

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

Option : Irrigation, Gestion de l'eau et Environnement

**Caractérisation des systèmes d'irrigation dans
les zones inondables de la plaine du Gharb : Cas
de la Zone Centrale**

Présenté et soutenu publiquement par :

Mlle. MGHABBAR Imane

Devant le Jury composé de :

Pr. Ahmed Bouaziz	Président	IAV Hassan II
Pr. Rqia Bourziza	Rapporteuse	IAV Hassan II
Dr. Abdelilah Taky	Co-rapporteur	ORMVA du Gharb
Pr. Wafae El Khoumsi	Examinatrice	IAV Hassan II
Mme. Salma Oudghiri	Examinatrice	MAPMDREF
M. Bahouss Mohammed	Examineur	ORMVA du Gharb

Juillet 2018

« Ce n'est pas la critique qui compte. Ce n'est pas l'homme qui montre du doigt comment l'homme fort a trébuché. Tout le mérite revient à celui qui descend vraiment dans l'arène, le visage couvert de poussière, de sueur et de sang, qui se bat vaillamment, qui échoue encore et encore, parce qu'il n'y a pas d'action sans erreur et sans échec. Le mérite revient à celui qui toujours s'obstine dans son action, qui sait ce qu'est un grand enthousiasme et qui sait ce qu'est un grand dévouement, qui s'investit dans une grande cause, celui qui, dans le meilleur des cas, finira par connaître le triomphe d'une grande réalisation. Et qui, au pire, s'il échoue, au moins échouera en combattant avec grandeur, si bien que sa place ne sera jamais parmi ces âmes froides et cruelles qui ne connaissent ni victoire, ni défaite. »

— Theodore Roosevelt, *The Man in the Arena*

Dédicace

« Au nom d'Allah, le Tout Miséricordieux, le Très Miséricordieux. »

*Louange à Dieu et que la paix et la bénédiction soient sur Son Prophète et Messenger, Mohammed, ainsi que sur sa famille et ses Compagnons :
Je dédie ce travail*

A mes chers parents,

“ وَأَخْفِضْ لَهُمَا جَنَاحَ الذُّلِّ مِنَ الرَّحْمَةِ وَقُلْ رَبِّ ارْحَمْهُمَا كَمَا رَبَّيَانِي صَغِيرًا ”

Avec tous mes sentiments de respect, d'amour, de gratitude et de reconnaissance pour tous les sacrifices déployés pour m'élever dignement et assurer mon éducation et ma formation dans les meilleures conditions. Que ce travail soit l'accomplissement de vos vœux tant allégués, et le fruit de votre soutien infailible. Puisse Dieu, le Très Haut, vous accorder santé, bonheur et longue vie.

*A la mémoire de ma bien-aimée grand-mère Hajja Menana
La plus belle créature que Dieu a créé sur terre, à cette source de tendresse, de patience et de générosité. J'aurais tant aimé que tu sois présente. Que Dieu ait ton âme dans sa sainte miséricorde.*

A la mémoire de ma chère tante Zouhour

Aucune dédicace ne saurait exprimer l'amour, l'estime et le respect que j'ai toujours eu pour toi. Que Dieu, le miséricordieux, t'accueille dans son éternel paradis.

A ma très chère famille

En témoignage de ma fidèle affection et de ma reconnaissance pour votre amour et vos encouragements. Puisse Dieu le tout puissant exaucer tous vos vœux.

*A mes chers professeurs M. Faress Moussa et M. El Alami Amine
En reconnaissance de vos encouragements et soutien. Vous étiez une
source inépuisable du savoir et d'énergie positive dont vous avez
toujours partagé avec nous en tant que vos élèves. Puisse Dieu, le Très
Haut, vous accorder santé, bonheur et longue vie.*

*A mes très chers amis et amies
En reconnaissance de vos encouragements et pour tous les bons
moments passés ensemble.*

*A mes chères co-chambrières Lamiaa et Chaimaa
En témoignage de l'amitié qui nous uni et des souvenirs de tous les
merveilleux moments que nous avons passé ensemble.*

*A mes chers GRois et GREines
Pour les bons moments que nous avons partagés.*

Mghabbar Imane

Remerciements

Avant de commencer la présentation de ce travail, je profite de l'occasion pour remercier toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de mon projet de fin d'études.

Je tiens tout d'abord à exprimer mes remerciements et ma profonde reconnaissance à Pr. Rqia Bourziza pour avoir acceptée d'encadrer ce travail.

Aussi j'exprime mes sincères remerciements à Dr. Abdelilah Taky, de m'avoir co-encadré, et d'avoir mis à ma disposition toutes les informations et les données dont j'avais besoin.

Je saisis cette occasion pour remercier l'ensemble du corps professoral et administratif du département de Génie Rural : Eau, Environnement, Infrastructures de l'Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, pour les efforts considérables qu'ils ont déployés afin d'assurer notre formation.

Aussi j'exprime mes sincères remerciements au Pr. Wafae El Khoumsi, pour le temps qu'elle m'a consacré pendant la durée de l'élaboration de ce travail.

Je tiens à remercier également Pr. Ahmed Bouaziz, de l'honneur qu'il m'a fait de bien vouloir présider le jury de ce mémoire.

Je remercie également M. Mohammed Bahouss Mme. Salma Oudrhiri et Pr. Wafae El Khoumsi de m'avoir honoré en acceptant d'examiner mon travail, et pour l'intérêt et le temps qu'ils ont consacré à la lecture et l'évaluation de ce document.

Mes remerciements vont aussi à Monsieur le Directeur de l'Office Régional de Mise en Valeur Agricole du Gharb et aux Chefs des Départements des Aménagements, de Gestion des Réseaux de Développement Agricole pour leur accueil.

Aussi j'exprime mes sincères remerciements à Mr Kabbassi, à Mr. Lakdad et à Mr. Rabouha, ainsi que tous les cadres et agents de l'AGR Sidi Allal Tazi pour leur honorable collaboration et leur disponibilité permanente tout au long de la réalisation de ce travail.

Je profite de cette occasion pour remercier vivement l'ensemble des agriculteurs des Merjas de Sidi Ameer, Jouad et Tedjina pour leur bonne volonté de faire part de cette étude, et d'autoriser l'installation du matériel des mesures dans leurs parcelles, ainsi que leur collaboration pour la réussite des enquêtes.

Résumé

Dès l'année 1912, la plaine du Gharb a fait objet d'un projet d'aménagement visant le drainage et la protection contre les inondations de la plaine. Dans le cadre de ce projet, les zones basses des anciennes Merjas ; ou ce qu'on appelle zones inondables ; de la Zone Centrale ont été sujettes à des travaux d'assainissement visant leur assèchement dans le but d'exploiter leurs potentiels agricoles. Par conséquent, leurs statuts fonciers ont subi un changement du domaine public de l'Etat en domaine privé de l'Etat et en collectif. De ce fait, les agriculteurs ont commencé à développer leurs pratiques agricoles et ont passé à pratiquer de l'agriculture irriguée en plus du Bour. Dans un contexte de vulnérabilité aux inondations et de besoin en une exploitation optimale des potentiels agricoles de ces zones, la question sur la manière dont les agriculteurs s'adaptent à ce contexte et le degré d'exploitation des potentiels agricoles des zones inondables se pose. C'est dans ce sens que ce travail a été initié, visant la caractérisation des systèmes d'irrigation dans les zones inondables de la Zone Centrale, en particulier les Merjas de Sidi Ameer, Jouad et Tedjina. Cette caractérisation est axée sur les deux grands axes suivants : la caractérisation des techniques d'irrigation et le pilotage et la gestion de l'irrigation. Afin d'atteindre l'objectif souligné précédemment, deux approches méthodologiques complémentaires ont été adoptées. La première approche est basée sur des entretiens auprès des agents de l'ORMVAG et sur des enquêtes auprès des agriculteurs. La deuxième approche est basée sur des mesures sur le terrain de quelques paramètres à savoir : le débit, la pression et le coefficient d'uniformité des goutteurs. Les résultats de ce travail ont permis de tirer plusieurs conclusions. Les ressources en eau souterraines ainsi que celles de surface sont exploitées par les agriculteurs. Les eaux de surface sont de mauvaise qualité contrairement aux eaux de la nappe profonde qui sont de bonne qualité. Le critère de la disponibilité ainsi que la nature de la ressource en eau sont deux critères parmi autres qui conditionnent le choix du système d'irrigation. De plus, on a pu constater que le système gravitaire domine dans les trois Merjas, en particulier, l'irrigation à la raie domine au niveau de la Merja de Sidi Ameer et l'irrigation par la méthode dite de pompiste domine au niveau des Merjas de Jouad et Tedjina. Les agriculteurs gèrent leurs calendriers d'irrigation en prenant en considération les effets climatiques, l'état apparent des plantes ainsi que leurs propres expériences. Même si ces critères sont imprécis, les agriculteurs arrivent à avoir des rendements agricoles assez comparables à ceux enregistrés au niveau de l'ensemble du périmètre du Gharb. Cependant, les rendements agricoles dans ces zones restent menacés par les effets climatiques, puisque ces zones jouent le rôle des bassins de rétentions des eaux lors des crues en protégeant les zones à leurs aval, ce qui risque aussi d'endommager les cultures y instillées durant l'automne.

Mots clés : Zones inondables, Merjas, Zone Centrale, systèmes d'irrigations, pilotage d'irrigation, gestion d'irrigation.

Abstract

Since 1912, The Gharb lowland was subject of a project aimed at its drainage and protection against floods. As part of this project, the low-lying areas of the previous Merjas so-called flood-risk zones had benefited from dewatering in order to exploit their agricultural potentials. These lands were thus objects of a change of their status from the public domain of the State to the collective domain and to the private domain of the State. As a result, farmers began to develop their farming practices and started to practice irrigated agriculture beside the rainwater one. In a context of vulnerability to floods and the need for optimal exploitation of the agricultural potential of the flood-risk zones, the question of how these farmers adapt to this context and how exploited this potential is arises. It is in this sense that this work was initiated, aiming at the characterization of the irrigation systems in the flood-risk areas of the Central Zone, in particular the Merjas of Sidi Ameur, Jouad and Tedjina. This characterization focuses on two main themes: the characterization of irrigation techniques as well as the management and control of irrigation. In order to achieve the objective mentioned above, two complementary methodological approaches were adopted. The first approach is based on interviews with ORMVAG agents and on farmer surveys. The second approach is based on field measurements of a few parameters namely: the flow, the pressure and the coefficient of uniformity of the drippers. The results of this work led to several conclusions. Both groundwater and surface water resources are exploited by farmers. The surface water is of poor quality unlike the water of the deep aquifer which is of good quality. Both, the availability and the nature of the water resource are two of the criteria that determine the choice of irrigation system. In addition, it has been found that the gravity system dominates in the three Merjas, in particular, the line irrigation dominates in the Merja of Sidi Ameur and the irrigation by the method known as “Pompiste” dominates in the Merjas of Jouad and Tedjina. Farmers manage their irrigation schedules by taking into consideration the climatic effects, the appearance of the plants as well as their own experiences. Even if these criteria are imprecise, farmers are able to obtain agricultural yields that are fairly comparable to those recorded throughout the Gharb scheme. However, agricultural yields in these flood-risk areas are still threatened by climatic effects, since these areas play the role of flood water retaining pools so they protect the areas downstream, which may also damage crops grown in the fall.

Keywords: flood-risk zones, Merjas, Central Zone, irrigation systems, control and management of irrigation.

Table des matières

Remerciements	V
Résumé	VI
Abstract	VII
Liste des figures	XIII
Liste des photos	XIV
Liste des tableaux	XV
Liste des abréviations	XVI
Introduction générale.....	1
PARTIE I. REVUE BIBLIOGRAPHIQUE	3
CHAPITRE I. CADRE GENERAL.....	4
1. Présentation de la plaine du Gharb	4
1.1 Cadre géographique et physique	4
1.2. Découpage administratif	4
1.3. Climat.....	5
1.4. Pédologie.....	5
1.5. Géomorphologie et relief	5
1.6. Ressources en terre	5
1.7. Ressources en eau	6
1.8. Historique des inondations.....	7
1.9. Statut foncier	8
2. Présentation de la Zone Centrale	8
2.1. Localisation.....	8
2.2. Découpage Administratif	9
2.3. Géomorphologie	9
2.4. Géologie.....	10
2.5. Topographie	10
2.6. Statut Foncier	11
2.7. Climatologie.....	12
CHAPITRE II. L'AMENAGEMENT DA LA PLAINE DU GHARB.....	13
1. Objectif de l'aménagement de la plaine du Gharb	13
2. Historique de l'aménagement.....	13
2.1. Travaux de drainage et d'assainissement.....	13
2.2. Mise en valeur agricole des espaces drainés.....	16
2.3. Irrigation des terres agricoles	16

3. Projet Sebou.....	17
3.1. Contexte	17
3.2. Equipement envisagé par le Projet Sebou.....	18
3.3. Aménagement de la plaine envisagé par le Projet Sebou	19
5. Transformation de la politique agricole.....	20
CHAPITRE III. LES MERJAS ET LA PROBLEMATIQUE D'INONDATIONS DANS LA	
ZONE CENTRALE	21
1. Définition d'une Merja	21
2. Composantes d'une Merja	22
2.1. Hydra.....	22
2.2. Plage.....	22
2.3. Source d'eau.....	22
2.4. Emissaire.....	23
3. Causes de formation des Merjas	23
3.1. Climat.....	23
3.2. Nature du sol	23
3.3. Conditions topographiques	23
3.4. Conditions hydrographiques	23
4. Principales Merjas dans la plaine du Gharb	24
5. Problème d'inondations dans la Zone Centrale.....	24
5.1. Débordements de l'Oued Sebou	24
5.2. Débordement de l'oued Beht	25
5.3. Débordements des autres affluents	25
6. Assainissement de la Zone Centrale	25
6.1. Composition du réseau d'assainissement.....	25
6.2. Fonctions du réseau d'assainissement	25
6.3. Réseau d'assainissement et les Merjas	26
7. Statut juridique des Merjas	26
CHAPITRE IV. REFLEXIONS A L'ECHELLE AFRICAINE SUR LA MISE EN VALEUR	
AGRICOLE DES ZONES BASSES.....	27
1. Bas-fonds au Mali : La région de Sikasso	27
1.1. Présentation de la région de Sikasso	27
1.2. Aménagements dans la région de Sikasso	28
2. Bas-fonds au Bénin : La commune de Boukoumbé	29

2.1. Le Secteur agricole et l'aménagement des bas-fonds	29
2.2. Commune de Boukoumbé.....	29
2.3. Bas-fonds de Boukoumbé	30
2.4. Types d'aménagement des bas fonds de Boukoumbé	31
3. Bas-fonds de la Tunisie : La région de Kairouan	33
3.1. Présentation de la région du Kairouan	33
3.2. Mise en valeur agricole des bas-fonds	33
CHAPITRE V. LES TECHNIQUES D'IRRIGATION AU GHARB	35
1. Irrigation gravitaire ou de surface	35
1.1. Irrigation à la raie longue	35
1.2. Robta et mini-raies	36
2. Irrigation par aspersion	36
2.1. Contexte d'introduction de l'aspersion dans le périmètre du Gharb	36
2.2. Réseau collectif	36
2.3. Réseau individuel	36
2.4. Contexte de la reconversion en irrigation localisée	37
3. Irrigation par goutte-à-goutte.....	37
3.1. Contexte d'introduction dans la plaine du Gharb	37
3.2. Au niveau des secteurs collectifs	38
3.3. Hors secteurs collectifs	38
PARTIE II. MATERIELS ET METHODES	39
CHAPITRE I. METHODOLOGIE DU TRAVAIL.....	40
1. Volet théorique	40
2. Volet pratique	40
2.1. 1 ^{ère} phase : Caractérisation préliminaire des pratiques d'irrigation dans les zones inondables	40
2.2. 2 ^{ème} phase : Caractérisation détaillée des pratiques d'irrigation dans les zones inondables	42
3. Volet analytique.....	48
PARTIE III. RESULTATS ET DISCUSSIONS	49
CHAPITRE I. CARACTERISATION DES EXPLOITATIONS	50
1. Caractérisation du ménage.....	50
1.1. Age.....	50
1.2. Niveau d'instruction.....	50

2. Caractérisation de l'exploitation.....	51
2.1. Statut foncier.....	51
2.2. Mode de faire valoir.....	51
2.3. Superficie.....	52
2.4. Assolements.....	53
2.5. Systèmes d'irrigation.....	54
3. Caractérisation de la ressource en eau.....	55
3.1. Nature.....	55
3.2. Eaux souterraines.....	55
3.3. Eau de surface.....	56
CHAPITRE II. CARACTERISATION DES TECHNIQUES D'IRRIGATION.....	58
1. Mobilisation de la ressource en eau.....	58
1.1. Puissances et diamètres des motopompes.....	58
1.2. Sources d'énergie utilisées.....	58
1.4. Débit de pompage.....	58
2. Réseau d'adduction.....	59
2.1. Nature du réseau.....	59
2.2. Caractéristiques dimensionnelles.....	60
3. Réseau d'irrigation à la parcelle.....	60
3.1. Irrigation de surface.....	60
3.2. Système d'irrigation aspersion.....	66
3.3. Système d'irrigation goutte-à-goutte.....	68
CHAPITRE III. LA GESTION D'IRRIGATION ET LES ORIENTATIONS DES AGRICULTEURS.....	73
1. Critères de choix de la technique d'irrigation.....	73
1.1. Système gravitaire.....	73
1.2. Système aspersion.....	73
1.3. Système goutte-à-goutte.....	73
2. Gestion de l'irrigation.....	74
1.1. Pilotage de l'irrigation.....	74
1.2. Fréquences d'irrigation par culture.....	74
3. Rendements des cultures.....	75
4. Commercialisation.....	76
4. Orientations des agriculteurs.....	76

4.2. En termes de changement du terrain	76
4.2. En termes de changement de la technique d'irrigation	76
Conclusions et recommandations	77
Références bibliographiques	79
Webographie	80
ملخص.....	89

Liste des figures

Figure 1. Localisation de la plaine du Gharb	4
Figure 2. L'extension, des inondations en Mars 2010 (Source: ORMVAG, 2011a).....	7
Figure 3. La répartition des statuts fonciers	8
Figure 4. La délimitation de la Zone Centrale (Source : ORMVAG, 2011a).....	9
Figure 5. Topographie de la plaine du Gharb (Source: ORMVAG, 2010).....	11
Figure 6. Le canal Foukroun (El Fadili et El Fahli, 2017).....	14
Figure 7. Les canaux réalisés entre 1940 et 1965 (El Fadili et El Fahli, 2017)	16
Figure 8. Les Merjas de la plaine du Gharb à l'aube du 20 ^{ème} siècle (Source : Célérier, 1922)	21
Figure 9. La localisation de la région de Sikasso	27
Figure 10. Localisation de la commune de Boukoumbé (Source: Wikipedia)	30
Figure 11. Diguettes principales (Source: DGAT, 2013).....	31
Figure 12. Diguettes intermédiaire formant des casiers rizicoles (Source : DGAT, 2013)	32
Figure 13. Vanne de vidange ouverte (Source: DGAT, 2013).....	32
Figure 14. La localisation de la région de Kairouan (Source : d-maps.com).....	33
Figure 15. Schéma d'équipement interne en aspersion (Source : BRL, 1976).....	37
Figure 16. Les agriculteurs de la Merja Sidi Ameer enquêtés lors de la 1 ^{ère} phase	42
Figure 17. Les agriculteurs des Merjas Jouad et Tedjina enquêtés lors de la 1 ^{ère} phase	42
Figure 18. Les agriculteurs de la Merja Sidi Ameer enquêtés lors de la 2 ^{ème} phase.....	43
Figure 19. Les agriculteurs des Merjas Jouad et Tedjina enquêtés lors de la 2 ^{ème} phase.....	44
Figure 20. Localisation des goutteurs pour la détermination du Coefficient d'Uniformité.....	47
Figure 21. Les tranches d'âges des agriculteurs	50
Figure 22. Le niveau d'instruction des agriculteurs.....	51
Figure 23. La répartition du statut foncier des exploitations des trois zones inondables.....	51
Figure 24. La répartition du mode de faire valoir des agriculteurs	52
Figure 25. La répartition des exploitations selon la taille d'exploitation.....	52
Figure 26. Les taux d'utilisation des techniques d'irrigation dans les zones inondables.....	54
Figure 27. Les profondeurs des puits et forages.....	55
Figure 28. Les tranches de superficie des bassins d'irrigation en m ²	61
Figure 29. Les tranches de longueur des raies	61
Figure 30. Un plan parcellaire d'une exploitation irriguée à la raie	62
Figure 31. Le plan parcellaire d'une exploitation irriguée par bassins.....	63
Figure 32. Le plan parcellaire d'une exploitation irriguée par submersion	64
Figure 33. Le plan parcellaire d'une exploitation irriguée en aspersion.....	68
Figure 34. Le plan parcellaire d'une exploitation équipée en goutte-à-goutte	72

Liste des photos

Photo 1. Conductimètre.....	45
Photo 2. Débitmètre.....	46
Photo 3. Manomètre.....	47
Photo 4. La mesure d'eau recueillie dans la boîte.....	48
Photo 5. Un puits au niveau de la Merja de Tedjina.....	56
Photo 6. 6-A. Un tronçon d'un réseau de canaux (seguias) utilisés comme adducteurs ; 6-B. Un dalot.....	59
Photo 7. Le réseau d'irrigation par pompiste.....	65
Photo 8. Le sol au niveau de la Merja de Jouad.....	65
Photo 9. Une station de tête composée d'un hydro-cyclone et un baril accompagné d'une pompe.....	67
Photo 10. Un bassin de stockage au niveau d'une exploitation dans la Merja de Jouad.....	69
Photo 11. Une station de tête au niveau d'une exploitation équipée en goutte-à-goutte.....	70
Photo 12. Deux hydro-cyclones et deux filtres à disques assurant la filtration d'eau d'irrigation	70

Liste des tableaux

Tableau 1. Caractérisation des principales inondations dans le Gharb	7
Tableau 2. La répartition de la superficie de la Zone Centrale	9
Tableau 3. Les décrets de déclassement des Merjas au Domaine Privé de l'Etat	26
Tableau 4. Aménagements de la région de Sikasso	28
Tableau 5. Rendements sur les parcelles aménagées et non aménagées.....	30
Tableau 6. Les paramètres à déterminer par les mesures sur le terrain.....	44
Tableau 7. Les cultures mise en culture au niveau des Merjas de Sidi Ameer, Jouad et Tedjina	53
Tableau 8. Les volumes apportés en eau d'irrigation et les besoins en eau de quelques cultures	75
Tableau 9. Le rendement des cultures au Merjas de Sidi Ameer, Jouad et au périmètre du Gharb.....	76

Liste des abréviations

ABHS : Agence du Bassin Hydraulique de Sebou
AEP : Alimentation en Eau Potable
AGR : Arrondissement de Gestion des Réseaux
ANCB : Association Nationale des Communes du Bénin
BA : Béton Armé
CIRAD : Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement
DGAT : Département de Géographie et Aménagement du Territoire
DPE : Domaine Privé de l'Etat
FAO : Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture
FDA : Fonds de Développement Agricole
HCP : Haut Commissariat au Plan
ONI : Office National d'Irrigation
ORMVAG : Office Régional de la Mise en Valeur Agricole du Gharb
PAPPI : Programme d'Aménagement des Bas-fonds et Petits Périmètres Irrigués
PE : Polyéthylène
PIB : Produit Intérieur Brut
PPI : premier périmètre public irrigué
PTI : Première Tranche d'Irrigation
STI : Seconde Tranche d'Irrigation
TTI : Troisième Tranche d'Irrigation

Introduction générale

Etant la zone la plus basse de la rive gauche de l'oued Sebou, la Zone Centrale est formée par des zones de dépression appelées « Merjas ». Ce sont des terres de faibles altitudes par rapport à leurs alentours qui se trouvent inondées durant la saison pluviales. Ces terres-là occupent une superficie de plus de 20 000 ha dont 9 581 ha occupés par la Merja Kebira, 6 900 ha occupés par la Merja de Sidi Ameer et 5 300 ha occupés par l'ensemble des Merjas de Jouad Tedjina.

En effet, dès l'année 1912 l'ensemble de la plaine du Gharb a fait objet d'un projet visant le drainage et la protection contre les inondations de la plaine. Le barrage El Kansera ; mis en service en 1933 ; qui était à l'origine de l'aménagement du périmètre irrigué du Beht ; fait preuve de ce projet ambitieux. Dans le cadre de ce projet, les zones basses des Merjas ont fait objets de travaux d'assainissement visant leur assèchement par un réseau des canaux parcourant toute la Zone Centrale. Au fur et à mesure de ces travaux, ces Merjas ont fait objets d'un changement de leur statut foncier du domaine public de l'Etat au collectif et au domaine privé de l'Etat. D'où, les agriculteurs ont commencé à exploiter le potentiel agricole de ces terres asséchées.

En 1963, l'Etat a donné une nouvelle impulsion à ce projet dans le cadre de ce qu'on appelle le « projet Sebou », visant la protection de la plaine contre les inondations et à sa mise en valeur par l'irrigation des terres agricoles. Ce projet a identifié au niveau de cette plaine, un potentiel de 250.000 ha de terres aménageables en grande hydraulique et a par conséquent envisagé cet aménagement selon trois tranches d'irrigation. Actuellement la superficie équipée est de l'ordre de 168 000 ha. Dans le cadre de ce projet plusieurs barrages ont été construits en amont de la plaine dont le barrage Idriss 1^{er} et le barrage Al Wahda, en plus d'autres mesures de protection à savoir la construction de nouveaux canaux d'assainissement. Dès lors, le degré de protection des zones basses contre les inondations a augmenté.

En réponse au développement qu'a connu l'agriculture moderne au Maroc durant les années 80 et encouragés par les mesures de protection contre les inondations mis en place, les agriculteurs des Merjas ont commencé à pratiquer de l'agriculture irriguée en plus du Bour. Cependant l'inondation de 2010 a montré la persistance de la vulnérabilité de ces zones aux inondations. D'où, la question sur la manière dont ces agriculteurs s'adaptent à ce contexte se pose. Et c'est dans cette vision que ce travail a été initié, visant la caractérisation des systèmes d'irrigation dans les zones inondables de la Zone Centrale, en particulier les Merjas de Sidi Ameer, Jouad et Tedjina. Une telle caractérisation porte principalement sur la caractérisation des techniques d'irrigation ainsi que la gestion de l'irrigation. En effet la caractérisation des techniques d'irrigation concerne les ouvrages de mobilisation de la ressource en eau, le réseau d'adduction de l'eau d'irrigation ainsi que le réseau d'irrigation à la parcelle. Alors que la gestion de l'irrigation concerne les critères de choix de la technique d'irrigation ainsi que le pilotage d'irrigation.

Afin de répondre à l'objectif de ce travail, la démarche poursuivie a consisté en :

- Des entretiens avec plusieurs responsables au niveau de l'ORMVAG ;
- Des enquêtes auprès des agriculteurs relevant de la Zone Centrale;
- Des mesures au niveau de l'exploitation de quelques paramètres à savoir : les débits d'irrigation, les pressions de service des systèmes d'irrigation pressurisés et les coefficients d'uniformité des irrigations telles qu'elles sont conduites par les agriculteurs.

La présente étude est donc organisée en trois parties comme suit :

- La première partie porte sur une revue bibliographique, elle comporte cinq chapitres dont les deux premiers présentent la zone d'étude et les aménagements hydro-agricoles dans la plaine du Gharb, le troisième chapitre présente les Merjas du Gharb, le quatrième chapitre jette une réflexion à l'échelle africaine sur la mise en valeur agricole des bas-fonds et enfin un dernier chapitre sur les techniques d'irrigation dans la plaine du Gharb ;
- La deuxième partie est consacrée à la présentation de la méthodologie du travail ;
- La troisième partie aborde l'analyse des données collectées ainsi que la discussion des résultats obtenues.

PARTIE I. REVUE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I. CADRE GENERAL

1. Présentation de la plaine du Gharb

1.1 Cadre géographique et physique

La plaine du Gharb (Réf. Figure 1) se présente comme une immense plaine alluviale de basse altitude, séparée de l'océan Atlantique par un cordon de dunes et interrompue par l'embouchure de l'oued Sebou au Sud et de la Merja Zerga au Nord. Située au Nord-Ouest du Maroc, la plaine du Gharb couvre une superficie de l'ordre de 616 000 ha. Sa superficie agricole utile est de 388.000 ha dont la superficie non cultivée est de 228.000 ha. Elle est composée d'une zone côtière, de bordures continentales et de la plaine alluviale centrale du Sebou qui en est le principal oued.

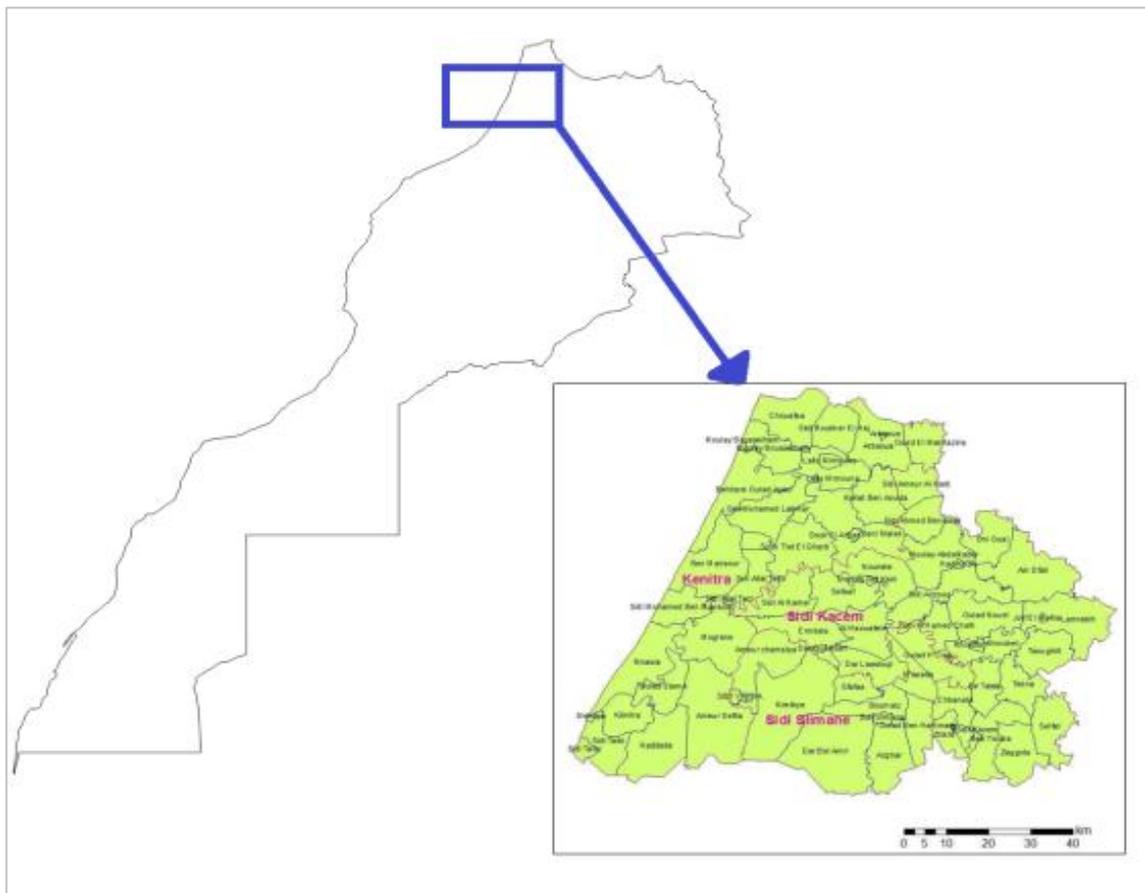


Figure 1. Localisation de la plaine du Gharb

1.2. Découpage administratif

Dans le cadre de la régionalisation avancée, l'ancienne région du Gharb fait donc partie de la région Rabat-Salé-Kenitra. Elle est située au Nord-Ouest du pays, et s'étend sur une superficie de 8805 km² pour une population de 1 894 452 habitants. Elle est répartie sur trois provinces :

- La province de Kenitra (3 253 km²) ;
- La province de Sidi Kacem (4 060 km²) ;
- La province de Sidi Slimane (1 492 km²).

1.3. Climat

Le climat est méditerranéen, caractérisé par l'alternance d'une saison humide d'Octobre à Avril et une saison sèche et chaude de Mai à Septembre. Ce climat est favorable au développement d'une large gamme de culture.

1.3.1. Pluviométrie

La pluviométrie est caractérisée par une irrégularité dans le temps et dans l'espace. Les valeurs de la pluviométrie diminuent en se dirigeant vers l'est de la plaine. On peut donc distinguer trois zones climatiques :

- Zones côtières (Ouest) : 520 mm ;
- Zones centrales : 490 mm ;
- Zones intérieures (Est) : 430mm. (ORMVAG, 2015)

1.3.2. Température

En ce qui concerne les températures, le climat de la région est caractérisé par l'alternance d'une saison humide d'Octobre à Avril et une saison sèche et chaude de Mai à Septembre. En 2013, les mois les plus froids étaient janvier, février et décembre. La température minimale a été, en décembre, de 6,5°C dans la province de Kenitra, 5,3°C dans la province de Sidi Kacem et 3,9°C à Sidi Slimane. Le mois le plus chaud a été aout où la température maximale a atteint 32,1°C à Kenitra, 37,4°C à Sidi Kacem et 36,9°C à Sidi Slimane. (HCP, 2013)

1.4. Pédologie

Comme explicité dans la monographie de la région établie par le HCP, la plaine du Gharb est composée d'une gamme variée de sols, qu'on peut regrouper en quatre ensembles à vocation agronomique variée :

- **Les Merjas** : couvrent 15% de la superficie de la plaine, leurs sols sont très hydromorphes. Ces zones sont très aptes à la riziculture et aux cultures fourragères ;
- **La plaine proprement dite**, couvre 40% de la superficie. Elle est couverte de sols noirs (Tirs) utilisés dans plusieurs cultures, notamment la céréaliculture et le maraîchage. Dans la zone côtière, les sols devenant plus sableux, permettent des cultures sous abris (bananiers, fraisiers...) et la culture d'arachide ;
- **Les zones des levées alluviales** (30%) se caractérisent par des sols moins argileux essentiellement le Dehs. Ils sont très favorables aux cultures industrielles (canne à sucre, betteraves, tournesol...) ;
- **Le Zrar** (15%) est couvert de sols rouges très riches.

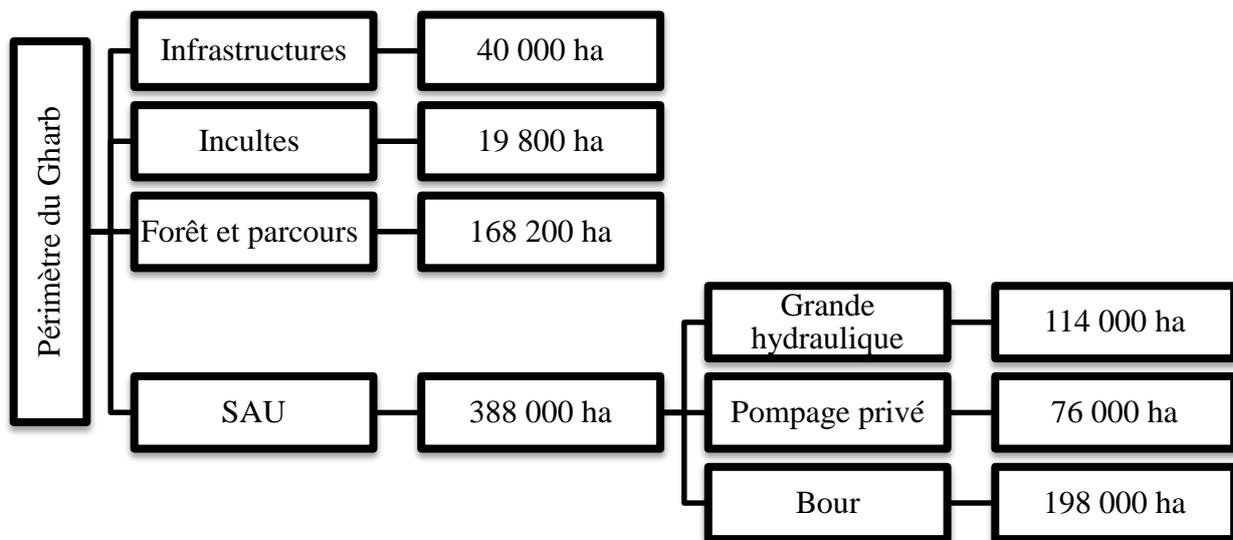
1.5. Géomorphologie et relief

La plaine du Gharb peut être subdivisée en deux grands domaines géomorphologiques très distincts, à savoir :

- La plaine d'alluvions argileuses ou limoneuses et à topographie plane ;
- La zone côtière sableuse à topographie plus ou moins tourmentée.

1.6. Ressources en terre

Selon (ORMVAG, 2015), la superficie du périmètre s'étale sur une superficie de 616 000 ha, dont :



En effet, les secteurs équipés, qui font partie de la grande hydraulique, sont destinés aux cultures stratégiques du pays comme la canne à sucre. Ces secteurs sont répartis comme suit :

- Le gravitaire : 79 000 ha ;
- L'aspersion : 20 000 ha ;
- La submersion : 12 000 ha ;
- La basse pression : 3 000 ha.

Le périmètre du Gharb est aménagé en secteurs collectifs hydrauliquement indépendants dont la taille est environ 3.000 ha pour des considérations de consommations d'énergie électrique.

1.7. Ressources en eau

1.7.1. Ressources en eau souterraines

La plaine du Gharb dispose d'une réserve estimée à 900 millions de m³, organisée en deux nappes : une nappe profonde et une nappe phréatique, cette dernière est exposée à la salure.

1.7.1.1. La nappe profonde

Ayant une épaisseur variant entre 50 et 150 m, la nappe profonde se trouve à une profondeur supérieure à 80 m. L'eau est de moyenne à bonne qualité avec un taux de matières minérales de l'ordre de 1.5 g/l. Le sens d'écoulement général de la nappe profonde se fait du Sud-Est vers le Nord-Ouest en direction du littoral atlantique (ORMVAG, 2011a). Le bilan de la nappe profonde est déficitaire, le déficit est de l'ordre de 37 Mm³/an (ABHS, 2009).

1.7.1.2. La nappe phréatique

Se trouve généralement à 5 m de profondeur, la nappe phréatique reste inutilisable à cause de sa salinité qui peut dépasser 10 g/l. Le sens d'écoulement général de la nappe phréatique se fait de la périphérie vers le centre de la plaine. Durant la saison pluviale, l'eau de la nappe remonte à la surface du sol dans les zones basses et stagne ce qui cause l'accumulation des sels dans ces sols après évaporation.

1.7.2. Ressources en eau superficielles

Le principal cours d'eau est le Sebou (438 km de long) avec pour principaux affluents, le Beth et l'Ouergha. Les apports du Sebou et de ses affluents sont estimés à 4,8 milliards de m³, soit 27 % du potentiel national en eau mobilisable, et dont 1,8 Milliards sont destinés à l'agriculture. Il est important de mentionner que les trois dernières décades ont connu une fatigue hydrologique d'oued Sebou, avec une baisse de 1,2 milliards de m³.

1.8. Historique des inondations

Les inondations dans la plaine du Gharb ne sont pas de nature torrentielle et violente. Elles sont plutôt du type d'inondations dites « de plaine » où l'eau d'abord déborde du lit des oueds Sebou et Beht à des endroits où la débitance est faible et se répand progressivement par gravité au niveau des zones basses (FAO, 2009).

Tableau 1. Caractérisation des principales inondations dans le Gharb

date	Fév. 1941	Déc. 1950	Jan. 1963	Fév. 1963	Déc. 1963	Jan. 1970	Déc. 1996	Jan. 2009	Jan. 2010
Apports (Mm³)	1 530	1 515	3 117	3 167	2 635	5 974	4 850	5 930	7 360
Volume débordé (Mm³)	300	570	1 300	600	1 300	2 400	Nd	1 100	3 500
Débit maximum M'jara (m³/s)	6 000	8 000	6 700	7 000	6 800	6 000	3 000	5 200	7 000

(Source: ORMVAG, 2011a)

Comme le montre le tableau précédant, la plaine du Gharb a connu en 2010 la crue la plus importante depuis le début du siècle dernier. Le débit maximum enregistré à l'entrée de la plaine a été d'environ 4 800 m³/s; et le volume débordé a été estimé à environ 4 200 Mm³ au cours de la période de janvier jusqu'à mars. Ce qui a causé la submersion de plus de 140 000 ha avec des temps de submersion qui ont dépassé deux mois (ORMVAG, 2012).

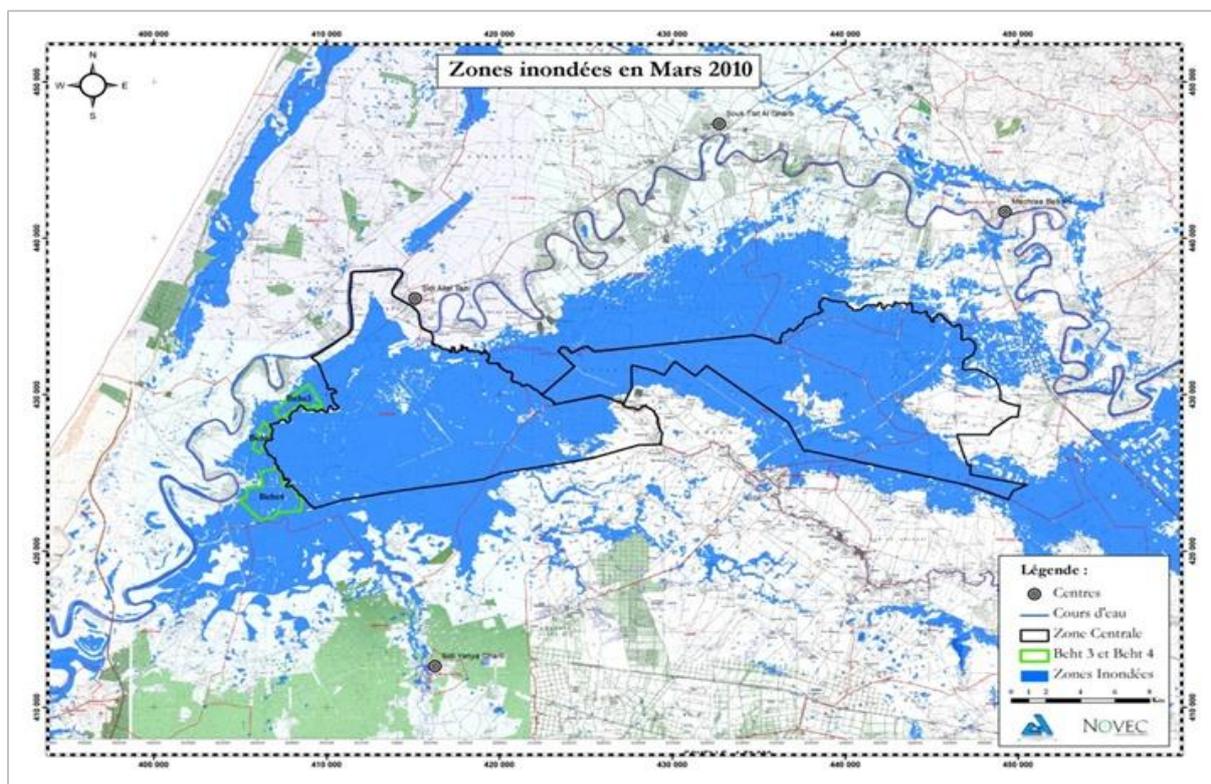


Figure 2. L'extension, des inondations en Mars 2010 (Source: ORMVAG, 2011a)

1.9. Statut foncier

Au niveau de la plaine du Gharb, le foncier se caractérise par l'existence de nombreux statuts fonciers à savoir : Le melk, le collectif, le domaine public et privé de l'Etat et autres formes dont celui de la Réforme Agraire. (ORMVAG, 2015)

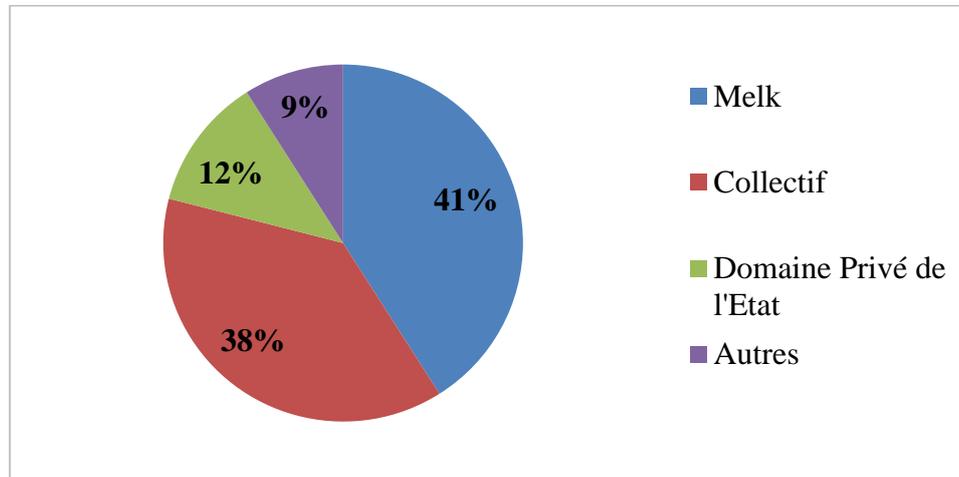


Figure 3. La répartition des statuts fonciers

La diversité de statuts fonciers crée un obstacle pour le bon déroulement des projets de reconversion en irrigation localisée.

2. Présentation de la Zone Centrale

2.1. Localisation

La Zone Centrale de la plaine du Gharb correspond à la zone basse intercalée entre la levée du Sebou au Nord et la levée du Beht au Sud. Elle est formée par une série de larges dépressions qui constituent ce qu'on appelle les Merjas centrales. C'est Merjas sont : Tedjina, Jouad, Klab, Khart, Kebira et Sidi Ameer. Cette Zone bénéficie d'un unique exutoire, qui se situe à l'Ouest vers l'Oued Sebou entre Mograne et le point de rejet du canal Beht-Sebou.

La Zone Centrale est limitée (ORMVAG, 2011a):

- A l'ouest par l'oued Sebou, de Sidi Allal Tazi à Mograne ;
- Au sud, par la canalisation profonde de l'oued R'dom ;
- Au Nord, par la Première Tranche d'Irrigation (P.T.I) sur la levée alluviale du Sebou. Cette limite est marquée au centre par le cours de l'oued Khart ;
- A l'est, sa limite est marquée par l'étranglement au niveau de l'ancienne Merja Jouad.

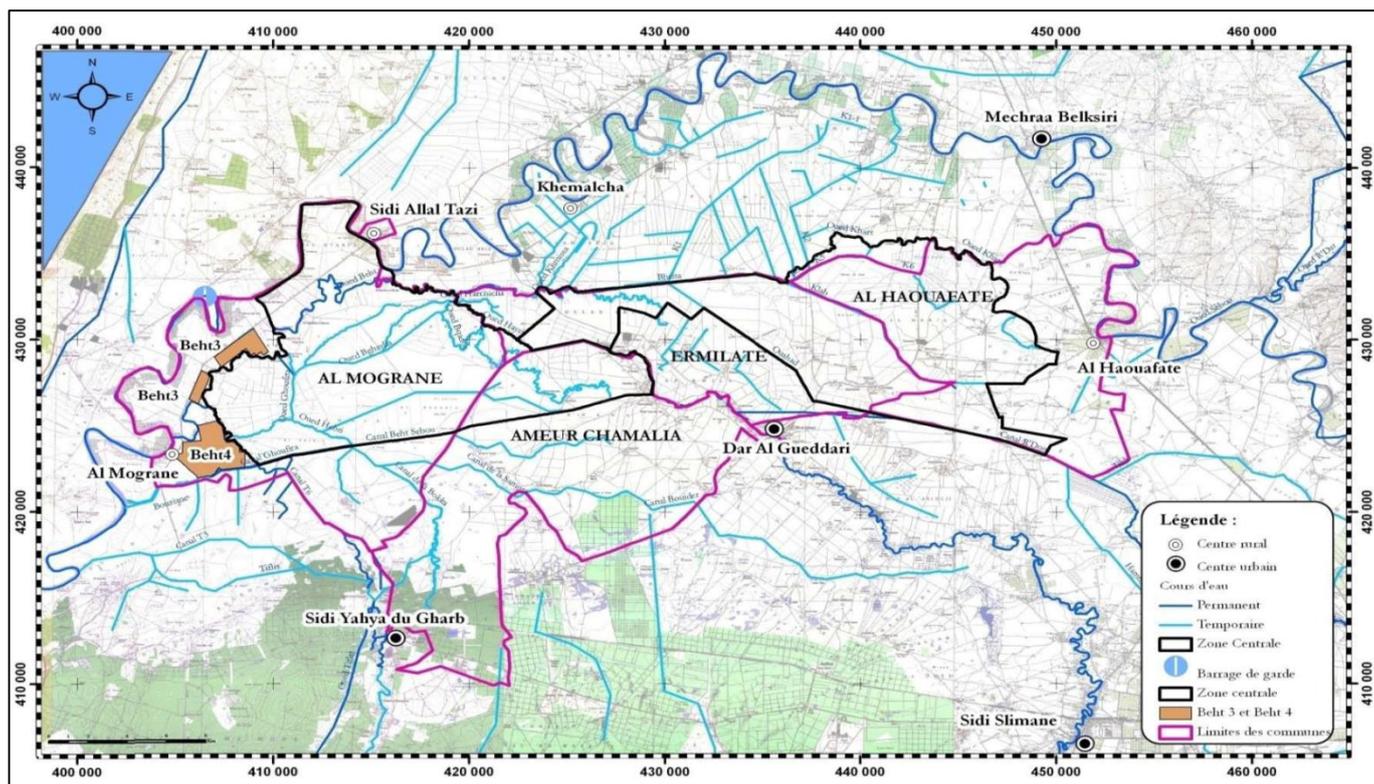


Figure 4. La délimitation de la Zone Centrale (Source : ORMVAG, 2011a)

2.2. Découpage Administratif

Sur le plan administratif, la Zone Centrale est répartie sur trois provinces : La province de Kenitra, la province de Sidi Kacem et la province de Sidi Slimane.

Le tableau 2 présente la répartition de la superficie de la Zone Centrale sur les trois provinces par communes rurales :

Tableau 2. La répartition de la superficie de la Zone Centrale

Secteur	Province	Commune rurale	Superficie brute (ha)
Z3	Kenitra	Mograne	5 519
	Sidi Slimane	Ameur Saflia	10 362
	Sidi Kacem	Ermilate	
Total Z3			15 881
Z4	Sidi Kacem	Haouafate	7 053
		Ermilate	7 906
Total Z4			14 959
Superficie de la Zone Centrale			30 840

(Source: ORMVAG, 2011a)

2.3. Géomorphologie

Comme indiqué dans la partie précédente, la plaine du Gharb peut être subdivisée en deux grands domaines géomorphologiques très distincts, à savoir :

- La plaine d'alluvions argileuses ou limoneuses et à topographie plane ;
- La zone côtière sableuse à topographie plus ou moins tourmentée.

La Zone Centrale fait partie du premier domaine, c'est-à-dire la plaine d'alluvions à topographie plane. Elle peut aussi être subdivisée en trois zones distinctes (ORMVAG, 2011a).

2.3.1. Zones basses des anciennes Merjas

Les zones inondables ou zones basses des anciennes Merjas dans le Gharb central sont des zones de dépression ou bien des zones de faibles altitudes par rapport à leurs alentours. Ces zones se trouvent inondées pendant les périodes hivernales, des oueds à savoir le Beht et le R'dom les envahissent et créent donc ce qu'on appelle les Merjas. Au Gharb central on trouve les Merjas de Tedjina, Jouad, Klab, Khart, Kebira et Sidi Ameer. Elles occupent une superficie de plus de 20 000 ha.

2.3.2. Zones des levées alluviales

Elles correspondent à la levée de l'oued R'dom, et aux légères levées des chenaux (ou sehebs) de divagation des anciennes crues, du Sebou et du Beht. Ces zones bénéficient des côtes les plus importantes dans la Zone Centrale, d'où ce sont occupées par l'habitat rural. Elles occupent une superficie de 4 824 ha.

2.3.3. Zones intermédiaires ou Tirs

Elles sont situées entre les deux types de zones mentionnées précédemment. Elles correspondent aussi à des zones à des zones de tirs à pente très légère inclinée vers le centre des dépressions. Ces zones occupent une superficie de 16 257 ha.

2.4. Géologie

La séquence de la Zone Centrale, composée essentiellement d'une série argilo-silteuse homogène, repose sur une topographie irrégulière (anticlinale et synclinale) d'un olistostrome plastique et instable affecté par plusieurs failles de croissance. La série sédimentaire de la Zone Centrale est caractérisée par une dominance des éléments silteux et colloïdaux. Les sables sont, la plupart du temps, très fins alors que les éléments grossiers (graviers et galets) se rencontrent sous forme d'amas lenticulaires dans les argiles de la fin de série. (ORMVAG, 2011a)

2.5. Topographie

La Zone Centrale est constituée de zones de basses altitudes ; Les altitudes sont globalement entre 4 NGM et 16 NGM (Réf. Figure 5).

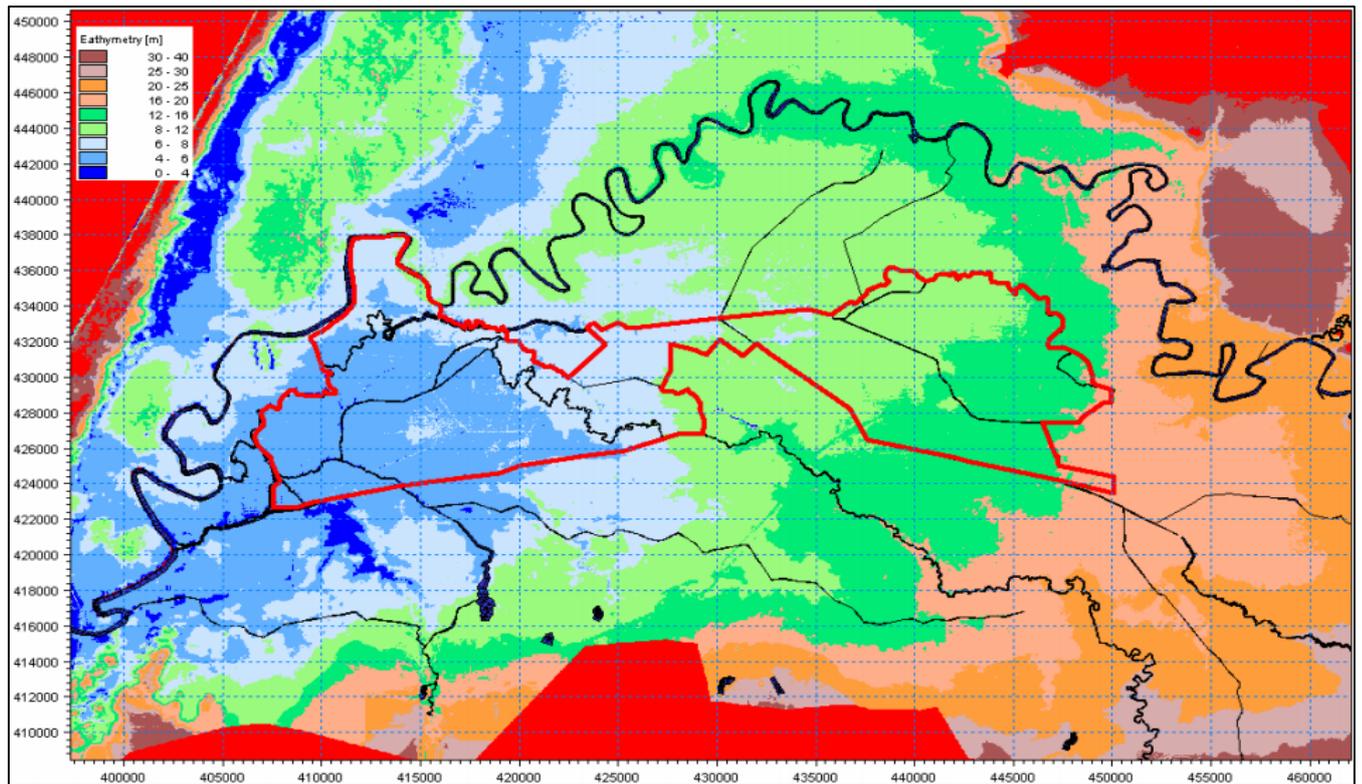


Figure 5. Topographie de la plaine du Gharb (Source: ORMVAG, 2010)

2.6. Statut Foncier

Au niveau de la Zone Centrale, le statut foncier est caractérisé par trois types, à savoir : le Melk, le Collectif et le Domaine Privé de l'Etat (DPE) :

2.6.1. Terres Melk

Les terres Melk représentent les propriétés privées, elles sont de grandes tailles, mais souvent réparties entre plusieurs propriétaires (ORMVAG, 2011a).

2.6.2. Collectif

Le statut collectif regroupe les terres de tribus transformées par la législation (Dahir du 27 avril 1919) en propriétés inaliénables de collectivités ethniques (ORMVAG, 2011a).

2.6.3. Domaine Privé de l'Etat

Le domaine privé de l'Etat correspond en grande partie aux terres des Merjas asséchées. Il comprend (ORMVAG, 2011a) :

2.6.3.1. Terres des Merjas asséchées

Elles correspondent aux terres récupérées après l'assèchement des Merjas centrales : Sidi Ameer, Kebira, Khart, Klab, entre les années 1956 et 1960.

2.6.3.2. Terres en contentieux favorables

Il s'agit des anciennes fermes de colons qui ont été vendues aux paysans de la zone avant l'année 1973 d'entrée en vigueur du Dahir n° 1-73-213 stipulant le transfert à l'Etat la propriété des immeubles agricoles ou à vocation agricole situés à l'extérieur des périmètres urbaines.

2.6.3.3. Distributions antérieures à 1966

Ces terres distribuées avant 1966, ne sont pas régies par les textes du 4 juillet 1966 sur la réforme agraire. Elles ont été distribuées au temps du Roi Mohammed V sur les terres des Merjas asséchées et aménagées en ados.

2.6.3.4. Coopératives de la Réforme Agraire

Il existe deux coopératives de la réforme agraire : coopérative El Khaïr et Sahraouia.

2.7. Climatologie

2.7.1. Précipitations

Au niveau de la Zone Centrale, le climat est relativement homogène dans l'ensemble. Il varie progressivement de l'étage subhumide à l'influence océanique dans la zone côtière, à l'étage semi-aride tempéré vers l'Est de la zone. Ainsi, le climat de cette zone est le résultat de la transition entre ces deux étages. L'ouverture sur l'Atlantique lui offre des précipitations relativement abondantes (plus de 540 mm/an au littoral) concentrées à 80 % durant la période Octobre-Avril. (ORMVAG, 2011a)

2.7.2. Température

La Zone Centrale se caractérise par des températures moyennes annuelles variant entre 18 et 19°. Les valeurs maximales sont enregistrées en Juillet et Août qui sont les mois les plus chauds de l'année, elles sont entre 30 °C et 35 °C. Par ailleurs, les valeurs minimales sont enregistrées sur la période allant de Décembre à Février, elles sont de 4.8 °C à 9.3 °C.

CHAPITRE II. L'AMENAGEMENT DA LA PLAINE DU GHARB

Le projet Sebou 1963-1968 avait identifié, au niveau de la plaine du Gharb, un potentiel de 250.000 ha de terres aménageables en grande hydraulique. La superficie équipée actuellement est d'environ 114000 ha. A cette superficie se trouve ajoutée une superficie de 54 000 à 84 000 ha irriguée annuellement par l'irrigation privée. Le périmètre du Gharb est aménagé en secteurs collectifs hydrauliquement indépendants d'une superficie de 3 000 ha pour des considérations de consommations d'énergie électrique (ORMVAG, 2018).

1. Objectif de l'aménagement de la plaine du Gharb

Les principaux objectifs recherchés à travers l'aménagement sont :

- L'exploitation des ressources en eau mobilisées par les barrages à l'amont de la plaine ;
- la valorisation de ces ressources en eau par une mise en valeur appropriée et spécifique;
- le drainage (souterrain et superficiel) des terres agricoles qui améliore les conditions de mise en valeur. En année pluvieuse, il joue un rôle important dans l'évacuation des eaux excédentaires (ORMVAG, 2018).

2. Historique de l'aménagement

Le fait qu'une bonne partie de sa superficie a été occupées par les Merjas, le périmètre du Gharb a bénéficié de plusieurs opérations pendant la période coloniale ainsi qu'après l'indépendance, dans le but de récupérer les terres de bonnes qualités. En effet, les travaux d'aménagement se reposent sur deux piliers :

- Le drainage et l'assainissement de la plaine ;
- L'irrigation.

2.1. Travaux de drainage et d'assainissement

2.1.1. Période 1912-1927 : Les premières actions d'assèchement des Merjas.

Dès 1912, et du fait de leurs sols très réputés riches, des grands projets d'assèchement des Merjas ont été envisagées. A cause de la 1^{ère} guerre mondiale ces projets se sont arrêtés et reportés jusqu'à l'année 1917.

En effet, une étude qui a été réalisée par Sejournet ; ingénieur des Travaux Publics ; a préconisé trois types de réalisations, à savoir :

- Des travaux d'abaissement du niveau de l'eau de la grande Merja centrale par creusement de canaux de drainage permettant aux eaux de Beht et du R'dom de s'évacuer au-delà des seuils topographiques fermant la cuvette;
- La réalisation d'un canal de dérivation sur la rive gauche du Sebou entre Souk-et-Tleta et la confluence du Beht.
- L'assèchement des Merjas secondaires par création de drains évacuant les eaux vers l'Oued Sebou ou les Merjas principales.

L'échec rapide de la Compagnie du Sebou chargée de l'assainissement des Merjas Merkhtane et Boukharja et le fait que pendant dix ans aucune grande inondation n'a eu lieu, avaient pour conséquence de mettre en veille le plan Séjournet.

Cependant, quelques travaux modestes ont été réalisés à avoir :

- Le canal d'assainissement Foukroun long de 24 Km entre la merja Sidi Saïd et le Sebou. Mais sa prolongation au nord par un drain jusqu'à la Merja Daoura a causé un envahissement permanent par les eaux de cette dernière, de la Merja Sidi Saïd ;
- Le drainage de la Merja Fouarat et l'évacuation de ses eaux vers le Sebou par un ouvrage à clapets ;
- Les levées de terre et digues empêchant le reflux des hautes eaux du Beht et du Sebou dans les cuvettes.

Toutefois l'absence de coordination des efforts aboutit à un échec, ces travaux n'empêchaient pas l'inondation de la plaine.

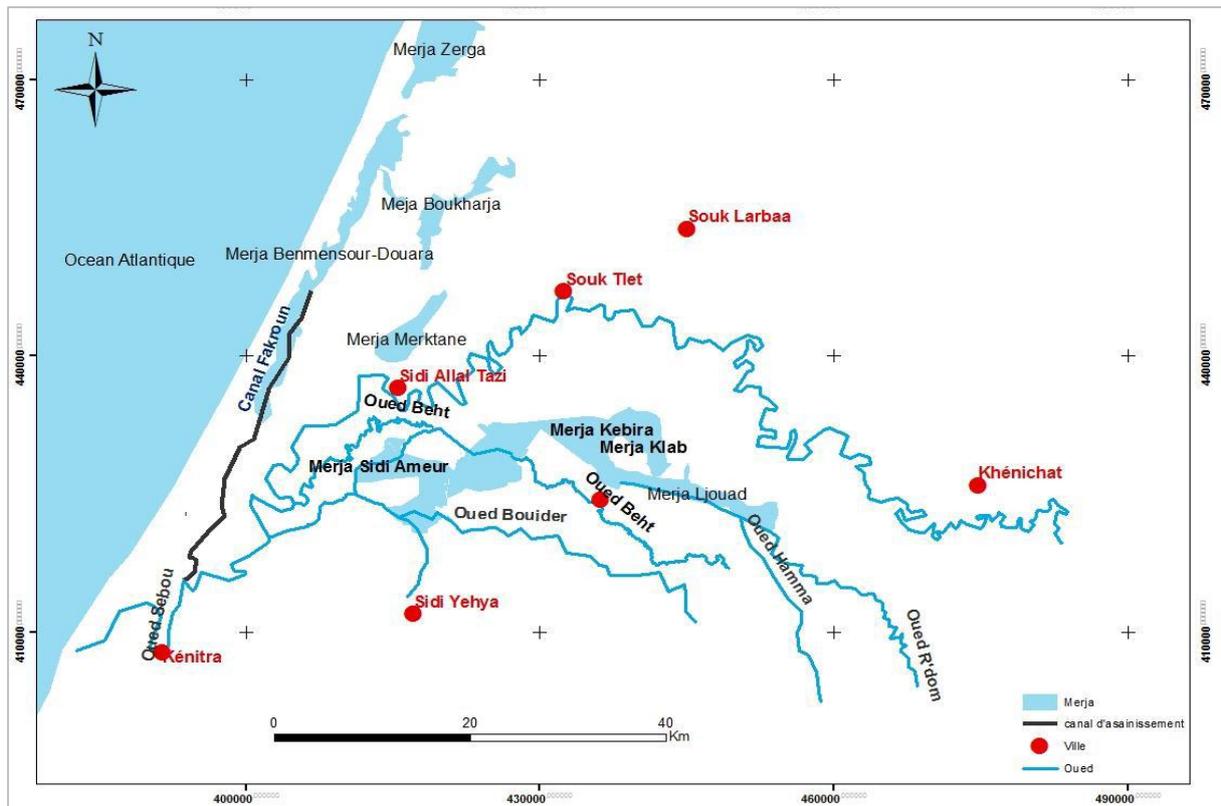


Figure 6. Le canal Foukroun (El Fadili et El Fahli, 2017)

2.1.2. Période 1927-1940 : Les premiers grands travaux

La grande inondation de 1927, a relancé le plan de Sejournet. Des grands travaux ont été réalisés selon trois systèmes, à avoir :

- Un système Nord : Canal central de 30 Km reliant l'oued R'dom au Beht et drainant les Merjas Tijjina, Jouad, El Ouhahad et Khart ;
- Un système central permettant le drainage de la Merja Kebira et du delta intérieur du Beht ;
- Un système sud permettant le drainage des Merjas Kebira, Sidi Ameur et Bokka vers l'oued Heibiri, puis vers l'oued Rhoufeira, affluent du Sebou.

En plus de ces travaux, un projet énormément important a été conçu, c'était le Barrage d'EL Kansera, il a été mis en eau en 1933. Ce dernier avait comme objectifs :

- Ecrêter les crues du Beht en hiver ;
- Fournir une réserve pour l'irrigation l'été ;
- Fournir de l'électricité.

Suites aux inondations de 1927, 1934 et 1936, des travaux de drainage paraissaient nécessaires au niveau de la rive gauche du Sebou (la zone côtière de la plaine du Gharb).

Des solutions pour l'évacuation de la Merja Daoura qui commande tout le système dans cette zone, ont été proposées à savoir :

- La réalisation d'un exutoire vers le sud en recreusant le canal du Foukroun, vers la mer en traversant la dune côtière par le moyen d'un tunnel, cette solution a été abandonnée du fait de l'insuffisance de pente et de l'échec des années 20 ;
- La réalisation d'un exutoire vers la Merja Zerga par le canal du Nador, en plus de deux canaux pour faciliter l'évacuation des eaux des Merjas Merktane et Boukharja vers la Merja Daoura. Cette solution a été adoptée mais ces travaux furent à trop faibles sections pour être efficaces.

2.1.3. Période 1940 – 1965 : Les grands aménagements

En s'inspirant des modèles d'aménagement dans des pays voisins à savoir celui du Nil. Un débat a vu le jour au Maroc sur la nécessité de créer un grand office public capable de générer une action généralisée sur l'ensemble du périmètre. Cependant l'Office du Gharb qui a été envisagé dans une période de pré-décolonisation ne vit pas le jour, mais il fut un ballon d'essai qui servira à la création de l'O.N.I.

Dès l'année 1948, l'assainissement du Gharb a été considéré comme un aménagement hydraulique devant s'intégrer dans l'ensemble du bassin du Sebou. D'où ont été envisagés des barrages capables d'écarter les crues du Sebou et de son principal affluent l'Ouergha. L'achèvement des travaux n'a été envisagé avant le milieu des années 60, et donc c'était l'ensemble des travaux réalisés avant, qui a protégé la plaine contre l'inondation de 1960. On peut citer :

- Au niveau de la rive droite :
 - La zone Nord :
 - Le collecteur Merktane- Boukharja;
 - Le canal double du Segmet et le canal du Nador élargi (débit de 125 m³/s).
 - La zone Sud :
 - L'élargissement du canal du Foukroun permettant un débit de 7 m³/s.
- Au niveau de la rive gauche :
 - A l'entrée du R'dom en Merja est construit le canal haut du R'dom capable de détourner un débit de 40 m³/s. Ce canal rejoint le canal central des Merjas puis le canal bas du R'dom qui dévie vers le Beht les eaux du R'dom et des Merjas centrales. Grâce au rôle du barrage d'El Kansera, le Beht moyen devenant disponible en cas de crues ;
 - Le canal des Ameer Seflia qui capte les eaux du Beht à l'entrée de la Merja Kebira et les envoie vers le Sebou inférieur en aval de Mokhrane ;
 - Le canal du Beitha qui draine la plaine des Mokhtar.

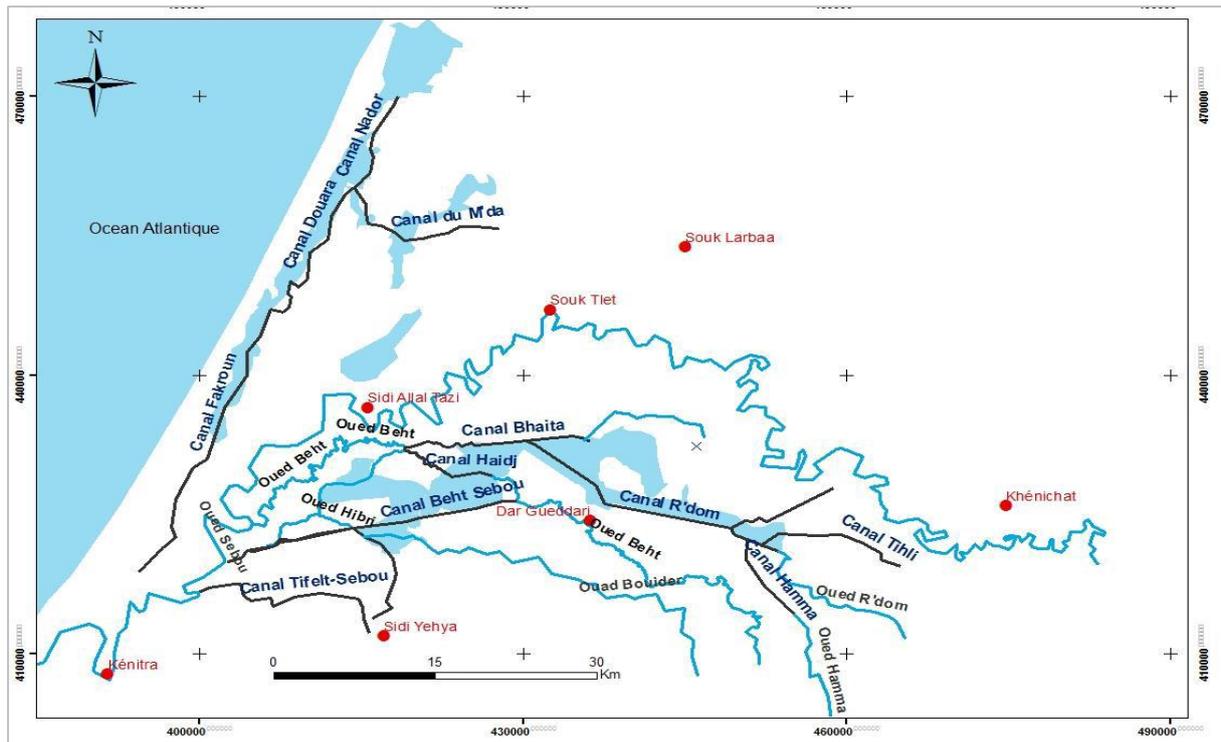


Figure 7. Les canaux réalisés entre 1940 et 1965 (El Fadili et El Fahli, 2017)

2.2. Mise en valeur agricole des espaces drainés

Les travaux d'assainissement et de drainage étaient efficaces pour la protection contre les inondations mais non pas contre l'engorgement des sols qui était à la source de la baisse des rendements agricoles à cause de l'asphyxie des plantes. Le réseau de drainage déjà existant à ce point qui est à larges mailles, a été renforcé par un réseau de drains secondaires et tertiaire à maillage serré.

2.3. Irrigation des terres agricoles

2.3.1. Période de la colonisation française : Le périmètre de Beht

Durant toute la période de la colonisation française, l'irrigation au niveau du périmètre est faite par des projets individuels surtout de la part des colons européens. L'origine de l'eau d'irrigation était diverse :

- Pompage dans les oueds ;
- Pompages dans la nappe souterraine ;
- Écoulement par gravité.

En effet, les deux première options étaient handicapées par :

- la faiblesse des débits l'été pour le cas des oueds ;
- Épuisement rapide des nappes phréatiques et la surexploitation de la nappe souterraine de la Maamora au sud de la plaine du Gharb à partir de 1955.

Restait donc l'utilisation de barrages et l'irrigation par gravité. La réalisation du barrage d'El Kansera a permis de définir le périmètre irrigué du Beht (29 000 ha), équipé entre 1934 et 1968. En aval du barrage El Kansera, petit barrage de compensation a été mis en place et il a été destiné à régulariser les débits du Beht après que les lâchers d'eau aient eu lieu.

Le réseau d'adduction comportait un canal principal alimenté par une prise d'eau qui y en dérive l'eau. Ce canal principal ayant une longueur totale de 44,5 Kms, il alimentait deux types de périmètres irrigués, à savoir :

- Au sud, c'est des terres irriguées par pompage directe sur le canal;
- Au nord, le canal alimentait des oueds canalisés (Hamma, Tihili) et des canaux secondaires puis tertiaires et l'irrigation se fait par gravité.

Au niveau du périmètre de Beht des travaux d'aménagement ont été réalisés, à savoir : la création de séguias en terre, remembrement des terres puis création de canaux en béton après le remembrement.

2.3.2. Période 1972 - 1979 : La première Tranche d'Irrigation

La première Tranche d'Irrigation (PTI, 38 000 ha) est constituée des secteurs S1, S3, S5, S7A, S7B, S7D, S9, S11, S13, S17, P11/1 et P11/2. Elle est située sur les levés des berges de la rive droite du Sebou et les secteurs P7 et P8 situés sur la rive droite du Beht. A l'exception du secteur P7, irrigué par aspersion, tous les secteurs de la PTI sont desservis en eau par un réseau de distribution gravitaire en canaux portés. La partie basse des secteurs S1, S3, S5 et S7 est irriguée par Submersion (Zone rizicole de la PTI). (ORMVAG, non daté)

2.3.3. Période 1980 - 1998 : La Seconde Tranche d'Irrigation

La Seconde Tranche d'Irrigation (STI, 36 000 ha), située sur la rive droite du Sebou et comprend :

- Les secteurs Centre : C1 et C2 irrigués gravitairement à l'exception d'une partie du secteur C2 (600 ha), le secteur C3 en aspersion et le secteur C4 par Submersion, Cet ensemble a été équipé équipée entre 1980 et 1984 ;
- Les secteurs Nord N1, N2, N3 et N4 irrigués en Aspersion ont été équipés entre 1984 et 1988 ;
- Le secteur N5, aménagé en aspersion en 1997 reconverti en localisée en 2013 ;
- Les secteurs N9 et Md'a, mis en eau en 1998, irrigué par gravité.

Trois secteurs de la STI font l'objet de reconversion en irrigation localisée, à savoir : Le secteur N5, le secteur C3 et le secteur N2 (ORMVAG, non daté).

2.3.4. Période 1998 - 2005 : La Troisième Tranche d'Irrigation

La Troisième Tranche d'Irrigation (TTI) comprend :

- Les Secteurs EST2 et EST4, mis en eau respectivement en 1998 et 2005, irrigué gravitairement ;
- le secteur EST1 mis en eau en 2005 (ORMVAG, non daté).

3. Projet Sebou

3.1. Contexte

A la suite des graves inondations de 1960 (100.000 ha inondés) et de 1963 (160.000 ha inondés) qui entraînent des dégâts considérables, les pouvoirs publics, avec l'aide des Nations Unies, ont établi un plan d'aménagement de la plaine et de ses bordures (Daniane et *al*, 1995). Ce dernier, dit "PROJET SEBOU" désigné officiellement comme le « plan économique et intégré de développement agricole du bassin du Sebou» (Le Coz, 1968). Il visait à la

protection de la plaine contre les inondations et à sa mise en valeur par l'irrigation des terres (250.000 ha). Le projet comportait :

- Un volet technique (dimensionnement des infrastructures) ;
- Un volet agronomique et géographique (assolement en fonction des sols et du climat) ;
- Un volet économique (augmentation des revenus des exploitations,...etc.) ;
- Un volet foncier (remembrement, réforme agraire) ;
- Un volet social et organisationnel.

3.2. Equipement envisagé par le Projet Sebou

Afin de protéger la plaine contre les inondations, le Projet Sebou a envisagé la réalisation de plusieurs travaux de construction des ouvrages de stockage et de protection.

3.2.1. Mesures de protection en amont du périmètre du Gharb

3.2.1.1. Construction des barrages

La construction de ces barrages était primordiale pour atteindre les deux objectifs du Projet Sebou pour la plaine du Gharb, qui sont la protection contre les inondations et l'irrigation des terres agricoles. En plus de barrage EL Kansera sur Oued Beht avec un volume de stockage de 230.5 Mm³ ; de grands ouvrages hydrauliques ont été mis en place, à savoir :

- **Barrage Idriss 1^{er}:**

Situé dans la province de Fès sur Oued Inaouène (un des affluents du Sebou), avec un volume de stockage de 1 156.8 Mm³. Le barrage Idriss 1^{er} a été mis en service en 1973 et a pour fonction : la production d'énergie et l'irrigation (ABHS, 2018). Le complexe Barrage Idriss 1^{er} – Allal Fassi via la galerie de Matmata assure actuellement l'irrigation de la PTI et les premiers secteurs de la STI.

- **Barrage Allal Al Fassi :**

Situé dans la Province de Sefrou sur Oued Sebou avec un volume de stockage de 63.7 Mm³. Le barrage Allal El Fassi a été mis en service en 1990 et a pour fonction ; l'AEP, l'irrigation et l'énergie. (ABHS, 2018)

- **Barrage de garde:**

Situé dans la Province de Kenitra sur Oued Sebou avec un volume de stockage de 70 000 m³. Le barrage de Garde a été mis en service en 1991 et a pour fonction : Laminage des pertes à la mer et le maintien du plan d'eau pour les stations de pompage de l'ORMVAG et d'éviter la salinisation des eaux d'irrigation par l'effet de la marée haute. (ABHS, 2018)

- **Barrage Al Wahda :**

Situé dans la Province de Sidi Kacem sur Oued Ouergha avec un volume de stockage de 3 712.8 Mm³. Le barrage Al Wahda a été mis en service en 1996 et a pour fonction : L'irrigation, le laminage, l'énergie, le transfert et l'AEP. (ABHS, 2018)

- **Barrage Bouhouda :**

Mise en service en 1999 sur l'oued Sra, avec une capacité utile de 55 Mm³; Situé dans la Province de Taounate sur Oued Sra avec un volume de stockage de 55.5 Mm³.

Le barrage Bouhouda a été mis en service en 1998 et a pour fonction : l'AEP, la protection de l'envasement du barrage Al Wahda. (ABHS, 2018)

- **Barrage Asfalou :**

Situé dans la Province de Taounate sur Oued Asfalou avec un volume de stockage de 317 Mm³. Le barrage Asfalou a été mis en service en 1999 et a pour fonction : l'AEP, l'irrigation et l'énergie. (ABHS, 2018)

Cette politique des barrages va continuer dans les prochaines années par la réalisation du :

- Barrage M'dez dans la commune de Tazouta (province de Sefrou) d'une capacité de 700 millions de m³, qui sera achevé d'ici fin 2018 ;
- Barrage Ouljet Soltane (Province de Khémisset) sur l'oued Beht en amont d'El Kansera d'une capacité de 510 Mm³ ;
- Barrage Bab Ouender (Province de Taounate) sur le Haut Ouergha.

3.2.1.2. Autres mesures

En plus de la construction des barrages, autres mesures étaient envisagés à savoir :

- Endiguement du bas Sebou afin d'augmenter sa débitance ;
- Création des chenaux de déviation sur les deux rives de Sebou afin de dévier les eaux excédant du bas Sebou.

3.2.2. Mesures de protection en aval du périmètre du Gharb

En aval, il a été envisagé trois axes hydrauliques principaux :

- Au sud, un canal principal à la limite du périmètre du Beht, puis des collines de la Mamora, alimenté par un barrage sur le Sebou moyen (Mechra El Hajjer) ;
- Au nord et à l'est, construction de deux canaux suivant la limite des collines et alimentés par des stations de pompage sur le Sebou ;
- Au centre, le Sebou, doté de stations de pompage, peut constituer un canal naturel, un barrage à Si Allal Tazi empêchant une fuite trop rapide des eaux vers la mer. (J. J. Perennes)

3.3. Aménagement de la plaine envisagé par le Projet Sebou

3.3.1. Schéma d'aménagement

Concernant le volet aménagement, le périmètre du Gharb a été aménagé selon le schéma suivant :

- Le Périmètre de Beht ;
- La Première Tranche d'Irrigation (PTI) ;
- La Seconde Tranche d'Irrigation (STI) ;
- La Troisième Tranche d'Irrigation (TTI).

3.3.2. Priorités en terme de rotations et assolement

Le Projet Sebou a visé avoir une valorisation maximale à l'hectare. En tenant compte des contraintes de sols et climat, le projet a imposé sur les agriculteurs auxquels il s'adressait des priorités en matière des rotations culturales et assolement. Le choix des assolements était fait en prenant en considération la conservation et l'enrichissement des sols. Il était important qu'il

soit assez simple pour être réalisable par les agriculteurs dont les connaissances agricoles étaient largement faibles. L'importance des besoins de la population en protéines animales, les rotations devaient garantir un certain équilibre entre la production végétale et la production animale.

D'où :

- En grande agriculture mécanisée, cela conduit à privilégier en irrigué les agrumes, puis la canne à sucre et le riz, et, en sec, le vignoble ;
- En exploitation familiale semi-mécanisée, les priorités sont moins nettes : en irrigué, le maraichage, en sec, une rotation avec le blé, culture fourragère et culture industrielle (J. J. Perennes, non daté).

5. Transformation de la politique agricole

Comme tout autre périmètre au Maroc, l'aménagement du périmètre du Gharb a été fait dans le cadre d'une certaine politique nationale, cette dernière a passé par deux phases complètement différentes.

La politique agricole au Maroc avait été marquée, jusqu'au milieu des années 1980, par un volontarisme qui s'était traduit par une intervention massive mais sélective de l'Etat (Akesbi, 2005). Durant cette période, la politique agricole marocaine avait comme objectifs :

- L'autosuffisance alimentaire ;
- La promotion d'une agriculture d'exportation compétitive.

Cette politique agricole a eu comme support « la politique des barrages », par laquelle l'Etat a investi dans des grands ouvrages de mobilisation des eaux de surface.

Au cours des années 1980, l'Etat a adopté une nouvelle politique celle dite « d'ajustement structurel ». Cette dernière ne vise plus l'autosuffisance mais simplement la sécurité alimentaire, en se basant sur deux supports :

- Le désengagement de l'Etat ;
- La libéralisation des échanges.

Afin de mettre en place sa nouvelle politique agricole, l'Etat donc a pris plusieurs mesures à savoir :

- Le désengagement des Offices de Mise en Valeur de toutes les prestations de services et des opérations à caractère commercial qu'ils assuraient auparavant et, le cas échéant, il leur était permis de les facturer au prix du marché ;
- La libéralisation des plans d'assolement ;
- La privatisation des activités comme le commerce des engrais ou les services vétérinaires ;
- La libéralisation de l'exportation par la suppression du monopole des « Offices de commercialisation et d'exportation » ;
- La libéralisation des prix de la plupart des produits agricoles à l'exception de la farine de blé tendre ordinaire et le sucre considérés sensibles et qui sont soutenues par l'Etat. (Akesbi, 2011)

CHAPITRE III. LES MERJAS ET LA PROBLEMATIQUE D'INONDATIONS DANS LA ZONE CENTRALE

1. Définition d'une Merja

« La Merja est la surface d'inondation d'une rivière qui subit un sort semblable à celui des fleuves désertiques et pour des raisons de même ordre : l'irrégularité extrême du débit et l'absence d'un niveau de base constant qui ne permettent pas l'établissement ou le maintien d'un lit bien défini. » (Célérier, 1922)

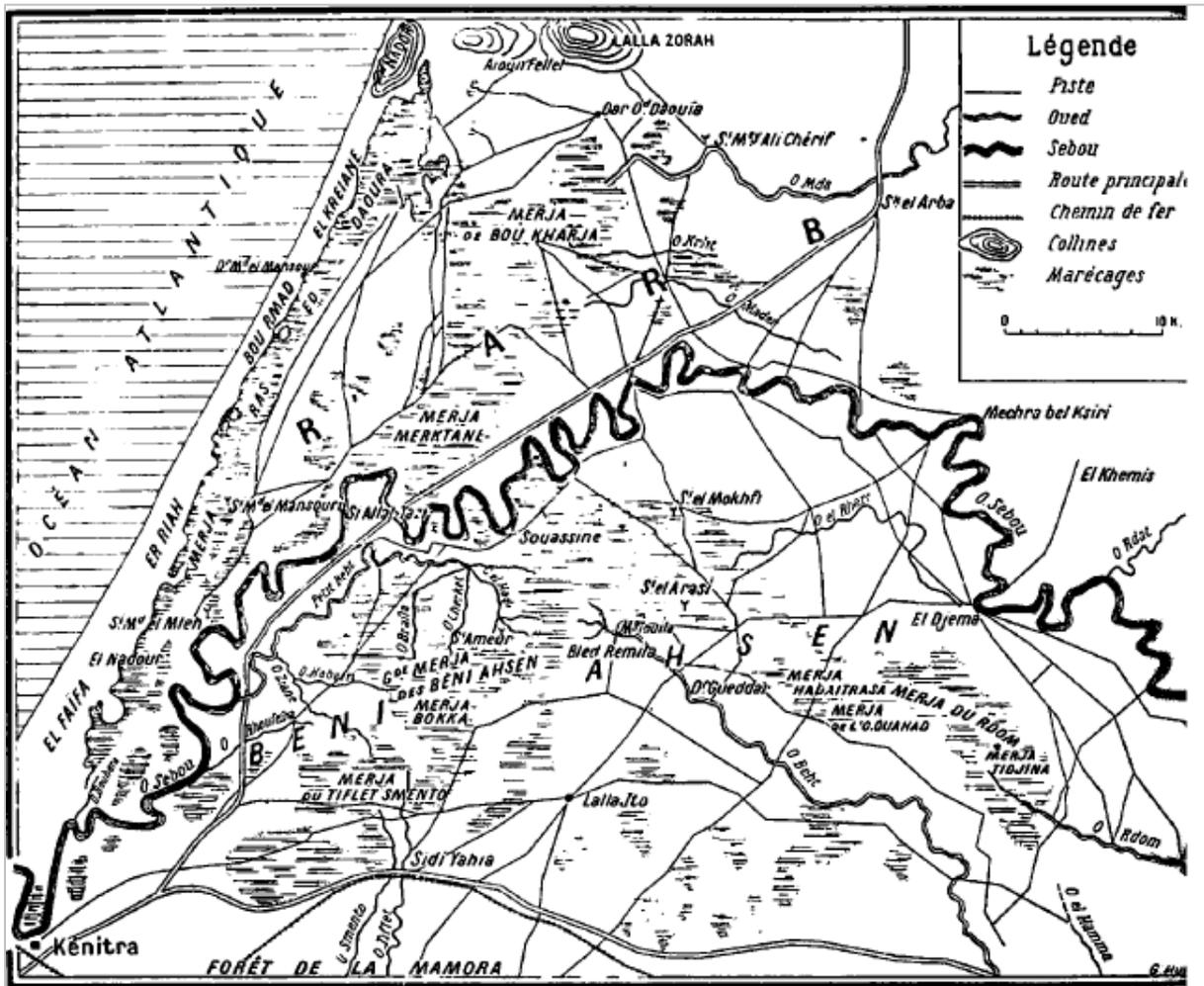


Figure 8. Les Merjas de la plaine du Gharb à l'aube du 20^{ème} siècle (Source : Célérier, 1922)

Les Merjas sont des zones basses, qui se trouvent inondées pendant les périodes hivernales par des oueds. En effet ces zones inondables sont des zones de dépression ou bien des zones de faibles altitudes par rapport à leurs alentours.

L'amplitude de la surface inondée varie dans un intervalle dont le maximum est atteint généralement pendant le mois Mars durant lequel le Hydra (la partie intérieure de la Merja) ainsi que la Plage (la partie extérieure de la Merja) se trouvent inondée, et un minimum équivalent à un état où la Merja est complètement asséchée.

2. Composantes d'une Merja

Comme expliqué par Célérier (1922), l'étendue, la forme, la dimension ainsi que la profondeur n'ont pas à être prise en considération dans la caractérisation des Merjas, puisqu'ils ne présentent aucun caractère de régularité. On peut dire que chaque Merja conserve son individualité.

Donc afin de caractériser les Merjas, une observation en quelque sorte extérieure permet de distinguer plusieurs parties, à savoir :

- La partie centrale appelée « Hydra » ;
- La partie extérieure appelée « Plage ».

Cependant le système complet d'une Merja est composé en plus de l'Hydra et de la Plage de deux autres composantes primordiales, à savoir :

- Une source d'eau ;
- Un émissaire.

2.1. Hydra

Topographiquement, le Hydra est une cuvette déprimée par rapport à ses alentours. La profondeur de l'eau dans la Merja atteint des valeurs maximale au niveau de l'Hydra, c'est la partie centrale de la Merja. En effet, le Hydra peut conserver l'eau pendant toute l'année ou au moins durant une bonne partie de l'année.

Le Hydra est entouré par ce qu'on appelle la Plage qui est la partie extérieure de la Merja. En effet, la limite entre les deux parties de la Merja reste théorique, puisqu'elle est difficile à déterminer. La formation de l'Hydra résulte de deux types de conditions, à savoir :

- Les conditions topographiques : l'existence d'une cuvette sans écoulement, mais avec émissaire dont le niveau est au-dessous du niveau de la cuvette ;
- Les conditions hydrographiques : avoir suffisamment d'apports d'eaux pour compenser au moins en partie l'évaporation.

En effet, ces conditions sont indépendantes. La topographie reste fixe dans le temps, tandis que le régime des pluies est variable d'une année à autre.

2.2. Plage

La plage est la partie extérieure de la Merja, inondée en hiver et asséchée l'été. Comme pour le Hydra, la limite extérieure de la Plage est difficile à tracer. Puisque cette limite est importante pour aider les agriculteurs à protéger leurs ensemencements près de la Merja, elle peut être déterminée même avec moins de précision en se basant sur la flore. Par exemple, les touffes de jonc ne dépassent pas la zone inondée.

2.3. Source d'eau

L'alimentation en eau des Merjas peut être assurée par :

- Ruissellement : en effet, suite à leur forme topographique de cuvette, les Merjas reçoivent un ruissellement venant de toute direction possible.
- Inondations de Sebou ;
- Affluents : ils représentent l'origine principale de l'eau.

Il existe deux types d'affluents : principal et secondaire ou intermittent appelé Seheb, dont le débit d'écoulement varie selon les saisons peut atteindre la valeur de zéro. Les Sehebs ont pour origine des ramifications de l'affluent principal, de Sebou ou d'une autre Merja voisine. Chaque affluent, à fur et à mesure de son écoulement, ses berges s'abaissent et il perd sa vitesse jusqu'à stagnation au niveau de la Merja.

2.4. Emissaire

Sert à évacuer les eaux de la Merja. En effet, dans le cas des Merjas, les émissaires ont des faibles débits d'évacuation en comparaison aux débits des affluents principaux des Merjas. Certaines petites Merjas n'ont pas d'émissaire.

3. Causes de formation des Merjas

Généralement lorsqu'on parle du Merja qui n'est qu'une zone basse où l'eau stagne, l'insuffisance du drainage paraît être l'origine de formation de ces Merjas. Cette théorie élimine plusieurs facteurs dont leurs interactions peuvent expliquer la formation des Merjas, à savoir :

- Le climat ;
- La nature du sol ;
- Le relief ;
- Le régime hydrographique.

3.1. Climat

Le climat est un facteur qui influence sur deux autres facteurs qui sont le relief et le régime hydrographique. En effet, le vent joue un rôle sur la topographie tandis que la pluviométrie est une composante essentielle du régime hydrographique. De plus, la température est le sous-facteur qui provoque l'évaporation des eaux stagnées dans les Merjas.

3.2. Nature du sol

Le sol est de nature sableuse ce qui paraît contradictoire avec la notion du Merja. Mais ses sables ayant comme origine les alluvions fluviales, ils sont assez argileux ce qui favorise l'imperméabilité du sol. Les apports en vase contribuent à imperméabiliser le sol en créant une couche au-dessus du sable.

3.3. Conditions topographiques

La plaine du Gharb est une zone de faibles altitudes. En effet, au niveau des Merjas la plus grande altitude atteint 16 m NGM et contre une valeur minimale de moins de 6 m NGM. La combinaison entre la faiblesse des altitudes et la faiblesse des pentes contribue à la formation des Merjas.

Du fait qu'il est à un niveau supérieur à celui de la plaine du Gharb, le Sebou a développé des berges hautes qui jouent le rôle d'une double digue qui empêche ses affluents de le rejoindre. Ce phénomène contribue à la formation des Merjas, puisque ces eaux ne vont pas rejoindre la mer et se terminent donc stagnées au niveau des zones basses de la plaine.

3.4. Conditions hydrographiques

Les conditions hydrographiques sont liées principalement au régime des pluies. Au Maroc, le climat est caractérisé par deux périodes : une sèche et une pluvieuse.

Au niveau de la plaine du Gharb, tous les oueds subissent un épuisement croissant de leurs puissances de transport avec l'affaiblissement de la pente, cela cause des dépôts des alluvions. Le Sebou a réussi à maintenir son lit et son trajectoire vers la mer grâce à son volume important durant toute l'année. Cependant ce n'est pas le cas pour ses affluents. En effet, quelques-uns cessent de couler à cause de leurs faibles débits suite aux prélèvements en amont, autres à cause des obstacles. Ces obstacles peuvent avoir comme origine des alluvions argileuses sur lesquelles se développe une végétation. Ces affluents ne réussissent pas à maintenir leurs lits. Lors des crues, l'eau se répand dans la plaine et stagne au niveau des zones basses.

4. Principales Merjas dans la plaine du Gharb

Avant tout travaux d'assainissement, les zones basses de la plaine du Gharb se trouvaient inondées par les eaux pluviales et les eaux de débordements des Oueds Sebou et Beht et autres affluents (R'dom, ... etc.). Ces zones basses formaient ce qu'on appelle des Merjas où l'eau stagne et ne disparaît que par évaporation durant les périodes sèches.

On peut distinguer entre les Merjas ou zones inondables de la Zone Centrale (la rive gauche de l'Oued Sebou) et celles de la Zone côtière (la rive droite de l'Oued Sebou).

Les Merjas de la Zone Centrale :

- Merja Sidi Ameer à l'Ouest ;
- Merja Boukka au Sud-ouest ;
- Merja Za'Itrat ;
- Merja Kebira au Centre ;
- Merja Klab au Nord de Dar el Gueddari ;
- Merja Jouad-Tedjina à l'Est de dar Gueddari.

Les Merjas de la Zone côtière:

- Merjas Ben Mansour qui comprennent la Merja Ras Eddaoura et la Merja Sidi Mohamed Ben Mansour ;
- Merja Fakroun ;
- Merja Merktane ;
- Merja Boukharja ;
- Merja Zerga.

5. Problème d'inondations dans la Zone Centrale

Le fait de sa topographie, la Zone Centrale étant une zone basse, elle est toujours envahie par les eaux excédentaires. Les inondations touchant cette zone résultent principalement des débordements d'Oued Sebou et Oued Beht.

5.1. Débordements de l'Oued Sebou

L'Oued Sebou subit une diminution de sa capacité de transit de l'amont vers l'aval en traversant la plaine du Gharb. La débitance de l'Oued Sebou diminue de 2 700 m³/s, à la confluence avec l'Oued Ouergha, à 800 m³/s au niveau de Briber. Elle augmente en aval, pour atteindre 900 m³/s au niveau du barrage de garde et plus de 1 600 m³/s à l'exutoire. La zone se trouve inondée puisque les débits à l'entrée de la plaine sont généralement largement supérieurs à la capacité de transit de Sebou. Les débordements amont (en aval de la confluence avec l'Oued Ouergha) se dirigent vers la zone de la confluence de Tihli et R'dom et inondent en premier lieu la Merja

Jouad puis la Merja Klab et ensuite la Merja Kebira. En aval entre Houafat et Belksiri, les débordements inondent la zone Bghailia (Merja Sidi Ameer) et se dirigent après vers l'exutoire entre Mograne et canal Beht-Sebou. (ORMVAG, 2011b)

5.2. Débordement de l'oued Beht

Le lit naturel de l'oued Beht subit une diminution de sa section à l'entrée de la plaine d'où la diminution de sa capacité de transit. Cette dernière diminue de 400 m³/s au niveau de l'oued Sebou à 160 m³/s au niveau de la déviation Beht Sebou. Ce lit naturel disparaît au niveau de la Merja Kebira, et continue en aval de canal Haidj qui a été aménagé dans la continuité du lit, mais avec une capacité de transit de 60 m³/s seulement.

Les débordements de la rive droite inondent la Merja Jouad, tandis que ceux de la rive gauche, inondent plusieurs Merjas : Masrane, Samora et Bokka ... ect. (ORMVAG, 2011b)

5.3. Débordements des autres affluents

Plusieurs affluents non contrôlés peuvent causer des inondations dans la Zone Centrale, à savoir :

- Oueds Tifelt et Smento ;
- Oued R'dom ;
- Oued Tihli;
- Oued Hamma.

6. Assainissement de la Zone Centrale

6.1. Composition du réseau d'assainissement

Le réseau d'assainissement est constitué de plusieurs canaux et Oueds, à savoir : canal Tihli, oued et canal R'dom, oued et canal Hamma, canal Khart, canal Klab, canal Bheita, canal Beht, canal Beht-Sebou, canal Bghailia, oued Ghoufirat, oued et canal Tiflet et canal Samora-Bouider. (ORMVAG, 2011b)

6.2. Fonctions du réseau d'assainissement

Le réseau d'assainissement réalisé dans la Zone Centrale de la plaine du Gharb, joue un rôle important dans :

- La vidange des zones basses (Merjas) inondées lors des crues par le Sebou, le Beht et autres affluents, en permettant une mise en culture vers la fin d'avril ;
- L'évacuation des eaux d'assainissement et drainage des secteurs aménagés en Grande Hydraulique ;
- La transition des eaux des débordements des Oueds Sebou et Beht régularisés par des barrages en amont et les crues venant des bassins versants intermédiaires via des Oueds non régularisés traversant les secteurs aménagés. (FAO, 2009)

Le réseau d'assainissement se trouve incapable devant cette dernière fonction à cause de sa faible capacité d'évacuation qui est estimée à 400 m³/s contre un débit d'inondation qui peut atteindre 2 500 m³/s (ORMVAG, 2011b).

6.3. Réseau d'assainissement et les Merjas

Les Merjas ou zones inondables de la Zone Centrale ont subi des travaux d'assainissement visant leur assèchement après inondations. Cela est fait selon trois systèmes (FAO, 2009) :

- Un système Nord pour drainer les Merjas centrales vers l'ouest du Beht (canal central Ouahad reliant l'oued R'dom au Beht et drainant les secteurs de la PTI, les secteurs du périmètre du Beht situés entre le Hamma et le Tihli, et les Merjas Jouad et Khart;
- Un système central véhiculant les eaux de la Merja Sidi Ameer et une partie de la Merja Kebira vers le Sebou par le canal Ghoufira,
- Un système sud véhiculant les eaux des Merjas Boukka et Samora vers le Sebou par le canal Ghoufira et la liaison Tiflet-Sebou.

7. Statut juridique des Merjas

Dès les années 1927, les Merjas ou zones inondables du Gharb ont subi des travaux d'assainissement visant leur assèchement et leur mise en valeur agricole. Les terres asséchées des Merjas de Ben Mansour, Ras Daoura, Sidi Ameer, Kebira et Jouad-Tedjina ont été déclassées du Domaine Public de l'Etat au Domaine Privé de l'Etat par les décrets présentés dans le tableau 3 ci-dessous :

Tableau 3. Les décrets de déclassement des Merjas au Domaine Privé de l'Etat

Province	Merja	Décret de déclassement du Domaine Public au Domaine Privé de l'Etat
Kenitra	Ben Mansour	n° 2-73-242 du 02/10/1973
	Ras Daoura	n° 2-73-240 du 30/10/1973
	Sidi Ameer	n° 2-72-378 du 06/13/1973
Sidi Kacem	Kebira	n° 2-72-48 du 06/11/1972
	Jouad-Tedjina	n° 2-58-1438 du 27/01/1959

(Source: ORMVAG, non daté)

Ces terres asséchées sont exploitées comme suit (ORMVAG, non daté) :

- Les collectivités riveraines qui exploitent le tiers en contre partie de leur droit d'usage des Merjas, comme expliqué par le Dahir n° 1-56-127 du 27 Aout 1956 ;
- Les distributions antérieures à 1966 opérées par Feu Mohammed V ;
- Les anciens locataires auprès du Service des domaines ;
- Terres accordées en guise de reconnaissance à des groupes de personnes tels que les nationalistes et les anciens combattants ;
- Des occupations irrégulières.

CHAPITRE IV. REFLEXIONS A L'ECHELLE AFRICAINE SUR LA MISE EN VALEUR AGRICOLE DES ZONES BASSES

En géographie, un bas-fond désigne un terrain enfoncé, plus bas que ceux qui l'entourent. Selon RAUNET (1985), les bas-fonds sont les fonds plats ou concaves des vallons et petites vallées dans les parties amont des réseaux de drainage. Ils représentent des « unités de milieu » spécifiques et essentielles au sein des paysages tropicaux. Ce sont les axes de convergence préférentielle des eaux de surface, des écoulements hypodermiques et des nappes. Ils reçoivent également les transports solides des versants.

1. Bas-fonds au Mali : La région de Sikasso

Au Mali, les bas-fonds couvrent une surface estimée à 700 000 ha, dont 300 000 ha dans la partie méridionale du pays. Sur le plan national ainsi que local, les bas-fonds contribuent de manière non négligeable à la sécurité alimentaire et à la création d'emplois et donc la réduction de la pauvreté. A titre d'exemple, plus de 11% de la production nationale de Paddy, et une grande partie des productions fruitières, maraichères et tubercules sont produites au sud de Mali. Cela montre le potentiel agricole des bas-fonds de sud de Mali, malgré la superficie minimale accordée à l'agriculture qui est de l'ordre de 50 000 ha contre une superficie de 300 000 ha occupée par ces bas-fonds.

1.1. Présentation de la région de Sikasso

Située au sud du Mali (Réf. Figure 9), la région de Sikasso est caractérisée par un climat soudano-sahélien dont les précipitations annuelles sont de l'ordre de 800 à 1200 mm pendant une période de 4 à 5 mois. La région a un potentiel agricole important particulièrement en matière de filière cotonnière et de filière céréalière.



Figure 9. La localisation de la région de Sikasso

Ce potentiel résulte des ressources en eau naturelles de Sikasso, cette dernière est alimentée en eau par les ruissellements des eaux pluviales. Le bas-fond de Sikasso a donc bénéficié de plusieurs projets visant son aménagement et sa mise en valeur, dès les années 1972 à savoir « Le Projet de riziculture sur le haut plateau et dans le bas-fond de Sikasso ».

Les agriculteurs du bas-fond de Sikasso bénéficient des conditions physiques favorables et d'une facilité d'accès aux marchés. Cela permet à ces agriculteurs de diversifier et intensifier leurs productions agricoles.

En saison hivernale, la riziculture est pratiquée au niveau des zones moyennes et basses du bas-fond qui représentent des terres inondables du bas-fond. L'arboriculture et les tubercules sont pratiqués au niveau des zones hautes, ces zones sont rarement inondées mais bénéficient d'une nappe proche de la surface. En saison sèche et au niveau des zones basses ce sont la culture de la pomme de terre et les cultures maraichères qui sont y pratiquées.

1.2. Aménagements dans la région de Sikasso

La région de Sikasso a connu 254 projets d'aménagement qui concerne une superficie de 19 100 ha, entre la période entre le début des années 80 et la fin des années 90, comme explicité dans le tableau 4 ci-dessous.

Tableau 4. Aménagements de la région de Sikasso

Période	Nombre de Projets	Superficies concernées (ha)
Avant 1983	27	15 800
1983-1992	45	1 500
1993-1997	182	1 800

(Source: Agriculture et développement n°2, 1994)

Durant les années 70, les aménagements à savoir des barrages de dérivation et réseaux sommaires d'irrigation réalisés avaient comme objectif l'intensification de la riziculture. Ces projets ont connu un faible taux de réussite, cela est dû à la faible connaissance des caractéristiques physiques du milieu, l'inadaptation des projets à l'environnement socioéconomique, et de l'orientation exclusive vers la riziculture.

Depuis les années 80, les nouveaux projets menés par des organisations non gouvernementales et l'Etat malien, portait une certaine correction des erreurs commises précédemment, et donc ils ont cherché à impliquer les villageois dans la mise en valeur des terres inondables, diversifier les cultures pratiquer au niveau de ces terres et approfondir la connaissance du milieu nature qui était la clé de la réussite des aménagements. En effet la forte perméabilité des sols dans les bas-fonds de la région de Sikasso et l'absence d'une nappe phréatique conduit ; pour le cas la riziculture ; à l'utilisation d'un volume six fois supérieur d'évapotranspiration maximale de la culture du riz. La bonne gestion de l'eau dans ce bas-fond nécessite donc, une certaine compréhension de la dynamique de la nappe, d'où la réalisation de plusieurs aménagements qui peuvent être catégorisés en trois types :

- Les barrages à batardeaux dans le lit mineur qui concerne chacun une surface étendue de plus de 200 ha ;
- Les barrages à batardeaux complétés par des périmètres hydro-agricoles. Permettant épandage uniforme de la crue sur les parcelles situées en aval ;
- Les micro-barrages demi-souterrains au niveau du lit majeur. De moindre taille, qui régularisent le régime hydrologique des différentes parties du bas-fond pendant la saison des pluies.

Les deux premiers types se sont montrés efficace sur les cours d'eau pérennes. Ces aménagements ont garanti l'irrigation durant la saison sèche des cultures de contre-saison (maraichage, pomme de terre) et les plantations fruitières telles que bananier, papayer et ananas, en retardant la descente de la nappe.

2. Bas-fonds au Bénin : La commune de Boukoumbé

2.1. Le Secteur agricole et l'aménagement des bas-fonds

Selon le Ministère de l'Agriculture et de l'Agroalimentaire et de la forêt de la République Française, l'économie béninoise s'articule sur l'agriculture, cette dernière représente 32% du PIB (2015), et emploie une grande partie de la population active. Le Bénin couvre une superficie totale de l'ordre de 11.47 M ha dont 2.6 M ha de terres cultivables. Cependant les terres irrigables ne représente que 300 000 ha dont 200 000 ha est la superficie des bas-fonds.

Le secteur agricole est caractérisé par la diversification de sa production, on peut distinguer entre deux catégories de produits :

- Les produits de rente : à savoir le Coton, l'Anacarde, le Palmier à huile et l'Ananas.
- Les produits vivriers : à savoir le maïs, le manioc, le sorgho, l'igname, le niébé et l'arachide.

A cause de la sous-exploitation des potentiels hydriques, et de la faiblesse des terres aménagées (12 258 ha en 2015), le Bénin est en face d'un problème d'insécurité alimentaire, particulièrement en matière du riz dont le besoins a dépassé la production, les importations en riz sont de plus de 50 000 t par an.

Vue leurs potentiels hydriques et leurs sols fertiles, les bas-fonds ont été au centre d'intérêt de toute politique de développement agricole à l'Afrique de l'Ouest et au Bénin en particulier. Face à l'insécurité alimentaire dont souffre le pays, le gouvernement béninois a lancé plusieurs projets et programme à savoir : Projet d'Appui à la Sécurité Alimentaire dans les départements de l'Atakora et de la Donga, Projet d'Appui au Diversification Agricole, Fonds d'Investissement pour la Promotion de l'Agriculture, Facilité d'Appui aux Filières Agricoles, Projet d'Appui à la Filière Riz et le Programme d'Aménagement des Bas-fonds et Petits Périmètres irrigués (PAPPI). Ce dernier vise l'aménagement des bas-fonds sur l'ensemble du territoire ainsi que la promotion de la culture de riz dans le but de « la réduction de l'insécurité alimentaire et la diversification des productions destinées à l'exportation ou à la substitution aux importations » (PAPPI, 2005).

2.2. Commune de Boukoumbé

Située au Nord-Ouest de Bénin (Réf. Figure 10), la commune de Boukoumbé fait partie du département de l'Atakora. Elle occupe une superficie de 1 036 km² ce qui est équivalent à environ 1% du territoire du pays.

L'économie locale porte sur plusieurs secteurs à savoir : L'agriculture, les mines et l'industrie, le tourisme et le commerce. Cependant le secteur agricole reste le plus important dans Boukoumbé, il est caractérisé par une diversification de la production. Les principales cultures pratiquées sont (Wikipedia) :

- Des céréales : sorgho, mil, fonio, riz et maïs ;
- Des racines et tubercules : igname, patate douce, taro, manioc ;
- Des légumineuses : niébé, voandzou, arachide, sésame ;
- Des cultures de rente : le coton et le tabac.

Boukoumbé jouissent d'un climat soudano-guinéen caractérisé par une saison pluvieuse allant d'Avril à Octobre et une saison sèche allant de Novembre à Mars. Elle reçoit des précipitations annuelles de l'ordre de 1 100 mm irrégulièrement réparties tout au long de la saison pluvieuse.

La région de Boukoumbé est soumise à le harmattan, vent sec et chaud qui souffle entre les mois de novembre et février. A partir de fin mars, la région est sous l'influence de la mousson océanique qui apporte la pluie (ANCB, 2006). Boukoumbé est caractérisée par une topographie variable en espace : un relief accidenté au Nord-Est, des affleurements rocheux au centre et une plaine inondable dont les bas-fonds à l'Ouest (DGAT, 2013). Ces derniers sont des zones convenables pour la culture du riz. Le réseau hydrographique de la commune est dense et ayant deux principales rivières : Koumagou et Kouniti. Sur le plan pédologique, on peut distinguer entre cinq classes du sol à savoir les sols minéraux bruts (profondeur inférieure à 10 cm), les sols peu évolués (profondeur de 10 à 30 cm), les sols ferrugineux tropicaux lessivés (profondeur de 3 à 100 cm) et les sols hydro-morphes dans les bas-fonds (ANCB, 2006). A l'exception des sols des bas-fonds les sols ont de faible teneur en matière organique.

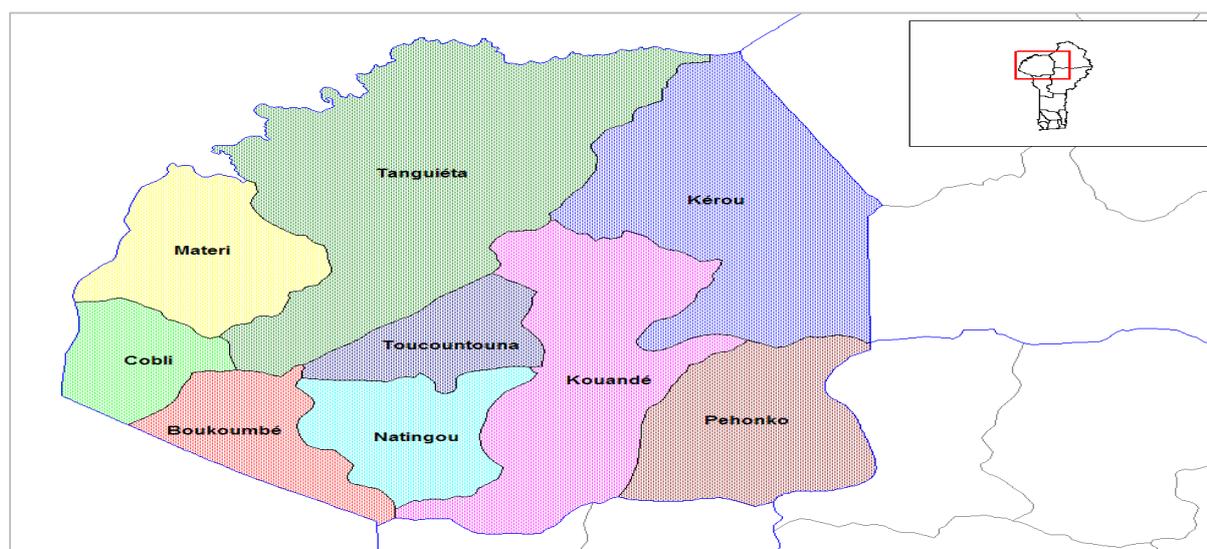


Figure 10. Localisation de la commune de Boukoumbé (Source: Wikipedia)

2.3. Bas-fonds de Boukoumbé

Grace à leur potentiel hydrique et la fertilité de leurs sols, les bas-fonds sont des milieux convenables à la pratique du riz dont la production nationale ne couvre pas les besoins. Selon une étude menée par le DGAT en 2013, la commune de Boukoumbé dispose de 67 bas-fonds couvrant une superficie de 2 106 ha équivalent d'environ 2% de la superficie totale de la commune. Cependant et malgré les projets et programmes visant l'aménagement des bas-fonds, seulement douze bas-fonds sont aménagés pour la production du riz et qui couvrent une superficie de 320 ha.

Selon la même étude, l'impact de l'aménagement de ces bas-fonds peut être conclu en comparant les rendements du riz dans les bas-fonds aménagés et ceux non aménagés. Le tableau 5 ci-dessous montre les rendements de deux variétés su riz qui sont le BERIS-21 et le BL-19, cultivées et récoltés dans les mêmes conditions de semis et récolte.

Tableau 5. Rendements sur les parcelles aménagées et non aménagées

Variétés de riz	Parcelle non aménagée	Parcelle aménagée	Ecart de rendement
BERIS-21	1.300 à 1.800 t/ha	2.900 à 5.500 t/ha	1.600 à 3.700 t/ha
BL-19	0.900 à 1.700 t/ha	2.500 à 5.900 t/ha	1.600 à 4.200 t/ha

(Source: DGAT et SADC , 2013)

L'aménagement des bas-fonds a donc un impact positif sur les rendements de la culture du riz. Cette amélioration est due à la meilleure maîtrise de l'eau et sa répartition sur l'ensemble du bas-fond que l'aménagement garantit.

2.4. Types d'aménagement des bas-fonds de Boukoubé

Dans la commune de Boukoubé, il existe plusieurs types d'aménagements des bas-fonds à savoir (DGAT, 2013) :

2.4.1. Diguettes de rétention ou diguettes principales

Les diguettes de rétention (Réf. Figure 11) sont installés perpendiculairement au sens d'écoulement de l'eau dans le bas-fond, pour capter les eaux de ruissellement et donc créer de petites retenues d'eau. Ces diguettes permettent l'infiltration de l'eau et sa répartition ainsi que le ralentissement de la vitesse d'eau en protégeant le sol contre l'érosion. Les diguettes sont construites à l'aide des pierres sèches, elles ont une hauteur variant entre 0.5 et 1 m et une base ayant une largeur qui dépasse 1 m.



Figure 11. Diguettes principales (Source: DGAT, 2013)

2.4.2. Diguettes intermédiaires

Les diguettes intermédiaires (Réf. Figure 12) ont une forme identique aux diguette principales mais d'emprise moins importante. Elles organisent la superficie exploitée du bas-fond en casiers rizicoles.



Figure 12. Diguettes intermédiaire formant des casiers rizicoles (Source : DGAT, 2013)

2.4.3. Digue d'amortissement de crue

Installée en tête l'aménagement, la digue d'amortissement est un ouvrage ayant une hauteur maximale d'un mètre contribue à amortir la crue et donc réer une rétention d'eau qui pourra être utilisée dès qu'il y a besoin en eau des cultures.

2.4.4. Vannes de vidange

Ce sont des vannes (Réf. Figure 13) dont le tablier est en bois, elles sont encastrées dans les supports en béton. Ces vannes ont des dimensions qui varient selon le débit d'eau à évacuer.



Figure 13. Vanne de vidange ouverte (Source: DGAT, 2013)

3. Bas-fonds de la Tunisie : La région de Kairouan

3.1. Présentation de la région du Kairouan

Située dans le centre de la Tunisie, la région du Kairouan (Réf. Figure 14) couvre une superficie de 6 712 km² ce qui est équivalent à 4.1% de la superficie du pays. Le climat y est de type semi-aride dont les précipitations annuelles sont entre 250 mm et 400 mm et la température entre 25°C et 42°C en été et entre 5°C et 21°C en hiver (Wikipedia).

Sur le plan topographique, la région de Kairouan est une plaine ayant une pente douce et une forme d'une vaste cuvette de 100 km de longueur (axe Nord-Sud) et de 40 km de largeur (axe Est-Ouest). (Rebai, non daté)

Concernant les ressources en eau superficielles, le réseau hydrographique est marqué par trois oueds régularisés (Rebai, non daté):

- Oued Nebhana au nord contrôlé par le barrage Nebhana ;
- Oued Merguellil contrôlé par le barrage El Houareb ;
- Oued Zéroud au sud contrôlé par le barrage Sidi Saâd.

L'agriculture est l'activité économique la plus importante dans la région, avec 657 000 ha de terres agricoles (Wikipedia). La production y est diversifiée, on trouve de la céréaliculture, l'arboriculture et les cultures maraichères.



Figure 14. La localisation de la région de Kairouan (Source : d-maps.com)

3.2. Mise en valeur agricole des bas-fonds

Selon une étude publiée dans le Cahier Agricole en 2015, les bas-fonds ou zones marécageuses de la plaine de Kairouan ont été mis en valeur agricole, sur quatre périodes :

3.2.1. Avant les années 1970

La production agricole était concentrée sur les céréales et l'olivier qui n'étaient cultivées qu'en zones protégées par des digues contre les inondations, équivalent à une superficie minimale des bas-fonds. Les bas-fonds étaient exploités comme pâturages, malgré leurs sols humides et fertiles puisqu'ils sont considérés comme zones « à risque et pénibles ». A l'automne 1969, une crue majeure, qualifiée de « catastrophe climatique » par Poncet (1970), a infligé de

nombreux dégâts dans toute la plaine, et particulièrement dans les bas-fonds où la crue a été responsable de : l'infertilité des sols par érosion ou à l'inverse par dépôts excessifs de sable, la destruction de digues, de l'arrachage d'oliviers et d'une forte mortalité du cheptel. Cette crue a contribué à la marginalisation des bas-fonds considérés comme « terres à risques ».

3.2.2. Entre les années 1970 et 1980

Au début des années 1970, les politiques hydro-agricoles tunisiennes ont été axées sur la mobilisation des eaux souterraines et leur exploitation en irrigation. Le premier périmètre public irrigué (PPI) a été aménagé dans la plaine de Kairouan en 1971, alimenté par de l'eau subventionnée, dans le but de la sécurisation et l'intensification de la production agricole. La pratique des cultures maraichères à savoir : le melon, la pastèque et autres a été développée dans les terres hautes de la plaine. Cependant, les bas-fonds n'étaient pas concernés par cet aménagement, vue l'accès difficile et leur relief hétérogène qui rend difficile de mécaniser les travaux du sol, les bas-fonds seraient toujours marginalisés jusqu'à la fin des années 1980. Vers la fin des années 1970, et suite à la diminution de la taille des exploitations (héritages), des nouvelles cultures arboricoles et maraichères ont été pratiquées au niveau des bas-fonds et ont donné de bons rendements. Cependant, une chute de rendements des cultures maraichères a été occasionnée par des maladies qui se sont apparues à cause du microclimat des bas-fonds (caractérisé par une température et humidité élevées et un vent faible). Cela a mené les agriculteurs à appliquer des quantités immenses de produits phytosanitaires, dont l'impact environnemental sur les eaux et le sol est présent jusqu'à maintenant.

3.2.3. Entre les années 1980 et 1990

A la fin des années 1980, la recrudescence des sécheresses, ainsi que la baisse du niveau piézométrique des aquifères, liée aussi à leur surexploitation, ont poussé l'Etat à s'engager dans une politique de rationalisation des usages de l'eau. Une tarification progressive de l'eau a alors été introduite, accompagnée par un quota d'usages visant à limiter l'irrigation en dehors des PPI (Al Atiri, 2007). L'augmentation du coût de l'eau d'irrigation a fait que certains agriculteurs n'étaient plus en mesure d'irriguer la totalité de leurs parcelles hors des PPI. Vue qu'ils sont devenus protégés contre les inondations par les barrages en amont et grâce à leurs sols humides, les bas-fonds commençaient à être aperçues exploitables.

3.2.4. Dès les années 1990 à nos jours

Due à la concurrence sur le foncier, le faible coût d'achat et de location ainsi que l'abondance de la ressource en eau, les bas-fonds de la plaine du Kairouan sont devenus au centre d'intérêt des agriculteurs locaux ainsi qu'étrangers visant leur mise en culture.

De fait qu'ils n'ont assisté à aucune crue destructrice, les fils d'anciens agriculteurs des bas-fonds prennent le risque d'investir dans les bas-fonds afin d'augmenter leurs faibles revenus résultant de la mise en valeur de leurs petites exploitations héritées. Les nouveaux agriculteurs souvent jeunes et ayant une formation universitaire, ces derniers sont à la mesure de faire des demandes de subventions et de se renseigner sur les prix et les types d'intrants, ainsi que sur les filières agricoles porteuses. Non dépendant seulement sur leurs revenus agricoles, et ayant autres sources de revenus, ces nouveaux agriculteurs sont courageux en matière d'expérimentation de nouvelles cultures adaptée aux conditions pédoclimatiques des bas-fonds à savoir : l'arboriculture et les plantes aromatiques, ainsi qu'en matière d'aménagements nécessaires à la mise en valeur des bas-fonds à savoir : des travaux de terrassement visant l'élimination des obstacles et la réduction d'inclinaison des versants afin de faciliter l'intensification.

CHAPITRE V. LES TECHNIQUES D'IRRIGATION AU GHARB

La politique des barrages qui commençait dès les années 30 a visé la réalisation de grands barrages dans le but de mobiliser les eaux de surface pour des fins agricoles ainsi que l'alimentation en eau potable. Suite à cette politique, de grands barrages ont été réalisés dans la périphérie de la plaine du Gharb d'où les terres inondées auparavant se trouvaient à l'abri des risques d'inondations. Le périmètre du Gharb a connu des travaux d'aménagements hydro-agricoles dès les années 70 selon trois tranches, dans le but d'exploiter le potentiel agricole de la plaine. Le périmètre du Gharb est donc aménagé en grande hydraulique sur 114 000 ha dont 91 000 ha en gravitaire, 20 000 ha en aspersion.

1. Irrigation gravitaire ou de surface

C'est la technique la plus ancienne à l'échelle mondiale ainsi qu'à l'échelle nationale. Après l'indépendance, l'Etat marocain limitait au maximum ses importations pour des raisons purement économiques, d'où la technique d'irrigation en gravitaire paraît convenable à cette époque du fait qu'elle ne nécessite aucuns matériels sophistiqués importés de l'étranger (Taky, 2018).

Le périmètre du Gharb a été aménagé en blocs d'irrigation dont chacun est divisé en 4 à 6 soles. Chaque sole est alimentée en eau d'irrigation par un canal arroseur alimentée lui-même par une prise d'irrigation qui se trouve au niveau du canal tertiaire. L'assainissement de chaque sole est assuré par une colature quaternaire à son aval. Au niveau de la parcelle, on trouve plusieurs types de d'irrigation par gravitaire à savoir : la raie longue, la Robta ou mini-raie qui la plus utilisée et la submersion.

Les données présentées dans les paragraphes suivantes sont extraites d'une étude publiée par HAL intitulé « Diagnostic des pratiques d'irrigation gravitaire et possibilités d'amélioration dans le Gharb au Maroc » (Taky, 2005).

1.1. Irrigation à la raie longue

L'irrigation à la raie longue est utilisée dans les terrains en pente afin de favoriser le ruissellement de l'eau de l'amont vers l'aval de la raie. L'eau au niveau des raies s'infiltré dans les deux sens horizontale et verticale. Les raies sont généralement écartées de 0.5 à 1.5 m, elles ont une profondeur entre 0.15 et 0.30 m et une longueur entre 80 et 130 m. Cette technique convient aux cultures de lignes sensibles à la submersion et aux sols ayant une bonne conductivité hydraulique afin de permettre l'infiltration horizontale et verticale de l'eau d'irrigation.

Cette technique n'a pas connu un grand succès au niveau de périmètre su Gharb à cause de plusieurs contraintes techniques à savoir :

- La dégradation du nivellement suite aux pratiques culturales : le mauvais nivellement rend difficile l'écoulement de l'eau de l'amont vers l'aval des raies, on se trouve donc dans un cas d'arrosage non uniforme ce qui a des effets néfastes sur la culture ;
- La difficulté d'amorçage des siphons ; utilisés comme moyens de dérivation de l'eau d'irrigation de l'arroseur vers les raies ; ainsi qu'au besoin d'emmagasinement de ce matériels ce qui nécessite un coût supplémentaire.

Suite à ces contraintes, plusieurs agriculteurs ont opté pour l'irrigation à la Robta ou mini raies.

1.2. Robta et mini-raies

L'eau d'irrigation est apportée par un réseau de seguias composé d'un adducteur dont l'eau est dérivée par brèches aux seguias de distribution. Ces dernières desservent des bassins dont la superficie ne dépasse pas les 50 m² irrigué par submersion ou bien par des raies dont la longueur ne dépasse pas quelques mètres. Cette méthode est la plus répandue du fait qu'elle est adaptée aux parcelles de petites superficies, ainsi qu'au problème de dégradation du nivellement du terrain. Comme toute autre technique d'irrigation, l'irrigation à la Robta présente des inconvénients à savoir : le besoin important en main d'œuvre et en temps de travail ainsi que les pertes en surfaces agricoles qui se traduisent en pertes en rendement agricole.

2. Irrigation par aspersion

2.1. Contexte d'introduction de l'aspersion dans le périmètre du Gharb

Dès les années 60, l'Etat marocain a encouragé la pratique de certaines cultures dans le but de garantir l'autosuffisance alimentaire, à savoir les cultures sucrières. Au niveau du périmètre du Gharb, la betterave à sucre a été introduite en 1963 et la canne à sucre en 1973. La pratique de ce type de cultures a incité l'introduction de l'irrigation par aspersion au périmètre, du fait de la difficulté que présente le gravitaire pour le processus de la récolte mécanique de la canne à sucre (Bouhamidi, 1980). En 1967, la politique des barrages a été lancée de nouveau par Feu SM Hassan II dans le but d'irriguer 1 million d'hectares à l'horizon de 2000 avec un rythme moyen de 6 000 ha/an, cependant le rythme d'aménagement en gravitaire ne peut dépasser les 4 500 ha/an. L'irrigation par aspersion a été donc introduite en 1977 dans le secteur P7 de la PTI. L'exonération de droits de douanes et de taxes des importations en matériels agricole depuis 1982 a été un facteur encourageant à la propagation de la technique d'irrigation par aspersion. Durant la période entre 1980 et 1998, plusieurs secteurs ont été équipés en aspersion dans le cadre de la STI.

2.2. Réseau collectif

Puisque c'est une technique d'irrigation sous pression, l'introduction de l'aspersion a nécessité la mise en place des stations de pompage. Le transport et la distribution de l'eau d'irrigation sont assurés par des conduites enterrées fonctionnant en charge, elles sont en BA pour des diamètres supérieurs à 400 mm en acier dans le cas contraire (Taky, 2018). A l'aval de ce réseau collectif existent des bornes d'irrigation. Ces bornes sont composées chacune d'un purgeur, d'une vanne à opercule, d'une chasse pierre, d'un compteur, d'un régulateur de pression et d'un limiteur de débit. Il est à mentionner que contrairement au cas de gravitaire desservi par tour d'eau, l'irrigation par aspersion est desservie à la demande.

2.3. Réseau individuel

Au niveau de la parcelle, l'irrigation par aspersion nécessite un certain nombre de matériels d'irrigation, à savoir :

- Une antenne parcourant la parcelle sur toute sa longueur ;
- Des rampes dans le sens transversal de la parcelle ;
- Des asperseurs ;
- Des accessoires divers : vannes, coudes, ... etc.

La figure 15 présente un schéma d'équipement interne à la parcelle en aspersion, pour un écartement de 18*18 m et une surface agricole utile de 12,44 ha.

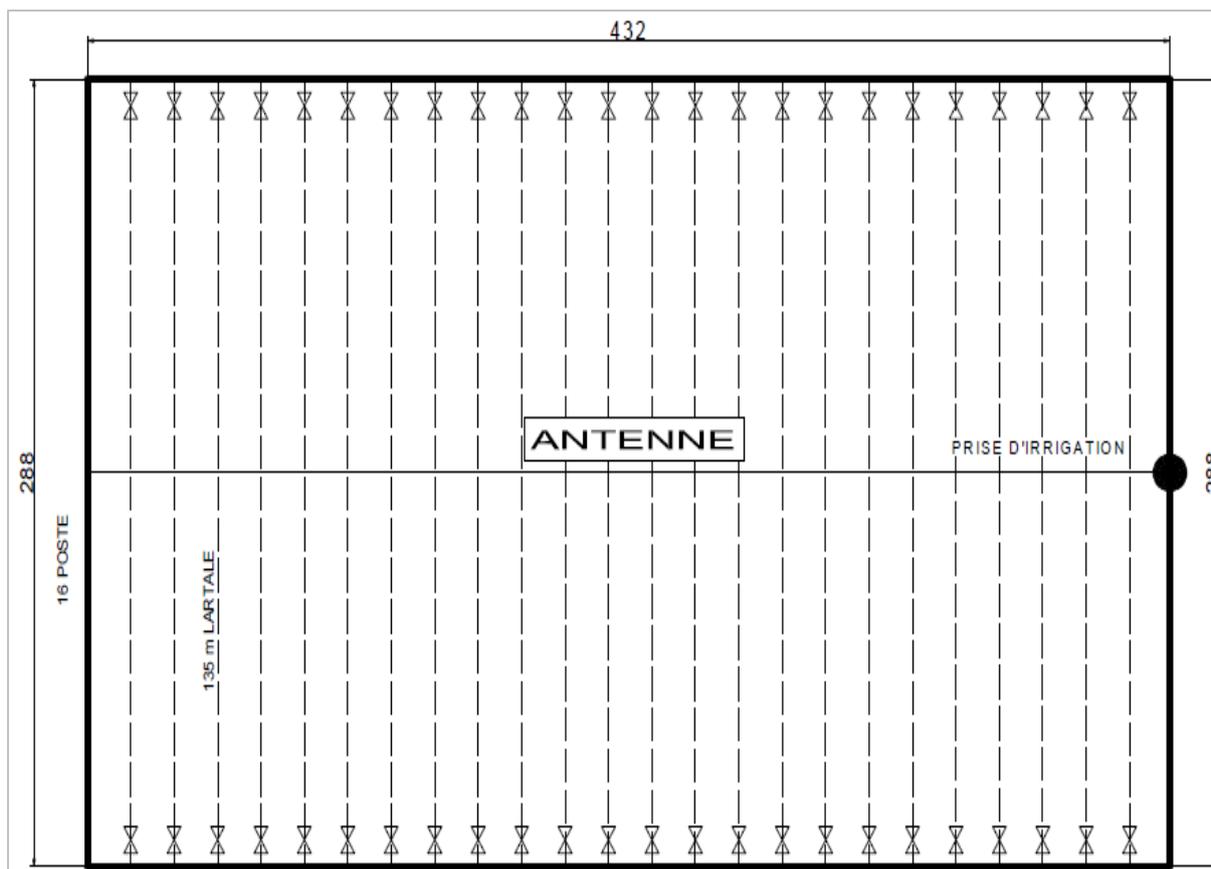


Figure 15. Schéma d'équipement interne en aspersion (Source : BRL, 1976)

2.4. Contexte de la reconversion en irrigation localisée

Les secteurs aspersionnels ont montré avec le temps des défaillances en termes d'efficacité à cause de la détérioration des matériels d'irrigation à la parcelle. Les agriculteurs ne peuvent opter pour le renouvellement de ces matériels qui coûte 10 000 DH/ha. Le mal fonctionnement des réseaux aspersionnels dans un contexte de rareté de l'eau au niveau national a laissé la porte ouverte à une nouvelle technique d'irrigation jugée efficace, cette technique est l'irrigation localisée. L'Etat marocain a lancé plusieurs programmes nationaux visant l'économie en eau, particulièrement l'eau d'irrigation à savoir le PNEEI à travers la reconversion collective au niveau des secteurs collectifs ainsi que la reconversion individuelle hors secteurs équipés.

3. Irrigation par goutte-à-goutte

3.1. Contexte d'introduction dans la plaine du Gharb

Le goutte-à-goutte a été introduit au Gharb particulièrement au niveau de la zone côtière durant les années 1990 dans les exploitations de fraises et de bananes. Les ouvriers y employés faisaient partie des douars existant dans la même zone. À partir des années 2000, et à l'aide de l'expérience accumulée par cette main d'œuvre, la technique a été progressivement reproduite chez les agriculteurs locaux pratiquant des cultures maraichères.

Au niveau du périmètre collectif, cette technique a été introduite dans le cadre de projets de reconversion en irrigation localisée suite à un contexte inquiétant de la disponibilité des ressources en eau au niveau national.

3.2. Au niveau des secteurs collectifs

La mise en place d'un réseau collectif en irrigation localisée nécessite la mise en pression de l'eau d'irrigation, d'où dans le cas de la reconversion d'un secteur gravitaire, la mise en place d'une station de pompage est impératif, sinon dans le cas de la reconversion d'un secteur aspersion certains changements ont été opérés sur les stations de pompage déjà existantes afin de s'adapter aux nouvelles conditions de fonctionnement exigées par la reconversion à l'irrigation localisée. Le reste du réseau est identique à celui des réseaux aspersion. Cependant, les bornes collectives d'irrigation ont été liées à des prises individuelles dont chacune existe en tête de la propriété de chaque agriculteur. Une telle prise comporte seulement un compteur, un limiteur de débit et une vanne.

3.3. Hors secteurs collectifs

Les agriculteurs ayant des exploitations hors secteurs irrigués par pompage privé, bénéficient de subventions étatiques qui peuvent aller jusqu'à 100 % dans le cas des exploitations de moins de 5 ha. Les réseaux installés respectent les normes de dimensionnement d'un réseau en goutte-à-goutte puisqu'ils sont dimensionnés et installés par des sociétés spécialisées dans l'irrigation localisée. Cependant et dans le but d'éviter toute erreur possible, chaque étude de dimensionnement d'un réseau d'irrigation en goutte-à-goutte établie au profit d'un agriculteur bénéficiant de subvention est sujette à une vérification par des ingénieurs de l'ORMVAG.

PARTIE II. MATERIELS ET METHODES

CHAPITRE I. METHODOLOGIE DU TRAVAIL

Afin de caractériser les systèmes d'irrigation dans les zones inondables et de déterminer si les agriculteurs exploitent bien le potentiel agricoles des Merjas, deux approches méthodologiques complémentaires ont été adoptée. La première approche est basée sur des entretiens auprès des agents de l'ORMVAG et sur des enquêtes auprès des agriculteurs. La deuxième approche est basée sur des mesures sur le terrain de quelques paramètres à savoir : le débit, la pression et le coefficient d'uniformité des goutteurs. Par conséquent, le travail a été élaboré en trois volets :

- un volet théorique ;
- un volet pratique ;
- un volet analytique.

1. Volet théorique

Il a consisté à faire une recherche bibliographique qui porte sur les différents thèmes et notions liés à la thématique portant sur «La caractérisation des pratiques d'irrigation dans les zones inondables dans la plaine du Gharb – Cas de la Zone Centrale ». D'où l'importance de faire une présentation du contexte de cette étude à savoir la plaine du Gharb et particulièrement la Zone Centrale, une présentation des zones inondables (Merjas) au niveau local ainsi qu'au niveau continental, et une présentation des trois techniques d'irrigation existantes.

La collecte des données a été opérée au niveau du siège de l'ORMVAG et de l'Arrondissement de Gestion des Réseaux de Sidi Allal Tazi ainsi que les sites web de quelques organismes concernés par le développement agricole à savoir la FAO. La partie théorique a conduit donc à une meilleure compréhension du contexte de ce travail et à avoir des idées claires sur les expériences des autres pays africains en matière de la valorisation des zones inondables.

2. Volet pratique

Des sorties sur le terrain ont été réalisés en deux phases :

2.1. 1^{ère} phase : Caractérisation préliminaire des pratiques d'irrigation dans les zones inondables

2.1.1. Description

Cette phase a été réalisée dans le but d'avoir une image préliminaire sur les pratiques d'irrigation des agriculteurs dans les zones inondables dans la Zone Centrale. La caractérisation porte principalement sur les aspects suivants:

- La caractérisation des techniques d'irrigation qui concerne :
 - ✓ Les ouvrages de mobilisation de la ressource en eau ;
 - ✓ Le réseau d'adduction de l'eau d'irrigation ;
 - ✓ Le réseau d'irrigation à la parcelle.
- La gestion d'irrigation qui porte sur le pilotage de l'irrigation.

Cette caractérisation a été réalisé en faisant des sorties sur le terrain et des enquêtes avec des agriculteurs qui pratiquent l'agriculture irriguée. Les enquêtes ont été menées à l'aide d'une fiche d'enquête (Cf. annexe 1), cette dernière porte sur les axes suivants :

- **La caractérisation du ménage** : sert à collecter des informations sur l'agriculteur ;

- **La caractérisation de l'exploitation** : concerne plusieurs aspects à savoir : la localisation, le statut foncier, le mode de faire valoir, la superficie, l'assolement, ... etc.
- **La caractérisation de la ressource en eau** : concerne la nature ainsi que les caractéristiques de la ressource en eau en termes de qualité, de quantité et de disponibilité ;
- **La caractérisation des ouvrages de mobilisation de la ressource en eau** : concerne les caractéristiques des ouvrages de mobilisation à savoir : la puissance et le diamètre des pompes, leurs consommations journalières, ... etc.
- **La caractérisation du réseau d'adduction** : concerne la nature de ce réseau ainsi que ses dimensions ;
- **La caractérisation du réseau d'irrigation à la parcelle** : porte sur les caractéristiques des composantes du réseau, ces dernières varient selon le type de la technique d'irrigation (gravitaire, aspersion ou goutte-à-goutte) ;
- **La caractérisation du réseau d'assainissement** : porte sur les caractéristiques dimensionnelles de ce réseau ;
- **Modes de gestion de l'eau d'irrigation** : porte sur les doses et les fréquences d'irrigation adoptées par l'agriculteur pour chaque culture ;
- **Les orientations de l'exploitant** : sert à savoir si l'exploitant vise changer la technique d'irrigation ou le terrain qu'il occupe.

Les sorties sur le terrain ont considéré trois zones inondables qui sont : Merja Sidi Ameer, Merja Jouad et Merja Tedjina.

2.1.2. Echantillonnage

Cette phase a concerné 29 agriculteurs dont 17 au niveau de Merja Sidi Ameer (Réf. Figure 16), 10 au niveau de Merja Jouad et 2 au niveau de Merja Tedjina (Réf. Figure 17). Lors du parcours des Merjas il était important de diversifier les choix des agriculteurs à enquêter, et de parcourir chacune des trois zones d'étude selon deux axes ; un axe transversal et un axe longitudinale ; qui traversent la zone. Les exploitations faisant objet d'étude appartiennent à plusieurs classes de statut foncier, de superficie et mode de faire valoir.

Cependant, cet effort de diversification a été limité par la difficulté d'accès au terrain particulièrement pour Merja Jouad et la non-disponibilité des agriculteurs sur le terrain suite aux pluies tardives qui ont causé un retard du dessèchement du terrain particulièrement pour la Merja de Sidi Ameer.



Figure 16. Les agriculteurs de la Merja Sidi Ameur enquêtés lors de la 1^{ère} phase



Figure 17. Les agriculteurs des Merjas Jouad et Tedjina enquêtés lors de la 1^{ère} phase

2.2. 2^{ème} phase : Caractérisation détaillée des pratiques d'irrigation dans les zones inondables

2.2.1. Description

La 1^{ère} phase était une phase exploratrice visant la familiarisation avec le terrain ainsi que la réalisation d'une caractérisation préliminaire des pratiques d'irrigations dans les trois zones inondables. Cependant, du fait que les agriculteurs manquent d'information sur plusieurs caractéristiques de leurs matériels d'irrigation et du fait de la nécessité de juger la performance des techniques d'irrigation pratiquées, il était nécessaire d'opter pour une 2^{ème} phase d'enquêtes et de mesures sur le terrain. Cette phase avait comme but de déterminer plusieurs paramètres qui vont servir à compléter les caractéristiques manquantes durant la 1^{ère} phase ainsi qu'à juger la performance des techniques d'irrigation pratiquées.

Dans chacune des trois zones d'étude, les agriculteurs contactés sont soit ceux déjà enquêtés durant la 1^{ère} phase ou bien des nouveaux agriculteurs, ce choix dépendait de la disponibilité des agriculteurs lors de chaque sortie sur le terrain. Pour les nouveaux agriculteurs, il fallait remplir la fiche d'enquête utilisée dans la 1^{ère} phase avant d'entamer les mesures qui ont été réalisées chez l'ensemble des agriculteurs.

2.2.2. Echantillonnage

L'échantillon englobe 25 agriculteurs dont 8 agriculteurs déjà enquêtés durant la 1^{ère} phase. Afin que la caractérisation soit significative, il fallait choisir des exploitations qui diffèrent par le statut foncier, le mode de faire valoir, la superficie et la technique d'irrigation.

Les résultats de la phase précédente étaient utiles pour le choix des exploitations faisant objet d'étude lors de la 2^{ème} phase, puisqu'ils ont permis de déduire les tendances dans chaque zone en matière de la technique la plus répandue, et donc de répartir les 25 exploitations à visiter sur la zone d'étude pour mettre en évidence tous les systèmes et les techniques d'irrigation appliqués.

Au niveau de l'ensemble des Merjas de Jouad et Tedjina, 10 agriculteurs ont été enquêtés (Réf. Figure 19). Ces derniers pratiquent le gravitaire dit de « pompiste » qui est la technique la plus répandue dans cette zone. Au niveau de la Merja de Sidi Ameer, 15 agriculteurs ont été enquêtés (Réf. Figure 18) dont 5 agriculteurs pratiquent l'irrigation par le goutte-à-goutte et le reste pratique l'irrigation gravitaire à la raie, par submersion, et par bassin. Cependant, aucun agriculteur pratiquant l'aspersion n'a été enquêté, puisque ces derniers n'utilisent cette technique que pour irriguer la betterave à sucre qui était déjà récolté à la reprise des irrigations durant cette campagne.



Figure 18. Les agriculteurs de la Merja Sidi Ameer enquêtés lors de la 2^{ème} phase

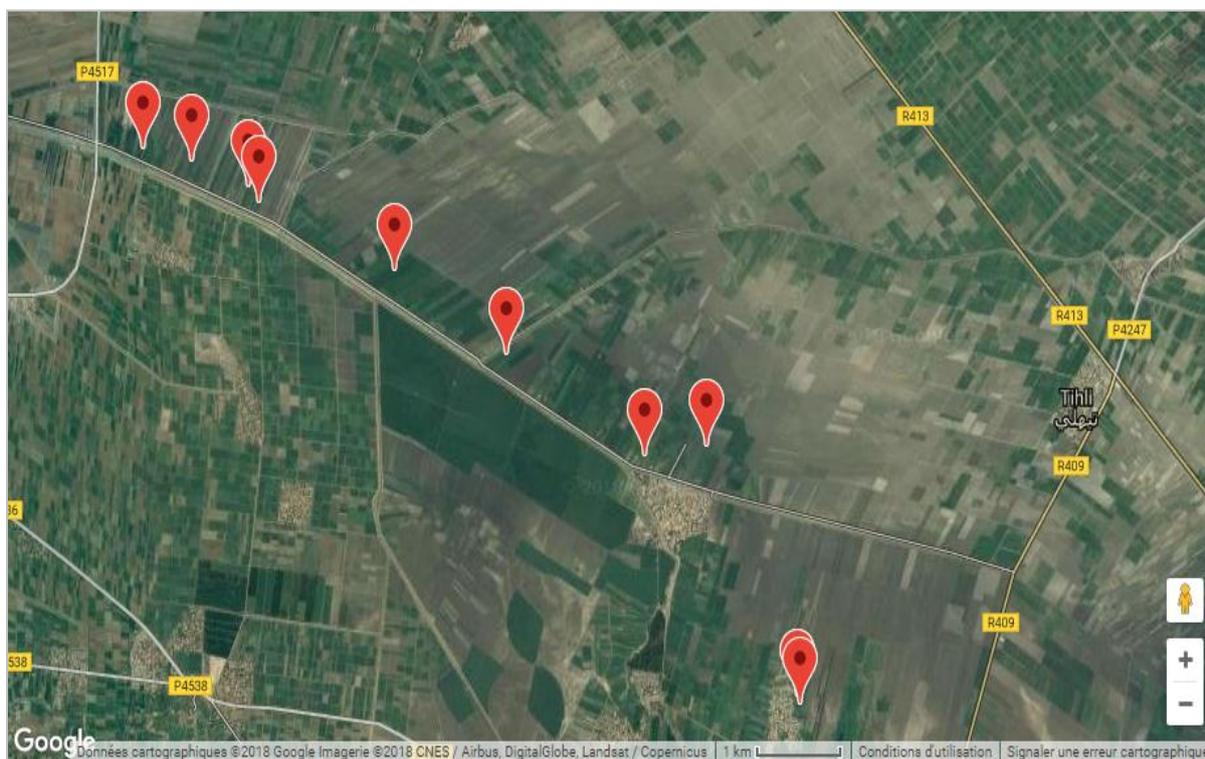


Figure 19. Les agriculteurs des Merjas Jouad et Tedjina enquêtés lors de la 2^{ème} phase

2.2.3. Paramètres de suivi

Les paramètres à mesurer et à déterminer sur le terrain sont présentés dans le tableau 6 ci-dessous.

Tableau 6. Les paramètres à déterminer par les mesures sur le terrain

Paramètres	Gravitaire	Aspersion	Goutte-à-goutte
Le niveau de l'eau dans le forage/puits au cas où il existe	✓	✓	✓
La salinité de l'eau de la ressource en eau	✓	✓	✓
Le débit de pompage	✓	✓	✓
Les dimensions des canaux en terre (seguias) dans le réseau d'irrigation	✓	×	×
La pression dans le poste le plus défavorisé	×	✓	✓
L'uniformité d'arrosage des goutteurs	×	×	✓

2.2.2.1. Mesure de la profondeur du puits/forage

Ce paramètre est mesuré à l'aide d'une sonde lumineuse. Le niveau d'eau est lu sur le ruban après que le capteur atteigne la surface de l'eau. Cette mesure n'était pas effectuée vu que les puits/forages sont fermés.

2.2.2.2. Mesure de la salinité de l'eau de la ressource

La mesure de la salinité est faite à l'aide d'un conductimètre (Réf. Photo 1). Le conductimètre utilisé est fabriqué par la société « HANNA Instruments », son modèle est « HI 98 304 » et donc partie de la famille « DiST ». Un échantillon de l'eau d'irrigation est prélevé à l'aval immédiat du puits/forage, il est versé dans une tasse où on insère la partie inférieure du conductimètre allumé. La valeur de la conductivité électrique en mS est affichée sur l'écran.

Après qu'elle soit notée, et dans le but d'avoir des valeurs non influencées par les mesures précédentes, on répète la même procédure mais en utilisant une solution neutre.



Photo 1. Conductimètre

2.2.2.3. Mesure de débit

La mesure du débit est faite par la méthode volumétrique à l'aide d'un outil de stockage ayant une capacité de 21 L et un chronomètre. Cette méthode est utilisée dans le cas de l'irrigation gravitaire où l'eau est apportée de la source d'eau vers la parcelle par une gaine. L'outil de stockage est donc rempli en eau pendant une durée mesurée par le chronomètre. Le débit est le rapport du volume et la durée.

Dans le cas où l'eau apportée par un canal (segua), les dimensions de la section mouillée du canal sont mesurées ainsi que la vitesse d'écoulement d'eau dans le canal. La vitesse est le rapport de la distance parcouru par un outil de faible poids dans le canal et le temps de parcours de cette distance. Le débit est donc le produit de la vitesse d'écoulement et la section mouillée.

Dans le cas du goutte-à-goutte ou de l'aspersion où l'eau est apportée dans une conduite souterraine, le débit est mesuré à l'aide d'un débitmètre (Réf. Photo 2).



Photo 2. Débitmètre

Le débitmètre utilisé est fabriqué par la société Ultraflux, de la famille « MINISONIC P ». L'utilisation de cet instrument nécessite sa configuration. Cette dernière est réalisée par l'insertion des données à l'aide de l'interface de l'instrument, concernant le diamètre extérieur, l'épaisseur et le type du matériau de la conduite ainsi que la nature du liquide. La distance à respecter entre les deux sondes est donc affiché par le débitmètre. L'installation de sondes sur la conduite doit respecter cette distance ainsi qu'une distance supérieure à 15 fois le diamètre de la conduite en amont. Une fois installées, un câble ayant une entrée et deux sorties est branché dans les deux sondes et dans le débitmètre. Le débit est après affiché sur l'interface de ce dernier.

2.2.2.4. Mesure de pression

Le goutte-à-goutte ainsi que l'aspersion sont deux techniques d'irrigation sous pression. Le bon fonctionnement des goutteurs ainsi que celui des asperseurs nécessite une certaine pression dans les rampes. La mesure de pression a été effectuée à l'aide d'un manomètre (Réf. Photo 3) en le branchant dans les sorties des rampes ; les plus défavorisées ; au niveau du porte-rampe. Le manomètre utilisé est fabriqué par la société « Irritec » dont l'intervalle de mesure est entre 0 et 6 bars.



Photo 3. Manomètre

2.2.2.5. Uniformité d'arrosage des goutteurs

Le coefficient d'uniformité est déterminé selon la procédure décrite dans le bulletin n°36 de la FAO.

Les débits de 16 goutteurs sont mesurés dans le poste le plus défavorisé, les goutteurs à choisir sont présentés dans la figure 20 ci-dessous.:

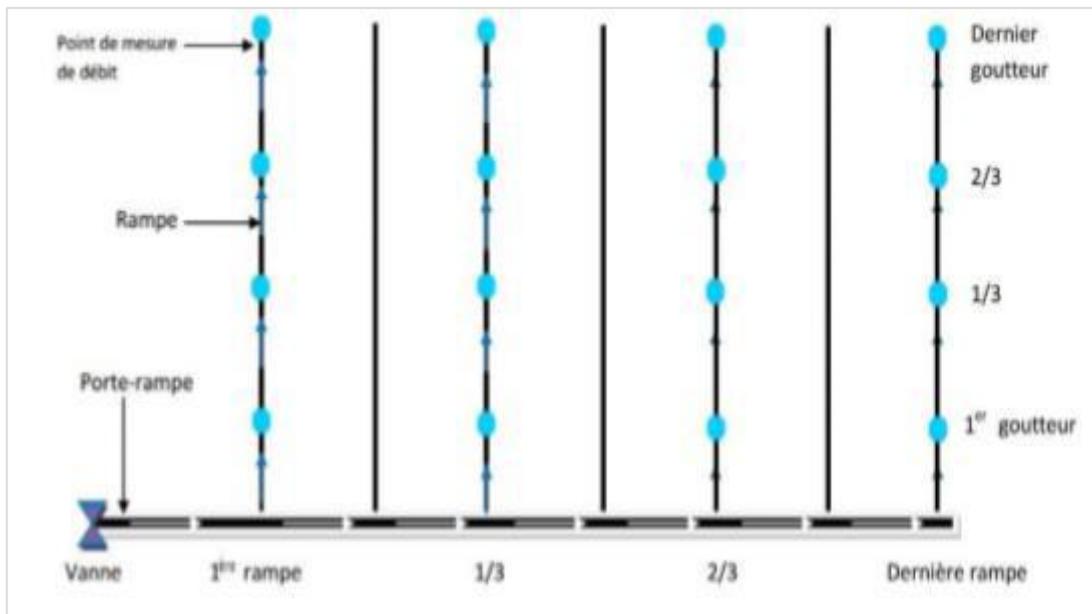


Figure 20. Localisation des goutteurs pour la détermination du Coefficient d'Uniformité

Les débits des goutteurs sont mesurés à l'aide des boîtes en plastique, un chronomètre et une seringue graduée de 5 ml. La boîte en plastique est posée sous le goutteur et reçoit de l'eau de ce dernier dans une durée d'une minute. Après l'écoulement de cette minute l'eau est aspirée

par la seringue (Réf. Photo 4) afin de déterminer avec précision le volume d'eau recueilli dans la boîte. Le coefficient d'uniformité CU est le rapport de la moyenne des quatre plus faibles débits et la moyenne des débits des 16 goutteurs.



Photo 4. La mesure d'eau recueillie dans la boîte

3. Volet analytique

Il est basé sur l'analyse des données collectées au niveau des trois zones inondables dans le but d'avoir une vision claire sur les tendances en matière d'assolements, les techniques d'irrigation pratiquées et leur performance ainsi que la manière dont les agriculteurs gèrent l'irrigation de leurs terres. En effet, l'analyse des données a consisté en des calculs de moyennes, de fréquences et de pourcentages à l'aide du logiciel Microsoft Excel, ainsi que l'élaboration des plans de quelques exploitations type qui présentent chaque système et technique d'irrigation à l'aide du logiciel AUTOCAD. Il est à mentionner que l'outil Excel est un tableur qui fait partie de la famille des logiciels bureautiques Microsoft Office développés par la société Microsoft. Tandis que le logiciel AUTOCAD est un logiciel de dessin assisté par ordinateur développé par la société AUTODESK.

PARTIE III. RESULTATS ET DISCUSSIONS

CHAPITRE I. CARACTERISATION DES EXPLOITATIONS

Ce chapitre portera sur la caractérisation des ménages, des exploitations et des ressources en eau, en se basant sur les données collectées au niveau des zones inondables de Sidi Ameur, de Jouad et de Tedjina.

1. Caractérisation du ménage

Les agriculteurs des trois zones inondables font partie de plusieurs tranches d'âges et niveaux d'instruction.

1.1. Age

Les résultats (Réf. Figure 21) montrent que 52 % des agriculteurs enquêtés sont âgés entre 35 et 45 ans, ces derniers font recours à la main d'œuvre externe particulièrement lorsqu'ils sont locataires et lorsque la superficie de l'exploitation dépasse les 4 hectares. Cependant 47% des agriculteurs dépassent 45 ans, ces derniers ne font pas recours à la main d'œuvre externe puisqu'ils obtiennent l'aide de leurs fils.

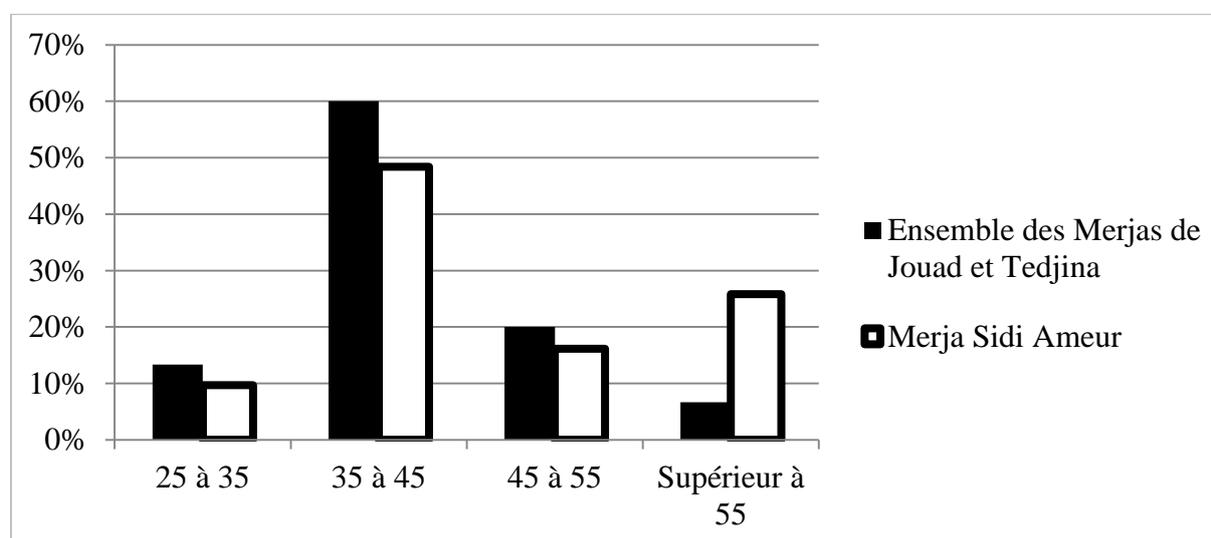


Figure 21. Les tranches d'âges des agriculteurs

1.2. Niveau d'instruction

D'après les résultats présentés dans la figure 22, on constate que :

- 46% des agriculteurs ne sont jamais allés à l'école ;
- 33% des agriculteurs n'ont pas dépassé l'enseignement primaire ;
- 17% des agriculteurs ont fait des études secondaires au collège ;
- 4% ont obtenus leurs baccalauréats.

Suite aux manques de formation en agriculture et en irrigation, ces agriculteurs exploitent leurs terres agricoles à l'aide des conseils proposés des parents qui sont des anciens agriculteurs ainsi que leurs propres expériences qu'ils accumulent au fur et à mesure de leur parcours professionnels.

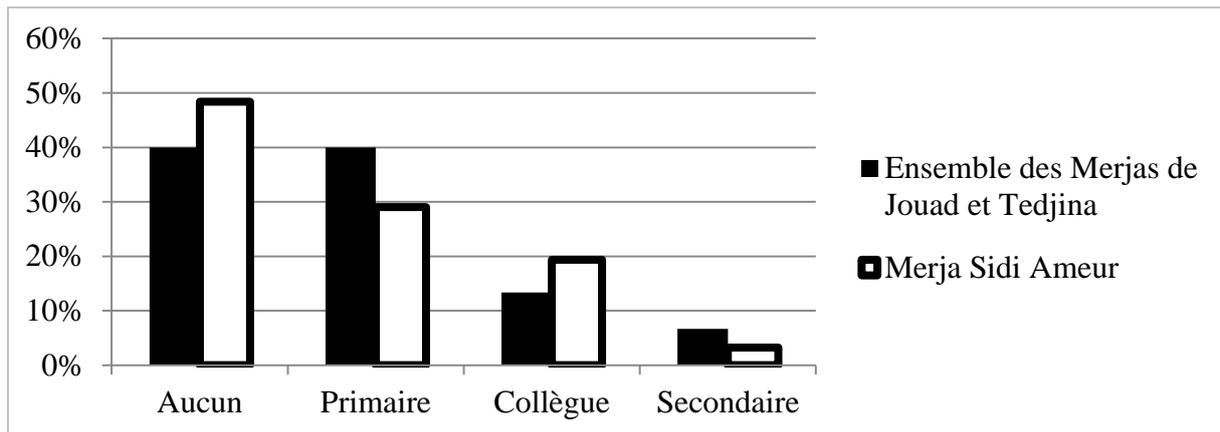


Figure 22. Le niveau d'instruction des agriculteurs

2. Caractérisation de l'exploitation

Les exploitations dans chaque zone se différencient en matière de statut foncier, de superficie, de cultures pratiquées et de technique d'irrigation utilisées.

2.1. Statut foncier

Les résultats (Réf. Figure 23) montrent que la majorité des exploitations agricoles au niveau de l'ensemble des Merjas de Jouad et Tedjina font partie de la Réforme Agraire, tandis qu'au niveau de la Merja de Sidi Ameur c'est le collectif qui domine.

Au niveau de la Merja de Sidi Ameur, les agriculteurs sont confrontés à des contraintes concernant le statut foncier de leurs exploitations plusieurs agriculteurs ont acheté leurs propriétés par contrat de concession suite au statut foncier non réglé de ces terres. Ces agriculteurs donc ne peuvent bénéficier des subventions accordées par l'Etat dans le cadre du FDA. Ce problème n'est pas rencontré au niveau des Merjas de Jouad et Tedjina. Plusieurs agriculteurs ont bénéficié des subventions pour l'installation des systèmes d'irrigation de goutte-à-goutte.

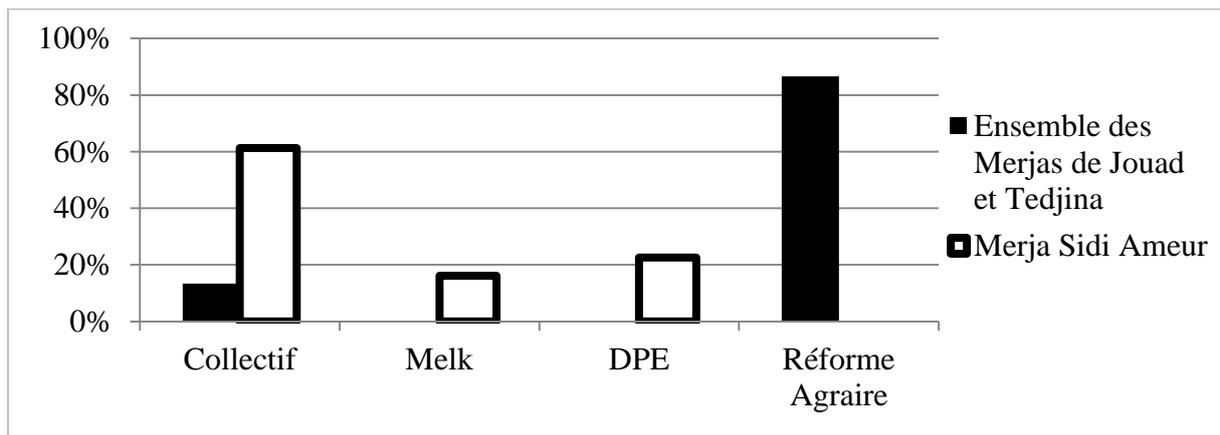


Figure 23. La répartition du statut foncier des exploitations des trois zones inondables

2.2. Mode de faire valoir

D'après les résultats présentés dans la figure 24, on constate qu'au niveau de l'ensemble des Merjas de Jouad et Tedjina, on constate que 67% des agriculteurs sont des propriétaires. Ces derniers sont généralement des personnes extérieures de la région qui ont investi dans le domaine agricole en créant des fermes ayant des superficies qui varient entre 8 ha à 20 ha. Le

reste des agriculteurs sont des locataires, qui sont généralement des personnes qui habitent dans les douars proches de la Merja et louent des terres agricoles ayant de faibles superficies variant de 0.2 à 1.8 ha afin de pratiquer des cultures fourragères.

Au niveau de la Merja de Sidi Ameer, 52% des agriculteurs enquêtés sont des locataires. Ces derniers tendent à louer des terres agricoles de grande superficie variant de 3 ha à 20 ha afin de réaliser un bon chiffre d'affaire puisque l'agriculture est leur seule source de revenus. Parmi ces locataires, il y a ceux qui investissent dans le goutte-à-goutte même s'ils ne bénéficient pas de subvention du fait que généralement les contrats de location ne dépassent pas 2 ans. La diminution de la fertilité des sols obligent ces locataires de ne pas occuper la même exploitation plus que 2 ans.

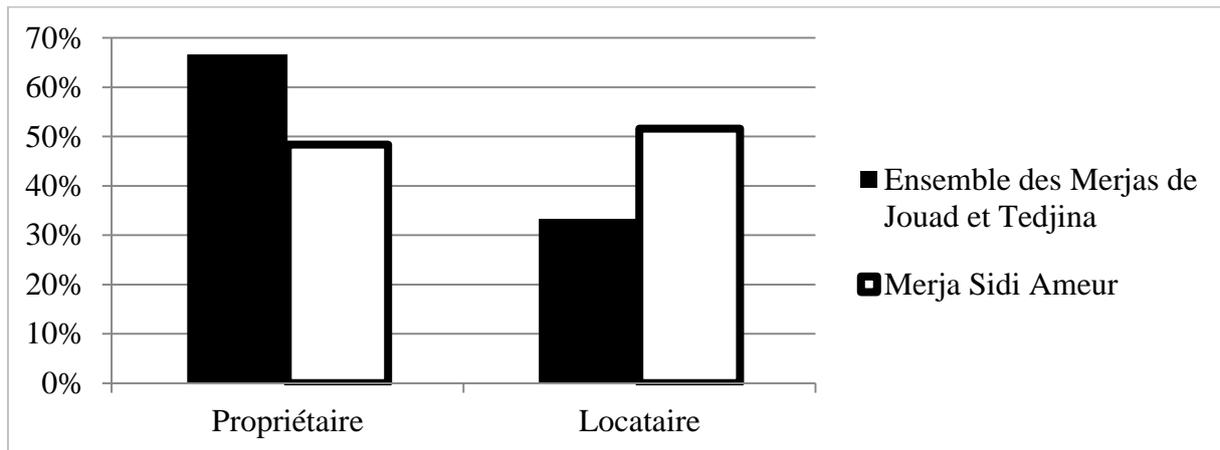


Figure 24. La répartition du mode de faire valoir des agriculteurs

2.3. Superficie

Les résultats présentés dans la figure 25 montrent que dans chacune des zones on constate que les exploitations ayant une superficie inférieure à 5 ha présentent plus que la moitié des exploitations faisant objet d'étude, cela est dû à la diminution des superficies suite à l'héritage. Au niveau de la Merja de Sidi Ameer, ces exploitations sont généralement exploitées par leurs propriétaires qui habitent dans les douars existant dans la Merja. Tandis qu'au niveau de la Merja de Jouad, ces exploitations sont généralement louées aux agriculteurs venant des douars proches de la Merja et qui visent à pratiquer des cultures fourragères.

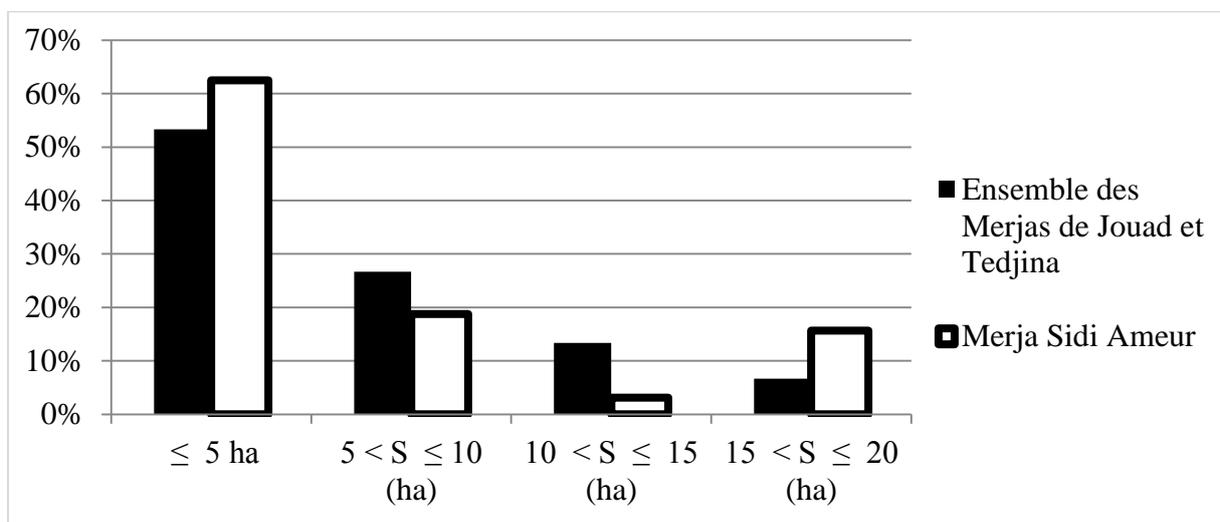


Figure 25. La répartition des exploitations selon la taille d'exploitation

2.4. Assolements

2.4.1. Cultures mises en place

Les résultats présentés dans le tableau 7 ci-dessous montrent que seuls les céréales et le haricot sont cultivés en Bour, les autres cultures sont irriguées régulièrement selon le calendrier adopté par chaque agriculteur.

Tableau 7. Les cultures mise en culture au niveau des Merjas de Sidi Ameer, Jouad et Tedjina

Zone	Culture	Pourcentage (%)
Sidi Ameer	Bersim	2
	Betterave à sucre	4
	Canne à sucre	2
	Céréales (Blé et Orge)	13
	Concombre d'Arménie	9
	Courgette	11
	Maïs	7
	Melon	30
	Tomate	15
	Riz	7
Jouad et Tedjina	Artichaut	9
	Bersim	27
	Betterave à sucre	18
	Céréales (Blé et Orge)	30
	Haricots	3
	Luzerne	3
	Maïs	6
	Arboriculture	3

Au niveau de la Merja de Sidi Ameer, les cultures conduites en Bour sont les céréales qui sont généralement récoltés vers le mois de juin. Par conséquent, les agriculteurs peuvent pratiquer d'autres cultures durant la période entre le mois de juin et le mois de septembre à savoir : le melon, la tomate, le maïs, l'artichaut, le riz, le concombre d'Arménie et la courgette.

Tandis qu'au niveau de la Merja de Jouad, les agriculteurs tendent à se contenter de pratiquer la betterave à sucre ou bien le bersim ; en rotation interannuelle avec les céréales ; entre le mois d'octobre et le mois de mai.

Au niveau de la Merja de Tedjina, les céréales et le bersim sont les plus pratiqués en rotation interannuelle. Les agriculteurs y installés ont généralement des exploitations de faibles superficies ; environ 0.3 ha ; et font parties de douars existants au niveau de Tedjina donc ils exploitent leurs terres agricoles en cultures fourragères et céréalières, qui nécessitent un faible coût d'investissement.

2.4.2. Systèmes de rotations culturales

Le nombre maximal de cultures pratiquées par exploitation est de trois cultures. On constate trois situations :

- La superficie est répartie sur les deux ou trois cultures ;
- Les cultures sont pratiquées en rotation durant la même campagne agricole, à savoir : Céréales/Maïs, Céréales/Melon, Bersim/Melon, Céréales/Courgettes et Céréales/Concombre d'Arménie ;
- Ou bien les cultures sont pratiquées en rotation sur deux campagnes agricoles successives, à savoir : Céréales/Tomate, Céréales/Melon et Céréales/Bersim.

Généralement ces rotations sont pratiquées par des agriculteurs non locataires dans le but de préserver et restituer la fertilité du sol. Cependant les agriculteurs locataires tendent à changer d'exploitation chaque un ou deux ans du fait que les sols perdent leur fertilité, et donc s'ils répètent les mêmes cultures (Melon, Tomate, ... etc.) les rendements chutent.

2.5. Systèmes d'irrigation

Les trois systèmes d'irrigation classique ; à savoir le gravitaire, le goutte-à-goutte et l'aspersion ; existent au niveau des zones inondables, mais avec des taux différents. La figure 26 ci-dessous relate le niveau d'utilisation de ces systèmes d'irrigation.

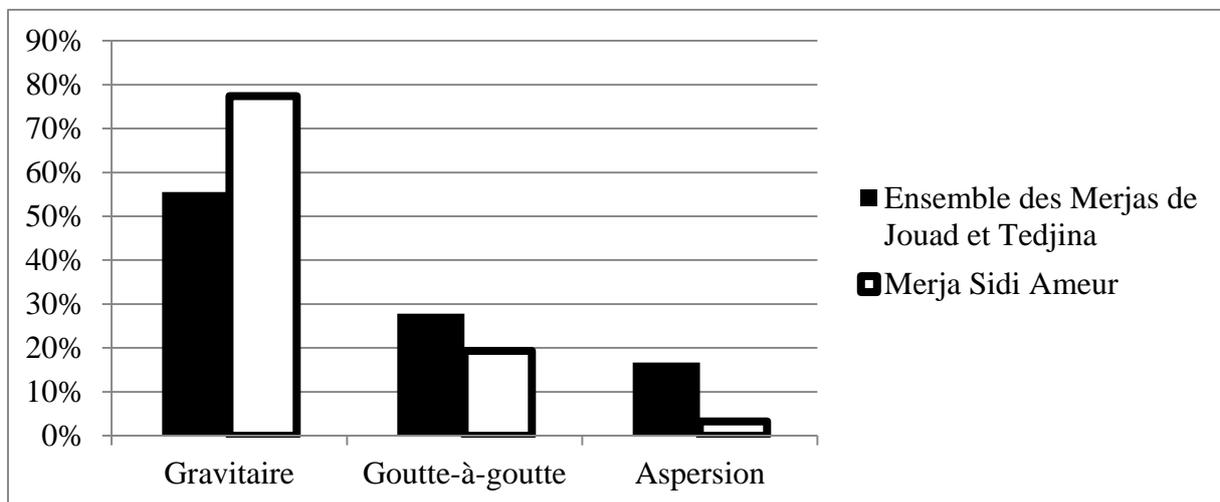


Figure 26. Les taux d'utilisation des techniques d'irrigation dans les zones inondables

On remarque que le gravitaire domine dans chacune des zones inondables. Il est à mentionner qu'au niveau de la Merja de Tedjina, seul le gravitaire existe.

Au niveau de la Merja de Jouad, les trois systèmes d'irrigation sont utilisés mais avec une dominance du gravitaire. Les agriculteurs utilisant le goutte-à-goutte sont des agriculteurs propriétaires des exploitations ayant des superficies importantes (supérieure à 8 ha), ces agriculteurs ont bénéficié des subventions accordées par l'Etat dans le cadre du FDA pour installer le réseau. Ce sont les mêmes agriculteurs qui pratiquent l'aspersion en utilisant le même réseau du goutte-à-goutte déjà installé en enlevant les filtres de la station de tête dans le cas où la pression n'est pas suffisante au niveau des asperseurs. Ces agriculteurs tendent à utiliser cette technique parce que lors de la période d'irrigation de la betterave à sucre, ils ont besoin d'apporter des doses importantes d'eau d'irrigation sur une courte période, et donc le goutte-à-goutte est jugé inadéquat puisqu'il apporte des doses faibles sur une longue durée.

Concernant le système gravitaire, plusieurs techniques de ce système ont été remarquées sur le terrain à savoir : la submersion, l'irrigation par planches ou bassins, l'irrigation à la raie et l'irrigation par pompiste. Au niveau de la Merja de Sidi Ameer, l'irrigation à la raie est dominante avec un taux d'utilisation égale à 74%, alors que le taux d'utilisation de l'irrigation

par bassin et l'irrigation par submersion est de 13% chacune. Au niveau de l'ensemble des Merjas de Jouad et Tedjina, le seul type existant est l'irrigation par pompiste. Plus de détails sur ces techniques seront explicitées dans le chapitre suivant.

3. Caractérisation de la ressource en eau

3.1. Nature

Les eaux superficielles ainsi que les eaux souterraines sont utilisées à des fins d'irrigation au niveau des zones inondables de Sidi Ameer, Jouad et Tedjina. En effet, au niveau de la Merja de Sidi Ameer, presque 60% des agriculteurs disposent de forages au niveau de leurs exploitations, le reste des agriculteurs pompent l'eau à partir de Oued Beht et des autres canaux d'assainissement parcourant la Merja. On constate qu'au niveau de la Merja de Jouad, deux sources d'eau sont utilisées : le canal R'dom et les forages, alors qu'au niveau de la Merja de Tedjina, les agriculteurs pompent l'eau à partir des puits.

3.2. Eaux souterraines

3.2.1. Profondeurs et niveaux d'eau

D'après les résultats présentés dans la figure 27, on remarque que plus de la moitié des forages au niveau de la Merja de Sidi Ameer ont des profondeurs entre 70 et 90 m. Alors qu'au niveau de la Merja de Jouad, les profondeurs commencent de 90 m et peuvent atteindre les 130 m. Les forages et puits au niveau de la Merja de Sidi Ameer et la Merja de Tedjina n'ont pas bénéficiés des subventions de l'Etat dans le cadre de la DFA. De même pour la Merja de Jouad sauf pour les exploitations équipées en goutte-à-goutte dont les agriculteurs ont bénéficié des subventions.

Il est à mentionner qu'au niveau de la Merja de Tedjina, et faute de moyens financiers les puits réalisés par les agriculteurs ont des profondeurs qui ne dépassent pas les 20 m, dont le niveau d'eau atteint la surface (Réf. photo5). Tandis qu'au niveau des Merjas de Sidi Ameer et Jouad, le niveau d'eau dans les forages varie entre 15 et 30 m.

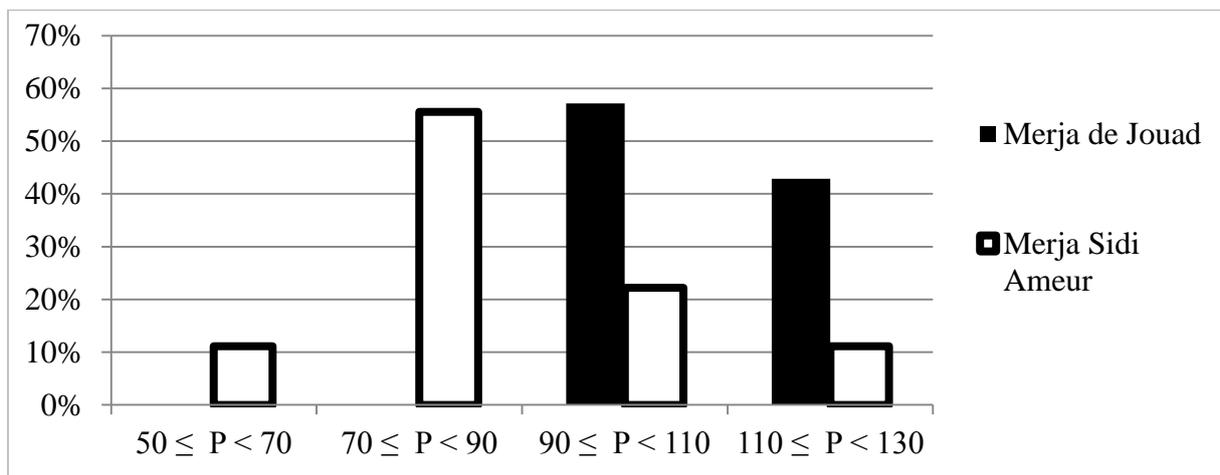


Figure 27. Les profondeurs des puits et forages



Photo 5. Un puits au niveau de la Merja de Tedjina

3.2.2. Contraintes d'utilisation

Les ressources en eaux souterraines peuvent être sujettes à des problèmes de qualité et de quantité.

3.2.2.1. En termes de qualité

La salinité de l'eau est un facteur important qui contrôle l'utilisation de l'eau souterraine. Le risque de flétrissement des plantes à cause de la salinité devient important dès que la salinité dépasse 2 g/l. Le taux de salinité des eaux des forages au niveau des zones inondables de Sidi Ameur et Jouad est entre 0.4 et 1.5 g/l. Cela est dû au fait que les agriculteurs pompent à partir de la nappe profonde du Gharb qui est connue par sa bonne qualité. Cependant au niveau de la zone inondable de Tedjina, les agriculteurs pompent à partir de la nappe phréatique ce qui explique le taux de salinité des eaux des puits qui est de 4.6 g/l. Cette valeur conditionne l'utilisation de cette eau en irrigation. En effet, les agriculteurs tendent à réduire les fréquences d'irrigation afin de ne pas brûler les feuilles des plantes, particulièrement les feuilles du bersim qui est une culture répandue dans cette zone. Autres agriculteurs tendent à pratiquer la luzerne qui est une culture fourragère qui résiste plus que le bersim à la salinité des eaux d'irrigation.

3.2.2.2. En termes de quantité

Les agriculteurs au niveau de la zone d'étude ont noté que l'eau est toujours disponible au niveau de leurs puits et forages. Aucun signe de pénurie n'a été remarqué. Certains agriculteurs ont relevé que le niveau d'eau diminue durant la saison sèche mais cela n'a jamais été un facteur limitant pour leurs pratiques d'irrigation puisque le niveau d'eau reste satisfaisant.

3.3. Eau de surface

3.2.1. Nature

Au niveau de la zone inondable de Sidi Ameur, les agriculteurs utilisant l'eau de surface pompent à partir d'oued Beht et des canaux d'assainissement parcourant la zone à savoir le canal Bghailia. Au niveau de la Merja de Jouad les agriculteurs irriguent à partir du oued et canal R'dom.

3.2.2. Contraintes d'utilisation

Les eaux de surface sont généralement des eaux de moyenne ou mauvaise qualité de fait qu'ils sont susceptibles d'être contaminées par des sources de pollution externes. Aussi leur disponibilité peut être sujette au changement des saisons durant l'année.

3.2.2.1. En termes de qualité

Les eaux des canaux de Beht et Bghailia ainsi que le R'dom sont de moyenne à mauvaise qualité. Ces canaux reçoivent les eaux d'assainissement collectées aux niveaux des secteurs équipés à savoir les secteurs rizicoles. Ces eaux donc contiennent des matières phytosanitaires et des éléments nutritifs que les agriculteurs utilisent au niveau des secteurs en amont, cela mène à poser la question sur le risque de pollution du sol ainsi que de la nappe phréatique au niveau de ces zones. En plus de ce risque, l'eau provenant de ces sources est turbide et chargée en matière en suspension, cela explique le fait qu'elle est utilisée par les agriculteurs utilisant le gravitaire qui ne nécessite pas que l'eau soit filtrée.

En termes du risque de salinité, la mesure du taux de salinité effectuée sur des échantillons des eaux pompées respectivement du canal Bghailia et du canal Beht et un autre canal d'assainissement a donné des valeurs de 0.95 g/l, de 0.77 g/l et de 1.44 g/l qui ne posent aucune restriction sur l'utilisation de ces eaux pour l'irrigation. Ces valeurs de salinité peuvent être expliquées par le fait que les plantes qui existent au niveau des canaux à savoir les roseaux se nourrissent des éléments nutritifs dilués dans les eaux d'assainissement et donc on se trouve avec un taux de salinité non élevé à l'aval, c'est-à-dire au niveau de la Merja.

3.2.2.2. En termes de quantité

Au niveau de la zone de Sidi Ameer et celle de Jouad, les agriculteurs ont témoigné que les eaux de surface ne restent pas disponibles durant la saison sèche. Dès le mois de mai ils remarquent un rabattement du niveau d'eau dans ces canaux. Les agriculteurs continuent à pomper à partir de ces canaux jusqu'à leurs assèchements. Au niveau de la Merja de Sidi Ameer, et après assèchement des canaux, les agriculteurs pompent l'eau à partir d'oued Sebou et utilisent le réseau des canaux existant comme réseau d'adduction. Cependant cette technique pose plusieurs contraintes, à savoir :

- Des contraintes financières : les agriculteurs doivent pomper l'eau à partir d'oued Sebou et à partir du canal adducteur de l'eau d'irrigation et donc le coût de pompage est doublé;
- Des contraintes de gestion : plusieurs agriculteurs doivent partager entre eux l'utilisation du même canal comme adducteur et donc ils doivent trouver des compromis entre eux, puisqu'ils irriguent généralement durant les mêmes périodes. En plus, du vol de l'eau qui se fait par quelques agriculteurs qui pompent l'eau à partir de ces canaux adducteurs ce qui crée encore plus des conflits.

CHAPITRE II. CARACTERISATION DES TECHNIQUES D'IRRIGATION

Ce chapitre portera sur la caractérisation des techniques d'irrigation rencontrées au niveau des zones inondables de Sidi Ameer, de Jouad et de Tedjina. Cette caractérisation concerne :

- La mobilisation de la ressource en eau ;
- Le réseau d'adduction ;
- Le réseau d'irrigation à la parcelle.

1. Mobilisation de la ressource en eau

Pour toutes les ressources en eau, les ouvrages de mobilisation sont similaires dans leur composition mais différent sur le plan des caractéristiques. Les ouvrages de mobilisation sont composés d'un groupe motopompe, qui diffère d'une exploitation à une autre en termes de puissance, de diamètre, de source d'énergie, de consommation journalière en énergie, de durée de fonctionnement et de débit de pompage.

1.1. Puissances et diamètres des motopompes

En termes de puissance, 75% des agriculteurs utilisent des groupes motopompe ayant une puissance de 8 ou 9 chevaux, tandis que le reste des agriculteurs utilise des groupes motopompes ayant une puissance de 7, 10 ou 11 chevaux. Les pompes de 4 pouces sont les plus utilisées avec un taux d'utilisation de 50 % suivies des pompes de 3 pouces et celles de 3.5 pouces avec des taux d'utilisation respectives de 26 % et 19 %.

1.2. Sources d'énergie utilisées

En termes d'énergie, les deux sources d'énergie utilisées sont le carburant et le gaz butane. La consommation en énergie dépend principalement des heures de fonctionnement. Plus que 70 % des agriculteurs pompent l'eau durant 12 heures par jour, tandis que le reste pompe 24h/24h. Ces derniers ont généralement des exploitations ayant des superficies importantes ou bien des cultures nécessitant des volumes importants en eau comme le riz, d'où le besoin de pomper l'eau jour et nuit. La consommation journalière en carburant varie entre 10 et 20 litres et peut atteindre 60 litres dans le cas où l'eau est pompée 24h/24h. D'où un coût journalier qui varie entre 100 et 600 DH. La consommation journalière en gaz butane varie entre 3 et 4 bouteilles et peut atteindre 8 bouteilles dans le cas où l'eau est pompée 24h/24h. D'où un coût journalier qui varie entre 120 et 320 DH.

1.4. Débit de pompage

En termes du débit de pompage, les mesures effectuées sur le terrain ont montré que :

- 43 % des débits utilisés varient entre 4 et 6 l/s ;
- 25 % des débits utilisés varient entre 6 et 8 l/s ;
- 21 % des débits utilisés varient entre 8 et 11 l/s ;
- Le reste varie entre 70 et 80 l/s.

Les débits qui varient entre 4 et 8 l/s sont généralement utilisés pour l'irrigation des cultures fourragères. Ceux qui varient entre 6 et 11 l/s sont utilisés pour l'irrigation des cultures maraichères. Tandis que les débits qui dépassent les 70 l/s sont utilisés pour l'irrigation du riz. Si on compare ces valeurs avec les débits accordés aux agriculteurs des secteurs équipés, on voit une différence importante. D'une part, au niveau des secteurs rizicoles équipés, les débits

accordés aux agriculteurs sont de 45 l/s ce qui est largement inférieur à 70 l/s constatée au niveau des Merjas. Cela peut être justifié par une faible efficacité du réseau qui oblige ces agriculteurs de pomper avec un débit important, ou bien c'est un gaspillage évitable de leur part suite à leur manque de connaissance à propos des vrais besoins en eau du riz. D'une autre part, les débits de pompage utilisés au niveau des Merjas pour les cultures maraichères sont inférieurs à ceux accordés au niveau des secteurs équipés qui bénéficient des débits de l'ordre de 30 l/s. Cette faiblesse entraîne l'augmentation des heures de travaux et donc du coût à l'hectare aussi.

2. Réseau d'adduction

2.1. Nature du réseau

Au niveau de la zone d'étude, l'adduction est faite par un des trois moyens suivants : un canal en terre, une gaine ou bien une conduite PE. Dans les cas où la ressource en eau est distante de 500 m ou plus, les agriculteurs tendent à utiliser les trois moyens en série comme adducteurs, ces cas sont rencontrés au niveau de la Merja de Sidi Ameur. Cette combinaison prend en considération le coût ; puisque les conduites PE coûtent chères par rapport aux gaines et aux canaux en terre et aussi la disponibilité du terrain. En outre, les autres agriculteurs ne vont pas nécessairement autoriser qu'une conduite d'adduction soit enterrée dans leurs propriétés, donc ceux qui ne sont pas proches aux seguias l'agriculteur exploite les canaux en terre (seguias) déjà existants au niveau de la zone (Réf. Photo 6) et complètent le réseau par des conduites et des gaines jusqu'à leurs parcelles.



Photo 6. 6-A. Un tronçon d'un réseau de canaux (seguias) utilisés comme adducteurs ; 6-B. Un dalot

Au niveau de la Merja de Sidi Ameur, le moyen le plus utilisé comme adducteur est la conduite en PE avec un taux d'utilisation de 56 %, alors que les canaux en terre viennent en deuxième place avec un taux d'utilisation de 27 % suivis des gaines avec un taux d'utilisation de 17 %.

Au niveau des Merjas de Jouad et Tedjina, les gaines sont les plus utilisées avec un taux d'utilisation de 73 %. Ces dernières sont généralement utilisées par les agriculteurs pratiquant le gravitaire de type pompiste. Ces gaines donc servent de moyens d'adduction directs de la source d'eau jusqu'au bassin d'irrigation. L'autre moyen utilisé est les conduites PE, ces dernières sont utilisées par les agriculteurs pratiquant le goutte-à-goutte et l'aspersion, puisque

ces techniques sont des techniques sous pression donc l'utilisation des conduites rigides est impérative.

2.2. Caractéristiques dimensionnelles

2.2.1. Canaux en terre

Les canaux n'ont pas des formes régulières du fait des écoulements de l'eau qui créent une certaine déformation et érosion de leurs formes initiales. Plusieurs dimensions ont été observées sur le terrain. Les largeurs des canaux varient généralement entre 0.7 et 1 m tandis que les hauteurs varient entre 0.5 et 0.7 m, ces canaux transportent des débits qui varient entre 7 et 10 l/s. Pour les exploitations rizicoles, elles sont alimentées par des canaux ayant une largeur de 2 m et une hauteur de 1 m. Ces canaux transportent l'eau avec un débit qui varie entre 70 et 75 l/s.

2.2.2. Gaines et conduites

Les diamètres de gaines rencontrés sur le terrain sont : 180 mm et 200 mm, ce dernier est le plus utilisé avec un taux d'utilisation de 60 %. Les diamètres de conduites rencontrés sur le terrain sont : 90 mm, 100 mm, 110 mm et 125 mm. Le diamètre 90 mm est le plus utilisé avec un taux d'utilisation de 57 %.

3. Réseau d'irrigation à la parcelle

Les trois techniques d'irrigation sont présentes au niveau des trois zones inondables. Au niveau de la Merja de Sidi Ameur, on trouve le goutte-à-goutte ainsi que l'irrigation à la raie, par bassins et par submersion. Au niveau de la Merja de Jouad, on trouve le goutte-à-goutte, l'aspersion et le gravitaire de type pompiste. Alors qu'au niveau de la Merja de Tedjina, on ne trouve que le gravitaire de type pompiste.

3.1. Irrigation de surface

3.1.1. Irrigation à la raie

3.1.1.1. Cultures irriguées à la raie

Les cultures irriguées à l'aide de cette technique sont : le melon, la courgette, la tomate et la canne à sucre qui sont des cultures pratiquées en lignes.

3.1.1.2. Description de la technique

La parcelle est divisée en bassins d'irrigation, ces derniers sont des tranches du terrain irrigués simultanément et délimités par des diguettes de faibles dimensions sur trois côtés et une séguia arroseur sur l'autre côté. Au niveau de chaque bassin, les cultures y plantées sont irriguées par des raies qui sont à leurs tours alimentées par la séguia arroseur qui délimite ce bassin en amont. Les agriculteurs tendent à diviser leurs parcelles en des bassins de différentes superficies et donc on se trouve avec des raies de différentes longueurs. Les figures 28 et 29 montrent les pourcentages par tranches de superficies des bassins et par tranches de longueurs des raies.

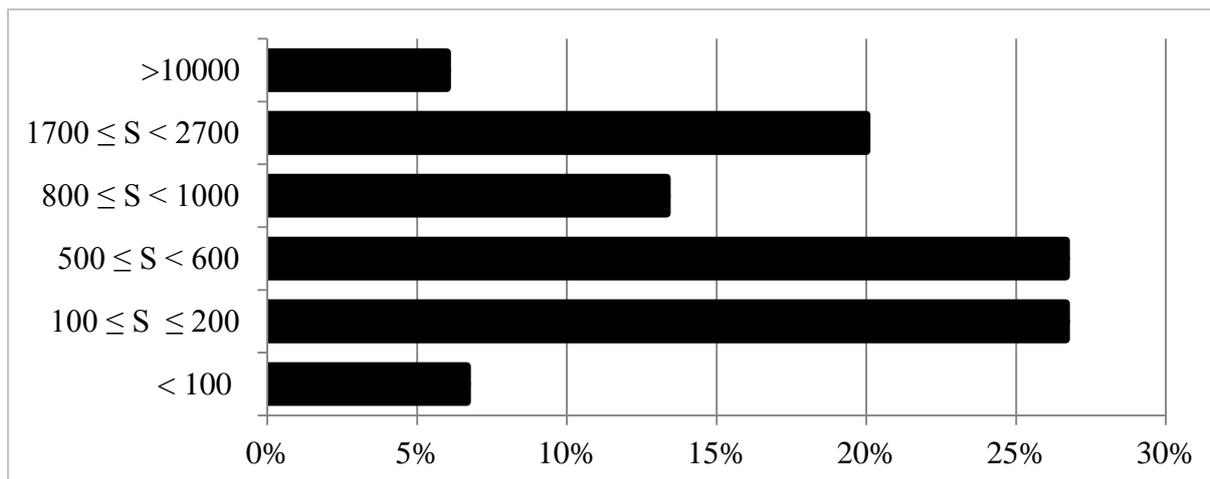


Figure 28. Les tranches de superficie des bassins d'irrigation en m²

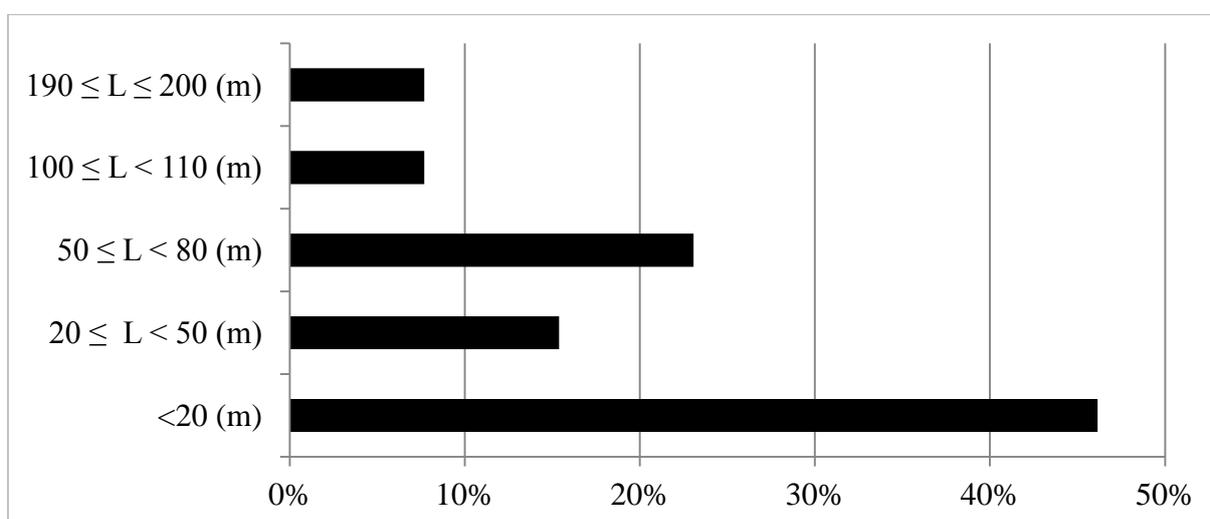


Figure 29. Les tranches de longueur des raies

On remarque que les agriculteurs tendent à réaliser des bassins de différentes superficies, les superficies les plus répandues font parties de trois tranches : $100 \leq S < 200 \text{ m}^2$, $500 \leq S < 600 \text{ m}^2$ et $1500 \leq S < 2500 \text{ m}^2$. La pente de la parcelle joue un rôle important dans le choix de la taille du bassin, puisqu'elle contrôle le sens d'écoulement de l'eau d'irrigation. Donc l'agriculteur doit répartir sa parcelle en des bassins en tenant en compte les dimensions et la forme de sa parcelle ainsi que la pente du terrain. Le fait d'opter pour des bassins de superficie importante impose à avoir des raies de longueur importante qui peuvent atteindre les 200 m. Les longueurs inférieures à 20 m dominent et sont généralement utilisées pour les bassins dont la superficie ne dépassent pas les 600 m².

Les écartements entre raies varient dans des intervalles précis selon la culture :

- Pour le melon : L'écartement varie entre 1 et 1.8 m ;
- Pour la courgette : L'écartement varie entre 1 et 1.2 m ;
- Pour la tomate : L'écartement varie entre 1.6 et 1.8 m ;
- Pour le concombre d'Arménie : L'écartement varie entre 1 et 1.3 m ;

Ces intervalles sont adoptés durant les premiers stades du développement de la plante. Dès le mois de juin les agriculteurs commencent à irriguer une raie sur deux.

Il est à mentionner que les mesures effectuées sur le terrain ont permis de conclure que pour un débit de pompage de 7 l/s, et pour les dimensions explicités dans la figure 32 l'irrigation à la raie permet d'irriguer 710 m² par heure.

3.1.1.2. Plans parcelaires

La figure 30 ci-dessous présente un plan parcellaire d'une exploitation ayant une superficie de 4.4 ha irriguée à la raie.

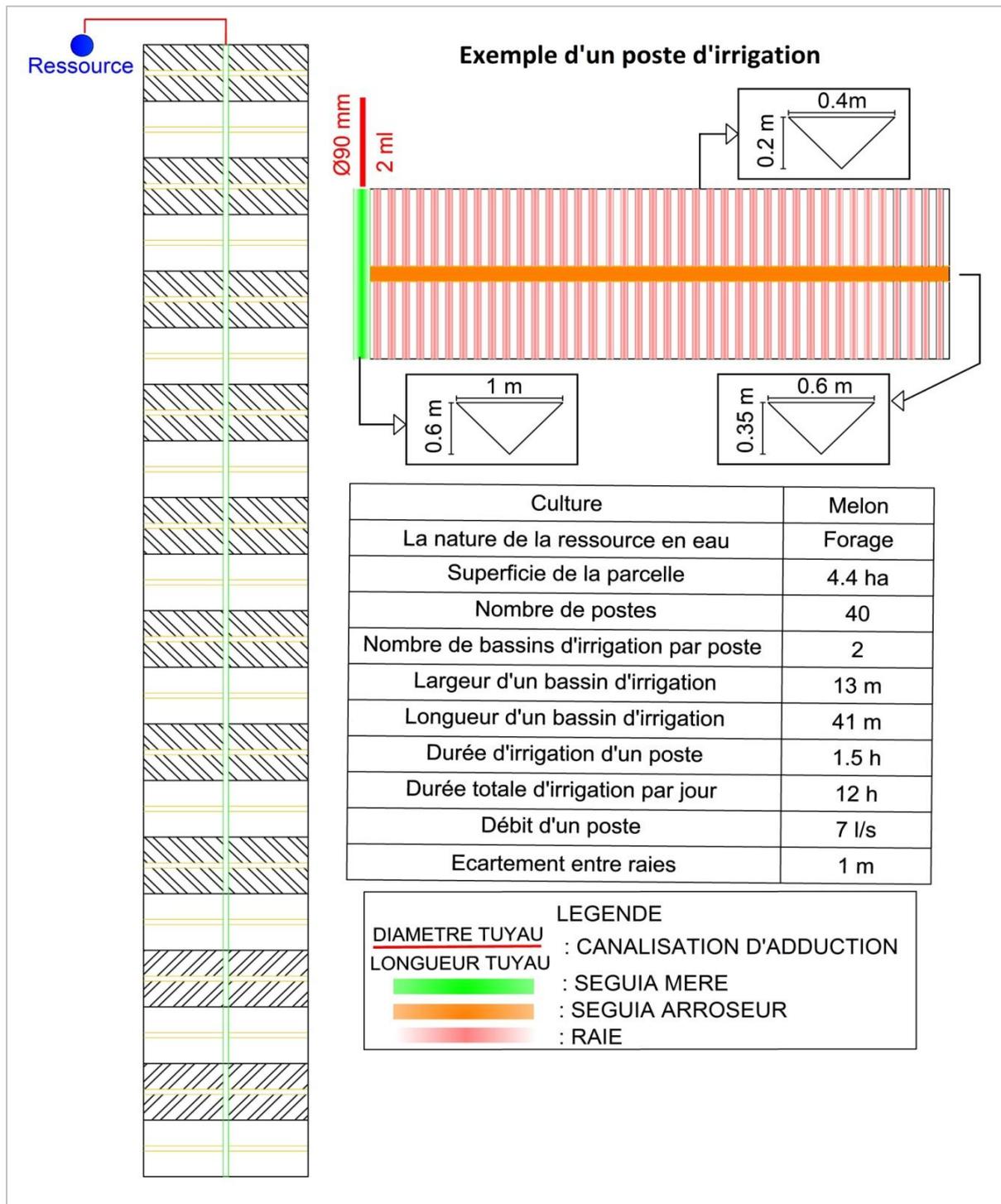


Figure 30. Un plan parcellaire d'une exploitation irriguée à la raie

3.1.2. Irrigation par bassins

3.1.2.1. Cultures irriguées par bassins

Les cultures irriguées à par bassins sont : le melon, la courgette et le concombre d'Arménie.

3.1.2.2. Description

La parcelle est divisée en bassins. Les bassins rencontrés sont tous de 100 m². Une seguia mère parcourt la parcelle sur toute sa longueur, elle alimente autres seguias appelées seguias arroseurs. Ces dernières sont perpendiculaires à la seguia mère et sont généralement de dimensions inférieures à celle de la seguia mère. L'écoulement de l'eau de la seguia mère vers la seguia arroseur est assuré par une brèche (un trou en terre). Avec un débit de 10 l/s et les dimensions des canaux en terre explicitées dans la figure 33, l'irrigation par bassins permet d'irriguer 600 m² en une heure.

3.1.1.3. Plan parcellaire

La figure 31 ci-dessous présente le plan parcellaire d'une exploitation ayant une superficie de 4 ha irriguée par bassins.

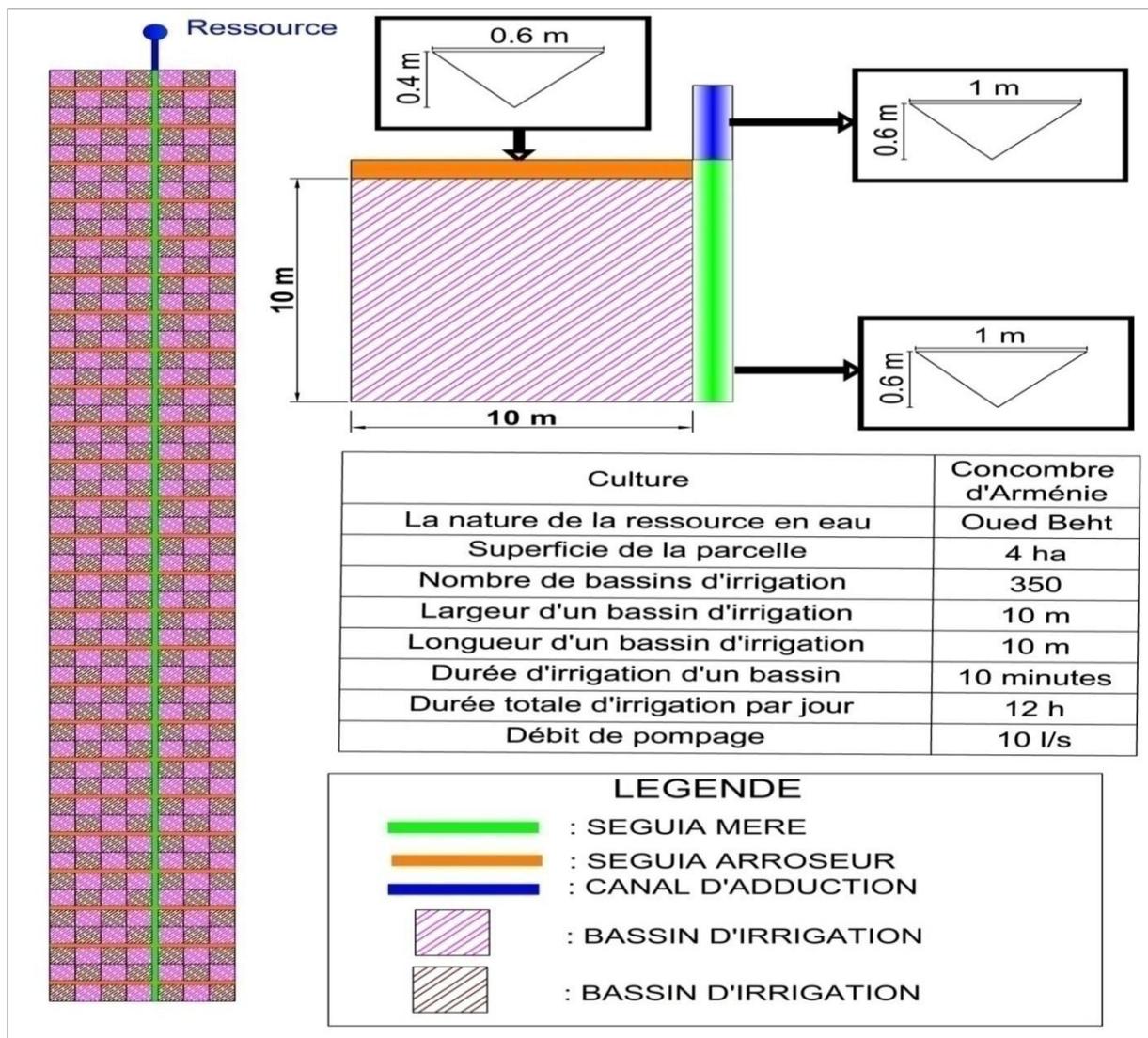


Figure 31. Le plan parcellaire d'une exploitation irriguée par bassins

3.1.3. Irrigation par submersion

3.1.3.1. Cultures irriguées par submersion

Le riz est la seule culture irriguée par submersion dans la zone de Sidi Ameer.

3.1.3.2. Description

La parcelle est divisée en des bassins de grandes superficies variant entre 6 000 m² et 11 760 m². Ces bassins sont alimentés par des seguias de 2 m de largeur et de 1 m de hauteur transportant des débits qui varient entre 70 et 75 l/s. Pour un débit de 75 l/s et pour un réseau identique à celui explicité dans la figure 34, l'irrigation par submersion permet d'irriguer 1 960 m² par heure.

3.1.3.3. Plan parcellaire

La figure 32 ci-dessous présente le plan parcellaire d'une exploitation rizicole irriguée par submersion.

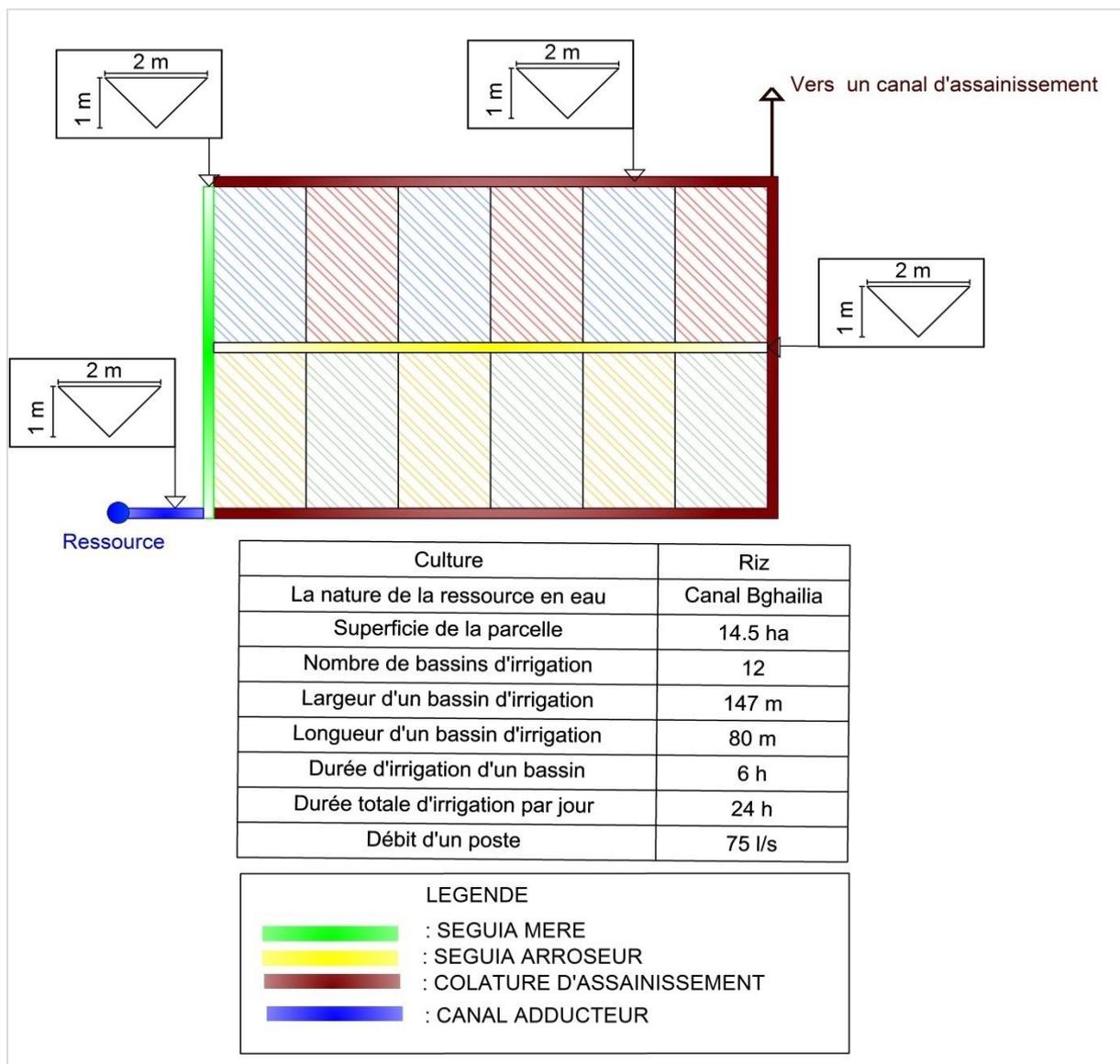


Figure 32. Le plan parcellaire d'une exploitation irriguée par submersion

3.1.3. Irrigation par la méthode dite de pompiste

L'irrigation par la méthode dite du pompiste (Réf. Photo 7) est similaire à l'irrigation par bassins sauf que l'eau est apportée à chaque bassin par une gaine ; une conduite souple dont le diamètre varie entre 180 mm et 200 mm; au lieu d'un réseau des canaux (seguias).

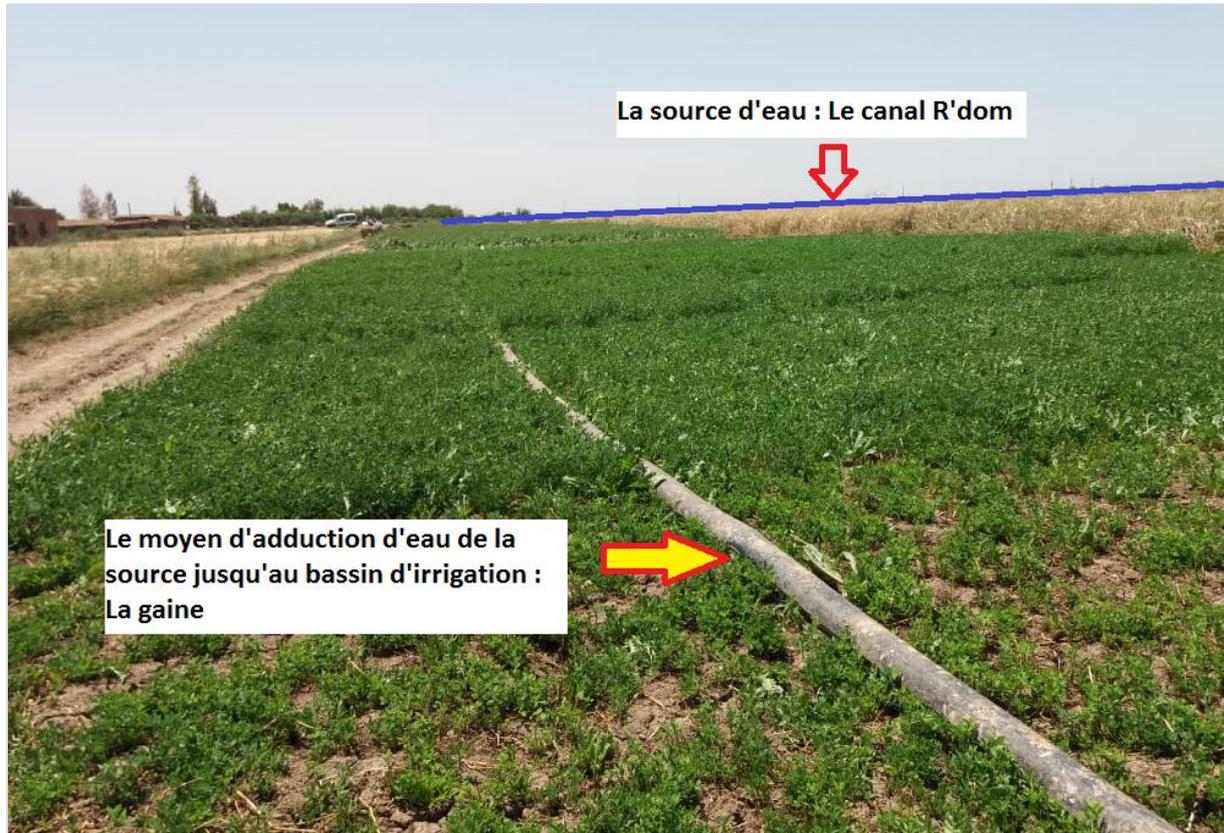


Photo 7. Le réseau d'irrigation par pompiste

Les gaines sont utilisées pour améliorer l'efficacité du réseau de transport compte tenu de la nature du sol (Réf. Photo 8). En effet, le sol est trop filtrant et donc l'utilisation d'un réseau de canaux en terre (seguias) afin d'apporter l'eau à la culture va engendrer des pertes énormes en eau et donc une augmentation du coût d'énergie.



Photo 8. Le sol au niveau de la Merja de Jouad

Les cultures irriguées par la méthode dite de pompiste sont : le bersim, la luzerne, le maïs et la betterave à sucre. Ces cultures sont des cultures de pleins champs et cette technique est convenable. Pour les parcelles ayant des superficies inférieures à 2 ha, les superficies adoptées pour les bassins d'irrigation sont inférieures à 200 m². Cependant on remarque des bassins ayant des superficies entre 600 et 800 m² dans le cas de parcelles ayant une superficie importante ; 8 ha ; cultivées en betterave à sucre.

En se basant sur les mesures effectuées, on constate qu'avec un débit de pompage de 5 l/s, on peut irriguer 300 m² ; plantée en cultures fourragères à savoir le bersim ; pendant une heure. Alors qu'avec un débit de 10 l/s on peut irriguer 400 m² plantée en betterave à sucre pendant une heure.

3.2. Système d'irrigation aspersion

Quatre exploitations irriguées par aspersion ont fait objet de l'échantillonnage, une au niveau de la Merja de Sidi Ameer et les autres au niveau de la Merja de Jouad.

3.2.1. Cultures irriguées par aspersion

La seule culture irriguée par aspersion est la betterave à sucre.

3.2.1. Composantes du réseau

Un réseau d'irrigation par aspersion est composé de plusieurs composantes, à savoir : un bassin (facultatif), une station de tête, une canalisation principale, des vannes, des porte-rampes, et des asperseurs.

3.2.1.1. Bassin

Trois exploitations sont munies de bassins de stockage, dont un bassin qui a une autonomie de 2 jours tandis que les autres ont une autonomie d'un jour.

3.2.1.2. Station de tête

Du fait que l'eau d'irrigation provenant des forages est jugée de bonne qualité, deux agriculteurs n'utilisent aucun moyen de filtration tandis que les deux autres utilisent des hydro-cyclones. Deux agriculteurs ont choisi d'installer l'hydro-cyclone en aval immédiat du forage et d'utiliser des barils qui servent à mélanger le engrais (Réf. Photo 9), ces barils sont munis de deux petites conduites qui assurent l'entrée de l'eau filtrée et la sortie de l'eau fertilisée à l'aide d'une petite pompe.



Photo 9. Une station de tête composée d'un hydro-cyclone et un baril accompagné d'une pompe

3.2.1.3. Réseau de conduites

Les conduites principales ont généralement un diamètre de 90 mm ou de 110 mm, les porte-rampes ont généralement un diamètre de 75 mm combiné avec un diamètre de 50 mm dans le cas où le porte-rampe a une longueur importante. Les rampes sont généralement écartées de 10 m et les asperseurs utilisés ont un rayon de 15 m.

3.2.2. Durée d'irrigation

En se basant sur les données collectées, on constate qu'avec un débit de 37.5 m³/h on peut irriguer une superficie de 7 500 m² en une durée d'une heure, en adoptant des asperseurs de 15 m de rayon, et des rampes de 25 mm de diamètre avec un écartement de 12m.

3.2.3. Plans parcellaires

La figure 33 présente le plan parcellaire d'une exploitation plantée en betterave à sucre et irriguée en aspersion.

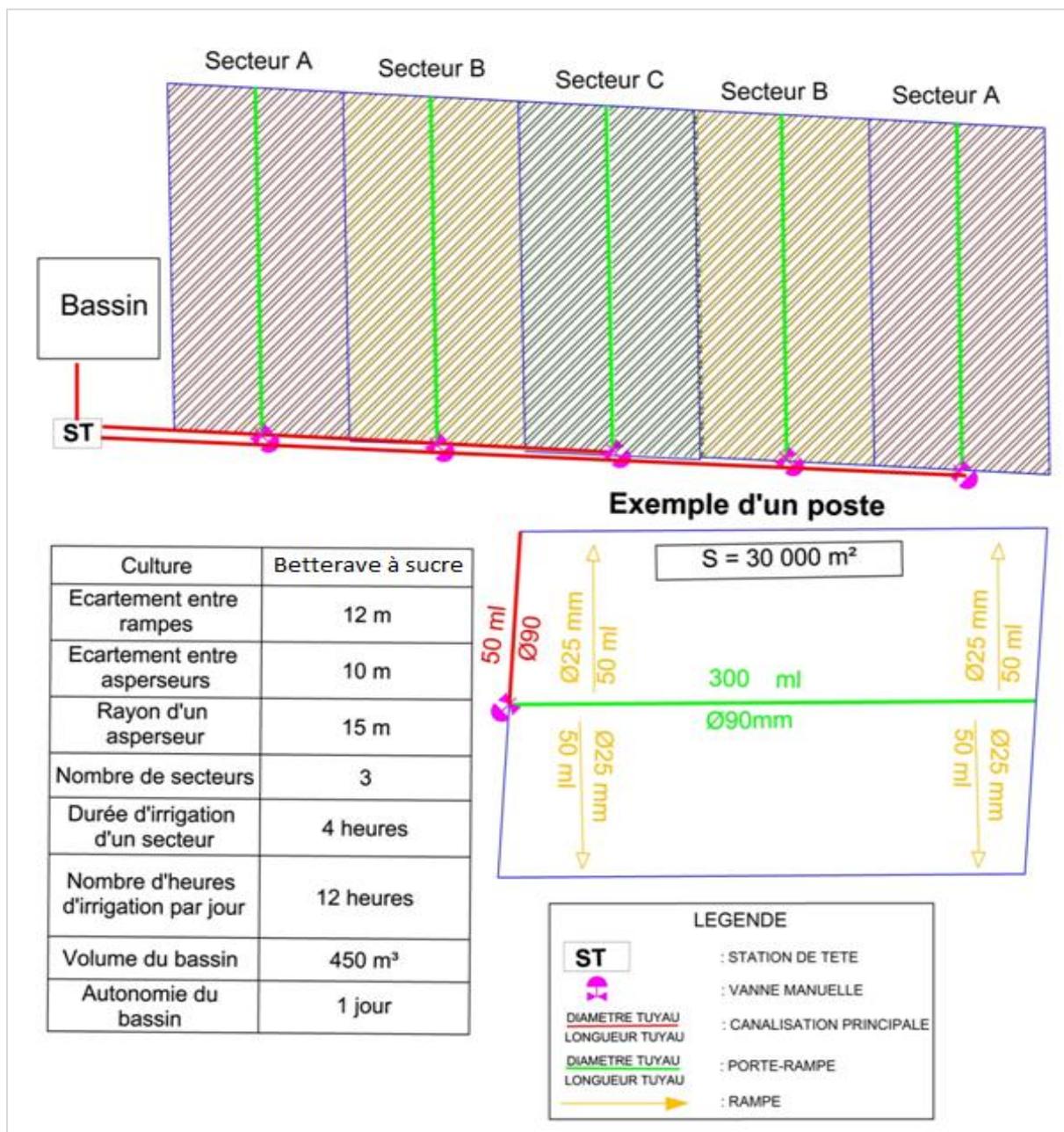


Figure 33. Le plan parcellaire d'une exploitation irriguée en aspersion

3.3. Système d'irrigation goutte-à-goutte

Onze exploitations irriguées par goutte-à-goutte ont fait objet de l'échantillonnage, dont six au niveau de la Merja de Sidi Ameur et le reste au niveau de la Merja de Jouad. Parmi les onze exploitations, les cinq exploitations où le réseau d'irrigation était en marche durant la période des mesures ont été objet de mesures de pression et du test d'uniformité d'arrosage.

3.2.1. Cultures irriguées par goutte-à-goutte

La principale culture irriguée par goutte-à-goutte est la tomate. Cependant, une seule exploitation au niveau de la Merja de Sidi Ameur où la tomate et le melon sont tous les deux irrigués par goutte-à-goutte.

3.2.1. Composantes du réseau

Un réseau d'irrigation par goutte-à-goutte est composé de plusieurs éléments, à savoir : un bassin (facultatif), une station de tête, une canalisation principale, des vannes, des porte-rampes, et des rampes munies des goutteurs.

3.2.1.1. Bassin

Peu d'exploitations sont munies de bassin de stockage (Réf. Photo 10). Les trois bassins rencontrés ont une autonomie qui varie entre un et deux jours. En effet, du fait de la disponibilité de la ressource en eau durant toute l'année, les agriculteurs ont opté pour des bassins de faible autonomie.



Photo 10. Un bassin de stockage au niveau d'une exploitation dans la Merja de Jouad

3.2.1.2. Station de tête

Au niveau de la Merja de Sidi Ameer, les exploitations équipées en goutte-à-goutte sont alimentées en eau d'irrigation par des forages. L'eau au niveau de ces derniers est jugée être de bonne qualité, d'où ces agriculteurs n'utilisent que des hydro-cyclones comme moyens de filtration. Ces hydro-cyclones sont installés en aval immédiat du forage. Concernant la fertilisation des eaux en engrais, ils utilisent des barils (Réf. Photo 9). Il est à mentionner que ces agriculteurs n'ont pas bénéficié de subventions étatiques.

Au niveau de la Merja de Jouad, les exploitations équipées en goutte-à-goutte sont alimentées en eau d'irrigation par des forages, elles avaient bénéficiées de subventions accordées par l'Etat dans le cadre du FDA. La filtration est assurée par des hydro-cyclones combinés à des filtres à disques (Réf. Photo 12) ou à des filtres à sables combinés bien les deux (Réf. Photo 11).



Photo 11. Une station de tête au niveau d'une exploitation équipée en goutte-à-goutte



Photo 12. Deux hydro-cyclones et deux filtres à disques assurant la filtration d'eau d'irrigation

3.2.1.3. Réseau de conduites

Les conduites principales ont généralement un diamètre de 90 mm ou de 110 mm, les porte-rampes ont généralement un diamètre de 75 mm combiné avec un diamètre de 63 ou 55 mm dans le cas où le porte-rampe a une longueur importante. Puisqu'elles ne sont pas enterrées, ces canalisations sont en PE.

La plupart des rampes ont un diamètre de 15 mm, elles sont de type « gaine » dont les goutteurs écartés de 10 cm. La seule exploitation équipée en goutteurs intégrés était la ferme de Jawhara plantée en arboriculture au niveau de la Merja de Jouad.

3.2.2. Durée d'irrigation

En se basant sur les mesures effectuées sur le terrain, on constate qu'avec un débit de 31.7 m³/h on peut irriguer une superficie de 2 500 m² en une durée d'une heure, avec des goutteurs dont le débit mesuré est de 1 L/h avec un écartement de 10 cm et des rampes de 15 mm de diamètre avec un écartement de 1.6 m.

3.2.3. Analyse de performance

3.2.3.1. Mesures de pression

La mesure de pression a été effectuée au niveau des cinq exploitations équipées en goutte-à-goutte au niveau de la Merja de Sidi Ameer. La pression a été mesurée au niveau des postes les plus défavorisés. Les valeurs obtenues varient entre 0.2 et 0.4 bars ce qui est équivalent à 2 à 4 mCE. En effet, la pression au niveau du goutteur le plus défavorisé devrait être égale à 10 mCE, cela montre donc que les pressions ne sont pas suffisantes au niveau de ces postes. Cependant, les agriculteurs ne remarquent aucun signe de faible pression, pour eux le système marche bien tandis que tous les goutteurs éjectent des gouttes d'eau.

En effet, ces agriculteurs utilisent des rampes identiques, cependant la mesure de débits des goutteurs a donné des valeurs différentes. Cela peut être expliqué par le fait qu'il y a des problèmes de bouchage des goutteurs ainsi que par les faibles pressions au niveau des rampes. Le débit des goutteurs dans le cas où la pression est inférieure à 2 mCE est entre 0.3 et 0.4 l/h, alors que celui des goutteurs dans le cas où la pression est supérieure à 2 mCE est entre 0.8 et 1.1 l/h. Cela montre que même si les agriculteurs pensent que leurs réseaux fonctionnent d'une façon optimale, la réalité c'est que ces faibles pressions impliquent des coûts supplémentaires de pompage, puisque ces réseaux auront besoin de plus de temps pour assurer le bon arrosage des cultures.

3.2.3.2. Test d'uniformité

Le test d'uniformité a été effectué au niveau des cinq exploitations équipées en goutte-à-goutte au niveau de la Merja de Sidi Ameer. Le coefficient d'uniformité varie entre 63% et 93%, dont :

- Deux réseaux d'irrigation ont des coefficients d'uniformité inférieurs à 80% : ces réseaux donc ont besoin d'entretien permanent ; par injection d'acide ; afin de régler les problèmes de bouchage des goutteurs.
- Trois réseaux d'irrigation ont des coefficients d'uniformité supérieurs à 80% : ces réseaux fonctionnent bien mais ils doivent toujours faire objet d'entretien ; par injection d'acide ; afin de protéger les goutteurs contre le bouchage.

Les agriculteurs dont les réseaux d'irrigation installés dans leurs exploitations ont des coefficients d'uniformité inférieurs à 80%, ne font un entretien de leurs réseaux qu'une fois par 15 jours ou plus en injectant de l'acide. Cependant, ceux dont les réseaux d'irrigation installés dans leurs exploitations ont des coefficients d'uniformité supérieurs à 80%, tendent à entretenir leurs réseaux une fois sur 10 jours ou bien chaque jour en injectant 1 litre d'acide dans le réseau d'une façon journalière.

3.2.4. Plans parcellaires

La figure 34 présente le plan parcellaire d'une exploitation ayant une superficie de 3 ha plantée en tomates irriguée par goutte-à-goutte.

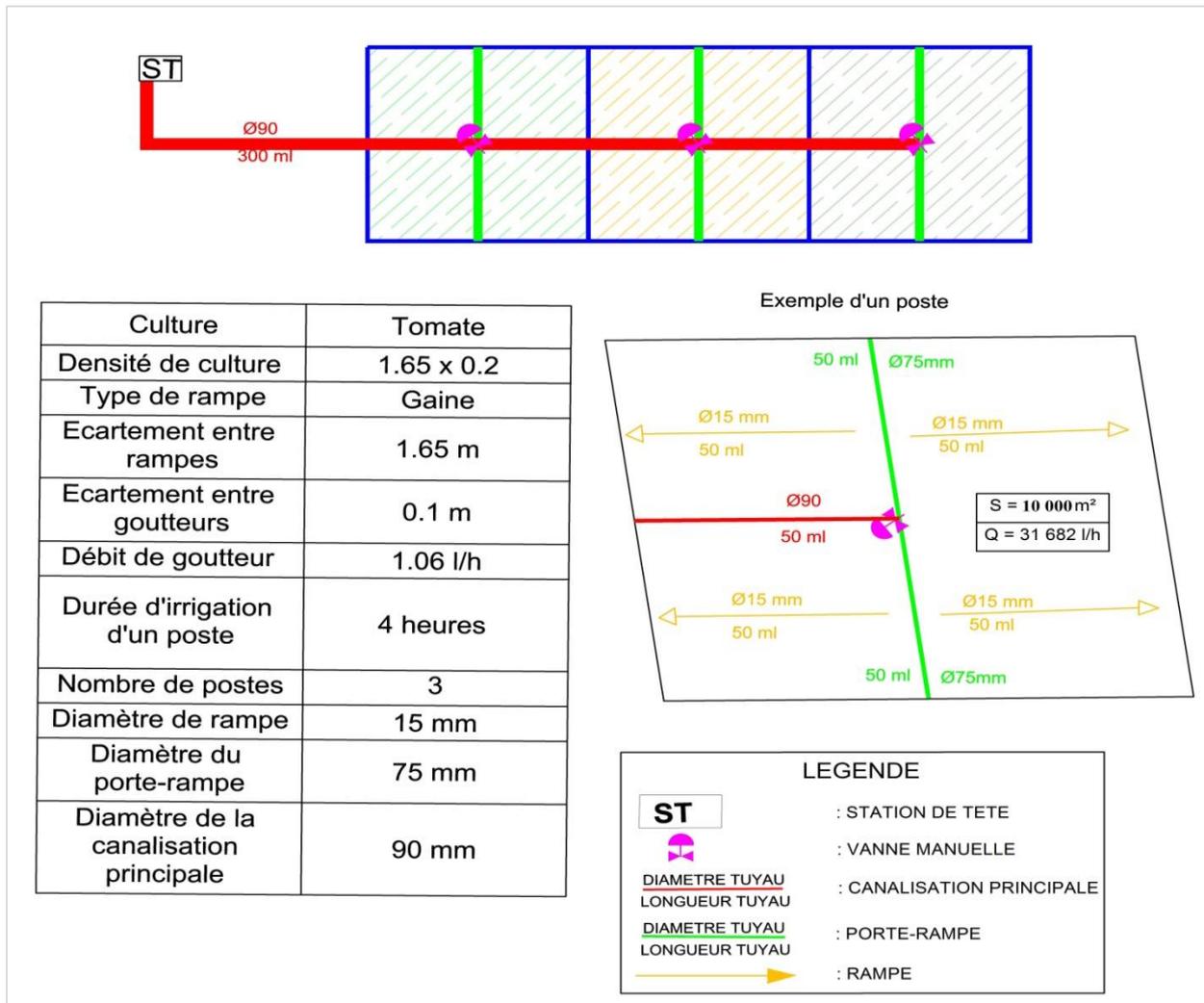


Figure 34. Le plan parcellaire d'une exploitation équipée en goutte-à-goutte

CHAPITRE III. LA GESTION D'IRRIGATION ET LES ORIENTATIONS DES AGRICULTEURS

Ce chapitre portera sur les critères de choix de la technique d'irrigation, la gestion d'irrigation, les rendements obtenus par culture ainsi que les orientations des agriculteurs des zones inondables de Sidi Ameer, de Jouad et de Tedjina.

1. Critères de choix de la technique d'irrigation

1.1. Système gravitaire

Plusieurs critères entrent dans le choix de la technique d'irrigation. Les agriculteurs ont opté pour le système gravitaire pour les raisons suivantes :

- **Le faible coût** : le gravitaire coûte moins cher par rapport aux autres techniques ;
- **La culture pratiquée** : Les agriculteurs pratiquant le riz sont obligés d'utiliser le gravitaire ainsi que les autres cultures fourragères (bersim, luzerne), autres agriculteurs pratiquant la betterave à sucre trouvent que le gravitaire est convenable à leur culture ;
- **La disponibilité de l'eau** : Les agriculteurs irriguant à partir des oueds et canaux d'assainissement non disponibles durant toute la saison sèche, préfèrent investir dans le gravitaire qui est une technique qui permet aux sols de retenir un certain volume en eau.

1.2. Système aspersion

Les agriculteurs ont opté pour l'aspersion pour les raisons suivantes :

- **La mobilité du réseau** : Plusieurs composantes du réseau peuvent être mobiles à savoir : les asperseurs, les rampes, les porte-rampes. Cela facilite aux agriculteurs le travail du sol ;
- **Le coût** : C'est une technique qui coûte moins cher que le goutte-à-goutte tout en gardant une bonne efficacité ;
- **La culture pratiquée** : Les agriculteurs pratiquant la betterave à sucre trouvent que l'aspersion convient à cette culture.

1.3. Système goutte-à-goutte

Les agriculteurs ont opté pour le goutte-à-goutte pour les raisons suivantes :

- **L'économie en eau** : Le goutte-à-goutte permet d'avoir une efficacité de 90 % cela veut dire une économie en eau d'irrigation, ce qui est directement liée aux charges de pompage.
- **L'économie en main d'œuvre** : Le goutte-à-goutte nécessite moins de main d'œuvre par rapport au gravitaire, l'agriculteur peut s'occuper lui-même de l'ouverture et la fermeture des vannes ou bien opter pour l'automatisation du réseau.
- **La culture pratiquée** : Cette technique est généralement adoptée par les agriculteurs pratiquant la tomate, qui trouvent que c'est plus pratique et rentable de l'utiliser.

2. Gestion de l'irrigation

1.1. Pilotage de l'irrigation

Les agriculteurs se réfèrent à plusieurs critères pour décider du moment d'apport d'eau d'irrigation pour leurs cultures, à savoir :

- **Le climat** : est un critère important dans le pilotage d'irrigation, l'élévation de la température est un signe que l'évapotranspiration augmente donc le besoin en eau des cultures augmente aussi ;
- **L'état apparent de la culture** : dans le cas où la culture manque d'eau, quelques signes commencent à apparaître à savoir le fléchissement et le jaunissement de feuilles ;
- **L'expérience** : les agriculteurs se basent sur leurs expériences précédentes pour déterminer quand irriguer et pour quelle fréquence.

Les agriculteurs se basent sur plusieurs critères afin de savoir si la culture est bien arrosée, à savoir :

- **L'humidification du sol autour de la plante** : ce critère concerne l'irrigation par goutte-à-goutte. La durée d'irrigation est toujours faible au début qu'au reste du stade végétatif, puisque l'agriculteur vise à ce que le sol soit complètement humidifier ;
- **La submersion de terrain à un certain niveau** : ce critère concerne l'irrigation par submersion et par bassins. Les agriculteurs généralement vise à avoir une lame d'eau de 10 cm jusqu'à 20 cm au niveau des bassins d'irrigation afin de juger que la culture est bien irriguée ;
- **L'infiltration de l'eau** : ce critère concerne l'irrigation par bassins, l'agriculteur tend à examiner si l'eau est infiltrée à une profondeur suffisante qui garantit une satisfaction hydrique pour les racines, c'est généralement une profondeur de 20 cm ;
- **Le remplissage des raies** : ce critère concerne l'irrigation à la raie. L'agriculteur attend à ce que l'eau remplisse les raies alimentées par une seguia arroseur afin qu'il bloque l'écoulement de l'eau dans cette seguia, ou bien il bloque l'écoulement dans chaque raie dans le cas où cette seguia irrigue un nombre important de raies, et que l'irrigation se fait par plusieurs tronçons de chaque seguia arroseur.

1.2. Fréquences d'irrigation par culture

Plusieurs cultures sont pratiquées dans les zones inondables. Les fréquences d'irrigation varient selon la culture à irriguer et selon la technique d'irrigation adoptée.

1.2.1. Irrigation par goutte-à-goutte

La tomate est la principale culture irriguée avec cette technique. Au début du cycle végétatif ; le mois de Mai ; l'irrigation se fait une fois sur deux ou trois jours. Durant les mois de Juin et de Juillet la culture est irriguée chaque jour ;

1.2.2. Irrigation par aspersion

La betterave à sucre est la principale culture irriguée par cette technique. Les agriculteurs optent à l'irriguer deux fois durant le cycle végétatif, vu que les besoins en eau de la culture sont satisfaits par les eaux pluviales durant la saison hivernale.

1.2.3. Irrigation gravitaire

Les fréquences d'irrigation du melon, courgette, tomate industrielle et de betterave à sucre sont les suivants :

- Melon : 6 à 8 fois durant les mois de juin et juillet
- Courgette : 6 à 8 fois durant les mois de juin et juillet
- Tomate industrielle : 12 fois durant les mois de juin, juillet et aout ;
- Betterave à sucre : 3 fois durant les mois de septembre et mai.

Il est à mentionner que le melon, la courgette et la tomate industrielle sont irrigués à la raie tandis que la betterave à sucre est irriguée par la méthode dite de pompiste.

En se référant aux données présentées dans le tableau 8, on peut dire que :

- Le volume en eau apportés à la culture du melon est proche à son besoin en eau ;
- Le volume en eau apporté à la culture de la courgette est inférieur à son besoin en eau. C'est une raison parmi autres qui explique la faiblesse du rendement qui est de l'ordre de 130 qx/ha par rapport au rendement moyen à l'échelle nationale qui est entre 200 et 250 qx/ha ;
- Le volume en eau apporté à la culture de tomate industrielle satisfait le besoin en eau de cette culture ;
- Le volume en eau d'irrigation apporté à la culture de la betterave à sucre est largement inférieur au besoin en eau de cette culture. Cette différence peut être justifiée par le fait qu'une partie du besoin en eau de cette culture est satisfaite par les eaux de pluies.

Tableau 8. Les volumes apportés en eau d'irrigation et les besoins en eau de quelques cultures

Culture	Intervalle de volume d'eau apporté par irrigation (m³/ha)	Intervalle du besoin en eau d'irrigation (m³/ha)
Melon	2000 - 4000	3000 - 4000
Courgette	1800 - 2500	3000
Tomate industrielle	6300	6000
Betterave à sucre	2700	5200 - 6500

3. Rendements des cultures

D'après les résultats présentés dans le tableau 9, on constate que le rendement de la betterave à sucre, les céréales, le melon, le riz ainsi que la tomate sont proches des rendements moyens du périmètre du Gharb. On peut dire que les agriculteurs des zones inondables exploitent leurs terres agricoles globalement d'une façon comparable à ceux hors zones inondables.

Tableau 9. Le rendement des cultures au Merjas de Sidi Ameer, Jouad et au périmètre du Gharb

	Sidi Ameer	Jouad	Merjas	Périmètre du Gharb
Culture	Rendement (qx/ha)	Rendement (qx/ha)	Rendement moyen (qx/ha)	Rendement moyen (qx/ha)
Artichaut	-	$90 \leq R \leq 120$	105	-
Betterave à sucre	600	$300 \leq R \leq 800$	550	580
Céréales	$15 \leq R \leq 50$	$20 \leq R \leq 60$	38	24
Concombre d'Arménie	$120 \leq R \leq 170$	-	145	-
Courgette	$40 \leq R \leq 216$	-	128	-
Maïs	$200 \leq R \leq 800$	-	500	-
Melon	$100 \leq R \leq 500$	-	300	275
Riz	$80 \leq R \leq 90$	-	85	80
Tomate	$650 \leq R \leq 950$	-	800	800

4. Commercialisation

Les cultures fourragères à savoir le bersim et la luzerne sont utilisées comme fourrages pour le cheptel. Les cultures maraichères à savoir le melon, le concombre d'Arménie et la courgette sont vendues en gros, soit après la récolte ou bien sur le champ. Les cultures à savoir la tomate et le riz sont vendus aux usines d'industrie agro-alimentaire.

4. Orientations des agriculteurs

4.2. En termes de changement du terrain

Les agriculteurs propriétaires de leurs exploitations n'ont aucune intention de changer leurs terrains, alors que les locataires tendent à exploiter de nouveaux terrains. Ces derniers choisissent de faire des contrats de location annuels ou bien sur deux ans suite à la diminution de la fertilité des sols après leur mise en culture.

4.2. En termes de changement de la technique d'irrigation

Les agriculteurs changent la technique d'irrigation dans le cas où ils doivent utiliser une technique qui convient le mieux à une certaine culture à savoir le cas du riz et de la betterave à sucre. Les agriculteurs désirent utiliser le goutte-à-goutte du fait qu'il garantit l'économie en eau et en main d'œuvre. Comme c'est la technique d'irrigation la plus coûteuse, ces agriculteurs n'ont pas suffisamment de moyens financiers pour l'installer. Ces agriculteurs sont soit des locataires ou bien des propriétaires ayant acheté leurs terres agricoles par concession, ce qui ne leur permet pas de bénéficier des subventions étatiques.

Conclusions et recommandations

La présente étude a porté sur la caractérisation des systèmes d'irrigation au niveau des zones inondables de la plaine du Gharb et plus particulièrement au niveau de la Zone Centrale et avait pour objectifs :

- La caractérisation des systèmes d'irrigation adoptés par les agriculteurs au niveau des zones inondables ;
- La détermination des différences techniques pratiquées par les agriculteurs ;
- L'analyse de l'exploitation agricole de ces zones par les agriculteurs.

Au terme de cette étude, plusieurs conclusions ont pu être formulées autour des points suivants :

- **La ressource en eau :**

Les eaux de surfaces ainsi que les eaux souterraines sont utilisées au niveau de la zone d'étude à des fins agricoles. Les eaux de surface sont de qualité moyenne à mauvaise du fait qu'elles proviennent des eaux d'assainissement des secteurs rizicoles. Contrairement à la nappe phréatique, la nappe profonde est de bonne qualité.

- **Les systèmes d'irrigation au niveau des trois zones inondables :**

Les systèmes d'irrigation classiques sont bien pratiqués au niveau des trois zones de Merjas objet de l'étude à savoir : le goutte-à-goutte, l'aspersif, et le gravitaire. Ce dernier concerne principalement quatre techniques: l'irrigation à la raie la plus dominante au niveau de la Merja de Sidi Ameer ; l'irrigation par bassins, l'irrigation par submersion et l'irrigation par la méthode dite de pompiste ; qui domine au niveau des Merjas de Jouad et Tedjina.

- **La reconversion individuelle en goutte-à-goutte :**

Au niveau de la Merja de Sidi Ameer, les agriculteurs sont confrontés à des contraintes concernant le statut foncier de leurs exploitations et leurs modes de faire valoir, ce qui les empêche de bénéficier des subventions accordées par l'Etat dans le cadre du FDA pour installer des systèmes goutte-à-goutte. Au niveau des zones inondables de Jouad et Tedjina, une bonne partie des agriculteurs n'ont pas l'intention de reconvertir leurs systèmes en goutte-à-goutte du fait qu'ils ont des exploitations de tailles réduites en termes de superficies où ils pratiquent des cultures fourragères.

- **Les indicateurs de performances techniques des systèmes goutte-à-goutte :**

Les coefficients d'uniformité d'arrosage varient entre 63% et 93 %. Ces valeurs sont expliquées par la différence des fréquences d'entretien du réseau d'une exploitation à autre. Les pressions dans les postes le plus défavorisés varie entre 2 et 4 mCE ce qui est largement inférieur à la pression de fonctionnement des goutteurs qui est de 10 mCE.

- **Les cultures irriguées par chaque technique d'irrigation :**

Au niveau de la Merja de Sidi Ameer, le goutte-à-goutte est utilisé pour irriguer la culture de tomate, tandis que les autres techniques sont pratiquées pour irriguer les cultures maraichères. Au niveau de l'ensemble des Merjas de Jouad et Tedjina, l'aspersion est utilisée pour irriguer la

betterave à sucre, le goutte-à-goutte pour les cultures maraichères et la gravitaire pour les cultures fourragères.

- **Les critères de choix de la technique d'irrigation :**

Le coût d'investissement, le choix des cultures et la disponibilité de l'eau (Eaux de surface) sont les principaux critères du choix de la technique d'irrigation.

- **Le pilotage d'irrigation :**

Le choix des moments d'apport d'eau d'irrigation se base sur le facteur climatique, le flétrissement des feuilles ainsi que l'expérience de l'agriculteur. L'agriculteur juge selon la technique d'irrigation si la culture est bien arrosée en se basant sur quelques critères, à savoir : l'humidification du sol autour de la plante dans le cas du goutte-à-goutte, la submersion de terrain dans le cas d'irrigation par submersion, la profondeur d'infiltration dans le cas d'irrigation par bassins ou bien le remplissage des raies.

- **Les rendements des cultures :**

En comparant les rendements moyens obtenus au niveau des trois Merjas pour les cultures suivantes : la betterave à sucre, les céréales, le melon, le riz et la tomate, avec les rendements moyens de ces mêmes cultures à l'échelle du périmètre du Gharb, on n'a remarqué une nette différence et donc on peut dire d'une façon générale que les agriculteurs des zones inondables exploitent leurs terres agricoles globalement de façon comparable aux agriculteurs hors zones inondables. Malheureusement, ces rendements restent menacés par les conditions climatiques au niveau de ces zones durant la saison pluviale qui conditionnent la période de praticabilité et de dessèchement du terrain.

Afin de permettre une meilleure valorisation de ces zones inondables, il est recommandé d'entamer des études plus approfondies, à savoir :

- Une étude topographique dans le but d'avoir des cartes topographiques explicites et pour une meilleure maîtrise du contexte géographique ;
- Une étude concernant le rôle des zones inondables dans la protection contre les inondations des centres urbains en aval ;
- Une étude d'impact de l'irrigation par des eaux d'assainissement chargées en éléments minéraux provenant des secteurs aménagés sur la qualité des sols;
- Une étude d'évaluation du potentiel de la nappe profonde dans la Zone Centrale ainsi que l'évaluation de risque de surexploitation et ses conséquences environnementales qui en découlent ;
- Une étude sur les statuts fonciers dans le but de régler les conflits entre les communautés sur l'exploitation des terres agricoles au niveau de ces Merjas, ainsi que le problème des terres cédées par des contrats de concession et dont les propriétaires ne peuvent bénéficier de subventions accordées par l'Etat dans le cadre du FDA.

Afin que ces études soient un pas en avant pour des projets à venir au niveau des zones inondables, elles doivent considérer les agriculteurs comme étant une partie prenante dont la participation est primordiale afin de réussir tout projet visant la mise en valeur de ces zones.

Références bibliographiques

- ABHS, 2009.** Etude d'actualisation du PDAIRE Sebou.
- Agriculture et développement, n°2 Mai 1994.** Mise en valeur des bas-fonds au Mali.
- Al Atiri, 2007.** Analyse des politiques hydrauliques. Cas de la Tunisie.
- Akesbi N., 2005.** Evolution et perspectives de l'agriculture marocaine, 50 ans de développement humain et perspectives 2025, Cinquantenaire de l'indépendance du Royaume du Maroc, Rabat.
- Akesbi N., 2011.** La nouvelle stratégie agricole du Maroc annonce-t-elle l'insécurité alimentaire du pays ?, Confluences méditerranée n°78.
- Association Nationale des Communes du Bénin, 2006.** Monographie de la commune de Boukoubé.
- Bouhamidi M., 1980.** Réflexions relatives à l'irrigation à par aspersion et à l'irrigation gravitaire dans le périmètre du Gharb.
- Célérier, 1922.** Les Merjas de la plaine du Sebou.
- Daniane M., Badraoui M., Soudi B., 1995.** Aménagement hydro-agricole de la plaine du Gharb : Conséquences agronomiques et environnementales.
- El Fadili et El Fahli, 2017.** Analyse des rôles agricoles et hydrauliques des Merjas de la Zone Centrale de la plaine du Gharb
- El Guedari Z., 1998.** L'impact de l'industrie agricole sur l'eau et l'environnement de la région du Gharb, Faculté des études supérieures et de la recherche, Campus de Moncton, Université de Moncton.
- FAO, 1990.** Gestion Des Eaux En Irrigation, Manuel de formation n° 5, Méthodes d'irrigation
- FAO, 2009.** Plan d'action d'urgence pour le drainage et l'assainissement de la plaine du Gharb.
- HCP, 2013.** Monographie régionale de la région du Gharb-Chrarda-Beni-Hssen.
- Kchouk S., Braiki H., Habaieb H. et Burte J., 2015.** Les bas-fonds de la plaine de Kairouan : de terres marginalisées à lieux d'expérimentation agricole.
- La Direction du Développement et de la Coopération DDC, 2007.** Capitalisation d'Expérience "Eau, Terre et Communautés".
- Le Département de Géographie et Aménagement du Territoire, Université de Parakou, Bénin, 2013.** Contribution de l'aménagement des bas-fonds à la production rizicole dans la Commune de Boukoubé (Nord-Ouest du Bénin).
- Le Ministère de l'Agriculture de l'Agroalimentaire et de la Forêt Français.** Les politiques agricoles à travers le monde - Quelques exemples: Bénin.
- ORMVAG.** Note concernant l'extension de l'aménagement publié dans le site officiel de l'ORMVAG.
- ORMVAG, NOVEC, 2010.** Etude de faisabilité de l'Aménagement Hydro-Agricole de la Zone Centrale de la TTI du Gharb et sécurisation de l'eau d'irrigation des secteurs équipés de Beht 3 et Beht 4.
- ORMVAG, NOVEC, 2011a.** Etude de faisabilité de l'aménagement de la Zone Centrale de la TTI du Gharb et sécurisation de l'alimentation en eau d'irrigation des secteurs Beht3 et Beht 4 » - Mission 1 : Diagnostic de la situation actuelle - Sous Mission 1.2 : Aménagement de la Zone Centrale de la TTI du Gharb et sécurisation en eau d'irrigation des secteurs Beht 3 et Beht 4.

ORMVAG, NOVEC, 2011b. Etude de faisabilité de l'aménagement de la Zone Centrale de la TTI du Gharb et sécurisation de l'alimentation en eau d'irrigation des secteurs Beht3 et Beht 4 » - Mission 1 : Diagnostic de la situation actuelle (DSA) - Sous mission 1.1 : Diagnostic de l'assainissement externe

ORMVAG, 2015. Monographie de l'ORMVAG, édition 2015.

Poncet J, 1970. La « catastrophe » climatique de l'automne 1969 en Tunisie.

Poncet J., Kuper M., Chiche J. (2008) La transformation des territoires en grande hydraulique : Les impacts du projet Sebou, Maroc

Taky A., Mailhol J.C., Debbarh A., Bouarfa S., Hammani A., Zimmer D., Ruelle P., Belabbes K., 2005. Diagnostic des pratiques d'irrigation gravitaire et possibilités d'amélioration dans le Gharb au Maroc.

Taky A., 2018. Le cours de management des périmètres irrigués. 3^{ème} année Génie Rural. Institut Agronomique et Vétérinaire Hassan II, Rabat, Maroc.

Tiercelin R. et Vidal A., 2006. Traité d'irrigation.

Webographie

<http://www.kairouan.org/fr/decouverte/geographie.htm>

<https://www.fellah-trade.com/fr/filiere-vegetale>

ABHS, 2018. Site officiel de l'ABHS.

Bedrane, 2016. <https://agronomie.info>

ORMVAG, 2018. Site officiel de l'ORMVAG

Rabai, non daté. <http://www.kairouan.org/fr/decouverte/geographie.htm>

Annexe n°1. Les fiche d'enquêtes

1. L'irrigation localisée

I. Caractérisation du ménage

Nom	Age	Niveau d'instruction	Date d'installation	Autres sources de revenus

II. Caractérisation de l'exploitation

Commune	Douar	Coordonnées				Superficie	
		Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Totale	Irriguée

1. Statut foncier : Melk Collectif Domaine Privé de l'Etat Réforme Agraire
2. Mode de faire valoir : Propriétaire Locataire (Loyer :)
3. Main d'œuvre : Familiale Externe
4. Système d'irrigation ancien :

Système	Gravitaire	Aspersion	Goutte-à-goutte
Superficie (ha)			
Durée de mise en service			

5. La raison du changement du système d'irrigation
6. Système de production:

Culture				
Superficie (ha)				
Période				
Bour ou irrigué				
Rendement (qx/ha)				

III. Caractérisation de la ressource en eau

1. Origine de la ressource en eau : Pompage Canal d'assainissement Cours d'eau
2. Si : « Pompage » :

Nombre de puits	Profondeur	Niveau Dynamique	Niveau Statique	Problèmes	
				Pénurie	Salinité

3. Si : « Canal d'assainissement » ou « Cours d'eau »
 - Cours d'eau : Régularisé Non régularisé
 - Problèmes liés à l'eau : Pénurie Salinité
 - Durée de disponibilité :
 4. Avez-vous réalisé au moins une fois une analyse de l'eau d'irrigation ? Oui Non
- Si oui, résultat ?

IV. Ouvrages de mobilisation de la ressource en eau

1. Localisation et distance par rapport aux parcelles :
2. Station de pompage :

Type	Q (m ³ /h)	HMT (m)	Puissance (KW)	Rendement

- La source d'énergie : Electricité Carburant Gaz Butane
- Consommation en énergie par jour :
- Coût de pompage :
- Redevances (ABH/Office) :

V. Réseau d'adduction de l'eau d'irrigation

1. Nature et dimensions :

Type	Canal en béton	Canal en terre	Conduite		
			PVC	PE	Autres
Section (m ²)					
Diamètre (mm)					

2. Débit :

3. Longueur (m) :

4. Etat du réseau :

VI. Le réseau d'irrigation à la parcelle (G-à-G)

Pourquoi le g-à-g	Dimensionnement	Installation	Subventionné	Entretien	
				Fréquence	Responsable

1. Dimensions

	Type	Q (l/h)	Ecartement (m)	D (mm)	L (m)	Nombre	S (m ²)
Goutteur			-	-	-		
Rampe		-	-	-	-		
Porte-rampe			-	-			
Conduite principale	-				-		
Secteur	-				-		

4. Bassin :

Emplacement :

Autonomie (j)	Longueur (m)	Largeur (m)	Profondeur (m)	Volume utile (m ³)	Pompage	
					Puissance	HMT

5. Station de tête :

Pompage				Filtration			
Nombre	Marque	Puissance (KW)	HMT (m)	Type	Marque	Nombre	Débit

VII. Modes de gestion de l'eau d'irrigation

1. Quand vous commencez le semis ?.....

2. Comment vous déterminez les apports d'eau pour les cultures que vous irriguez ?

.....

Culture1.....Culture2.....

Culture 3.....Culture 4.....

3. Satisfaits Moyennement satisfaits pas satisfaits

4. comment vous jugez que les plantes ont été bien arrosées ?

.....

5. Vous irriguez toutes les cultures de la même façon ? Oui Non

Pourquoi ?.....

6. Sur quoi vous vous basez pour déterminer les doses et les fréquences d'irrigation

?.....

7. Est-ce que vous irriguez chaque jour ? Et pour quelle durée ?

Culture 1		Culture 2		Culture 3		Culture 4	
fréquence	Durée (h)						

8. Quels problèmes vous rencontrez en ce qui concerne l'irrigation ? (Bouchage des goutteurs, des filtres,...).....

9. Comment vous résolvez ces problèmes ?

VIII. Orientations de l'exploitant

1. Changement de la technique d'irrigation : Oui Non

2. Pourquoi ?

3. Changement du terrain : Oui Non

4. Pourquoi ?.....

5. La commercialisation :

2. L'aspersion

I. Caractérisation du ménage

Nom	Age	Niveau d'instruction	Date d'installation	Autres sources de revenus

II. Caractérisation de l'exploitation

Commune	Douar	Coordonnées				Superficie	
		Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Totale	Irriguée

1. Statut foncier : Melk Collectif Domaine Privé de l'Etat Réforme Agraire

2. Mode de faire valoir : Propriétaire Locataire (Loyer :)

3. Main d'œuvre : Familiale Externe

4. Système d'irrigation ancien :

Système	Gravitaire	Aspersion	Goutte-à-goutte
Superficie (ha)			
Durée de mise en service			

5. La raison du changement du système d'irrigation :

6. Système de production:

Culture				
Superficie (ha)				
Période				
Bour ou irrigué				
Rendement (qx/ha)				

III. Caractérisation de la ressource en eau

1. Origine de la ressource en eau : Pompage Canal d'assainissement Cours d'eau

2. Si : « Pompage » :

Nombre de puits	Profondeur	Niveau Dynamique	Niveau Statique	Problèmes	
				Pénurie	Salinité

3. Si : « Canal d'assainissement » ou « Cours d'eau »

○ Cours d'eau : Régularisé Non régularisé

○ Problèmes liés à l'eau : Qualité Quantité

○ Durée de disponibilité :

4. Avez-vous réalisé au moins une fois une analyse de l'eau d'irrigation ? Oui Non

Si oui, résultat ?.....

IV. Ouvrages de mobilisation de la ressource en eau

1. Localisation et distance par rapport aux parcelles :

2. Station de pompage :

Type	Q (m ³ /h)	HMT (m)	Puissance (KW)	Rendement

○ La source d'énergie : Electricité Carburant Gaz Butane

- Consommation en énergie par jour :
- Coût de pompage :
- Redevances (ABH/Office) :

V. Réseau d'adduction de l'eau d'irrigation

1. Nature et dimensions :

Type	Canal en béton	Canal en terre	Conduite		
			PVC	PE	Autres
Section (m ²)					
Diamètre (mm)					

2. Débit (m³/s) :

3. Longueur (m) :

4. Etat du réseau :

VI. Le réseau d'irrigation à la parcelle (Aspersion)

Pourquoi l'aspersion	Dimensionnement	Installation	Entretien	
			Fréquence	Responsable

1. Dimensions

	Asperseur	Rampe	Porte-rampe	Conduite principale	Secteur
Rayon (m)		-	-	-	-
Débit (l/h)		-	-	-	-
Type					-
Ecartement (m)			-	-	
Diamètre (mm)	-				-
Longueur (m)	-				-
Nombre	-	-	-	-	
Superficie (m ²)	-	-	-	-	
Etat			-	-	-

4. Bassin :

Emplacement :

Autonomie (j)	L (m)	l (m)	Profondeur (m)	Volume utile (m ³)	Pompage	
					Puissance	HMT

5. Station de tête :

Pompage				Filtration			
Nombre	Marque	Puissance (KW)	HMT (m)	Type	Marque	Nombre	Débit

VII. Modes de gestion de l'eau d'irrigation

1. Quand vous commencez les semis ?

2. Comment vous déterminez les apports d'eau pour les cultures que vous irriguez ?

Culture 1..... Culture 2.....

Culture 3..... Culture 4.....

3. Satisfaits Moyennement satisfaits pas satisfaits

4. comment vous jugez que les plantes ont été bien arrosées ?

5. Vous irriguez toutes les cultures de la même façon ? Oui Non

Pourquoi ?.....
 6. Sur quoi vous vous basez pour déterminer les doses et les fréquences d'irrigation ?

7. Est-ce que vous irriguez chaque jour ? Et pour quelle durée ?

Culture 1		Culture 2		Culture 3		Culture 4	
fréquence	Durée (h)						

8. Quels problèmes vous rencontrez en ce qui concerne l'irrigation ?

9. Comment vous résolvez ces problèmes ?

VII. Orientations de l'exploitant

1. Changement de la technique d'irrigation : Oui Non
2. Pourquoi ?
3. Changement du terrain : Oui Non
4. Pourquoi ?.....
5. La commercialisation :

3. Le gravitaire

I. Caractérisation du ménage

Nom	Age	Niveau d'instruction	Date d'installation	Autres sources de revenus

II. Caractérisation de l'exploitation

Commune	Douar	Coordonnées				Superficie	
		Point 1	Point 2	Point 3	Point 4	Totale	Irriguée

1. Statut foncier : Melk Collectif Domaine Privé de l'Etat Réforme Agraire
2. Mode de faire valoir : Propriétaire Locataire (Loyer :)
3. Main d'œuvre : Familiale Externe
4. Système d'irrigation ancien :

Système	Gravitaire	Aspersion	Goutte-à-goutte
Superficie (ha)			
Durée de mise en service			

5. La raison du changement du système d'irrigation:.....

6. Système de production:

Culture				
Superficie (ha)				
Période				
Bour ou irrigué				
Rendement (qx/ha)				

III. Caractérisation de la ressource en eau

1. Point de prélèvement : Pompage Canal d'assainissement Cours d'eau
2. Si : « Pompage » :

Nombre de puits	Profondeur	Niveau Dynamique	Niveau Statique	Problèmes	
				Pénurie	Salinité

3. Si : « Canal d'assainissement » ou « Cours d'eau »

- Cours d'eau : Régularisé Non régularisé
- Problèmes liés à l'eau : Qualité Quantité

○ Durée de disponibilité :

4. Avez-vous réalisé au moins une fois une analyse de l'eau d'irrigation ? Oui Non
Si oui, résultat ?.....

IV. Ouvrages de mobilisation de la ressource en eau

1. Localisation et distance par rapport aux parcelles :

2. Station de pompage :

Type	Q (m ³ /h)	HMT (m)	Puissance (KW)	Rendement

○ La source d'énergie : Electricité Carburant Gaz Butane

○ Consommation en énergie par jour :

○ Coût de pompage :

○ Redevances (ABH/Office) :

V. Réseau d'adduction de l'eau d'irrigation

1. Nature et dimensions :

Type	Canal en béton	Canal en terre	Conduite		
			PVC	PE	Autres
Section (m ²)					
Diamètre (mm)					

2. Débit :

3. Longueur (m) :

4. Etat du réseau :

VI. Le réseau d'irrigation à la parcelle (Gravitaire)

Pourquoi le gravitaire	Dimensionnement	Travaux	Entretien	
			Fréquence	Responsable

1. Mode d'irrigation à la parcelle :

	Submersion	à la raie	Par bassins
Nombre de bassin			
Superficie du bassin			
Largeur (m)			
Longueur (m)			
Ecartement entre raies (m)			
Débit (l/s)			
Durée (h)			

2. Distribution :

	Nature		Etat	Débit (l/s)
	En terre	Autre		
Seguia				
Seguia-Mère				
Seguia-Arroseur				

3. Mode de dérivation de l'eau de l'arroseur vers les planches ou raies ou autres (siphons, brèches ou autres....) :

4. Bassin :

Emplacement :

Autonomie (j)	Longueur (m)	Largeur (m)	Profondeur (m)	Volume utile (m ³)	Pompage	
					Puissance	HMT

VII. Réseau d'assainissement

Pourquoi l'assainissement	Dimensionnement	Travaux	Entretien	
			Fréquence	Responsable

	Canal tertiaire	Canal secondaire	Canal principal
Débit			
Hauteur (m)			
Largeur au radier (m)			
Largeur au miroir (m)			
Nature			
Etat			

Performance :

VIII. Modes de gestion de l'eau d'irrigation

1. Quand vous commencez le semis ?

2. Comment vous déterminez les apports d'eau pour les cultures que vous irriguez ?

.....

Culture 1.....Culture 2.....

Culture 3.....Culture 4.....

3. Satisfaits Moyennement satisfaits pas satisfaits

4. comment vous jugez que les plantes ont été bien arrosées ?

.....

5. Vous irriguez toutes les cultures de la même façon ? Oui Non

Pourquoi ?.....

6. Sur quoi vous vous basez pour déterminer les doses et les fréquences d'irrigation ?

.....

7. Nombre de tours d'irrigation, volume apporté et la durée d'un tour d'eau :

Culture 1			Culture 2			Culture 3			Culture 4		
Nombre	V (m ³)	Durée (h)	Nombre	V (m ³)	Durée (h)	Nombre	V (m ³)	Durée (h)	Nombre	V (m ³)	Durée (h)

8. Quels problèmes vous rencontrez en ce qui concerne l'irrigation ?

.....

10. Comment vous résolvez ces problèmes ?

.....

IX. Orientations de l'exploitant

1. Changement de la technique d'irrigation : Oui Non

2. Pourquoi ?

3. Changement du terrain : Oui Non

4. Pourquoi ?

5. La commercialisation :

Annexe n°2. la fiche de mesures

1. La mesure de débit de pompage :

Volume (l)	
Durée (sec)	

2. La mesure de pression au niveau du poste le plus défavorisé (bar) :

3. Le test d'uniformité : La mesure du volume d'eau durant une minute pour chaque goutteur

Volume (ml)	1ère rampe	Rampe 1/3	Rampe 2/3	Dernière rampe
1er goutteur				
Goutteur 1/3				
Goutteur 2/3				
Dernier goutteur				

ملخص

في عام 1912، عرف سهل الغرب مشروعا يهدف إلى تجفيف وحماية هذا السهل من الفيضانات. وفي إطار هذا المشروع تم تجفيف المناطق المنخفضة لأراضي الممرجات والمسماة بالمناطق المهدة بالفيضان وذلك بهدف استغلال الإمكانيات الفلاحية لهاته المناطق. مما أدى إلى انتقال الوضع العقاري لهذه الأراضي من المجال العام للدولة إلى المجال الجماعي والمجال الخاص للدولة. بدأ المزارعون إذن بتطوير أنشطتهم الزراعية عبر الاعتماد على الزراعة السقوية بجانب الزراعات البورية. إذن في سياق قابلية هذه المناطق المنخفضة للتعرض للفيضانات والحاجة إلى الاستغلال الأمثل لإمكانياتهم الزراعية، تنبثق إشكالية مسألة كيفية تأقلم هؤلاء المزارعين مع هذا السياق ودرجة استغلالهم لهذه الإمكانيات. ومن هذا المنطلق، يأتي هذا العمل الهادف إلى توصيف ممارسات الري في المناطق المهدة بالفيضان في المنطقة المركزية، وبالخصوص ممرجات سيدي عامر ولجواد وتجينا. يعتمد هذا التوصيف على محورين رئيسيين: توصيف تقنيات الري المستخدمة في هذه المناطق، وكذلك كيفية إدارة ومراقبة الري من أجل تحقيق الهدف المذكور أعلاه، تم اعتماد نهجين تكمليين. يعتمد النهج الأول على المقابلات مع وكلاء المكتب الجهوي للاستثمار الفلاحي للغرب بالإضافة إلى استجواب المزارعين. ويستند النهج الثاني على القياسات الميدانية لعدد من العوامل كالصبيب والضغط ومعامل التوحيد للقطرات. نتائج هذا العمل ساعدت على استنتاج ما يلي: يستغل المزارعون كلا من المياه الجوفية والمياه السطحية. تعتبر المياه السطحية ذات نوعية رديئة على عكس المياه الجوفية العميقة ذات الجودة العالية. طبيعة الموارد المائية بالإضافة إلى مدى توفرها هما من المعايير التي تحدد اختيار نظام الري. وفي نفس الإطار، تبين أن نظام السقي السطحي يهيمن في الممرجات الثلاث. حيث أن تقنية السقي عبر الخطوط هي الأكثر استعمالا في ممرجة سيدي عامر، بينما تقنية الري المسماة بالسقي "الإطفائي" هي الأكثر استعمالا في ممرجات جواد و تجينا. يحتكم المزارعون إلى أحوال الطقس وحالة النبات وكذلك خبرتهم في تحديد جداول السقي. بالرغم من أن هذه المعايير غير دقيقة فإن المزارعين في المناطق المهدة بالفيضان ينتجون محاصيل فلاحية قريبة إلى حد كبير إلى المحاصيل المنتجة على مستوى الغرب. ومع ذلك لا يزال المردود الزراعي مهتدا بالظروف المناخية، حيث أن هذه المناطق تلعب دور أحواض تستوعب مياه الفيضانات من أجل حماية المناطق الواقعة خلفها، مما يفسد المحاصيل المزروعة هناك في فصل الخريف

الكلمات المفتاحية: الممرجات، المناطق المهدة بالفيضان، أنظمة الري، تقنيات الري، إدارة الري.

مشروع نهاية الدراسات لنيل دبلوم مهندس في الهندسة القروية
شعبة : الري و تدبير المياه و البيئة

توصيف أنظمة الري في المناطق المهددة بالفيضانات في سهل الغرب:
حالة المنطقة الوسطى

المنجز و المقدم علنيا من طرف :

الآنسة لمغبر إيمان

أمام اللجنة المكونة من :

معهد الحسن الثاني للزراعة و البيطرة	رئيس	الأستاذ أحمد بوعزيز
معهد الحسن الثاني للزراعة و البيطرة	مقررة	الأستاذة رقية بورزيزة
المكتب الجهوي للاستثمار أفلاحي للغرب	مقرر	الدكتور عبد الإله تافي
معهد الحسن الثاني للزراعة و البيطرة	ممتحنة	الأستاذة وفاء الخومسي
وزارة الفلاحة و الصيد البحري و التنمية القروية و المياه و الغابات	ممتحنة	السيدة سلمى لوذغيري
المكتب الجهوي للاستثمار أفلاحي للغرب	ممتحن	السيد محمد باحوس

يوليو 2018