

Commissariat Régional de Développement Agricole de
Tozeur



Centre Régional de Recherches en Agriculture Oasienne à
Degache



Projet : Développement Rural Intégré dans les
Délégations de Hezoua et Tamerza (Gouvernorat
de Tozeur)



ACCORD SPECIFIQUE D'EXECUTION D'ACTIVITES N°1POS 1
DON DU GOUVERNEMENT DE LA REPUBLIQUE ITALIENNE
N°4024/671/978

**Etude technique détaillée relative au
renforcement du système de drainage et
valorisation des eaux de drainage en Mzara 2
Hezoua 2 et Hezoua 3**

Remerciements

Au terme de ce travail, nous tenons tout d'abord à exprimer nos vifs remerciements envers la Structure de Gestion du Projet, SGP, du Développement Rural Intégré, PDRI, dans les délégations de Hezoua et Tamerza (Gouvernorat de Tozeur) pour leur confiance à notre centre, le Centre Régional de Recherches en Agriculture Oasienne à Degache, pour la réalisation de cette étude.

Un remerciement particulier est adressé à Mr Mohammed Debbabi, le directeur du projet, et Mr Remo Zulli, chargé de programme Secteur Développement Rural à l'Agence Italienne pour la Coopération au Développement pour le suivi dynamique, minutieux et constructif de l'exécution de cette tâche.

Nos remerciements s'adressent ensuite aux chefs des Cellules Territoriales de Vulgarisation Agricoles à Hezoua et Tameghza respectivement Mr Atef Debbaoui (le coordinateur technique du projet) et Mr Taieb Khleifi pour leur disponibilité, approvisionnement en les données et facilitation des visites sur terrain. De même pour les membres du comité technique ayant contribué et suivi la réalisation des activités de cette étude. Il n'est pas possible d'oublier de faire la reconnaissance à Mr Boussairi El Mezzi fonction à CRDA Tozeur pour les données et les consignes présentés.

Nous remercions vivement les membres de 18 GDAs concernés par le projet pour leur collaboration active ainsi que les agriculteurs rencontrés lors des visites sur terrain. Qu'ils trouvent dans cette étude leurs attentes de réhabilitation des infrastructures hydrauliques.

Que tous ceux, de prêt ou de loin ont contribué à l'élaboration de ce travail, trouvent ici nos sentiments de profonde gratitude et de reconnaissance infini.

Table des matières

<i>Avant-propos</i>	1
Introduction	3
1 Approche méthodologique	5
1.1 Principe	5
1.2 Présentation et contribution de différents acteurs	5
1.3 Méthodologie de travail	6
1.3.1 Ateliers de concertation et visites sur terrain	6
1.3.2 Analyse des données	8
1.4 Problématique générale du secteur de l'irrigation des oasis	9
1.5 Résultats attendus de l'étude	10
2 Présentation de la zone d'étude	10
2.1 Cadre climatique	11
2.2 Cadre pédologique	12
2.2.1 Les sols halomorphes	12
2.2.2 Les sols gypseux	12
2.2.3 Les sols minéraux bruts	12
2.2.4 Les sols squelettiques	12
3 Analyse et diagnostic de la situation actuelle.....	13
3.1 Présentation des caractéristique des oasis étudiés	13
3.2 Résultat de l'analyse et problématique spécifique à la zone d'étude	15
4 Orientations du plan d'actions.....	17
5 Présentation des scénarios d'amélioration et de valorisation des eaux de drainage.....	17
5.1 Scénario1 : Valorisation des eaux de drainage en aquaculture et cultures fourragères et pastorales	17
5.1.1 Valorisation des eaux de drainage en aquaculture	20
5.1.1.1 Cadre général	20
5.1.1.2 Choix des espèces d'élevage	20
5.1.1.3 Estimation du coût d'installation d'un projet d'élevage du Tilapia	23
5.1.2 Valorisation des eaux de drainage pour l'irrigation des espèces pastorales et fourragères	25
5.1.3 Choix des espèces adaptées à la qualité et au climat de la région	26

5.2	Scénario 2 : Choix, installation et entretien du système de drainage et valorisation des quantités restantes.....	27
5.2.1	Choix de type de réseau de drainage	27
5.2.2	Choix des éléments du réseau de drainage enterré.....	31
5.2.3	Actions prioritaires de maintenance de réseau de drainage	32
5.2.4	Choix du système de valorisation adéquat	33
5.2.5	Revue Bibliographique sur la réutilisation des eaux de drainage pour des fins agro-sylvo- pastorales.....	35
5.3	Scénario 3 : Amélioration de système d'irrigation et introduction des systèmes d'économie d'eau	36
5.3.1	Amélioration de système d'irrigation	36
5.3.2	Introduction des techniques d'économie d'eau.....	37
5.3.3	Estimation des coûts d'installation du système d'irrigation par barboteur pour le palmier dattier	39
5.3.4	Impact d'application du scénario 3 sur la conservation de l'eau	41
6	Etude préliminaire d'évaluation des impacts économique, sociaux et environnementaux	41
6.1	Sources et récepteurs d'impacts.....	41
6.2	Analyse des impacts d'installation d'un système de drainage.....	42
6.2.1	Impacts du projet sur les milieux physique et biologique.....	42
6.2.2	Impacts du projet sur le milieu humain	44
6.3	Synthèse des impacts	46
	Conclusion.....	49
	Annexes.....	51

Liste des abréviations

Abréviation	Signification
AICS	Agence Italienne pour la Coopération au Développement
CI	Continental Intercalaire
CRDA	Commissariat Régional de Développement Agricole
CRRAO	Centre Régional de Recherches en Agriculture Oasienne
CT	Continental Terminal
CTV	Cellule Territoriale de Vulgarisation
DGPA	Direction Générale de la Pêche et de l'Aquaculture
ED	Eaux de drainage
ETP	Evapotranspiration
GDA	Groupement de Développement Agricole
ONG	Organisation Non Gouvernementale
PDRI	Projet de Développement Rural Intégré
PEHD	Polyéthylène
SGP	Structure de Gestion du Projet
STEG	Société Tunisienne de l'Electricité et du Gaz
GIZ	Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit
GDABD	Groupement de Développement de l'Agriculture Biodynamique
PANLCD	Programme d'Action National de Lutte Contre la Désertification
CBBC	Centre de Biotechnologie de Borj-Cédria
GTZ	Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit

Liste des tableaux

Tableau 1 : Liste du comité technique du projet	9
Tableau 2 : Données climatiques du gouvernorat de Tozeur pour l'année 2020.....	11
Tableau 3 : Consommation de l'eau des trois GDAs	15
Tableau 4 : Tour d'eau et durée d'irrigation pour Mzara CI, Hezoua2 et Hezoua3	15
Tableau 5 : Quantités d'eau restantes en cas d'application du scénario1	19
Tableau 6 : Estimation du coût d'installation d'un projet d'élevage 260000 alevins de Tilapia	24
Tableau 7 : Liste des espèces fourragères proposées	26
Tableau 8 : Pente limite des drains.....	32
Tableau 9 : Quantités d'eau restantes en cas d'application du scénario2.....	34
Tableau 10 : Besoins annuels de quelques cultures fourragères	34
Tableau 11 : Coût estimatif d'installation du système barboteur à Hezoua3 et Mzara CI (Sans prendre en compte le coût de la main d'œuvre)	40
Tableau 12 : Coûts estimatifs d'installation du système barboteur sur toute la superficie de la zone d'étude (Sans prendre en compte le coût de la main d'œuvre).....	40
Tableau 13 : Quantités d'eau restantes en cas d'application du scénario3	41
Tableau 14 : Présentation des Principaux sources d'impacts	42

Liste des figures

Figure 1: Concept de la mise en œuvre de l'étude diagnostique.....	5
Figure 2 : Réunion et concertation avec les agriculteurs.....	6
Figure 3 : Visite sur terrain par les deux enquêteurs.....	7
Figure 4 : Visite de Mzara CI par les membres du comité technique.....	7
Figure 5 : Réunion avec les membres des GDAs.....	7
Figure 6 : Réunions de suivi et de validation.....	8
Figure 7 : Réunions en ligne avec le comité technique.....	8
Figure 8 : Carte de la localisation de la délégation de Hezoua.....	11
Figure 9 : Carte pédologique de la région de Tozeur.....	13
Figure 10 : Carte de répartition des parcelles du GDA Mzara CI.....	13
Figure 11 : Carte de répartition des parcelles du GDA Hezoua3.....	14
Figure 12 : Carte de répartition des parcelles du GDA Hezoua2.....	14
Figure 13 : Conduites d'eau stagnées au niveau de Mzara CI.....	16
Figure 14 : Perte de l'eau du refroidisseur.....	16
Figure 15 : Perte de l'eau chaude du refroidisseur.....	18
Figure 16 : Fissures au niveau des Seguias du refroidisseur.....	18
Figure 17 : Conduites d'eau en mauvais état induisant la perte d'eau.....	18
Figure 18 : Etat de réseau de drainage de Hezoua 2.....	19
Figure 19 : Photo de l'élevage de la Tilapia.....	21
Figure 20 : Bassin d'élevage de Tilapia.....	22
Figure 21 : Artemia (aliments des poissons).....	23
Figure 22 : Photo de la culture de la spiruline à Gabes.....	23
Figure 23 : Exemples de drainage souterrain.....	27
Figure 24 : Drainage souterrain à Hezoua3.....	28
Figure 25 : Exemples de drainage de surface.....	29
Figure 26 : Drainage de surface à Hezoua2.....	29
Figure 27 : Etat de station de pompage de Hezoua3.....	33
Figure 28 : Culture de Luzerne dans un écosystème oasien.....	35
Figure 29 : les conduites en polyéthylène dans les parcelles.....	37
Figure 30 : Etat de pompage de forage à Mzara CI.....	37
Figure 31 : Conduites du système barboteur.....	38
Figure 32 : Irrigation des palmiers par barboteur.....	39

Liste des annexes

ANNEXE 1 : Tableau de l'état actuel d'irrigation pour chaque GDA.....	51
ANNEXE 2 : Tableau descriptif de la consommation de l'eau pour chaque GDA	52
ANNEXE 3 : Pilotage d'un système d'irrigation Barboteur dans le périmètre irrigué	53
ANNEXE 4 : Pilotage d'un système d'irrigation Barboteur dans le périmètre irrigué Mzara CI.....	54
ANNEXE 5 : Pilotage d'un système d'irrigation Barboteur dans le périmètre irrigué	55
ANNEXE 6 : Schéma de réseau de drainage Hezoua3	56
ANNEXE 7 : Schéma de réseau de drainage Hezoua3	57
ANNEXE 8 : Fiche GDA Hezoua3.....	58
ANNEXE 9 : Fiche GDA Mzara CI.....	60
ANNEXE 10 : Fiche GDA Hezoua2.....	62
ANNEXE 11 : Liste de présence de l'atelier du 14/10/2021	64
ANNEXE 12 : Liste des agriculteurs de GDA Hezoua3.....	65
ANNEXE 13 : Liste des agriculteurs de Mzara CI	67
ANNEXE 14 : Liste des agriculteurs de Hezoua2	69
ANNEXE 16 : Schéma de drainage de Mzara CI (à réaliser)	75
ANNEXE 17 : Schéma de drainage de Hezoua3 (à réaliser)	Erreur ! Signet non défini.
ANNEXE 18 : Schéma de drainage de Hezoua3 (à réaliser)	Erreur ! Signet non défini.

Avant-propos

Le Projet de développement rural intégré dans le Délégations de Hezoua et Tamerza (Gouvernorat de Tozeur) est financé par la Coopération Italienne d'un montant de 5.103.410,00 €, dont le CRDA de Tozeur est l'agence d'exécution, d'or en avant PDRI Hezoua et Tamerza. Ce financement a eu lieu suite à la signature du Protocole d'accord entre le gouvernement de la république tunisienne et le gouvernement de la république italienne le 17/09/2018. Cette intervention est complémentaire aux stratégies conçues par la Coopération italienne établit dans le Mémorandum d'accord de coopération au développement entre le gouvernement de la République italienne et le gouvernement de la République tunisienne pour la période 2017-2020.

Le projet s'insère dans le cadre de la stratégie nationale de lutte contre la désertification, de stabilisation et d'amélioration des conditions de vie des populations des zones de frontière. Généralement, ce projet vise à améliorer les conditions de vie des populations rurales des délégations de Hezoua et de Tamerza (Gouvernorat de Tozeur) alors que spécifiquement, il sert à intensifier et diversifier la production agricole dans 18 périmètres irrigués localisés dans ces délégations (15 périmètres dans la délégation de Hezoua et 3 périmètres dans la délégation de Tamerza). Pour ce faire, il se focalise sur les 4 thèmes suivants : Renforcement du Développement Local Participatif, Protection des périmètres irrigués contre l'ensablement, Amélioration de la production des périmètres irrigués et Amélioration de conditions de vie et diversification des sources de revenus des familles rurales. Afin d'atteindre ces finalités, l'approche du projet consiste à promouvoir la relation interconnectée entre la gestion durable des ressources naturelles (surtout l'eau) et la production des périmètres irrigués.

▪ **Cadre de l'élaboration de l'étude technique des eaux de drainage et leur valorisation**

Dans le cadre de projet Développement Rural Intégré dans les Délégations de Hezoua et Tamerza (Gouvernorat de Tozeur) et suite à la loi d'orientation de la recherche appelant à la valorisation socioéconomique des acquis de la recherche scientifique, un accord cadre a été signé le 04/08/2020 entre le CRDA Tozeur et le centre CRRAO-Degache. Suite à cette convention, un accord spécifique, Accord spécifique d'exécution d'activités N°1 POS 1, été établi le 23/10/2020 entre le centre CRRAO-Degache, CRDA Tozeur et le projet PDRI. Engagé de ses missions en cet accord spécifique, le centre CRRAO-Degache participe à l'exécution de la composante 3.

Amélioration de la production des périmètres irrigués du projet, qui consiste entre autres à l'amélioration de la gestion de l'eau de drainage.

Ainsi, ce document présente l'itinéraire méthodologique à adopter pour la réalisation de cette étude. En fait, l'eau de drainage (souvent de mauvaise qualité : 3-7 g/l de salinité), constitue une nuisance pour la plupart des oasis surtout lorsque le système de drainage n'est pas efficace. L'idée de valoriser ces eaux trouve sa justification dans la mesure où elle permettrait à la fois d'atténuer ces nuisances et de profiter des opportunités identifiées pour leur valorisation à travers du recyclage pour le développement de plantations pastorales résistantes à la salinité.

Introduction

Dans le sud Tunisien, l'oasis joue un rôle important sur le plan économique du pays et sur le niveau de vie des individus qui vivent dans le sud, il est considéré comme la principale source de travail. Elles constituent la source des produits agricoles à hautes valeurs marchandes (Sghaier, 2010). Elles sont réputées pour leur importance économique et alimentaire dans la Tunisie. La production des dattes est classé la troisième place après l'huile d'olive et les produits de la pêche.

La culture la plus fréquente et importante dans les oasis tunisiennes est « Le palmier dattier ». Il existe des milliers de cultivars des dattes. En Tunisie, on compte plus de 300 variétés. La tendance à la culture monovariétale basée sur la Deglet Nour, a conduit à l'abandon du reste des variétés locales. Le palmier dattier, en fait, est l'un des arbres fruitiers les plus tolérants au sel, sa consommation moyenne de l'eau des dattiers est d'environ 7 à 14,6 mm et de 2 à 4 mm respectivement pendant les périodes d'été et d'hiver (Mohamed et al. 2005 ; FAO 2007 ; Dewider et al. 2015). Dans les zones désertiques et plus particulièrement dans les oasis l'eau occupe une place centrale dans les activités quotidiennes et dans les politiques de développement.

En effet les oasis constituent un agro-éco-système où l'irrigation est une nécessité vitale pour accroître et régulariser la production agricole. Le système oasien est un écosystème fragile dont la pérennité est tributaire de la gestion rationnelle des ressources en sols et en eaux. Les grandes étendues de sable fins gypseux qui constituent les sols de la plus part des oasis pré-chotteuse ont été considérées pour longtemps par les aménagistes comme des véritables "passoires". Toutefois après quelques décennies de mise en irrigation, nous assistons à des problèmes sérieux d'hydromorphie qui affectent déjà une part significative des oasis. Ces problèmes tiennent en partie à la nature endoréique de ces zones, ce qui se traduit par des remontées des nappes phréatiques et de salinisation des sols. Pour lutter contre ces problèmes le drainage s'avère impératif.

En effet les eaux de drainage présentent un des facteurs principaux de la dégradation des sols de point de vue hydromorphie et salinisation, une amélioration de la gestion et valorisation des eaux de drainage et donc nécessaire.

L'objectif de cette valorisation est de :

- Rabattre les nappes à un niveau piézométrique convenable afin d'éviter les remontées salines par capillarité.
- Evacuer les eaux de lessivage des sols qui est nécessaire de manière récurrente pour maintenir un niveau correct de la salinité.
- Couvrir le déficit de l'oasis en matières organiques permettant d'assurer la pérennité de l'agriculture biodynamique.
- Protéger les terres de parcours et de l'oasis contre la désertification conséquence du défrichage et du surpâturage en auréole autour de l'oasis de Hezoua.

Dans le cadre du Projet de Développement Rural Intégré (PDRI) dans le Délégations de Hezoua et Tamerza (Gouvernorat de Tozeur) financé par l'AICS, nous avons effectué une étude technique des eaux de drainage et leur valorisation.

Ainsi, cette étude est divisée sur trois parties :

- Un diagnostic détaillé sur l'état des eaux de drainage des GDAs Hezoua3, Hezoua2 et Mzara CI.
- Un plan d'action pour l'amélioration de gestion de l'eau pour les trois GDAs.
- Des scénarios d'amélioration et de valorisation des eaux drainées.

1 Approche méthodologique

1.1 Principe

La coordination et la supervision des tâches exécutées sera assurée par la Structure de Gestion du Projet (SGP) en étroite collaboration avec CRRAO-Degache tout en impliquant divers acteurs (**Figure1**).

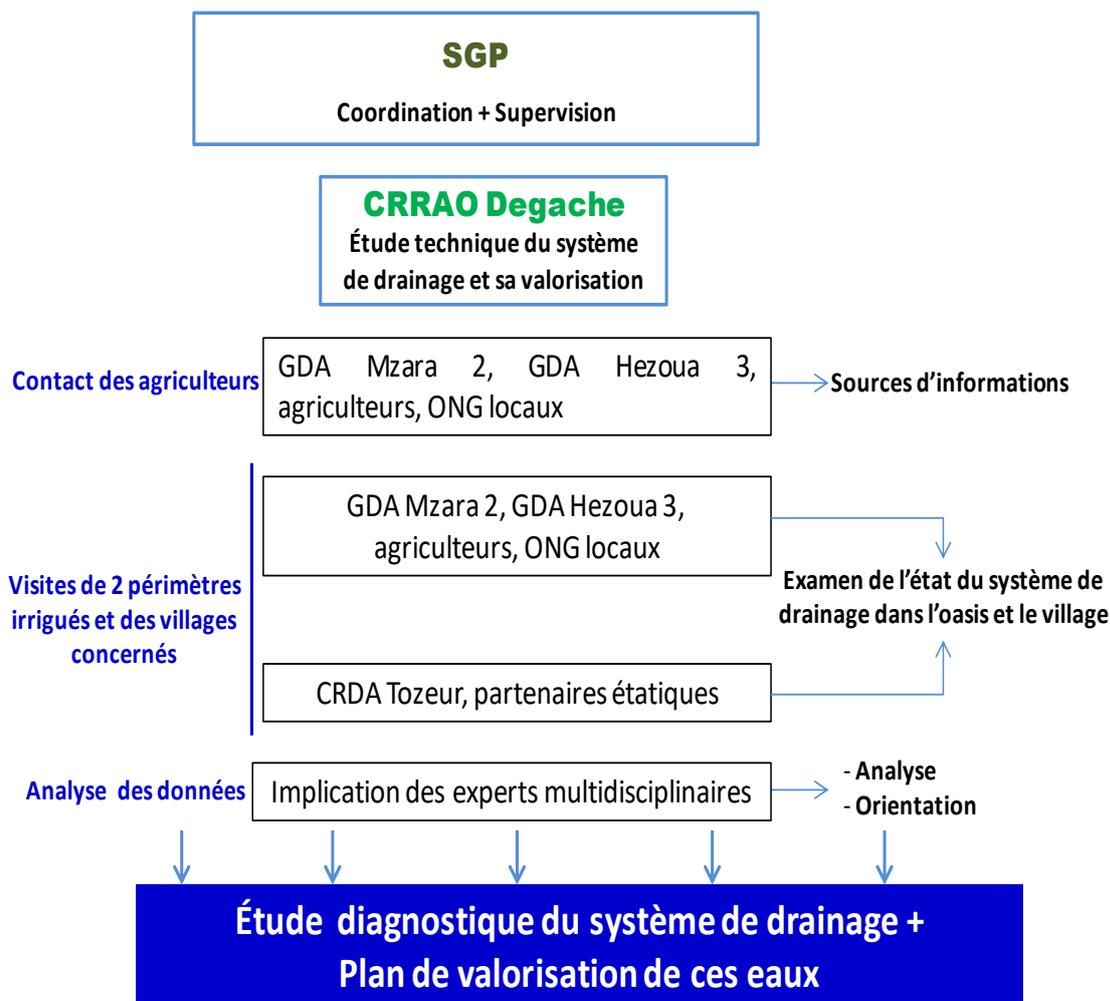


Figure 1: Concept de la mise en œuvre de l'étude diagnostique.

1.2 Présentation et contribution de différents acteurs

Les acteurs impliqués en l'élaboration de l'étude résident en :

- **Groupements de Développement Agricole (GDA)** : Les GDAs ont été créés conformément à la loi n°2004-24 du 15 mars 2004. Ils ont des responsabilités dans la protection des ressources naturelles, l'encadrement de leurs adhérents et la diffusion des techniques agricoles dans le but d'augmenter la productivité, l'établissement de relations de coopération et d'échange

d'expériences avec les parties prenantes locales et étrangères, et l'appui aux intérêts collectifs et aux adhérents.

Les GDA concernés par cette intervention sont ceux de Mzara CI, Hezoua 3 et Hezoua2.

• **Centre CRRAO-Degache** : représenté par le directeur général et une chercheuse, spécialité eau. L'expertise du centre en les projets du développement et son contact perpétuel avec les agriculteurs lui permet, indéniablement, de bien gérer les interventions programmées.

• **CRDA Tozeur** : Les personnels des CRDA Tozeur et de leurs représentants locaux (CTV). Les interventions de CRDA dans les périmètres agricoles (aménagement, encadrement techniques des agriculteurs ...) et la

• connaissance de leurs états de fonctionnement faciliteront la tâche.

• **Partenaires institutionnels, civiles et autorités locales** : Les organisations locales de la société civile et les représentatives locales des ministères d'Agriculture, ressources hydrauliques et pêche maritime / Environnement et affaires locales / Equipement seront aussi impliquées.

• **Experts** : Des experts multidisciplinaires ont renforcé l'équipe de travail. Les spécialités consistent en :

- Agro-sylvo-pâturage.
- Topographie.
- Environnement.
- Pédologie.

1.3 Méthodologie de travail

1.3.1 Ateliers de concertation et visites sur terrain

Les ateliers de concertation ont été faits pour prendre contact avec les agriculteurs et pour collecter plus d'informations(**Figure1**).



Figure 2 : Réunion et concertation avec les agriculteurs

Etude technique détaillée relative au renforcement du système de drainage et valorisation des eaux de drainage en Mzara 2, Hezoua 2 et Hezoua3

Les visites ont été assurées d'une part par les enquêteurs recrutés (02 jeunes diplômés à Hezoua (**Figure 2**) et d'autre part par les membres du comité technique (**Figure 3**).

Après avoir collecté les informations par les fiches GDAs et les enquêtes Leader, une deuxième réunion a été faite avec les agriculteurs pour valider et analyser les données collectées (**Figure4**).



Figure 3 : Visite sur terrain par les deux enquêteurs



Figure 4 : Visite de Mzara CI par les membres du comité technique



Figure 5 : Réunion avec les membres des GDAs

1.3.2 Analyse des données

L'analyse des données a été effectuée avec des réunions de suivi (**Figure5**) et des réunions en direct et en ligne avec les membres du comité technique(**Figure6**).



Figure 6 : Réunions de suivi et de validation



Figure 7 : Réunions en ligne avec le comité technique

Plusieurs réunions ont été effectuées à distance entre les membres du comité technique pour assurer une étude pertinente et un diagnostic détaillé à savoir :

- ✓ Le 23/04/2021 : L'objectif de cette première réunion était de présenter les experts et d'expliquer les objectifs du projet ainsi que les deux études (hydraulique et de drainage) demandées.
- ✓ Le 17/06/2021 : c'est une réunion de discussion de l'état d'avancement des études à réaliser ainsi que la concertation et le partage des fiches GDA et des enquêtes de collecte des données élaborées.

Le comité technique choisi est composé des spécialistes multidisciplinaires :

Tableau 1 : Liste du comité technique du projet

Nom & Prénom	Fonction /projet
NAMSI Ahmed	Coordinateur de la convention PDRI/CRDA/CRAAO. Responsable de la préparation de 18 PDP.
DHAOUADI Latifa	Chercheur au centre, spécialité eau. Responsable de la préparation des études des infrastructures hydrauliques et de la valorisation des eaux de drainage
RADHOUANI Afraa	Animatrice du projet
ABUDHIEF Ferdaous	Spécialiste en agroéconomie
MEZZI Khouloud	Spécialiste en hydraulique et aménagement
MEZZI Boussayri	Spécialiste en hydraulique et aménagement (CRDA Tozeur)
EIFERCHICHI Abderraouf	Spécialiste en hydraulique et aménagement (CRDA Tozeur)
CHORRIBA Abdelhamid	Spécialiste en hydraulique et aménagement (Office de développement de Rjim Maatoug)
CHAIEB Firas	Spécialiste en hydraulique et aménagement (CRDA Kébili)
SAADALLAH Jamila	Spécialiste en Pédologie (CRDA Kébili)

1.4 Problématique générale du secteur de l'irrigation des oasis

Une gestion intelligente de l'eau dans les oasis doit intégrer les aspects irrigation et drainage pour les limiter aux besoins nécessaires. Or il se trouve que plusieurs problématiques sont posées au niveau des différents niveaux du système d'irrigation :

- La manière d'exploiter les forages artésiens, identique en été et en hiver et indépendamment des besoins en eau réels des plantes, fait que d'importantes quantités d'eau sont gaspillées en hiver et se retrouvent dans les réseaux de drainage.
- Pour les forages en eau chaude, les refroidisseurs en mauvais fonctionnement entraînent des pertes d'eau en cas de panne.
- Les techniques d'irrigation utilisées, avec de faibles fréquences et de fortes doses, favorisent les pertes d'eau qui se retrouvent dans les réseaux de drainage.

- La facturation forfaitaire à l'hectare appliquée pour l'eau d'irrigation dans les oasis n'est pas de nature à favoriser l'économie d'eau.
- La prolifération des forages illicites et l'extension non contrôlée et anarchique des périmètres irrigués est un fléau qu'il convient de stopper : on dénombre environ 34 ha d'extension pour Mzara CI. Ce phénomène accentue le gaspillage de l'eau, la surexploitation de la nappe et la surcharge des réseaux de drainage.
- Le faible taux d'intensification agricole : les cultures sous palmier ne sont pas suffisamment développées à cause de la durée trop longue du tour d'eau en hiver, incompatible avec les impératifs d'irrigation fréquente des cultures annuelles.
- L'efficacité moyenne du réseau d'irrigation à la parcelle : les réseaux ne couvrent pas toutes les parcelles et engendrent des pertes d'eau considérables.

Tous ces facteurs ont contribué à l'accroissement des quantités d'eau de drainage rejetées, en particulier en période hivernale, avec les nuisances environnementales (remontée de la nappe, stagnations d'eau, déstabilisation des constructions, etc...) et le gaspillage des ressources que ceci induit.

1.5 Résultats attendus de l'étude

- ✓ L'analyse des causes et des origines des excès d'eau dans les terres agricoles de la zone d'étude.
- ✓ La mise en place d'un plan d'action pour assurer la valorisation et la restauration des réseaux de drainage.
- ✓ L'identification des perspectives de développement agricole au niveau des zones concernées.
- ✓ Présentation des scénarios d'amélioration et de valorisation des eaux de drainage.
- ✓ Identification du technique de valorisation le plus adaptée selon le diagnostic d'étude.

2 Présentation de la zone d'étude

Le gouvernorat de Tozeur a une superficie de 5593 kilomètres carrés, soit 3,6 de la superficie de la Tunisie et 6,2 de la superficie du secteur sud. Ce gouvernorat frontalier est situé au sud-ouest du pays, à 430 kilomètres de la capitale. La délégation de Hezoua se situe à une trentaine de kilomètres de Tozeur.

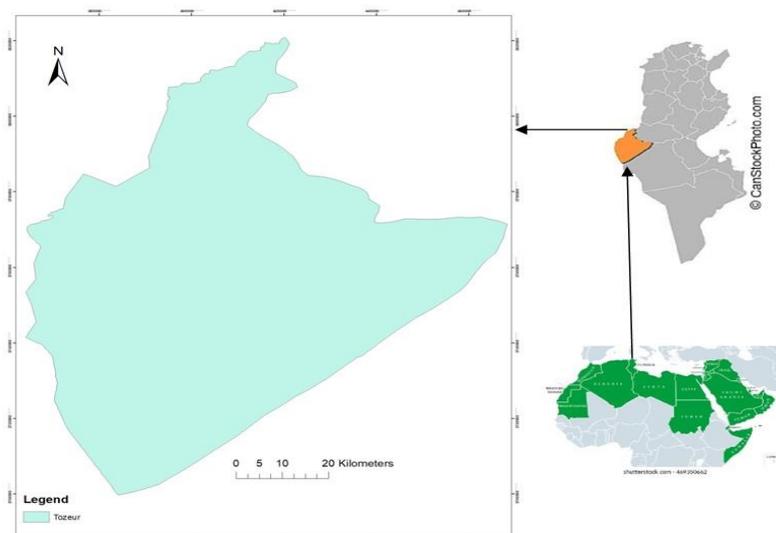


Figure 8 : Carte de la localisation de la délégation de Hezoua

La présentation de la zone porte sur l'étude climatique et l'étude pédologique du secteur :

2.1 Cadre climatique

L'étude concerne les 3 zones d'études Hezoua 2, Hezoua3 et Mzara CI appartenant à la délégation de Hezoua.

Le tableau ci-après récapitule les caractéristiques climatiques de la zone d'étude

Tableau 2 : Données climatiques du gouvernorat de Tozeur pour l'année 2020

	Tmoy (°C)	point de rosé moyenne (°C)	Radiation Solaire moyenne [W/m2]	humidité moy %	Précipitation moy [mm]	Vvent moy (m/s)	ETP moy (mm)
fév.	16,34	1,34	209,20	40,21	0,00	0,88	2,93
mars	16,42	4,96	205,00	51,64	1,19	2,46	3,52
Avr.	20,93	9,53	260,83	53,10	0,38	3,08	5,80
Mai	26,30	9,70	286,58	42,11	0,66	3,48	7,47
Juin	29,44	11,72	319,57	39,72	0,03	3,32	8,77
juil.	31,25	14,82	326,81	42,79	0,03	3,07	9,01
aout	32,77	14,54	298,68	40,76	0,00	2,62	8,27
sept	28,32	15,45	225,20	51,15	0,99	2,68	5,82
oct.	22,24	9,88	190,74	49,82	0,05	2,35	4,33
nov.	17,99	8,95	144,47	58,88	0,50	1,14	2,22
déc.	12,45	4,48	123,10	61,73	0,14	1,12	1,51
Moyenne annuelle	23,13	9,58	235,47	48,36	0,36	2,38	5,42

Compte tenu des valeurs importantes de l'ETP, de la délégation de Hezoua connaissent un bilan hydrique annuel fortement déficitaire en permanence.

2.2 Cadre pédologique

Le potentiel pédologique de la zone de Djérid est très limité. (**Figure 9**) Ceci est exprimé par l'impact des conditions bioclimatiques (Température élevée, sécheresse et faible couvert végétal).

2.2.1 Les sols halomorphes

Ces sols représentent 50% la superficie totale de Djérid et se multiplient sur des matériaux alluviaux à texture sableuse à limoneuse. Ils sont affectés par des eaux souterraines très salées. Pendant la saison pluvieuse, ces sols s'engorgent en surface, et à la fin de la saison humide, une pellicule mince du sel (argile + sel) se forme en surface.

D'une manière générale, ces sols ne peuvent être cultivés que pour les oasis.

2.2.2 Les sols gypseux

Ce sol est riche en gypse et s'étend sur une grande partie du gouvernorat. Le taux de gypse peut atteindre 70 %, (Makhloof et el Kamel, 2013) Les croûtes et les encroûtements de gypse ne le permettent pas la pratique des cultures et ne porte que de maigres plantes, (Ben Khalfallah, 2019).

2.2.3 Les sols minéraux bruts

Ils correspondent à l'accumulation du sable soufflé par le vent. Ils s'étendent de Djérid, le Chott el Gharsa ainsi au sud de Hazoua et à l'embouchure de l'oued Gouifla-Melah. Aucun type d'agriculture ne peut être pratiqué sur ces sols éoliens, à l'exception de la végétation naturelle adaptée au sable apparaissant pendant les années humides. (Makhloof et el Kamel, 2013)

2.2.4 Les sols squelettiques

Ils sont soit de régosols soit de lithosols ces sols squelettiques sont caractérisés par une carence de matière organique. Ils ne sont pas favorables pour l'agriculture. Les lithosols en roche tendre sont vulnérables à l'érosion hydrique et les régosols sont plutôt vulnérables à l'érosion éolienne due à la déflation. (Ben Khalfallah, 2019)

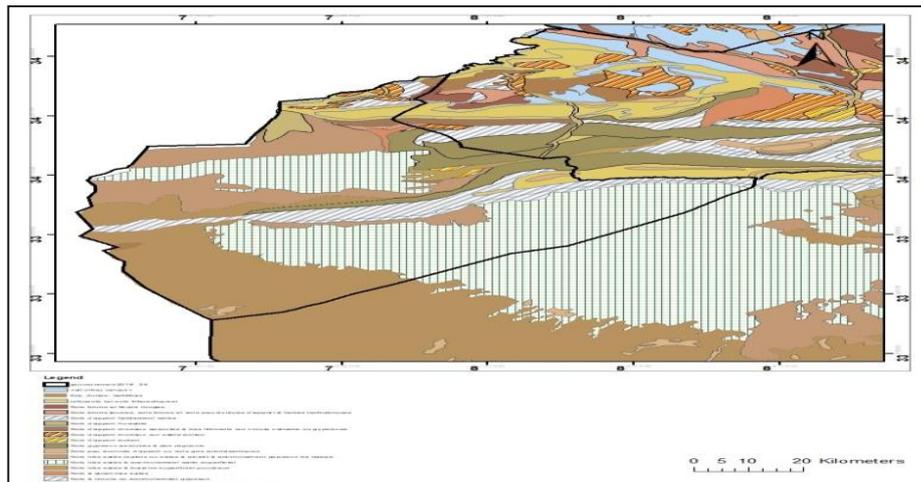


Figure 9 : Carte pédologique de la région de Tozeur

3 Analyse et diagnostic de la situation actuelle

3.1 Présentation des caractéristique des oasis étudiés

- **Caractéristique de GDA Mzara CI :**

Les oasis de Mzara CI sont réparties sur 76 ha avec une extension de 34 ha donc une superficie de 110 ha divisés sur 81 bénéficiaires. Elles contiennent 12160 palmiers. La nappe exploitée est la nappe profonde du Continental Intercalaire (CI). Ces oasis exploitent un seul forage avec un débit de 70l/s. le débit fictif est d'environ 0.61l/s/ha, soit un volume d'eau annuelle de 19364m³ /an/ha.

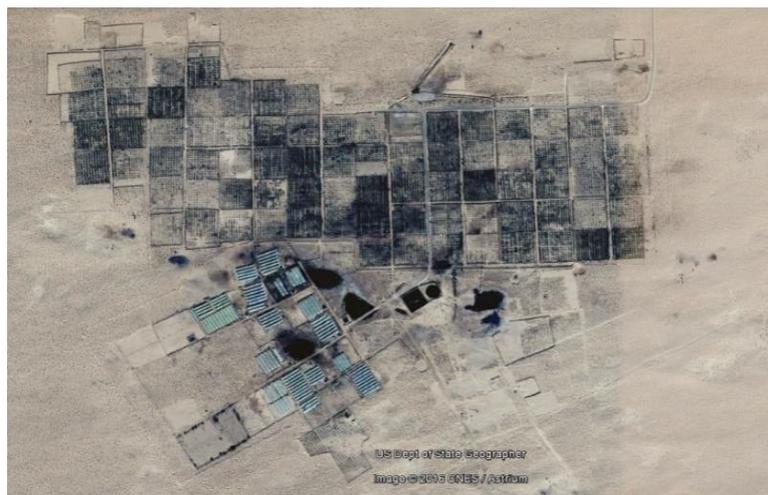


Figure 10 : Carte de répartition des parcelles du GDA Mzara CI

- **Caractéristique de GDA Hezoua3 :**

Les oasis de Hzeoua3 sont réparties sur 78 ha avec une extension de 10 ha donc une superficie de 88 ha divisés sur 80 bénéficiaires. Elles contiennent 8580 palmiers. La nappe exploitée est la nappe profonde du Continental Terminal (CT). Ces oasis exploitent un seul forage avec un débit de 50l/s. le débit fictif est d'environ 0.53l/s/ha, soit un volume d'eau annuelle de 16846m³ /an/ha.



Figure 11 : Carte de répartition des parcelles du GDA Hezoua3

- **Caractéristique de GDA Hezoua2 :**

Les oasis de Hzeoua2 sont réparties sur 48 ha avec une extension de 9 ha donc une superficie de 57 ha divisés sur 48 bénéficiaires. Elles contiennent 7200 palmiers. La nappe exploitée est la nappe profonde du Continental Terminal (CT). Ces oasis exploitent un seul forage avec un débit de 50l/s. le débit fictif est d'environ 0.73l/s/ha, soit un volume d'eau annuelle de 22995 m³ /an/ha.



Figure 12 : Carte de répartition des parcelles du GDA Hezoua2

Tableau 3 : Consommation de l'eau des trois GDAs

Nom du GDA	Sup (ha)	Q (L/s)	Qfictif (L/s/ha)	Volume d'eau (m ³ /an/ha)	Volume d'eau (m ³ /an)	Nombre des palmiers
Hezoua 3	78	50	0,53	16846	1314000	8580
Mzara CI	95	70	0,61	19364	1839600	12160
Hezoua2	48	42	0,73	22995	1103760	7200

Tableau 4 : Tour d'eau et durée d'irrigation pour Mzara CI, Hezoua2 et Hezoua3

GDAs	Débit total actuel (l/s)	Tour d'eau (jours)	Durée d'irrigation (heures/parcell)	Consommation annuelle (m ³ /an/ha)	Superficie (ha)	Nombre des palmiers
Hezoua 3	50	7.5	5	16 846	78	8580
Mzara CI	70	7	5	19 364	95	12160
Hezoua 2	42	8	7	22995	48	7200

Les tableaux 3 et 4 montrent que la durée d'irrigation pour les GDAs est la même (5 heures pour chaque parcelle) avec un tour respectif de 7.5 jours pour Hezoua3 et 7 jours pour Mzara CI.

3.2 Résultat de l'analyse et problématique spécifique à la zone d'étude

- Réseau de drainage non fonctionnel à Hezoua 3 (Problème d'électrification au niveau de station de pompage).
- Absence de réseau de drainage à Mzara CI alors qu'on a des problèmes de stagnation d'eau.
- Mauvais état du réseau de drainage de Hezoua 2.
- Maitrise insuffisante des rejets de périmètre de géothermie.
- Les doses d'irrigation et tours d'eau ne sont pas rationnels, ce qui favorise la percolation d'eau vers la nappe ou le réseau de drainage.

- Même dose d'irrigation en été et en hiver et la tarification d'eau est forfaitaire à l'hectare : ceci entraîne un gaspillage d'eau en hiver.
- Le manque de suivi mensuel et régulier par les prélèvements des eaux de drainage (quantité et qualité) à l'aval des oasis.
- La prolifération des forages illicites et l'extension non contrôlée et anarchique des périmètres irrigués est un fléau qu'il convient de stopper : Ce fait accentue le gaspillage de l'eau, la surexploitation de la nappe et la surcharge des réseaux de drainage.



Figure 13 : Conduites d'eau stagnées au niveau de Mzara CI



Figure 14 : Perte de l'eau du refroidisseur

4 Orientations du plan d'actions

Le diagnostic effectué sur l'eau drainée a été validé par des visites sur terrain des trois GDAs ainsi que des réunions avec les agriculteurs pour élaborer un bon plan d'actions et pour approfondir les études.

Les actions potentielles suivantes sont recommandées à ce stade de l'étude :

- Rectification des périodicités (tour d'eau, temps d'irrigation) et des doses d'irrigation.
- Distinction entre hiver et été pour identifier la quantité d'eau d'irrigation.
- Introduction d'une tarification d'eau d'irrigation selon la consommation (à l'heure, au m³, etc....).
- Contrôle des extensions des oasis et des forages illicites.
- Renforcement de l'entretien des réseaux de drainage, sensibilisation des agriculteurs et renforcement des capacités des GDA.
- Formation et encadrement technique des GDA.
- Renforcement de moyens financiers des GDA pour la maintenance des différents ouvrages et équipements.
- Réalisation d'un suivi mensuel et régulier des eaux de drainage (quantité et qualité) à l'aval des oasis.
- Renforcement de moyens matériels des GDAs.

5 Présentation des scénarios d'amélioration et de valorisation des eaux de drainage

D'après le diagnostic détaillé des trois GDAs Hezoua2, Hezoua3 et Mzara CI, nous avons mis en place 3 scénarios pour exploiter et/ou valoriser les eaux drainées et pour éviter la perte et la stagnation de l'eau :

5.1 Scénario1 : Valorisation des eaux de drainage en aquaculture et cultures fourragères et pastorales

Les quantités des eaux drainées peuvent être à l'origine de plusieurs facteurs dont on peut citer :

- Les pannes régulières au niveau des systèmes d'irrigation (**Figure15**)
- Des pannes au niveau de refroidisseur à Mzara CI (**Figure 16**)
- Une irrigation identique en hiver et en été

- Un système d'irrigation traditionnel et endommagé (**Figure17**)
- Présence d'un réseau de drainage en mauvais état de Hezoua2. (Figure18)



Figure 15 : Perte de l'eau chaude du refroidisseur



Figure 16 : Fissures au niveau des Seguias du refroidisseur



Figure 17 : Conduites d'eau en mauvais état induisant la perte d'eau



Figure 18 : Etat de réseau de drainage de Hezoua 2

Vu l'état du système d'irrigation à Hezoua3, Hezoua2 et Mzara CI, des quantités d'eau très importantes (chaudes et froides) sont en train d'être perdues.

Ce scénario consiste à garder ces systèmes comme ils sont pour procéder directement à la valorisation des eaux de drainage en Aquaculture et en irrigation des espèces fourragères et pastorales. Cette valorisation dépend de plusieurs facteurs environnementaux, techniques et économiques.

Le tableau 5 montre les quantités d'eau restantes au cours du scénario1. Elle est de l'ordre de 131400 m³ /an pour Hezoua3, 183960 m³ /an pour Mzara CI et 110376 m³ /an pour Hezoua2.

Tableau 5 : Quantités d'eau restantes en cas d'application du scénario1

Nom du GDA	Sup (ha)	Main d'eau (L/s)	Volume d'eau (m³ /an/ha)	Quantité restante (m³ /an/ha)	Quantité restante (m³ /an)
Hezoua 3	78	50	16846,15	1684,62	131400
Mzara CI	95	70	19364,21	1936,42	183960
Hezoua2	48	42	22995	2295.50	110376

La quantité des eaux restantes nous permet d'identifier et de choisir entre les systèmes de valorisation proposés :

5.1.1 Valorisation des eaux de drainage en aquaculture

5.1.1.1 Cadre général

Compte tenu de la différence les trois GDAs de point de vue superficies disponibles, topographie des terrains et variations des débits...etc., on peut proposer des solutions aquacoles adaptées aux réalités locales de chaque site étudié. La stratégie de réutilisation des eaux de drainage pour chaque site, ne peut être réalisable qu'en cas de concordance de faisabilité technique et de rentabilité économique.

5.1.1.2 Choix des espèces d'élevage

La valorisation des eaux de drainage en aquaculture dépend de différents critères tels que :

- Les changements saisonniers des débits et des salinités des eaux de drainage.
- La qualité bactériologique et chimique des eaux de drainage.
- La disponibilité en sols plats, non inondables et exempts d'arbres et d'arbustes hauts.
- La facilité d'accès au réseau STEG et aux eaux propres.
- Existence d'une main d'œuvre jeune capable de se convertir et se former facilement.
- La motivation et certitude de promoteurs potentiels par l'intérêt économique des activités aquacoles dans la région.

Les espèces à choisir doivent répondre positivement (en leur biologie et physiologie) aux conditions suivantes :

- Supporter des changements temporels de salinités et de débits. En effet on assiste à des modifications importantes de ces paramètres pour les eaux de drainage d'une même oasis.
- Avoir un cycle de vie court (de quelques jours à 6 ou 7 mois au maximum) correspondant à la durée où les volumes des eaux de drainage sont suffisants.
- Supporter des conditions de milieu relativement difficiles par augmentation des températures ou existence de vents de sable. Ces conditions peuvent détériorer ou polluer les installations et conduire à des diminutions d'oxygène dissous.

- Etre moins exigeants en matière d'alimentation et s'acclimater aux matières premières disponibles sur site. Ceci conditionne la réussite économique des projets à introduire.

En vérifiant ces critères de choix ainsi que ceux d'opportunités économiques, et par référence aux résultats de recherche en Tunisie (INSTM, INAT, ISPAB) et à l'étranger, on peut maintenir les espèces suivantes pour le développement de l'aquaculture oasisienne :

- Le Tilapia (*Oreochromis niloticus*) : poisson d'eau douce ou faiblement saumâtre rustique et résistant capable de s'acclimater à plusieurs milieux d'élevage différents en températures et en salinité. Il fait l'objet d'élevage dans plusieurs continents, notamment en Asie. C'est un poisson filtreur de phytoplancton et capable de se nourrir et se développer rapidement en consommant des détritiques agricoles, des restes des industries agroalimentaires et des granulés d'aliment industriel souvent importés. La taille commerciale de 20 à 38 cm est atteinte en moins d'un an.



Figure 19 : Photo de l'élevage de la Tilapia

Selon les sources de la DGPA, c'est un poisson dont l'élevage est bien maîtrisé dans les eaux de forages des gouvernorats du Sud Tunisien (Gabès, Tozeur et Médenine).



Figure 20 : Bassin d'élevage de Tilapia

- L'Artemia (*Artemia salina*) : C'est un petit crustacé des eaux très salées et constituant l'aliment idéal par excellence pour les premiers stades de développement dans les élevages piscicoles et aquacoles (à partir de l'éclosion jusqu'au stade du début du pré grossissement de 2gr.). Les artémias peuvent servir d'aliment suivant leur cycle de croissance normal après l'éclosion des œufs. Ils atteignent alors leur taille adulte d'environ 12 mm à l'âge de 15 à 20 jours et ont un taux de conversion nourriture / prise de poids très fort de 75%. Mais le plus intéressant c'est quand la salinité du milieu devient très élevée (supérieur à 150 gr/l), les œufs produisent des cystes qui peuvent flotter en surface et seront alors récoltés artificiellement. Ces cystes vont permettre de conserver les œufs d'artémia jusqu'à plusieurs années et vont être alors commercialisées dans des emballages hermétiques destinés aux élevages aquacoles à travers tous les pays du monde. Les œufs ne peuvent éclore qu'en présence d'une dessiccation poussée utilisant le phénomène d'osmose. Ainsi ces cystes vont permettre sur demande des aquaculteurs de produire une alimentation vivante dans les écloseries. Les Etats-Unis puis de loin le Danemark sont les plus grands producteurs mondiaux puisqu'ils disposent des plus grands marais salants du monde.



Figure 21 : Artemia (aliments des poissons)

- La spiruline (*Spirulina platensis*) : C'est une micro algue des eaux saumâtres à salinité d'environ 20 g/l. C'est une cyanophycée aux usages multiples alimentaires et cosmétiques. Elle est produite en Tunisie à Djerba et à Sfax (Source : DGPA Tunis).
- La dunaliella (*Dunaliella salina*) : C'est une micro algue des eaux très salées (salinité avoisinant les 80 g/l). Elle est riche en bêta-carotène.

Ces deux micro algues se développent par la photosynthèse dans des eaux chaudes, salées et alcaline pour la spiruline (Salinité comprise entre 5 et 20 g/l, pH de 9 à 11) et très salée pour la Dunaliella (salinité supérieure à 50 gr/l). Les rendements de ces micros algues peuvent atteindre jusqu'à plusieurs dizaines de tonnes à l'hectare en milieu contrôlé. Du fait du rôle joué par la photosynthèse les bassins de production ne doivent dépasser les 10 à 15 cm de profondeur et une agitation permanente à la surface des bassins est très utile.



Figure 22 : Photo de la culture de la spiruline à Gabes

5.1.1.3 Estimation du coût d'installation d'un projet d'élevage du Tilapia

Une étude des coûts estimatifs d'installation d'un projet **pilote** en aquaculture a été faite pour identifier la quantité d'eau nécessaire et le coût d'investissement total pour valoriser toute la quantité d'eau restante.

Tableau 6 : Estimation du coût d'installation d'un projet d'élevage 260000 alevins de Tilapia

Composante	Quantité	Cout estimatif (DT)
Construction		66800
Bassin avant engraissement(2)	100 m ³	12000
Bassin d'élevage (4)	500 m ³	40000
Bassin de réception(1)	25m ³	3000
Bassin sédimentaire (2)	2200m ³	11800
Equipements		2214
Moteurs	9	1449
Canaux pour relier les bassins	90 m	765
Alevins	260000	8460
Nombre des alevins de Tilapia	260000	8460
Autres charges	1840	1840
Total		79314

Le tableau 6 montre que le cout d'installation total du projet d'élevage de 260000 alevins de Tilapia est de l'ordre de 79314DT. La quantité d'eau nécessaire pour un projet pilote composé de 2 bassins avant engraissement, de 4 bassins d'élevage, 1 bassin de réception et 2 bassins sédimentaires est de estimé à 6625 m³, donc la valorisation peut être effectuée par la création des microprojets d'élevage de Tilapia ou par la combinaison de plusieurs projets-éleveurs de Tilapia pour créer une zone productrice et même exportatrice de cet espèce.

5.1.2 Valorisation des eaux de drainage pour l'irrigation des espèces pastorales et fourragères

La valorisation de cette importante ressource en eau à travers une réutilisation rationnelle à des fins agricoles et sylvo-pastorales est de nature à réduire la dégradation du sol en se basant sur :

- Le refoulement des eaux de drainage en dehors des zones périphériques de l'oasis afin de réduire les effets de l'hydromorphie et de la salinisation du sol.
- La mise en repos des parcours et la plantation d'espèces pastorales au niveau des parcours limitrophes de l'oasis. Ceci permettra d'améliorer le couvert végétal et par conséquent de réduire la dégradation du sol conséquence de l'érosion éolienne, du défrichement et du surpâturage.

La réutilisation des eaux de drainage pourrait être envisagée aussi, en périphérie des oasis qui disposent de quantités d'eau suffisantes non valorisées pour d'autres usages (aquaculture par exemple), pour irriguer des espèces ligneuses à la périphérie. Le choix des espèces doit porter sur celles qui résistent à des eaux salées (5 à 7 gr/l), tels que les arbustes fourragers et forestières. Ces espèces seraient implantées dans les lieux périphériques aux oasis où les sols leur conviennent. Ils auront pour but de :

- Constituer une réserve fourragers sur pieds pour les troupeaux, camelins et caprins.
- Participer à la lutte contre l'ensablement.
- Renforcer la production du compost qui permettra d'améliorer la fertilité du sol au niveau de l'oasis.

De même, les eaux de drainage pourraient servir à l'installation et à l'entretien de plantations forestières.

Ces plantations auront différents buts à savoir :

- Constituer un stock de bois d'œuvre et de feu pour les populations.
- Participer à la lutte contre l'ensablement et à la stabilisation des dunes.

La présence des espèces pastorales et fourragères contribue sensiblement à la production et à la protection de l'environnement.

5.1.3 Choix des espèces adaptées à la qualité et au climat de la région

Les espèces à cultiver doivent être des espèces végétales extrémophiles résistantes à la contrainte osmotique (sel et sécheresse).

Le tableau suivant présente la liste des espèces fourragères proposées avec leurs noms *Latin* :

Tableau 7 : Liste des espèces fourragères proposées

		
Sesuvium portulacastrum	Atriplex halimus	Atriplex numularia
		
Acacia cynofulla	Salsola kali	

5.2 Scénario 2 : Choix, installation et entretien du système de drainage et valorisation des quantités restantes

5.2.1 Choix de type de réseau de drainage

Le drainage agricole comprend 2 composantes importantes :

- Le drainage souterrain.
- Le drainage de surface.

Drainage souterrain

Le drainage souterrain est une technique d'assainissement qui a pour but d'évacuer l'eau gravitaire du sol et d'abaisser la nappe phréatique à un niveau optimal pour la croissance des plantes. Il permet de :

- Travailler le sol dans de préférables conditions.
- Améliorer la structure du sol.
- Développer un meilleur système racinaire des plantes.
- Une meilleure assimilation des engrais par les plantes.
- Ensemencer plus tôt au printemps.
- Récolter dans de bonnes conditions et d'améliorer l'efficacité des machineries.



Figure 23 : Exemples de drainage souterrain



Figure 24 : Drainage souterrain à Hezoua3

La hauteur de la nappe phréatique d'un sol, varie avec la saison. Elle est souvent près de la surface tôt au printemps et tard à l'automne et descend considérablement au cours des mois d'été. On examine sa profondeur en creusant un trou dans le sol et en observant la profondeur à laquelle l'eau se stabilise. Dans les sols sableux, l'équilibre est atteint rapidement alors qu'il faut parfois attendre plusieurs heures (parfois une journée) dans les sols argileux peu perméable.

Il faut toujours s'assurer de la provenance de l'eau qui se retrouvera éventuellement dans le fond du trou. Il est en effet possible que celui-ci se remplisse à partir d'écoulement superficiel, notamment par l'écoulement hypodermique que l'on observe souvent au bas de la couche de labour. Cette eau pourrait remplir partiellement le trou sans que la nappe phréatique soit en cause. Il faut donc observer le profil pendant quelques minutes afin de s'assurer que l'eau provient bien de la base du profil et non de sa partie supérieure.

L'observation du relief permet parfois de localiser facilement les zones de dépression. La carte topographique avec ces cotes de niveau permettra de confirmer les observations sur le terrain. Cependant, lorsque les pentes sont très faibles, il y a risque de confondre une cuvette authentique avec une zone de résurgence. Il faut noter que contrairement au drainage souterrain, la plupart des champs requièrent de l'aménagement de surface.

Drainage de surface

Le drainage de surface vise plutôt à éliminer toutes accumulations d'eau à la surface ainsi que l'écoulement hypodermique dans un délai raisonnable pour les plantes (moins de 24 heures).

Il a aussi comme objectifs :

- Répartir uniformément les précipitations et favoriser leur infiltration, pour apporter l'eau utile aux plantes.

- Evacuer l'eau de ruissellement et hypodermique, par des pentes adéquates vers les structures hydroagricoles (réseau hydraulique), sans toutefois causer l'érosion.
- Eliminer les petites dépressions et irrégularités de la surface du sol qui créent des zones humides néfastes aux cultures, récupérer des surfaces non productives.
- Causer le moins d'inconvénients aux opérations culturales et à la machinerie agricole.
- Permettre l'entrée plus rapide et améliorer les conditions de récoltes au champ.
- Augmenter les rendements des cultures.



Figure 25 : Exemples de drainage de surface



Figure 26 : Drainage de surface à Hezoua2

Les zones dépressionnaires sont des cuvettes qui récoltent l'eau des environs. Elles demeurent ainsi plus humides au printemps et lors des pluies d'été et d'automne. Elles ont pour conséquence, entre autres, de retarder la date d'entrée au champ, de réduire les rendements et de

rendre plus difficile la réalisation des récoltes tardives. Très souvent, les sols de ces cuvettes seront compactés puisqu'ils sont travaillés en conditions trop humides. Le problème original s'en trouve accru, puisque la compaction diminue la perméabilité au sol. C'est pourquoi la zone humide tend à s'agrandir.

L'observation du relief permet parfois de délimiter facilement les zones de dépression. La carte topographique avec ces cotes de niveau permettra de confirmer les observations sur le terrain. Cependant, lorsque les pentes sont très faibles, il y a un risque de confondre une cuvette authentique avec une zone de résurgence. Il faut noter que contrairement au drainage souterrain, la plupart des champs requièrent de l'aménagement de surface.

Remarque :

Un bon diagnostic commence tout d'abord par la consultation, lorsque les documents suivants sont disponibles :

- Les photographies aériennes, infrarouges et/ou carte de rendement : pour localiser les zones de mauvais rendement.
- Les relevés topographiques et/ou plans de drainage souterrain et/ou profil des cours d'eau municipaux : pour localiser les zones potentielles de mauvais drainage (dépression, écoulement hypodermique, etc.).
- Carte de sol et perméabilité : afin d'évaluer le potentiel et la limite des sols.

Ces informations doivent être analysées afin de savoir si le problème est agronomique ou dû au drainage. Par exemple, il est intéressant de comparer la localisation des zones de mauvais rendements de culture à partir d'une carte de rendement ou une photographie infrarouge sur une carte de niveau ou un plan de drainage de surface et/ou souterrain.

L'estimation du coût d'installation d'un système de drainage nécessite une étude topographique, pédologique et économique pour choisir le système du drain adéquat et pour estimer le dimensionnement de l'exutoire et des drains à l'intérieur de l'oasis sachant que **1 Km** de l'exutoire est de l'ordre **25000DT** et le coût des drains à l'intérieur de l'oasis est de l'ordre de **15000DT**.

5.2.2 Choix des éléments du réseau de drainage enterré

✚ Profondeur des drains :

Pour limiter les remontées capillaires, le rabattement de la nappe va dans le sens d'une grande profondeur des drains. Mais ces grandes profondeurs seront confrontées à des problèmes de pose et d'entretien.

La profondeur moyenne adaptée pour le calcul sera donc **1.5 m**.

✚ Diamètre des drains :

Pour les drains on va utiliser des drains annelés enterrés en PVC avec des collecteurs en PVC lisse pour rabattre la nappe, et des conduites perforées enterrées en PVC lisse pour évacuer les eaux de stagnation et atténuer les lames ruisselées.

Les tuyaux en PVC annelés commercialisés sont en deux diamètres : 58/65 mm et 71/80 mm Pour une meilleure efficacité du réseau de drainage on opte pour le 71/80mm.

✚ Calcul et choix de l'écartement théorique des drains :

Le calcul de l'écartement est effectué à l'aide de la méthode du régime permanent. La formule de calcul utilisée est la formule de GUYON en milieu isotrope homogène qui s'écrit :

$$E^2 = 4/I \times K (h^2 + 2\delta'h)$$

Avec :

E : écartement des fils de drains (m)

I : intensité d'infiltration (m/s)

K : conductivité hydraulique horizontale, ou perméabilité (m/s)

h : hauteur de la nappe au-dessus du plan de pose des drains (m)

δ' : profondeur équivalente du substratum, calculée par la formule de Guyon (1977)

$$\delta' = \delta / (1 + 4\delta/E \times (20 h/E + 1,1))$$

On remarque que la connaissance de E requiert celle de δ' , il faut donc procéder par itérations pour résoudre ce système d'équations. Les données fixes du calcul sont :

La profondeur moyenne des drains est de 1,50 m

La profondeur assainie est de 1,00 m

La profondeur inconnue du substratum que l'on considère à 5 m (valeur au-delà de laquelle il n'y a pas de variation importante de l'écartement),

En réalité l'écartement des drains dépend des constructions existantes et les drains seront obligés de suivre les pistes existantes.

Longueur maximale des drains :

La longueur maximale des drains est calculée par la formule suivante :

$$L_{\max} = 15.7 D^{5/2} * I^{1/2} / q * E$$

Avec :

q : débit spécifique en m³/s/m²

I : la pente en ‰ (il est recommandé de prévoir une pente minimale de 1 ‰ à 2 ‰)

E : l'écartement

Pente limite des drains :

La vitesse maximale dans les drains ne doit pas dépasser 1m/s alors que la vitesse minimale est de 0,2 m/s. En appliquant la formule d'écoulement de Bazin $V = f(RI)$, les pentes limites en fonction du diamètre sont comme indiqué ci :

Tableau 8 : Pente limite des drains

D (mm)	I _{max} (%)	I _{min} (‰)
58	4.07	1.63
71	3.11	1.24

Compte tenu des risques de contre pente lorsque les drains sont posés manuellement, il est recommandé de prévoir dans ce cas une pente minimale de 1 à 2 ‰.

5.2.3 Actions prioritaires de maintenance de réseau de drainage

Le réseau de drainage (de surface ou enterré) nécessite des opérations de maintenance et d'entretien pour assurer son bon fonctionnement et pour éviter les pannes techniques, parmi des actions on cite :

- ✓ Entretien et nettoyage des fossés pour faciliter l'écoulement d'eau : La majorité des fossés existants sont en mauvais état.

- ✓ Curage périodique du réseau de drainage enterré existant
- ✓ Entretien périodique des stations de pompage de drainage
- ✓ Nettoyage ou débouchage en cas de colmatage des drains du réseau enterré
- ✓ Entretien et curage de certains tronçons de fossés pour diminuer le développement des mauvaises herbes. (Cas de Hezoua2)
- ✓ Curage et entretien des regards de drainage.
- ✓ Revêtement des tronçons du collecteur principal



Figure 27 : Etat de station de pompage de Hezoua3

5.2.4 Choix du système de valorisation adéquat

D'après le scénario 2 qui consiste à installer un système de drainage pour Mzara CI, d'améliorer le réseau d'irrigation à Hezoua3 et Hezoua2 et de valoriser le reste de la quantité de l'eau pour les trois GDAs, le choix de système de valorisation va se baser sur :

- L'identification de la quantité restante après l'installation de réseau de drainage (Mzara CI) et l'amélioration du réseau d'irrigation (Hezoua2 et Hezoua3).
- Des études pour l'installation des projets de l'aquaculture.
- Les besoins des cultures fourragères et pastorales en eau pour la réutilisation des eaux de drainage en irrigation de ces espèces

🚧 Possibilité de cultures des espèces fourragères :

Ce tableau présente la quantité d'eau restante après l'installation d'un réseau de drainage :

Tableau 9 : Quantités d'eau restantes en cas d'application du scénario2

Nom du GDA	Sup (ha)	Main d'eau (L/s)	Volume d'eau (m³ /an/ha)	Quantité restante (m³ /an/ha)	Quantité restante (m³ /an)
Hezoua 3	78	25	8423,08	842,31	65700
Mzara CI	95	35	9682,11	968,21	91980
Hezoua2	48	21	11497,50	1149,75	55188

Selon le tableau 9, la quantité annuelle restante est respectivement pour Hezoua3, Mzara CI et Hezoua2 est 65700 m³ /an, 919680 m³ /an et 55188 m³ /an.

Le tableau 10 présente le besoin en eau annuel de chaque culture :

Tableau 10 : Besoins annuels de quelques cultures fourragères

Cultures	Besoins annuels (m3/ha/an)
Bersim	3000
Avoine	3000
Luzerne	13400
Sorgho fourrager	6150

D'après ce tableau, on remarque que la culture la plus exigeante en eau est la culture de Luzerne. Bien que la luzerne consomme plus d'eau (plus que 2 fois la consommation de Sorgho Fourrager), une fois implantée, elle peut produire en irriguée jusqu'à 45 à 68 tonnes de matière sèche de fourrage par an et par hectare. Sa durée de vie est 3 à 6 ans.

Les deux tableaux 9 et 10 montrent qu'il est vivement conseillé de cultiver les espèces fourragères en utilisant les eaux de drainage.



Figure 28 : Culture de Luzerne dans un écosystème oasien

5.2.5 Revue Bibliographique sur la réutilisation des eaux de drainage pour des fins agro-sylvo- pastorales

Certes que les projets de valorisation des eaux de drainage au sud tunisien ne sont pas trop évoqués, on peut citer les trois projets connus de réutilisation des eaux de drainage pour les cultures sylvo pastorales :

- Le projet intitulé « **Valoriser les résultats de la recherche sur l’agriculture bio saline pour la production de fourrage dans les sols salés et en irrigant avec les eaux de drainages des oasis** », financé par la GIZ allemande (Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit). Une convention entre le Groupement de Développement de l’Agriculture Biodynamique à Hazoua GDABD et la GIZ a été signée pour répondre aux objectifs du projet. Les actions d’interventions peuvent être résumées en trois points :
 - Etablissement d’un plan d’intervention expérimentale : Les intervenants du Centre de Biotechnologie de Borj-Cédria ont fixé avec les membres de GDABD un protocole expérimental.
 - Choix des parcelles et mise en place d’un réseau d’irrigation.
 - Spéciation des variétés des espèces végétales destinées aux tests, leurs nombres et leurs densités (Rapport de suivi de la culture Biosaline).
- Le projet intitulé « **Gestion et valorisation des eaux de drainage pour un développement durable dans le Gouvernorat de Kébili** » : Dans le cadre du projet de Coopération Tuniso-Allemande «Appui à la mise en œuvre du Programme d’Action National de Lutte Contre la Désertification (PANLCD)», le Ministère de

l'Environnement et du Développement Durable a commencé, en 2006, avec l'appui de la GTZ, une étude stratégique portant sur la gestion et valorisation des eaux de drainage dans le Gouvernorat de Kébili. Cette phase a été menée par un groupe d'experts et s'est rapportée au diagnostic et à une définition sommaire des axes d'actions pour une tranche pilote de 4 oasis et les villages associés : Guettaya, Rjim Maatoug, Zarcine/Chokria et Tembib. Deux volets d'interventions potentielles ont alors été dégagés par cette phase de l'étude :

- Volet A : Gestion intégrée des systèmes d'irrigation et de drainage au niveau des oasis.
- Volet B : Aménagement urbain et assainissement au niveau des villages.

Le diagnostic, l'analyse économique et le plan d'actions pour la valorisation des eaux de drainage et l'aménagement urbain ont été assurés par le bureau d'étude SCET-TUNISIE.

- Le projet intitulé « **Valorisation des eaux de drainage pour la lutte contre la désertification et l'ensablement des oasis et l'amélioration du couvert végétal par la plantation d'arbustes fourragers autour de l'oasis** », financé par Le Fonds pour l'Environnement Mondial ou FEM. L'objectif du projet est de valoriser un important potentiel d'eau de drainage posant de sérieux problèmes de salinisation et d'hydromorphie du sol au niveau de l'oasis de Beni Gherb, délégation de Hazoua,.

Les résultats atteints par ce projet sont :

- La mise en place d'un périmètre limitrophe à l'oasis irrigué par les eaux de drainage.
- L'instauration d'un système de repos du parcours dans l'objectif de rationaliser le pâturage.
- Le développement des plantes fourragères.
- La sensibilisation des agriculteurs et des bergers.
- La contribution à la protection de la biodiversité.

5.3 Scénario 3 : Amélioration de système d'irrigation et introduction des systèmes d'économie d'eau

5.3.1 Amélioration de système d'irrigation

L'étude hydraulique des 3 GDAs Hezoua3, Hezoua2 et Mzara CI, a indiqué que les systèmes d'irrigation sont endommagés et nécessitent une réhabilitation ou une amélioration au niveau de

réseau d'adduction, de distribution et même à l'intérieur de la parcelle (d'une façon individuelle) :

- Réseau d'adduction :
 - Améliorer l'état de pompage des forages
 - Réhabilitation du refroidisseur (Mzara CI)
 - Changement des conduites endommagées en PEHD.
- Réseau de distribution :
 - Changement des prises d'eau traditionnelles par des vannes.
 - Changement des conduites endommagées en PEHD.



Figure 29 : les conduites en polyéthylène dans les parcelles



Figure 30 : Etat de pompage de forage à Mzara CI

5.3.2 Introduction des techniques d'économie d'eau

Les systèmes d'irrigation traditionnels et presque endommagés sont à l'origine de la perte de l'eau et sa stagnation dans les 3 sites d'étude.

L'économie de l'eau et sa préservation sont devenues par conséquent un impératif pour la durabilité des oasis, puisque l'activité agricole est entièrement dépendante de l'eau. Une des options qui est activement explorée en ce moment concerne l'économie de l'eau et la rigueur dans l'utilisation de la ressource, c'est dans ce cadre qu'on propose l'introduction du système d'irrigation par barboteur : L'irrigation par barboteur est une méthode d'application fréquente d'un faible volume d'eau sur une surface partielle, dans laquelle l'eau est distribuée dans des conduites fermées. Elle est conçue spécifiquement pour réduire les besoins en investissement et la consommation d'énergie.



Figure 31 : Conduites du système barboteur

Les principaux critères de choix entre système d'irrigation demeurent les avantages techniques et économiques que présentent chacun des systèmes par rapport aux contextes agronomiques, pédologiques et climatiques où se trouve l'exploitation agricole.

✚ *L'efficacité de l'eau :*

Pertes d'eau considérablement réduites en raison de :

- La réduction des pertes par évaporation, par ruissellement et par percolation.
- L'absence de concurrence des mauvaises herbes.
- Des conditions du milieu (vents, températures élevées) qui n'influencent pas beaucoup le rendement du système.

✚ *Avantages agronomiques :*

- Constance du degré d'humidité du sol, due à la continuité relative des apports d'eau dans le temps.
- Bonne aération du sol.
- Pas de brûlures de feuillage en cas de salinité de l'eau d'irrigation.

- Les insectes ne sont pas attirés au voisinage des cultures en raison de la sécheresse relative de l'air.
- Développement des mauvaises herbes très réduites.
- Grande efficacité de la fertilisation (fertigation).
- Possibilité d'utiliser les eaux salées en veillant sur la fréquence et la continuité de l'irrigation, afin de maintenir l'humidité du sol élevée, de façon à ce que la teneur en sel du sol n'atteigne pas un seuil préjudiciable à la plante.

 *Avantages économiques :*

Du point de vue économique, les avantages de l'irrigation localisée sont multiples et autant de facteurs pouvant influencer le prix de revient :

- Faible besoin en main d'œuvre qui constitue la charge la plus importante pour l'agriculteur.
- Réduction de l'utilisation des quantités d'eau pour l'irrigation et donc diminution des charges d'irrigation.
- Augmentation des rendements des cultures et amélioration de la qualité des dattes.
- Gain du temps consacré à l'irrigation par les systèmes traditionnels



Figure 32 : Irrigation des palmiers par barboteur

5.3.3 Estimation des coûts d'installation du système d'irrigation par barboteur pour le palmier dattier

- **Installation du système sur un hectare de palmier dattier :**

L'irrigation par barboteur est une méthode très efficace pour l'utilisation de l'eau, mais son installation nécessite un investissement et des coûts élevés pour l'agriculteur dans sa propre parcelle et même pour les GDAs de point de vue installation collective.

Tableau 11 : Coût estimatif d'installation du système barboteur à Hezoua3 et Mzara CI (Sans prendre en compte le coût de la main d'œuvre)

GDA	Nombre de pieds/ha	Débit (L/s)	Coût estimatif en DT
Hezoua 3	110	50	12258.98
Mzara CI	160	70	15926,78
Hezoua2	150	42	15211,46

Le tableau 11 montre que le coût d'installation des barboteurs sans compter la main d'œuvre est de l'ordre de 12258DT pour Hezoua3, 15926DT pour Mzara CI et 15211DT pour Hezoua2.

La différence des coûts entre les trois GDAs est expliquée par la nécessité de plus de matériels pour Mzara CI vu la différence entre le nombre de pieds par hectare par GDA.

- **Installation collective du système sur toute la superficie du GDA :**

Le coût estimatif d'installation du système barboteur sur toute la superficie du GDA, peut être calculé en multipliant le coût estimatif par hectare par la superficie du GDA, mais aussi il faut prendre en compte les coûts du matériels nécessaires à l'extérieur pour la distribution de l'eau entre les parcelles (estimés à 10% du coût total d'installation) : les stations de tête, les conduites, les vannes...etc.

Tableau 12 : Coûts estimatifs d'installation du système barboteur sur toute la superficie de la zone d'étude (Sans prendre en compte le coût de la main d'œuvre)

GDA	Nombre de pieds/GDA	Débit (L/s)	Sup (ha)	Coût d'installation collective en DT
Hezoua 3	8580	50	78	1051820,484
Mzara CI	12160	70	95	1664348,51
Hezoua 2	7200	42	48	803165.088

Si on compare le nombre de pieds par GDA et la superficie de chaque GDA (Tableau12), on trouve que Mzara CI contient 12160 pieds avec une superficie de 95ha alors que Hezoua 3 et Hezoua2 contiennent respectivement 8580 et 7200 pieds sur une superficie respectifs de 78ha et 48 ha , ce qui explique la différence entre les coûts estimatifs d'installation collective du système barboteur.

Pour Hezoua3 et Hezoua2 les nombres de pieds sont proches, et donc les coûts d'installation collective sont présentés par une différence faible.

5.3.4 Impact d'application du scénario 3 sur la conservation de l'eau

Le scénario 3 consiste à améliorer le système d'irrigation et à intégrer un système d'économie d'eau au niveau des GDAs, l'étude d'impact de ce scénario nous a permis de dégager les quantités restantes suivantes :

Tableau 13 : Quantités d'eau restantes en cas d'application du scénario3

Nom du GDA	Sup (ha)	Main d'eau (L/s)	Volume d'eau (m ³ /an/ha)	Quantité restante (m ³ /an/ha)	Quantité restante (m ³ /an)
Hezoua 3	78	10	3369,23	336,92	26 279,76
Mzara CI	95	10	2766,32	276,63	26 279,85
Hezoua 2	48	10	5475,00	547,50	26280

D'après les résultats du tableau 13, la quantité d'eau annuelle restante pour les trois GDAs (Hezoua3, Mzara CI et Hezoua2) après l'application du scénario3 est de l'ordre de 26280 m³ /an.

Remarque : On peut coupler deux scénarios selon les besoins des agriculteurs ainsi que la faisabilité des projets tant qu'il y a de la quantité d'eau restante.

6 Etude préliminaire d'évaluation des impacts économique, sociaux et environnementaux

Ce chapitre synthétise les sources et les récepteurs d'impacts ainsi que les principaux impacts négatifs et positifs de l'installation d'un réseau de drainage.

6.1 Sources et récepteurs d'impacts

Les sources d'impacts potentiels se définissent comme l'ensemble des activités prévues dans le cadre du projet.

Les récepteurs d'impacts (ou composantes du milieu) susceptibles d'être affectés par le projet correspondent aux éléments sensibles de la zone d'étude, c'est-à-dire ceux susceptibles d'être modifiés de façon significative par les activités (ou sources d'impacts) liées au projet.

Les principales sources d'impacts et les récepteurs d'impacts les plus significatifs sont consignés dans le tableau suivant.

Tableau 14 : Présentation des Principaux sources d'impacts

Phases	Principales sources d'impacts	Principaux sources d'impacts	
		Milieu biophysique	Milieu humain
Travaux	<ul style="list-style-type: none"> • Installation des chantiers y compris le transport du matériel • Nettoyage de l'emprise du site • Terrassement et mise en œuvre des pistes de service • Construction des canaux • Transport et entreposage de matériaux • Travaux de terrassements généraux • Présence de la main d'œuvre 	<ul style="list-style-type: none"> • Air • Sol • L'eau • Flore • Faune • Paysage 	<ul style="list-style-type: none"> • Santé et sécurité • Emploi et revenu • Agriculture, élevage, pêche et sylviculture
Exploitation	<ul style="list-style-type: none"> • Exploitation du réseau de drainage • travaux d'entretien courant et périodique 		

6.2 Analyse des impacts d'installation d'un système de drainage

6.2.1 Impacts du projet sur les milieux physique et biologique

➤ Air

**Phase des travaux*

La construction des ouvrages de drainage engendre la présence de la poussière et les fumées produites par les activités de débroussaillage et de terrassement.

Le fonctionnement des engins pour les travaux de terrassements affecte localement la qualité de l'air

**Phase d'exploitation*

En phase d'exploitation de réseau, l'écoulement normal des eaux de drainage va contribuer à la réduction des odeurs nauséabondes issues de la dégradation des déchets.

➤ **Sols**

**Phase des travaux*

Le passage des engins et des véhicules de chantier provoquera un tassement des sols.

En plus, les sols pourront être pollués par le rejet direct de déchets liquides (les huiles de vidanges usagées, les huiles de déversements accidentels), et par les déchets solides résultant des chantiers.

**Phase d'exploitation*

Le fonctionnement normal des canaux peut modifier le drainage des sols à travers l'assèchement de zones qui étaient devenues humides du fait du blocage des chemins d'eau.

➤ **L'eau**

**Phase des travaux*

La démobilisation de la base chantier va entraîner la production de déchet solide et liquide pouvant être source de pollution de l'eau.

**Phase d'exploitation*

Le drainage de surface permet d'évacuer l'eau de ruissellement et hypodermique, par des pentes adéquates vers les structures hydro agricoles (réseau hydraulique), sans toutefois causer l'érosion.

Le drainage souterrain permet d'éliminer l'excès d'eau provenant du ruissellement et des précipitations.

➤ **Flores**

**Phase des travaux*

Les travaux pourront provoquer une destruction du couvert végétal dans la zone d'installation de réseau ainsi que la zone du chantier.

**Phase d'exploitation*

En phase d'exploitation, l'assèchement de certaines zones va induire une modification de la biodiversité végétale humide suite à l'amélioration du niveau de drainage.

Les espèces qui exigent un milieu humide vont être détruites.

➤ **Faune**

**Phase des travaux*

Les travaux de nettoyage, de profilage des cours d'eau et de construction des canaux porteront atteinte aux habitats fauniques.

De même, la pollution des cours d'eau pourra perturber les animaux, et donc toute la chaîne alimentaire.

**Phase d'exploitation*

En phase d'exploitation, l'assèchement de certaines zones humides suite à l'amélioration du niveau de drainage va induire une modification de la biodiversité animale.

➤ **Paysage**

**Phase des travaux*

L'impact des travaux est visuel et provisoire. Il est conçu des installations de chantier, des dépôts plus ou moins désordonnés de matériaux de construction et des déchets dans les oasis.

**Phase d'exploitation*

En phase d'exploitation, le renforcement de l'état des drains va participer à l'amélioration de l'aspect esthétique du paysage des oasis.

6.2.2 Impacts du projet sur le milieu humain

➤ **Santé et sécurité**

**Phase des travaux*

Les opérations de transport des matériaux (sable et latérite) et les travaux de construction du système de drainage (débroussaillage, reprofilage de cours d'eau, circulation des engins...),

engendreront des poussières, des fumées et des odeurs qui peuvent entraîner des menaces et des maladies respiratoires chez les ouvriers et les agriculteurs.

Les tranchées qui seront ouverts pour la construction des canaux de drainage peuvent être sources d'accidents, par chute, pour les agriculteurs et surtout leurs enfants. En outre, sur le chantier, des accidents de travail peuvent survenir suite à des raisons de mauvaises manipulations des équipements.

** Phase d'exploitation*

Le bon fonctionnement du réseau entraîne l'atténuation de risque de stagnation des eaux et comme conséquence la réduction des moustiques qui pourraient causer des maladies.

Aussi, la présence des canaux et des conduites d'eau facilite l'accès aux oasis, leur nettoyage et les travaux de récolte.

➤ **Emploi et revenus**

**Phase des travaux*

Des conflits sociaux entre les populations locales et le personnel de chantier peuvent être déclenchés : La non-utilisation de la main d'œuvre locale pourra engendrer des conflits.

**Phase d'exploitation*

L'entretien périodique des canaux et de réseau de drainage constituera une source de travail pour les entreprises locales. Les jeunes diplômés (techniciens et ingénieurs pourront créer des sociétés d'entretien).

La valorisation des eaux de drainage pour l'installation d'autres projets entrainera la création d'autres sources de revenus et l'augmentation de niveau de vie de la population oasisienne.

➤ **Agriculture, élevage, pêche et sylviculture**

**Phase des travaux*

En phase des travaux, les arbres et les cultures situés à coté de des canaux de conduites d'eau seront détruits. Les eaux de surface seront polluées par les déchets spéciaux des chantiers (carburants, huiles, etc.).

**Phase d'exploitation*

En phase d'exploitation, le bon fonctionnement du réseau de drainage contribuera à diminuer les pertes agricoles dues à l'excès ou déficit de l'eau.

6.3 Synthèse des impacts

Les principaux impacts du projet sont synthétisés dans le tableau ci-après :

* Milieu biophysique :

Impacts	Phase de travaux		Phase d'exploitation	
	Négatif	Positif	Négatif	Positif
Milieu biophysique				
Air	-Pollution de l'air par les poussières et fumées générées par les travaux sur les chantiers. -Dégradation de la qualité de l'air par le fonctionnement des engins.	-	-	-Réduction des odeurs nauséabondes issues de la dégradation des déchets.
Sol	-Destruction des sols en profondeur pendant les travaux d'aménagement du réseau de drainage -Tassement du sol par les engins. -Pollution du sol par le rejet direct de déchets liquides et solides.	-	-Modification de drainage du sol -Assèchement des zones humides	-
L'eau	- Dégradation de la qualité de l'eau par les	-	-	- Elimination de l'excès d'eau provenant du

Etude technique détaillée relative au renforcement du système de drainage et valorisation des eaux de drainage en Mzara 2, Hezoua 2 et Hezoua3

	déchets liquides des engins.			ruissellement et des précipitations et stabilisation du régime hydrologique.
Flore	-Destruction du couvert végétal dans la zone d'installation de réseau	-	-Modification de la biodiversité végétale suite à l'assèchement de certaines zones - Les espèces qui exigent un milieu humide vont être détruites	-
Faune	-Destruction de certains habitats fauniques à cause des travaux de chantier, de nettoyage...etc.	-	- Modification de la biodiversité animale suite à l'assèchement de certaines zones - Les espèces qui exigent un milieu humide vont être détruites	-
Paysage	Perturbation du paysage de l'oasis en présence des engins et des déchets de chantier	-	-	- Amélioration de l'aspect esthétique du paysage des oasis.

* Milieu humain :

Impacts	Phase de travaux		Phase d'exploitation	
	Négatif	Positif	Négatif	Positif

Etude technique détaillée relative au renforcement du système de drainage et valorisation des eaux de drainage en Mzara 2, Hezoua 2 et Hezoua3

Milieu humain				
Santé et sécurité	<ul style="list-style-type: none"> -Risque des maladies respiratoires chez les ouvriers et les agriculteurs. -Risque d'accidents à cause de l'ouverture des tranchées ou suite à des mauvaises manipulations pour les ouvriers. 	-	-	<ul style="list-style-type: none"> -Réduction des odeurs nauséabondes issues de la dégradation des déchets.
Emploi et revenus	<ul style="list-style-type: none"> - Les conflits sociaux entre les populations locales et le personnel de chantier. 	<ul style="list-style-type: none"> -Création d'emplois à l'échelle locale. 	-	<ul style="list-style-type: none"> - Création des entreprises locales. - Création des microprojets de valorisation des eaux de drainage.
Agriculture, élevage, pêche et sylviculture	<ul style="list-style-type: none"> - Destruction des cultures situées dans les zones humides. - Pollution des eaux de surface d'irrigation 	-	-	<ul style="list-style-type: none"> - Diminution des pertes agricoles causées par l'excès ou déficit de l'eau.

Conclusion

Le drainage est une technique d'aménagement hydro-agricole qui permet de réduire ou supprimer l'excès d'eau sur des parcelles qui en sont affectées.

Le drainage apporte des avantages certains en terme de régularité des rendements, facilité d'intervention sur les parcelles et choix des variétés. Il permet une meilleure exploitation des terres agricoles, en régularisant, diversifiant et sécurisant la production. Il donne ainsi à l'exploitant une plus grande faculté d'adaptation à l'évolution de l'environnement économique de son exploitation et favorise la qualité de toutes les productions.

Dans ce rapport , nous avons donné une synthèse des principales actions à entreprendre au niveau des oasis et qui concernent : l'amélioration de l'irrigation, l'amélioration physiques des réseaux d'irrigation à la parcelle par l'installation des réseaux d'économie d'eau, la réhabilitation et le renforcement des eaux de drainage, la valorisation des eaux de drainage en irrigation et/ou aquaculture et cultures fourragères et pastorales.

L'eau de drainage constitue une nuisance pour les GDAs de Hezoua3, Hezoua2 et Mzara CI surtout avec l'absence d'un réseau de drainage ou sa présence mais en mauvais état dans ces zones d'étude, la mauvaise gestion de l'eau d'irrigation et les problèmes techniques et économiques posés par les agriculteurs.

La valorisation de l'eau de drainage est devenue une nécessité pour assurer la durabilité de ces oasis et pour améliorer et diversifier les revenus des agriculteurs qui peuvent s'investir pour créer des microprojets en se basant sur les eaux de drainage.

D'après le diagnostic détaillé techniquement et économiquement, nous avons proposé trois scénarios d'amélioration et de valorisation de l'eau de drainage pour les trois GDAs :

- Le premier scénario est basé sur la valorisation des eaux drainées en aquaculture et la culture des espèces fourragère et pastorales sans tenir compte de la réhabilitation et l'amélioration de système d'irrigation, la quantité d'eau annuelle restante dans ce cas est de 131400 m³/an pour Hezoua3 , 183960 m³/an pour Mzara CI et 110376 m³/an pour Hezoua2.
- Le deuxième scénario consiste à installer un système de drainage souterrain ou de surface à Mzara CI (Etude plus approfondie est nécessaire), à améliorer le réseau d'irrigation et à valoriser le reste de la quantité d'eau drainée en cultures sylvo-pastorales.

- Le troisième scénario présente un scénario d'économie d'eau, dans ce cas on vise l'amélioration du système d'irrigation (le réseau d'adduction et de distribution) et l'introduction de l'irrigation localisée par barboteur à l'échelle de la parcelle ou à l'échelle du GDA.

La comparaison entre les trois scénarios de point de vue technique montre que :

- La différence entre la quantité d'eau restante (scénario1-scénario2) est de l'ordre de 65700 m³/an pour Hezoua3, 91980 m³/an pour Mzara CI et 55188 m³/an pour Hezoua2.
- La différence entre la quantité d'eau restante (scénario1-scénario3) est de l'ordre de 105120 m³/an pour Hezoua3, 157680 m³/an pour Mzara CI et 28908 m³/an pour Hezoua2.

L'étude d'impact de point de vue socio-économique et environnementale a montré que les impacts négatifs sont de faible intensité en comparaison avec les impacts positifs sur le milieu humain et biophysique.

Certes que l'installation d'un réseau de drainage au niveau des 3 GDAs est une action efficace, une combinaison entre les scénarios est toujours disponible et conseillée pour assurer la conservation des ressources naturelles d'une part et pour le développement économique de la zone.

Annexes

ANNEXE 1: Tableau de l'état actuel d'irrigation pour chaque GDA

GDA	Débit total actuel (l/s)	Tour d'eau (jours)	Durée d'irrigation (heures/parcelle)	Consommation annuelle (m³/an/ha)	Superficie (ha)	Nombre des palmiers
Bir Roumi 1	40	6.5	5	20 215	52	7904
Taamir	90	5	5	57 688	41	6888
Hod Ben Eryen	40	5	10	21 024	50	6000
Ain Ouled Ghrissi	40	6	4	16 955	62	9548
Mzara 1	22	7	5	22 237	26	4160
Hezoua 1	135	7	10	49 275	72	8650
Hezoua 2	42	8	7	22 995	48	7200
Hezoua 3	50	7.5	5	16 846	78	8580
Hezoua 4	50	7	5	24 333	54	6000
Hezoua 5	50	8	5	20 531	64	4484
Hezoua 6	50	7	5	24 333	54	6858
Hezoua 1-2-3	80	8.5	5	31 855	66	7920
Bir Roumi CI	60	8	5	18 771	84	13104
Mzara CI	70	7	5	19 364	95	12160
Hezoua CI	80	7	5	28 411	74	7290
Oudia 2	30	5	4	15 768	50	7800
Ben Gacha	30	8	4	19 710	40	6240
Dhafria	57	11	4	9 888	151.5	2404

ANNEXE 2 : Tableau descriptif de la consommation de l'eau pour chaque GDA

Nom du GDA	Sup (ha)	Q(L/s)	Qfictif (L/s/ha)	Volume d'eau (m³/an/ha)	Volume d'eau (m³ /an)	Nombre des palmiers
Bir Roumi 1	52	40	0,64	20215	1051200	7904
Taamir	41	90	1,83	57688	2365200	6888
Hod Ben Eryen	50	40	0,67	21024	1051200	6000
Ain Ouled Ghrissi	62	40	0,54	16955	1051200	9548
Mzara1	26	22	0,71	22237	578160	4160
Hezoua 1	72	92	1,06	33580	2417760	8650
Hezoua 2	48	42	0,73	22995	1103760	7200
Hezoua 3	78	50	0,53	16846	1314000	8580
Hezoua 4	54	50	0,77	24333	1314000	6000
Hezoua 5	64	50	0,65	20531	1314000	4484
Hezoua 6	54	50	0,77	24333	1314000	6858
Hezoua 1-2-3	66	80	1,01	31855	2102400	7920
Bir Roumi CI	84	60	0,60	18771	1576800	13104
Mzara CI	95	70	0,61	19364	1839600	12160
Hezoua CI	74	80	0,90	28411	2102400	7290
Oudia2	50	30	0,50	15768	788400	7800
Ben Gacha	40	30	0,63	19710	788400	6240
Dhafria	151,5	57	0,31	9888	1497960	2404

ANNEXE 3 : Pilotage d'un système d'irrigation Barboteur dans le périmètre irrigué

Hezoua 3

pièces	description	quantité	prix unitaire(DT)	prix total(DT)
1	tube u PVC 75 mm (6bars)	100	6,18	618
2	tube u PVC 50 mm (6bars)	1000	3,9	3900
3	collier de prise en charge PP 75 mm *2 in	10	7,3	73
4	collier de prise en charge PP 50 mm *1 in	110	3,6	396
5	adaptateur PP 75 mm *2 in	1	29,3	29,3
6	adaptateur PP 50 mm *1 in	10	13	130
7	bouchon PP 75 mm	1	29,3	29,3
8	bouchon PP 50 mm	10	13	130
9	raccord 2 in	10	3,25	32,5
10	vanne sectionnement laiton 2 in	10	39	390
11	Té filet PVC 1 in	110	3,25	357,5
12	raccord réducteur PVC 1 in *50 mm	220	1,95	429
13	Té à érgot PP 12 m	220	0,97	213,4
14	adaptateur à érgot PP 2 in * 50 mm	220	0,81	178,2
15	tube PVC flexible 12 mm	1100	0,81	891
16	jeu de barboteur 225 l/h à 2 bars	220	2,28	501,6
17	boites à soupapes, plastiques 31*50*40 cm	10	65	650
18	déblai et remblai tranchée	951	3,25	3090,75
sous total			226,15	12039,55
ouvrages de tête				
19	vanne contrôle laiton 2in	1	48,77	48,77
20	vanne sectionnement laiton 2 in	2	42,26	84,52
21	Té 2 in (PVC)	3	11,38	34,14
22	raccord 2 in	4	3,25	13
23	purgeur à air simple 1 in	1	39	39
sous total			144,66	219,43
cout total			370,81	12258,98

**ANNEXE 4 : Pilotage d'un système d'irrigation Barboteur dans le périmètre irrigué
Mzara CI**

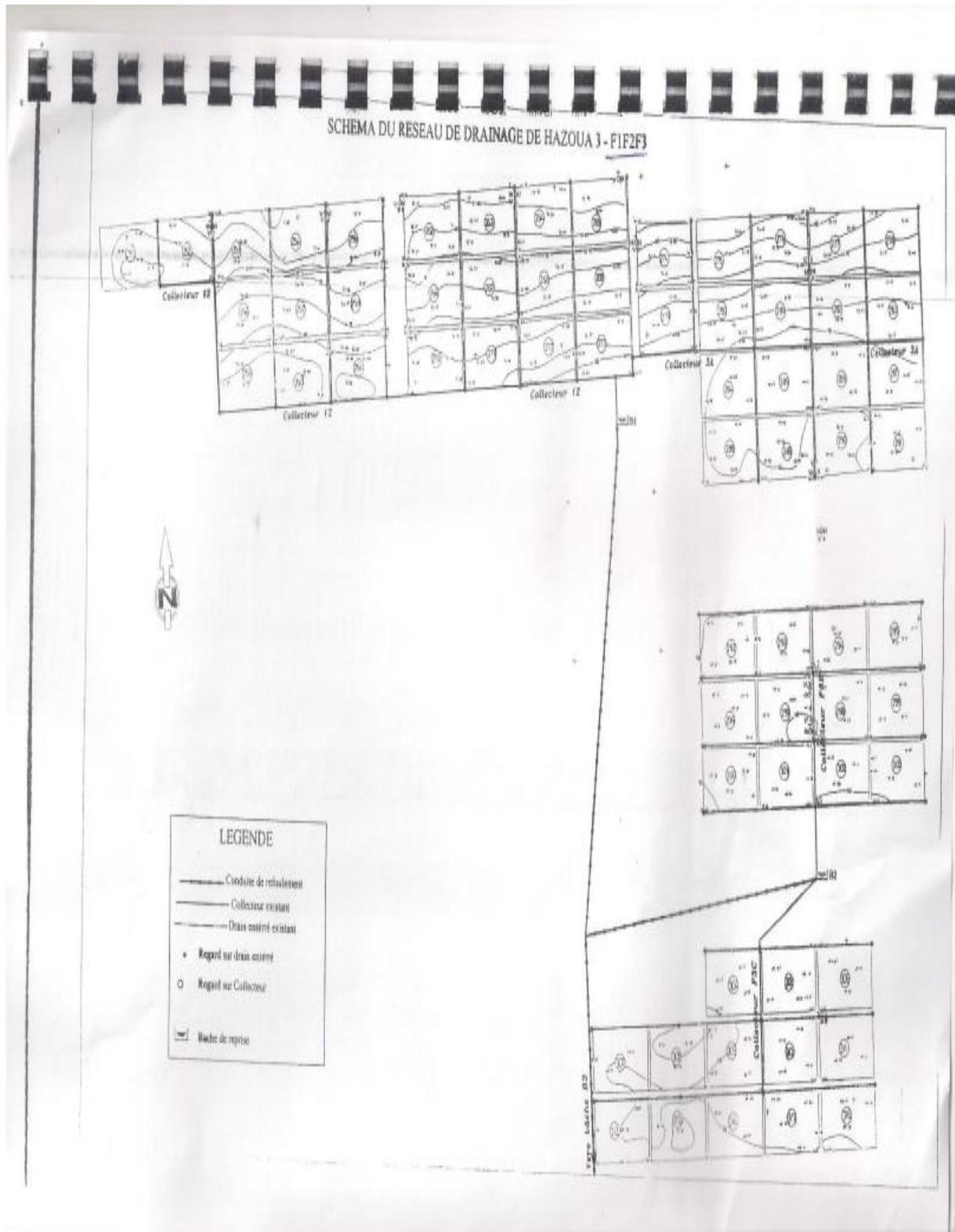
pièces	description	quantité	prix unitaire(DT)	prix total(DT)
1	tube u PVC 75 mm (6bars)	100	6,18	618
2	tube u PVC 50 mm (6bars)	1500	3,9	5850
3	collier de prise en charge PP 75 mm *2 in	15	7,3	109,5
4	collier de prise en charge PP 50 mm *1 in	165	3,6	594
5	adaptateur PP 75 mm *2 in	1	29,3	29,3
6	adaptateur PP 50 mm *1 in	15	13	195
7	bouchon PP 75 mm	1	29,3	29,3
8	bouchon PP 50 mm	15	13	195
9	raccord 2 in	15	3,25	48,75
10	vanne sectionnement laiton 2 in	15	39	585
11	Té filet PVC 1 in	165	3,25	536,25
12	raccord réducteur PVC 1 in *50 mm	330	1,95	643,5
13	Té à érgot PP 12 m	330	0,97	320,1
14	adaptateur à érgot PP 2 in * 50 mm	330	0,81	267,3
15	tube PVC flexible 12 mm	1100	0,81	891
16	jeu de barboteur 225 l/h à 2 bars	320	2,28	729,6
17	boîtes à soupapes, plastiques 31*50*40 cm	15	65	975
18	déblai et remblai tranchée	951	3,25	3090,75
sous total			226,15	15707,35
ouvrages de tête				
19	vanne contrôle laiton 2in	1	48,77	48,77
20	vanne sectionnement laiton 2 in	2	42,26	84,52
21	Té 2 in (PVC)	3	11,38	34,14
22	raccord 2 in	4	3,25	13
23	purgeur à air simple 1 in	1	39	39
sous total			144,66	219,43
cout total			370,81	15926,78

ANNEXE 5 : Pilotage d'un système d'irrigation Barboteur dans le périmètre irrigué

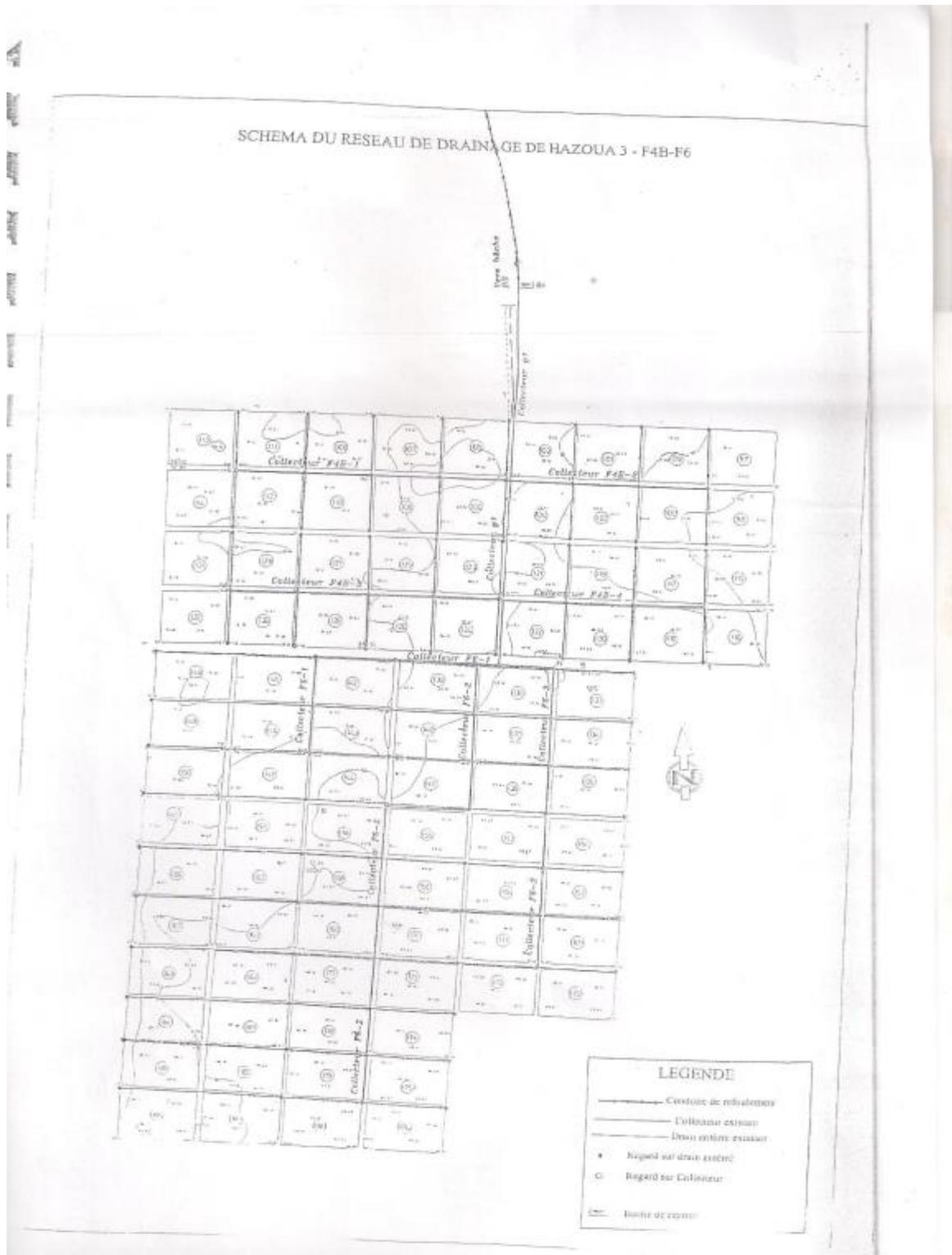
Hezoua 2

pièces	description	quantité	prix unitaire(DT)	prix total(DT)
1	tube u PVC 75 mm (6bars)	100	6,18	618
2	tube u PVC 50 mm (6bars)	1400	3,9	5460
3	collier de prise en charge PP 75 mm *2 in	14	7,3	102,2
4	collier de prise en charge PP 50 mm *1 in	154	3,6	554,4
5	adaptateur PP 75 mm *2 in	1	29,3	29,3
6	adaptateur PP 50 mm *1 in	14	13	182
7	bouchon PP 75 mm	1	29,3	29,3
8	bouchon PP 50 mm	14	13	182
9	raccord 2 in	14	3,25	45,5
10	vanne sectionnement laiton 2 in	14	39	546
11	Té filet PVC 1 in	154	3,25	500,5
12	raccord réducteur PVC 1 in *50 mm	308	1,95	600,6
13	Té à érgot PP 12 m	308	0,97	298,76
14	adaptateur à érgot PP 2 in * 50 mm	308	0,81	249,48
15	tube PVC flexible 12 mm	1100	0,81	891
16	jeu de barboteur 225 l/h à 2 bars	308	2,28	702,24
17	boîtes à soupapes, plastiques 31*50*40 cm	14	65	910
18	déblai et remblai tranchée	951	3,25	3090,75
sous total			226,15	14992,03
ouvrages de tête				
19	vanne contrôle laiton 2in	1	48,77	48,77
20	vanne sectionnement laiton 2 in	2	42,26	84,52
21	Té 2 in (PVC)	3	11,38	34,14
22	raccord 2 in	4	3,25	13
23	purgeur à air simple 1 in	1	39	39
sous total			144,66	219,43
cout total			370,81	15211,46

**ANNEXE 6 : Schéma de réseau de drainage Hezoua3
(Existant avant-projet)**



**ANNEXE 7 : Schéma de réseau de drainage Hezoua3
(Existant avant-projet)**



ANNEXE 8 : Fiche GDA Hezoua3

استمارة مجامع التنمية الفلاحية

• تاريخ الاستمارة: 2021/05/06 عدد الاستمارة: 12

1. تعريف المجمع:

• اسم المجمع: حزروة 3

• تاريخ التأسيس: 1987

• رئيس المجمع: علي معط الله

• تاريخ التسمية: 2016

• امين المال: عمارة الخرياتي

• تاريخ التسمية: 2019

• الكاتب العام: /

• تاريخ التسمية: /

2. الإنتاجية:

• عدد الحقول: 78 عدد المنتفعين: 88

• المساحة الجمالية للمجمع: 78 هكتار

• هل يوجد توسع: نعم لا المساحة بعد التوسع: 88 هكتار

• ما هو معدل المساحة بالنسبة للمنتفع: 1 هكتار

• ما هو عدد النخيل في المجمع: 8580 كم عمر المشروع: 34 سنة

• ما هي كمية التمر الذي ينتجه المجمع سنويا بالطن (تقريبا): 624 طن

• كيف تتم عملية التسويق: بيع حر شركات خاصة الاتنين النسبة: 10% شركات خاصة

3. البنية التحتية لمياه الري:

عدد البئر	اسمه	عمره	مصدره		تدفقه		عدد ساعات العمل يوميا	وضعيته
			CI	CT	في البداية	حاليا		
01	حزروة 3	19 سنة	X		70 / ثانية	10 / ثانية		معتب تماما
02	حزروة 9	9 سنوات	X		50 / ثانية	41 / ثانية	20 ساعة	ضعيف
03								
04								




فيمكفا خيمنتنا ولعمرة العاشيا

لا نعم هل يوجد منبرد: نعم لا

ما هي وضعيتهم: يعمل معطب جيد متوسط سيء

ما هو نوع شبكة التوزيع: قنوات سواقي طولها: 4.650 متر

عدد ساعات الدورة المائية: ك (ساعة/دورة) الدورة مرة كل: 9 أيام

ما هو العدد السنوي لساعات الري بالنسبة للمجمع: 15.600

كم تبلغ كلفة الري شهريا: 4000 دينار

كم تبلغ كلفة ساعة الري: 5.500 م

كم تبلغ كلفة الصيانة: 14000 دينار

4. أسماء 5 فلاحين متميزين:

منصور بن سالم - الجديد - عمارة - عمارة - العزيباني - ماهر - العزيباني - مصباح معط الله

5. الإشكاليات و المقترحات

- عدم توفر الكهرباء في المقاسم الفلاحية

- تفرقة للشبكة الري و اقتراح تعويضها بشبكة بلاستيكية Polyethylene

- البئر المتوفر حاليا غير كافي (تدفق ضعيف مقارنة بـ 78 هكتار)

- توفير مضخات احتياطية

- اقتراح تسليح الواحة حماية من الإلتر والحزير الوحشي

	T2	D	المرحلة	الملاحظات
10				
50				
80				
100				

ANNEXE 9 : Fiche GDA Mzara CI



استمارة مجامع التنمية الفلاحية

1. تعريف المجمع:

- تاريخ الاستمارة: 2021/05/05 عدد الاستمارة: 04
- اسم المجمع: المزرعة الجارية الواسطة
- تاريخ التأسيس: 2007
- رئيس المجمع: علي الجزادي تاريخ التسمية: 2017
- امين المال: حسن الجلوي تاريخ التسمية: 2017
- الكاتب العام: / تاريخ التسمية: /

2. الإنتاجية:

- عدد الحقول: 76 عدد المنتفعين: 81
- المساحة الجمالية للمجمع: 76 هكتار
- هل يوجد توسع: نعم لا المساحة بعد التوسع: 110 هكتار
- ما هو معدل المساحة بالنسبة للمنتفع: 1 هكتار
- ما هو عدد النخيل في المجمع: 12.160 كم عمر المشروع: 14 سنة
- ما هي كمية التمر الذي ينتجه المجمع سنويا بالطن (تقريبا): 450 طن
- كيف تتم عملية التسويق: بيع حر شركات خاصة الاثني النسبة: 12% للمنتجات خاصة

3. البنية التحتية لمياه الري:

عدد البئر	اسمه	عمره	مصدره		تدفقه		وضعيته
			CI	CT	في البداية	حاليا	
01	جسوراء	19 سنة	X		1100 ل/ثانية	40 ل/ثانية	مقوسط
02							
03							
04							



تقرير تقييم حالة المائدة المائية

لا نعم هل يوجد مبرد:

سيء متوسط جيد معطب يعمل ما هي وضعيته:

قنوات سواقي طولها: 6... كلم... ما هو نوع شبكة التوزيع:

عدد ساعات الدورة المائية: 5... (ساعة/دورة) الدورة مرة كل: 7... أيام

ما هو العدد السنوي لساعات الري بالنسبة للمجمع: 16.000... ساعة...

كم تبلغ كلفة الري شهريا: 1.200... دينار...

كم تبلغ كلفة ساعة الري: 1.100... دينار...

كم تبلغ كلفة الصيانة: 8000... دينار...

4. أسماء 5 فلاحين متميزين:

1. العباسي، سلامة... 2. جاسين الجلوي... 3. سالم محمد... 4. أحمد السعيد... 5. سامي زروق

5. الإشكاليات والمقترحات

- تهوية الشبكة الرئيسية للري وتعطيل المبرد...

- درجات الحرارة العالية للمياه والترسبات المنجزة عنها (calcaire)

- المطاطية ببيتروميا باردة (C.T) ووصلها لسواقي...

- تسييج الواحة وحماية الطريق للودية لها مع زحف الرمال

- المكافحة جزاء العراصة العشوائية

رقم	تاريخ	ملاحظات	توقيع
10			
20			
30			
40			

ANNEXE 10 : Fiche GDA Hezoua2

استمارة مجامع التنمية الفلاحية

• تاريخ الاستمارة: 2021/04/27 عدد الاستمارة: 02

1. تعريف المجمع:

• اسم المجمع: مجمع التنمية جزوة 2

• تاريخ التأسيس:

• رئيس المجمع: أحمد السعيدى تاريخ التسمية: 2016

• امين المال: هسعود كربول تاريخ التسمية: 2018

• الكاتب العام: عمران باحاج تاريخ التسمية: 2016

2. الإنتاجية:

• عدد الحقول: 48 عدد المنتفعين:

• المساحة الجملية للمجمع: 48 هكتار

• هل يوجد توسع: نعم لا المساحة بعد التوسع: 57 هكتار

• ما هو معدل المساحة بالنسبة للمنتفع: 1 هكتار

• ما هو عدد النخيل في المجمع: 7200 كم عمر المشروع: 44 سنة

• ما هي كمية التمر الذي ينتجه المجمع سنويا بالطن (تقريبا): 480 طن

• كيف تتم عملية التسويق: بيع حر شركات خاصة الاثنيين النسبة: 60% شركات خاصة

3. البنية التحتية لمياه الري:

عدد البئر	اسمه	عمره	مصدره		تدفقه		وضعيته
			CI	CT	في البداية	حاليا	
01	48 is	32 سنة	X		150 ل/ثانية	21 ساعة	سيء
02							
03							
04							



يمكننا تيمنا وعلية انفسنا

- في حالة ان البئر يضح من المائدة المائية CI هل يوجد مبرد: نعم لا
- ما هي وضعيته: يعمل معطب جيد متوسط سيء
- ما هو نوع شبكة التوزيع: قنوات سواقي طولها: كلم
- عدد ساعات الدورة المائية: 7 (ساعة/دورة) الدورة مرة كل 8 أيام
- ما هو العدد السنوي لساعات الري بالنسبة للمجمع 6300 ساعات
- كم تبلغ كلفة الري شهريا 8000 دينار
- كم تبلغ كلفة ساعة الري 4 دينار
- كم تبلغ كلفة الصيانة 10000 دينار

4. أسماء 5 فلاحين متميزين:

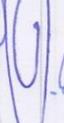
هسعود كور دوس - أحمد السعيد - المكي السعيد - محمد الكريم بن عمارة - عمران بالحاج

5. الإشكاليات و المقترحات

- ضرورة تجهيز البئر الجديد (تجهيز كامل)
- صحوية في الصيانة عند العطب وغلاء التكاليف
- تسييج مقاسم المجمع لحماية من الخنزير
- تربية الأنواع السادرة في الماعز كاقترح

رقم الفلاح	الاسم	العنوان		رقم الهاتف	رقم الهاتف
		TO	IO		
T0	محمد بن عبد الله	X		098922222	098922222
S0					
E0					
I0					

ANNEXE 11 : Liste de présence de l'atelier du 14/10/2021

 CRRAO المركز الجهوي للبحوث في الزراعة الواحية		 PDRI المركز الجهوي للتطوير الريفى المتكامل		 CRDA TOZEUR المركز الجهوي للتطوير الزراعي بـتوزر		Ministère de l'Agriculture, des Ressources hydrauliques et de la Pêche Institution de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur Agricoles IRESA Tunisie Centre Régional de Recherches en Agriculture Oasienne	
N°	Nom et Prénom	Organisme	Email @	Tél	Signature		
1	Cherif Abotliham	Office de Pj m Naachy	cherif.a@pmed.gov.tn	98661416			
2	Latif Dhaciyaki	CRRAO	Latif_Dhaciyaki@pmed.gov.tn	24240000			
3	Chedly Jjen	CRRAO	chebbi.crrao@pmed.gov.tn	98825597			
4	Abdullah Fezoua	CRRAO	abdullah.fezaoui@pmed.gov.tn	27252017			
5	Sahem Ben Naachia	CRRAO	maachiankem@pmed.gov.tn	97684410			
6	Bouabidi esma	CRRAO	esma.1910@hotmail.fr	95286028			
7	Deghny Mamel	CRRAO	degny.mamel@gmail.com	54366651			
8	Fathouani Africa	CRRAO	af.fathouani@gmail.com	25837747			
9	Amm NAAHJ	CRRAO	amm.naa@pmed.gov.tn	95399572			
10							
11							
12							

ANNEXE 12 : Liste des agriculteurs de GDA Hezoua3

N°	Prénom & Nom	Superficie (ha)
1	Ali Ben Salah ben Maâtallah	1
2	Mohammed Ben Abdallah Ben Said	1
3	Mansour Ben Salem Ben Mansour	1
4	Marzouk Ben mabrouk Ben Thameur	1
5	Abdenmour Ben Ali Ben mabrouk	1
6	Boubakker Ben Messaoud Ben Said	0.5
	Mohammed ElHouri	0.5
7	Hamed Belkhalil Ben Messaoud	1
8	Mohammed Ben Salem Ben Ahmed Ben Salem	1
9	Mesbah Ben Salem Ben Mesbah	1
10	Said Abdelmoêmen	1
11	Mohammed Ben Ammar Ben Abdelmoêmen	1
12	Messaoud Ben Othman Ben Maâtoug	0.5
	Farah Ben Othman Ben Maâtoug	0.5
13	Maher Gheriani	1
14	Abderrahmane Ftita	1
15	Oum Elkhèr Bent Hamad Ben Thameur	1
16	Nassr Ben Slimen Sahouda	0.5
	Ali Ben Farah Sahouda	0.5
17	Nassr Ben Khalifa Ben Said	1
18	Abdelkader Ben Said Ben Abdallah	1
	Salem Ben Said Ben Abdallah	1
19	Haythem Dhouibi	1
20	Amara Ben Mabrouk Gheriani	1
21	Farah Ben Boubakker	1
22	Mesbah Be Messaoud Ben Ammar Thamri	1
23	Noureddine Hamma	0.5
	Ali Hamma	0.5
24	Mabrouk Ben Ali Ben Khalifa	1
25	Salem Ben Abdallah Ben Said	1
26	Aid Ben Farah Ben Abdelmoêmen	1
27	Ammar Ben Mohammed Amira	1
28	Belgacem Ben Abdallah Aoûn	1
29	Salah Marzougui Ben Nassr	1
30	Mohammed Sahraoui	1
31	Héritiers Nassr Ben Messaoud Ben Ali Ben Nassr	0.5
	Mohammed Ben Farah	0.5
32	Mohammed Ben Abdelhafidh Slama	1
33	Salem Ben Mabrouk Thamri	1
34	Amara Ben Ahmed Saïdi	1
35	Amara Ben Ahmed Ben Said	1
36	Abdallah Foudhaili	1
37	Mohammed Ben Khalifa Aoûn	1
38	Hamad Ben Thameur Ben Belgacem	1
39	Brahim Ben Bechir Ben Salah	1
40	Mohammed Ben Khalifa Ben Omrane Belhaj	1
41	Mesbah Ben Ali Ben Maâtallah	1

Etude technique détaillée relative au renforcement du système de drainage et valorisation des
eaux de drainage en Mzara 2, Hezoua 2 et Hezoua3

42	Khalifa Ben Salem Ben Ali Ben Khalifa	1
43	Ahmed Ben Sahraoui Ben Ali Belhaj	1
44	Salem Ben Ahmed Fatnassi	0.5
	Salem Ben Belgacem Ben Hamad Ben Omar	0.5
45	Ahmed Ben Abdelaziz Nssayri	1
46	Marzouk Ben Omrane Belhaj	1
47	Salah Ben Hamad Ben Ammar	1
48	Maâtoug Ben Mabrouk	1
49	Omar Laghrabi	1
50	Omar Ben Mbarek	1
51	Jaballah Slama	1
52	Hamad Ben Khalifa	1
53	Mohammed Ben Boubakker	0.5
	Mohammed Ben Ali Ben Said	0.5
54	Mohammed Foudhayli	1
55	Bechir Ben Said	1
56	Ahmed Ben Bechir Slama	1
57	Ali Ben Nassr	1
58	Abdessalem Hamda	1
59	Farhat Bouhafess	1
60	Ali Ben Thameur	1
61	Hedi Ben Khalifa	1
62	Abdallah Ferjani	1
63	Mohammed Ben Salah Belaid	1
64	Mohammed Abdelmoêmen	1
65	Najib Aoûn	1
66	Boubakker Abdelmoêmen	1
67	Mabrouk Ben Marzoug	1
68	Aid Saâd Saïdi	1
69	Nassr Kerdouss	1
70	Mesbah Belaid	1
71	Mohammed Ben Nassr Nssayri	1
72	Sassi Ben Abdallah	1
73	Abdelkader Agab	1
74	Mohammed Beltayyeb	1
75	Nassr Ben Mohammed Sahouda	1
76	Mbarek Ben Thameur	1
77	Salem Bettaieb Sahouda	1
78	Slimen Ben Belgacem	1

* : Les noms surlignés sont les leaders

ANNEXE 13 : Liste des agriculteurs de Mzara CI

N°	Prénom & Nom	Superficie (ha)
1	Khalifa Ben Saâd	1
2	Lazher MAâtallah	1
3	Brahim Saïdi	1
4	Mabrouk Belaid	1
5	Sami Zarroug	1
6	Ahmed ben Thameur	1
7	Sadek Saïdi	1
8	Sadek Saïdi	1
9	Farah Saïdi	1
10	karim Salha	1
11	Monji Ben Maâtoug	1
12	Mohammed Thamri	1
13	Adnen Lammouchi	1
14	Mohammed Sahouda	0.5
	Aid Ben Messaoud Ben Salem	0.5
15	Abdellatif Zaga	1
16	Said Ben Farah	1
17	Mohammed Maâtallah	1
18	Mohammed Ben Said	1
19	Bechir Ourèda	1
20	Mohammed Ben Belagcem	1
21	Mohammed Salah Mateur	1
22	Abderrazzak Belaid	1
23	Mohammed Ghrissi	1
24	Mohammed Thameur	1
25	Bechir Ben Said	1
26	Kamel Azzouz	1
27	Belgaceme Slama	1
28	Taoufik ElJarradi	0.5
	Mabrouk Thameur	0.5
29	Ahmed Saïdi	1
30	Mabrouk Saïdi	1
31	Khalifa Ben Mesbah	1
32	Abdessaleme Thamri	1
33	Brahim ElJarradi	1
34	Farah Khalifa	1
35	Slim Jabnoui	0.5
	Sami Zarroug	0.5
36	Sami Zarroug	1
37	Hamad Krouzza	1
38	Lakhdher Khouildi	1
39	Elkamel Ben Nassr	1
40	Ali ElJarradi	1
	Mesbah ElJarradi	1
41	Khaled Khouildi	1
42	Salem Maâtoug	1
43	Ahmed Ben Mohammed Ben Said	0.5

Etude technique détaillée relative au renforcement du système de drainage et valorisation des eaux de drainage en Mzara 2, Hezoua 2 et Hezoua3

44	Marzoug Belaid	0.5
45	Khadija Triki	1
46	Slim Jabnoui	
47	Radhya Jabnoui	1
48	Badiâ Chouayeb	1
49	Mohammed Maâtoug	1
50	Taoufik Laâbidi	1
51	Brahim Ben Boubakker Ben Said	0.5
	Ammar Ben Boubakker Ben Said	0.5
52	belgacem Zarzouzi	1
53	Sadek Saïdi	1
54	Hssan Saaïdi	1
55	Mohammed Hammiya Ghrissi	1
56	Abdelkader Rouak	1
57	Ahmed Miâadi	1
58	Abderrazak Khouildi	1
59	Sadek Saïdi	1
60	Hssan Saaïdi	1
61	Rachid Lammouchi	1
62	Zina Aoûn	1
63	Mohammed ElJarradi	1
64	Fathiyya Abdelhafidh	1
65	Salem Ben Saâd	1
66	Mesbah Taher Slama	1
67	Ayech Slama	1
68	Ali Ben Salem	1
69	Bechir Thamri	1
70	Hssan Aloui	1
71	Mohammed Sghaier Stila	1
72	Jabrane Ameer	1
73	Zied Mateur	1
74	Naji Bacha	1
75	Abdelkader Slimen	1
76	Fathi Gheryani	1

* : Les noms surlignés sont les leaders

ANNEXE 14 : Liste des agriculteurs de Hezoua2

N°	Prénom & Nom	Superficie (ha)
1	Mesbah Ben Lakhdhar Nassr	
	Mabrouka Bent Ali Belhaj	
	Salem Kerdous	
2	Ahmed Saïdi	
	Ali Bessaidi	
	Jamel Bessaidi	
	Radhouane Saïdi	
3	Abdallah Ben Salah Saïdi	
4	Salah Kerdous	
5	Brahim Manssour Ben Nassr	
	Elaïd Kerdous	
	Ali Ben Brahim Ben Nassr	
	Mohamed Ben Boubaker Ben Mohamed	
6	Omrane Bel Haj	
7	Nassr Ben Khalifa	
8	Messoud AbdElMoêmen	
	Abdallah AbdElMoêmen	
9	Salem Ben Mohamed Ben Ali	
10	Salah Ben Mabrouk Belaïd	
11	Farah Ben Saïd	
12	Mabrouk Aoûn	
13	Atiyya Ben Saïd	
	Mabrouk Ben Saïd	
14	Amara Ben Bechir Saïdi	
15	Makki Ben Mesbah Saïdi	
16	Hssan ElGheriani	
	Ahmed ElGheriani	
17	Ahmed Farah Sen Saïd	
	Said ELAIdi Sen Saïd	
18	Salah Ben Brahim	
	Omar AbdElMoêmen	
19	Ali Ben Othamne	
	Belgacem Ali Ben Othamne	
20	Ahmed Ben Belgacem Ben Slimane	
	Ammar ben Saïd	
	Hedi Ben Slimane	
21	Ali Aliba	
22	Belgacem BelHedi BelAïd	
	Mohamed Ben Ali BelHaj	
	Merzouk Ben Ali BelHaj	

Etude technique détaillée relative au renforcement du système de drainage et valorisation des eaux de drainage en Mzara 2, Hezoua 2 et Hezoua3

	EIKamel Nassr	
23	Ahmed Kirdou	
	Mohamed Nasser et compagnies	
24	Abdlkarim Saïdi	
25	Sadok Saïdi	
26	Salah Ben Mohamed Saïdi	
27	Mohamed Ben Khalifa Saidi	
	Belgacem Ben Khalifa	
	Saïdi Ben Saâd	
28	Belgacem Ben Hamad Ben Omar	
	Mohamed ElHedi Saïdi	
30	Hedi ben Mabrouk Saïdi	
	Bechir Bellakhdhar	
31	Ali ben Omar	
	Belgacem Ben Ahmed Saïdi	
32	Ahmed Ben Ahmed Saïdi	
	Salem Ben Amara	
33	Mabrouk Ben Othmane	
	Ahmed Ben Farah Ben Said	
34	Mohamed Ben Othmane	
35	Mabrouk Ben Abdelaziz	
	Taoufik Eljarradi	
36	Mohamed Ben Khalifa Ben Thameur	
	Mabrouk Ben Khalifa Ben Thameur	
37	Messaoud Abderrahmane	
38	Mesbah Ben Ahmed Ben Salah	
39	Messaoud Kerdous	
40	Hedi Ben Omar Saïdi	
	Khadrâa Saïdi	
	Hedia Saïdi	
	Khadija Saïdi	
41	Ali Ben Belgacem Ben Mohamed	
	Bechir Ben Taher Ben Othmane	
	Ahmed Ben Taher Ben Othmane	
42	Belaid Ben Salah Belaid	
	Lakhdher Ben Salah Belaid	
43	Merzouk Ben Salah Belaid	
	Salem Ben Salah Belaid	
	Salem Ben Omar Ben Salem	
44	Mansour Foudhayli	
45	Ali Mkachri	
	Mohamed Ben Belgacemen Ben Mabrouk	
46	Mbarek Ben Belgacem	

Etude technique détaillée relative au renforcement du système de drainage et valorisation des eaux de drainage en Mzara 2, Hezoua 2 et Hezoua3

	Mohamed ELMaghni	
	Ammar Bouyahya	
47	Mohamed Ben Salah Ben Said	
	Mohamed Ben Belgacemen Ben Mabrouk	
48	Brahim Ben Bechir Ben Messaoud	
	Messaoud Ben Bechir Ben Messaoud	
49	Boubakker Nassr	
	Karim Mrabet	
	Mohamed Bouhafess	

République Tunisienne
Ministère de l'Agriculture, des Ressources Hydrauliques et de la Pêche
Institution de la Recherche et de l'Enseignement Supérieur Agricoles

Centre Régional de Recherches en Agriculture Oasienne à Degache



PV : Réunion d'identification et de mise en œuvre des composantes du projet PDRI

- ✦ **Date :** 25/02/2021
- ✦ **Lieu :** Délégation de Hezoua
 - ✦ **Cadre :** Projet de Développement Rural Intégré, PDRI, dans les délégations de Hezoua et Tameghza. " Envisager la mise en œuvre des composantes du projet"

✦ **Assistants**

Les chefs GDAs ont assisté l'atelier de 14 GDA concernés par le projet (GDA Hezoua 1, GDA Hezoua 2, GDA Hezoua 3, GDA Hezoua 1-2-3, GDA Hezoua 4, GDA Hezoua 5, GDA Hezoua 6, GDA Ouledghrissi, GDA Ettaâmir, GDA Hezoua CI, GDA BirErroumi 1, GDA BirErroumi CI, GDA Mzara 1 et GDA Mzara CI).

Le directeur et le coordinateur technique du projet PDRI, des représentants de CRDA Tozeur et de la collectivité locale à Hezoua ont aussi assisté. Le centre était représenté par les chercheurs de différentes spécialités.

✦ **Déroulement de la réunion**

La réunion a débuté à 09:30h. La discussion porte sur les composantes du projet ainsi que les GDAs concernés pour chaque composante.

Les agriculteurs ont participé aussi pour le choix des GDAs.

Une modification liée au choix des deux GDAs, a été effectuée après la validation des agriculteurs et des membres du projet :

Les agriculteurs du GDA Hezoua1 ont refusé le système de drainage proposé. Après une concertation et des discussions avec les agriculteurs des différents GDAs, le choix a été fixé pour les GDAs les deux GDAs « Hezoua3 » et « Mzara CI ».

Les membres du projet ainsi que les agriculteurs ont tous validé ce choix après l'accord des membres du GDA Hezoua1.



Etude technique détaillée relative au renforcement du système de drainage et valorisation des eaux de drainage en Mzara 2, Hezoua 2 et Hezoua3

ولاية تونز
محافظة خروبة

مطابقة محصور

الموضوع: النظر في عدد مكونات المشروع التوسعي لإصلاح شبكة الصرف

التاريخ: 2021.02.25
الرقم: 09.00

الاسماء	الصفة	الاسم واللقب	الترتيب
		أحمد المصطفى	1
		محمد بن علي	2
		محمد بن علي (P.T.S)	3
		عبد الله بن علي	4
		المراد بن علي	5
		عبد الوهاب بن علي	6
		عبد الوهاب بن علي	7
		عبد الوهاب بن علي	8
		عبد الوهاب بن علي	9
		عبد الوهاب بن علي	10
		عبد الوهاب بن علي	11
		عبد الوهاب بن علي	12
		عبد الوهاب بن علي	13
		عبد الوهاب بن علي	14
		عبد الوهاب بن علي	15
		عبد الوهاب بن علي	16
		عبد الوهاب بن علي	17
		عبد الوهاب بن علي	18
		عبد الوهاب بن علي	19
		عبد الوهاب بن علي	20
		عبد الوهاب بن علي	21
		عبد الوهاب بن علي	22
			23
			24
			25
			26
			27
			28
			29
			30
			31



