

Agence Japonaise de
Coopération Internationale

République du Mali

**Etude de faisabilité du Projet de développement agricole
de la zone de Nara
(agriculture, ressources en eau, énergie solaire)
en
République du Mali**

Rapport Final

Janvier 1995

**SANYU CONSULTANTS INC.
NIPPON KOEI CO., LTD.**

| |
|---------|
| AFA |
| JR |
| 94 - 52 |

Etude de faisabilité du Projet de développement agricole
de la zone de Nara
(agriculture, ressources en eau, énergie solaire)
en
République du Mali

Rapport Final

Janvier 1995

SANYU CONSULTANTS
NIPPON KOEI CO., LTD.

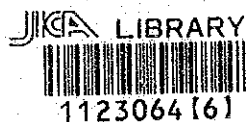
519
807
AFA

Agence Japonaise de
Coopération Internationale

République du Mali

**Etude de faisabilité du Projet de développement agricole
de la zone de Nara
(agriculture, ressources en eau, énergie solaire)
en
République du Mali**

Rapport Final



Janvier 1995

**SANYU CONSULTANTS INC.
NIPPON KOEI CO., LTD.**

国際協力事業団

18673

Avant-propos

En réponse à la requête du Gouvernement de la République du Mali, le Gouvernement du Japon a décidé l'exécution d'une Etude de faisabilité du Projet de développement agricole de la zone de Nara en République du Mali (agriculture, ressources en eau et énergie solaire) en vue de l'étude de vérification ayant pour objectif l'établissement d'un projet de développement agricole et la collecte de données en vue de la lutte contre la désertification dans le cercle de Nara, région de Koulikoro, et l'a confiée à l'Agence japonaise de coopération internationale.

La JICA a délégué sur place par deux fois entre septembre 1993 et mars 1994 une mission d'étude conduite par Monsieur Hironori TAKAHASHI, de Sanyu Consultants Inc.

Cette mission a tenu des concertations avec les personnes concernées du Gouvernement de la République du Mali, a effectué des études sur le terrain dans la zone du projet, et à son retour au Japon, l'étude a été approfondie. Par la suite, le rapport ci-joint a été complété.

Je suis heureux de vous soumettre ce rapport et je souhaite qu'il contribue à la promotion du projet et au renforcement des relations amicales entre nos deux pays.

Pour terminer, je tiens à exprimer mes sincères remerciements aux autorités concernées du Gouvernement de la République du Mali pour leur coopération avec les membres de la mission.

Janvier 1995



Kimio FUJITA

Président

Agence japonaise

de coopération internationale

M. Kimio FUJITA
Président
Agence japonaise
de coopération internationale

Objet: Lettre de présentation

Nous avons le plaisir de vous soumettre le rapport de l'Etude de faisabilité du Projet de développement agricole de la zone de Nara en République du Mali (agriculture, ressources en eau et énergie solaire). Le présent rapport compile la stratégie de développement agricole de la zone du projet tout en reflétant les suggestions et propositions concernant l'étude précitée des ministères et agences concernées du Gouvernement Japonais et de l'Agence japonaise de coopération internationale, et les commentaires au cours des discussions qui ont eu lieu à Bamako avec les personnes concernées du Ministère du Développement rural du Gouvernement de la République du Mali.

Le présent rapport fait des propositions sous différents angles concernant l'exploitation des eaux souterraines pour l'alimentation en eau potable des hommes et du bétail, l'amélioration de l'efficacité d'utilisation des marais, l'activation du développement de l'énergie solaire, l'amélioration du taux d'autosuffisance alimentaire et de l'environnement, en tant que stratégie de développement agricole de base de la région sur la base de l'étude sur le terrain et de l'analyse faite au Japon. De plus, les réserves en eau étant un élément essentiel pour le développement de l'agriculture dans cette zone, lors de l'étude de vérification agricole, on fera des travaux de réfection sur les mares pour contrôler l'évaporation, et proposera des mesures pour leur usage efficace.

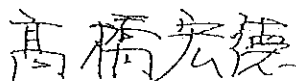
Pour la réalisation des objectifs de développement national du Mali, la promotion du Programme national de lutte contre la désertification (PNLCD) est essentiel, et il est souhaitable d'exécuter au plus tôt l'Etude de vérification agricole dans la région de Nara ayant pour objectif la sédentarisation des habitants, le développement agricole et l'établissement d'un projet de développement des ressources en eau indispensables à leur réalisation, pour contribuer à la lutte contre la désertification du Sahel, dont la région de Nara fait partie.

Nous souhaitons exprimer nos remerciements pour la compréhension et l'assistance que nous ont fournies, durant cette étude, les personnes concernées de la JICA, du Ministère des Affaires Etrangères et du Ministère de l'Agriculture, de la Forêt et de la Pêche.

Nous aimerions également remercier le Ministère du Développement rural et les autres ministères concernés du Mali pour l'aide précieuse et la collaboration qu'ils nous ont apportées à cette occasion.

En espérant que ce rapport vous sera utile pour la promotion de ce projet, je vous prie d'agréer, Monsieur le Président, l'expression de mes sentiments respectueux.

Janvier 1995



Hironori TAKAHASHI

Chef des ingénieurs-conseils

Equipe de l'étude de faisabilité du projet de développement agricole de la zone de Nara en République du Mali (agriculture, ressources en eau et énergie solaire)

SANYU Consultants Inc.

Table des matières

| | |
|---|------|
| Carte de la zone d'Etudes | |
| Table des matières | |
| Table des matières pour Tableaux | |
| Table des matières pour Figures | |
| Table des matières pour Annexes | |
| Abréviations et unités | |
| | Page |
| Chapitre 1 Introduction | 1-1 |
| 1.1 Arrière-plan de l'étude | 1-1 |
| 1.2 Objectif de l'étude | 1-3 |
| 1.3 Historique de l'étude | 1-4 |
| Chapitre 2 Arrière-plan économique et social | 2-1 |
| 2.1 Economie nationale | 2-1 |
| 2.1.1 Situation économique | 2-1 |
| 2.1.2 Programme de développement national | 2-2 |
| 2.1.3 Mesures agricoles dans l'économie nationale | 2-7 |
| 2.2 Programme national de lutte contre la désertification | 2-9 |
| 2.3 Secteur énergie | 2-12 |
| 2.3.1 Situation actuelle du secteur énergie | 2-12 |
| 2.3.2 Situation actuelle du secteur énergie électrique | 2-13 |
| 2.3.3 Secteur énergies nouvelles et renouvelables | 2-15 |
| Chapitre 3 Situation générale de la zone d'étude du projet | 3-1 |
| 3.1 Situation naturelle | 3-1 |
| 3.1.1 Position et portée | 3-1 |
| 3.1.2 Géomorphologie et nature du terrain | 3-1 |
| 3.1.3 Les sols | 3-3 |
| 3.1.4 Météorologie et hydrologie | 3-7 |
| 3.1.5 Hydrogéologie et eaux souterraines | 3-10 |
| 3.2 Situation socio-économique | 3-13 |
| 3.2.1 Division administrative | 3-13 |
| 3.2.2 Population et répartition de la population | 3-14 |
| 3.2.3 Ethnies | 3-18 |
| 3.2.4 Situation de l'emploi et du revenu | 3-19 |
| 3.2.5 Infrastructures sociales | 3-22 |
| 3.2.6 Organisations administratives et traditionnelles | 3-24 |
| 3.3 Forme des villages | 3-26 |
| 3.3.1 Structure des villages | 3-26 |
| 3.3.2 Classification des villages | 3-27 |
| 3.3.3 Particularités des types | 3-28 |
| 3.4 Utilisation du sol et forme de propriété | 3-29 |
| 3.4.1 État actuel de propriété du sol | 3-29 |

| | | |
|------------|--|------|
| 3.4.2 | Formes de propriété du sol | 3-32 |
| 3.4.3 | Système de l'utilisation du sol | 3-33 |
| 3.5 | Eau de surface | 3-36 |
| 3.5.1 | Eau d'écoulement de surface | 3-36 |
| 3.5.2 | Répartition, portée et utilisation des accumulations d'eau naturelle (mares) | 3-37 |
| 3.5.3 | L'état actuel de l'irrigation par accumulation d'eau | 3-41 |
| 3.6 | Eaux souterraines | 3-42 |
| 3.6.1 | Situation actuelle d'utilisation des puits existants | 3-42 |
| 3.6.2 | Répartition et emmagasinement des eaux souterraines | 3-49 |
| 3.7 | Situation actuelle de l'agriculture, de l'élevage et l'exploitation de la forêt | 3-59 |
| 3.7.1 | Agriculture | 3-59 |
| 3.7.2 | Élevage | 3-65 |
| 3.7.3 | Forêts | 3-69 |
| 3.7.4 | Système d'essai, d'étude et de vulgarisation | 3-72 |
| 3.7.5 | Transformation, stockage et marché des produits agricoles, de l'élevage et forestiers | 3-73 |
| 3.7.6 | Organisations paysannes et système d'appui agricole | 3-77 |
| 3.8 | Situation actuelle du projet de pompage à cellules photovoltaïque | 3-81 |
| 3.8.1 | Historique et organisation | 3-81 |
| 3.8.2 | Situation actuelle..... | 3-81 |
| 3.8.3 | Situation actuelle du système d'entretien et de gestion et problèmes | 3-85 |
| 3.9 | Situation actuelle de la sauvegarde de l'environnement (naturel) | 3-89 |
| 3.9.1 | Plantes sauvages et densité de végétation | 3-89 |
| 3.9.2 | Ecosystème et répartition des principaux animaux sauvages | 3-93 |
| 3.9.3 | Erosion du sol et dégradation des terres..... | 3-97 |
| | | |
| Chapitre 4 | Eléments faisant obstacles au développement et problèmes de l'exploitation agricole | 4-1 |
| 4.1 | Eléments faisant obstacle au développement communs aux différentes catégories et problèmes de l'exploitation agricole | 4-1 |
| 4.2 | Eléments faisant obstacle au développement par type et problèmes sur l'exploitation agricole | 4-6 |
| 4.3 | Orientation du développement | 4-8 |
| | | |
| Chapitre 5 | Etude préalable sur le système de pompage à cellules photovoltaïques | 5-1 |
| 5.1 | Potentiel de l'énergie solaire | 5-1 |
| 5.1.1 | Situation actuelle du système existant d'observations météorologiques existant | 5-1 |
| 5.1.2 | Données existantes d'observations météorologiques | 5-3 |
| 5.1.3 | Instruments météorologiques | 5-7 |
| 5.1.4 | Résultats d'analyse des données d'observation et comparaison avec les données existantes | 5-10 |

| | | |
|---|--|------|
| 5.2 | Choix des puits pour le système de pompage à cellules photovoltaïques | 5-28 |
| 5.2.1 | Choix des puits destinés à l'essai de pompage | 5-28 |
| 5.2.2 | Essai de pompage | 5-33 |
| 5.2.3 | Evaluation globale et choix des puits d'installation | 5-38 |
| 5.3 | Système de pompage à cellules photovoltaïques | 5-57 |
| 5.3.1 | Situation actuelle des puits à système de pompage à cellules photovoltaïques | 5-57 |
| 5.3.2 | Aperçu du système | 5-59 |
| 5.3.3 | Installation du système et transfert de technologie | 5-61 |
| 5.3.4 | Organisation de l'observation, de l'entretien et de la gestion | 5-66 |
| Chapitre 6 Evaluation du système de pompage à cellules photovoltaïques .. | | 6-1 |
| 6.1 | Analyse des données d'exploitation du système de pompage à cellules photovoltaïques | 6-1 |
| 6.1.1 | Objectif et méthode de l'analyse des données d'exploitation | 6-1 |
| 6.1.2 | Référence sur l'exploitation | 6-3 |
| 6.1.3 | Caractéristiques de l'exploitation et analyse des données d'exploitation | 6-4 |
| 6.2 | Evaluation du système de pompage à cellules photovoltaïques | 6-58 |
| 6.2.1 | Evaluation sur le plan technique | 6-58 |
| 6.2.2 | Evaluation économique | 6-64 |
| 6.2.3 | Evaluation du système de gestion et d'entretien | 6-69 |
| 6.3 | Choix de sites d'installation du système ménager | 6-79 |
| 6.4 | Conception de base du système de pompage photovoltaïque | 6-82 |
| 6.4.1 | Conditions de base pour la conception | 6-82 |
| 6.4.2 | Système ménager | 6-84 |
| 6.4.3 | Système agricole | 6-87 |
| 6.5 | Fonctionnement, gestion et entretien du système dans la 2ème phase | 6-91 |
| Chapitre 7 Stratégie de base du développement agricole | | 7-1 |
| 7.1 | Assurance et utilisation des ressources en eau | 7-1 |
| 7.1.1 | Exploitation des eaux souterraines pour l'utilisation comme boisson et autres, et pour le bétail | 7-1 |
| 7.1.2 | Amélioration de l'emploi efficace des mares et utilisation de l'irrigation | 7-4 |
| 7.1.3 | Introduction et essai de l'irrigation par accumulation d'eau | 7-10 |
| 7.2 | Exploitation du pompage à cellules photovoltaïques | 7-12 |
| 7.2.1 | Exploitation efficace de l'énergie solaire | 7-12 |
| 7.2.2 | Utilisation du système de pompage à cellules photovoltaïques au développement agricole | 7-13 |
| 7.2.3 | Système de pompage à cellules photovoltaïques | 7-14 |
| 7.2.4 | Gestion et entretien du système | 7-15 |
| 7.3 | Amélioration de l'autosuffisance alimentaire | 7-16 |
| 7.3.1 | Amélioration des systèmes d'utilisation des terres | 7-16 |
| 7.3.2 | Amélioration du système de culture | 7-18 |

| | | |
|--|--|------------|
| 7.3.3 | Amélioration de la méthode de culture | 7-22 |
| 7.3.4 | Amélioration du traitement après récolte | 7-26 |
| 7.3.5 | Renforcement des activités de vulgarisation | 7-27 |
| 7.3.6 | Renforcement des essais et études | 7-27 |
| 7.3.7 | Amélioration de l'agriculture sur champs brûlés | 7-28 |
| 7.3.8 | Amélioration de la gestion agricole | 7-30 |
| 7.3.9 | Amélioration de la transhumance | 7-32 |
| 7.3.10 | Aménagement de l'infrastructure des villages | 7-33 |
| 7.4 | Amélioration de l'environnement | 7-34 |
| 7.4.1 | Introduction de l'agroforesterie | 7-34 |
| 7.4.2 | Amélioration du système d'élevage | 7-37 |
| 7.4.3 | Sauvegarde du sol | 7-37 |
| Chapitre 8 Signification de l'étude de vérification | | 8-1 |
| 8.1 | Signification de l'étude de vérification | 8-1 |
| 8.2 | Objectifs de l'étude de vérification | 8-2 |
| 8.3 | Orientation de base de l'étude de vérification | 8-3 |
| 8.3.1 | Etude de vérification agricole | 8-3 |
| 8.3.2 | Etude de vérification du pompage à cellules photovoltaïques | 8-4 |

Table des matières pour Tableaux

| Numéro | Titre | page |
|----------------|---|------|
| Tableau 3.6-1 | Répartition des puits d'après le "Fichier Puits" | 3-46 |
| Tableau 3.6-2 | Répartition des puits d'après la "Situation des Puits de 1985-93 NARA" | 3-46 |
| Tableau 3.6-3 | Répartition des puits d'après les résultats de l'étude sur place | 3-47 |
| Tableau 3.6-4 | Débit de pompage des puits | 3-48 |
| Tableau 3.6-5 | Qualité (conductivité électrique) de l'eau des puits | 3-48 |
| Tableau 3.6-6 | Profondeur de stockage d'eau moyenne par aquifère | 3-52 |
| Tableau 3.6-7 | Emmagasinement des eaux souterraines de chaque arrondissement | 3-53 |
| Tableau 3.6-8 | Emmagasinement des eaux souterraines par secteur hydrologique | 3-54 |
| Tableau 3.6-9 | Formule relationnelle de calcul de la recharge des eaux souterraines | 3-55 |
| Tableau 3.6-10 | Recharge des eaux souterraines de chaque arrondissement | 3-55 |
| Tableau 3.6-11 | Recharge des eaux souterraines par secteur hydrologique | 3-56 |
| Tableau 5.1-1 | Durée d'insolation moyenne par mois 1951 - 1980 | 5-19 |
| Tableau 5.1-2 | Quantité de radiation solaire moyenne par mois | 5-20 |
| Tableau 5.1-3 | Quantité de radiation solaire globale et moyenne de chaque pays | 5-21 |
| Tableau 5.2-1 | Résultats de l'enquête sur les puits | 5-48 |
| Tableau 5.2-2 | Critères de l'évaluation des puits | 5-50 |
| Tableau 5.2-3 | Puits faisant l'objet de l'essai de pompage et l'ordre de priorité d'essai | 5-51 |
| Tableau 5.2-4 | Evaluation des résultats de l'essai de pompage | 5-52 |
| Tableau 5.2-5 | Résultats de l'enquête des puits et de l'essai de pompage | 5-53 |
| Tableau 5.2-6 | Evaluation des conditions de puits | 5-54 |
| Tableau 5.2-7 | Synthèse de l'évaluation des puits | 5-55 |
| Tableau 5.3-1 | Calendrier d'installation du système de pompage à cellules photovoltaïques | 5-74 |
| Tableau 5.3-2 | Résultats de l'enquête menée auprès des habitants | 5-75 |
| Tableau 6.1-1 | Données journalières (le 1er avril 1994 : Berzack) | 6-17 |
| Tableau 6.1-2 | Données mensuelles (avril 1994 : Koera) | 6-18 |
| Tableau 6.1-3 | Référence sur l'exploitation du système à cellules photovoltaïques (Berzack) : février - septembre 1994 | 6-19 |
| Tableau 6.1-4 | Référence sur l'exploitation du système à cellules photovoltaïques (Berzack) : février 1994 | 6-20 |
| Tableau 6.1-5 | Référence sur l'exploitation du système à cellules photovoltaïques (Berzack) : mars 1994 | 6-21 |
| Tableau 6.1-6 | Référence sur l'exploitation du système à cellules photovoltaïques (Berzack) : avril 1994 | 6-22 |

| | | |
|----------------|---|------|
| Tableau 6.1-7 | Référence sur l'exploitation du système à cellules photovoltaïques (Berzack) : mai 1994 | 6-23 |
| Tableau 6.1-8 | Référence sur l'exploitation du système à cellules photovoltaïques (Berzack) : juin 1994 | 6-24 |
| Tableau 6.1-9 | Référence sur l'exploitation du système à cellules photovoltaïques (Berzack) : juillet 1994 | 6-25 |
| Tableau 6.1-10 | Référence sur l'exploitation du système à cellules photovoltaïques (Berzack) : août 1994 | 6-26 |
| Tableau 6.1-11 | Référence sur l'exploitation du système à cellules photovoltaïques (Berzack) : septembre 1994 | 6-27 |
| Tableau 6.1-12 | Référence sur l'exploitation du système à cellules photovoltaïques (Koera) : février - septembre 1994 | 6-28 |
| Tableau 6.1-13 | Référence sur l'exploitation du système à cellules photovoltaïques (Koera) : février 1994 | 6-29 |
| Tableau 6.1-14 | Référence sur l'exploitation du système à cellules photovoltaïques (Koera) : mars 1994 | 6-30 |
| Tableau 6.1-15 | Référence sur l'exploitation du système à cellules photovoltaïques (Koera) : avril 1994 | 6-31 |
| Tableau 6.1-16 | Référence sur l'exploitation du système à cellules photovoltaïques (Koera) : mai 1994 | 6-32 |
| Tableau 6.1-17 | Référence sur l'exploitation du système à cellules photovoltaïques (Koera) : juin 1994 | 6-33 |
| Tableau 6.1-18 | Référence sur l'exploitation du système à cellules photovoltaïques (Koera) : juillet 1994 | 6-34 |
| Tableau 6.1-19 | Référence sur l'exploitation du système à cellules photovoltaïques (Koera) : août 1994 | 6-35 |
| Tableau 6.1-20 | Référence sur l'exploitation du système à cellules photovoltaïques (Koera) : septembre 1994 | 6-36 |
| Tableau 6.1-21 | Données sur l'exploitation (le 16 avril 1994 : Koera) | 6-37 |
| Tableau 6.2-1 | Evaluation économique | 6-74 |
| Tableau 6.2-2 | Volume d'utilisation d'eau pompée par mois | 6-75 |
| Tableau 6.2-3 | Débit d'eau vendue par jour : pour ménages | 6-76 |
| Tableau 6.2-4 | Débit d'eau vendue par jour : pour bétail | 6-77 |
| Tableau 6.2-5 | Débit d'eau vendue par mois : somme perçue | 6-78 |

Table des matières pour Figures

| Numéro | Titre | page |
|---------------|---|-------|
| Figure 2.3-1 | Schéma du système d'énergie électrique du Mali | 2-17 |
| Figure 3.1-1 | Carte géologique de la région de Nara | 3-101 |
| Figure 3.2-1 | Distribution de population | 3-102 |
| Figure 3.6-1 | Carte hydrogéologique | 3-103 |
| Figure 3.7-1 | Système de Culture de l'état actuel du cercle de Nara. | 3-104 |
| Figure 5.1-1 | Carte de l'emplacement des stations météorologiques | 5-22 |
| Figure 5.1-2 | Carte de répartition de la durée d'insolation du Mali (1951-1980) | 5-23 |
| Figure 5.1-3 | Carte de répartition des précipitations annuelles du Mali | 5-24 |
| Figure 5.1-4 | Evolution des précipitations annuelles (1951 - 1990) | 5-25 |
| Figure 5.1-5 | Disposition générale | 5-26 |
| Figure 5.1-6 | Moyenne mensuelle (juin 1994) | 5-27 |
| Figure 5.2-1 | Evolution du niveau d'eau des puits existants | 5-56 |
| Figure 5.3-1 | Carte indiquant l'emplacement de BERZACK et KOERA | 5-76 |
| Figure 5.3-2 | Système de pompage à cellules photovoltaïques | 5-77 |
| Figure 5.3-3 | Disposition générale du système de pompage à cellules photovoltaïques à Berzack | 5-78 |
| Figure 5.3-4 | Disposition générale du système de pompage à cellules photovoltaïques à Koera | 5-79 |
| Figure 6.1-1 | Résultats d'observation des moyennes par mois : février 1994 Berzack | 6-38 |
| Figure 6.1-2 | Résultats d'observation des moyennes par mois : mars 1994 Berzack | 6-39 |
| Figure 6.1-3 | Résultats d'observation des moyennes par mois : avril 1994 Berzack | 6-40 |
| Figure 6.1-4 | Résultats d'observation des moyennes par mois : mai 1994 Berzack | 6-41 |
| Figure 6.1-5 | Résultats d'observation des moyennes par mois : juin 1994 Berzack | 6-42 |
| Figure 6.1-6 | Résultats d'observation des moyennes par mois : juillet 1994 Berzack | 6-43 |
| Figure 6.1-7 | Résultats d'observation des moyennes par mois : août 1994 Berzack | 6-44 |
| Figure 6.1-8 | Résultats d'observation des moyennes par mois : septembre 1994 Berzack | 6-45 |
| Figure 6.1-9 | Résultats d'observation des moyennes par mois : février 1994 Koera | 6-46 |
| Figure 6.1-10 | Résultats d'observation des moyennes par mois : mars 1994 Koera | 6-47 |
| Figure 6.1-11 | Résultats d'observation des moyennes par mois : avril 1994 Koera | 6-48 |
| Figure 6.1-12 | Résultats d'observation des moyennes par mois : mai 1994 Koera | 6-49 |

| | | |
|---------------|---|------|
| Figure 6.1-13 | Résultats d'observation des moyennes par mois : juin 1994 Koera | 6-50 |
| Figure 6.1-14 | Résultats d'observation des moyennes par mois : juillet 1994 Koera | 6-51 |
| Figure 6.1-15 | Résultats d'observation des moyennes moyens par mois : août 1994 Koera | 6-52 |
| Figure 6.1-16 | Résultats d'observation des moyennes par mois : septembre 1994 Koera | 6-53 |
| Figure 6.1-17 | Rapport entre Température ambiante (Tenv) et celle des piles solaires (Tsc) pour jours représentatifs Berzack | 6-54 |
| Figure 6.1-18 | Rapport entre Température ambiante (Tenv) et celle des piles solaires (Tsc) pour jours représentatifs Koera | 6-55 |
| Figure 6.1-19 | Rapport entre Température ambiante (Tenv) et celle de l'intérieur du tableau de commande (Tinv) pour jours représentatifs Berzack | 6-56 |
| Figure 6.1-20 | Rapport entre Température ambiante (Tenv) et celle de l'intérieur du tableau de commande (Tinv) pour jours représentatifs Koera | 6-57 |
| Figure 6.4-1 | Vue schématique du système de pompage à cellules photovoltaïque pour ménages | 6-89 |
| Figure 6.4-2 | Vue schématique du système de pompage à cellules photovoltaïque pour bétail | 6-90 |
| Figure 7.3-1 | Système de culture proposé pour le cercle de Nara | 7-39 |
| Figure 7.4-1 | Schéma de culture à rangs | 7-40 |

Table des matières pour Annexes

| | | |
|--------|---|--|
| ANNEXE | A | GENERAL |
| ANNEXE | B | SOCIETE RURALE |
| ANNEXE | C | EAUX DE SURFACE ET IRRIGATION |
| ANNEXE | D | HYDROGEOLOGIE ET EAUX SOUTERRAINES |
| ANNEXE | E | SOL, UTILISATION DU TERRAIN |
| ANNEXE | F | GESTION AGRICOLE ET CULTURE |
| ANNEXE | G | ELEVAGE ET PATURAGES |
| ANNEXE | H | ECONOMIE AGRICOLE, VULGARISATION ET ORGANISATION VILLAGEOISE |
| ANNEXE | I | SAUVEGARDE DE L'ENVIRONNEMENT ET DES TERRES AGRICOLES |
| ANNEXE | J | FICHES D'ETUDE SUR LE TERRAIN DES PUIITS EXISTANTS |
| ANNEXE | K | DESCRIPTION GENERALE DES INSTRUMENTS METEOROLOGIQUES |
| ANNEXE | L | OBSERVATIONS METEOROLOGIQUES |
| ANNEXE | M | INSTALLATION DU SYSTEME DE POMPAGE A CELLULES PHOTOVOLTAIQUES |
| ANNEXE | N | ANALYSE DE LA REFERENCÉ SUR L'EXPLOITATION ET DES DONNEES DU SYSTEME DE POMPAGE A CELLULES PHOTOVOLTAIQUES |

Abréviations et unités

| <u>Abréviation</u> | <u>Dénomination</u> |
|--------------------|---|
| MAEME | Ministère des Affaires Etrangères et Maliens de l'Extérieur |
| DNC | Direction de la Coopération Internationale |
| MRD | Ministère du Développement Rural |
| DNA | Direction Nationale de l'Agriculture |
| DNGR | Direction Nationale du Génie Rural |
| IER | Institut d'Economie Rurale |
| PRODESO | Projet de développement Elevage au Sahel Occidental |
| MMHE | Ministère des Mines, de l'Hydraulique et de l'Energie |
| DNHE | Direction Nationale de l'Hydraulique et de l'Energie |
| CNESOLER | Centre National d'Energie Solaire et des Energies Renouvelables |
| LESO | Laboratoire d'Energie Solaire |
| CEES | Cellule d'Entretien des Equipements Solaires |
| MTC | Ministère des Transports et du Commerce |
| DNM | Direction Nationale de la Météorologie |
| ME | Ministère de l'Environnement |
| PNLCD | Programme National de Lutte Contre la Désertification |
| CSE | Cellule de Suivi Environnement |
| CAC | Centre d'Action Coopérative |
| DNAFLA | Direction Nationale d'Alphabétisation Fonctionnelle et de Linguistique Appliquée |
| EDM | Energie du Mali |
| MAV | Mali Aqua Viva |
| FED | Fonds Européen de Développement |
| IDA | International Development Association |
| BM | Banque Mondiale |
| PNUD | Programme des Nations-Unies pour le Développement |
| FAO | Organisation des Nations-Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture |
| WMO | World Meteorological Organisation |
| OERHN | Office pour l'Exploitation des Ressources Hydrauliques du Haut Niger |
| OMVS | Organisation pour la Mise en Valeur du Fleuve Sénégal |
| PRS | Programme Régional Solaire |

Unités

F CFA

Monnaie commune de la zone francophone

U.C.

Unité d'élevage (LU)

Terminologie

REGION

Région administrative

CERCLE

Unité administrative sous la région

ARRONDISSEMENT

Unité administrative sous le cercle

SECTEUR

Zone de développement comprenant plusieurs villages dans un arrondissement

Chapitre 1 Introduction

Chapitre 1 Introduction

1.1 Arrière-plan de l'étude

La République du Mali depuis l'indépendance vis-à-vis de la France en 1960, a mis l'accent sur l'agriculture et l'élevage. L'agriculture est un élément essentiel de l'économie malienne, et le pays s'efforce d'augmenter sa production de mil, de sorgho et de maïs. Mais le climat instable et la sécheresse ne permettent pas de satisfaire les besoins. Une grande sécheresse touche le pays environ tous les dix ans, et chaque fois, la végétation est détruite, les produits agricoles et le bétail diminuent, ce qui fait subir des dommages importants au cadre de vie des habitants.

Au Mali, 4 plans de développement national ont été établis entre 1960 et 1985, mais en général le pourcentage de réalisation de ces plans est resté faible parce qu'une croissance excessive a été prévue et que l'apport en capitaux nécessaire ne s'est pas fait. Le 5ème plan de développement national (1987-91) démarré en 1987, après réflexion sur les précédents, a fixé le taux de croissance réel du P.I.B. à 4% par an et un objectif d'investissement réduit de 570 milliards de F CFA, et visé la réalisation de tous ses objectifs.

Ce plan visait;

- (1) L'autosuffisance alimentaire
- (2) La prévention de la désertification
- (3) La satisfaction des besoins élémentaires de la production
- (4) La stimulation de l'emploi
- (5) L'aménagement et l'élargissement du réseau de transport.

D'autre part, le système de pompage à cellules photovoltaïques du pays a été mis en place il y a environ 15 ans par des pays d'aide, et actuellement environ 200 installations photovoltaïques sont utilisées principalement pour l'approvisionnement en eau potable des habitants et du bétail. Elles sont partiellement utilisées sur des sites de vérification et centrées sur la culture de légumes, visant à l'irrigation à petite échelle. Le problème de ces installations est qu'elles sont difficiles à gérer par les habitants. La majeure partie des installations en panne le sont à cause de la pompe, parce que l'approvisionnement en pièces est impossible, ou par manque de fonds pour l'achat.

Pour le Mali où la désertification progresse, les questions de développement économique, d'autosuffisance alimentaire, de régionalisation sont des prémisses à la prévention de la désertification, mais la disponibilité de l'énergie est une des conditions essentielles pour cela. Comme le pays est relativement avantagé sur le plan de l'ensoleillement et des conditions d'ensoleillement, et que les cellules photovoltaïques sont des sources d'énergie importantes, il est souhaitable qu'il s'attache au développement de leur usage.

Vu cette situation, le Gouvernement du Mali a déposé une requête auprès du Gouvernement du Japon en septembre 1991 concernant la présente étude de vérification des possibilités de pompage à cellules photovoltaïques des eaux souterraines dans le cercle de Nara, limitrophe de la Mauritanie, situé à environ 350 km au Nord de Bamako, la capitale, en vue de la stimulation des activités agricoles et de plantation d'arbres.

En réponse à cette requête, le Gouvernement du Japon a exécuté une première puis une seconde étude préliminaire en mars et en octobre 1992 afin de confirmer l'arrière-plan et la teneur de la requête malienne, d'étudier la coopération du Gouvernement Japonais, les possibilités et l'étendue des travaux.

L'étude préliminaire a révélé que la sédentarisation de la population par le biais du développement de l'agriculture des villages était également nécessaire pour la prévention de la désertification, et que les réserves d'eau souterraine de ladite zone étaient moins importantes que prévus, et on a pu vérifier la nécessité d'étudier l'utilisation efficace des eaux de surface, et juger que les réserves d'eau souterraines constituaient l'élément principal du projet de développement agricole de la zone.

Comme première étape, on a décidé d'effectuer des études fondamentales sur l'agriculture, les ressources en eau et l'énergie solaire, incluant des procédures d'utilisation efficace des ressources en eau limitées. On a également confirmé d'étudier l'exécution d'études de vérification de la seconde étape sur l'agriculture et d'études sur le projet de développement agricole, et des études de vérification sur le pompage à cellules photovoltaïques et études sur le projet d'énergie solaire, sur la base des études précitées.

Suite à ces faits, on a défini en mars 1993 une portée des travaux (S/W) concernant l'Étude fondamentale sur l'Agriculture, les Ressources en eau et l'Énergie solaire, etc. comme première étape, et sur cette base, on a décidé l'envoi d'une mission d'étude de faisabilité du projet de développement agricole de la zone de Nara en République du Mali (agriculture, ressources en eau et énergie solaire) en septembre 1993.

1.2 Objectif de l'étude

La présente étude se veut une étude de vérification visant à la sédentarisation de la population, au développement agricole, et à l'établissement d'un plan d'exploitation des eaux souterraines indispensable à ces réalisations, en vue de la prévention de la désertification dans la zone de Nara située dans le Sahel.

Cette étude qui permettra de confirmer sur place les objectifs précités, sera divisée en 2 étapes pour l'étude de l'environnement socio-économique et naturel dans la zone de Nara, et confirmer sur place des mesures concrètes pour la prévention de la désertification basées sur la sédentarisation de la population, centrée sur l'agriculture et l'exploitation des eaux souterraines.

Dans le domaine agricole, on étudiera la situation actuelle de l'agriculture et les éléments faisant obstacle à son développement, et on effectuera, en première étape, une étude fondamentale de l'agriculture et des ressources en eau visant principalement à l'évaluation des ressources en eau utilisables, qui conditionnent le développement.

Dans cette première étape, on fera simultanément, dans le domaine du pompage à cellules photovoltaïques, une étude de vérification complémentaire pour le pompage des eaux souterraines de petite envergure par le système de pompage à cellules photovoltaïques, et on étudiera sa pertinence et les méthodes de transfert technologique.

Au cours de la seconde étape, sur la base des résultats des études ci-dessus, on fera une étude de vérification sur la disponibilité de l'eau sur la base des ressources en eau utilisables, par l'intermédiaire d'expériences d'exécution de méthodes concrètes de développement agricole et d'exploitation des ressources en eau.

1.3 Historique de l'étude

La présente étude a compilé le résultat des études sur place qui ont été réalisées de septembre 1993 à mars 1994 en tant que rapport intérimaire, présentée et discutée.

Pour le secteur de l'agriculture et des ressources en eau, on a continué l'établissement de la stratégie fondamentale de développement agricole comme travaux au Japon à compter du mois d'avril 1994. Pour ce qui concerne le secteur photovoltaïque, on a réalisé parallèlement la collecte et l'analyse des données d'observations météorologiques ainsi que les travaux sur place de collecte des données d'entretien et de gestion de l'opération pour les équipements de pompes à cellules photovoltaïques, ensuite, fait une évaluation préliminaire pour le système de pompage à cellules photovoltaïques, établi une évaluation globale ainsi que la stratégie fondamentale de développement agricole en commun pour le secteur de l'agriculture et des ressources en eau comme travaux au Japon.

(1) Comité de gestion des travaux

| | | |
|----------------|------------------|---|
| Chef du comité | Ryota NAKAMURA | Dr. en agriculture, professeur associé, Laboratoire de l'irrigation et du drainage, Faculté d'agriculture, Université de Tokyo, |
| Membre | Masahito SATO | Chef, Section des relations internationales, Centre de recherche sur l'agriculture tropicale, Ministère de l'agriculture, de la forêt et de la pêche |
| Membre | Ryoji NAGAE | Géologue, Section des ressources naturelles, Division de la planification, Bureau de la politique agricole de Tokai, Ministère de l'Agriculture, de la Forêt et de la Pêche |
| Membre | Massaki YAMAMOTO | Directeur adjoint, Division technologie électrique, Agence des ressources naturelles et de l'énergie Ministère du Commerce et de l'Industrie |

(2) Composition de la mission d'étude

La mission d'étude est composée du secteur de l'agriculture et des ressources en eau ainsi que du secteur photovoltaïque, est conduit par M. Hironori TAKAHASHI, responsable en chef de l'ensemble de la mission d'étude, et les membres composants chaque secteur sont les suivants.

(a) Secteur de l'agriculture et des ressources en eau

| Prénom et nom | | Fonction |
|------------------|-------------|---|
| 1) Hironori | TAKAHASHI | Responsable en chef (secteur de l'agriculture et des mines), développement régional |
| 2) Michio | GOTOH | Qualité de l'eau, ressources en eau, irrigation (responsable adjoint) |
| 3) Mitsuru | KAKIZAKI | Société rurale |
| 4) Hirotaka | NISHIMOTO | Hydrogéologie, direction du creusement, eaux souterraines |
| 5) Gholamhossein | SHOKOHIFARD | Sol, utilisation du terrain |
| 6) Tetsunari | GEJO | Exploitation agricole, culture |
| 7) Toshihide | SHIBATA | Economie agricole/vulgarisation de l'agriculture, organisation d'agriculteurs |
| 8) Ken | KOZAI | Élevage, pâturages |
| 9) Naoto | MORIOKA | Environnement, sauvegarde des terres cultivées |
| 10) Tadao | ARAI | Interprète |

(b) Secteur photovoltaïque

| | Prénom et nom | Fonction |
|-----|---------------------|--|
| 1) | Yoshiaki MIYAGAWA | Chef |
| 2) | Noriaki MATSUSHIMA | Planning des installations photovoltaïques (sous-chef) |
| 3) | Motoo FUJITA | Étude des puits et essai de pompage |
| 4) | Katsumi FUJII | Analyse des données d'observations météorologiques |
| 5) | Ichiro OGAWA | Installation et mise au point des installations |
| 6) | Katsuo HASHIMOTO | Installations des équipements d'observations météorologiques |
| 7) | Junichi IWAI | Installations des équipements de pompage à cellules photovoltaïque |
| 8) | Tetsuhiro YAMASHITA | Entretien et gestion des installations |
| 9) | M.L. KNIGHT | Économie |
| 10) | Norihiko IGUCHI | Interprète |

(3) Contrepartie malienne

| Prénom et Nom | Corps | Fonction | Service d'origine |
|-------------------|--|---------------|-------------------|
| Ousmane TOURE | Ingénieur d'Agriculture et de Génie Rural | Coordinateur | DNA |
| Nanga BERTHE | Ingénieur d'Agriculture et de Génie Rural | Correspondant | DNA |
| Madia SIDORO | Ingénieur de Génie Civil et des Mines (Hydrologue) | Correspondant | DNHE |
| Mamadou DIARRA | Ingénieur d'Industrie et Mines (Spécialité Électromécanique) | Correspondant | CNESOLER |
| Mamadou L.FOFANA | Ingénieur de Génie Civil et des Mines (Climatologue) | Correspondant | DNM |
| Dalla DIARRISSO | Ingénieur d'Agriculture et de Génie Rural (Pédologue) | Correspondant | IER |
| Dalinon COULIBALY | Ingénieur d'Élevage (Pastoraliste) | Correspondant | DNE |
| Sangare BOLI | Ingénieur Eaux et Forêts | Correspondant | DNEF |

Chapitre 2 Arrière-plan économique et social

Chapitre 2 Arrière-plan économique et social

2.1 Economie nationale

2.1.1 Situation économique

Le Mali est un pays agricole pauvre en ressources naturelles; de plus, c'est un pays continental, les matières premières importées sont chères, et la demande commerciale intérieure du pays est faible, ce qui nuit au développement des secteurs secondaire et tertiaire, y compris l'industrie. Le secteur primaire, qui représente environ la moitié de la production intérieure, est fortement influencé par les variations climatiques, autrement dit, le problème environnemental du Sahel limite son développement, et dans les faits, la production des principaux produits agricole s'effectue le long des fleuves Niger et Sénégal et au sud de ces fleuves.

Tendances de la production intérieure aux prix de 1987 (unité: milliard F CFA)

| Année | Primaire | | | Secondaire | Tertiaire | Production intérieure totale |
|-------|-----------|-------------|---------|------------|-----------|------------------------------------|
| | Industrie | Agriculture | Elevage | Industrie | Industrie | |
| 1989 | 310 | 143 | 79 | 86 | 234 | 630 |
| 1990 | 306 | 140 | 83 | 92 | 232 | 630 |
| 1991 | 298 | 115 | 90 | 94 | 230 | 622 |
| 1992 | 336 | 146 | 95 | 97 | 236 | 669 |

* Agriculture et élevage sont compris

Avec la stagnation actuelle du prix des denrées alimentaires, les revenus des exportations, qui dépendent largement du coton et du bétail, qui représentent 75% du montant des produits exportés, ne permettent pas de financer les dépenses pour les importations de produits industriels, d'énergie et de produits alimentaires insuffisants, et tous les ans, un déficit commercial de 400 millions de dollars s'accumule. Par ailleurs, les remboursements annuels, de la dette par exemple, équivalent au déficit budgétaire annuel de 100 à 200 millions de dollars. Par ailleurs, on estime que la dévaluation de moitié du Franc CFA, dont la valeur était restée stable par rapport au Franc français

pendant plus de 40 ans, en janvier 1994, constituera un grand fardeau pour l'économie dans l'avenir.

Tendance de la balance des paiements internationaux (unité: milliard F CFA)

| Année | Recettes commerciales | Exportations de services | Importations de services | Intérêts des emprunts | Dettes | Autres paiements | Balance commerciale internationale |
|-------|--------------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------------------|--------|---------------------|--|
| 1989 | -70,1 | 32,5 | 58,3 | 7,4 | 23,0 | -10,9 | -91,2 |
| 1991 | -80,1 | 22,8 | 46,2 | 8,7 | 14,1 | -0,7 | -98,8 |
| 1991 | -80,2 | 20,0 | 26,2 | 10,2 | 38,5 | -36,4 | -94,5 |
| 1992 | -93,4 | 34,3 | 46,6 | 12,0 | 4,0 | +2,9 | -110,8 |

Tendances de la balance commerciale (unité: milliard F CFA)

| Année | Total des exportations | Coton | Bétail | Or | Total des importations | Pétrole | Céréales | Balance totale |
|-------|---------------------------|-------|--------|------|---------------------------|---------|----------|-------------------|
| 1989 | 87,5 | 45,1 | 22,3 | 8,1 | 157,6 | 14,3 | 5,7 | -70,1 |
| 1990 | 92,0 | 42,6 | 24,6 | 11,9 | 172,1 | 20,4 | 3,3 | -80,1 |
| 1991 | 100,0 | 48,9 | 27,3 | 14,0 | 180,4 | 14,5 | 10,0 | -80,2 |
| 1992 | 87,0 | 35,8 | 25,5 | 15,8 | 180,4 | 13,9 | 10,3 | -93,4 |

2.1.2 Programme de développement national

Le programme de développement national en vigueur est un programme économique et financier à moyen terme de 1992 à 1995 en tant que mesure transitoire, et les nouvelles propositions de grandes orientations du plan quadriennal de développement économique, social et culturel 1994-1997 ont été soumises au mois d'octobre 1993 juste après avoir réalisé ledit programme 1992-1993, après quoi, elles ont publiées, au mois de décembre de la même année par le gouvernement. Le nouveau programme de développement de 1994-1997 a été rédigé sur la base du résultat administratif de l'étude dans le passé tel que le plan quinquennal de 1987 à 1991 etc. Le projet de répartition du programme ainsi que du budget de chaque affaire pour le moment montre celui de 3 ans de 1994 à 1996 dont l'orientation à établir fait mention de leurs particularités comme ci-après:

- L'objectif principal du développement passe du secteur public au secteur privé par rapport à maintenant (accélération de la privatisation).

- Le projet continue en tenant compte de la politique de développement selon chaque secteur en vigueur tel que le développement de l'agriculture et des ressources en eau.

D'ailleurs, les politiques du point essentiel à court et à moyen termes du paragraphe 2 ci-dessus ont mis l'accent sur l'amélioration du niveau de vie national, dépendant largement de l'aspect de l'économie rurale (l'agriculture et l'élevage en particulier).

On peut noter les 3 points suivants comme points communs d'accord de chaque secteur relatifs à l'orientation sur les points de vue internationaux.

- Guidage de la croissance économique durable et contrôle de la croissance démographique.
- Participation de tous les habitants aux activités de production afin de transférer ce résultat à la population.
- Accorder de l'importance à l'environnement au niveau des politiques ainsi que des industries.

L'accord susmentionné exprime qu'il est nécessaire de réaliser le développement basé sur l'autonomie responsable, en tant que pays en voie de développement, l'aide et le commerce extérieur à l'échelle convenable ainsi que l'extension de l'investissement des capitaux afin d'accomplir ces objectifs.

D'ailleurs, on peut énumérer certains points ci-après concernant des mesures à prendre nécessaires au niveau de l'État.

- Mesure à prendre vis-à-vis de la population estimée qui dépassera 10 millions d'habitants en l'an 2000, la vulgarisation de l'éducation nationale et l'aménagement des infrastructures sociales.
- L'accroissement du PNB dans le secteur tertiaire est sensible ces dernières années, pourtant il est nécessaire de pousser le renforcement de l'augmentation des matériaux de production de l'économie nationale destinée à l'agriculture et à l'élevage qui occupent au moins 80% de la population.

- Restructuration des sociétés d'État effectuée par l'accélération de la privatisation en vue de faire le redressement ainsi que l'assainissement du système financier déficitaire de l'État.

Certains problèmes sont signalés par le secteur primaire tel que l'agriculture et l'élevage ainsi que le secteur de l'environnement comme suit:

(1) Tout d'abord, il s'agit de l'agriculture qui consomme un tiers des ressources de l'État et qui produit trois quarts des ressources de l'exportation.

- En ce qui concerne le Développement agricole en zone sahélienne sujette à la sécheresse, il y a un bon nombre de problèmes comme l'environnement.
- La culture pluviale au nord du pays et l'élevage bovin sont facilement influencés par le climat.
- La récolte du mil et du sorgho tombe à 55% dans les zones sahéliennes ainsi qu'à 80% en zone soudanienne par rapport aux années ordinaires.
- Les ressources pastorales de la zone sahélienne ont une grande amplitude de variation annuelle.

(2) Il s'agit également des problèmes suivants dans le domaine de l'élevage qui occupe environ 17% du PNB.

- Problèmes de rivalité provoqués par l'utilisation des terrains vis-à-vis de l'agriculture (dans les zones de production).
- Difficulté à maintenir la productivité de l'élevage faute d'hygiène animale.
- La diminution de la superficie pour l'alimentation s'accélère, par conséquent la pression démographique grandit.

(3) En plus, les points mentionnés ci-dessous signalés comme problèmes du secteur de l'environnement à prendre en compte pour les activités industrielles.

- Augmentation du nombre de projets par manque de coordination entre les différents secteurs, ainsi que par manque d'études diversifiées des entreprises de développement.
- Difficulté d'utilisation des fonds étrangers sur le plan de l'environnement.

En réponse aux problèmes mentionnés ci-dessus, les objectifs des mesures à prendre dans ce programme donnent les points suivants:

- Révision de la disparité des revenus entre les villes et les villages agricoles à travers l'amélioration de la productivité de la main-d'oeuvre dans les secteurs de l'agriculture, de l'élevage et des forêts.
- Consolidation de l'orientation vers les industries alimentaires et l'exportation en tant que contribution du secteur agricole à l'économie nationale.
- Renforcement de l'utilisation des ressources en tenant compte de la demande des habitants vis-à-vis du sol, de l'eau et la végétation ainsi que de l'exploitation rationnelle des ressources.

Comme moyen de l'accomplissement de ces objectifs, il est en outre nécessaire de prendre les mesures suivantes à la gestion des ressources naturelles ainsi que de l'environnement.

- Disposition et révision du système de propriété du sol.
- Décentralisation de la gestion des ressources et extension de superficie pour l'utilisation du sol.
- Maintien des effectifs du cheptel raisonnable vis-à-vis des ressources en pâturage faisant l'objet de l'augmentation des ressources pour l'exportation.
- Établissement du programme d'aménagement du terroir comme pilier de la rationalisation et de l'utilisation des ressources naturelles.

Puis, on peut insister sur les points ci-après en tenant compte des priorités:

- Accélérer l'organisation des marchés de céréales afin d'assurer la sécurité alimentaire dans les zones où l'alimentation est insuffisante.
- Le stockage paysan est un enjeu stratégique et doit donc être à nouveau pris en considération.
- Concentrer davantage des efforts permanents à l'étude des techniques alimentaires.

Les points mentionnés ci-dessus représentent des points capitaux des mesures nécessaires à la réalisation d'une telle stratégie.

- Prévoir le remplacement des importations, telles que le riz, le sucre, le lait, les semences d'oléagineuses, diversifier la production par le biais des mesures de protection des produits nationaux.
- Prévoir l'extension de la superficie de culture du maïs et du sorgho ainsi que l'augmentation consécutive de la production due à la culture intensive dans le sud du pays comme stratégie de la culture pluviale.
- Prévoir le maintien du cheptel adapté aux zones sahéliennes.
- Accélérer l'utilisation efficace des résidus de récolte dans le domaine de l'élevage.
- Nécessité de prévoir la stabilisation du cheptel pâturé adapté à l'environnement de l'écosystème par les éleveurs dans les zones sahéliennes.

2.1.3 Mesures agricoles dans l'économie nationale

En mars 1992, le Ministère de l'Agriculture et de l'Élevage de l'époque a établi un plan de base pour le développement des villages ruraux, qui indique entre autres les procédures et les orientations de développement pour l'activation des ressources, l'autosuffisance alimentaire, la production de produits d'exportation et l'aide à l'agriculture, et qui a été par la suite utilisé comme orientation pour le développement dans tout le pays. Comme items adoptés dans le plan d'action pour les nouvelles mesures concernant les produits agricoles, on peut citer le renforcement de la structure d'établissement des projets du ministère chargé du développement rural, l'étude d'une stratégie d'établissement de plan à long terme, la rénovation et l'étude des techniques relatives aux produits agricoles, l'établissement d'un plan de développement des exportations des produits agricoles, de l'élevage et de la forêt, le développement de la culture de l'arachide et des produits sources de protéines, l'établissement d'un plan nationale d'accélération de la diversification de la consommation et de la production, la réforme du système de développement agricole, un plan d'aménagement des infrastructures rurales, l'établissement d'entreprises pour l'amélioration du territoire national.

Les points suivants ont été fondamentalement reconnus dans les mesures agricoles concernant l'agriculture dépendant de l'eau de pluie du Sahel.

- Dans la zone du Sahel, il est déjà impossible d'encourager l'élargissement des terres cultivées, et l'augmentation des monocultures est également limité du point de vue agronomique. Malgré cela, le développement agricole reste possible dans cette zone sous forme d'élevage (par l'amélioration de la gestion des zones et des parcours de pâturage, l'amélioration du taux de reproduction, et d'autres des techniques d'élevage), et pour les cultures pluviales, une amélioration du point de vue de la réduction de la fragilité à la sécheresse. Les composantes du renforcement de la production dans cette zone sont la diversification de l'agriculture et la combinaison agriculture-élevage.
- Dans la combinaison agriculture-élevage, la combinaison efficace de la fourniture de fumier par la partie élevage et la fourniture de sous-produits de la section agriculture améliorera simultanément la production dans les deux secteurs.

- L'empêchement de la dégénérescence de l'environnement dans l'agriculture pluviale est essentielle, et l'évitement de la communication du feu aux pâturages, arbustes et bois lors du brûlage (terres brûlées), l'évitement du surpâturage sont des questions à résoudre dans l'immédiat. Il est nécessaire de rendre les habitants conscients des problèmes d'augmentation de la surface cultivée non planifiée suite à l'accroissement de la population et des possibilités d'usurpation de la fertilité et de dévastation violentes dues à la culture sans mise en jachère.

En ce qui concerne la consommation alimentaire de tout le pays, en arrière-plan des mesures agricoles, actuellement, dans les prévisions de consommation pour l'an 2010, la consommation annuelle de produits alimentaires par habitant subira une augmentation d'à peine 2% de la quantité calorique actuelle (2.500 calories), une baisse de 4% de la consommation de céréales, et une augmentation de 6% de la consommation de protéines.

Pour le commerce extérieur concernant le secteur de l'approvisionnement en denrées alimentaires, en 1992, les importations de céréales ont été de 79.000 tonnes, les exportations de 11.000 tonnes, l'approvisionnement interne de 1.916.000 tonnes, le taux d'autosuffisance en céréales de 97% (taux qui tombe à 80% les années de sécheresse); du blé et du riz ont été importés pour nourrir les zones urbaines. Cependant, si l'on considère les régions du pays, il y a déjà une tendance à l'excédent dans la région sud, et une tendance à l'insuffisance dans le Nord, incluant la zone du Sahel. Par ailleurs, le volume de céréales traditionnellement utilisable pour ses propres besoins a considérablement changé entre 1984 et 1989 de 112 à 211 kg/an/personne (moyenne de 172 kg)(écart standard de 0,23).

Consommation alimentaire par personne (unité: kg/an)

| | Tout le pays | Zones urbaines | Zones rurales |
|-------------------------------|--------------|----------------|---------------|
| Céréales | 212 | 169 | 249 |
| Viande | 6,1 | 10,9 | 4,9 |
| Poisson | 9,6 | 11,7 | 9,1 |
| Produits laitiers | 8,7 | 4,8 | 9,8 |
| Produits maraîchers et fruits | 4,1 | 12,0 | 2,1 |

2.2 Programme national de lutte contre la désertification

(1) Historique

Il a été reconnu vers les années 70 sur le plan international que l'extension du désert du Sahara menaçait tous les pays périphériques au fur et à mesure des changements climatiques à l'échelle de la terre. Pour prendre des mesures nécessaires à ce sujet, l'OCDE a créé le CILSS (Comité Inter-Etat de Lutte Contre la Sécheresse au Sahel) au mois de septembre 1973.

Afin de s'attaquer à la prévention de la désertification dans huit pays situés aux environs du désert et de concert avec des pays développés, le CILSS a organisé d'octobre à novembre 1984 un séminaire sur la prévention de la désertification en Mauritanie. Ce séminaire a dégagé la nécessité de connaître globalement l'écosystème ainsi que la situation socio-économique des zones, en présupposant que les habitants devaient reconnaître l'enjeu du problème ainsi que la nécessité de changement, suite à quoi, les participants au séminaire ont adopté la stratégie régionale posée par le développement agricole ayant pour objectif (1) l'autosuffisance alimentaire, (2) l'équilibre de l'écosystème, en tant que mesures à prendre contre la désertification.

En réponse à cette résolution, le gouvernement du Mali a démarré les travaux de planification en matière de Programme national de lutte contre la désertification (PNLCD) au mois d'octobre 1985, et a établi puis réalisé ledit PNLCD au moyen des fonds provenant de l'UNSO, PNUD, ainsi que de US-AID. En ce qui concerne le 5ème plan de développement socio-économique national démarré en 1987, le Mali a pris comme un de ses objectifs de développement la prévention de la désertification, et a mis l'accent sur les secteurs du développement technique ainsi que du reboisement pour la prévention. En plus, le gouvernement du Mali a publié au mois de mars 1992, le schéma directeur du secteur du développement rural basé sur la prévention de la désertification.

Après la fin du plan quinquennal de développement, l'État du Mali a démarré le PGRN (Projet Gestion des Ressources Naturelles) en vue de prendre l'initiative du PNLCD et d'avancer le développement harmonieux.

En ce qui concerne la proposition de grandes orientations du plan quadriennal de développement économique, social et culturel (1994 - 1997), on a reconnu qu'il n'aurait aucun effet si chaque mesure s'effectue

séparément, et si on saisit la désertification en tant que problème de l'environnement; toutefois, on peut réaliser les mesures préventives vis-à-vis de l'environnement ainsi que de prévention de la désertification, par le biais du développement des villages harmonieux avec l'environnement naturel dans les secteurs de l'agriculture, l'élevage, la pêche ainsi que les forêts en tenant compte de la gestion des ressources naturelles.

Au début, la prévention de la désertification était du ressort du Ministère de l'Agriculture, Élevage et Environnement (MAEE). A la réforme du gouvernement de 1993, ledit Ministère a été divisé en Ministère du Développement Rural (MDR) et en Ministère de l'Environnement (ME).

Actuellement, le PNLCD et le PGRN sont du ressort de la Direction nationale des eaux et forêts en tant que secteur de l'environnement.

(2) Sommaire du programme national de la lutte contre la désertification

D'après l'inventaire des ressources terrestres en 1986 (PIRT), le pays est classé en 6 zones comme zones d'écosystème agricole par la combinaison de particularités de l'écosystème et de particularités climatiques agricoles. Le PNLCD divise le pays en 7 zones d'écosystème agricole comprenant la zone du Delta inférieur du Niger sur la base des résultats du PIRT, ce qui permet d'accélérer la participation et la compréhension des habitants relatives à l'agriculture, l'élevage, la pêche, ainsi que les forêts en harmonie avec l'environnement, à travers l'utilisation rationnelle des ressources naturelles respectives. Le PNLCD est un processus indispensable pour atteindre l'objectif de développement national, particulièrement l'objectif de développement rural, de l'autosuffisance alimentaire ainsi que de l'amélioration de l'état de santé et d'hygiène.

A l'occasion de ladite exécution, le PNLCD propose les huit (8) sous-programmes suivants. A savoir,

- 1) SAT: Élaboration et mise en oeuvre d'un schéma d'aménagement du Territoire. (Prévoir des quartiers modèles pour chaque zone et étendre ces résultats dans les zones).
- 2) BV: Barrière Verte (former une barrière verte destinée aux zones sensibles à l'aggravation de la désertification)

- 3) FIS: Formation, information et sensibilisation des populations, des agents d'encadrement et des décideurs par rapport à la lutte contre la désertification (Influence sur les habitants, techniciens et responsables politiques).
- 4) RD: Recherches sur la désertification (développement d'un système de production en conformité avec les conditions naturelles et socio-économiques).
- 5) ODR: Renforcement et/ou recentrage des actions en cours (coordination et renforcement des projets existants tels que le développement rural).
- 6) ECL: Économie du combustible ligneux (utilisation efficace des charbons, ainsi que développement et vulgarisation de l'énergie de remplacement).
- 7) MA: Mesure d'Accompagnement (Aide sur le plan de la législation, de l'organisation et des financements).
- 8) CSE: Coordination et suivi Évaluation du programme de lutte contre la désertification (suivi et coordination du programme et du projet).

Les activités concrètes de lutte contre la désertification entre les 8 sous-programmes susmentionnés sont l'aménagement du territoire et le programme de "barrière verte"; cette dernière inclut le projet d'essai de reforestation réalisé à Kaloumba du cercle de Nara par l'Agence Japonaise de Foresterie d'Outre Mer (JOFCA).

2.3 Secteur énergie

2.3.1 Situation actuelle du secteur énergie

Comme les autres pays non producteurs de pétrole et à faibles revenus, la République du Mali est confrontée aux problèmes tels que:

- (a) Importation totale des produits pétroliers
- (b) Exploitation sans planification du bois de chauffage et du charbon de bois, etc. entraînant la dégradation de l'environnement
- (c) Coût élevé du développement des énergies nouvelles ou renouvelables servant d'énergie de remplacement, etc.

D'autre part, d'après l'évaluation de l'exploration du pétrole, effectuée avec le fonds de l'ADI en 1981, il n'y existe pas de réserves de pétrole économiquement exploitables (ESMAP, rapport n° 8423-MLI).

Quant à la consommation énergétique du pays, il est difficile d'en avoir l'image générale à cause d'un manque de données relatives aux énergies classiques. Cependant, l'ESMAP estime la consommation définitive de l'année 1987, convertie en quantité de pétrole, à 1,93 millions de tonnes, dont 90,7% sont des énergies classiques telles que le bois, le charbon et la biomasse, le pétrole et l'électricité représentant respectivement 8,6% et 0,7%. 90% du bois, du charbon, etc. sont utilisés pour la cuisson domestique et 70% du pétrole sont consommés par le secteur des transports.

Aperçu de l'équilibre offre-demande des énergies en 1987

(Unité: mille tonnes pétrolières équivalentes)

| | Production | Importation | Demande finale | Taux de demande finale |
|-------------|------------|-------------|----------------|------------------------|
| Bois | 1786 | - | 1601 | 83% |
| Biomasse | 111 | - | 111 | 6% |
| Charbon | - | - | 38 | 2% |
| Electricité | 40 | 0 | 13 | 1% |
| Pétrole | - | 174 | 166 | 9% |
| Total | 1937 | 174 | 1929 | 100% |

Source: Tableau 1.1, P 6, Rapport n°8423-MLI: Mali - Issues & Options in the Energy Sector, ESMAP.

Les conditions climatiques du pays tendent à provoquer l'érosion des terres et la diminution de la productivité. En outre, les ressources forestières sont exposées à une exploitation non planifiée pour répondre à la demande de bois et de charbon et aux besoins de l'agriculture et de l'élevage. Cependant, une étude récente rapporte que les ressources forestières pourront satisfaire suffisamment la demande à court et moyen termes, car ces ressources sont assez abondantes par rapport à la demande et il existe également une quantité considérable de stock d'arbres morts. On craint néanmoins la dégradation importante de l'environnement et l'insuffisance de l'offre qui pourraient survenir dans l'avenir par suite d'un abattage désordonnée et excessif surtout aux environs des villes.

La totalité du pétrole est importée, et de plus, comme il s'agit d'un pays enclavé, les frais de transports représentent un pourcentage très élevé. En conséquence, l'importation des produits pétroliers a occupé en 1987 jusqu'à 14% de la valeur totale des importations (27% de la valeur totale des exportations), ce qui crée une situation difficile au niveau des finances du pays. Le gouvernement cite, comme thème important du secteur de l'énergie, l'établissement d'un système de gestion efficace pour l'importation, la distribution, etc. du pétrole.

Les ressources en énergie hydraulique ont un potentiel suffisant vis-à-vis de la demande actuelle d'électricité. En effet, en 1993, le potentiel techniquement exploitable était estimé à 800 MW, 5.700 GWh/an, alors que le niveau de demande était de 50 MW, 263 GWh. Compte tenu de cette situation, une des politiques de base du pays vise à l'encouragement des projets d'hydro-électricité pour remplacer le pétrole. Actuellement, le projet de barrage à buts multiples de Manantali est en cours de réalisation sous la collaboration tripartite du Mali, de la Mauritanie et du Sénégal, le fonds étant fourni par la Banque Mondiale.

2.3.2 Situation actuelle du secteur énergie électrique

L'ensemble du secteur énergie est géré par le Ministère des Mines, de l'Hydraulique et de l'Énergie (MMHE) par le biais de sa Direction Nationale de l'Hydraulique et de l'Énergie (DNHE). Cette Direction est dotée de sa Division de l'Énergie qui exploite et gère directement le secteur de l'énergie électrique du pays. Une étude du secteur de l'énergie électrique, effectuée récemment par la Banque Mondiale, indique que la situation actuelle de ce

secteur manque de cohérence en ce qui concerne l'organisation, l'exploitation, la finance et le contexte institutionnel et nécessite une véritable transformation ou restructuration pour sa gestion plus efficace ainsi que pour son expansion.

L'Energie du Mali (EDM) est une entreprise nationale s'occupant des activités relatives à l'énergie électrique et à l'eau dans la République du Mali. Elle est chargée en principe de la planification, de la réalisation et de l'exploitation des installations d'énergie électrique, mais n'est pas forcément concernée par toutes les installations. La centrale de Sélingué, la plus grande centrale hydraulique du Mali, a été développée et exploitée par l'Office pour l'Exploitation des Ressources Hydrauliques du Haut Niger (OERHN). Or, l'EDM a repris récemment l'exploitation de cette centrale en succédant à l'OERHN. Par ailleurs, le projet à buts multiples de Manantali, qui est en cours de construction, est dirigé par l'Organisation pour la Mise en Valeurs du Fleuve Sénégal (OMVS).

Le système d'énergie électrique du Mali est composé d'un système alimentée principalement par la centrale hydraulique de Sélingué (44 MW) et interconnectant, par des lignes de 150 kV, de 60 kv et de 30 kV, les lieux de consommation tels que Bamako, Fana, Ségou, Kulikoro, Kalana, etc. (dénommé ci-après "système central") et de plusieurs systèmes isolés (10 systèmes en 1993) alimentés par de petits générateurs à moteur diesel (plus une petite centrale hydraulique à Kayes) et desservant chaque région par des lignes de distribution de 15 kV ou à basse tension. La Figure 2.3-1 indique le schéma du système central comprenant l'extension future.

En ce qui concerne les installations de génération d'électricité, en 1993, le système central avait 71,8 MW (dont 49,4 MW d'hydro-électricité) et les systèmes isolés en avaient 12 MW. De plus, il existe d'autres installations de génération d'électricité non utilitaires d'environ 19MW. La puissance installée est d'un niveau raisonnable pour la demande actuelle. Cependant, une insuffisance est constatée de temps en temps à cause de la diminution de la puissance en saison sèche (diminution de l'hydroélectricité à environ 60%), due aux installations actuelles qui sont composées principalement de centrales hydrauliques au préjudice des centrales thermiques, ainsi qu'au vieillissement considérable des générateurs à moteur diesel.

La production d'électricité en 1993 était de 243 GWh (46 MW de pointe) sur le système central et 25 GWh sur les systèmes isolés, 268 GWh au total. Quant au nombre de consommateurs, il était de 56.027 (dont 45.468 sur le système central). Par conséquent, environ 5% seulement de la population nationale bénéficie de l'électricité publique, dont la consommation est de 200 GWh sur le système central (perte: 18%) et de 19 GWh sur les systèmes isolés (perte: 23%).

Actuellement, le projet de barrage à buts multiples de Manantali, mené sous la collaboration tripartite du Mali, de la Mauritanie de du Sénégal avec l'assistance financière de la Banque Mondiale, est situé à l'intérieur du Mali, au cours supérieur du fleuve Sénégal. Dans l'ensemble du projet, le barrage à buts multiples (superficie de retenue: 450 km², capacité de retenue: 11 milliards de tonnes) est déjà achevé, mais les travaux d'installation des générateurs et les travaux de construction des lignes de transport sont en grand retard. La ligne de transport de 220 kV desservant Bamako (295 km) ne sera achevée qu'après l'année 1996. En ce qui concerne l'augmentation du nombre de générateurs à moteur diesel, nécessaire pour suppléer au manque d'alimentation prévisible d'ici là, aucun plan précis n'est établi jusqu'à maintenant. La puissance installée de la centrale de Manantali est de 4 x 50 MW, avec possibilité de production moyenne annuelle de 800 GWh. L'électricité ainsi générée sera répartie dans la proportion de 52% pour le Mali, 33% pour le Sénégal et 15% pour la Mauritanie. (Rapport de l'ESMAP n°8423-MLI)

2.3.3 Secteur énergies nouvelles et renouvelables

Les ressources solaires sont abondantes et stables avec une intensité de la radiation solaire de 4 à 7 kWh/m²/jour en moyenne mensuelle sur toute l'année. Par contre, l'énergie éolienne est irrégulière et varie nettement d'une région à l'autre. Elle ne présente donc qu'un faible potentiel. Les ressources en sous-produits de l'agriculture, tels que la paille et la tige de maïs, sont quantitativement abondantes, mais ils sont déjà utilisés pour les applications autres que l'énergie, et les résidus de l'agriculture ou de l'industrie sont utilisés comme combustibles ou pâtures.

L'énergie solaire, qui présente un potentiel suffisant parmi les énergies nouvelles et renouvelables, attire l'attention depuis longtemps, et le laboratoire LESO a été créé en 1965. Plus de 25 ans plus tard, il occupe

maintenant une position prédominante dans le Sahel, mais le rôle qui lui est confié est très limité. Le LESO a changé de dénomination et est appelé maintenant "Centre National de l'Énergie Solaire et des Énergies Renouvelables" (CNESOLER).

L'exploitation de l'énergie solaire se poursuit dans deux domaines différents; chaleur solaire et lumière solaire. La chaleur solaire est utilisée principalement pour les chauffe-eau de maisons, d'hôtels et d'usines, le séchage des céréales, etc., tandis que la lumière solaire est appliquée au pompage d'eau, à l'éclairage, au rechargement des batteries, au réfrigérateur, aux équipements de télécommunications, etc.

En ce qui concerne les chauffe-eau domestiques utilisant la chaleur solaire, plus de 200 unités ont été installées par le LESO, mais le marché ne s'est pas développé depuis lors, car les investissements initiaux sont élevés (deux fois environ ceux requis pour les appareils à résistance électrique), et, de plus, il existe bien des problèmes techniques et la période nécessitant de l'eau chaude est courte (environ 3 mois/an). Le domaine dans lequel l'énergie solaire est utilisée de manière la plus étendue est le pompage d'eau potable et d'eau à l'usage agricole. Le nombre de systèmes de pompage installés dans le monde entier s'élevait à 20.000 en 1987. Environ 200 systèmes de pompage sont installés au Mali, et font de ce pays le premier possesseur d'installations de pompage à cellules photovoltaïques dans le Sahel. La plupart de ces pompes sont placées dans un forage, et présentent chacune une capacité de 0,9 à 1,6 kW.

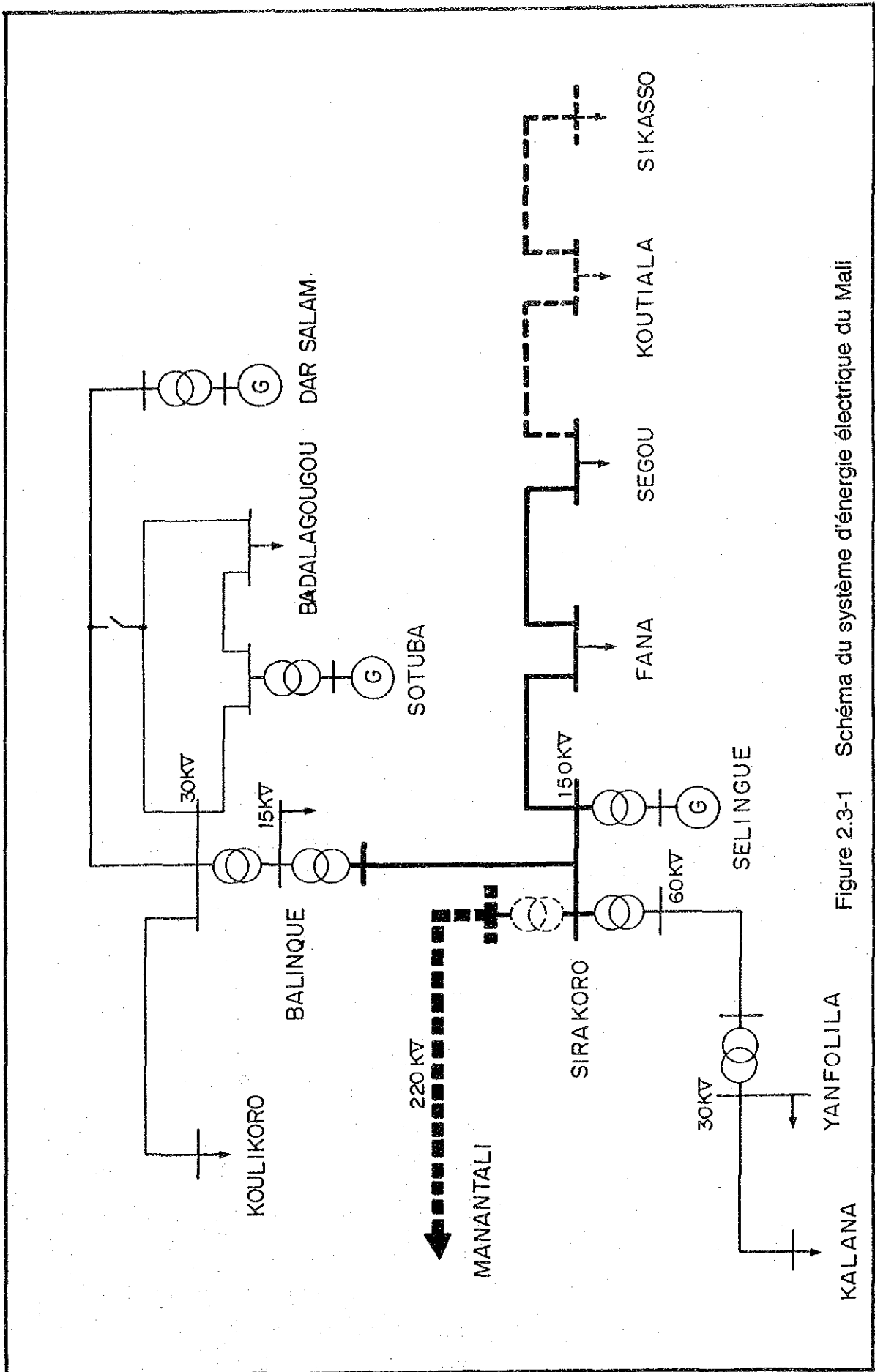


Figure 2.3-1 Schéma du système d'énergie électrique du Mali

Chapitre 3 Situation générale de la zone d'étude du projet

Chapitre 3 Situation générale de la zone d'étude du projet

3.1 Situation naturelle

3.1.1 Position et portée

La zone d'étude du projet qui s'étend à tout le cercle de Nara s'inscrit entre les latitudes 14°04' et 15°30' Nord et les longitudes 6°20' et 9°10' Ouest. Elle est limitée au Nord par la République Islamique de la Mauritanie. Ce cercle, qui appartient à la région de Koulikoro, se situe à peu près à 350 km vers le nord de la capitale Bamako, et sa superficie est d'environ 30.746 km².

3.1.2 Géomorphologie et nature du terrain

(1) Géomorphologie et vue du terrain

Le relief du cercle de Nara est plus ou moins plat avec des altitudes variant de 250 à 310 m. On peut constater que ce relief de vallées présente des légères pentes dans les zones sud et ouest du cercle. Au centre du cercle, la vallée du serpent se trouve en amont du cours supérieur du fleuve Sénégal, et forme une vallée fossile à cause des dépôts des marigots, et l'on voit un bon nombre de dunes ainsi que de wadi à partir du centre du cercle vers le sud. A peine la saison des pluies commence-t-elle que des réservoirs, appelés "mares" relativement plats se forment en divers endroits sur les plateaux.

(2) Géologie

La géologie du cercle de Nara est dominée par des roches d'âge infracambrien, cambrien et continental intercalaire, recouvertes de formations quaternaires. Les formations infracambriennes et cabriennes sont affectées d'intrusions doléritiques du Permo-Trias. (Voir la Figure 3.1-1)

L'infracambrien s'étend sur des vastes zones situées dans le sud du cercle de Nara. Il est constitué de grès dur de couleur grise, des schistes gréseux, qui forme des blocs à cause de fissures irrégulières.

Le cambrien s'étend sur de vastes zones au centre et au nord du cercle de Nara. Il se présente sous forme de formations argileuses de couleur noire, ou

bleu-noire souvent violette avec par endroits des alternances de séquences grésos-schisteuses et schisto-gréseuses. Quand des dunes quaternaires couvrent cette couche, des mares à grande échelle se forment sur les basses terres entre les dunes parallèles.

Le cambrien dans le cercle de Nara se débite en plaquettes suivant une certaine schistosité. Cette schistosité est soumise à de faibles pressions dans les parties superficielles et à de fortes pressions dans les parties profondes provoquant ainsi des fissurations. Les fissures sont souvent colmatées par un matériau secondaire constitué parfois de minéraux carbonatés.

Le continental intercalaire (C.I), (Jurassique au Crétacé moyen) s'étend sur le fossé dit de Nara situé au nord-est du cercle de Nara.

Il est constitué d'argile, d'argile sableuse et de sable fin argileux, et constitue l'une des nappes acquières importantes du Mali. Certains pensent que la partie supérieure est couverte de continental terminal (C.T), mais la limite entre C.I et C.T n'est pas claire dans le cercle de Nara, de plus, la couche du C.T n'est pas encore identifiée.

L'épaisseur de la couche du C.I reconnue dans le fossé de Nara est d'environ 400 m à l'axe dudit fossé. Toutefois, le cercle de Nara se trouve seulement à l'extrémité du sud-ouest dudit fossé situé au nord-est, à cet effet, l'épaisseur de couche dans les zones d'étude du projet est de moins de 400 mètres, ce qui représente à peu près 165 m de couche maximum confirmée. Aucune étude détaillée n'a été faite sur le fossé de Nara et le C.I. (continental intercalaire) dans le cercle de Nara.

Le quaternaire composé du sable incluant du limon en particules moyennes et fines, s'étend sur toutes les zones du cercle de Nara couvrant les couches mentionnées ci-dessus. Le sable incluant du limon en particules moyennes et fines forme des dunes fixes ou un terrain plat, et le limon et le sol forment des terrains plats dans les dépressions au fond des mares formées dans les dépressions topographiques. Dans tous les cas, l'épaisseur du quaternaire est généralement d'environ quelques mètres à une dizaine de mètres.

Les coches intrusives du Permo-Trias affectent le cambrien et l'infracambrien. Elles se composent de dolérite consolidée à dominance noire et plus souvent altérée en surface. Des formations de cavités suivies de

fissuration affectent pendant le refroidissement le corps de dolérite principalement au contact avec la roche encaissante.

Selon la carte géologique "Nara" 1/200.000e, les affleurements de dolérites connus s'éparpillent dans le nord du cercle de Nara ainsi que dans les sens est-nord-est et ouest-sud-ouest. La dimension maximale desdits blocs atteint 12 km x 8 km.

En dehors de cela, on trouve de petits blocs de dolérite à l'extrémité sud-ouest du cercle de Nara, et de manière discontinue dans les cercles de Kolokani et Kayes au sud-ouest. Ces blocs de dolérite du nord et du sud-ouest du cercle de Nara sont disposés en direction NE-SO, et les petits blocs de dolérite situés entre les deux sont intrusifs dans le cambrien. Cette étude a mis en évidence des corps de dolérite gisant en profondeur.

3.1.3 Les sols

(1) Classification

Dans le cercle de Nara, on rencontre trois grands groupes de sols; ceux issus de dépôts alluviaux anciens et récents et ceux d'origine éolienne. Les grands groupes ci-dessous renferment lesdits sols.

- 1) **REGOSOLS**: Ils se localisent dans la partie nord-est du cercle de Nara dans un paysage de sable dunaire. Ils n'ont pas d'horizons nettement différenciés. Leur teneur en matière organique est insignifiante, et ils se composent de particules petites et grossières. Les regosols s'étendent sur 4.062 km², soit 13,2% de la superficie du cercle.
- 2) **ARENOSOLS**: Sol à texture grossière dans un matériau meuble. Les Arenosols couvrent 15.728 km², soit environ 51,2% de la superficie du cercle.
- 3) **LUVISOLS**: Matériaux à altération poussée, les luvisols ont dans leur texture une certaine teneur en argile à faible capacité d'échange ionique. Aux luvisols sont associés des lithosols peu épais et pauvres. Ces sols ont une superficie de 9.845 km², soit 32,1% de l'étendue totale du cercle.

- 4) Autres types de sols: ce sont surtout des vertisols. Ils sont bien localisés et occupent 1.111 km², soit 3,5% du total du cercle. Les vertisols ont une forte fertilité naturelle et si les conditions de culture sont réunies, ils peuvent permettre un rendement élevé.

(2) Caractéristiques générales des sols dans les six arrondissements

1) Arrondissement de BALLE:

Les sols sont généralement profonds (1 m), ils sont sableux en surface et argilo-limoneux sur le reste du profil. Le fond des mares et autres dépressions est argilo-limoneux. Par endroits, des altérations latéritiques et des colluvions sableux couvrent à faible profondeur (moins de 0,3 m) la roche saine. Globalement, les sols dans l'arrondissement de Ballé présentent des déficiences physiques et chimiques (faible fertilité chimique, drainage naturel excessif). Les cultures pratiquées sont le mil, le sorgho et le maïs.

2) Arrondissement de DILLY:

Les sols sont à texture sableuse et sans changement structural sur un mètre du profil sur les terres hautes. Dans les mares et autres dépressions, ils ont une texture argilo-sableuse. Par endroits, du sable éolien recouvre des sédiments alluviaux anciens fins et forme un sol d'une certaine épaisseur. Aux environs du secteur de DILLY, un type de schiste constitue la roche mère. Les sols sableux sont cultivés en mil, et les sols argilo-sableux en sorgho.

3) Arrondissement de FALOU:

Les sols sont profonds (1 m environs) avec une texture sableuse de sable colluvial en surface et limono-argilo-sableuse dans les horizons sous-jacents. Les dépressions révèlent des sols à texture argilo-limoneuse. Par endroits, les anciens sédiments alluviaux sont couverts de sable. Le sol est plus épais, mais les fermiers y cultivent du mil et du sorgho.

4) Arrondissement de MOURDIAH:

Probablement à cause de la géomorphologie, le matériel parental (grès) et des autres sédiments mobiles des sols, présentent ici une certaine variabilité texturale. Au pied des collines, il y a de la pierraille et des plaines des sols à particules grossières, le socle est en grès précambrien, et la surface très altérée. La fraction argileuse est surtout du type Kaolinite à faible capacité d'échange cationique. Les paysans cultivent sur ces sols le mil, le sorgho et du tabac. Le jardinage est aussi une activité de l'arrondissement.

5) Arrondissement de GUIRE:

Les sols sont en général sableux dans les couches de surface, les horizons sous-jacents incluent une certaine quantité de sable fin et d'argile. Dans les mares et les dépressions il y a un recouvrement du matériau grossier (sable et graviers) par un matériau plus fin à texture argilo-limoneuse. En général, les sols cultivés sont profonds. Parfois, il y a plus d'1 m des sols de moindre profondeur (30 cm) recouverts de roches dures partiellement érodées. Ces sols sont traditionnellement non adaptés à la culture à cause de l'exposition des rochers, de leur teneur en pierraille et parce que la couche de sol est fine. Il vaut mieux les laisser à leur végétation naturelle et les utiliser comme pâturages.

6) Arrondissement Central de NARA:

Bien que les sols soient généralement sableux, on rencontre parfois dans les couches sous-jacentes une certaine proportion de limon et d'argile. Souvent des épandages de gravillons se font sur le matériau alluvial. Dans l'Est du secteur de Nara, il y a de la latérite dure recouverte de sable fin et une couche de base d'argile (argilite). Dans l'ouest, les matériaux parentaux argileux sont limités par des sols sablonneux (bruns) et du sol recouvert de sable fin jaune clair. Grosso modo, les sols du secteur de Nara sont pauvres en matières organiques et sérieusement fragilisés, mais la teneur en argile permet la conservation de l'eau. C'est pourquoi le sol est adapté à la culture.

(3) Fertilité du sol

Les sols ainsi survolés sont grosso-modo de faible fertilité, cela à cause de leur nature sableuse, de leur basse teneur en eau, de l'absence de complexe absorbant à forte capacité d'échange cationique. En corrigeant ces lacunes, on pourrait améliorer sa fertilité.

Résultats de l'analyse du sol de Pédon dans l'arrondissement Central de Nara
du cercle de Nara

| Profondeur cm | Type de sol | Structure de sol | Teneur en eau % | pH (H ₂ O) | Conductivité mS/cm | Teneur en matières organiques % | Plasticité |
|------------------|---------------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|--|-------------------------|
| 0 - 10 | Sable argileux | Bloc sub- angulaire | 0,1 | 6,8 | 0,03 | 0,20 | Non plastique |
| 10 - 25 | Sable argileux | Angulaire | 0,7 | 6,4 | 0,02 | 0,31 | Non adhérent |
| 25 - 40 | Argile | Bloc angulaire | 1,5 | 6,3 | 0,02 | 0,23 | Légèrement plastique |
| 40 - 60 | Sable légèrement argileux | Bloc sub- angulaire | 2,0 | 6,7 | 0,02 | 0,31 | Légèrement adhérent |

Relief de la zone de prélèvement des échantillons ci-dessus: Plaine alluviale

Matériau de base : Sédiments alluviaux

Utilisation du sol : Terres agricoles en jachère

Végétation : Petits arbustes épineux (Calotropis procera, Acacia nilotica,
Cenchrus biflorus)

Résultats des analyses de sol de Pédon dans l'arrondissement MOURDIAH
du cercle de Nara

| Profondeur cm | Type de sol | Structure de sol | Teneur en eau % | pH (H ₂ O) | Conductivité mS/cm | Teneur en matières organiques % | Plasticité |
|------------------|-------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|-----------------------|--|------------------|
| 0 - 10 | Argile sableux | Angulaire | 0,2 | 7,1 | 0,03 | 0,36 | Non plastique |
| 10 - 28 | Argile sableux | Angulaire | 0,2 | 6,5 | 0,01 | 0,27 | Non adhérent |
| 28 - 50 | Argile sableux | Angulaire | 0,2 | 6,3 | 0,01 | 0,15 | Non adhérent |
| 50 - 80 | Argile sableux | Angulaire | 0,2 | 5,6 | 0,01 | 0,13 | Non plastique |

Relief de la zone de prélèvement des échantillons ci-dessus: Plaine (sol sablonneux)

Matériau de base: Sédiments alluviaux

Utilisation du sol: Terres agricoles

3.1.4 Météorologie et hydrologie

Les observatoires météorologiques dans le cercle de Nara sont installés dans les principaux villages de 6 arrondissements, ainsi que dans un village de l'arrondissement de Guiré. L'observatoire à Nara Central permet de mesurer la quantité de pluie tombée, l'évaporation, la température l'humidité, la vitesse du vent ainsi que l'intensité d'insolation, dans les autres villages, l'observatoire météorologique ne mesure que la quantité de pluie tombée, et toutes les données sont envoyées à la Direction nationale de la météorologie de Bamako afin de faire le traitement.

| Nom du village d'installation | Latitude | Longitude |
|-------------------------------|----------|-----------|
| Ballé | 15°20' | 8°35' |
| BoudjiGuiré | 14°53' | 6°52' |
| Dilly | 15°00' | 7°40' |
| Falou | 14°36' | 7°56' |
| Guiré | 14°39' | 6°41' |
| Mourdiah | 14°28' | 7°28' |
| Nara | 15°10' | 7°17' |

(1) Météorologie

(a) Température

La température maximale annuelle est relevée au mois de mai, et la température minimum au mois de janvier.

(unité: °c)

| | jan. | fév. | mars | avril | mai | juin | Juil | août | sept. | oct. | nov. | déc. |
|------|------|------|------|-------|------|------|------|------|-------|------|------|------|
| Max. | 30,7 | 34,1 | 37,5 | 40,7 | 41,7 | 39,9 | 35,1 | 33,6 | 36,1 | 38,2 | 35,8 | 31,1 |
| Min. | 14,7 | 17,8 | 21,0 | 25,2 | 27,7 | 27,6 | 24,6 | 23,6 | 21,7 | 22,4 | 18,6 | 14,9 |

Nota: Période de 1980 à 1993

(b) Humidité

L'humidité maximale est relevée au mois d'août à cause de la plus grande pluie qui tombe, et l'humidité minimale au mois de mars.

(unité: %)

| | jan. | fév. | mars | avril | mai | juin | juill. | août | sept | oct. | nov. | déc.. |
|------|------|------|------|-------|------|------|--------|------|------|------|------|-------|
| Max. | 35,2 | 31,2 | 29,3 | 31,4 | 39,3 | 62,9 | 85,1 | 92,2 | 87,6 | 65,3 | 39,7 | 37,2 |
| Min. | 13,7 | 10,3 | 9,7 | 10,5 | 13,6 | 23,6 | 41,8 | 50,4 | 37,7 | 18,9 | 1,6 | 13,3 |

Nota: Période de 1981 à 1993

(c) Évapotranspiration

L'évapotranspiration annuelle est de 4.015 mm. Le maximum est de 477,6 mm au mois de mai, et le minimum de 139,7 mm au mois d'août. L'observation est réalisée par l'évaporomètre de piche.

L'évaporomètre de piche n'est pratiquement plus utilisé dans le monde, et sa fiabilité étant faible, on a recherché le volume évaporé par la méthode de Penman. On a obtenu un total de 2.935 mm/an, soit environ 73% de la valeur obtenue avec l'évaporomètre de piche.

(unité: mm/an)

| | jan. | fév. | mars | avril | mai | juin | juill. | août | sept. | oct. | nov. | déc. | Total |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| Piche | 351,2 | 379,1 | 457,5 | 472,8 | 477,6 | 371,5 | 217,7 | 139,7 | 175,5 | 302,6 | 341,2 | 328,7 | 4015,2 |

Nota: Période de 1982 à 1993

* (1) indique la moyenne

(unité: mm/an)

| | jan. | fév. | mars | avril | mai | juin | juill. | août | sept. | oct. | nov. | déc. | Total |
|--------|------|------|------|-------|-----|------|--------|------|-------|------|------|------|-------|
| Penman | 193 | 213 | 282 | 302 | 341 | 273 | 264 | 222 | 208 | 220 | 239 | 178 | 2.935 |

(d) Durée d'insolation

La moyenne annuelle est de 8,2 heures, le maximum est de 9,1 heures au moins de novembre, et le minimum de 7,5 heures au mois de juin.

(unité: heure/jour)

| | jan. | fév. | mars | avril | mai | juin | juill. | août | sept. | oct. | nov. | déc. | * (1) |
|-------|------|------|------|-------|-----|------|--------|------|-------|------|------|------|-------|
| * (1) | 8,2 | 8,4 | 8,6 | 7,7 | 8,2 | 7,5 | 7,7 | 8,2 | 8,1 | 8,7 | 9,1 | 8,2 | 8,2 |

Nota: Période de 1981 à 1993

* (1) indique la moyenne

(e) Vitesse du vent

La vitesse du vent moyenne et le maximale de chaque mois est la suivante.

(unité: m/seconde)

| | jan. | fév. | mars | avril | mai | juin | juill. | août | sept. | oct. | nov. | déc. | * (1) |
|-------|------|------|------|-------|------|------|--------|------|-------|------|------|------|-------|
| Max. | 11,6 | 13,4 | 13,6 | 16,8 | 19,8 | 25,8 | 23,4 | 27,2 | 24,0 | 14,2 | 11,6 | 11,6 | 17,8 |
| * (1) | 1,9 | 2,4 | 2,5 | 2,6 | 2,4 | 3,0 | 3,0 | 1,8 | 1,6 | 1,5 | 2,0 | 1,8 | 2,2 |

Nota: Période de 1951 à 1980

* (1) indique la moyenne

(2) Hydrologie

(a) Quantité de pluie tombée

La quantité de pluie tombée pendant les dix dernières années à l'observatoire de Nara est la suivante. La précipitation est concentrée de juin à septembre, soit 4 mois.

(unité: mm/mois)

| | jan. | fév. | mars | avril | mai | juin | juill. | août | sept. | oct. | nov. | déc. | * (1) |
|--------|------|------|------|-------|-----|------|--------|-------|-------|------|------|------|-------|
| ** (2) | 0,3 | 0,0 | 0,4 | 1,8 | 2,4 | 35,2 | 132,3 | 145,3 | 58,3 | 10,8 | 0,0 | 0,0 | 386,8 |

Nota: Période de 1984 à 1993

** (2) quantité de pluie par mois

* (1) indique la moyenne

L'évolution de la quantité de pluie tombée de chaque observatoire de 1954 à 1993 est la suivante; vu cette évolution, on peut dire que les précipitations diminuent sensiblement depuis ses dernières 40 années.

(unité: mm/an)

| Observatoire | 1954/63 | 1964/73 | 1974/83 | 1984/93 |
|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|
| Ballé | 550,1 (100%) | 425,5 (77%) | 362,2 (66%) | ***** |
| Dilly | ***** | 450,5 (100%) | 422,4 (94%) | ***** |
| Mourdiah | 550,8 (100%) | 501,8 (91%) | 447,6 (81%) | ***** |
| Nara | 485,0 (100%) | 416,0 (86%) | 408,3 (84%) | 386,6 (80%) |

Nota: Le signe ***** indique le manque de données

(b) Courbe pluviométrique

Le Tableau C-11 et la Figure C-1 de l'Annexe C indiquent la comparaison entre la force des pluies journalières en 1985 aux 4 observatoires de Nara, Ballé, Dilly et Mourdiah; et la relation avec la pluviométrie annuelle. Sur cette base, on peut dire qu'il n'y a pas de corrélation entre le volume des pluies journalières et le volume des pluies annuelles à chaque observatoire. Pour la comparaison de la force des pluies journalières, on a choisi l'année 1985 récente, parmi les années pour lesquelles les données pluviométriques étaient utilisables.

Pour l'établissement de la courbe pluviométrique, comme il n'existe de données pour les dix dernières années que pour Nara, et comme indiqué ci-dessus, il n'y a pas de corrélation entre le volume des pluies des différents observatoires, on a défini le volume des pluies de ses dix dernières années des 3 autres observatoires comme indiqué ci-dessous:

Estimation des pluies annuelles moyennes pendant les 10 dernières années pour les différents observatoires

| Observatoire | Pluies annuelles moyennes entre 1954 et 1983 mm/an | Pluies annuelles moyennes des dix dernières années (1984-1993) mm/an |
|--------------|---|---|
| Nara | 436,4 (100%) | 386,6 (100%) |
| Ballé | 445,9 (102%) | * 394,0 (102%) |
| Dilly | 436,4 (100%) | * 386,6 (100%) |
| Mourdiah | 500,1 (115%) | * 444,6 (115%) |

* estimation

La Figure C-2 de l'Annexe C indique la carte pluviométrique ainsi obtenue du cercle de Nara.

(c) Qualité de l'eau

Les résultats d'analyse des essais de la qualité d'eau des mares de 15 endroits sont indiqués dans le Tableau C-12 de l'Annexe C. Eau de surface et mares. Selon les critères de l'O.M.S., l'eau est potable pour l'homme à six (6) emplacements.

3.1.5 Hydrogéologie et eaux souterraines

Selon le mode de gisement des eaux souterraines, les aquifères du Mali se classent en trois grandes catégories (Voir Figure 3.1-2).

- Aquifères généralisés
- Aquifères fissurés
- Aquifères superficiels

Dans le cercle de Nara, ces aquifères correspondent aux couches du tableau ci-après:

Aquifères DANS LE CERCLE DE NARA

| Aquifères | Type | Couche |
|------------------------|-----------------------|---|
| Aquifères généralisés | Aquifère stratifié | Continental intercalaire |
| Aquifères fissurés | Aquifère discontinu | Cambrien, dolérite |
| Aquifères superficiels | Aquifère semi-continu | Infracambrien |
| | Aquifère stratifié | Quaternaire, zone altérée de chaque terrain |

(1) Aquifères généralisés

Les aquifères généralisés sont les aquifères stratifiés. Les aquifères généralisés dans le cercle de Nara appartiennent au continental intercalaire (C.I). Ils s'étendent sur le fossé de Nara dans l'est du cercle de Nara, et constituent une source importante d'eau potable de la ville de Nara. La porosité efficace des aquifères généralisés du continental intercalaire en République du Mali est d'environ 3 à 15%, la transmissivité de $1,1 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{S}$, et la capacité spécifique de $5,4 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$.

(2) Aquifères fissurés

Les aquifères fissurés se divisent en aquifère discontinu et en aquifère semi-continu. La partie altérée recouvrant chacune des formations sus-mentionnées comporte en son sein une nappe aquifère de type superficiel.

(a) Aquifère discontinu

L'aquifère discontinu est un aquifère qui renferme des eaux souterraines liées au système de fissuration formant un réseau. Dans le cercle de Nara, les roches du cambrien et les dolérites mésozoïque correspondent à cet aquifère.

L'épaisseur de la partie fissurée supérieure sous pression du cambrien est d'environ 25 à 50 m, et les eaux souterraines de cet aquifère se rechargent régulièrement. Au contraire, la zone fissurée plus profonde contient des eaux souterraines plus vieilles (eau fossile). Les eaux souterraines sont quasi-stationnaires, l'eau pluviale de remplacement ne constitue qu'une petite partie obtenue par l'influence de pompage à l'aide des pompes, sinon elle est nulle. La limite de profondeur desdites eaux de remplacement de l'eau pluviale est inférieure à 150 m, la profondeur maximum de forage pour les eaux souterraines des villages.

La porosité efficace des aquifères fissurés sous pression est d'environ 1%, et diminue sensiblement en fonction de l'augmentation de la profondeur. La porosité efficace des aquifères fissurés profonds est d'environ 0,1%. La transmissivité du cambrien en République du Mali est de $2,0 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{S}$, et la capacité spécifique est de $0,9 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$.

En ce qui concerne le dolérite et autres sols qui forment des aquifères discontinus, les travaux de creusement ont souvent été arrêtés en arrivant à

la dolérite à cause de la dureté de la roche et par manque de capacité des foreuses appropriées dans le passé, et on n'a pas pu obtenir de données sur les dolérites comme aquifères. A l'avenir, il est nécessaire de faire la vérification à ce sujet.

(b) Aquifère semi-continu

L'aquifère semi-continu est un aquifère lié à la perméabilité secondaire: cette perméabilité secondaire est constituée de fissures fines provoquées par différents mouvements tectoniques et au cours de la stratification du terrain ainsi que de l'altération. Cet aquifère inclue les grès infracambriens à porosité intergranulaire et injectés de dolérite. La transmissivité de l'aquifère infracambrien en République du Mali est de $1,1 \times 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$, le coefficient d'emmagasinement de $8,4 \times 10^{-3}$, et la capacité spécifique est de $5,4 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$.

(c) Aquifères superficiels

Les aquifères superficiels sont des aquifères stratifiés (nappes aquifères). Les présents aquifères sont principalement constitués des dépôts du quaternaire comprenant la zone altérée de la crête des aquifères fissurés. A cet effet, les aquifères superficiels sont constitués de latérite, d'argile, de sable et de gravier ainsi que d'une couche inférieure altérée.

Le quaternaire comprend des dunes fixes ainsi que des terrains plats sur la partie supérieure de la couche ancienne, mais l'épaisseur de cette couche est d'une manière générale mince dans tous les cas. La couche est mince donc la dimension comme aquifère est petite, en plus, ce sont les aquifères importants dans chacune des zones du cercle de Nara, surtout dans le sud, les eaux souterraines ont une teneur en sel peu élevée et reçoivent une recharge régulière pendant la saison des pluies. Le quaternaire s'étend en général de quelques mètres à une dizaine de mètres de profondeur à partir de la superficie du sol du cercle de Nara. La zone altérée de la couche inférieure présente des caractéristiques diverses selon la nature des roches du terrain original, mais les variations de ces caractéristiques sont de l'ordre des particularités du quaternaire.

La transmissivité du continental terminal (C.T) dans la zone intérieure du Delta semblable aux aquifères superficiels dans le cercle de Nara ainsi que du quaternaire est de $7,0 \times 10^{-4} \text{ m}^2/\text{s}$, le coefficient d'emmagasinement est de $1,2 \times 10^{-4}$ et la capacité spécifique d'environ $4,3 \text{ m}^3/\text{h}/\text{m}$.

3.2 Situation socio-économique

3.2.1 Division administrative

La République du Mali depuis l'indépendance en 1960 est divisée en 7 régions et 1 District spécial (Bamako). Chaque région est dirigée par un gouverneur de région nommé par le gouvernement, chaque région comprend 4 à 8 cercles dont les commandants sont nommés par le Gouvernement. Chaque cercle se compose de plusieurs arrondissements, dirigés par un chef d'arrondissement. L'arrondissement est l'organisation administrative de base, et le village se situe dans la zone de résidence.

La zone d'étude du Projet qui appartient à la région de Koulikoro, inclut les 6 arrondissements du cercle de Nara, ce qui représente le sommaire suivant:

| Division | Superficie km ² | Nombre de familles | Population (personnes) | Densité démographique km ² |
|--------------------------------|-------------------------------|-----------------------|---------------------------|---|
| République du Mali | 1.248.574 | 787.783 | 7.696.348 | 6,2 |
| Région de Koulikoro | 95.848 | 112.394 | 1.197.968 | 12,5 |
| Cercle de Nara | 30.746 | 13.301 | 150.866 | 4,9 |
| Arrondissement Nara Central | 4.904 | 4.683 | 38.662 | 7,9 |
| Arrondissement Ballé | 5.540 | 2.451 | 35.693 | 6,4 |
| Arrondissement Dilly | 5.032 | 2.400 | 29.539 | 5,9 |
| Arrondissement Falou | 3.456 | 1.468 | 20.190 | 5,8 |
| Arrondissement Guiré | 6.740 | 912 | 9.384 | 1,4 |
| Arrondissement Mourdiah | 5.074 | 1.387 | 17.398 | 3,4 |

Source : Rapport du recensement national de 1987. La superficie de chaque arrondissement a été calculée sur la base du Rapport pour le Projet Inventaire des ressources ligneuses au Mali.

3.2.2 Population et répartition de la population

(1) Sommaire de la population

La population lors des recensements de 1976 et de 1987 dans la zone d'étude du Projet était la suivante:

| Division | 1976 | | | 1987 | | | Taux de croissance |
|-----------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|--------------------|
| | Homme | Femme | Total | Homme | Femme | Total | |
| République du Mali | 3.123.733 | 3.271.185 | 6.394.918 | 3.760.711 | 3.935.637 | 7.696.348 | 1,70 |
| Région de Koulikoro | 454.080 | 478.157 | 932.237 | 587.715 | 610.253 | 1.197.968 | 2,30 |
| Cercle de Nara | 58.531 | 60.296 | 119.427 | 73.888 | 76.978 | 150.866 | 2,15 |
| Arrondissement Nara Central | 16.141 | 16.427 | 32.568 | 18.775 | 19.887 | 38.662 | 1,57 |
| Arrondissement Ballé | 13.391 | 14.639 | 28.030 | 17.171 | 18.522 | 35.693 | 2,22 |
| Arrondissement Dilly | 12.591 | 12.065 | 26.656 | 14.982 | 14.557 | 29.539 | 0,94 |
| Arrondissement Falou | 6.372 | 7.325 | 13.697 | 9.803 | 10.387 | 20.190 | 3,59 |
| Arrondissement Guiré | 3.378 | 3.264 | 6.642 | 4.623 | 4.761 | 9.384 | 3,19 |
| Arrondissement Mourdiah | 6.658 | 7.176 | 13.834 | 8.534 | 8.864 | 17.398 | 2,11 |

Source: Rapport des recensements nationaux de 1976 et de 1987.

Comme l'indique le tableau ci-dessus, le taux de croissance démographique en République du Mali a été particulièrement bas: de 1,70% en moyenne pendant 11 années entre 1976 et 1987. On ne peut pas confirmer ledit taux de croissance du fait qu'il n'existe pas de rapport sur le taux de natalité et de mortalité dans ce recensement; mais il apparaît des taux de natalité et de mortalité très élevés d'après l'estimation faite en tenant compte des résultats de l'étude des villages, ce qui laisse une possibilité d'augmentation sensible au fur et à mesure de l'amélioration du cadre de vie, à savoir, une première étape de croissance démographique.

Le taux de croissance démographique dans le cercle de Nara est de 2,15%, un peu plus élevé que la moyenne nationale, mais un peu plus bas que la moyenne de la région de Koulikoro. Ces taux d'augmentation au niveau des arrondissements présentent de grandes différences de 0,94% à 3,59%, et il n'y a pourtant pas de raisons ni de tendances particulières.

(2) Composition des familles

Les concepts de "concession" et de "ménage" s'appliquent à la République du Mali. La concession est la population qui habite en commun un même domicile, ce qui est considéré comme un vestige de la famille nombreuse, conforme à l'héritage des aînés du clan. Au contraire, le ménage implique une unité de couple sous la coutume polygamique. La relation entre la concession et le ménage selon le recensement en 1987 indiquée ci-après montre que le cercle de Nara a une population par concession plus élevée que la moyenne du pays, le nombre d'habitants par ménage est presque du même niveau que celui des autres cercles du pays, à savoir, une concession se compose de 1,6 à 2,4 ménages.

| Division | Population | Nombre de concessions | Population par concession | Nombre de ménages | Population par ménage | Rapport concession /ménages |
|-----------------------|------------|-----------------------|---------------------------|-------------------|-----------------------|-----------------------------|
| République du Mali | 7.696.348 | 787.783 | 9,8 | 1.364.079 | 5,6 | 1: 1,8 |
| Région de Koulikoro | 1.197.968 | 112.394 | 10,7 | 194.265 | 6,2 | 1: 1,7 |
| Cercle de Nara | 150.866 | 13.301 | 11,3 | 26.739 | 5,6 | 1: 2,0 |
| Arrondt. Nara Central | 38.662 | 4.683 | 8,3 | 7.520 | 5,1 | 1: 1,6 |
| Arrondt. de Ballé | 35.693 | 2.451 | 14,6 | 5.581 | 6,4 | 1: 2,3 |
| Arrondt. de Dilly | 29.539 | 2.400 | 12,3 | 5.722 | 5,2 | 1: 2,4 |
| Arrondt. de Falou | 20.190 | 1.468 | 13,8 | 3.221 | 6,3 | 1: 2,2 |
| Arrondt. de Guiré | 9.384 | 912 | 10,3 | 1.632 | 5,8 | 1: 1,8 |
| Arrondt. Mourdiah | 17.398 | 1.387 | 12,5 | 3.063 | 5,7 | 1: 2,2 |

Source : Rapport du recensement national de 1987

Le résultat de l'étude des ménages dans les trente (30) villages représentatifs s'appuie sur les points mentionnés ci-dessus, voici leur sommaire:

| | |
|--|--|
| - Nombre de concessions | 155 concessions dont 2 dont la relation familiale n'est pas claire |
| - Population de 153 concessions | 2.732 personnes |
| - Nombre de ménages de 153 concessions | 398 ménages |
| - Nombre de ménages par concession | $398/153 = 2,6$ ménages |
| - Population par concession | $2732/153 = 17,9$ personnes |
| - Population par ménage | $2732/398 = 6,9$ personnes |

D'ailleurs, la composition d'un ménage est la suivante:

| | |
|--|-------------------------|
| - Chef de famille, conjointe avec enfants | 32 ménages, soit 20,9 % |
| - Chef de famille, conjointe, couples de leurs enfants | 26 ménages, soit 17,0 % |
| - Chef de famille, conjointe et frères (soeurs) du chef de famille | 47 ménages, soit 30,7 % |
| - Chef de famille, couples de frères du chef de famille et leurs enfants | 48 ménages, soit 31,4 % |
| Total | 153 ménages, soit 100 % |

Le nombre de conjointes est comme suit:

| | |
|------------------------------------|--------------------------|
| - Un conjoint et une conjointe | 235 ménages, soit 59,0 % |
| - Un conjoint et deux conjointes | 121 ménages, soit 30,4 % |
| - Un conjoint trois conjointes | 34 ménages, soit 8,6 % |
| - Un conjoint et quatre conjointes | 8 ménages, soit 2 % |
| Total | 398 ménages, soit 100 % |

(3) Nomadisation

Le sommaire de l'étude du registre d'état civil pour le recensement de 1987 selon l'âge dans le cercle de Nara est comme suit :

| Groupe d'âge | Résidents | | Non résidents | | Étrangers | | Population actuelle | | Total |
|--------------|-----------|--------|---------------|-------|-----------|-------|---------------------|--------|---------|
| | Homme | Femme | Homme | Femme | Homme | Femme | Homme | Femme | |
| 0-4 | 13.623 | 13.049 | 1.004 | 1.106 | 612 | 672 | 14.627 | 14.155 | 28.782 |
| 5-14 | 21.351 | 18.793 | 1.550 | 1.373 | 558 | 851 | 22.901 | 20.166 | 43.067 |
| 15-24 | 8.029 | 11.448 | 2.744 | 1.636 | 301 | 1.227 | 10.773 | 13.084 | 23.857 |
| 25-34 | 5.811 | 10.035 | 2.250 | 1.070 | 254 | 624 | 8.061 | 11.105 | 19.166 |
| 35-44 | 5.333 | 6.773 | 1.599 | 623 | 209 | 312 | 6.932 | 7.396 | 14.328 |
| 45-54 | 3.886 | 4.213 | 860 | 335 | 119 | 148 | 4.746 | 4.548 | 9.294 |
| 55- | 5.072 | 6.100 | 705 | 253 | 128 | 152 | 5.777 | 6.353 | 12.130 |
| ND | 34 | 143 | 37 | 28 | 11 | 14 | 71 | 171 | 242 |
| Total | 63.139 | 70.554 | 10.749 | 6.424 | 2.192 | 4.000 | 73.888 | 76.978 | 150.866 |

Source : Rapport du recensement national de 1987

D'après le tableau mentionné ci-dessus, près de 11,4% de 150.866 personnes de la population totale lors du recensement étaient des non-résidents, ce qui représente 4,1% de résidents nés en dehors du cercle de Nara. Dans le cas de 15 - 34 ans, le nombre de non-résidents dépasse 18% des hommes, dont plus de 25 % habitent hors de la région. La population totale des 25 à 34 ans est légèrement inférieure à 17,3%, ce qui représente 27,9% des hommes.

18,3% des 17.173 non-résidents habitent à l'étranger, ce qui correspond à plus de 35% des hommes. La plupart de ces non-résidents vont travailler dans les autres villes du Mali ou à l'étranger. D'après notre étude par interview dans des villages représentatifs, certains habitants qui ont quitté le village y retournent temporairement surtout pendant la saison des travaux agricoles, et l'on a pu ainsi savoir que la raison de leur départ du village était la récession de l'économie régionale, pendant la sécheresse, etc.

(4) Position des villages et population de chaque village

Suivant la définition de la Direction Nationale de la Statistique et de l'Informatique (DNSI) du Ministère de la Planification, le "Village" est une zone de résidence ayant un chef de village et en principe une population de

plus de 100 personnes, et une "ville" est une zone de résidence d'au moins 5.000 personnes. Selon le recensement de 1987, il existe 2 villes: Nara et Goumbou, en tant que zone de résidence ayant une population de plus de 5.000 habitants dans la zone d'étude du Projet, et 254 villages de 100 à 4.999 personnes et 17 villages de moins de 100 personnes.

Le nombre de villages dans le cercle de Nara n'est pas stable selon la source des données et en ce sens, on ne peut pas toujours appliquer la définition susmentionnée à ces chiffres. La présente étude se base sur la dernière liste des villages établie par l'administration de la région de Koulikoro, et une partie a été modifiée par comparaison avec toutes les données du recensement. La position des villages et la dimension de la population sont indiquées sur la Figure 3.2-1.

3.2.3 Ethnies

(1) Types et répartition des ethnies

Les principales ethnies qui résident dans la zone d'étude du Projet, sont les Soninké, Peulh, Maure et Bambara, plus, les Guiaba, une minorité nationale considérée comme un mélange de Soninké et de Maure, ainsi qu'un petit nombre de Malinké qui habitent dans le cercle voisin de Kita à l'Ouest.

D'après le recensement de 1976, la population nomade est d'à peu près 426.000 personnes dans tout le pays, dont 2,5% (environ 10.650 personnes) dans la région de Koulikoro. La majorité de ces nomades pénètre dans le cercle de Nara en traversant la frontière de la Mauritanie au Nord, et on estime que cette population nomade est composée de Touareg, de Maure et en partie de Peulh.

En ce qui concerne la répartition par ethnie dans les arrondissements, les Soninké sont majoritaires dans les arrondissements de Ballé et de Falou, les Peulh dans l'arrondissement de Dilly, les Maure dans les arrondissements de Guiré et Nara Central, et dans l'arrondissement de Mourdiah, il y a beaucoup de villages Bambara .

(2) Composition des ethnies de chaque village

La plupart des villages se composent d'une seule ethnie. Même au cas où le village comporte un mélange de plusieurs ethnies, seulement les autres ethnies de petit nombre s'installent en parasites chez l'ethnie principale. On peut considérer qu'il y a une relation avec les processus de formation des

villages, les villages sont été formés par émigration, division de villages ou sédentarisation, et d'autres familles de la même ethnie viennent s'y joindre et élargir chaque village.

3.2.4 Situation de l'emploi et du revenu

(1) Répartition de la population par activité professionnelle

On ne trouve pratiquement pas de division du travail, sauf dans le centre de l'arrondissement où se trouvent les autorités locales du gouvernement, à savoir, les habitants sont des agriculteurs et des éleveurs. Dans les villages relativement grands, on voit respectivement un certain nombre de familles de griots (jeli), de forgerons (numu), de cordonniers (garanké) et certains cas de tisserands (guéssé dala), en tant que profession héréditaire; mais beaucoup d'hommes de ces métiers s'occupent aussi d'agriculture. Dans les villages de grande échelle, on trouve en particulier des marchands d'articles divers et des bouchers, dont le nombre est pourtant peu important.

La proportion de population par activité professionnelle dans la région de Koulikoro selon le recensement de 1987 est comme suit; on peut comprendre également la division du travail professionnel peu importante d'après le tableau ci-dessous.

| Activité professionnelle | Hommes | | Femmes | | Total | |
|--|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | Population | Proportion | Population | Proportion | Population | Proportion |
| Spécialité de technologie et de science | 3.808 | 1,15% | 1.005 | 0,48% | 4.813 | 0,89% |
| Fonctionnaire | 666 | 0,20% | 347 | 0,16% | 1.013 | 0,19% |
| Affaires et commerce extérieur | 812 | 0,24% | 13.152 | 6,24% | 13.964 | 2,57% |
| Service | 4.579 | 1,38% | 1.048 | 0,50% | 5.627 | 1,04% |
| Agriculture élevage, forêt et pêche | 280.253 | 84,38% | 169.242 | 80,35% | 449.495 | 82,82% |
| Mines, industrie et transport | 9.100 | 2,74% | 3.449 | 1,64% | 12.549 | 2,31% |
| Autres | 32.919 | 9,91% | 22.388 | 10,63% | 55.307 | 10,19% |
| Total | 332.137 | 100,00% | 210.631 | 100,00% | 542.768 | 100,00% |
| Population des travailleurs | 332.137 | 74,18% | 210.631 | 44,71% | 542.768 | 59,06% |
| Population des chômeurs | 1.637 | 0,37% | 645 | 0,14% | 2.282 | 0,25% |
| Population des activités non économiques | 108.573 | 24,25% | 254.563 | 54,03% | 363.136 | 39,52% |
| Classification non identifiée | 5.400 | 1,20% | 5.306 | 1,12% | 10.706 | 1,17% |
| Population au-dessus de 6 ans | 447.747 | 100,00% | 471.145 | 100,00% | 918.892 | 100,00% |

Source : Rapport du recensement national de 1987.

(2) Répartition de la main d'oeuvre familiale

D'après l'étude par interview dans les villages représentatifs, les hommes s'occupent principalement des travaux relatifs à la culture des produits agricoles principaux, tels que mil (millet), sorgho ainsi que de l'élevage du bétail, et souvent les femmes s'occupent surtout du ménage. Toutefois, la culture des légumes est faite principalement par les femmes, qui vannent aussi souvent le mil et le sorgho après le battage.

Les femmes s'occupent des travaux généraux et des travaux quotidiens, tels que décorticage des céréales et puisage d'eau, alors que les hommes sont surtout de la main-d'oeuvre saisonnière. En plus, on peut voir dans certains cas que les femmes de l'ethnie Maure pratiquent la confection ainsi que la vente des produits en cuir, alors que des personnes de l'ethnie Peulh font la

vente itinérante du lait etc. Les femmes de l'ethnie Maure sont effectivement actives pour gagner un revenu en espèces.

(3) Revenu

La plupart des habitants de la zone du projet pratiquent l'agriculture et l'élevage, et les produits agricoles constituent l'élément essentiel de leur revenu. Des céréales diverses comme le mil et le sorgho, sont cultivées principalement pour la consommation personnelle, le revenu en liquide doit être obtenu en dehors de la vente des produits agricoles, et il varie considérablement selon les ethnies, comme l'indique le tableau ci-dessous.

| Source de revenu | Soninke | Peulh | Maure | Bambara | Moyenne de la zone |
|--|--------------------|------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
| Revenu agricole | 2,6 % | 2,4 % | 12,1 % | 19,6 % | 4,5 % |
| Revenu de l'élevage | 30,5 % | 63,6 % | 42,0 % | 56,7 % | 41,5 % |
| Fourniture de services, salaire | 16,7 % | 29,8 % | 4,8 % | 4,4 % | 18,0 % |
| Virement de personnes émigrées (envois d'argent de l'étranger) | 49,3 % (39,7 %) | 4,2 % (2,7 %) | 41,1 % (39,5 %) | 19,3 % (18,6 %) | 35,7 % (29,7 %) |
| Autres | 0,9 % | - | - | - | 0,5 % |
| Total | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % | 100,0 % |

Source : Résultats d'une enquête faite dans les fermes

Les virements d'argent de l'étranger constituent la source de revenu principale de l'ethnie Soninke, devant la vente de bétail. Il en va pratiquement de même pour l'ethnie Maure, mais le revenu de la vente de bétail devance de très près les virements de personnes émigrées. Chez les Peulh, le revenu de la vente du bétail est essentiel, il compte pour plus de 93% si on y ajoute la fourniture de services. Par rapport aux autres ethnies, la part des virements de personnes émigrées est faible. La vente du bétail constitue la majeure partie du revenu de l'ethnie Bambara, suivie à niveau égal par le revenu agricole et les virements de personnes émigrées.

Comme le montre clairement le tableau ci-dessus, les habitants de la zone de l'étude cultivent des céréales pour leur consommation propre, et suppléent à la partie manquante et aux frais nécessaires autres que les frais d'alimentation, par la vente de bétail et les virements de personnes émigrées.

3.2.5 Infrastructures sociales

(1) Installations de transport et de communication

Excepté la route latéritique à deux (2) voies entre Bamako, Kolokani, Djidjéni, Mourdiah et Nara, il n'y a que les traces de passage des véhicules en tant que route. Actuellement, on dit qu'un projet de construction d'une route reliant Djidjéni, Mourdiah, Falou et Ballé est en cours d'étude. Il n'existe pas de trafic routier régulier d'autobus entre les villages, mais il y a des minibus qui font la navette presque régulière entre Nara et Bamako.

Comme installations de communication, il y a des radiotéléphones entre Bamako et Koulikoro qui permettent de faire la communication jusqu'au Bureau du cercle de Nara, ainsi que la communication à l'heure fixe entre le Bureau du cercle et le Bureau de chaque arrondissement. A l'heure actuelle, le programme d'aménagement téléphonique est à l'étude par la SOTELMA (société de Télécommunication du Mali), et la communication Bamako-Nara est possible à heure fixe.

(2) Installations de santé et d'hygiène

Dans la zone d'étude du Projet, l'eau courante n'est fournie qu'à une partie de la ville de Nara, et l'eau de puits sert d'eau potable dans presque tous les villages. Dans certains cas, l'eau inondée des mares est utilisée comme eau potable dans des villages à cause de la mauvaise qualité de l'eau des puits. Ni l'eau des puits ni l'eau inondée des mares ne sont stérilisées ou traitées de manière convenable, et l'eau brute est toujours utilisée pour l'eau potable. A cet effet, les maladies du système digestif (gastro-entérite) sont fréquentes, ainsi que le paludisme et la bronchite (broncho-pneumonie). Les maladies qu'on voit souvent dans le cercle de Nara comprennent la parasitose intestinale et la bilharziose de plus, on signale aussi des cas de lèpre et de ver de Guinée.

On nous a rapporté qu'il existait 20 dispensaires ainsi que 27 maternités, mais de nombreux dispensaires sont sans médecin dans la zone du Projet. Bien qu'un hôpital avec des chambres d'hospitalisation ait été récemment achevé à Nara, il n'est pas encore en service.

(3) Installations scolaires

En dehors d'une école du seconde cycle à Nara Central, à Dilly et à Mourdiah, il y a au total 34 écoles primaires dans toute la zone dont 5 sont fermées pour le moment. Le nombre d'élèves et d'enseignants dans chaque arrondissement est le suivant.

| | Nbre d'écoles | | Nbre d'élèves | | Nbre de professeurs | |
|--------------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------------|---------------|
| | primaire | seconde cycle | primaire | seconde cycle | primaire | seconde cycle |
| Arrondissement de Nara Central | 9 | 1 | 1.072 | 195 | 22 | 18 |
| Ballé | 6 | - | 468 | - | (10) | - |
| Dilly | 4 | 1 | 272 | 76 | (7) | (4) |
| Falou | 5 | - | 561 | - | (14) | - |
| Guiré | 3 | - | 512 | - | (9) | - |
| Mourdiah | 7 | 1 | 1.154 | 322 | (23) | (7) |
| Total | 34 | 3 | 4.039 | 593 | 85 | 29 |

Source: Étude du Bureau du cercle de Nara. en moyenne entre 1988-1992.

Les chiffres entre parenthèses () sont ceux de l'étude de l'Inspection de l'éducation de Kolokani en 1993.

Le nombre d'élèves d'âge scolaire (entre 7 et 12 ans) dans le cercle de Nara, est estimé à peu près 37.000 élèves en moyenne durant lesdites années et de ce fait, le taux de scolarisation de l'école primaire est d'un peu moins de 11%. La raison majeure de ce taux de scolarisation très bas est le petit nombre d'écoles et à cet effet, la distance jusqu'à l'école; éventuellement on voit qu'il est nécessaire de prendre pension au village où se trouve l'école parce que la distance pour y aller est longue.

Dans les villages de la zone d'étude du Projet, des écoles d'adultes se généralisent un peu partout où on enseigne la lecture et l'écriture de la langue Bambara en alphabet; en plus, il y a des Medersas (écoles religieuses) qui enseignent principalement le Coran dans certains villages.

3.2.6 Organisations administratives et traditionnelles

(1) Sommaire des opérations administratives

Le Bureau du cercle de Nara relève de l'administration de la région de Koulikoro, et les autorités locales s'occupant de l'administration, l'ordre public, l'agriculture, l'élevage et la forêt y sont installées; toutefois, les affaires juridiques et militaires sont gérées directement par l'administration centrale. Le sommaire des organisations administratives est le suivant:

Administration centrale (Bamako)

| Administration centrale | Administration de la région de Koulikoro | |
|---|---|------------------------------|
| - Douanes | - Bureau du cercle de Nara (Administration générale) | - Bureau de l'arrondissement |
| - Tribunaux | Santé et hygiène | Dito |
| - Direction de police | Eaux et forêts | Dito |
| - Corps du maintien de l'ordre | Élevage | Dito |
| - Armée nationale | Agriculture | Dito |
| - Observatoire météorologique | Protection des végétaux | Dito |
| - OPAM (Office des produits agricole du Mali) | Centre de formation des coopératives | Dito |
| - SONAREM (Société Nationale des ressources d'eau malienne) | Hydrologie | |
| | - Inspection d'enseignement fondamental | |
| | - Contributions diverses | |

(2) Organisations traditionnelles des habitants

Dans chaque village, on trouve un chef de village (dugu tigi) lequel préside les séances de coordination, assure l'arbitrage et les décisions à propos de tous les problèmes dans le village. Étant donné que le village est originellement formé par le même clan, le chef de village devient donc chef de famille paternelle, les anciens du même clan occupent ce poste. Le groupe des anciens (kan koro sigui) seconde le chef de village, et ils participent à la réunion des conseillers avec le chef de village lors de l'assemblée des

principaux chefs de concession. Ce système a été transformé en comité de village, comme indiqué dans le paragraphe suivant.

Un grand nombre de villages possède des champs collectifs (foroba foro) et utilisent un système la caisse commune (foroba kesu) sur la base des produits desdits champs, et on a observé que les habitants des villages Peulh versaient partiellement de l'argent à un fonds de réserve. Le système de caisse commune s'applique aux événements capitaux de la famille. Dans certains villages, le système de caisse commune existe uniquement pour les femmes seules ou les hommes seuls, et dans le cas des femmes, la caisse est alimentée par des fonds provenant des cultures des légumes, de la teinture ainsi que de la vente d'articles artisanaux divers.

(3) Comité de Village

Le village ne constitue pas une organisation administrative mais s'acquitte des fonctions complémentaires de l'administration sous la supervision du Bureau de l'arrondissement et à cet effet, un conseil de village a été créé dans chaque village. Ce comité se compose de 3 à 7 conseillers y compris le chef (le nombre diffère suivant la population du village). Dans la plupart des villages, l'ancien système du choix des chefs de villages ainsi que des conseillers a été maintenu. Des représentants des jeunes hommes participent aux conseils dans certains villages. Pour ce qui concerne l'élection du chef et de ses conseillers, le système de recommandation des habitants s'applique à une partie des villages, mais le conseiller le plus âgé du clan devient chef de village dans la majorité des villages et les conseillers sont élus ou désignés par le chef.

Le principal rôle du conseil de village se compose de perception des impôts, de l'arbitrage et des négociations avec le Bureau de l'arrondissement relatives au développement ainsi qu'à l'aménagement du terroir du village. Il a pour fonction de consulter et de décider de tous les problèmes dans le village, et rôle implique en substance la même fonction que celui du système du chef de village et de ses conseillers.

(4) Fiscalité

Les taxes en vigueur se composent de trois points d'une taxe de développement régional et local (TDRL), d'une taxe sur les armes à feu, ainsi

que d'une taxe sur le bétail, le montant des taxes figure dans le tableau mentionné ci-dessous.

| Titres | Taxe imposable | Montant de taxe |
|---|------------------------|-----------------------|
| Taxe de développement régional et local | par habitant | 1.750 F CFA |
| Taxe sur les armes à feu | par fusil de traite | 625 F CFA |
| | par fusil perfectionné | 500 F CFA |
| Taxe sur le bétail | par tête de bovin, | 250F, |
| | ovin, caprin, | 50F, |
| | âne, cheval, chameau | 100 F, 800F 300 F CFA |

Source: Interview du Bureau du cercle de Nara

La taxe de développement régional et local (TDRL) est une taxe par tête d'habitant; mais la population totale ne coïncidant pas avec la population imposable, la taxe est décidée par discussion avec les habitants. A ce sujet, la population imposable actuelle est d'environ 70.000 personnes, ce qui représente près de 25 % de la population totale.

3.3 Forme des villages

3.3.1 Structure des villages

L'histoire de la structure des villages de la zone de l'étude n'étant pas restée sous forme de ruines ou de document écrit, il faut recourir à la transmission orale. D'après l'enquête orale faite dans le village de Bassaka, arrondissement de Ballé (ethnie Soninke), ce village existe depuis environ 500 ans, et il existait déjà plusieurs villages dans cet arrondissement à cette époque-là. On peut donc estimer que des habitants étaient déjà installés en ces lieux au 14-15ème siècle.

Il est très possible que l'ethnie Soninke ait formé les premiers villages dans la région de Nara, arrivant principalement de Nioro ou Kay, à l'ouest. On peut penser que l'ethnie Bambara, originaire de Segou à sud-est, est allée s'installer dans la partie sud de la région de Mourdiah. Quand ces ethnies se sont installées, la tradition orale indique que les Peulh avaient établi des camps de pâturage dans le centre et les Maure dans le Nord, et qu'il y avait aussi des villages Mossi.

Les Soninke et Bambara installés depuis relativement longtemps, ont dû répétitivement subir la division des villages à cause de l'augmentation de la

population, et vu la structure familiale des villages, on estime que la division des villages a dû s'effectuer par clans. Il y a deux cas pour les Peulh et les Maures: ou bien ils ont fondé un village à proximité de leur camp de pâturage, ou bien ils sont allés chercher une nouvelle aire d'habitation loin de leur camp.

Les emplacements d'installation choisis sont principalement à proximité des mares, il y a des villages pratiquement aux environs de toutes les mares de la zone. On considère qu'on n'utilisait pas seulement les eaux de surface des mares, mais qu'on savait qu'on pouvait obtenir de l'eau souterraine dans les couches relativement peu profondes dans leurs environs.

3.3.2 Classification des villages

La zone de l'étude comprend quelque 300 villages, et comme il est difficile de les étudier tous, ils ont été classés en plusieurs types; plusieurs villages ont été étudiés pour chaque type, puis on a procédé par analogie pour l'ensemble selon les résultats obtenus. Pour cette classification, on a d'abord répertorié l'ensemble des villages, et étudié les caractéristiques des villages: population, ethnie, activités principaux types de cultures, principaux animaux d'élevage. L'Annexe B indique les détails de cette étude, qui a permis de classer les villages dans les 7 types suivants selon les activités de production et la dimension.

| Activités de production | Dimension | Type | Nombre de villages concernés |
|--------------------------|-------------------------------------|----------|------------------------------|
| (I) Culture/élevage | (a) Grands (plus de 76 maisons) | I - a | 28 |
| | | I - b | 81 |
| | | I - c | 133 |
| (II) Elevage/culture | (b) Moyens (31 à 75 maisons) | II - a | 4 |
| | | II - b | 6 |
| | | II - c | 7 |
| (III) Pâturage itinérant | (c) Petits (moins de 30 maisons) | III - b | 5 |
| | | III - c* | 1 |
| Total | | | 265 villages |

Note 1 : * Les villages de ce type étant peu nombreux, ils ont été regroupés avec le type III-b.

Note 2 : 276 villages ont été répertoriés, mais pour 10 les activités de production n'étaient pas claires, et pour 1 village, elles étaient culture et artisanat.

Comme l'indique le tableau ci-dessus, on pratique principalement la culture dans 91,3% des villages de cette zone, principalement l'élevage plus la culture dans 6,4% des villages, et dans seulement 2,3% des villages la majeure partie des habitants pratiquent le pâturage itinérant. Des nomades passent également dans cette zone, mais il est difficile de saisir leur situation parce qu'ils ne sont pas basés dans la zone de l'étude.

Même si les habitants pratiquent la culture, l'élevage est une importante source de revenu dans presque tous les villages, et comme beaucoup de fermes ne peuvent pas assurer leur alimentation propre uniquement avec la culture, elles équilibrent leur budget par la vente de bétail. Autrement dit, la plupart des habitants de la zone de l'étude sont des agriculteurs, et il y a seulement de faibles variations dans le nombre de leurs têtes de bétail et de leur dépendance de l'élevage.

3.3.3 Particularités des types

57% des villages de type I-a sont des villages Soninke, et 25% des villages Peulh. Tous les villages Soninke sont de type culture/élevage, les villages de type a se trouvent principalement dans les arrondissements de Ballé et Nara Central: quand aux Peulh, les villages où les habitants pratiquent principalement l'élevage sont nombreux, et ceux de type I-a se trouvent pratiquement tous dans l'arrondissement de Dilly. Pour toutes les ethnies, la combinaison incluant des boeufs, 75%, est prédominante.

Les villages de type I-b se trouvent pour toutes les ethnies et toutes les zones d'habitation, 41% sont Soninke, 21% Peulh et 20% Maure. Le bétail élevé est identique à celui de a, et la combinaison avec des boeufs compte pour plus de 70%.

Comme pour le type b, on ne voit pas de spécificités d'ethnie et de zone d'habitation pour le type I-c, avec 41% pour l'ethnie Soninke, 28% pour les Bambara et 17% pour les Maure. La combinaison avec des boeufs est faible, 43%, et la caractéristique de ce type est la prédominance des chèvres et des moutons.

Les villages Peulh sont de type II-a, presque tous situés dans l'arrondissement de Dilly. Les habitants pratiquent principalement l'élevage parce que le nombre des têtes de bétail est important, mais la culture est également florissante, et la combinaison incluant des boeufs est prépondérante.

Le Type II-b ne comprend que des villages Peulh, qui sont eux aussi concentrés dans l'arrondissement Dilly, et la combinaison incluant des

chèvres et moutons est légèrement prépondérante. On pratique la culture, mais les villages dépendent plus de l'élevage que le type a.

Le type II-c ne se rencontre que chez l'ethnie Peulh, et ces villages sont dispersés dans tout l'arrondissement Dilly. Contrairement au type b, la combinaison incluant des boeufs est prépondérante, et le système de pâturage itinérant sur longue distance est maintenu. Il y a beaucoup de villages où la sédentarisation est relativement récente.

Le type III-b/c dispose aussi des terres agricoles, mais ces villages dépendent fortement de l'élevage, et sont tous peuplés par l'ethnie Maure. Généralement, le boeuf est l'élément principal de la nourriture des Maures, mais pour ce type, il s'agit de chèvres et de moutons. Ils sont concentrés dans le nord de l'arrondissement Guiré.

3.4 Utilisation du sol et forme de propriété

3.4.1 État actuel de propriété du sol

(1) Utilisation actuelle des terres dans le cercle de Nara

L'utilisation des terres dans le cercle de Nara est simple, parce qu'il n'y a pas de grandes rivières, zones résidentielles concentrées, autoroutes, et autres structures techniques et architecturales. La plupart des terres sont sous végétation naturelle et servent des lieux de parcours pour les troupeaux. Du point de vue géomorphologique, il existe de vastes plaines sableuses et des formations dunaires. Le socle rocheux est apparent à certains endroits. Les champs de culture sont petits et cantonnés dans les environs immédiats de villages.

On distingue dans le cercle de Nara les types d'utilisation suivants.

1) Les agro-pastoraux: A/P sur la carte.

Ils s'étendent aux plaines sableuses et aux dunes, les activités sont l'agriculture et l'élevage. La superficie A/P est d'environ 18.690 km², soit 60,8% de l'aire du cercle. En 1992/93, 647,7 km² de terres étaient cultivés et 3.238,5 km² en jachère.

2) Les espaces pastoraux: P

Ils se localisent essentiellement dans la partie nord du cercle et dans les plaines sableuses, et servent presque exclusivement pour les animaux

transhumants des éleveurs. Les espaces pastoraux sont de 6.231 km², soit environ 20,3% du total du cercle.

3) La steppe à ligneux: (SL)

Elle se localise dans le centre du cercle avec une superficie de 1.279 km², soit 4,2% du cercle. Les ligneux constituant cette steppe sont: Acacia spp. et combretum spp. Ces arbustes sont utilisés comme bois de chauffe par les habitants des environs, et les feuilles et tiges servent de fourrage pour le bétail.

4) La steppe herbeuse: (SH)

Ce sont des zones à végétation naturelle à dominance herbeuse où peuvent être disséminés quelques arbres. Elles servent d'aire de pâturage pour les animaux surtout ceux des éleveurs nomades. La steppe herbeuse est de 1.308 km², soit 4,3% de la superficie du cercle.

5) Les affleurements rocheux: (AR)

Ils sont visibles dans la partie sud du cercle. Parfois les roches saines sont couvertes de matériau latéritique fin ou de sable, ce qui permet par endroit à une maigre végétation de pousser. Ainsi, cela donne une certaine valeur pastorale à ce paysage rocheux. Les affleurements rocheux ont une étendue de 1.084 km², soit 3,5% du cercle.

6) La vallée fossile du serpent et les marigots: (VF)

La vallée fossile du serpent se situe au centre du cercle et le parcourt d'Ouest à l'Est. Elle est le confluent de la plupart des marigots et a un écoulement saisonnier. En saison sèche, la vallée du serpent sert de lieu de pâturage. Elle a une superficie de 815 km², soit 2,6% du cercle.

7) Les terrains particuliers:

Il s'agit ici de petites superficies incluses dans les grands types d'utilisation, leur total est de 1.339 km², soit 4,3% du cercle. Les terrains particuliers comprennent les trois catégories ci-dessous:

- a) Les mares: elles sont environ au nombre de 720 dans le cercle d'étendue variable de 0,3 à 4.800 hectares. Leur eau douce sert aussi bien pour les paysans que les nomades. La superficie totale des mares est de 20.000 km².
- b) Les sites des villages: la plupart des villages sont de petite envergure s'éparpillant sur un vaste espace.

- c) Les routes: la plupart des routes qui relient les villages sont des pistes rurales et elles n'occupent qu'une petite superficie.

De ces différentes utilisations des terres, il apparaît que l'A/P et le P occupent l'essentiel de l'espace rural du cercle de Nara, soit 81% de sa superficie totale. Cette importance spatiale fait que l'emploi efficace de ces terres est prioritaire dans tous les projets d'utilisation du sol.

(2) Production et aptitude des terres

D'une manière générale, les terres du cercle de Nara ont une faible productivité due à leurs caractéristiques intrinsèques. Les terres en couche mince, avec roches affleurantes, pierreuses, subissant un drainage naturel excessif, et à faible fertilité naturelle, limitent l'utilisation agro-pastorale du sol. La superficie cultivée par arrondissement en 1992/93 est donnée ci-après:

| | Ballé | Dilly | Falou | Guiré | Mourdiah | Nara Central | Total |
|------|--------|-------|-------|-------|----------|--------------|--------|
| (ha) | 24.782 | 3.770 | 5.994 | 5.715 | 7.840 | 10.775 | 58.876 |
| % | 4,5 | 0,7 | 1,7 | 0,8 | 1,5 | 2,2 | 1,9 |

En raison des facteurs mentionnés ci-dessous, une catégorisation des terres en termes de production ne peut pas être établie. Quant à la capacité de production agricole, seulement deux principaux types de terres pourraient être cités comme suit:

- 1) Terres à rendement déficitaire: les terres à rendement très faible cultivées en monoculture. Sur ces terres, les producteurs ne peuvent cultiver que des céréales pour leur propre consommation.
- 2) Terres à rendement équitable: celles sur lesquelles la production, avec des rendements satisfaisants et plus ou moins bénéfiques, est possible.

Puisqu'aucune mesure concrète ne peut être adoptée par rapport aux conditions climatiques, seule une amélioration du sol pourrait, dans une certaine mesure, accroître la productivité des terres.

3.4.2 Formes de propriété du sol

(1) Méthode d'attribution des terres agricoles

On ne voit pas de concept de la possession privée du fait que le système d'enregistrement du terrain n'est pas encore établi. Les emplacements du village ainsi que les terres cultivées des quartiers périphériques sont en général considérés comme terres du village, et il est habituellement interdit d'en faire la vente ainsi que la cession; toutefois, le droit de culture est donné aux habitants. Ce droit de culture donné à chaque concession est toujours héréditaire. D'autre part, le défrichage éloigné du village est en principe libre, il arrive que les défricheurs utilisent librement du droit de culture de nouveaux terrains, ce qui provoque en conséquence des conflits liés aux droits de culture ou de pâturage entre les habitants et les habitants d'autres villages dans les zones de forte population, en particulier.

En cas de différends relatifs aux terrains ainsi qu'à leur utilisation, les chefs de village, et les conseillers concernés de chaque village se réunissent et tentent de trouver la solution appropriée par voie de conciliation. En cas de désaccord entre les habitants, ils font recours par procès au tribunal qui existe dans la ville de Nara. A cet égard, le nombre élevé de procès dans le cercle de Nara est dû aux conflits entre les agriculteurs et les éleveurs, on dit surtout qu'il s'agit de conflits sur l'utilisation des terres entre les ethnies Soninké et Maure.

(2) Terrain commun du village et terrain de culture par concession

Étant donné que la limite du village n'est pas clairement définie, le concept des terrains communs du village est ambigu, on peut dire que la zone de résidence ainsi que tous les terrains de culture comprenant les environs, appartiennent généralement aux terrains du village, et dans ce cadre limité, le droit de culture héréditaire à chaque concession a été donné aux habitants. En plus, presque tous les villages possèdent des champs collectifs, la superficie desdits champs n'est pas tout à fait claire (dans la zone d'étude du projet, d'une manière générale, il n'y a pas de mesure de la superficie faute d'unité locale de mesure de superficie). La culture des champs collectifs du village est réalisée par la main-d'oeuvre villageoise, et leurs récoltes sont versées au fonds de réserve de la caisse commune des habitants.