



REPUBLIQUE DU NIGER
MINISTRE DU DEVELOPPEMENT AGRICOLE
DIRECTION DES AMENAGEMENTS ET
EQUIPEMENTS RURAUX AGRICOLES



INSTITUT INTERNATIONAL D'INGENIERIE
DE L'EAU ET DE L'ENVIRONNEMENT
01 B.P. 594 OUAGADOUGOU 01
BURKINA FASO

RAPPORT DE FIN DE STAGE EN ENTREPRISE

POUR L'OBTENTION DU MASTER SPECIALISE
EAU POUR L'AGRICULTURE ET L'APPROVISIONNEMENT DES COMMUNAUTES
OPTION : AMENAGEMENTS HYDRO – AGRICOLES

Thème :

**Etudes d'Avant Projet Détaillé des périmètres irrigués de MAOUREY,
DIGUINASSA et FARKA dans le Département de OUALLAM,
Région de Tillabéri au Niger**

Présenté par :

BODO Marou

Encadreur DAERA :

M^r Mounkaila AMADOU

Ingénieur du Génie Rural

Encadreur 2iE

M^r Moussa Laurent COMPAORE

Ingénieur de l'Équipement Rural

Décembre 2006

Table des matières

| | |
|---|-----------|
| <i>Liste des sigles et abreviations</i> | 6 |
| <i>Liste des tableaux</i> | 8 |
| <i>Liste des figures</i> | 8 |
| <i>Liste des cartes</i> | 8 |
| <i>Liste des annexes</i> | 8 |
| <i>Remerciements</i> | 9 |
| <i>Fiche Technique du projet</i> | 10 |
| <i>Resumé des études</i> | 13 |
| <i>Introduction</i> | 15 |
| I. Contexte général du projet | 17 |
| 1.1 Présentation de la structure d'accueil | 18 |
| 1.2 Milieu du projet | 18 |
| 1.2.1 Contexte socio – politique du projet | 18 |
| 1.2.2 Milieu Physique du projet | 19 |
| 1.2.3 Milieu humain | 25 |
| II. Les paramètres d'irrigation communs aux trois sites | 32 |
| 2.1 Les spéculations et les rendements projetés | 33 |
| 2.2. Pédologie, eau et le sol | 33 |
| 2.2.1. Détermination de la RU et RFU | 34 |
| 2.3. Evapotranspiration et les Besoins en eau | 34 |
| 2.3.1. Evapotranspiration Potentielle (ETP) : | 34 |
| 2.3.2. Evapotranspiration Maximale (ETM) : | 37 |
| 2.3.3. Les Besoins Nets (BN) : | 37 |
| 2.3.4. Les Besoins Bruts (BB) : | 40 |
| 2.3.5. Le Débit Fictif Continu (DFC) | 40 |
| 2.3.6. Débit Maximum de Pointe (ou d'Equipement) | 40 |
| 2.3.7. Calculs de la Fréquence et de la Rotation | 41 |
| 2.3.8. Main d'eau ou Module | 41 |
| 2.3.9. Durée pratique d'arrosage : t | 41 |
| 2.3.10. Quartier hydraulique : W | 42 |
| 2.4. Justification et description de la méthode d'irrigation | 42 |
| III. Etudes d'aménagements des périmètres | 43 |
| 3.1. Consistance des études | 44 |
| 3.2. Périmètre irrigué de MAOUREY | 44 |
| 3.2.1. Etudes préliminaires | 44 |
| 3.2.2. Conception de l'aménagement | 46 |
| 3.2.3. Dimensionnement des réseaux et ouvrages du périmètre | 54 |
| 3.2.4. Choix des pompes | 59 |
| 3.2.5. Devis quantitatif des travaux du périmètre | 61 |
| 3.2.6. Planning d'exécution des travaux | 66 |
| 3.3. Périmètre irrigué de DIGUINASSA | 68 |
| 3.3.1. Etudes préliminaires | 68 |
| 3.3.2. Conception de l'aménagement | 69 |

| | | |
|-------------|--|------------------------------------|
| 3.3.3. | Dimensionnement des réseaux _____ | 74 |
| 3.3.4. | Choix des pompes _____ | 75 |
| 3.3.5. | Gestion de la retenue de la mare de DIGUINASSA _____ | 76 |
| 3.3.6. | Devis quantitatif des travaux du périmètre _____ | 82 |
| 3.3.7. | Planning d'exécution des travaux _____ | 87 |
| 3.4. | Périmètre irrigué de FARKA _____ | 90 |
| 3.4.1. | Etudes préliminaires _____ | 90 |
| 3.4.2. | Conception de l'aménagement _____ | 90 |
| 3.4.3. | Dimensionnement des réseaux _____ | 99 |
| 3.4.4. | Choix des pompes _____ | 100 |
| 3.4.5. | Devis quantitatif des travaux du périmètre _____ | 101 |
| 3.4.6. | Planning d'exécution des travaux du site de Farka _____ | 106 |
| IV. | Devis descriptif type des aménagements du projet _____ | Erreur ! Signet non défini. |
| 4.1. | Descriptif des travaux d'aménagement _____ | Erreur ! Signet non défini. |
| 4.1.1. | Généralités : _____ | Erreur ! Signet non défini. |
| 4.1.2. | Description des travaux _____ | Erreur ! Signet non défini. |
| 4.2. | Descriptif des travaux de forages _____ | Erreur ! Signet non défini. |
| 4.2.1. | GENERALITES _____ | Erreur ! Signet non défini. |
| 4.2.2. | Définition de l'opération _____ | Erreur ! Signet non défini. |
| 4.2.3. | Description et prescription techniques du Matériel utilisé _____ | Erreur ! Signet non défini. |
| 4.2.4. | DESCRIPTION DES OUVRAGES _____ | Erreur ! Signet non défini. |
| V. | GESTION ET ENTRETIEN DES PERIMETRES _____ | Erreur ! Signet non défini. |
| 5.1. | Structure du réseau de distribution _____ | Erreur ! Signet non défini. |
| 5.1.1. | Réseau Principal _____ | Erreur ! Signet non défini. |
| 5.1.2. | Réseau Secondaire _____ | Erreur ! Signet non défini. |
| 5.1.3. | Réseau tertiaire : _____ | Erreur ! Signet non défini. |
| 5.2. | Système de drainage _____ | Erreur ! Signet non défini. |
| 5.3. | Maîtrise des débits _____ | Erreur ! Signet non défini. |
| 5.3.1. | Estimation des débits _____ | Erreur ! Signet non défini. |
| 5.3.2. | Répartition des débits _____ | Erreur ! Signet non défini. |
| 5.4. | Gestion hydraulique _____ | Erreur ! Signet non défini. |
| 5.4.1. | Gestion interne au quartier hydraulique _____ | Erreur ! Signet non défini. |
| 5.4.2. | Gestion du réseau du sous - périmètre _____ | Erreur ! Signet non défini. |
| 5.4.3. | Gestion du périmètre _____ | Erreur ! Signet non défini. |
| 5.5. | Entretien du réseau _____ | Erreur ! Signet non défini. |
| 5.5.1. | Infrastructures hydrauliques _____ | Erreur ! Signet non défini. |
| 5.6. | Organisation de la gestion et de l'entretien _____ | Erreur ! Signet non défini. |
| VI. | VI. Etudes Financières et économiques du projet _____ | Erreur ! Signet non défini. |
| 6.1. | Introduction _____ | Erreur ! Signet non défini. |
| 6.2. | INVESTISSEMENTS ET CHARGES DIRECTS _____ | Erreur ! Signet non défini. |
| 6.2.1. | Coûts des travaux d'aménagements _____ | Erreur ! Signet non défini. |
| 6.2.2. | Charges d'exploitation _____ | Erreur ! Signet non défini. |
| 6.3. | COMPTE D'EXPLOITATION PREVISIONNEL DU PAYSAN _____ | Erreur ! Signet non défini. |
| 6.4. | ETUDE D'EVALUATION FINANCIERE _____ | Erreur ! Signet non défini. |
| 6.4.1. | Délai de récupération des Investissements _____ | Erreur ! Signet non défini. |
| 6.4.2. | Bénéfice actualisé ou Valeur Actuelle Nette (VAN) _____ | Erreur ! Signet non défini. |
| 6.4.3. | Taux de rentabilité Interne (TRI) _____ | Erreur ! Signet non défini. |
| 6.5. | ETUDE D'EVALUATION ECONOMIQUE _____ | Erreur ! Signet non défini. |
| VII. | Etude d'Impact Environnemental et social (EIES) _____ | Erreur ! Signet non défini. |
| 7.1. | Cadre Politique, légal et administratif _____ | Erreur ! Signet non défini. |

| | | |
|--|-------|-----------------------------|
| 7.2. IDENTIFICATION DES IMPACTS DU PROJET | _____ | Erreur ! Signet non défini. |
| 7.2.1. Méthodologie d'identification des impacts | _____ | Erreur ! Signet non défini. |
| 7.2.2. Impacts du projet lors de la phase de chantier | _____ | Erreur ! Signet non défini. |
| 7.2.3. Impacts du Projet pendant la phase exploitation | _____ | Erreur ! Signet non défini. |
| 7.3. EVALUATION DES IMPACTS | _____ | Erreur ! Signet non défini. |
| 7.3.1. Méthodologie de l'évaluation des impacts | _____ | Erreur ! Signet non défini. |
| 7.3.2. Evaluation de l'intensité des impacts | _____ | Erreur ! Signet non défini. |
| 7.3.3. Hiérarchisation générale des impacts | _____ | Erreur ! Signet non défini. |
| 7.3.4. Evaluation des impacts | _____ | Erreur ! Signet non défini. |
| 7.3.5. Hiérarchisation des impacts | _____ | Erreur ! Signet non défini. |
| 7.4. MESURES D'ATTENUATION ET RENFORCEMENT DES IMPACTS | _____ | Erreur ! Signet non défini. |
| 7.4.1. Mesures avant le démarrage des travaux | _____ | Erreur ! Signet non défini. |
| 7.4.2. Mesures pendant et après les travaux | _____ | Erreur ! Signet non défini. |
| 7.4.3. Mesures à la phase d'exploitation | _____ | Erreur ! Signet non défini. |
| 7.5. PLAN D' ACTIONS ENVIRONNEMENTAL ET SOCIAL | _____ | Erreur ! Signet non défini. |
| 7.5.1. Programme de suivi | _____ | Erreur ! Signet non défini. |
| 7.5.2. Procédures d'exécution et de contrôle de mise en œuvre du PAE | _____ | Erreur ! Signet non défini. |
| Conclusion générale | _____ | Erreur ! Signet non défini. |
| Bibliographie | _____ | Erreur ! Signet non défini. |

LISTE DES SIGLES ET ABREVIATIONS

- **2IE** : Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement
- **AH**: Aménagements Hydro – Agricoles
- **BEEEI**: Bureau des Evaluations Environnementales et des Etudes d'Impact
- **CFA** : Communauté Financière Africaine
- **COFO**: Commission Foncière
- **CP**: Canalisation Principale
- **CS**: Canalisation Secondaire
- **cT**: Canalisation Tertiaire
- **CT** : Continental Terminal
- **DAERA** : Direction des Aménagements et Equipements Ruraux Agricoles
- **DESS**: Diplôme d'Etudes Supérieures Spécialisées
- **DFC** : Débit Fictif Continu
- **DMP** : Débit Maximum de Pointe
- **DP**: Drain Principal
- **DS**: Drain Secondaire
- **DT**: Drain Tertiaire
- **EAC**: Eau pour l'Agriculture et l'Approvisionnement des Communautés
- **EBC** : Enquête Budget et Consommation
- **EIER** : Ecole Inter – Etats d'Ingénieurs de l'Equipement Rural
- **EIES** : Etude d'Impact Environnemental et Social
- **EPFL** : Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne
- **ETSHER** : Ecole Inter – Etats des Techniciens Supérieurs de l'Hydraulique et de l'Equipement Rural
- **FIT**: Front Inter Tropical
- **GVEA** : Gestion et Valorisation de l'Eau et Assainissement
- **ha** : hectare
- **LMD**: Licence Master Doctorat
- **m** : mètre
- **m³/h/m** : mètre cube par heure et par mètre
- **ml** : mètre linéaire
- **mm** : millimètre
- **µS/cm** : micro – siemens par centimètre
- **MAG/E** : Ministère de l'Agriculture et de l'Elevage

- **MDA** : Ministère du Développement Agricole
- **MST** : Maladie Sexuellement Transmissible
- **PAE** : Plan d'Actions Environnemental
- **PIP** : Projet de Promotion de l'Irrigation Privée
- **PS/PRN** : Programme Spécial du Président de République du Niger
- **RGP/H** : Recensement Général de la Population et de l'Habitat
- **SAF** : Service Administratif et Financier
- **SAH/PS** : Service des Aménagements Hydrauliques et Protection des Sols
- **SAT** : Service des Appuis Techniques
- **SAU** : Superficie Aménagée Utile
- **SDR** : Stratégie de Développement Rural
- **SER** : Service des Equipements Ruraux
- **SNDCI** : Stratégie Nationale de Développement des Cultures Irriguées
- **SNDI/CER** : Stratégie Nationale de Développement de l'Irrigation et de Collecte des Eaux de Ruissellement
- **SRP** : Stratégie de Réduction de la Pauvreté
- **TRI** : Taux de Rentabilité Interne
- **UAMD** : Université Abdou Moumouni Dioffo
- **UTER** : Unité Thématique d'Enseignement et de Recherche
- **VAN** : Valeur Actuelle Nette
- **%**: Pourcent

LISTE DES TABLEAUX

| | |
|---|------------------------------------|
| Tableau 1 : Températures moyennes mensuelles | 22 |
| Tableau 2 : Durée d'insolation | 23 |
| Tableau 3 : Vitesse moyenne mensuelle des vents | 23 |
| Tableau 4 : Evaporation au BAC | 23 |
| Tableau 5 : La répartition par canton de la population de Ouallam | 26 |
| Tableau 6 : CALCUL DE L'EVAPOTRANSPIRATION DE REFERENCE (ET ₀) PAR LA METHODE DE BLANEY & CRIDDLE | 35 |
| Tableau 7 : Détermination des Besoins en eau mensuels nets des cultures | 39 |
| Tableau 8 : La constitution du réseau de distribution du site de Maourey | 48 |
| Tableau 9 : La constitution du réseau de drainage du site de Maourey | 49 |
| Tableau 10 : Pertes de charge unitaire selon les débits et diamètres de conduites | 55 |
| Tableau 11 : Devis des travaux du site de Maourey | 61 |
| Tableau 12 : La constitution du réseau de distribution du site de Diguinassa | 71 |
| Tableau 13 : La constitution du réseau de drainage du site de Diguinassa | 72 |
| Tableau 14 : Besoins en eau sur les quatre mois de la campagne de saison sèche à Diguinassa | 77 |
| Tableau 15 : Résultats des calculs des évaporations mensuelles dans la zone du projet | 78 |
| Tableau 16 : Résultats des calculs de gestion de la retenue du site de Diguinassa | 78 |
| Tableau 17 : Devis estimatif des travaux du site de Diguinassa | 82 |
| Tableau 18 : Découpage du périmètre de Farka (dimensions des sous – périmètres) | 90 |
| Tableau 19 : Constitution du réseau de distribution du site de Farka | 92 |
| Tableau 20 : Constitution du réseau de drainage du site de Farka | 96 |
| Tableau 21 : Devis estimatif des travaux du site de Farka | 101 |
| Tableau 22 : Récapitulatif composantes des coûts des travaux des trois sites | Erreur ! Signet non défini. |
| Tableau 23 : Compte d'exploitation annuelle à l'hectare | Erreur ! Signet non défini. |
| Tableau 24 : Récapitulatif des emplois créés par site | Erreur ! Signet non défini. |
| Tableau 25 : Récapitulatif des facteurs d'influence des impacts du projet | Erreur ! Signet non défini. |
| Tableau 26 : Désignation de la hiérarchie des impacts | Erreur ! Signet non défini. |
| Tableau 27 : Evaluation des impacts en phase chantier | Erreur ! Signet non défini. |
| Tableau 28 : Evaluation des impacts en phase exploitation | Erreur ! Signet non défini. |
| Tableau 29 : Hiérarchisation des impacts | Erreur ! Signet non défini. |
| Tableau 30 : Eléments du Programme de suivi de l'EIES | Erreur ! Signet non défini. |
| Tableau 31 : Procédures d'exécution et de contrôle de mise en œuvre du PAE | Erreur ! Signet non défini. |

LISTE DES FIGURES

| | |
|--|-----|
| Figure 1 : Organigramme de la DIRECTION des AMENAGEMENTS et des EQUIPEMENTS RURAUX AGRICOLES (DAERA) | 17 |
| Figure 2 : Planning d'exécution des travaux du site de Maourey | 66 |
| Figure 3 : Courbes de gestion de la retenue de Diguinassa | 80 |
| Figure 4 : Courbe hauteur – surface de la retenue de Diguinassa | 81 |
| Figure 5 : Planning d'exécution des travaux du site de Diguinassa | 87 |
| Figure 6 : Planning des travaux du site de Farka | 106 |

LISTE DES CARTES

| | |
|---|----|
| Carte 1 : Localisation de la zone du projet | 21 |
|---|----|

LISTE DES ANNEXES

| | |
|-----------------------------|------------------------------------|
| Annexe 1 : Notes de Calculs | Erreur ! Signet non défini. |
| Annexe 2 : Pièces dessinées | Erreur ! Signet non défini. |

REMERCIEMENTS

Que grâce soit rendue au Tout Miséricordieux et Omnipotent, qui nous aura permis de conduire à son terme ce stage qui sanctionne la fin de la présente formation à l'Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement (ex Groupe des écoles *EIER – ETSHER*) de Ouagadougou.

Qu'il nous soit permis de témoigner notre gratitude aux directions et corps professoraux des deux écoles coopérantes à cette formation à savoir le *ZiE* et l'*EPFL*, spécialement aux sieurs **Moussa Laurent COMPAORE** et **André MERMOUD**, encadreurs principaux de la formation pour n'avoir ménagé ni leurs efforts ni leurs temps à nous donner entière satisfaction, chacun en ce qui le concerne. Nos sincères remerciements s'adressent également à toutes les autres compétences extérieures sollicitées par l'école à intervenir au cours de la formation.

Au terme de cette étude, nos remerciements bien mérités sont destinés à l'ensemble du personnel de la DAERA, en particulier à ses premiers responsables les sieurs **Mounkaila AMADOU** (Directeur) et **Amadou MOUSSA** (Directeur Adjoint) qui ont assuré l'encadrement de terrain, pour nous avoir proposé ce thème actuellement de grand intérêt en raison de l'importance accordée au développement des projets d'aménagement de périmètres irrigués dans les politiques nationales actuelles du Niger, pays engagé dans la recherche de la sécurité alimentaire de ses populations dans un ensemble sous – régional en quête de souveraineté alimentaire. L'accueil, l'encadrement technique et les conditions de travail qui nous ont été offertes, méritent toute notre satisfaction.

Nous tenons aussi à exprimer nos chaleureuses salutations à l'endroit des populations des villages de **Diguinassa, Maourey et Farka** ainsi qu'à celles des autres villages et hameaux des environs qui sont intéressés par les travaux, dans le département de Ouallam, pour avoir démontré un vif intérêt vis-à-vis des études du présent projet auxquelles ils ont apporté leur soutien indéfectible.

Les contributions des services techniques du Département de Ouallam ont été hautement appréciées. Que leurs responsables et agents en soient remerciés.

Enfin, de nombreuses personnes nous ont apporté leur soutien dans l'accomplissement du présent travail. Il nous est impossible de nommer individuellement chaque personne. Nous invitons chacune et chacun de trouver ici l'expression de nos salutations les plus cordiales !

FICHE TECHNIQUE DU PROJET

Désignation du projet: Aménagement des périmètres irrigués de MAOUREY, DIGUINASSA et FARKA.

Villages : MAOUREY, DIGUINASSA et FARKA

Département : Ouallam

Région : Tillabéri

Localisation : **Maourey** : 14°27' de latitude Nord et 2°18' de longitude Est

DIGUINASSA : 14°19' de latitude Nord et 2°13' de longitude Est

FARKA : 14° 25' de latitude Nord et 2° 46' de longitude Est

Financement : PS/PRN

Maître d'œuvre : DAERA

Maître d'ouvrage : MDA

Montant estimatif du Projet : 1 162 222 564 Francs CFA

Superficies aménagées : 50 ha ; 25ha et 65ha.

S.A.U.: 46,75ha ; 21,63ha et 54ha.

Superficie nette de l'exploitation : 0,25ha

Cultures pratiquées : Maraîchage ; céréales ; légumineuses

DFC: 1,64 l/s/ha

DMP : 3,2 l/s/ha

Main d'eau : 8 l/s

Récapitulatif du Réseau de distribution sous pression

| Type de canalisations | Nombre | | | Longueurs cumulées (m) | | | Diamètre extérieur (mm) | | |
|-------------------------|---------|------------|-------|------------------------|------------|-------------|-------------------------|------------|--------|
| | Maourey | Diguinassa | Farka | Maourey | Diguinassa | Farka | Maourey | Diguinassa | Farka |
| Tertiaires (CT) | 25 | 14 | 48 | 5623 ml | 3292 ml | 6720 ml | 100 mm | 100 mm | 100m m |
| Secondaires (CS) | 5 | 5 | 12 | 1544 ml | 1145 ml | 2168, 25 ml | 140 mm | 200 mm | 140 mm |
| Principales (CP) | 5 | 5 | 6 | 120,75 ml | 210 ml | 63 ml | 200 mm | 140 mm | 200 mm |

Pour le site de Diguinassa, le diamètre extérieur de la conduite reliant les deux nouveaux forages et le forage existant est de 200mm. Les longueurs des raccords totalisent 1055ml, soit 660 pour le forage existant, 150 ml pour le forage n°1 et 245 ml pour le forage n°2.

Récapitulatif du Réseau de drainage des trois sites :

| Type de colatures /Drains | Nombre | | | Longueur cumulée | | | Dimensions | | |
|---------------------------|---------|------------|-------|------------------|------------|-----------|-------------------------|--------------------------|-------------------------|
| | Maourey | Diguinassa | Farka | Maourey | Diguinassa | Farka | Maourey | Diguinassa | Farka |
| Tertiaires (DT) | 28 | 16 | 30 | 7060 ml | 4766 ml | 10815 ml | H = 35cm; m = 3/2 | H = 35cm; m = 3/2 | H = 35cm ; m = 3/2 |
| Secondaires (DS) | 9 | 5 | 6 | 1820 ml | 1496 ml | 1711,5 ml | H = b = 30cm ; m=3/2 | H = b = 30cm ; m=3/2 | H = b = 30cm ; m=3/2 |
| Principales (DP) | 5 | 3 | 6 | 1710 ml | 30 ml | 63 ml | H = b = 40 cm m=3/2; | H = b = 40 cm ; m=3/2 | H = b = 40cm m=3/2; |

RESUME DES ETUDES

Le projet d'aménagement des périmètres irrigués de MAOUREY, DIGUINASSA et FARKA dans le département de Ouallam (Région de Tillabéri au Niger) s'inscrit dans le cadre du Programme Spécial du Président de la République, dans son volet « Cultures irriguées ».

Le présent projet est d'un coût global de 1 162 222 564 francs CFA réparti comme suit :

- Aménagement du site de MAOUREY, 50ha : 357 867 906 francs CFA,
- Aménagement du site de DIGUINASSA, 25ha : 294 428 503 francs CFA,
- Aménagement du site de FARKA, 65ha : 509 926 155 francs CFA.

Grand acquis social, ce projet entre dans le cadre de la stratégie du Niger à assurer son indépendance en matière de sécurité alimentaire, gage d'une réelle souveraineté alimentaire.

Ce projet permet dans un premier temps la mise à disposition des populations de trois (3) périmètres aménagés qui totalisent une superficie brute de près de 140ha et vise une augmentation de la production agricole annuelle d'environ 3500 tonnes de céréales et produits maraîchers confondus et doivent bénéficier à près de 500 ménages.

Ainsi, on produirait annuellement, sur l'ensemble des trois sites :

- En une campagne, en saison sèche, près de 2500 tonnes de produits maraîchers;
- En deux campagnes, une de saison sèche et une de saison pluvieuse, environ 1000 tonnes de céréales associées aux légumineuses.

La superficie nette de l'unité parcellaire a été fixée à 0,25ha, tenant compte des demandes à satisfaire et de la superficie aménagée utile possible compte tenu des paramètres du projet. Il est prévu une parcelle par ménage.

La situation des disponibilités en superficies exploitées et le nombre de ménages bénéficiaires du projet est la suivante :

| Site | Superficies aménagées nettes (ha) | Superficies aménagées brutes (ha) | Nombre parcelles ou ménages |
|--------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------|
| MAOUREY | 46,75 | 50,0 | 187 |
| DIGUINASSA | 21,60 | 25,0 | 84 |
| FARKA | 54,00 | 65,0 | 216 |
| Total | 122,35 | 140,0 | 487 |

Sur le plan technique, le schéma d'aménagement proposé pour les sites concernés est assez innovant dans le contexte nigérien. En effet, il s'agit d'une option nouvelle d'aménagement que la DAERA a choisi de tester. Les périmètres seront collectifs avec des superficies variant entre 25 et 65ha, avec maîtrise totale d'eau, alimentés essentiellement à l'aide de forages captant la nappe captive du Continental Terminal qui couvre cette zone. Les réseaux de transport de l'eau sont entièrement constitués de conduites fonctionnant en basse pression (entre 0,5 et 1bar), du captage jusqu'en têtes des parcelles où des bornes d'irrigation sont disposées alimentant de petits bassins d'irrigation jouant le rôle de prises parcellaires. Les diamètres des conduites sont situés entre 100 et 200mm.

Ces périmètres sont subdivisés en sous – périmètres indépendants autour de forage ou station de pompage de surface (en ce qui concerne seulement DIGUINASSA où l'alimentation avec l'eau de surface est envisagée appuyée par deux nouveaux forages durant la deuxième campagne de saison sèche). Chacun des sous – périmètres a une superficie nette entre 9 et 11ha. Pour tous les trois sites, il est prévu des dispositifs permettant la connexion des réseaux des différents sous – périmètres pour arriver à un seul périmètre intégré en cas de besoin (panne du système d'alimentation d'un sous – périmètre ou plus). Les forages projetés auront une profondeur moyenne de 100 mètres liée aux données hydrogéologiques de la nappe.

Les études économiques et financières du projet ont abouti aux résultats suivants :

- La durée de retour des investissements est estimée à 7 ans ;
- Le résultat annuel net de l'exploitation de la parcelle de 0,25ha est 405 485 Francs CFA;
- Le Taux de Rentabilité Interne (TRI) du projet calculé sur 15 ans est de 13,13% ;
- La Valeur Actuelle Nette (VAN) du projet, calculée sur 15 ans, est de 202 678 100 Francs CFA.

En ce qui concerne le plan social, tous ces sites disposent déjà d'écoles primaires. Cependant d'autres infrastructures socio – économiques doivent accompagner le présent projet telles celles en santé humaine, qui pourraient être prises en charge par les autres volets du Programme Spécial qui les concernent.

Sur le plan environnemental, le bilan des impacts, tant au cours des travaux de construction qu'au cours de l'exploitation, est assez positif. Mieux, plusieurs mesures d'atténuation ou de compensation ont été proposées à tous les niveaux en vue de la résorption des éventuels effets négatifs du projet.

INTRODUCTION

Le présent stage entre dans le cadre de la fin de formation en *Master spécialisé* (équivalent à l'ancien *DESS*) en **Eau pour l'Agriculture et l'Approvisionnement des Communautés (EAC)** dans l'option **Aménagements Hydro – Agricoles (AH)**, effectuée à l'Institut International d'Ingénierie de l'Eau et de l'Environnement - **2IE** (Ex **Groupe des Ecoles EIER – ETSHER**). Il a duré six (6) mois (de juillet à décembre 2006) et a pour but la professionnalisation des étudiants, suite aux cours théoriques suivis durant neuf (9) mois allant d'octobre 2005 à juin 2006.

Ce stage est effectué au sein de la Direction des Aménagements et des Equipements Ruraux Agricoles (DAERA) au Ministère du Développement Agricole du Niger, sur un thème intitulé : « **Etudes d'Avant Projet Détaillé des périmètres irrigués de MAOUREY, DIGUINASSA et FARKA dans le Département de OUALLAM, Région de Tillabéri au Niger** ».

Il s'agit de conduire des études d'Avant Projet Détaillé d'un projet constitué de l'aménagement de trois sites hydro – agricoles dans le département de Ouallam, de superficies brutes respectives 50ha, 25ha et 65ha.

Ce projet s'inscrit dans le cadre du Programme Spécial du Président de la République, dans son volet « Cultures irriguées ».

L'objectif principal du projet est de contribuer à la réduction de la pauvreté en milieu rural et contribuer à l'atteinte de la sécurité alimentaire dans un contexte global de recherche de souveraineté alimentaire prônée par les différents pays de la sous – région Ouest africaine.

Les objectifs spécifiques du projet sont :

- Augmenter la production agropastorale ;
- Réduire le chômage des citoyens cibles;
- Améliorer les conditions de vie des populations bénéficiaires.

En ce qui concerne les études proprement dites du projet, il faut noter que les identifications des sites ont été effectuées par les populations et les autorités locales appuyées par les techniciens basés au chef lieu du département de Ouallam.

Ainsi, dans le cadre du présent stage, après description du contexte général du projet (structure d'accueil et milieu du projet, les paramètres d'irrigation communs aux sites) qui constituent la première partie, les volets suivants ont été traités en deuxième partie :

- Les études d'aménagement des sites (études préliminaires, schéma d'aménagement, dimensionnement hydraulique, ouvrages divers, ...)

- Les descriptifs des travaux d'aménagement et de forage ;
- Les propositions d'une méthode de gestion de l'eau et d'entretien des périmètres en objet.

En troisième partie, les aspects essentiels liés à la faisabilité financière, économique et environnemental du projet ont été étudiés, notamment :

- Etudes Financières et Economiques du projet,
- Etude d'Impact Environnemental et Social (EIES).

Le rapport est complété par l'ensemble de la Bibliographie à laquelle il a été fait recours pour tirer des enseignements et /ou renseignements afin d'enrichir, consolider l'étude ou illustrer certains aspects de celle-ci.

Enfin, les annexes sont constituées de divers éléments tels certains détails de calculs et les pièces dessinées.

I. CONTEXTE GENERAL DU PROJET

1.1 PRESENTATION DE LA STRUCTURE D'ACCUEIL

La Direction des Aménagements et des Equipements Ruraux Agricoles (anciennement Direction du Génie Rural jusqu'en 2000) est une des directions centrales du Ministère nigérien chargé du développement agricole. Elle est dirigée par un Directeur National secondé d'un adjoint.

La direction compte en son sein, outre le secrétariat, des services centraux à savoir :

- Le Service des Aménagements Hydrauliques et de la Protection des sols (SAH/PS),
- Le Service des Equipements Ruraux (SER)
- Le Service des Appuis techniques (SAT)
- Le Service Administratif et Financier (SAF).

Les différents services centraux sont composés de sections.

Au niveau de chacune des huit (8) régions du pays, la direction est représentée par un Service Régional. On dénombre ainsi les services régionaux des aménagements et équipements ruraux agricoles d'Agadez, Diffa, Dosso, Maradi, Tahoua, Tillabéri, Zinder et de la Communauté Urbaine de Niamey.

La direction dispose aussi de démembrements au niveau de la presque totalité des différents départements et auprès de quelques communes urbaines du pays.

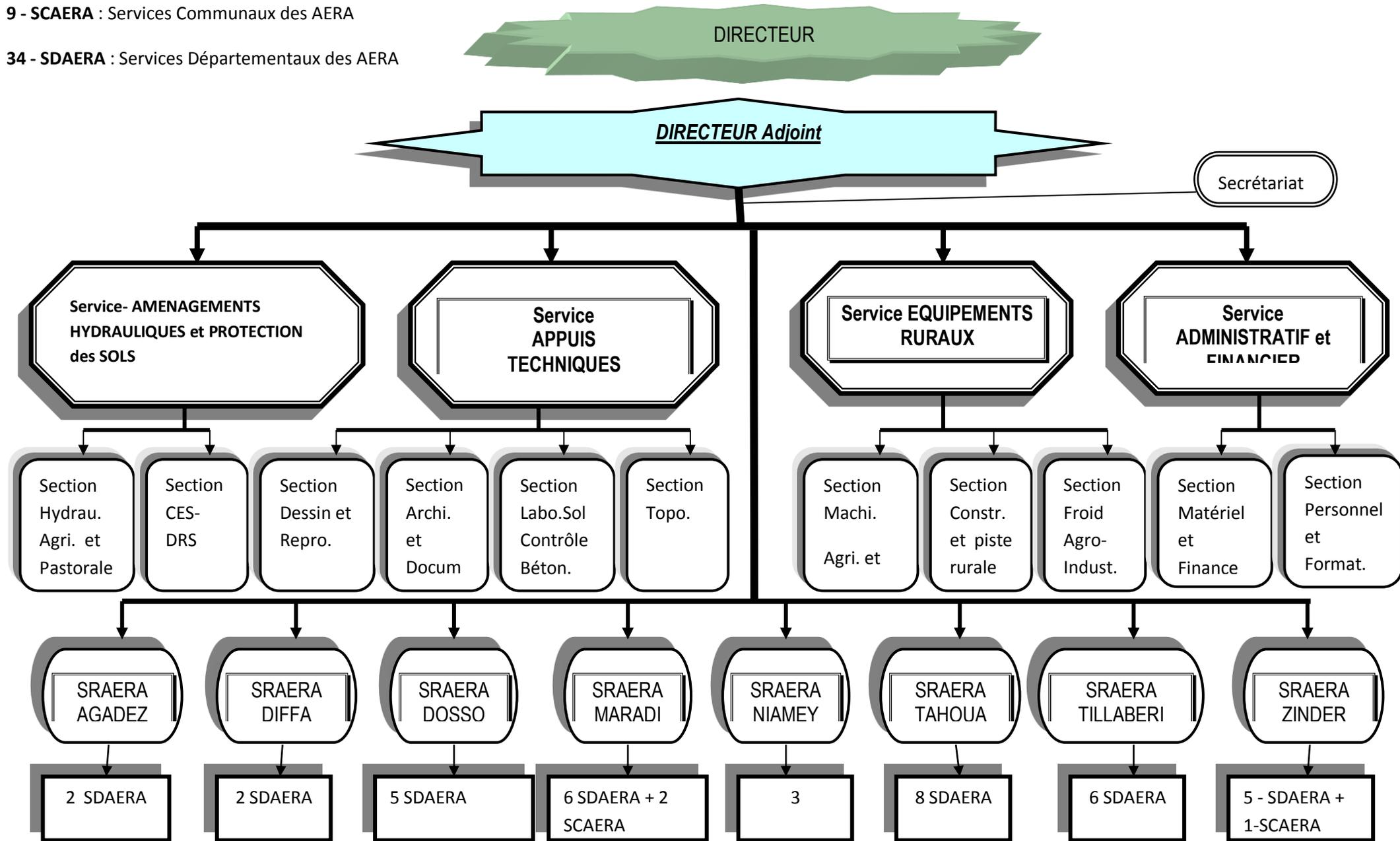
Les attributions de la DAERA, conformément à celles de la Direction du Génie Rural, établies en septembre 1992, sont axées essentiellement sur la conception, l'élaboration et la mise en œuvre de la politique nationale en matière d'aménagements hydrauliques et d'équipements ruraux.

Figure 1 : Organigramme de la DIRECTION des AMENAGEMENTS et des EQUIPEMENTS RURAUX AGRICOLES (DAERA)

8 - SRAERA : Services Régionaux des AERA

9 - SCAERA : Services Communaux des AERA

34 - SDAERA : Services Départementaux des AERA



1.2 MILIEU DU PROJET

1.2.1 Contexte socio – politique du projet

Pays enclavé de la zone sahélienne, le Niger est soumis à des aléas climatiques extrêmement rigoureux et est confronté depuis plusieurs années à une situation alimentaire très précaire en raison de périodes successives de famines et de disettes qui maintiennent les populations dans une insécurité alimentaire permanente.

Les effets conjugués de la sécheresse, de la dégradation des écosystèmes, des techniques culturales inappropriées et de la pression démographique, ont contribué à freiner le développement de la production agricole basée principalement sur le mil et le sorgho. La pression conjuguée de ces facteurs a fait de cette partie du Sahel, naguère autosuffisante au plan de la production alimentaire, une terre d'insécurité alimentaire quasi-structurelle. Ainsi selon l'Enquête Budget et Consommation (EBC 1988) effectuée sur le territoire national, environ 55 % de la population nigérienne vivent dans une situation d'insécurité alimentaire dont plus de 28 % sous forme chronique. Pour y faire face, les différents gouvernements qui se sont succédés ont fait de la sécurité alimentaire une de leurs préoccupations majeures et se sont engagés à l'assurer par les moyens d'un développement endogène, mettant l'accent sur l'intensification de la production agricole. Aujourd'hui, plus qu'hier, le Niger au côté des autres pays de l'Afrique de l'Ouest s'engage résolument dans des programmes en vue de la souveraineté alimentaire de notre sous – région.

Dans la logique de cette problématique, plusieurs stratégies ont été déterminées de par lesquelles, des programmes et projets ont été exécutés. Dans le document de "Principes directeurs d'une politique de développement rural pour le Niger" (MAG/E, août 1992) et celui du programme complet de sécurité alimentaire, les objectifs fixés par le Niger en matière de sécurité alimentaire sont la disponibilité suffisante en denrées alimentaires en quantité comme en qualité, une stabilité de l'offre et l'accès assuré pour toutes les populations aux aliments de base.

Cet objectif de sécurité alimentaire poursuivi par le Niger se fonde sur la promotion de l'intensification et de la diversification des productions à travers le développement des cultures pluviales et irriguées.

Au début de l'année 2001, le Niger a lancé le processus d'élaboration d'une stratégie de réduction de la pauvreté (SRP), sur la base d'une approche participative et itérative. Cette stratégie a été adoptée en janvier 2002 par le Niger et est soutenue par l'ensemble de ses partenaires au développement. Elle constitue un cadre fédérateur de toutes les politiques sectorielles au niveau national et l'unique document de référence en matière de développement économique et social. Ce document sur la Stratégie de Réduction de Pauvreté a défini quatre axes qui sont les suivants:

- Création d'un cadre macro-économique stable, condition d'une croissance durable;

- Développement des secteurs productifs et création d'emplois;
- Accès des pauvres aux secteurs sociaux;
- Bonne gouvernance, renforcement des capacités, décentralisation.

La SRP a assigné au secteur rural le rôle de principal moteur de la croissance économique du Niger à l'horizon de 2015. Le secteur rural a toujours fait l'objet, depuis l'indépendance, d'une attention particulière des différents gouvernements, du fait de son poids dans l'économie et de l'importance de la population directement concernée. Les évaluations des programmes et projets mis en œuvre dans le secteur montrent toutefois un manque d'efficacité et des lacunes importantes dans la répartition des rôles entre les secteurs publics et privés et dans la coordination entre l'état du Niger et ses partenaires au développement ainsi qu'entre ces derniers.

Pour répondre à ces préoccupations, le Niger a initié l'élaboration d'une Stratégie de Développement Rural (SDR), en vue de donner un contenu opérationnel à la SRP dans ce secteur. L'objectif général de cette SDR est de réduire l'incidence de la pauvreté rurale de 66 % à l'horizon 2015, en créant les conditions d'un développement économique et social durable garantissant la sécurité alimentaire des populations et une gestion durable des ressources naturelles.

Cette SDR est renforcée par la stratégie nationale de développement de l'irrigation et de la collecte des eaux de ruissellement (SNDI/CER). L'objectif général visé par la SNDI/CER est de contribuer à la réduction de l'incidence de la pauvreté rurale conformément aux orientations de la SDR.

En effet, le développement des cultures irriguées est apparu comme la seule alternative afin de permettre au pays d'accroître et sécuriser sa production. C'est pourquoi les autorités de la 5^{ème} République ont initié depuis 2001, la réforme du système de production avec la mise en œuvre des actions visant la mobilisation des eaux de ruissellement (seuils d'épandage, mini barrages) et la réalisation et/ ou réhabilitation des périmètres irrigués à travers le Programme Spécial du Président de la République.

Dans ce cadre, il est envisagé la réalisation du projet en objet qui concerne l'aménagement des périmètres de MAOUREY (50ha), DIGUINASSA (25ha) et FARKA (65ha), dans le Département de Ouallam.

1.2.2 Milieu Physique du projet

1.2.2.1 Localisation de la zone

La zone du projet est située dans le département de Ouallam, région de Tillabéri située à l'extrême Ouest du Niger aux confins des frontières avec le Burkina Faso et le Mali.

Le Département de Ouallam, qui couvre une superficie de 20.685 Km², est limité :

- au Nord par la République du Mali,

- au Sud par le département de Kollo,
- à l'Ouest par le département de Tillabéri,
- A l'Est par le département de Filingué.

L'ensemble du département est situé du Nord au sud entre les latitudes Nord 15°20' et 14°05' et d'Est en Ouest entre les longitudes Est 1°30' et 3°10'.

Le département de Ouallam est constitué de trois cantons, dans l'organisation traditionnelle du territoire : Ouallam, Simiri et Tondikiwindi. Suite à l'instauration du processus de décentralisation, on dénombre cinq (5) communes dans ce département dont une commune urbaine (celle de Ouallam) et quatre (4) communes rurales à savoir Simiri, Tondikiwindi, Banibangou et Dingazi.

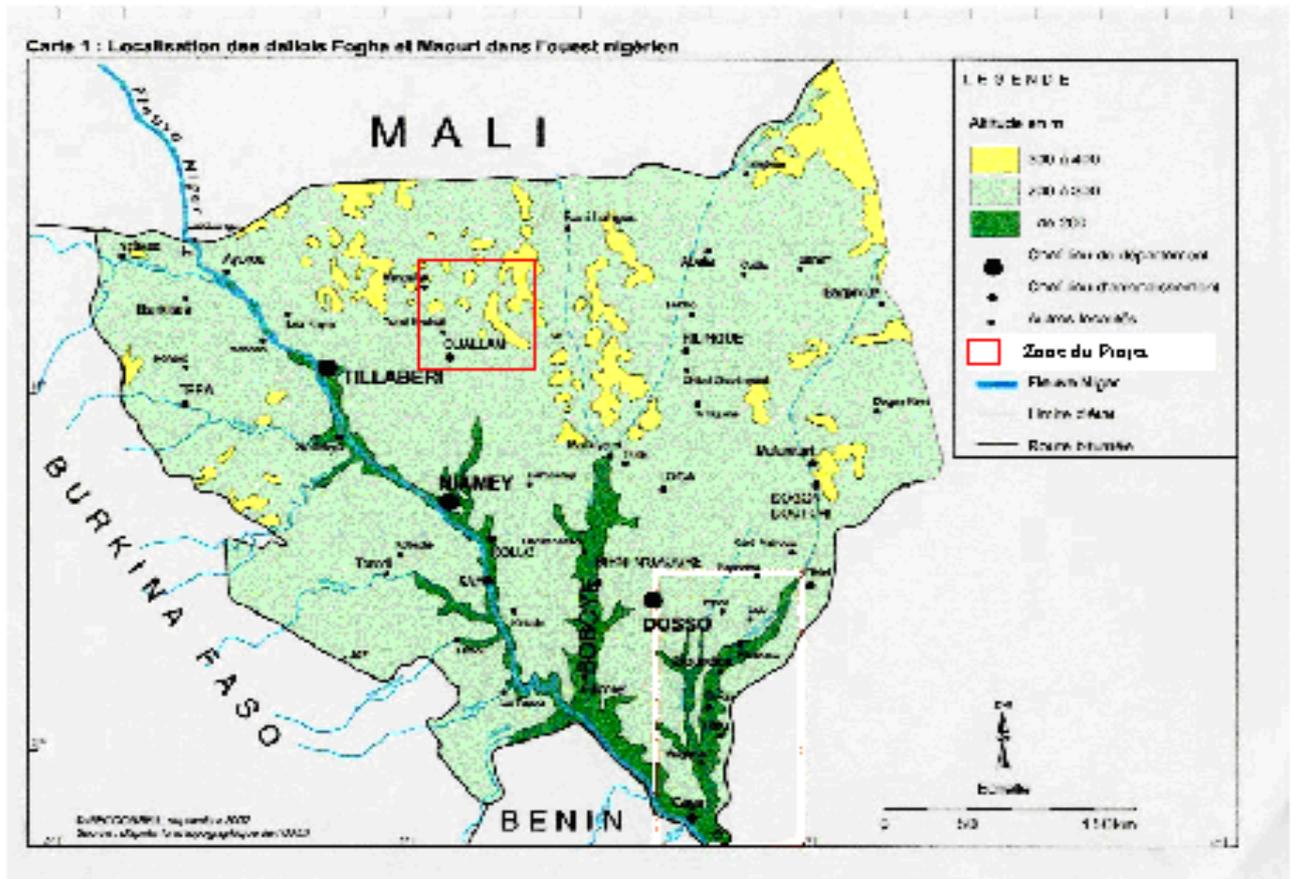
La situation des trois sites intéressés par le projet est comme suit :

- le périmètre de DIGUINASSA : commune de Ouallam aux coordonnées géographiques 14°19'48'' de latitude Nord et 2°13'10'' de longitude Est. Il est situé à 20Km à l'Est de la ville de Ouallam. Le site est accessible à partir de la route latéritique Ouallam –Dingazi Banda.

- le périmètre de Maourey : commune de Tondikiwindi aux coordonnées géographiques 14°27' de latitude Nord et 2°18' de longitude Est. Situé à 55 Km au Nord - ouest de Ouallam. Le site est difficilement accessible à travers un sentier entrecoupé de koris.

- le périmètre de Farka : commune de Dingazi, aux coordonnées géographiques 14°25'55'' de latitude Nord et 2° 46' 10'' de longitude Est. L'accessibilité du site à partir de Ouallam, duquel il est situé à 100 Km, est difficile. Aussi, la voie la moins pénible est celle passant par Balleyara, ville de laquelle elle est située à environ 70Km vers l'Ouest. Balleyara même est situé à 100 Km au Nord de Niamey sur une route bitumée, celle reliant Niamey à Filingué.

Carte 1 : Localisation de la zone du projet



Source : GEO – CONSEIL UAMD (2002)

1.2.2.2. Conditions climatiques

Le climat du Niger est de type sahélien marqué par une alternance de saison sèche et saison des pluies. La zone se situe entre les isohyètes 200 et 400 mm.

Le climat est régi par le déplacement du FIT, qui résulte de l'interaction entre deux masses d'air :

- l'air continental tropical, chaud et sec, venant du secteur Nord – Est à Est, appelé Harmattan ;
- l'air équatorial maritime, humide et instable, originaire de l'anticyclone de Sainte – Hélène, appelé la mousson.

Le FIT se déplace sur un axe Nord – sud au cours de l'année.

En été, la position du FIT est fortement écartée de l'équateur (maximum en août) et apporte beaucoup de pluie.

En hiver la position du FIT est proche de l'équateur, la saison sèche s'installe suite au retrait du FIT vers le sud.

Ainsi, l'année comporte quatre (4) saisons :

- Une saison pluvieuse généralement de juin à septembre qui constitue une période d'intenses activités agricoles malgré l'insuffisance quasi chronique de la pluviométrie. Le cumul pluviométrique annuel dépasse rarement 400mm ;
- Une saison chaude (la seconde) d'octobre à novembre correspondant aux travaux de récolte et de préparation des activités de contre saison,
- Une saison froide de décembre à février au cours de laquelle se déroule l'essentiel des activités de contre saison.
- Une saison chaude de mars à mai durant laquelle se fait l'essentiel des travaux de préparation de la future campagne hivernale et d'autres activités connexes.

L'alternance de la saison des pluies et de la saison sèche a une grande influence sur les autres éléments climatiques tels que la température de l'air, l'humidité, les vents, et l'évaporation.

N.B. Les données climatiques considérées dans le cadre de ce projet sont celles obtenues des stations météorologiques de Tillabéri et Niamey. Elles sont extraites des rapports d'études de sites dans le cadre du Projet de Mobilisation des Eaux de ruissellement des Régions de Dosso et Tillabéri, 2004.

Température

La température moyenne annuelle dans la région est 28,9°C à Niamey et 29,7°C à Tillabéri. Le mois le plus froid est janvier avec 24,2°C à Niamey et 24,7°C à Tillabéri. Le mois le plus chaud est le mois de mai avec 33,7°C à Niamey et 34,5°C à Tillabéri. Mais les écarts thermiques sont très atténués.

Tableau 1 : Températures moyennes mensuelles

| T° (°C) | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | Moyenne annuelle |
|-----------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------------------|
| Niamey | 24,2 | 27,2 | 30,08 | 33,7 | 33,7 | 30,6 | 28,1 | 27,6 | 29,4 | 29,9 | 26,7 | 24,4 | 28,9 |
| Tillabéri | 24,7 | 27,7 | 31,1 | 33,4 | 34,5 | 32,5 | 29,9 | 28,6 | 29,6 | 31,0 | 28,3 | 25,3 | 29,7 |

Insolation

Les valeurs maximales de l’insolation sont observées au mois d’octobre ou de novembre, et la durée d’insolation descend à un minimum en août. Cette diminution est liée à la nébulosité pendant l’hivernage.

Tableau 2 : Durée d’insolation

| Insolation (h) | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
|----------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Niamey | 281 | 262 | 268 | 253 | 274 | 259 | 250 | 226 | 243 | 283 | 280 | 274 |
| Tillabéri | 284 | 258 | 265 | 253 | 278 | 254 | 252 | 250 | 256 | 283 | 286 | 281 |

Vents

Le vent est souvent faible avec une vitesse moyenne de l’ordre de 2 m/s.

Tableau 3 : Vitesse moyenne mensuelle des vents

| Vitesse (m/s) | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D |
|---------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| Niamey | 2,6 | 2,6 | 2,5 | 2,4 | 2,7 | 2,6 | 2,5 | 2,2 | 2,0 | 1,8 | 2,0 | 2,4 |
| Tillabéri | 2,2 | 2,3 | 2,2 | 2,0 | 2,1 | 2,4 | 2,2 | 1,8 | 1,5 | 1,3 | 1,6 | 1,8 |

Evaporation

L’évaporation moyenne annuelle, mesurée au BAC est de 3850 mm/an à Niamey et 3900 mm/an à Tillabéri. Elle est maximale au mois de mars et minimale au mois d’Août. Le pouvoir évaporant de l’atmosphère augmente par fortes températures et pendant l’harmattan.

Tableau 4 : Evaporation au BAC

| Evaporation (mm) | J | F | M | A | M | J | J | A | S | O | N | D | Total |
|------------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
| Niamey | 348 | 365 | 452 | 431 | 389 | 303 | 233 | 180 | 206 | 295 | 322 | 324 | 3848 |
| Tillabéri | 307 | 338 | 414 | 391 | 371 | 336 | 297 | 281 | 267 | 290 | 303 | 301 | 3899 |

Les pertes par évaporation à la surface d'une retenue d'eau sont généralement considérées entre 0,5 à 0,8 de l'évaporation d'un bac. D'autre part, les retenues d'eau de faibles dimensions ont les rapports les plus élevés.

1.2.2.3. Sols et végétation

Les sols connaissent une dégradation accrue du fait des sécheresses répétitives combinées à l'action de l'homme. La plupart des sols sont lessivés et les plateaux sont réduits à de vastes ensembles de cuirasses latéritiques sur lesquels n'existent que quelques ligneux.

Quant à la végétation qui est fonction de la pluviométrie, elle est surtout dominée par les combrétacées, les acacias, le *Guerra senegalensis* et d'autres espèces comestibles au moment des famines comme le *Bossia senegalensis* et le *Maerua crassifolia*.

1.2.2.4. Géologie et hydrogéologie

Le département de Ouallam constitue une partie du bassin des iullimenden. Les formations géologiques présentes sont d'âge quaternaire, tertiaire et primaire.

Les terrains qui composent le sous – sol du département de Ouallam sont de deux types :

- Les formations récentes (quaternaire) constituées d'alluvions (sables, argiles, limons) qui occupent les dépressions et les vallées ;
- Les formations crétaées du Continental Terminal (CT), constituées de grés et d'argiles ; elles reposent sur les roches du socle granitique. Ces formations sont épaisses à l'Est du département et s'amincissent à l'Ouest. Elles se terminent en biseau sur le socle qu'on rencontre par endroit. On distingue quatre (4) principaux réservoirs d'eaux souterraines (ou aquifères) exploités.

Les aquifères alluviaux :

C'est le réservoir d'eau souterraine la plus superficielle et qu'on rencontre dans les sables des « koris » à une profondeur de 0 à 10m. Ils sont captés par des puits peu profonds : les puits traditionnels, les puits maraîchers et très peu de puits cimentés villageois. La productivité de cet aquifère est fonction des pluies et crues saisonnières, de l'épaisseur des sables dans lesquels sont implantés les ouvrages. De par la faible profondeur de ces aquifères, la qualité de l'eau varie selon l'époque de l'année et la fluctuation du niveau d'eau est importante.

L'aquifère supérieur du Continental Terminal (CT3):

Cet aquifère constitue la nappe libre, dite nappe phréatique d'accès relativement facile et capté principalement par les puits et quelques forages. Cet aquifère est capté à des profondeurs de 10 à 60mètres ; son épaisseur varie entre 20 et 40mètres. Son eau est douce et de bonne qualité pour la consommation et l'irrigation, mais peut être polluée au niveau des puits. Les fluctuations annuelles de niveau sont faibles (inférieur au mètre).

L'aquifère moyen du Continental Terminal (CT2) :

Cet aquifère est capté par quelques forages, caractérisé par des niveaux statiques compris entre 20 et 60mètres, des débits spécifiques moyens de l'ordre de $5\text{m}^3/\text{h}/\text{m}$ et une qualité physique – chimique proche de celle de la nappe phréatique. Cette nappe sous pression peut être localement artésienne et non jaillissante dans les zones basses.

L'aquifère inférieur du Continental Terminal (CT1) :

L'aquifère est captée par quelques forages. Les niveaux statiques sont en moyenne de 30mètres et en des endroits la nappe est artésienne jaillissante. Ses débits spécifiques sont élevés, de l'ordre de 5 à $10\text{m}^3/\text{h}/\text{m}$, ce qui rend cet aquifère intéressant. Son eau est relativement minéralisée (800 – 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$) mais elle demeure utilisable pour l'alimentation des populations et pour l'irrigation sur sols bien drainés et avec des cultures moyennement tolérantes au sel.

1.2.2.5. Les eaux de surface

Situé sur la rive gauche du fleuve Niger, le département de Ouallam ne bénéficie d'aucun cours d'eau permanent ; néanmoins, on y trouve des cours d'eau temporaires (koris ou marigots) alimentés par l'eau de pluie et qui permettent la pratique de l'agriculture irriguée, notamment la pratique des cultures maraîchères. Ces marigots contribuent à l'alimentation des nappes alluviales. Des études ont montré que le koris Ouallam permettrait un pompage de $100\text{m}^3/\text{j}$.

Des mares temporaires à semi – permanentes (5 – 8 mois), aménagés ou non, sont également utilisées par la population et le bétail, ainsi que pour les cultures de contre – saison. Elles sont fréquemment protégées par des clôtures ou des haies et aménagées par les riverains. Leur alimentation se fait par les eaux de ruissellement durant la saison des pluies et/ou par les nappes alluviales sous – jacentes.

On distingue aussi plusieurs mares telles que celles de Diguinassa, Tinga, Loga Gorou, Farka, ...qui occupent une place importante en raison de nombreuses activités qui s'y déroulent.

Ces mares constituent une grande potentialité dans la fixation des populations lors de mauvaises campagnes agricoles par la réalisation de différentes activités génératrices de revenus qui se déroulent tout autour.

1.2.3. Milieu humain

1.2.3.1. Population

Le département de Ouallam est le cadre de vie d'une population diversifiée, estimée à 328 296 habitants en 2006 (suivant la projection des données du 3^{ème} RGP/H effectué en 2001) offrant la répartition suivante de celle – ci par canton :

Tableau 5 : La répartition par canton de la population de Ouallam

| Ethnie | Département | | Effectifs par canton | | |
|-------------------|-------------|-------|----------------------|--------------|--------|
| | Effectif | % | Ouallam | Tondikiwindi | Simiri |
| Population totale | 328 296 | 100 % | 98 139 | 140 712 | 89 445 |

Source : Données projetées du 3^{ème} RGP/H/2001

Avec un taux d'accroissement de 3,1 % égale à la moyenne nationale (qui est aussi de 3,1 %), nous avons une population qui double tous les 20 ans.

Les facteurs explicatifs de cette augmentation sont entre autres :

- L'excédent des naissances sur les décès du fait de l'amélioration des conditions sanitaires de la population ;
- La précocité et la fréquence élevée des mariages ;
- Le non recours ou la très faible utilisation des moyens contraceptifs

La composition de la population par sexe donne un taux de masculinité moins avantageux de 95,32 hommes pour 100 femmes.

La répartition de la population par groupe d'âge concède une large part aux jeunes.

1.2.3.2. L'urbanisation

La répartition de la population en zone de résidence urbaine et rurale constitue un autre élément de la structure de la population.

Les agglomérations du département sont Ouallam, Simiri, Tondikiwindi, Mangaïzé et Bani bangou.

Un parcours de ces centres urbains fait constater qu'en réalité seule Ouallam est une ville ; les autres ne sont que des gros bourgs sans plan d'aménagement et ne disposant comme infrastructures et équipements collectifs que d'une école et / ou un dispensaire. Le département est donc à dominante rurale.

L'unique centre véritablement urbain est Ouallam, située au centre - sud du département. Il a une population estimée en 2006 à 8 720 habitants soit 2,65 % de la population totale du département.

1.2.3.3. Organisation Politique et administrative

A l'indépendance en 1960, l'organisation territoriale était celle des cercles et subdivisions instaurée en 1900. En 1961, la République du Niger procéda à la première réorganisation de son

administration territoriale. La loi N°61-50 du 13 décembre 1961 érigea les cercles et subdivisions en collectivités territoriales. Cette loi n'a été en réalité qu'une étape. La loi 64-23 du 17 juillet 1964 divisa le pays en départements, arrondissements et communes. A l'intérieur des arrondissements existent d'autres entités administratives qui découlent des organisations anciennes et traditionnelles des communautés, qui sont les cantons et groupements.

Les arrondissements et les communes étaient érigés en collectivités territoriales dotées de personnalité morale et d'autonomie financière avec comme responsable le sous-préfet ou le maire, représentant d'une part l'Etat auprès de la collectivité locale d'autre part la collectivité auprès du pouvoir central. Ces responsables sont nommés par le Président de la République.

Pour l'administration des cantons, celle – ci est assurée par les chefs de canton, postes dont l'accession se faisait jusqu'à un passé récent par héritage.

A l'heure actuelle, depuis la fin des années 1990, le Niger s'est résolument engagé dans un vaste programme de décentralisation. Cependant, le processus a connu d'énormes difficultés à se conduire en raison des soubresauts politiques que le pays a vécu pendant une dizaine d'années (de 1991 à 2000). Les premières élections locales (municipales) ont été organisées seulement en Juillet 2004.

Dans le cadre de ce programme de décentralisation, on peut retenir fondamentalement les transformations suivantes, sur le plan de l'organisation administrative du territoire :

- les cantons sont érigés en Communes rurales, tout en conservant les organisations traditionnelles notamment les chefs de cantons. Ces communes rurales sont gérées par des conseils communaux composés de conseillers élus au suffrage universel. Les chefs de canton sont élus par des collèges électoraux constitués par les assemblées des chefs villages des différents cantons. Cependant, les candidats doivent être des ayants droits issus de la famille de la chefferie. Le canton est le niveau de contact entre l'administration moderne et les structures traditionnelles.
- Les anciens arrondissements auront rang de départements. Leur gestion sera assurée par des conseils départementaux où siègeront les conseillers départementaux élus. L'Etat y sera représenté à travers des Préfets qui sont nommés par le pouvoir exécutif central ;
- Les anciens départements deviennent des régions, aux têtes desquelles on trouvera les conseils régionaux, présidés par des Présidents de Conseils et constitués des conseillers régionaux élus ; et d'autre part le représentant du pouvoir central en les personnes des gouverneurs nommés.

1.2.3.4. Encadrement administratif et technique actuel

L'encadrement administratif et technique s'est considérablement accru depuis l'indépendance en 1960. Aujourd'hui l'organigramme administratif du département de Ouallam se présente comme suit :

- un (1) chef lieu de département (à Ouallam),
- une (1) commune urbaine à Ouallam
- Quatre (4) Communes Rurales (Banibangou, Dingazi Banda, Simiri et Tondikiwindi),
- 1.083 villages et hameaux, dont le canton de Tondikiwindi (301), Ouallam (210) et Simiri (272). Ces villages sont eux-mêmes divisés en quartiers.

Les services administratifs ou techniques départementaux relevant des services régionaux ou centraux des ministères sont placés sous l'autorité administrative du Préfet. La coordination des actions de développement se fait lors des réunions de **COTEDEP** (Comité Technique Départemental).

1.2.3.5. L'insignifiance des institutions d'organisation paysanne

Sous la colonisation, Ouallam a connu les coopératives indigènes de prévoyance instituées par décret du 28 juin 1910. Les agriculteurs étaient alors contraints de réserver une part de leur production aux « greniers du blanc » dont les carcasses sont encore visibles dans certains gros centres.

Puis après l'indépendance, la loi N° 62-37 de septembre 1962 créait l'Union Nigérienne de Crédit et de Coopération (UNCC). Celle-ci a eu pour charge, dans la période précédant la mise en place effective de l'Union Nationale des Coopératives (UNC), la tutelle des organismes coopératifs et mutualistes, d'assurer en relation avec d'autres services l'information des coopératives et la formation de leurs cadres jusqu'au stade d'autogestion complète, de leur apporter assistance en matière de gestion financière, comptable et toute activité économique, de les représenter auprès de leurs partenaires nationaux et étrangers.

Les structures qui y virent le jour étaient organisées selon un schéma pyramidal :

- Le groupement mutualiste (GM) au niveau du quartier, du Village ou de la Tribu ;
- La coopérative au niveau d'une zone,
- L'union locale de coopératives pour le canton et les coopératives au niveau de l'arrondissement (actuel département) ou de la commune,
- L'Union Régionale des coopératives pour le département (qui correspond à l'actuelle région) ;
- L'Union Nationale des coopératives sur le territoire National.

La coopérative qui est l'unité de base de développement rural est formée de groupements mutualistes villageois (GMV) ou pastoraux (GMP), gérée par ses membres. Son

rôle est d'assurer : l'amélioration de la production, l'approvisionnement en moyens de production et produits de première nécessité, la commercialisation des produits agricoles, la formation des coopérateurs afin qu'ils puissent se gérer eux-mêmes, l'élaboration et la réalisation des objectifs locaux de développement. Son organe délibérant est l'assemblée générale constituée par les présidents et délégués des GMV ou GMP.

Le GMV ou GMP, Groupement mutualiste villageois ou pastoral est la structure de base qui regroupe tous les actifs du village ou de la tribu avec pour rôle la production, l'approvisionnement et la commercialisation soit directement, soit par l'intermédiaire de la coopérative.

Aussi depuis 1974, les coopératives ont été le pilier des organisations participatives.

Cependant les résultats n'ont pas été à la hauteur de l'espoir. Le système coopératif était basé sur une contribution financière individuelle, seuls ceux qui contribuaient à l'organisation prétendaient aux prêts, les autres paysans devenant de simples clients de la coopérative. D'autre part les aléas climatiques, le taux élevé d'analphabétisme n'ont pas été en faveur de la réussite de l'opération.

Ces dernières années encore, le département de Ouallam comptait de nombreuses coopératives.

Aussi ce ne sont pas les coopératives qui ont fait défaut mais plutôt leurs succès et leur pérennité. Certaines bénéficiant d'appui extérieur ont vécu durant la période d'activité de projet intervenant dans leur secteur d'activité ou leur zone géographique et ont disparu avec la fermeture de ce dernier. Rares sont les villages qui n'ont pas connu de coopératives et qui n'en ont plus aujourd'hui.

L'échec du mouvement coopératif a conduit l'Etat à changer de stratégie et à adopter en 1996 l'ordonnance N° 96-0-067/PRN/MAG /EL du 9 novembre 1996 portant régime des coopératives rurales et son décret d'application N° 96-430/PRN/MAG/EL du 9 novembre 1996. Par ces textes, l'Etat entend libéraliser les coopératives en leur offrant la possibilité de s'auto-promouvoir sans limites territoriales, de s'unir en fédération mais par filière et non selon l'ancienne structuration rigoureusement hiérarchisée de l'UNCC ou de l'UNC.

Dans ce département tant défavorisé par la nature, le mouvement coopératif a été peu performant. Souvent face aux encadreurs, les producteurs n'ont pas joué le rôle qui leur revenait. Le réseau de services qui leur est destiné est très limité et l'administration locale manque de moyens pour répondre à leurs besoins.

Mais le progrès ne peut se réaliser sans formation adéquate des paysans, et leur responsabilisation pour tout ce qui touche leur environnement.

Malgré les contraintes de la zone notamment les déficits pluviométriques, une bonne organisation des paysans aurait été une forte contribution au développement car elle leur aurait permis de mieux se défendre par rapport aux marchés, aux commerçants et à l'Etat.

1.2.3.6. Activités des populations

a) L'agriculture

Sur le plan agricole, le département de Ouallam, qui est situé dans la frange sahélienne, peu humide du pays, présente peu d'atouts.

*** Les potentialités agricoles**

Compris entre les isohyètes 400 mm au Sud et 200 mm au Nord, ce département en outre ne dispose d'aucun cours d'eau permanent. Il existe cependant dix huit (18) mares permanentes et vingt et cinq (25) mares semi – permanentes.

Les aléas climatiques ont constitué un frein pour subvenir aux besoins croissants de la population. L'agriculture constitue néanmoins un des pivots de l'économie locale et l'activité à travers laquelle se réalise toute promotion économique et sociale.

Son développement devient une priorité dans un environnement national marqué par une rapide croissance interne de la population, une instabilité climatique persistante et le désengagement de l'Etat des structures de commercialisation.

*** Ressources humaines propres et mobilisables**

Le département de Ouallam regorge d'énormes potentialités humaines. Plusieurs projets de développement ont intervenu dans la zone dans divers domaines laissant dans les villages des leaders éveillés et motivés ainsi qu'une population qui maîtrise l'essentiel des travaux de récupération et restauration de leur environnement. La maîtrise de l'organisation du travail, la participation de la composante féminine aux différentes activités sont de véritables acquis dans la plupart des terroirs.

Les cultures irriguées sont des cultures demandant des travaux intenses et des soins permanents donc nécessitent une main d'œuvre abondante ou un matériel de travail performant.

La difficulté majeure réside dans le départ des bras valides lors de mauvaises campagnes agricoles vers d'autres contrées à la recherche de revenus pour venir en aide aux autres membres des familles restées sur place.

*** Aspect commercial et organisationnel**

Il convient de préciser, en ce qui concerne les cultures de base, que la principale motivation des producteurs de la zone est d'abord la consommation. Très peu de paysans ont pour première motivation la vente, même ceux qui l'évoquent la mettent sur le même pied d'égalité que la consommation. Ainsi, quelle que soit la nature de la spéculation, l'objectif visé est la satisfaction des besoins alimentaires de la famille, dans la mesure où les produits des cultures de rente aussi sont très souvent réinvestis dans la satisfaction des besoins alimentaires.

b) L'élevage

Eu égard à la situation géographique de Ouallam qui le place en zone sahélienne, le département regorge d'énormes potentialités pastorales. Ainsi, les activités relatives à l'élevage sont aussi importantes que celles liées à l'agriculture. En effet, le département de Ouallam constitue un grand réservoir de bétail destiné essentiellement à la commercialisation. Chaque année, de cette zone, partent des milliers de tête de bétail pour l'extérieur du pays.

II. LES PARAMETRES D'IRRIGATION COMMUNS AUX
TROIS SITES

2.1 Les spéculations et les rendements projetés

La polyculture a été retenue pour l'élaboration des présentes études. Ainsi, il est envisagé les cultures suivantes : céréales (maïs, sorgho) ; légumineuses (niébé) ; maraîchage (oignon, tomate, choux,...). En ce qui concerne les céréales associées aux légumineuses, le rendement moyen à l'hectare poursuivi est de 5 T/ha. Quant aux cultures maraîchères, il est retenu un rendement de 20T/ha.

2.2. Pédologie, eau et le sol

L'objet de ces études serait de :

1. vérifier l'aptitude physico-chimique des sols du site relative à la culture irriguée et aux différentes spéculations ;
2. déterminer certains paramètres des sols qui sont essentiels à l'irrigation.

En ce qui concerne la pédologie, il a été procédé à des observations directes « in situ » avec réalisation de quelques trous à la tarière. De même, la documentation basée sur des études antérieures a été mise à profit.

Ces études ont été conduites par l'équipe chargée de la présente étude au sein de la DAERA. Elles ont permis d'établir les caractéristiques essentielles des sols notamment les classes, les densités apparentes et les coefficients d'infiltration.

Les caractéristiques essentielles des sols sur les trois sites peuvent se résumer comme suit :

Les sols dans les trois vallées ont une structure à peu près identique, c'est-à-dire, limono - sableux ou sablo - limoneux. Ces sols sont assez fertiles car ils contiennent assez de matières organiques d'une part et d'autre part l'infiltration des eaux d'irrigation en leur sein se fait correctement. La bonne aptitude de ces sols à l'irrigation est visible à travers les traces des cultures pratiquées par les populations riveraines.

Les autres paramètres d'irrigation retenus par l'étude sont :

- 1 – la densité apparente estimée à 1,40.
- 2 - la perméabilité moyenne des sols est estimée à 4.10^{-5} m/s

* Humidité Equivalente : H_e

Selon la littérature et les expériences reçues de la classe de sol de ce site, l'Humidité Equivalente a été estimée à environ **20%**.

* Humidité à la capacité de rétention : H_{cr}

L'humidité à la capacité de rétention est considérée sensiblement égale à l'humidité équivalente, soit 20 %.

* Les autres stades d'humidité des sols :

- L'Humidité au point de flétrissement permanent (H_{fp}) :

$$H_{fp} = H_e / 1,84 = 20 / 1,84 = 11 \%$$

- L'Humidité Hygroscopique (H_H) :

$$H_H = H_e / 4,5 = 20 / 4,5 = 4,5 \%$$

2.2.1. Détermination de la RU et RFU

La RU correspond à la quantité d'eau maximale qui pourrait être disponible dans le sol pour la plante. Elle dépend des caractéristiques hydrodynamiques du sol et de la profondeur d'enracinement z des plantes. Pour la détermination de la réserve en eau (équivalent à la dose d'humectation), on retiendra les paramètres minimaux des sols et des plantes comme suit : la densité apparente de 1,40 et une profondeur d'enracinement utile moyenne des différentes cultures de 60 cm.

On déterminera ainsi la dose d'humectation = Réserve Utile :

$$RU = 4,5 \cdot H_e \cdot d_a \cdot z = 4,5 \cdot 20 \cdot 1,40 \cdot 0,6 = 76 \text{ mm}$$

$$RFU = \frac{2}{3} \cdot RU = \frac{2}{3} \cdot 76 = 51 \text{ mm}$$

2.3. EVAPOTRANSPIRATION ET LES BESOINS EN EAU

2.3.1. Evapotranspiration Potentielle (ETP) :

L'ETP est liée aux conditions climatiques du lieu du projet.

Pour le présent projet, les données sur l'ETP recueillies, pour la station de Ouallam, proviennent de calculs directs réalisés selon la méthode de BLANEY – CRIDDLE, qui est adaptée pour les zones arides et semi – arides, comme c'est le cas de la notre.

Tableau 6 : CALCUL DE L'EVAPOTRANSPIRATION DE REFERENCE (ET₀) PAR LA METHODE DE BLANEY & CRIDDLE

LIEU : OUALLAM

COORDONNEES : LATITUDE 15° 27' NORD et LONGITUDE 2°18' EST

| MOIS | Nombre jours | % diurne (p) | Temp. moyen. (°C) | Valeur de "f" | INSOLATION | | | | HUMIDITE | | VENT | | Eto (mm/j) | ETP (mm) |
|---------|--------------|--------------|-------------------|---------------|----------------------------------|---------------------------------------|--------------------|-------------------|-------------------------|-----------------|--------------------|--------------------|------------|----------|
| | | | | | Nombre Heures insolation : n (h) | Durée astronomique insolation : N (h) | Rapport Insolation | Niveau Insolation | Humidité mini moyen (%) | Niveau Humidité | Vitesse vent (m/s) | Niveau Vent diurne | | |
| Jan | 31 | 0,26 | 24,7 | 5,1 | 284 | 350,3 | 0,81 | Fort | 51 | Fort | 2,2 | Modéré | 6 | 186 |
| Fév. | 29 | 0,26 | 27,7 | 5,4 | 258 | 336,4 | 0,77 | Moyen | 50 | Fort | 2,3 | Modéré | 5,8 | 168,2 |
| Mars | 31 | 0,27 | 31,1 | 6 | 265 | 372 | 0,71 | Moyen | 50 | Fort | 2,2 | Modéré | 6,6 | 204,6 |
| Avril | 30 | 0,28 | 33,4 | 6,1 | 253 | 375 | 0,67 | Moyen | 49 | Fort | 2 | Modéré | 6,8 | 204 |
| Mai | 31 | 0,29 | 34,5 | 7 | 278 | 396,8 | 0,70 | Moyen | 50 | Fort | 2,1 | Modéré | 7,8 | 241,8 |
| Juin | 30 | 0,29 | 32,5 | 6,7 | 254 | 390 | 0,65 | Moyen | 52 | Fort | 2,4 | Modéré | 7,6 | 228 |
| Juillet | 31 | 0,29 | 29,9 | 6,35 | 252 | 399,9 | 0,63 | Moyen | 52 | Fort | 2,2 | Modéré | 7,2 | 223,2 |
| Août | 31 | 0,28 | 28,6 | 6 | 250 | 390,6 | 0,64 | Moyen | 49 | Fort | 1,8 | Léger | 5,6 | 173,6 |
| Sept. | 30 | 0,28 | 29,6 | 6,3 | 256 | 366 | 0,70 | Moyen | 46 | Fort | 1,5 | Léger | 6 | 180 |
| Oct. | 31 | 0,27 | 31 | 6 | 283 | 365,8 | 0,77 | Moyen | 42 | Fort | 1,3 | Léger | 5,6 | 173,6 |

Rapport de stage FPM – EAC/AL : 2005 – 2006

| | | | | | | | | | | | | | | |
|------|----|------|------|-----|-----|-------|------|------|----|-------|-----|-------|-----|-------|
| Nov. | 30 | 0,26 | 28,3 | 5,5 | 286 | 342 | 0,84 | Fort | 47 | Moyen | 1,6 | Léger | 6 | 180 |
| Déc. | 31 | 0,25 | 25,3 | 4,9 | 281 | 347,2 | 0,81 | Fort | 52 | Fort | 1,8 | Léger | 5,2 | 161,2 |

2.3.2. Evapotranspiration Maximale (ETM) :

Elle est une caractéristique propre à chaque culture ou spéculature, et représente la demande d'eau de la plante dans les conditions où ses besoins sont pleinement satisfaits. Elle sous-entend la quantité d'eau évaporée par le sol et transpirée par les plantes quand :

1. le sol est imbibé d'eau jusqu'à la capacité de rétention,
2. le développement de la plante est maximal.

L'ETM à un stade de végétation donné est obtenue en affectant l'ETP par le coefficient Cultural, qui varie selon le stade végétatif.

$$\text{D'où } ETM = K_c \cdot ETP.$$

Dans les calculs qui suivent, on a considéré sur toutes les périodes du cycle cultural le coefficient Cultural moyenne de pointe (qui est retenu à 1,10).

2.3.3. Les Besoins Nets (BN) :

Pour une période fixée (jour, décade, mois), les besoins nets sont déterminés par l'évaluation de la quantité d'eau à apporter en appoint à la somme des pluies efficaces (Pe) probables sur ladite période.

$$\text{D'où } BN = ETM - \sum Pe = K_c \cdot ETP - \sum Pe$$

La pluie efficace est déterminée comme suit :

- $Pe = p$, si $p < 20$ mm
- $Pe = p - [0,15(p - 20)]$; si $p > 20$ mm

Les besoins en eau sont ainsi calculés et récapitulés au tableau suivant :

Tableau 7 : Détermination des Besoins en eau mensuels nets des cultures

| Mois | jan. | Fév. | Mars | Avril | Mai | Juin | Juil. | Août | Sept. | Oct. | Nov. | Déc. |
|---------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| ETP | 186 | 168,2 | 204,6 | 204 | 241,8 | 228 | 223,2 | 173,6 | 180 | 174 | 180 | 161,2 |
| Kc | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 | 1,1 |
| ETM (mm) | 204,6 | 185,0 | 225,1 | 224,4 | 266,0 | 250,8 | 245,5 | 191,0 | 198,0 | 191,0 | 198,0 | 177,3 |
| Pluie (mm) | 0 | 0 | 1,3 | 3,6 | 25,1 | 52 | 119,8 | 160 | 63,7 | 9,2 | 0,4 | 0 |
| Pluie efficace (mm) | 0 | 0 | 1,3 | 3,6 | 24,3 | 47,2 | 104,8 | 139,0 | 57,1 | 9,2 | 0,4 | 0 |
| Besoins Nets (mm) | 204,6 | 185,0 | 223,8 | 220,8 | 241,6 | 203,6 | 140,7 | 52,0 | 140,9 | 181,8 | 197,6 | 177,3 |

Les besoins nets de pointe correspondent à ceux du mois de Mai, soit 242 mm.

2.3.4. Les Besoins Bruts (BB) :

La quantité d'eau d'irrigation n'est pas entièrement utilisée par les plantes. Une partie de cette eau est perdue par percolation profonde et par ruissellement. Pour tenir compte de ces pertes, on introduit une efficacité d'application à la parcelle ou au champ, notée E_a . En irrigation de surface, on retient $E_a = 60\%$.

D'où la détermination d'une première dose brute d'arrosage qui sera:

$$D_{brute} = D_{nette} / E_a.$$

Une autre partie de l'eau est perdue lors du transport dans le réseau de distribution, ce qui amène à considérer un autre type d'efficacité celle du réseau, E_r , prise égale à 90 % du fait que le réseau est en conduite.

L'efficacité globale sera de $E_a \times E_r = 0,6 \times 0,9 = 0,55$.

D'où les besoins mensuels bruts de pointe du périmètre sont :

$$BB = \frac{BN}{E} = \frac{242}{0,55} = 440 \text{ mm}$$

2.3.5. Le Débit Fictif Continu (DFC)

Le paramètre temps permet de passer des volumes ou hauteurs d'eau définissant les besoins aux débits définissant les dimensions des ouvrages. Connaissant la quantité totale d'eau d'appoint d'un hectare au cours d'une certaine période donnée (jour, décade, mois, durée entre arrosages,...), on peut calculer le débit constant qu'on doit apporter sur cet hectare pour la satisfaction des besoins, qu'on appelle Débit Fictif Continu (DFC).

Le Débit Fictif Continu (DFC) est donc le débit qu'il faut assurer à la parcelle 24 h/24 pour satisfaire les besoins des cultures. Ce débit n'a qu'un intérêt purement théorique.

$$DFC = \frac{BB \times 1000}{3600 \times 24 \times N_j} \text{ Avec } N_j = 31, \quad DFC = \frac{4400 \times 1000}{3600 \times 24 \times 31} = 1,64 \text{ l / s / ha}$$

2.3.6. Débit Maximum de Pointe (ou d'Equipement)

Il n'est pas pratique d'assurer une irrigation en continue 24 h/24 ; compte tenu du système d'irrigation adopté, du manque d'expérience des exploitants en irrigation nocturne et aussi des conditions qui s'y prêtent peu (manque d'éclairage, autres considérations socio - culturelles,...).

Ainsi, on retiendra un temps d'irrigation quotidien de 14 heures, durant la période de pointe, étant entendu que durant la période de la demande faible, on aura à réduire ce temps. Soit $N_h = 14h$.

D'autre part, en prévoyant une journée de repos par semaine (pour travaux d'entretien ou pour foire hebdomadaire), on aura 27 jours d'irrigation dans le mois ; soit $J = 27$.

Ainsi, les besoins en eau pour les 24 heures seront satisfaits durant ce temps d'arrosage. Ceci sous-entend de délivrer un débit supérieur au DFC. Ainsi, on passera du DFC au DMP.

$$\text{Soit } DMP = \frac{DFC \times N_j \times 24}{N_h \times J} = \frac{1,64 \times 31 \times 24}{14 \times 27} = 3,2 \text{ l/s/ha}$$

Le débit d'équipement qui servira de base au dimensionnement du réseau est de 3,2 l/s/ha.

2.3.7. Calculs de la Fréquence et de la Rotation

$$\text{La fréquence : } N = \frac{BB}{D} = \frac{4400}{510} = 8,63 ; \text{ on prend } N = 9.$$

$$\text{D'où la dose réelle de : } D_r = \frac{4400}{9} = 490 \text{ m}^3 / \text{ha} \text{ ou } 49 \text{ mm.}$$

$$\text{La Rotation : } R = \frac{N_j}{N} = \frac{31}{9} = 3,4 \text{ jours, arrondi à 3 jours.}$$

En pratique, on retiendra un tour d'eau de 3 jours et une fréquence de $N = 10$.

2.3.8. Main d'eau ou Module

C'est le débit pratique que l'irriguant peut manipuler aisément sans perte excessive d'eau et de temps.

Une main d'eau importante pose des difficultés de maîtrise à l'exploitant. Par ailleurs, elle favorise l'érosion du sol et la dégradation rapide des infrastructures notamment les aménagements parcellaires. Toutefois, elle nécessite moins d'infrastructures à mettre en œuvre.

Par contre une main d'eau faible exige un nombre important d'infrastructures à réaliser. Elle rend impatient l'exploitant à cause de la lenteur du régime d'écoulement.

En tenant compte de ce qui précède et du système d'irrigation, il est choisi comme débit d'irrigation une main d'eau de 8 l/s.

2.3.9. Durée pratique d'arrosage : t

C'est le temps mis à chaque rotation pour apporter la dose à une même parcelle d'un hectare avec un débit égale au module.

La dose réelle D_r étant connue, $t = D_r/m$.

Un tour d'eau dure 3 jours, soit 10 arrosages par mois, à raison d'une dose de 49 mm équivalent à 490 m³/ha.

Le temps pratique d'arrosage d'un hectare est calculé comme suit :

$$t = \frac{D}{m} = \frac{490}{0,008} = 61.250 \text{ secondes}, \text{ soit } 17\text{h.}$$

Ainsi le temps pour l'arrosage de la parcelle de 0,25 ha est de 4,25 heures, soit la possibilité d'arrosage de trois (3) parcelles par jour.

2.3.10. Quartier hydraulique : W

Le quartier hydraulique est la superficie de l'ensemble des parcelles qui peuvent être irriguées à partir d'une même main d'eau.

$$W = m/DEQ = 8 / 3,2 = 2,5 \text{ ha}$$

D'autre part le temps d'arrosage d'une parcelle, calculé précédemment est de 4,25 heures. Par conséquent, durant une rotation (3 jours), la main d'eau prendra en charge de façon convenable neuf (9) parcelles totalisant une superficie de 2,25 ha.

Eu égard à cela, on propose de retenir comme superficie pratique du quartier hydraulique égale à 2,25ha au lieu de la superficie théorique de 2,5 ha.

2.4. Justification et description de la méthode d'irrigation

Les études de pédologie ont permis de classer les sols en limono - sableux. Les pentes sont de l'ordre de 0 à 2%. Les cultures principales sont le maraîchage, les légumineuses et les céréales. Les techniques d'irrigation seront celles de surface notamment celles par ruissellement et par submersion. Il sera surtout pratiqué l'arrosage à la raie (pour les céréales et les légumineuses) et par micro - bassins pour les cultures maraîchères.

Ces méthodes ont été choisies pour diverses raisons tant économiques que physiques :

- les sols sont moyennement perméables,
- les terrains présentent une assez faible pente, ce qui le rend favorable à l'irrigation par micro - bassins et par raie ;
- le nivellement nécessitera donc un coût d'investissement acceptable.

III. ETUDES D'AMENAGEMENTS DES PERIMETRES

3.1. Consistance des études

Dans les parties précédentes, il a été traité d'un certain nombre d'aspects des études qui peuvent être abordés de façon commune aux différents sites.

En effet, les conditions climatiques et les spéculations étant les mêmes pour tous les sites, les besoins en eau aussi sont similaires.

Quant aux études de pédologie, il a aussi été constaté une grande similitude dans les sols et leurs caractéristiques hydrodynamiques. De ce fait, un certain nombre d'autres paramètres se rejoignent et seront communs aux trois périmètres, notamment les doses d'irrigation, les rotations, les fréquences, les superficies de quartier hydraulique,....

Eu égard à ce qui précède, les études qui suivent concernent celles spécifiques aux sites et seront traitées site par site. Ainsi, pour chacun des sites, les points suivants sont abordés :

- Etudes préliminaires
- Conception de l'aménagement
- Dimensionnement des réseaux et ouvrages du périmètre
- Devis quantitatif des travaux du périmètre
- Planning d'exécution des travaux.

3.2. Périmètre irrigué de MAOUREY

3.2.1. Etudes préliminaires

3.2.1.1. Les études topographiques

Les études topographiques ont concerné deux volets :

- un levé au sol effectué sur le terrain, avec un quadrillage des points avec des pas de 20m
- un traitement informatisé des relevés de terrain a été assuré a l'aide du logiciel «COVADIS » et « AUTOCAD ». Il a été ainsi établi un plan topographique à l'échelle 1/2000^{ème} avec des courbes de niveau dont l'équidistance est de 50 cm.

Les lignes de thalweg, de crêtes, les sommets et tous les points particuliers ont été soigneusement levés.

Le plan topographique ainsi établi a servi de support pour l'élaboration du plan d'aménagement et des différents profils en long.

De façon générale, les terres de la zone de MAOUREY ont une topographie plate ; ainsi les pentes vont d'environ 0 à 2%.

3.2.1.2. Les eaux d'irrigation

La zone de Ouallam en général, la zone du projet en particulier fait partie de la zone du bassin sédimentaire nigérien dans sa partie Ouest. La nappe est généralement très productive et fournit des débits importants. On peut rencontrer dans ce bassin des zones d'artésianisme.

Au niveau des vallées on note la présence d'une nappe alluviale très dépendante de la saison qui est surtout utilisée pour le jardinage de fin de saison pluvieuse et l'alimentation en eau des populations et l'abreuvement des animaux.

Sur le plan de l'hydrologie, on note essentiellement la présence d'une mare assez plate qui draine les eaux d'un bassin versant de type endoréique.

L'utilisation des eaux souterraines sera privilégiée comme ressources en eau d'irrigation du site, par le captage de la nappe profonde du Continental Terminal n°1.

Les analyses chimiques effectuées sur les eaux des forages existants de la zone ont donné les résultats suivants :

En ce qui concerne la salinité, de façon générale, toutes les eaux du CT dans cette zone du Niger, ont une conductivité électrique située en 800 et 1000 micromhos / cm. Le risque d'alcalinité est faible, avec le SAR qui varie de 6 à 10 ; ce qui classerait toutes ces eaux dans la catégorie C₃S₂ (Hand Book 60, USDA) c'est-à-dire « Medium Sodium Hazard and High Salinity Hazard » (Risque alcalin Moyen et risque salin élevé).

L'utilisation de ces eaux pour l'irrigation nécessitera donc un excellent drainage et des plantes ayant une bonne tolérance aux sels.

Pour la couverture des besoins en eau des cultures, des forages au nombre de cinq (5) seront réalisés.

Ces forages auront un débit moyen de 115 à 145 m³/h chacun ; soit un débit de 32l/s à 40l/s, équivalent à 4 à 5 mains d'eau de 8l/s.

Les cinq (5) forages seront raccordés par une conduite « intégratrice » des sous – périmètres. Cette dernière conduite est constituée des différentes canalisations secondaires des sous – périmètres connectées entre elles.

3.2.1.3. Etudes géotechniques

Les études géotechniques ont porté sur une identification, en concert avec les populations, des zones d'emprunt et des carrières qui pourraient être utilisées pour la construction des ouvrages (digue de protection, bassins de réception et d'irrigation, regards,...).

Il s'agit essentiellement :

- Des zones d'emprunts de sables, graviers pour les différents bétons et mortiers.

Le sable sera prélevé dans les koris aux alentours du village et une carrière de gravier est identifiée sur le flanc de la colline située au Nord de la mare.

- les carrières de latérite pour le revêtement éventuel de certaines pistes de circulation dans le périmètre et aussi pour divers autres ouvrages. Celles – ci sont localisées aussi au pied de la colline située au Nord de la mare.
- les zones d'emprunts de matériaux argileux qui pourraient servir à la réalisation des remblais de la digue de protection. La cuvette de la mare regorge de matériau argileux dont les caractéristiques sont appropriées à cet effet.

Les différents essais de laboratoire nécessaires seront effectués lors des travaux d'exécution.

3.2.2. Conception de l'aménagement

3.2.2.1. Découpage du périmètre

Le périmètre totalise une superficie nette d'environ 46,75 hectares subdivisés en cinq (5) sous – périmètres ainsi qu'il suit ; chacun pouvant fonctionner indépendamment des autres :

- Sous – périmètre n°1 : 8,5 ha
- Sous – périmètre n°2 : 11,25 ha
- Sous – périmètre n°3 : 9,00 ha
- Sous – périmètre n°4 : 9,00 ha
- Sous – périmètre n°5 : 9,00ha

Chaque sous – périmètre dispose d'un forage d'eau profond (profondeur prise à 100 mètres) équipé d'un électropompe immergé de 26 Cv comme puissance approximative et d'un groupe électrogène d'environ 30 Cv de puissance électrique.

3.2.2.2. Réseau de distribution

Le réseau est entièrement constitué de canalisations sous pression, jusqu'à la borne d'irrigation placée en tête de chaque parcelle.

A partir du forage alimentant chacun des cinq (5) sous – périmètres, l'eau est refoulée vers la ou les canalisations secondaires.

Des canalisations secondaires partent les canalisations tertiaires qui jouent le rôle d'arroseurs. L'arrosage se faisant à l'aide de bornes d'irrigation installées sur les canalisations tertiaires.

Les canalisations secondaires des cinq sous – périmètres sont aussi connectées afin de les transformer en une canalisation principale d'un réseau d'irrigation intégré pour l'ensemble du périmètre.

Sur cette canalisation, sont posées des vannes de sectionnement afin de permettre l'indépendance des cinq sous – périmètres.

Les canalisations tertiaires transitent le même débit qui est la main d'eau de 8 l/s.

Tableau 8 : La constitution du réseau de distribution du site de Maourey

| Désignation des conduites | Longueur en plan (m) | Longueur majorée de 5% pour la pente et la sécurité (m) |
|---------------------------|----------------------|---|
| Sous Périmètre n°1 | | |
| CT11-1 | 157,5 | 165,38 |
| CT11-2 | 262,5 | 275,63 |
| CT12-1 | 210 | 220,50 |
| CT12-2 | 210 | 220,50 |
| CS11 | 288,75 | 303,19 |
| CS12 | 157,5 | 165,38 |
| CP1 | 10 | 10,50 |
| Sous Périmètre n°2 | | |
| CT21-1 | 210 | 220,50 |
| CT22-2 | 262,5 | 275,63 |
| CT22 | 262,5 | 275,63 |
| CT23 | 262,5 | 275,63 |
| CT24 | 210 | 220,50 |
| CT25 | 210 | 220,50 |
| CS2 | 288,75 | 303,19 |
| CP2 | 26,25 | 27,56 |
| Sous Périmètre n°3 | | |
| CT31 | 262,5 | 275,63 |
| CT32 | 262,5 | 275,63 |
| CT33 | 210 | 220,50 |
| CT34 | 210 | 220,50 |
| CS3 | 210 | 220,50 |
| CP3 | 26,25 | 27,56 |
| Sous Périmètre n°4 | | |

| | | |
|---------------------------|-------|--------|
| CT41 | 262,5 | 275,63 |
| CT42 | 262,5 | 275,63 |
| CT43 | 210 | 220,50 |
| CT44 | 210 | 220,50 |
| CS4 | 210 | 220,50 |
| CP4 | 26,25 | 27,56 |
| Sous Périmètre n°5 | | |
| CT51-1 | 262,5 | 275,63 |
| CT51-2 | 210 | 220,50 |
| CT52-1 | 210 | 220,50 |
| CT52-2 | 210 | 220,50 |
| CT53 | 210 | 220,50 |
| CT54-1 | 157,5 | 165,38 |
| CT54-2 | 157,5 | 165,38 |
| CS5 | 315 | 330,75 |
| CP5 | 26,25 | 27,56 |

3.2.2.3. Réseau de drainage

Le réseau de drainage du périmètre est constitué des trois niveaux de colatures :

- Colatures de parcelle ou Drains Tertiaires (DT), qui longent les parcelles et reçoivent leurs eaux excédentaires. Ils sont le long des différents îlots de parcelles, à la limite opposée des canalisations tertiaires. Les colatures de parcelle ont une section triangulaire ;
- Colatures ou Drains Secondaires (DS) dans lesquels se jettent les colatures précédentes. Leur section est pour l'essentiel trapézoïdale.
- Colatures ou Drains Principaux (DP) qui reçoivent toutes les eaux à évacuer des différents sous-périmètres et les conduisent dans la mare par franchissement de la digue de protection du périmètre à l'aide de conduites d'évacuation munies de clapets. Leur section est trapézoïdale.

Tableau 9 : La constitution du réseau de drainage du site de Maourey

| Désignation des colatures | Longueur en plan (m) | Longueur majorée |
|---------------------------|----------------------|------------------|
|---------------------------|----------------------|------------------|

| Sous Périmètre n°1 | | |
|---------------------------|--------|--------|
| DT11-1 | 157,5 | 165,38 |
| DT11-2 | 210 | 220,50 |
| DT11-3 | 262,5 | 275,63 |
| DT12-1 | 262,5 | 275,63 |
| DT12-2 | 262,5 | 275,63 |
| DT12-3 | 262,5 | 275,63 |
| DS11 | 210 | 220,50 |
| DP1 | 420 | 441,00 |
| Sous Périmètre n°2 | | |
| DT21-1 | 262,5 | 275,63 |
| DT21-2 | 262,5 | 275,63 |
| DT21-3 | 262,5 | 275,63 |
| DT22-1 | 262,5 | 275,63 |
| DT22-2 | 262,5 | 275,63 |
| DS21 | 210 | 220,50 |
| DS22 | 210 | 220,50 |
| DP2 | 288,75 | 303,19 |
| Sous Périmètre n°3 | | |
| DT31-1 | 262,5 | 275,63 |
| DT31-2 | 262,5 | 275,63 |
| DT31-3 | 262,5 | 275,63 |
| DT32-1 | 262,5 | 275,63 |
| DT32-2 | 262,5 | 275,63 |
| DS31 | 210 | 220,50 |
| DS32 | 210 | 220,50 |
| DP3 | 288,75 | 303,19 |
| Sous Périmètre n°4 | | |

| | | |
|---------------------------|-------|--------|
| DT41-1 | 262,5 | 275,63 |
| DT41-2 | 262,5 | 275,63 |
| DT41-3 | 262,5 | 275,63 |
| DT42-1 | 262,5 | 275,63 |
| DT42-2 | 262,5 | 275,63 |
| DS41 | 210 | 220,50 |
| DS42 | 210 | 220,50 |
| DP4 | 315 | 330,75 |
| Sous Périmètre n°5 | | |
| DT51-1 | 262,5 | 275,63 |
| DT51-2 | 157,5 | 165,38 |
| DT51-3 | 157,5 | 165,38 |
| DT52-1 | 262,5 | |
| DT52-2 | 262,5 | 275,63 |
| DT52-3 | 262,5 | 275,63 |
| DT52-4 | 262,5 | 275,63 |
| DS51 | 262,5 | 275,63 |
| DS52 | 262,5 | 275,63 |
| DP5 | 315 | 330,75 |

3.2.2.4. Réseau de pistes

La circulation à l'intérieur du périmètre sera facilitée par un réseau de pistes d'exploitation.

Il est prévu des pistes principales revêtues de matériau latéritique avec une largeur totale de 4,00. Les Pistes Principales ceignent l'AHA en empruntant la digue de protection. Elles sont aussi prévues le long de la canalisation « intégratrice » du périmètre. Elles totalisent une longueur de 2615 mètres.

En ce qui concerne les pistes secondaires, elles sont non revêtues, de largeur 4m et marquent les limites entre les différents sous – périmètres. Leur longueur cumulée est estimée à 2215 mètres.

Les pistes tertiaires sont prévues le long des canalisations tertiaires et sont non revêtues avec une largeur de 2m. Elles totalisent 6005m.

3.2.2.5. Ouvrages du réseau

Outre les forages d'eau, divers ouvrages ponctuels sont prévus sur le périmètre :

- **Ouvrages de décharge du réseau**, dont on distingue deux types à savoir :
 - **des ouvrages de décharge avec vannes** sur les différentes canalisations secondaires ;
 - **des ouvrages de décharge simples** ; placés en bout des canalisations tertiaires.
- **Ouvrages de sectionnement de la conduite d'intégration du périmètre** : il s'agit de robinet – vannes prévues pour sectionner la conduite reliant les différentes conduites principales.
- **Ouvrages de dérivation des conduites tertiaires** : Ces ouvrages sont aux nœuds de départ des conduites tertiaires et permettent l'alimentation de celles-ci. Ils sont munis de robinets – vannes.
- **Raccordement conduites de refoulement** : ce sont les nœuds où se raccordent, sur la conduite de liaison des sous – périmètres, les canalisations principales venant des forages d'eau.
- **Bornes d'irrigation** : qui sont de deux types :
 - les bornes d'irrigation unilatérales qui arrosent une seule parcelle ;
 - les bornes d'irrigation bilatérales qui arrosent deux parcelles.

3.2.2.6. Protection du périmètre

Il est à distinguer trois types de protection:

- La protection du périmètre contre le vent,
- La protection contre les eaux sauvages de ruissellement.
- La protection contre les eaux d'inondations de la mare.

a) Protection contre le vent

Le site de MAOUREY fait partie des zones qui connaissent des conditions agro - météorologiques assez sévères pour le développement des cultures (forte variation de la température journalière, évapotranspiration élevée, vent souvent fort, etc.), d'où la nécessité de prévoir une ceinture en haies vives pour le périmètre. Cette ceinture permettrait de créer à moyen terme un micro climat très favorable à la pratique des cultures irriguées.

Il est envisagé une clôture de haies vives constituée de trois rangées d'arbres plantés en quinconce. Ainsi, 2665 m de ceinture seront réalisés.

b) Protection contre les eaux sauvages de ruissellement:

Il est prévu deux colatures ou fossés de ceinture, pour intercepter les eaux de ruissellement qui viendraient de la zone de plateau qui surplombe le périmètre..

Les longueurs de ces fossés de ceinture nommés CC1 et CC2, sont respectivement de 500 m et 2150 m.

c) Protection contre les submersions par les eaux de la mare

Elle est constituée par une digue en terre sur le bord de la mare.

3.2.2.7. Aménagement à la parcelle

L'aménagement à la parcelle comporte deux volets :

- **un surfacage du terrain après débroussaillage** : ce surfacage se fera aux engins de façon à rendre plus homogène la pente des parcelles, sans que cela puisse entraîner de grands mouvements de terre.
- **la confection des diguettes de séparation des parcelles** : les diguettes sont implantées en tenant compte de la topographie, et elles auront une hauteur moyenne de 40 cm avec des talus de 1/1 et une emprise au sol de 1,00 m. Ces diguettes seront constituées des remblais provenant des excavations des drains et des surplus de terrassement résultant du surfacage.

Les parcelles auront une superficie nette d'environ 0,25 ha. Leur forme est carrée avec une longueur du côté de 50m.

3.2.3. Dimensionnement des réseaux et ouvrages du périmètre

3.2.3.1. Dimensionnement du réseau d'irrigation

Le réseau de distribution est sous forme ramifiée. Après l'établissement du schéma, il a été déterminé les débits de dimensionnement. Ainsi le débit de toutes les canalisations tertiaires est égal à la main d'eau fixée à 8 l/s prélevé à une seule borne d'irrigation à la fois. Lorsqu'un quartier hydraulique est desservi par deux canalisations, une seule a le débit à un moment donné. Pour les quartiers couverts par une seule canalisation, celle-ci est constamment en eau durant la période journalière d'irrigation.

Dans un premier temps, les calculs sont effectués pour chacun des cinq sous – périmètres.

A partir des débits des différentes conduites, on a utilisé la formule de rationnement ($Q = 1,57 * D^{2,308}$) pour déterminer les diamètres théoriques de conduites qui donneraient les pertes de charge convenables, qui sera ajusté par le choix des diamètres pratiques.

Les calculs ont abouti aux dimensions suivantes des canalisations :

- **Canalisations Tertiaires (CT)**: diamètre intérieur 94,60 mm ; ce qui correspond au diamètre commercial extérieur de 100mm ; lorsqu'on utilise du PVC assainissement (comme on le propose ici). L'épaisseur de la conduite est de 2,7mm.
- **Canalisations secondaires (CS)** : diamètre intérieur 131,80 mm ; ce qui correspond au diamètre commercial extérieur de 140mm ; lorsqu'on utilise du PVC pression (comme proposé dans la présente étude). L'épaisseur de conduite étant 4,1mm.

- **Canalisations principales (CP)** : diamètre intérieur 188,20 mm ; ce qui correspond au diamètre commercial extérieur de 200mm, lorsqu'on utilise du PVC pression (comme proposé dans la présente étude). L'épaisseur de conduite est de 5,9mm.

Les pertes de charge ont été ensuite calculées à l'aide de la relation de MANNING STRICKLER, en adoptant un coefficient de rugosité de 120.

Les pertes de charge linéaire calculées pour les différents diamètres, en fonction des débits transités, se récapitule comme suit :

Tableau 10 : Pertes de charge unitaire selon les débits et diamètres de conduites

| Type ouvrage | Débit (m ³ /s) | Vitesse (m/s) | Diamètre | | J (m/m) |
|-------------------------|---------------------------|---------------|--------------------------|---------|---------|
| | | | (extérieur et intérieur) | | |
| Borne d'irrigation | 0,008 | 2,13 | 75mm | 69,2mm | 0,077 |
| Canalisation Tertiaire | 0,008 | 1,14 | 100mm | 94,6mm | 0,014 |
| Canalisation Secondaire | 0,016 | 1,17 | 140mm | 131,8mm | 0,010 |
| Canalisation Principale | 0,032 | 1,15 | 200mm | 188,2 | 0,006 |

N.B. Le choix des diamètres pratiques a été effectué en se référant à la gamme des conduites mis sur le marché par la société DURAPLAST installée à la zone industrielle de Niamey. En effet, les conduites seront très probablement commandées dans cette usine. Ainsi, les diamètres intérieurs et extérieurs découlent des conduites disponibles et des épaisseurs retenues.

Pour chaque tronçon, le diamètre usuel théorique a été calculé avec la relation d'optimisation qui fait une correspondance débit – diamètre : $Q = 1,57 * D^{2,308}$.

Ensuite, il a été procédé au:

a) Calcul de chaque réseau de l'aval vers l'amont.

Avec les différents tronçons et leurs diamètres qui donnent les pertes de charge sur tous les tronçons, en partant de la charge nécessaire en aval (borne la plus défavorisée) on calcule la charge dont on devrait disposer à l'amont.

Sur les tertiaires, on part de l'aval avec la pression minimale de service souhaitée à la borne. Ici, il est considéré une pression minimale à la borne au-dessus du terrain naturel au moins égal à 0,50m, soit 0,05 bar.

A chaque nœud où se croisent des tronçons par leur amont, on prend la plus grande des charges calculées pour progresser vers l'amont. On aura en tête de réseau la charge nécessaire pour assurer la pression de service minimale retenue.

Les calculs de cette étape sont consignés dans les notes de calculs en annexes.

b) Calcul de chaque réseau de l'amont vers l'aval.

Les paramètres des réseaux retenus dans la première phase de calculs sont conservés : diamètre, débit, perte de charge. Pour chaque réseau, en partant de la charge en tête déterminée à l'étape précédente, et tronçon par tronçon on calcule les charges à l'amont et à l'aval. Pour les points de service, on compare ces charges aux charges minimales exigées pour vérifier le bon fonctionnement du réseau dans ces conditions. Dans la majorité des cas, des charges excédentaires sont enregistrées à la sortie des bornes d'irrigation.

3.2.3.2. Dimensionnement du réseau d'assainissement

a) Dimensionnement des colatures de parcelles :

Le réseau doit évacuer la pluie critique (pluie journalière décennale) pendant un temps maximum égale à la durée de submersion admissible de la culture prise ici égale à 48 heures.

Le débit spécifique des colatures est donné par : $q_s = \frac{P_{10}}{t * 0,36}$ avec q_s en l/s/ha ; P_{10} en mm et t en heures. La Pluie décennale de la zone de Ouallam selon la carte des isohyètes de la pluie décennale en Afrique de l'Ouest est d'environ 90mm. D'où $q_s = \frac{90}{48 * 0,36} = 5,20 \text{ l / s / ha}$

Le débit maximum évacué par les différentes colatures de parcelles est calculé en multipliant ce débit spécifique par la superficie assainie par la colature prenant en charge la plus grande superficie (qui est de 2,8ha). Les superficies étant assez voisines, pour un besoin d'uniformisation, toutes les colatures de parcelles seront dimensionnées sur la base de ce débit évacué, qui est de 5,20l/s/ha x 2,8ha soit 15l/s.

La section retenue de forme triangulaire est ensuite dimensionnée par la relation de Manning Strickler :

Le coefficient de rugosité de Strickler est de 25, le fruit $m= 3/2$ et les pentes des colatures est au moins de 0,1%.

Pour le dimensionnement, il a été procédé par itération, en adoptant plusieurs tirants et en calculant le débit. Le tirant d'eau ayant donné le débit véhiculé le plus proche du débit théorique calculé est celui à retenir.

Suite à ce calcul, le tirant d'eau trouvé est de 23 cm.

En définitive, on a adopté une hauteur totale (y compris la revanche) de la section de la colature égale à 35cm.

La vitesse de l'eau dans la colature, avec ce dimensionnement, est de l'ordre de 0,20 m/s.

b) Dimensionnement des Drains Secondaires:

Le débit maximum évacué par les différents drains secondaires est fonction des débits reçus des colatures de parcelles. Chaque drain secondaire assainit environ la moitié du sous périmètre. Ainsi, le drain secondaire pris comme référence (car drainant plus de superficie) appartient au sous – périmètre n°2 (d'une superficie nette de 11,25ha).

La superficie brute drainée est estimée à 6,25ha ; d'où le débit évacué de 5,20l/s/ha x 6,25ha soit 32,5l/s.

La section retenue de forme trapézoïdale est ensuite dimensionnée par la relation de Manning Strickler :

Le coefficient de rugosité de Strickler est de 25, le fruit $m= 3/2$ et les pentes longitudinales est au moins de 0,1%.

Comme aux calculs des drains tertiaires, le dimensionnement des drains secondaires a été fait par itération. Suite à ce calcul, le tirant d'eau trouvé est de 20 cm, pour une largeur au plafond de 30cm.

En définitive, on a adopté une hauteur totale (y compris la revanche) de la section de la colature égale à 30cm.

La vitesse de l'eau dans la colature, avec ce dimensionnement, est de l'ordre de 0,33m/s.

c) Dimensionnement des Drains principaux:

Le drain principal du sous – périmètre n°2 étant le plus chargé, celui – ci drainerait une superficie brute de 12,50ha ; ce qui correspondrait à un débit de 65 l/s.

La section étant trapézoïdale, les mêmes calculs comme précédemment aboutissent aux dimensions suivantes des drains principaux :

- Coefficient de rugosité de Strickler : 25
- Fruit des berges : 3/2
- Pente du fond : 0,1%.
- Largeur au plafond : $b = 40\text{cm}$;
- La profondeur totale : $H = 40\text{cm}$;
- Les fruits : $m = 3/2$

La vitesse dans les drains serait de 0,36 m/s.

d) Dimensionnement du Fossé de ceinture :

L'ouvrage de ceinture empêche les eaux de ruissellement de pénétrer dans la zone aménagée et permet ainsi de réduire les dimensions des colatures intérieures.

La pluie décennale (P_{10}) à évacuer est de 90mm. Le ruissellement doit pouvoir être évacué durant tout au plus une durée de $t = 10\text{h}$.

Le coefficient d'écoulement du site, en considérant une pente régulière avec un ruissellement facile, peut être pris à $C = 0,3$.

Concernant les superficies drainées, les plans topographiques ne font pas apparaître clairement l'existence d'une ligne de crête à la limite du site.

Pour évaluer la superficie drainée, on a considéré comme superficie drainée une bande de 200m aux abords de la zone aménagée.

Ainsi, pour le CC1, la superficie drainée est estimée à 500m x 200m, soit 10ha. Le débit pour une

telle superficie se calcule par la formule : $q = \frac{C * P_{10} * S * 10}{t}$ d'où

$$q = \frac{0,3 * 90 * 10 * 10}{10 * 3600} = 0,075 \text{ m}^3 / \text{s}$$

Le dimensionnement du CC1 donne les résultats suivants :

- Coefficient de rugosité de Strickler : 25
- Fruit des berges : 3/2
- Pente du fond : 0,1%.

- Largeur au plafond : $b = 45\text{cm}$;
- La profondeur : $H = 45\text{ m}$;
- Les fruits : $m = 3/2$

La vitesse dans les drains serait de $0,36\text{ m/s}$.

Il faut rappeler que pour les fossés de ceinture on doit avoir :

- Une revanche minimale de 20cm ;
- Une profondeur minimale de 40cm ;
- Une largeur au plafond minimale de 30cm .

Pour le CC2, la superficie prise en charge est estimée à $2150\text{m} \times 200\text{mm}$, soit 43ha ; d'où le débit

sera de: $q = \frac{0,3 * 90 * 10 * 43}{10 * 3600} = 0,32\text{m}^3 / \text{s}$

Pour le dimensionnement, il a été retenu :

- Section de forme trapéziqque,
- Coefficient de rugosité de Strickler : 25
- Fruit des berges : $3/2$
- Pente du fond : $0,1\%$.

Le dimensionnement aboutit aux résultats suivants

- Largeur au plafond : $b = 100\text{cm}$;
- La profondeur totale : $H = 70\text{ m}$;
- Les fruits : $m = 3/2$

3.2.4. Choix des pompes

Le choix des pompes devant servir à l'exhaure de l'eau des forages sur le présent site s'est effectué avec un catalogue des pompes de la marque GRUNDFOS. En fonction des débits à satisfaire et des HMT calculées pour les différents sous – périmètres, les caractéristiques des pompes choisies sont comme suit :

- Débit maximal : 40l/s ou $144\text{ m}^3/\text{h}$

- HMT : 40m

- Pompe choisie dans le catalogue : GRUNDFOS SP 120 – 3, avec les caractéristiques suivantes :

- Débit nominal : 40 l/s
- Puissance hydraulique : 24 Cv
- Puissance électrique : 30 Cv
- Nombre d'étages : 3

- Rendement électrique :80%
- Tension : triphasée de 380 V
- Fréquence : 50 Hz
- Type moteur : GRUNDFOS MS 600.

3.2.5. Devis quantitatif des travaux du périmètre

Tableau 11 : Devis des travaux du site de Maourey

| N° | Désignation | U | Qté | P. U. | Montant |
|-----------------------|---|---------------|-----|--------|---------|
| I. | GENERALITES | | | | |
| 1.1 | Etudes complémentaires (pédologie, hydrogéologie, socio - économique et cadre foncier) | ff | 1 | 500000 | 500000 |
| 1.2 | Installation et repli de chantier | ff | 1 | 300000 | 300000 |
| 1.3 | Implantation des travaux | ff | 1 | 100000 | 100000 |
| Sous - Total 1 | | 900000 | | | |
| II. | Réalisation des cinq (5) forages | | | | |
| 2.1 | Montage et démontage de l'atelier | ff | 5 | 10000 | 50000 |
| 2.2 | Foration au rotary diamètre 12"1/2 | ml | 500 | 3000 | 1500000 |
| 2.3 | Fourniture et mise en place de tube plein PVC de diamètre 179/200 mm | ml | 405 | 4000 | 1620000 |
| 2.4 | Cimentation Totale du tube plein PVC | ml | 380 | 1500 | 570000 |
| 2.5 | Fourniture d'un tout venant pour fond de trou | ml | 5 | 1500 | 75000 |
| 2.6 | Fourniture et mise en place de tube plein en PVC pression pour décanteur (y compris bouchon) de diamètre 179 / 200 mm | ml | 7,5 | 3500 | 262500 |
| 2.7 | Fourniture et mise en place de crépine en PVC pression de diamètre 179 / 200 mm | ml | 90 | 5000 | 450000 |
| 2.8 | Fourniture et mise en place de massif filtrant en gravier de 1 à 3 mm | ml | 100 | 1000 | 100000 |

| | | | | | |
|-----------------------|---|----------------|--------|-----------------|----------|
| 2.9 | Soufflage au compresseur | heure | 60 | 40000 | 2400000 |
| 2.10 | Essai de débit avec force motrice avec manomètre de pression | ff | 5 | 250000 | 1250000 |
| 2.11 | Confection de dalle de surface | u | 5 | 50000 | 250000 |
| 2.12 | Fourniture et pose d'une tête de forage y compris accessoires (vanne, ventouse, manomètre, coudes, réducteur, ..) | u | 5 | 1500000 | 7500000 |
| 2.13 | Analyse physico-chimique de l'eau | ff | 5 | 100000 | 500000 |
| Sous - Total 2 | | | | 55137500 | |
| III. | Pompes et stations de pompage | | | | |
| 3.1 | Installation de clôture grillagée autour des forages, y compris portillon | ml | 200 | 15000 | 3000000 |
| 3.2 | F et P de pompes électriques immergées de puissance 24 CV pour pompage souterrain | u | 5 | 2500000 | 12500000 |
| 3.3 | F et P de groupes électrogènes de puissance 30 CV pour pompage souterrain | u | 5 | 2500000 | 12500000 |
| Sous - Total 3 | | | | 28000000 | |
| IV. | Réseau d'irrigation et ouvrages divers | | | | |
| 4.1 | Débroussaillage et décapage des emprises du réseau | m ² | 7176,8 | 250 | 1794188 |
| 4.2 | Abattage d'arbres | ff | 1 | 500000 | 500000 |
| 4.3 | Fouilles en rigoles pour conduites | m ³ | 3444,8 | 2000 | 6889680 |
| 4.4 | Remblai de fouilles sur les conduites | m ³ | 3334,4 | 500 | 1667209 |

| | | | | | |
|-----------------------|--|----|---------|------------------|----------|
| 4.5 | Tube PVC pression DN 200 pour conduites principales (de refoulement) reliant les forages à la conduite secondaires, y compris coudes et autres accessoires | ml | 120,75 | 30000 | 3622500 |
| 4.6 | Tube PVC pression DN 140 pour conduites secondaires, y compris coudes et autres accessoires | ml | 1543,50 | 15000 | 23152500 |
| 4.7 | Tube PVC évacuation DN 100 pour conduites tertiaires d'arrosage des parcelles, y compris coudes et autres accessoires | ml | 5512,50 | 10000 | 55125000 |
| 4.8 | F. et pose d'ouvrages de décharge sur conduite secondaire en diamètre 140mm, y compris regard et autres accessoires | u | 6 | 500000 | 3000000 |
| 4.9 | F. et pose d'ouvrages de décharge sur conduites tertiaires en diamètre 100mm, y compris regard et autres accessoires | u | 12 | 250000 | 3000000 |
| 4.10 | F. et pose de robinet - vanne de sectionnement de la conduite principale DN 140, y compris regard et autres accessoires | u | 4 | 500000 | 2000000 |
| 4.11 | F. et pose d'ouvrages de dérivation de conduites tertiaires avec robinet - vanne DN 100, y compris regard et autres accessoires | u | 24 | 250000 | 6000000 |
| 4.12 | F. et pose d'ouvrages de raccordement des conduites principales de refoulement aux conduites secondaires, sans robinet - vanne, y compris regard et autres accessoires | u | 5 | 500000 | 2500000 |
| 4.13 | F. et pose de bornes d'irrigation à la parcelle, en DN 75, y compris regard, bouchon et autres accessoires | u | 198 | 30000 | 5940000 |
| Sous - Total 4 | | | | 115191077 | |

| V. | Travaux d'aménagement du périmètre | | | | |
|-----------------------|--|----|-------|-----------------|----------|
| 5.1 | Exécution de pistes principales revêtues, de largeur 4m | ml | 2615 | 6000 | 15690000 |
| 5.2 | Exécution de pistes secondaires non revêtues, de largeur 3m | ml | 2215 | 2000 | 4430000 |
| 5.3 | Exécution de pistes tertiaires non revêtues, de largeur 2m | ml | 6005 | 1500 | 9007500 |
| 5.4 | Exécution colatures de parcelles (drains tertiaires) de forme triangulaire; de H = 0,3m ; fruit 3/1 et 3/2 | ml | 6520 | 1000 | 6520000 |
| 5.5 | Exécution de colatures secondaires de forme trapézoïdale; de H = 0,3m, b =0,5m; et fruit 3/2 | ml | 2360 | 2000 | 4720000 |
| 5.6 | Exécution de colatures principales de forme trapézoïdale; H =0,5m; b = 0,5 m ; et fruit de 3/2 | ml | 866 | 3000 | 2598000 |
| 5.7 | F et P de conduite en fonte DN800, pour évacuation eaux de drainage à travers digue de protection | ml | 18 | 75000 | 1350000 |
| 5.8 | F et P de clapet de drainage DN800, à la sortie conduites d'évacuation eaux de drainage à travers digue de protection | U | 3 | 250000 | 750000 |
| 5.9 | Débroussaillage et surfacage grossier des parcelles, sans grand mouvement de terre avec confection de diguette de séparation des parcelles | ha | 46,75 | 250000 | 11687500 |
| Sous - Total 5 | | | | 56753000 | |
| VI. | Protection du périmètre | | | | |
| 6.1 | Exécution de fossés de ceinture de forme trapézoïdale, H = 0,6m; b = 1,00m et fruit 3/2 | ml | 2650 | 5000 | 13250000 |

| | | | | | |
|---|---|----------|----------|------------------|----------|
| 6.2 | Construction digue en terre argileuse de protection contre l'épandage des eaux; H moyenne = 1,5m; l = 3m; et fruit 3/2 | ml | 1325 | 30000 | 39750000 |
| 6.3 | F et P d'ouvrages de décharges des eaux à travers la digue, en conduites fonte ou acier, munis de clapets et autres accessoires | ml | 3 | 250000 | 750000 |
| 6.4 | Mise en place de haies vives en 3 rangées d'eucalyptus en quinconce | ml | 2665 | 3000 | 7995000 |
| Sous - Total 6 | | | | 61745000 | |
| vii. | Infrastructures d'appui à l'exploitation du périmètre | | | | |
| 7.1 | Construction d'un bloc bureau et magasin de 120 m ² | u | 1 | 15000000 | 15000000 |
| Sous - Total 7 | | | | 15000000 | |
| Total des Travaux | | | | 340826577 | |
| Contrôle et supervision des travaux (5% des travaux) | | | | 17041329 | |
| TOTAL GENERAL DU SOUS - PROJET | | | | 357867906 | |

3.2.6. Planning d'exécution des travaux

Figure 2 : Planning d'exécution des travaux du site de Maourey

| Travaux | Mois 1 | | | | Mois 2 | | | | Mois 3 | | | | Mois 4 | | | | Mois 5 | | | | Mois 6 | | | | Mois 7 | | | |
|---|--------|----|----|----|--------|----|----|----|--------|----|----|----|--------|----|----|----|--------|----|----|----|--------|----|----|----|--------|----|----|----|
| | S1 | S2 | S3 | S4 |
| Installation de chantier | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Implantation ouvrages | | | ■ | | | | | | | | ■ | | | | ■ | | | | | | | | ■ | | | | | |
| Débroussaillage emprises travaux | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pose de conduites de distribution | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Confection des colatures de drainage | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Terrassement des pistes | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pose / Construction ouvrages divers | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Débroussaillage des parcelles | | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | |
| Confection de diguettes de séparation parcelles | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | |

3.3. PERIMETRE IRRIGUE DE DIGUINASSA

3.3.1. Etudes préliminaires

3.3.1.1. Les études topographiques

La démarche d'exécution des travaux topographiques était identique à celle adoptée pour réaliser ceux de Maourey.

Quant à la configuration du site, les terres de la zone de Diguinassa ont une topographie relativement uniforme en dehors de celles situées dans la vallée particulièrement encaissée.

3.3.1.2. Hydrologie, Hydrogéologie et ressources en eau d'irrigation

La zone des trois sites est caractérisée par les mêmes formations hydrogéologiques telles que décrites ci – dessus.

Cependant, sur le plan de l'hydrologie, on note à Diguinassa essentiellement la présence d'une mare allongée sur environ 2Kms, large d'environ 300m. Cette mare est en plus suffisamment encaissée, sur environ 2,5m et constitue un stock appréciable d'eau de surface.

Les eaux souterraines et de surface seront utilisées concomitamment comme ressources en eau d'irrigation des sites.

En effet, durant la saison des pluies et les mois suivants (jusqu'à rabattement du niveau du plan d'eau à une cote limite : 208,00m) les eaux de la mare seront captées et refoulées pour l'irrigation.

Cependant pour palier à une éventuelle insuffisance de couverture des besoins en eau des cultures, des forages au nombre de deux (2) seront réalisés pour apporter le complément, afin de permettre l'achèvement du cycle végétatif des plantes en plus du forage artésien existant qui sera connecté au réseau. Ces forages auront un débit moyen de 115m³/h chacun et les eaux ont les mêmes caractéristiques physico - chimiques que celles utilisées sur le site de Maourey.

Les deux (2) forages seront raccordés à la conduite principale qui relie aussi les conduites de refoulement des cinq GMP précédemment annoncés.

3.3.1.3. Etudes géotechniques

Tout comme à Maourey, les études géotechniques ont porté sur une identification, en concert avec les populations, des zones d'emprunt et des carrières qui pourraient être utilisées pour la construction des ouvrages (digue de protection, bassins de réception et d'irrigation, regards,...).

Il s'agit essentiellement :

1- Des zones d'emprunts de sables, graviers pour les différents bétons et mortiers. Le sable sera prélevé dans les koris aux alentours du village et une carrière de gravier est identifiée sur la piste reliant Ouallam au site, aux environs du village de Samtigi.

2- les carrières de latérite pour le revêtement éventuel de certaines pistes de circulation dans le périmètre et aussi pour divers autres ouvrages. Celles – ci sont localisées à environ 3km au sud du site, en allant vers le village de Hanam Tondi duquel elle est située à environ 1km.

3 - Pour servir à la réalisation des remblais de la digue de protection, il sera fait recours à la carrière de latérite.

Les différents essais de laboratoire nécessaires seront effectués lors des travaux d'exécution.

3.3.2. Conception de l'aménagement

3.3.2.1. Découpage du périmètre

Le périmètre totalise une superficie nette d'environ 21,60 hectares subdivisée en cinq (5) sous – périmètres ainsi qu'il suit :

- Sous – périmètre n°1 : 4,5 ha
- Sous – périmètre n°2 : 4,5 ha
- Sous – périmètre n°3 : 4 ha
- Sous – périmètre n°4 : 4,40 ha
- Sous – périmètre n°5 : 4,2 ha

Chaque sous – périmètre dispose d'une station de pompage équipée d'un Groupe Motopompe (GMP) de puissance 5 CV qui assure un débit de 60 m³/h.

3.3.2.2. Réseau de distribution

Le réseau est entièrement constitué de canalisations sous pression, jusqu'à la borne d'irrigation placée en tête de chaque parcelle.

A partir de la station de pompage de chacun des cinq (5) sous – périmètres, une canalisation refoule l'eau vers le périmètre. Cette dernière, qui joue le rôle de canalisation principale, alimente une canalisation secondaire de laquelle partent les canalisations tertiaires qui jouent le rôle d'arroseurs. L'arrosage se faisant à l'aide de bornes d'irrigation installées sur les canalisations tertiaires.

Les canalisations secondaires des cinq sous – périmètres sont aussi connectés afin de les transformer en une canalisation principale d'un réseau d'irrigation intégré pour l'ensemble du périmètre. Cette canalisation principale ainsi constituée relie de part et d'autre du périmètre deux forages qui alimenteront le périmètre en cas de besoin. Sur celle-ci, sont posées des vannes de sectionnement afin de permettre l'indépendance des cinq sous – périmètres.

Les canalisations tertiaires transitent le même débit qui est la main d'eau de 8 l/s.

Tableau 12 : La constitution du réseau de distribution du site de Diguinassa

| Désignation des conduites | Longueur en plan (m) | Longueur majorée, pour la pente |
|------------------------------------|----------------------|---------------------------------|
| <u>Sous – Périmètre n°1</u> | | |
| CT11-1 | 200 | 210 |
| CT11-2 | 200 | 210 |
| CT12-1 | 250 | 262,5 |
| CT12-2 | 250 | 262,5 |
| CS1 | 220 | 231 |
| CP1 | 70 | 73,5 |
| <u>Sous – Périmètre n°2</u> | | |
| CT21 | 250 | 262,5 |
| CT22 | 200 | 210 |
| CS2 | 420 | 441 |
| CP2 | 30 | 31,5 |
| <u>Sous – Périmètre n°3</u> | | |
| CT31 | 275 | 288,75 |
| CT32 | 430 | 451,5 |
| CS3 | 200 | 210 |
| CP3 | 40 | 42 |
| <u>Sous – Périmètre n°4</u> | | |
| CT41 | 220 | 231 |
| CT42-1 | 220 | 231 |
| CT42-2 | 220 | 231 |
| CS4 | 250 | 262,5 |
| CP4 | 30 | 31,5 |
| <u>Sous – Périmètre n°5</u> | | |

| | | |
|---|-----|--------|
| CT51 | 210 | 220,5 |
| CT52 | 210 | 220,5 |
| CS5 | 230 | 241,5 |
| CP5 | 30 | 31,5 |
| Tête morte du forage n° 1, en diamètre 200mm : | 150 | 157,5 |
| Tête morte du forage n° 2, en diamètre 200mm : | 225 | 236,25 |

3.3.2.3. Réseau de drainage

Le réseau de drainage du périmètre est constitué de colatures de parcelles, de drains secondaires et principaux. Les drains tertiaires sont prévus le long des différents îlots de parcelles, à la limite opposée des canalisations tertiaires.

Quant aux drains secondaires qui sont à l’aval des précédents, ils sont le long des de la digue de protection aux limites des différents sous – périmètres. Les drains principaux sont des tronçons permettant d’évacuer les eaux dans la mare par franchissement de la digue.

Tableau 13 : La constitution du réseau de drainage du site de Diguinassa

| Désignation des conduites | Longueur en plan (m) | Longueur majorée, pour la pente |
|------------------------------------|----------------------|---------------------------------|
| <u>Sous – Périmètre n°1</u> | | |
| DT11-1 | 300 | 315 |
| DT11-2 | 300 | 315 |
| DT12-1 | 300 | 315 |
| DT12-2 | 300 | 315 |
| <u>Sous – Périmètre n°2</u> | | |
| DT21-1 | 300 | 315 |
| DT21-2 | 300 | 315 |
| DT22 | 300 | 315 |
| <u>Sous – Périmètre n°3</u> | | |

| | | |
|-----------------------------|-----|-----|
| DT31-1 | 300 | 315 |
| DT31-2 | 350 | 367 |
| DT32 | 350 | 367 |
| Sous – Périmètre n°4 | | |
| DT41-1 | 240 | 252 |
| DT41-2 | 240 | 252 |
| DT42 | 240 | 252 |
| Sous – Périmètre n°5 | | |
| DT51-1 | 240 | 252 |
| DT51-2 | 240 | 252 |
| DT52 | 240 | 252 |

3.3.2.4. Réseau de pistes

La circulation à l'intérieur du périmètre sera facilitée par un réseau de pistes d'exploitation.

Il est prévu des pistes principales revêtues de matériau latéritique avec une largeur totale de 4,00. Les Pistes Principales ceinturent l'AHA et relient les forages. Elles totalisent une longueur de 2955 mètres.

En ce qui concerne les pistes secondaires, elles sont non revêtues, de largeur 4m et marquent les limites entre les différents sous – périmètres. Leur longueur cumulée est estimée à 1020 mètres.

Les pistes tertiaires sont prévues le long des canalisations tertiaires et sont non revêtues avec une largeur de 2m. Elles totalisent 4030m.

3.3.2.5. Ouvrages du réseau

Outre les stations de pompes et les forages d'eau, divers ouvrages ponctuels sont prévus sur le périmètre. Ils sont quasiment identiques à ceux prévus sur les deux autres sites.

3.3.2.6. Protection du périmètre

Il est à distinguer trois types de protection, comme à Maourey:

- La protection du périmètre contre le vent,
- La protection contre les eaux sauvages de ruissellement ;
- La protection contre les eaux de la mare.

a) Protection contre le vent

Il est envisagé une clôture de haies vives constituée de trois rangées d'arbres plantés en quinconce. Ainsi, 2580 m de ceinture seront réalisés.

b) Protection contre les eaux sauvages de ruissellement:

Il est prévu deux colatures ou fossés de ceinture, pour intercepter les eaux de ruissellement qui viendraient de la zone dunaire.

Les longueurs de ces fossés de ceinture nommés CC1 et CC2, sont respectivement de 300 m et 750 m.

c) Protection contre les eaux de la mare

Elle est constituée par une digue en terre compactée qui forme barrière entre les eaux de la mare et la superficie aménagée.

3.3.2.7. Aménagement à la parcelle

Comme à Maourey, l'aménagement à la parcelle comporte deux volets à savoir le surfacage du terrain après débroussaillage et la confection des diguettes de séparation des parcelles. Ces travaux sont mis en œuvre à l'image de l'aménagement de Maourey.

Les parcelles auront des dimensions identiques à celles de Maourey, soit des carrés de côté 50m.

3.3.3. Dimensionnement des réseaux

3.3.3.1. Dimensionnement du réseau d'irrigation

La démarche des calculs est identique à celle employée pour le dimensionnement de réseau de Maourey présentée dans les parties antérieures. Les résultats des calculs effectués pour le site de Diguinassa sont présentés dans les tableaux joints en annexes.

3.3.3.2. Dimensionnement du réseau d'assainissement

a) Dimensionnement des colatures de parcelles :

Le dimensionnement est identique à celui de Maourey. La section retenue de forme triangulaire est dimensionnée par la relation de Manning Strickler :

Le coefficient de rugosité de Strickler est de 25, le fruit $m = 3/2$ et les pentes des colatures est au moins de 0,1%.

La hauteur totale (y compris la revanche) de la section de la colature égale à 35cm.

La vitesse de l'eau dans la colature, avec ce dimensionnement, est de l'ordre de 0,20 m/s.

b) Dimensionnement des Fossés de ceinture :

Le débit de CC1 dont la superficie drainée est seulement de 1,8ha est calculé comme suit :

$$q = \frac{C * P_{10} * S * 10}{t}, \text{ d'où } q = \frac{0,3 * 90 * 10 * 1,8}{10 * 3600} = 0,014 m^3 / s$$

Pour le CC1, un fossé à la forme et aux dimensions des colatures de parcelles suffirait, soit un fossé triangulaire de profondeur totale 35cm et de fruit $m = 3/2$.

Pour le CC2, la superficie prise en charge est estimée à 7,5ha ; d'où le débit sera de :

$$q = \frac{0,3 * 90 * 10 * 7,5}{10 * 3600} = 0,056 m^3 / s$$

Le dimensionnement, avec $K_s = 25$ et pente de 0,1%, aboutit aux résultats suivants :

- Largeur au plafond : $b = 40\text{cm}$;
- La profondeur : $H = 50\text{ m}$;
- Les fruits : $m = 3/2$

3.3.4. Choix des pompes

3.3.4.1. Pompes des forages :

Le choix des pompes devant servir à l'exhaure de l'eau des forages sur le présent site s'est effectué avec un catalogue des pompes de la marque GRUNDFOS. En fonction des débits à satisfaire et des HMT calculées pour les différents sous – périmètres, les caractéristiques des pompes choisies sont comme suit :

- Débit maximal : 32l/s ou 115 m³/h
- HMT : 40m
- Pompe choisie dans le catalogue : GRUNDFOS SP 120 - 3, avec les caractéristiques suivantes :
 - Débit nominal : 40 l/s
 - Puissance hydraulique : 24 Cv
 - Puissance électrique : 30 Cv
 - nombre étages : 3
 - Rendement électrique : 80%
 - Tension : triphasée de 380 V
 - Fréquence : 50 Hz

- Type moteur : GRUNDFOS MS 600.

3.3.4.2. Pompes pour les stations de surface

- débit maximal : 16l/s ou 60m³/h

- HMT : 10m

- Pompe choisie dans le catalogue : DNP 50 – 125 / 124; avec les caractéristiques suivantes :

- débit nominal : 16 l / s
- Puissance hydraulique : 2Cv
- Puissance électrique : 4,05 Cv
- Rendement électrique : 60%

3.3.5. Gestion de la retenue de la mare de DIGUINASSA

La quantité d'eau stockable, à la cote 209,50 m retenue comme cote de retenue normale, est estimée environ 900.000 mètres cubes. Cette réserve servira à la couverture des besoins en eau des cultures sur le périmètre durant les premiers mois suivants la saison des pluies, à partir du mois d'octobre.

Ainsi, en considérant un démarrage de la campagne sèche en début octobre pour un cycle de végétation de quatre (4) mois, on évaluera la durée d'épuisement de cette réserve. On estimera que les volumes d'eau utilisables (besoins des cultures et l'évaporation) sont ceux compris entre la cote de retenue normale (209,50m) et la cote 208,00m. Le reste du volume sera réservé et considéré comme volume d'eau mort qui serait rempli avec le temps par l'envasement. Ce volume d'eau mort est estimé à environ 120.000 mètres. Il contribuera aussi à la couverture des autres besoins tels ceux d'abreuvement du bétail.

Le volume tel qu'estimé est en réalité sous estimé dans la mesure où l'ensemble de la zone de retenue n'est pas couvert par le levé topographique. Les courbes de niveau ont ainsi été fermées en fin de la zone de levé pour permettre une estimation des volumes. La retenue supplémentaire pourra servir aux autres prélèvements (besoins des animaux, autres jardins, confection de briques en banco,...) et constituera la marge de sécurité.

Les quantités consommées par les deux types d'utilisation de la retenue considérés ici sont évaluées comme suit :

3.3.5.1. Besoins des cultures :

Les besoins bruts sur les différents mois ont pris en compte l'évapotranspiration maximale en considérant des coefficients culturaux en fonction du stade de végétation des cultures affectée de l'efficience de l'irrigation qui est globalement de 55% (soit 0,9 x 0,60).

Tableau 14 : Besoins en eau sur les quatre mois de la campagne de saison sèche à Diguinassa

| Mois | Octobre | Novembre | Décembre | janvier |
|---|---------|----------|----------|---------|
| ETP | 174 | 180 | 161,2 | 186 |
| Kc | 0,3 | 0,6 | 1,1 | 0,7 |
| ETM (mm) | 52,2 | 108 | 177,32 | 130,2 |
| Pluie (mm) | 9,2 | 0,4 | 0 | 0 |
| Pluie efficace (mm) | 9,2 | 0,4 | 0 | 0 |
| Besoins Nets (mm) | 43 | 107,6 | 177,32 | 130,2 |
| Efficiencie Irrigation | 0,55 | 0,55 | 0,55 | 0,55 |
| Besoins Bruts (mm) | 78,18 | 195,64 | 322,40 | 236,73 |
| Besoins Bruts (m3/ha) | 781,8 | 1956,4 | 3224,0 | 2367,3 |
| Superficie site (ha) | 21,6 | 21,6 | 21,6 | 21,6 |
| Besoins Bruts pour le site (m3) | 16887,3 | 42257,5 | 69638,4 | 51133,1 |
| Besoins Bruts pour le site (milliers de m3) | 16,89 | 42,26 | 69,64 | 51,13 |

3.3.5.2. Pertes par évaporation :

Les pertes par évaporation sont estimées comme suit :

L'évapotranspiration de référence est : $ET_0 = 0,70 \text{ à } 0,80 * E_{bac}$

E_{bac} : l'évaporation mesurée au bac

Ensuite on estime l'Evaporation sur le lac : $E_{lac} = 1,15 * ET_0$

Tableau 15 : Résultats des calculs des évaporations mensuelles dans la zone du projet

| Mois | Octobre | Novembre | Décembre | Janvier |
|--------------------------------------|---------|----------|----------|---------|
| Evaporation (mm) | 290 | 303 | 301 | 307 |
| Evapotranspiration de référence (mm) | 203 | 212,1 | 210,7 | 214,9 |
| Evaporation sur le lac (mm) | 233,45 | 243,92 | 242,31 | 247,14 |
| Evaporation sur le lac (m) | 0,23 | 0,24 | 0,24 | 0,25 |

Tableau 16 : Résultats des calculs de gestion de la retenue du site de Diguinassa

| Mois | Octobre | Novembre | Décembre | Janvier |
|--|---------|----------|----------|---------|
| Evaporation sur le lac (m) | 0,23 | 0,24 | 0,24 | 0,25 |
| Evaporation sur le lac (milliers de m3) | 157 | 183,11 | 141,04 | 97,06 |
| Volume besoins cultures (milliers de m3) | 16,89 | 42,26 | 69,64 | 51,13 |
| Volume de la retenue en fin de mois (milliers de m3) | 733,11 | 507,74 | 297,06 | 148,87 |

Ainsi, on se rend compte que théoriquement le volume stockable par la mare à la retenue normale est suffisant pour la couverture des besoins de cette saison. Après la fin du quatrième mois, qui correspond à la fin de la campagne, on serait à un volume de 148.870 mètres cubes (soit la cote 208,08m). Etant entendu que l'on a considéré que l'on pourrait exploiter la réserve jusqu'à la cote 208,00m.

La courbe Hauteur - volume de la retenue avec la superposition de celle relative aux prélèvements (utilisation) de l'eau se présente comme suit :

Figure 3 : Courbes de gestion de la retenue de Diguinassa

Site de Diguinassa : Courbes de gestion de la retenue

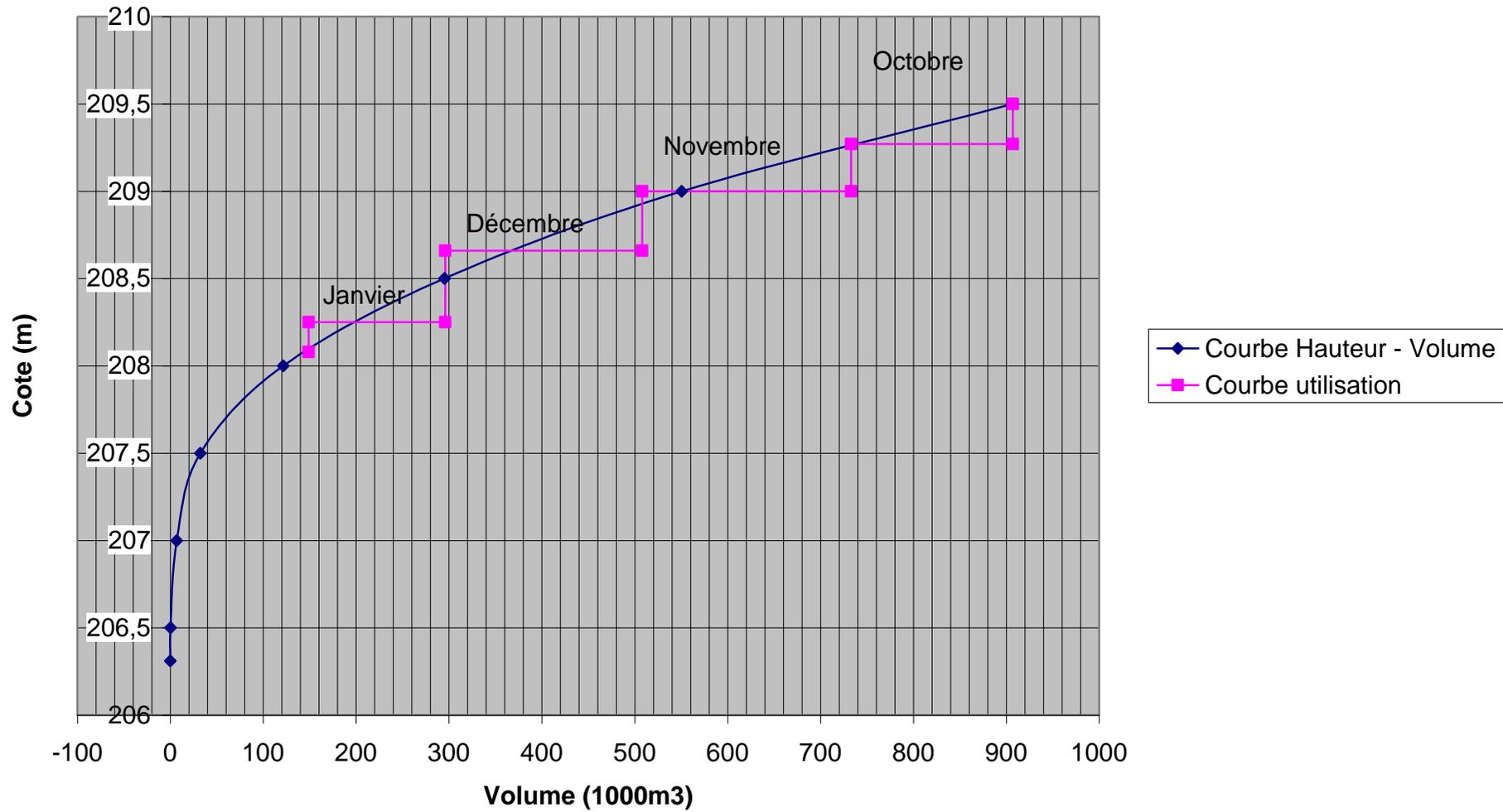
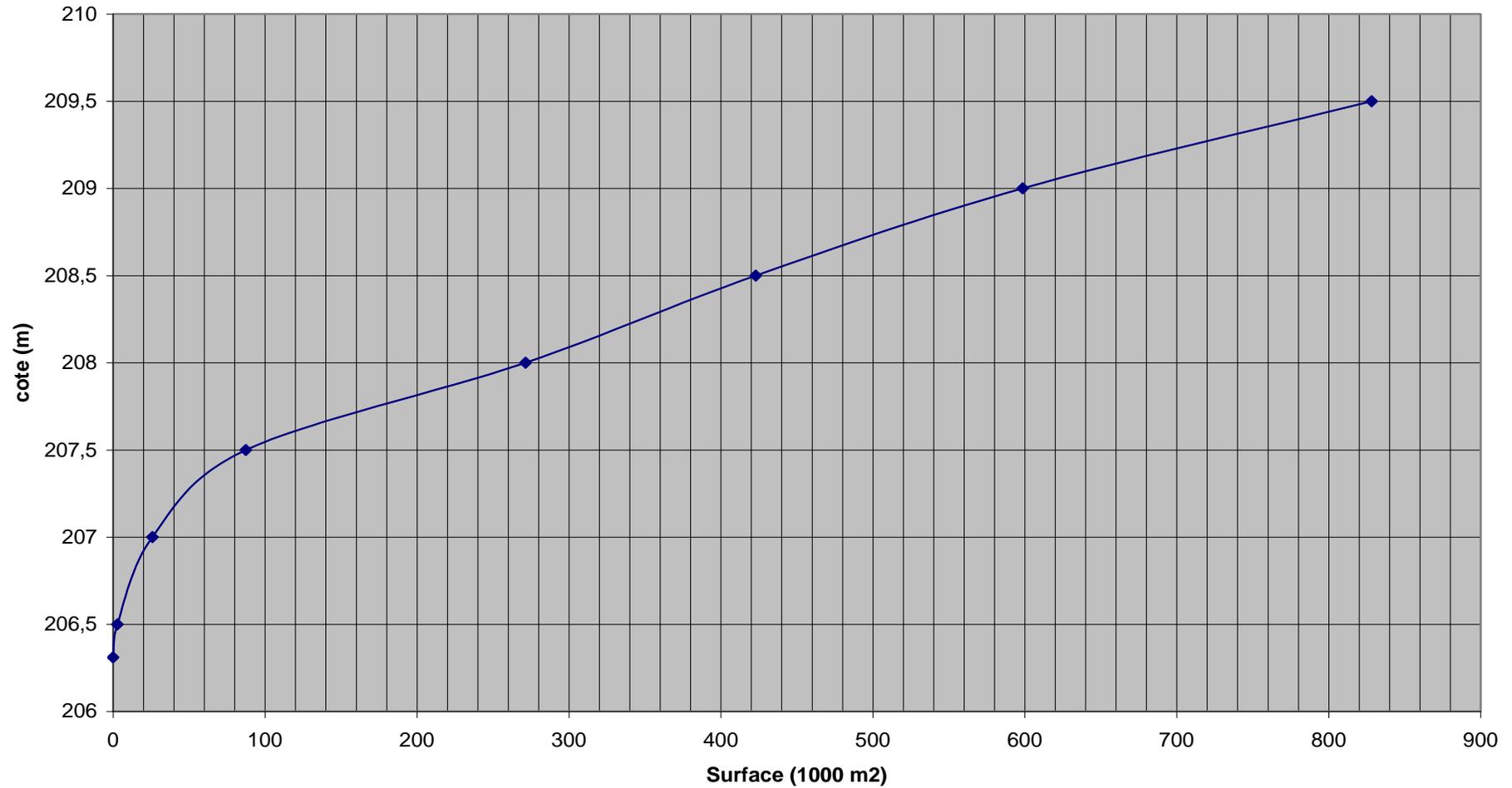


Figure 4 : Courbe hauteur – surface de la retenue de Diguinassa

Site de Diguinassa: Courbe Hauteur-surface



3.3.6. Devis quantitatif des travaux du périmètre

Tableau 17 : Devis estimatif des travaux du site de Diguinassa

| N° | Désignation | U | Qté | P. U. | Montant |
|-----------------------|---|----------------|-----|---------|----------|
| I. | GENERALITES | | | | |
| 1.1 | Etudes complémentaires (pédologie, hydrogéologie, socio - économique et cadre foncier) | ff | 1 | 2000000 | 2000000 |
| 1.2 | Installation et repli de chantier | ff | 1 | 3000000 | 3000000 |
| 1.3 | Implantation des travaux | ff | 1 | 500000 | 500000 |
| Sous - Total 1 | | 5500000 | | | |
| II. | Réalisation des deux (2) forages | | | | |
| 2.1 | Montage et démontage de l'atelier | ff | 2 | 100000 | 200000 |
| 2.2 | Foration au rotary diamètre 12"1/2 | ml | 200 | 50000 | 10000000 |
| 2.3 | Fourniture et mise en place de tube plein PVC de diamètre 179/200 mm | ml | 162 | 60000 | 9720000 |
| 2.4 | Cimentation Totale du tube plein PVC | ml | 152 | 25000 | 3800000 |
| 2.5 | Fourniture d'un tout venant pour fond de trou | ml | 2 | 20000 | 40000 |
| 2.6 | Fourniture et mise en place de tube plein en PVC pression pour décanteur (y compris bouchon) de diamètre 179 / 200 mm | ml | 3 | 50000 | 150000 |
| 2.7 | Fourniture et mise en place de crépine en PVC pression de diamètre 179 / 200 mm | ml | 36 | 70000 | 2520000 |
| 2.8 | Fourniture et mise en place de massif filtrant en gravier de 1 à 3 mm | ml | 40 | 25000 | 1000000 |
| 2.9 | Soufflage au compresseur | h | 24 | 75000 | 1800000 |

| | | | | | |
|-----------------------|---|----------------|-------|-----------------|----------|
| 2.10 | Essai de débit avec force motrice avec manomètre de pression | ff | 2 | 300000 | 600000 |
| 2.11 | Confection de dalle de surface | u | 2 | 50000 | 100000 |
| 2.12 | Fourniture et pose d'une tête de forage y compris accessoires (vanne, ventouse, manomètre, coudes, réducteur, ..) | u | 2 | 1500000 | 3000000 |
| 2.13 | Analyse physique - chimique de l'eau | ff | 2 | 100000 | 200000 |
| Sous - Total 2 | | | | 33130000 | |
| III. | Pompes et stations de pompage | | | | |
| 3.1 | Construction de prises d'eau de surface comprenant un chenal, un bassin d'aspiration | u | 5 | 1500000 | 7500000 |
| 3.2 | Construction d'abris GMP | u | 5 | 2500000 | 12500000 |
| 3.3 | Installation de clôture grillagée autour des forages, y compris portillon | ml | 80 | 15000 | 1200000 |
| 3.4 | F et P de pompes électriques immergées de puissance 26 CV pour pompage souterrain | u | 2 | 2000000 | 4000000 |
| 3.5 | F et P de groupes électrogènes de puissance 30 CV pour pompage souterrain | u | 2 | 2500000 | 5000000 |
| 3.6 | F et P de GMP de puissance 5 CV pour pompage de surface y compris conduite d'aspiration | u | 5 | 1000000 | 5000000 |
| Sous - Total 3 | | | | 35200000 | |
| IV. | Réseau d'irrigation et ouvrages divers | | | | |
| 4.1 | Débroussaillage et décapage des emprises du réseau | m ² | 10563 | 250 | 2640750 |

| | | | | | |
|------|--|----------------|--------|--------|----------|
| 4.2 | Abattage d'arbres | ff | 1 | 500000 | 500000 |
| 4.3 | Fouilles en rigoles pour conduites | m ³ | 2535,1 | 1500 | 3802680 |
| 4.4 | Remblai de fouilles sur les conduites | m ³ | 2441,8 | 500 | 1220918 |
| 4.5 | Tube PVC pression DN 200 pour conduite principale du réseau intégré et reliant les 2 têtes de forages, y compris coudes et autres accessoires | ml | 1780 | 25000 | 44493750 |
| 4.6 | Tube PVC pression DN 140 pour conduites de refoulement reliant les stations de pompage de surface à la conduite principale, y compris coudes et autres accessoires | ml | 210,00 | 20000 | 4200000 |
| 4.7 | Tube PVC évacuation DN 100 pour conduites tertiaires d'arrosage des parcelles, y compris coudes et autres accessoires | ml | 3292 | 10000 | 32917500 |
| 4.8 | F. et pose d'ouvrages de décharge au départ des conduites de refoulement, y compris regard, bassin de tranquillisation et autres accessoires | u | 5 | 500000 | 2500000 |
| 4.9 | F. et pose de robinet - vanne de sectionnement de la conduite principale DN 200, y compris regard et autres accessoires | u | 4 | 500000 | 2000000 |
| 4.10 | F. et pose d'ouvrages de dérivation de conduites tertiaires avec robinet - vanne DN 100, y compris regard et autres accessoires | u | 13 | 250000 | 3250000 |
| 4.11 | Réalisation de raccordements simples des conduites de refoulement de surface à la conduite principale | u | 5 | 50000 | 250000 |
| 4.12 | F. et pose de bornes d'irrigation à la parcelle, en DN 75, y compris regard, bouchon et autres accessoires | u | 90 | 30000 | 2700000 |

| Sous - Total 4 | | | | 100475598 | |
|-----------------------|--|----|-------|-----------------|----------|
| V. | Travaux d'aménagement du périmètre | | | | |
| 5.1 | Exécution de pistes principales revêtues, de largeur 4m | ml | 2955 | 5000 | 14775000 |
| 5.2 | Exécution de pistes secondaires non revêtues, de largeur 3m | ml | 1020 | 2000 | 2040000 |
| 5.3 | Exécution de pistes tertiaires non revêtues, de largeur 2m | ml | 2260 | 1000 | 2260000 |
| 5.4 | Exécution colatures de parcelles (drains tertiaires) de forme triangulaire; de H = 0,35m ; fruit 3/2 | ml | 4030 | 1000 | 4030000 |
| 5.5 | Exécution de colatures secondaires de forme trapézoïdale; de H = 0,3m, b =0,5m; et fruit 3/2 | ml | 1350 | 2000 | 2700000 |
| 5.6 | F et P de conduite en fonte DN800, pour évacuation eaux de drainage à travers digue de protection (drains principaux) | ml | 18 | 75000 | 1350000 |
| 5.7 | F et P de clapet de drainage DN800, à la sortie des conduites d'évacuation eaux de drainage à travers digue de protection | U | 3 | 250000 | 750000 |
| 5.8 | Débroussaillage et surfacage grossier des parcelles, sans grand mouvement de terre avec confection de diguette de séparation des parcelles | ha | 22,63 | 250000 | 5657500 |
| Sous - Total 5 | | | | 33562500 | |
| VI. | Protection du périmètre | | | | |
| 6.1 | Exécution de fossés de ceinture de forme triangulaire H = 0,35m et fruit 3/2 | ml | 300 | 1000 | 300000 |

| | | | | | |
|---|---|----|------|------------------|----------|
| 6.2 | Exécution de fossés de ceinture de forme trapézoïdale H = 0,50m; b = 0,40m et fruit 3/2 | ml | 750 | 2000 | 1500000 |
| 6.3 | Construction digue en terre argileuse de protection contre l'épandage des eaux; Hmoy = 1,5m; l = 3m; et fruit 3/2 | ml | 1600 | 30000 | 48000000 |
| 6.4 | Mise en place de haies vives en 3 rangées d'eucalyptus en quinconce | ml | 2580 | 5000 | 12900000 |
| Sous - Total 6 | | | | 62700000 | |
| VII. | Infrastructures d'appui à l'exploitation du périmètre | | | | |
| 7.1 | Construction d'un bloc bureau et magasin de 120 m ² | u | 1 | 15000000 | 15000000 |
| Sous - Total 7 | | | | 15000000 | |
| Total des Travaux | | | | 285568098 | |
| Contrôle et supervision des travaux (5% des travaux) | | | | 14278405 | |
| TOTAL GENERAL DU SOUS - PROJET | | | | 299846503 | |

3.3.7. Planning d'exécution des travaux

Figure 5 : Planning d'exécution des travaux du site de Diguinassa

| Travaux | Mois 1 | | | | Mois 2 | | | | Mois 3 | | | | Mois 4 | | | | Mois 5 | | | | | | |
|---|--------|----|----|----|--------|----|----|----|--------|----|----|----|--------|----|----|----|--------|----|----|----|--|--|--|
| | S1 | S2 | S3 | S4 | | | |
| Installation chantier | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Implantation ouvrages | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Débroussaillage emprises travaux | | | ■ | | | | ■ | | | | ■ | | | ■ | | | | | | | | | |
| Pose de conduites de distribution | | | | ■ | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Confection des colatures de drainage | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Terrassement des pistes | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pose / Construction ouvrages divers | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | |
| Débroussaillage des parcelles | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Confection de diguettes de séparation parcelles | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | |
| Confection de fossés de ceinture | | | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | |

3.4. Périmètre irrigué de FARKA

3.4.1. Etudes préliminaires

3.4.1.1. Les études topographiques

De façon générale, les terres de la zone de FARKA ont une topographie plate. Ainsi les pentes vont d'environ 0 à 1%, sur la quasi-totalité de l'aménagement à l'exception de la périphérie de la zone dunaire.

3.4.1.2. Hydrologie, Hydrogéologie et ressources en eau d'irrigation

L'utilisation des eaux souterraines sera privilégiée comme ressources en eau d'irrigation du site, par le captage de la nappe profonde.

Ainsi, pour la couverture des besoins en eau des cultures, des forages au nombre de six (6) seront réalisés.

Ces forages auront un débit moyen de 115 m³/h chacun, soit un débit de 32l/s; équivalent à quatre (4) main d'eau de 8 l/s. Les eaux auront les mêmes caractéristiques physico - chimiques que celles utilisées sur le site de Maourey

Les six (6) forages seront raccordés par une conduite « intégratrice » des sous – périmètre. Cette dernière conduite est constituée des différentes canalisations secondaires des sous – périmètres connectées entre elles.

3.4.1.3. Etudes géotechniques

Les carrières de sable, de gravier (dont les besoins sont moindres) ainsi que la latérite devant servir au revêtement éventuel des pistes principales du site, sont retenues à 10km du site sur la route de Balleyara.

Quant au matériau argileux de construction de la digue de protection, il sera prélevé dans une zone de la cuvette de la mare de Farka où des disponibilités ont été identifiées.

3.4.2. Conception de l'aménagement

3.4.2.1. Découpage du périmètre

La superficie nette des parcelles est d'environ 0,25ha soit 2.500m².

Le périmètre totalise une superficie nette de 54 ha subdivisée en six (6) sous – périmètres ainsi qu'il suit ; chacun pouvant fonctionner indépendamment des autres :

Tableau 18 : Découpage du périmètre de Farka (dimensions des sous – périmètres)

| N° SP* | Dimensions brutes des sous - périmètres | Superficies nettes | Nombre de parcelles | Dimensions des parcelles |
|---------------|--|---------------------------|----------------------------|---------------------------------|
|---------------|--|---------------------------|----------------------------|---------------------------------|

| | | | | |
|---|-------------|--------|----|-----------|
| 1 | 300m x 360m | 9,00ha | 36 | 43mx58m |
| 2 | 300m x 360m | 9,00ha | 36 | 43mx58m |
| 3 | 280m x 400m | 9,00ha | 36 | 34mx73,5m |
| 4 | 320m x 350m | 9,00ha | 36 | 37mx67,5m |
| 5 | 320m x 350m | 9,00ha | 36 | 37mx67,5m |
| 6 | 300m x 360m | 9,00ha | 36 | 43mx58m |

* **SP** : Sous - périmètre

La superficie brute aménagée du périmètre est d'environ 65ha.

Chacun des sous – périmètre dispose d'un forage d'eau profond (profondeur prise approximativement à 100 mètres) équipé d'un électropompe immergé de 26 Cv comme puissance approximative et d'un groupe électrogène d'environ 30 Cv de puissance électrique.

3.4.2.2. Réseau de distribution

Le réseau est entièrement constitué de canalisations sous pression, jusqu'à la borne d'irrigation placée en tête de chaque parcelle.

A partir du forage alimentant chacun des six (6) sous – périmètres, l'eau est refoulée vers la ou les canalisations secondaires.

Des canalisations secondaires partent les canalisations tertiaires qui jouent le rôle d'arroseurs. L'arrosage se faisant à l'aide de bornes d'irrigation installées sur les canalisations tertiaires.

Les canalisations secondaires des six (6) sous – périmètres sont aussi connectés afin de les transformer en une canalisation principale d'un réseau d'irrigation intégré pour l'ensemble du périmètre.

Sur cette canalisation, sont posées des vannes de sectionnement afin de permettre l'indépendance des six (6) sous – périmètres.

Les canalisations tertiaires transitent le même débit qui est la main d'eau de 8 l/s.

La constitution du réseau de distribution est comme suit :

Tableau 19 : Constitution du réseau de distribution du site de Farka

| Désignations conduites | Longueur en plan (m) | Longueur majorée | Diamètre extérieur (mm) | Longueur totale par catégorie de conduite |
|---------------------------|----------------------|------------------|-------------------------|---|
| Sous Périmètre n°1 | | | | |
| CT11-1 | 120 | 126 | 100 | 1008 |
| CT11-2 | 120 | 126 | 100 | |
| CT12-1 | 120 | 126 | 100 | |
| CT12-2 | 120 | 126 | 100 | |
| CT13-1 | 120 | 126 | 100 | |
| CT13-2 | 120 | 126 | 100 | |
| CT14-1 | 120 | 126 | 100 | |
| CT14-2 | 120 | 126 | 100 | |
| CS11 | 135 | 141,75 | 140 | 330,75 |
| CS12 | 180 | 189 | 140 | |
| CP1 | 10 | 10,5 | 200 | 10,5 |
| Sous Périmètre n°2 | | | | |
| CT21-1 | 120 | 126 | 100 | 1008 |
| CT21-2 | 120 | 126 | 100 | |
| CT22-1 | 120 | 126 | 100 | |
| CT22-2 | 120 | 126 | 100 | |
| CT23-1 | 120 | 126 | 100 | |
| CT23-2 | 120 | 126 | 100 | |
| CT24-1 | 120 | 126 | 100 | |
| CT24-2 | 120 | 126 | 100 | |
| CS21 | 180 | 189 | 140 | 388,5 |
| CS22 | 190 | 199,5 | 140 | |
| CP2 | 10 | 10,5 | 200 | 10,5 |

| Sous Périmètre n°3 | | | | |
|---------------------------|-----|-------|-----|--------------|
| CT31-1 | 160 | 168 | 100 | |
| CT31-2 | 160 | 168 | 100 | |
| CT32-1 | 160 | 168 | 100 | |
| CT32-2 | 160 | 168 | 100 | |
| CT33-1 | 160 | 168 | 100 | |
| CT33-2 | 160 | 168 | 100 | |
| CT34-1 | 160 | 168 | 100 | |
| CT34-2 | 160 | 168 | 100 | 1344 |
| CS31 | 150 | 157,5 | 140 | |
| CS32 | 150 | 157,5 | 140 | 315 |
| CP3 | 10 | 10,5 | 200 | 10,5 |
| Sous Périmètre n°4 | | | | |
| CT41-1 | 140 | 147 | 100 | |
| CT41-2 | 140 | 147 | 100 | |
| CT42-1 | 140 | 147 | 100 | |
| CT42-2 | 140 | 147 | 100 | |
| CT43-1 | 140 | 147 | 100 | |
| CT43-2 | 140 | 147 | 100 | |
| CT44-1 | 140 | 147 | 100 | |
| CT44-2 | 140 | 147 | 100 | 1176 |
| CS41 | 170 | 178,5 | 140 | |
| CS42 | 160 | 168 | 140 | 346,5 |
| CP4 | 10 | 10,5 | 200 | 10,5 |
| Sous Périmètre n°5 | | | | |
| CT51-1 | 140 | 147 | 100 | 1176 |

| | | | | |
|---------------------------|-----|--------|-----|-------|
| CT51-2 | 140 | 147 | 100 | |
| CT52-1 | 140 | 147 | 100 | |
| CT52-2 | 140 | 147 | 100 | |
| CT53-1 | 140 | 147 | 100 | |
| CT53-2 | 140 | 147 | 100 | |
| CT54-1 | 140 | 147 | 100 | |
| CT54-2 | 140 | 147 | 100 | |
| CS51 | 160 | 168 | 140 | |
| CS52 | 220 | 231 | 140 | 399 |
| CP5 | 10 | 10,5 | 200 | 10,5 |
| Sous Périmètre n°6 | | | | |
| CT61-1 | 120 | 126 | 100 | |
| CT61-2 | 120 | 126 | 100 | |
| CT62-1 | 120 | 126 | 100 | |
| CT62-2 | 120 | 126 | 100 | |
| CT63-1 | 120 | 126 | 100 | |
| CT63-2 | 120 | 126 | 100 | |
| CT64-1 | 120 | 126 | 100 | |
| CT64-2 | 120 | 126 | 100 | 1008 |
| CS61 | 235 | 246,75 | 140 | |
| CS62 | 135 | 141,75 | 140 | 388,5 |
| CP6 | 10 | 10,5 | 200 | 10,5 |

3.4.2.3. Réseau de drainage

Le réseau de drainage du périmètre est constitué des colatures ou drains suivants :

- Colatures de parcelles ou drains tertiaires (dénommés DT), prévus le long des différents îlots de parcelles, à la limite opposée des canalisations tertiaires.
- Colatures secondaires ou drains secondaires (dénommées DS), perpendiculairement aux précédents drains dont ils collectent les eaux sur la limite aval des sous – périmètres.
- Colatures ou drains principaux (DP) qui sont le prolongement des DS et sont constitués par les tronçons qui permettent aux eaux de se jeter dans la mare par la traversée de la digue de protection (avec équipement en clapet de drainage anti – retour).

Les colatures de parcelle ont une section triangulaire ; les secondaires et les principaux une section trapézoïdale (sauf à la traversée de la digue où la section est circulaire à travers une conduite).

La constitution du réseau de drainage, d'une longueur totale de 12.275ml, est comme suit :

Tableau 20 : Constitution du réseau de drainage du site de Farka

| Désignation drains | Longueur en plan (m) | Longueur majorée | Total longueur drains par sous - périmètre |
|---------------------------|----------------------|------------------|---|
| Sous Périmètre n°1 | | | |
| DT11 | 300 | 315 | |
| DT12 | 300 | 315 | |
| DT13 | 300 | 315 | |
| DT14 | 300 | 315 | |
| DT15 | 300 | 315 | |
| DS1 | 360 | 378 | |
| DP1 | 10 | 10,5 | |
| Sous Périmètre n°2 | | | |
| DT21 | 300 | 315 | |
| DT22 | 300 | 315 | |
| DT23 | 300 | 315 | |
| DT24 | 300 | 315 | |
| DT25 | 300 | 315 | |
| DS2 | 270 | 283,5 | |
| DP2 | 10 | 10,5 | |
| Sous Périmètre n°3 | | | |
| DT31 | 400 | 420 | |
| DT32 | 400 | 420 | |
| DT33 | 400 | 420 | |
| DT34 | 400 | 420 | |
| DT35 | 400 | 420 | |
| DS3 | 210 | 220,5 | |
| DP3 | 10 | 10,5 | |

| Sous Périmètre n°4 | | | |
|--|-----|-------|----------------|
| DT41 | 350 | 367,5 | |
| DT42 | 350 | 367,5 | |
| DT43 | 350 | 367,5 | |
| DT44 | 350 | 367,5 | |
| DT45 | 350 | 367,5 | |
| DS4 | 260 | 273 | |
| DP4 | 10 | 10,5 | 2121 |
| Sous Périmètre n°5 | | | |
| DT51 | 350 | 367,5 | |
| DT52 | 350 | 367,5 | |
| DT53 | 350 | 367,5 | |
| DT54 | 350 | 367,5 | |
| DT55 | 350 | 367,5 | |
| DS5 | 260 | 273 | |
| DP5 | 10 | 10,5 | 2121 |
| Sous Périmètre n°6 | | | |
| DT61 | 300 | 315 | |
| DT62 | 300 | 315 | |
| DT63 | 300 | 315 | |
| DT64 | 300 | 315 | |
| DT65 | 300 | 315 | |
| DS6 | 270 | 283,5 | |
| DP6 | 10 | 10,5 | 1869 |
| Longueur Totale toutes catégories de drains | | | 12274,5 |

3.4.2.4. Réseau de pistes

La circulation à l'intérieur du périmètre sera facilitée par un réseau de pistes d'exploitation.

Il est prévu des pistes principales revêtues de matériau latéritique avec une largeur totale de 4,00. Les Pistes Principales ceinturent l'aménagement. Elles totalisent une longueur de 5.230 mètres.

En ce qui concerne les pistes secondaires, elles sont non revêtues, de largeur 4m et marquent les limites entre les différents sous – périmètres. Leur longueur cumulée est estimée à 1.733 mètres.

Les pistes tertiaires sont prévues le long des canalisations tertiaires et secondaires. Elles sont non revêtues avec une largeur de 2m. Elles totalisent 11.025 mètres.

3.4.2.5. Ouvrages du réseau

Les ouvrages ponctuels prévus sont identiques à ceux des sites de Maourey et Diguinassa.

3.4.2.6. Protection du périmètre

Il est à distinguer trois types de protection, si on incluait dans cette partie la protection contre les eaux de ruissellement:

- La protection du périmètre contre le vent,
- La protection contre les eaux sauvages de ruissellement.
- La protection contre l'épandage des eaux de la mare.

a) Protection contre le vent

Le site de FARKA fait partie des zones qui connaissent des conditions agro météorologiques assez sévères pour le développement des cultures (forte variation de la température journalière évapotranspiration élevée, vent souvent fort, etc.), d'où la nécessité de prévoir une ceinture en haies vives pour le périmètre. Cette ceinture permettrait de créer à moyen terme un micro climat très favorable à la pratique des cultures irriguées.

Il est envisagé une clôture de haies vives constituée de trois rangées d'arbres plantés en quinconce. Cette ceinture de haie aura une longueur de 5.230 ml qui correspond à la longueur de la piste principale. Il sera aussi prévu une rangée d'arbres espacés de 3m sur les limites de séparation des sous – périmètres. Cette catégorie aura une longueur de 1.650m.

b) Protection contre les eaux sauvages de ruissellement:

Il est prévu trois colatures ou fossés de ceinture, pour intercepter les eaux de ruissellement qui viendraient de la zone dunaire.

Les longueurs de ces fossés de ceinture nommés CC1, CC2 et CC3, sont respectivement de 1.100ml ; 1.420ml et 900ml.

Les trois fossés sont disposés de façon à constituer des divergents et décharger les eaux par endroit. Ainsi, le CC1 collecte les eaux suivant les sous – périmètres n°1 et 2 ; le CC2 collecte le long des sous – périmètres n°3, 4 et 5 et décharge les eaux à travers la limite séparant les sous – périmètres n°2 et n°3. Quant au CC3, il prend en charge les eaux suivant le sous – périmètre n°6 et les rejettent suivant la limite du sous – périmètre n°5.

Les dimensions des sections transversales des trois fossés, de forme trapéziqque, sont uniformisées comme suit :

- Largeur au plafond = 65cm ;
- La hauteur totale = 60cm ;
- Le fruit des berges = 3/2.

c) **Protection contre l'épandage des eaux de la mare :**

Il sera prévu une digue de protection d'une longueur de 2.060 mètres comme protection du périmètre.

3.4.2.7. Aménagement à la parcelle

L'aménagement à la parcelle comporte deux volets :

- **un surfaçage du terrain après débroussaillage** : ce surfaçage se fera aux engins de façon à rendre plus homogène la pente des parcelles, sans que cela puisse entraîner de grands mouvements de terre.
- **la confection des diguettes de séparation des parcelles** : les diguettes sont implantées en tenant compte de la topographie ; et elles auront une hauteur moyenne de 50 cm avec des talus de 1/1 et une emprise au sol de 1,00 m. Ces diguettes seront constituées des remblais provenant des excavations des drains et des surplus de terrassement résultant du surfaçage.

Les parcelles auront une superficie nette d'environ 0,25 ha.

Contrairement à Maourey et Diguinassa, les formes retenues pour les parcelles ne sont pas carrées, mais rectangulaires avec des dimensions différentes selon les sous – périmètres.

3.4.3. Dimensionnement des réseaux

3.4.3.1. Dimensionnement du réseau d'irrigation

La démarche des calculs est identique à celle employée pour le dimensionnement des réseaux de Maourey et Diguinassa présentée dans les parties antérieures. Les résultats des calculs effectués pour le site de Farka sont présentés dans les tableaux joints en annexes.

3.4.3.2. Dimensionnement du réseau d'assainissement

Le dimensionnement est quasi identique à celui de Maourey, avec sensiblement les mêmes superficies drainées pour les différentes catégories de colatures.

3.4.4. Choix des pompes

Le choix des pompes devant servir à l'exhaure de l'eau des forages sur le présent site s'est effectué avec un catalogue des pompes de la marque GRUNDFOS. En fonction des débits à satisfaire et des HMT calculées pour les différents sous – périmètres, les caractéristiques des pompes choisies sont comme suit :

- Débit maximal : 32l/s ou 115 m3/h
- HMT : 35m
- **Pompe choisie dans le catalogue :** GRUNDFOS SP 120 - 3, avec les caractéristiques suivantes :
 - Débit nominal : 40 l/s
 - Puissance hydraulique :24 Cv
 - Puissance électrique : 30 Cv
 - Nombre étages : 3
 - Rendement électrique :80%
 - Tension : triphasée de 380 V
 - Fréquence : 50 Hz
 - Type de moteur : GRUNDFOS MS 600.

3.4.5. Devis quantitatif des travaux du périmètre

Tableau 21 : Devis estimatif des travaux du site de Farka

| N° | Désignation | U | Qté | P. U. | Montant |
|-----------------------|---|----------------|-----|---------|----------|
| I. | GENERALITES | | | | |
| 1.1 | Etudes complémentaires (pédologie, hydrogéologie, socio - économique et cadre foncier) | Ff | 1 | 2000000 | 2000000 |
| 1.2 | Installation et repli de chantier | Ff | 1 | 3000000 | 3000000 |
| 1.3 | Implantation des travaux | Ff | 1 | 500000 | 500000 |
| Sous – Total 1 | | 5500000 | | | |
| II. | Réalisation des SIX (6) forages profonds | | | | |
| 2.1 | Montage et démontage de l'atelier | Ff | 6 | 100000 | 600000 |
| 2.2 | Foration au rotary diamètre 12"1/2 | MI | 600 | 50000 | 30000000 |
| 2.3 | Fourniture et mise en place de tube plein PVC de diamètre 179/200 mm | MI | 486 | 60000 | 29160000 |
| 2.4 | Cimentation Totale du tube plein PVC | MI | 456 | 25000 | 11400000 |
| 2.5 | Fourniture d'un tout venant pour fond de trou | MI | 6 | 20000 | 120000 |
| 2.6 | Fourniture et mise en place de tube plein en PVC pression pour décanteur (y compris bouchon) de diamètre 179 / 200 mm | MI | 9 | 50000 | 450000 |
| 2.7 | Fourniture et mise en place de crépine en PVC pression de diamètre 179 / 200 mm | MI | 108 | 70000 | 7560000 |
| 2.8 | Fourniture et mise en place de massif filtrant en gravier de 1 à 3 mm | MI | 120 | 25000 | 3000000 |
| 2.9 | Soufflage au compresseur | heure | 72 | 75000 | 5400000 |
| 2.10 | Essai de débit avec force motrice avec manomètre de | Ff | 6 | 300000 | 1800000 |

| | | | | | |
|-----------------------|--|----------------|---------|-----------------|-----------|
| | pression | | | | |
| 2.11 | Confection de dalle de surface | U | 6 | 50000 | 300000 |
| 2.12 | Fourniture et pose d'une tête de forage y compris accessoires (vanne, ventouse, manomètre, coudes, réducteur, ..) | U | 6 | 1500000 | 9000000 |
| 2.13 | Analyse physico-chimique de l'eau | Ff | 6 | 100000 | 600000 |
| Sous - Total 2 | | | | 99390000 | |
| III. | Pompes et stations de pompage | | | | |
| 3.1 | Installation de clôture grillagée autour des forages, y compris portillon | MI | 240 | 15000 | 3600000 |
| 3.2 | F et P de pompes électriques immergées de puissance 26 CV pour pompage souterrain | U | 6 | 2500000 | 15000000 |
| 3.3 | F et P de groupes électrogènes de puissance 30 CV pour pompage souterrain | U | 6 | 2500000 | 15000000 |
| Sous - Total 3 | | | | 33600000 | |
| IV. | Réseau d'irrigation et ouvrages divers | | | | |
| 4.1 | Débroussaillage et décapage des emprises du réseau | M ² | 8625,75 | 250,00 | 2156437,5 |
| 4.2 | Abattage d'arbres | Ff | 1 | 500000 | 500000 |
| 4.3 | Fouilles en rigoles pour conduites | M ³ | 2805,1 | 1000 | 2805127,5 |
| 4.4 | Remblai de fouilles sur les conduites | M ³ | 2631,8 | 500 | 1315892,2 |
| 4.5 | Tube PVC pression DN 200 pour conduite principale reliant les forages à la ligne des conduites secondaires, y compris coudes et autres accessoires | MI | 63 | 25000 | 1575000 |
| 4.6 | Tube PVC pression DN 140 pour conduites secondaires, y compris coudes et autres accessoires | MI | 2168,25 | 20000 | 43365000 |

| | | | | | |
|-----------------------|---|----|-------|------------------|----------|
| 4.7 | Tube PVC évacuation DN 100 pour conduites tertiaires d'arrosage des parcelles, y compris coudes et autres accessoires | MI | 6720 | 10000 | 67200000 |
| 4.8 | F. et pose d'ouvrages de décharge de type 1, sur la ligne de conduites secondaires en diamètre 140mm, y compris regard, vannes et autres accessoires | U | 7 | 500000 | 3500000 |
| 4.9 | F. et pose d'ouvrages de décharge type 2 ,en fin des conduites tertiaires descendantes en diamètre 100mm, y compris regard et autres accessoires | U | 24 | 250000 | 6000000 |
| 4.10 | F. et pose de robinet - vanne de sectionnement de la ligne de conduites secondaires DN 140, y compris regard et autres accessoires | U | 5 | 500000 | 2500000 |
| 4.11 | F. et pose d'ouvrages de dérivation de conduites tertiaires avec robinets - vannes DN 100, y compris regard et autres accessoires | U | 48 | 250000 | 12000000 |
| 4.12 | F. et pose d'ouvrages simples de raccordement des conduites principales de refoulement à la ligne des conduites secondaires, y compris toutes accessoires | U | 6 | 50000 | 300000 |
| 4.13 | F. et pose de bornes d'irrigation à la parcelle, bilatérales, y compris regard, bassin de réception, vanne et autres accessoires | U | 108 | 300000 | 32400000 |
| Sous - Total 4 | | | | 175617457 | |
| V. | Travaux d'aménagement du périmètre | | | | |
| 5.1 | Exécution de pistes principales revêtues, de largeur 4m | MI | 5229 | 5000 | 26145000 |
| 5.2 | Exécution de pistes secondaires non revêtues, de largeur 4m | MI | 1733 | 2000 | 3465000 |
| 5.3 | Exécution de pistes tertiaires non revêtues, de largeur 2m | MI | 11025 | 1000 | 11025000 |

| | | | | | |
|-----------------------|--|----------|----------|-----------------|----------|
| 5.4 | Exécution colatures de parcelles (drains tertiaires) de forme triangulaire; de H = 0,35m ; fruit 3/2 | MI | 10815 | 1000 | 10815000 |
| 5.5 | Exécution colatures secondaires le long de la digue de protection, de forme trapéziq | MI | 1712 | 2000 | 3424000 |
| 5.6 | F et P de conduite en fonte DN800, pour évacuation eaux de drainage à travers digue de protection (drains principaux) | ml | 18 | 75000 | 1350000 |
| 5.7 | F et P de clapet de drainage DN800, à la sortie des conduites d'évacuation eaux de drainage à travers digue de protection | U | 3 | 250000 | 750000 |
| 5.8 | Débroussaillage et surfaçage grossier des parcelles, sans grand mouvement de terre avec confection de diguette de séparation des parcelles | ha | 54 | 250000 | 13500000 |
| Sous - Total 5 | | | | 70474000 | |
| VI. | Protection du périmètre | | | | |
| 6.1 | Exécution de fossés de ceinture de forme trapéziq H = 0,50m; b = 0,65m et fruit 3/2 | ml | 3420 | 2000 | 6840000 |
| 6.2 | Construction digue en terre argileuse de protection contre l'épandage des eaux; Hmoy = 1,5m; l = 3m; et fruit 3/2 | ml | 2060 | 30000 | 61800000 |
| 6.3 | Mise en place de haies vives en 3 rangées en quinconce, en ceinture du périmètre | ml | 5230 | 3000 | 15690000 |
| 6.4 | Mise en place de haies vives d'une rangée, en séparation des sous – périmètres | ml | 1733 | 1000 | 1732500 |
| Sous - Total 6 | | | | 86062500 | |
| VII. | Infrastructures d'appui à l'exploitation du périmètre | | | | |
| 7.1 | Construction d'un bloc bureau et magasin de 120 m ² | U | 1 | 15000000 | 15000000 |

| | |
|--|------------------|
| Sous - Total 7 | 15000000 |
| Total des Travaux | 485643957 |
| Contrôle et supervision des travaux (5% des travaux) | 24282198 |
| TOTAL GENERAL DU SOUS - PROJET | 509926155 |

3.4.6. Planning d'exécution des travaux du site de Farka

Figure 6 : Planning des travaux du site de Farka

| Travaux | Mois 1 | | | | Mois 2 | | | | Mois 3 | | | | Mois 4 | | | | Mois 5 | | | | Mois 6 | | | | Mois 7 | | | |
|---|--------|----|----|----|--------|----|----|----|--------|----|----|----|--------|----|----|----|--------|----|----|----|--------|----|----|----|--------|----|----|----|
| | S1 | S2 | S3 | S4 |
| Installation de chantier | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Implantation ouvrages | | | ■ | | | | | | | ■ | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | |
| Débroussaillage emprises travaux | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pose de conduites de distribution | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Confection des colatures de drainage | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Terrassement des pistes | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Pose / Construction ouvrages divers | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Débroussaillage des parcelles | | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | | | | |
| Confection de diguettes de séparation parcelles | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | | | |
| Confection de fossés de | | | | | | | | | | | | | | | | | | ■ | | | | | | | | | | |

