc. Pour l'étude des 9 blocs représentatifs on considèrera ce type de système culture avec un besoin brut de pointe de **6,1 mm/jour**.
- 3- Les agriculteurs du bloc d'irrigation sont répartis en deux groupes : un groupe irriguant le matin et un groupe l'après-midi. La durée totale d'irrigation pour chaque groupe est de **9 heures**.
- 4- La station de tête à installer au niveau de chacune des propriétés du bloc d'irrigation consiste en :
 - Local-abri en dur (largeur 2m, Longueur 3m et hauteur 2,2 m)
 - Injecteur d'engrais de type Venturi
 - Filtration à disque
 - Accessoires de raccordement, notamment à la prise-propriété, et appareillage de contrôle (vannes, manomètres, clapet anti-retour, vanne libre après la prise-propriété.. etc)
- 5- Les conduites d'amenée et de distribution sont en PVC, classe de pression PN6. Les vannes de contrôle des postes d'arrosage sont de type manuel en PVC.
- 6- Le goutteur à prévoir est de type intégré turbulent de **2 litres/heure** installé sur rampe en PE 16 mm, épaisseur **1mm**, avec un écartement de **0,40m**. L'écartement adopté entre rampes est de **0,80m**.
- 7- Pour les cas particuliers d'arboriculture qui peuvent se présenter dans la zone concernée par la présente note, le goutteur devra être également du type **intégré turbulent** mais

avec un débit de **4 litres/heure et des écartements de 0,75 m** entre goutteurs et de **2,5 à 3 m**, entre rampes..

- 8- Les goutteurs à proposer doivent avoir un **coefficient de variation du débit n'excédant pas 5%**, certifié par le laboratoire du Service des Expérimentations, des Essais et de la Normalisation relevant de la Direction de l'Irrigation et de l'Aménagement de l'Espace Agricole.
- 9- La taille du poste d'arrosage ne devra pas dépasser **2500 m²**
- 10- L'information sur le parcellaire des blocs et le débit des prises propriétés de chaque bloc est fournie avec le présent envoi.