Chapitre 2 Plans, programmes et organismes en rapport avec l'établissement du Plan directeur

2.1 Secteur de l'eau

2.1.1 Les politiques mises en œuvre dans la zone cible

(1) Sélection des zones concernées
Les critères prioritairement appliqués par la DHR pour les villages retenus pour la réalisation des ouvrages hydrauliques sont les suivants.

1) Gros villages avec population de plus de 1000 habitants
2) Villages limitrophes de la Gambie, de la Guinée et du Mali

Les villages proches des frontières sont considérés comme prioritaires pour éviter la migration des villageois vers d'autres pays.

(2) Types d'installations
Le " Alimentation en eau potable et assainissement: élaboration d'un document de stratégie. Tome 1 : état des lieux - Décembre 2004", (PEPAM) indique que la "DHR est contre les ouvrages hydrauliques de type point d'eau de petite envergure utilisant une pompe motorisée". Mais d'après la DHR, la construction de tels ouvrages n'est pas adaptée dans les zones où le volume d'eau suffisant peut être obtenu, mais des ouvrages de petite taille sont suffisants dans les zones du socle où le volume d'eau requis ne peut pas être obtenu.

(3) Position inéquitable des ouvrages
Bien qu'il y ait de nombreux villages dans la région de Tambacounda au niveau des frontières gambienne, et malienne, il existe moins d'ouvrages hydrauliques dans cette région que dans les autres. On peut penser que cela est dû au fait que la distance d'accès à ces zones est longue, que leur prise en compte a finalement pris du retard à cause des difficultés d'accès pendant la saison des pluies et parce qu'il y avait beaucoup d'ouvrages à construire sur la route d'accès menant aux de sites.

(4) Déferrisation
La teneur en fer dans les forages réalisés à la frontière gambienne et ailleurs. dépasse souvent la norme de1mg/l. Si la teneur en fer est élevée, les villageois ne sont pas satisfaits de la couleur et du goût de l'eau, mais comme il n'y a pas d'autre source d'eau, ils l'utilisent telle quelle sans que le forage soit jugé négatif. Aucun défériseur n'étant pas installé dans la zone du projet, on ne peut que conseiller aux villageois de "filtrer l'eau puisée" pour éliminer le fer.

2.1.2 Budget Consolidé d'Investissement

(1) Préparation et mise en place du budget
La confection du budget est faite en juillet et votée avant fin décembre. La mise en place du budget est effective avant mars de l'année suivante.

(2) Contenu de l'élaboration du budget
Un projet de budget triennal est établi tous les ans. Il est appelé "PROJET PTIP 2008-2009-2010 (Montant des investissements globaux", et divisé en 2 sections : section 1 "Projets en cours et nouveaux projets" (ayant obtenu le code PTIP) et section 2 "Nouveaux projets : programmation prévisionnelle" (code PTIP non obtenu). La différence entre BCI et PTIP est que le BCI est un budget, et le PTIP un numéro de projet approuvé par le gouvernement.

Le budget BCI est établi par projet, est divisé en équipements 1) Forage, 2) CE), 3) Canalisation, 4) Pompe etc. Le budget définitif est notifié à tous les ministres par le Ministre des Finances en janvier.

(3) Indication dans le rapport du PEPAM concernant le pourcentage élevé des parties non utilisées du budget
Le programme commence en janvier tous les ans, et l'exécution ne commence qu'en février. Si l'approbation de l'assemblée prend du retard, il arrive qu'elle soit en mars ou avril. Même si l'on commence le projet en janvier, si l'on est en retard pendant plusieurs mois pour payer le montant anticipé, la période de démarrage et l'achèvement des travaux accuseront du retard. Ainsi, l'exécution du budget ne s'achève pas sur un an et il n'est pas entièrement utilisé. Mais le budget non utilisé est reporté sur l'année suivante.

(4) Précautions à prendre lors de l'établissement du projet
A l'établissement d'un projet, si le montant du projet n'inclut pas les frais de personnel, la DHR prévoit un budget. Le budget couvrant le salaire et les allocations journalières du personnel concerné devant être calculé et demandé avant la fixation du budget pour l'année suivante, le programme du projet doit être notifié à la DHR pour qu'elle arrive à temps pour la demande de budget.

2.1.3 Evolution des organismes en rapport avec le Plan directeur

Nous avons fait le point sur l'évolution des organismes en rapport avec le Plan directeur dans la zone cible (voir le tableau 2-2-2). On trouvera des détails complémentaires sur ces organismes à partir de la page 2-3.

Tableau 2-1-1 Liste des organismes et programmes

Nom des organismes et programmes en rapport avec le Plan directeur			
1	BAD : Banque Africaine de Développement	10	PNDL : Programme National de Développment Local
2	USAID : United States Agency for International Development	11	PLD : Plan Local de Développement
3	WB : World Bank	12	PAGIRE : Plan d'Action de Gestion Intégrée des Ressources en Eau
4	UEMOA : Union Economique et Monétaire Ouest Africaine	13	PEPTAC : Projet Eau Potable pour Tous et Appui aux Activités Communautaires
5	SAED : Société Nationale d'Aménagement et d'Exploiation des Terres du Delta du Fleuve Sénégal et des Vallées du Fleuve Sénégal et de la Falémé	14	KfW : Kreditanstalt für Wiederaufbau
6	PACEPS : Programme Appui Comune rural Eau Potable Access et Assainissement et Sanitation	15	NGO : EAU VIVE, GRER
7	PLHA : Plan Local Hydraulique et Assainissement	16	PRS : Programme Régional Solaire 2
8	OROMIN,MDL	17	SDE : Sénégalaise des Eaux
9	GRDR : Groupement de Recherche pour le Développment Rural	18	PRODAM : Programme de Développement Agricole de Matam
		19	Programme d'appui aux initiatives de solidarité pour le développement

Tableau 2-1-2 Evolution des organismes en rapport avec le Plan directeur dans la zone cible

Nom de l'organisme /du programme en rapport avec le Plan directeur	Principal bailleur	Organisme d'exécution	Domaine ciblé		Zone cible (Région)			Teneur des actions	Etat actuel
			Appro -visionnement en eau	Hygiène / assainissement	Tamba	Kedou	Matam		
UEMOA	UEMOA	DHR, AGETIP	O		O	O	O	Réalisation de 300 forages à pompe manuelle	En cours d'exécution
Sous-programme BAD- PEPAM	BAD	DHR	O		O			Réalisation de 12 adductions d'eau potable (AEP)	Sélection des consultants en cours
PRS II	UE	DHR	O		O		O	Réalisation d'installations d'approvisionnement en eau photovoltaïques	Achevé
FSDIV	FSD	DHR	O		O	O	O	Réalisation de 12 AEP Réalisation d'installations de pompes à motricité humaine (PMH)	Achevé
Sous-programme IDA- PEPAM	IDA	DHR	O		O		O	Région de Matam : Réhabilitation de forages : 14 sites Reprise du fonçage de forages : 3 sites Construction d'AEMV : 9 sites Région de Tambacounda : Reprise du fonçage de forages : 1 site Réhabilitation de forages : 1 site Réalisation d'installations de traitement des eaux de surface : 1 site	Au stade préparatoire
PRODAM	FIDA						O		Au stade de l'exécution
PEPTAC 2	JICA	DEM	O	O	O	O		Réalisation d'installations d'approvisionnement en eau Formation des ASUFOR Education à l'hygiène	Achevé
Projet sur l'environnement scolaire	UNICEF			O	O			Construction de 70 latrines familiales Formation de maçons	En stade d'exécution
WULA NAFAA	USAID	USAID	O	O	O				Au stade de l'exécution
SAED	Banque Mondiale	SAED	O		O		O	Réalisation d'installations d'approvisionnement en eau et réhabilitation d'installations existantes	Au stade de l'exécution
Projet qui prendrait la suite du PRSII	UE	DHR	O					Réalisation d'installations d'approvisionnement en eau photovoltaïques	Au stade de la proposition
Programme BCI	BCI	DA		O				Construction de 75 latrines publiques	Au stade de l'exécution
PNDL Décentralisation	Banque Mondiale	ARD	O	O	O	O	O	Aménagement d'infraorganismes sociales	Au stade de l'exécution
OROMIN	OROMIN	IMCG	O			O		Réalisation de 3 forages à pompe manuelle Acquisition d'un moteur	Au stade de l'exécution
PACEPAS	SEDIF/Grand Lyon/ Waterdev/ VEOLIA	GRET	O	O	O		O	Travaux de prolongation d'adduction pour 14 forages Passation de contrat avec des prestataires privés	Au stade de l'exécution

Nom de l'organisme /du programme en rapport avec le Plan directeur	Principal bailleur	Organisme d'exécution	Domaine ciblé		Zone cible (Région)			Teneur des actions	Etat actuel
			Appro -visionnement en eau	Hygiène / assainissement	Tamba	Kedou	Matam		
Projet sur l'eau hygiène assainissement et environnement/UNICEF	UNICEF			O	O			Encadrement de la gestion de l'eau potable	Achevé
Programme Lutte contre les maladies diarrhéique et le cholera／UNICEF	UNICEF			O				Education à l'hygiène	Achevé
Réseau de mise en œuvre de la collecte des eaux de pluie	Rain Foundation	ONG locale	O			O		Réalisation d'installations de collecte de l'eau de pluie	Au stade de l'exécution
Programme Eau et Assainissement de Tambacounda (PEAT)	UE	Eau vive	O	O	O			Réalisation d'installations d'approvisionnement en eau Education à l'hygiène Construction de 700 latrines familiales Construction de 20 latrines scolaires	Au stade de l'exécution
Projet Accès et Gestion de l'Eau Potable et de l'Assainissement au Sénégal Oriental (AGEPA)	UE／AFD／AFVP	GRDR	O	O	O		O	Construction de 39 latrines publiques Construction de 155 latrines familiales Formation de maçons Éducation à la santé et à l'hygiène dans les écoles et dans les familles Réalisation de forages et mise en place de 12 pompes manuelles Construction de 7 puits	Achevé
GADEC		GADEC	O	O	O	O		Réalisation d'installations d'approvisionnement en eau et de forages	Au stade de l'exécution
Caritas, Catholic Relief Service,	Caritas	CRS		O	O			Secours d'urgence, microcrédit Santé locale, actions d'approvisionnement en eau, réalisation de forages, construction de puits, etc.	
ADDEL							O	Construction de puits	Achevé
Volontaires de la KOICA	KOICA	Direction de la Coopération	O		O		O	Envoi de volontaires (ayant choisi la coopération au lieu du service militaire) Réparation de matériels de réalisation de forages Mise en place de filtres à bas coût pour les puits	En cours d'exécution
Kinkéliba	ONG française de soutien aux soins médicaux	Services étatiques		O	O			Réalise des forages et des latrines dans le cadre de la construction d'hôpitaux.	
UICN		UICN		O	O			Protection de l'environnement, protection des parcs nationaux Plan de gestion et de protection de la zone du Siné-Saloum, etc.	

Nom de l'organisme /du programme en rapport avec le Plan directeur	Principal bailleur	Organisme d'exécution	Domaine ciblé		Zone cible (Région)			Teneur des actions	Etat actuel
			Appro -visionnement en eau	Hygiène / assainissement	Tamba	Kedou	Matam		
ADOS		ADOS		O			O	Soutien à la décentralisation Développement communautaire Réalisation de forages	
USE/PIP		USE/PIP		O			O	Réalisation de forages	
WHEPSA		BAD		O			O	Santé de la reproduction Education à l'hygiène	
Rhône-Alpes		Rhône-Alpes		O			O	Soutien à la décentralisation	
CERFLA		CERFLA		O			O	Recherches sur les langues africaines, alphabétisation	
TOSTAN		TOSTAN		O			O	Alphabétisation Développement communautaire Réalisation de forages	
Projet AEPAH		UNICEF		O	O	O		Construction de 200 latrines VIP à usage familial	Achevé
Projet Latrinisation		ONG Le Kinkéliba		O	O			Construction de 42 latrines VIP à usage familial Construction d'une latrine destinée à un poste de santé	
Projet de Paquet de service intégrés pour la qualité de l'éducation et la promotion de la scolarisation des filles dans 19 écoles de la région de Kédougou	UNICEF	Eau Vive Inspection d'Académie Kédougou	O	O	-	O	-		Achevé

(1) BAD II

Les modes et les conditions auxquels recourt la BAD pour 1) sélectionner les sites, 2) prioriser les villages, et 3) conditionner la réalisation sont décrit ci-dessous. On notera que la BAD attribue un ordre de priorité à chaque communauté rurale (CR) en concertation avec la région. La volonté d'uniformiser le taux d'approvisionnement en eau des différentes communautés rurales sous-tend ce mode de décision.

1） Mode de sélection des sites

- Sélection à partir de la liste des villages attendant des réalisations mentionnés dans la revue annuelle du PEPAM
- Sélection basée sur le nombre d'habitants et sur les demandes de réalisation

2） Conditions de priorisation des villages

- Villages de plus de 900 habitants ne disposant pas d'installations
- Villages pour lesquels il n'y a pas d'installation d'approvisionnement en eau dans les alentours
- Villages dans lesquels des puits/forages ont déjà été aménagés et pour lesquels l'accès à l'eau est assuré

3） Conditions préalables pour la réalisation des installations

- Accord des villageois pour la collecte de 3% des montants investis
- Consensus sur la mise en place d'une ASUFOR

(2) USAID

Dans la région de Tambacounda, sur une durée de trois ans (de 2009 à 2011), un projet dans le domaine de l'eau et de l'hygiène/assainissement est réalisé par WULA NAFA（Programme Agriculture et Gestion des Ressources Naturelles）. Ce projet comporte trois volets : 1） la réalisation d'installations d'approvisionnement en eau, 2) la réalisation d'installations d'assainissement, et 3) la Composante soft. On trouvera une présentation concrète des actions dans le tableau ci-dessous :

Tableau 2-1-3 Teneur des actions de WULA-NAFA

Volet	Teneur des actions
Installations d'approvisionnement en eau	● Réalisation de 15 adductions d'eau multi-villages (AEMV) et extension d'adductions ● Réhabilitation de 10 puits/forages ● Fonçage de 4 nouveaux puits/forages ● Réalisation de 20 puits munis de pompes manuelles ● Réalisation de 19 systèmes d'approvisionnement en eau motorisés à partir de puits
Installations d'assainissement	● Construction de 28 latrines publiques (dont 20 pour des écoles, 4 pour des hôpitaux, 4 pour des mosquées) ● Vulgarisation des systèmes d'assainissement individuels
Composante soft	● Information, éducation, communication (IEC) et renforcement des capacités en matière de gestion et maintenance des systèmes d'approvisionnement en eau et des systèmes d'assainissement

Source：Rapport 2009 de l'USAID

(3) « PEPAM, SOUS-PROGRAMME IDA–PEPAM » de la Banque Mondiale

Ce projet consiste à réaliser des installations d'approvisionnement en eau sur quatre ans (de 2011 à 2014). Le tableau ci-dessous présente la teneur des actions du projet telles qu'elles sont envisagées dans un rapport de décembre 2009 :

Tableau 2-1-4 Teneur des actions du PEPAM, SOUS-PROGRAMME IDA–PEPAM (en projet)

Région cible	Teneur des actions
Région de Matam	Réhabilitation de forages : 14 sites Reprise du fonçage de puits/forages : 3 sites Réalisation d'AEMV : 9 sites
Région de Tambacounda	Réhabilitation de forages : 1 site Reprise du fonçage de puits/forages : 1 site Réalisation d'installations d'approvisionnement en eau recourant aux eaux de surface

Source : Rapport 2009 de la Banque Mondiale

(4) UEMOA

Ce projet consiste à réaliser 300 forages à motricité humaine (PMH), divisés en deux lots. Les 300 forages sont répartis de la façon suivante : 148 forages dans le département de Bakel (région de Tambacounda), 125 dans la région de Kédougou, et 27 dans le département de Kanel (Région de Matam). La réalisation d'installations d'assainissement ne fait pas partie des actions du projet. Les travaux ont commencé en juin 2009, et devaient être achevés en fin de mars 2010, mais en juin 2010, ils n'étaient encore achevés que pour moitié. En particulier, les travaux on pris un retard important dans la région de Kédougou. Il est à noter que les responsables de la DHR souhaitent que dans les cas où l'on a pu réaliser un forage permettant un débit important, on passe de la catégorie des PMH à celle des AEP. Voici maintenant le mode de sélection des sites et les grandes lignes du programme :

1) Mode de sélection des sites et teneur du programme

- Élaboration d'une liste des sites (proposition) en concertation avec les brigades des puits et forages (BPF)
- À travers les activités de la Composante soft, élaboration de la liste définitive en resserrant la sélection
- Les détails sont déterminés par les actions d'IEC, notamment l'animation

2) Grandes lignes du programme

- Les PMH sont réalisés à raison d'un forage pour 250 personnes.
- Dans les villages ayant un grand nombre d'habitants, deux forages sont réalisés.
- Les pompes manuelles sont du type « India MKII » (Ces pompes sont confrontées à des problèmes de capacité en matière de hauteur d'aspiration et de dégradation de la colonne d'exhaure, mais pour des raisons d'accès aux pièces détachées, il n'y pas d'autre choix possible.)

(5) SAED (Société Nationale d'Aménagement et d'Exploitation des Terres du Delta du Fleuve Sénégal)

La SAED est un organisme semi-publique, semi-privée qui a pour objectif le développement de l'agriculture irriguée dans la zone de la rive gauche du fleuve Sénégal et dans la zone de la Falémé. Le premier plan a démarré en 1965, et c'est actuellement le 8ème plan qui est en cours d'exécution. Dans la zone cible, il y a deux bureaux de la SAED, à Bakel et à Matam.

La SAED réalise aussi des installations d'approvisionnement en eau recourant aux eaux souterraines et aux eaux de surface pour améliorer le cadre de vie de vie des populations, indépendamment de la promotion d'une production agricole stable. Elle mène aussi des activités en rapport avec l'amélioration sanitaire.

Dans la zone cible, elle a réalisé en 2008 des installations d'approvisionnement en eau (dans les villages de Djita et de Deboukoule le long de la Falémé) et des travaux de réhabilitation (dans les villages de Aroundou et de Tourime). Un nouveau plan est en cours d'examen, mais il est rare qu'un budget soit consacré à des actions en matière d'approvisionnement en eau.

(6) PACEPS

Le « PACEPS » est un projet géré par l'ONG GRET, qui doit durer cinq ans, de 2007 à 2011. Il réalise des installations d'approvisionnement en eau et d'assainissement dans les villages ayant un

nombre important d'habitants. Il est notamment en train de réaliser actuellement des installations d'approvisionnement en eau par eaux de surface à Moudery et à Diawara. La gestion et la maintenance doivent en être confiées non pas à une ASUFOR mais à un opérateur privé, ce qui permettra de l'utiliser comme modèle de ce type de gestion/maintenance. Il serait bon de garder un œil sur les évolutions futures de ce programme.

(7) PLHA : Plan Local Hydraulique et Assainissement

Dans la «Lettre de politique sectorielle pour l'hydraulique et l'assainissement » publiée en 2005, le Sénégal considère qu'il est souhaitable que des projets de petite et moyenne envergure visant à l'amélioration de l'accès à l'eau potable soient planifiés par le gouvernement central et les collectivités locales, sous la direction des autorités régionales.

Le PEPAM, lors du démarrage de ses activités, a développé avec le soutien financier et technique du Programme pour l'eau et l'assainissement - Afrique (WSP-AF) un outil appelé « PLHA ». Le cadre principal du PLHA consiste à élaborer en premier lieu un inventaire des installations d'approvisionnement en eau au niveau des communautés locales, puis d'effectuer ensuite une priorisation au niveau de chaque collectivité locale.

Grâce au soutien financier de WSP, un soutien a été apporté à l'établissement de PLHA dans 10 communautés rurales (CR) lors de la première phase, et dans 20 lors de la seconde phase. Le WSP a ensuite cessé de soutenir l'établissement des PLHA, qui est actuellement mené par le PEPAM et la DHR.

Dans la région de Tambacounda qui fait partie de la zone cible, 8 CR du département de Tambacounda ont achevé l'élaboration de leur PLHA, avec le soutien de l'ONG Eau-Vive. Par ailleurs, dans la région de Matam, des consultants locaux tels que SEMIS ont été commissionnés par une association de Sénégalais résidant à l'étranger pour élaborer des PLHA.

(8) Sociétés minières

Dans le département de Kédougou, des sociétés à capitaux étrangers pratiquent l'extraction de l'or et du fer. Dans les environs du village de Sabodara, la société à capitaux australiens MDL et la société à capitaux canadiens Oromin exploitent les ressources minières, tandis que c'est un des grands groupes de l'Acier, Mital qui exploite celles situées au sud du village de Saraya. La zone d'exploitation minière représente un carré de 20 kilomètres de côté et exerce un impact important sur les villages environnants, raison pour laquelle ces entreprises prévoient chaque année un budget pour des actions sociales au bénéfice de ces populations.

1) Entretien avec M. Dan HICKS de la société Oromin :

Un budget annuel de 40.000 dollars est consacré à la réalisation d'installations dans les trois domaines de la santé, de l'éducation et de l'eau. La coordination avec les populations et les services étatiques, ainsi que l'établissement des plans sont confiés à un consultant local.

En 2009, en plus d'un forage à pompe manuelle d'un diamètre de 4 pouces, réalisé dans le village de Mamakono, un groupe électrogène a été acquis pour le village de Bransan. La part de budget consacrée à l'approvisionnement en eau n'est pas si importante que cela, et une demande de travaux de réhabilitation d'un système d'adduction d'eau dans le village de Sabodara n'a pas pu être traitée.

Oromin s'est assuré un point d'eau d'un débit de 600m^3/h auquel elle recourt pour refroidir les équipements lors des fonçages. Par ailleurs, comme il est devenu courant ces derniers temps que les compagnies minières se voient réclamer des indemnités d'un montant énorme lors de procès lancés par les populations etc., Oromin a établi un règlement interne pour le suivi environnemental et effectue spontanément un suivi du niveau de la nappe et de la qualité de l'eau.

2) La société MDL

Elle envisagerait une adduction par pipeline à partir de la Falémé, mais nous n'avons pas de détails

sur ce point.

(9) Le GRDR

Le Groupe de recherche et de réalisations pour le développement rural (GRDR) soutient cinq communautés rurales (CR) dans les trois domaines de la santé, de l'assainissement, et de l'éducation. Lorsqu'un problème se fait jour, c'est la DHR qui assure le soutien technique pour l'identifier. Le projet s'est achevé en 2010 et un nouveau projet est sur le point d'être lancé.

Le GRDR cible des villages de taille relativement peu importante, et privilégie la réalisation de PMH dans les zones de socle. Les sites sont sélectionnés en concertation avec les CR, et les fonds sont rassemblés en lançant un appel à chacun des bailleurs après avoir établi le plan.

(10) PNDL

Le Programme national de développement local (PNDL) est un programme du ressort du Ministère de la Décentralisation et des Collectivités Locales. La coordination au niveau des régions est assurée par les Agences régionales de développement (ARD). Le montant total des fonds prévus pour le programme est de 234 milliards de francs CFA, dont la Banque Mondiale prend en charge environ 20 milliards. Le PNDL se donne les objectifs suivants :

- Taux d'accès aux infraorganismes et services sociaux de base : plus de 50%
- Amélioration de l'accès des populations les plus pauvres aux opportunités de revenus : Amélioration d'au moins de 25% des revenus de 75% des ménages pauvres
- Renforcement des acteurs locaux : 75% au moins des acteurs exécutent leur plan de renforcement.
- Renforcement des capacités de l'État pour la mise en œuvre de la stratégie de réduction de la pauvreté

Le PNDL a pour but la réduction de la pauvreté, ce qui inclut aussi la réalisation d'installations d'approvisionnement en eau. Les collectivités locales et le secteur privé assument le rôle principal dans les actions du programme.

(11) PLD

Les Plans locaux de développement (PLD) sont des plans donnant les orientations stratégiques de chacune des communautés rurales en matière de développement général pour la réduction de la pauvreté (éducation, assainissement, eau, emploi). Les PLD présentent l'état des lieux socio-économique des CR, et résument les problèmes rencontrés et les solutions proposées secteur par secteur.

L'Agence française de développement (AFD) apporte une contribution d'environ 1 million 500.000 euros au projet ADDEL (Appui à la décentralisation et au développement local).

(12) PAGIRE

Le Plan d'action pour la gestion intégrée des ressources en eau (PAGIRE) est un programme qui regroupe autour de la DGPRE la gestion intégrée des ressources en eau. Dans la zone cible, plusieurs dizaines de dispositifs d'observation et de suivi du niveau des eaux ont été mis en place dans le cadre du PAGIRE. Le PAGIRE, par suite d'un manque de financement, ne se déroule pas conformément à ce qui était prévu.

(13) PEPTAC 2

Un site a été sélectionné dans chacune des communautés rurales de la région de Tambacounda, et dans chacun de ces sites des actions de vulgarisation et de fixation d'une ASUFOR ont été menées. Grâce à ces actions, les services étatiques, les brigades des puits et forages (BPF) qui font le travail sur le terrain, etc. ont acquis un savoir-faire en la matière. Le projet promeut par ailleurs l'organisation d'un réseau de fourniture des pièces détachées pour les pompes manuelles ou encore d'un réseau de réparation des installations en cas de panne.

De surcroît, dans le domaine sanitaire, il réalise des latrines en collaboration avec l'UNICEF, et propose ainsi un modèle de système d'intervention et d'obtention de financements.

(14) Etude Hydrogéologique de la Bordure Sédimentaire du Sénégal Oriental menée par la Direction de la Gestion et de la Planification des Ressources en Eau (DGPRE) et l'Agence financière allemande pour le développement (KfW)

Cette étude a analysé le cours des eaux souterraines dans la zone de contact entre la zone de roche et la zone sédimentaire. Des forages, des détections physiques, et des observations du niveau des eaux ont été effectués pour collecter les données. L'étude s'est achevée en 2009.

(15) Les ONG

1) EAU VIVE

Cette ONG, de 2008 à 2010, avec le soutien financier de l'Union Européenne, réalise des AEP, forme des gestionnaires de pompes, met en place des ASUFOR, soutient l'établissement de PLHA, sensibilise les populations en matière d'approvisionnement en eau, et renforce les capacités des agents des collectivités locales.

2) GRED（Groupe de Recherche pour l'Eco-Développement)

Le GRED réalise des petits barrages à usage agricole dans la zone de socle. Il y a parmi eux des barrages à capacité de retenue importante, qui ne tarissent pas durant la saison sèche. Dans la zone de socle qui ne laisse pas espérer un débit suffisant des prélèvements dans la nappe, il faut avoir recours à ce type de retenue en tant que source d'abreuvement des animaux.

(16) PRS (Programme régional solaire) 2

Ce programme, financé par l'Union Européenne et placé sous la tutelle du Comité Permanent Inter-Etats de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel (CILSS), a réalisé 30 forages et 45 installations d'approvisionnement en eau, dans une zone centrée sur le bassin du fleuve Sénégal dans la région de Matam, et s'est achevé en 2009. Il se caractérise par le recours à l'énergie photovoltaïque pour les installations d'approvisionnement en eau.

(17) SDE (Sénégalaise des Eaux) et la SONES (Société nationale des eaux du Sénégal)

Ce sont des sociétés qui gèrent l'approvisionnement en eau dans les villes. Dans la zone cible, elles assurent actuellement le fonctionnement, la gestion et l'entretien des installations d'approvisionnement en eau de trois communes (Tambacounda, Bakel et Kédougou). Trois autres communes, celles de Goudiry, de Kidira et d'Ourosougui ont fait l'objet d'une recommandation pour qu'elles transfèrent l'opération de leurs installations d'approvisionnement en eau à la SDE. La SONES est d'accord pour accepter, mais ces communes montrent une certaine réticence.

(18) PRODAM (Projet de développement agricole de Matam) I &II

Ce programme financé par le Fonds international pour le développement de l'agriculture (FIDA) est actuellement dans sa deuxième phase. Il a pour objectif le soutien aux femmes et aux jeunes, et dans ce cadre réalise aussi des installations d'approvisionnement en eau pour l'amélioration du cadre de vie.

(19) PAISD (Programme d'appui aux initiatives de solidarité pour le développement）

Ce projet est mis en œuvre sur trois ans, de 2009 à 2011, avec un soutien du gouvernement français d'un montant de 9 millions d'euros. Il est réalisé dans les régions d'origine des membres des associations de ressortissants sénégalais établis en France, et, parmi les diverses composantes, on trouve la réalisation d'installations d'approvisionnement en eau.

2.1.4 Autres plans et programmes en lien avec l'établissement du Plan directeur

(1) Electrification locale

L'électrification est très avancée le long du fleuve Sénégal et des principales routes nationales, et le nombre de villages qui peuvent passer de l'utilisation unique d'un groupe électrogène à un usage combiné de l'électricité fournie par la SENELEC s'accroît. La SENELEC est aussi implantée dans une partie des villages qui ont été équipés en photovoltaïque dans le cadre du PRS. Il est nécessaire de prendre en compte l'avancement du plan d'électrification lorsque l'on veut implanter un système photovoltaïque.

De plus, dans le cadre de la planification de l'électrification, des mesures ont été effectuées dans les principaux villages, qui pourraient aussi être utilisées pour un plan d'approvisionnement en eau.

(2) Construction de routes

Le revêtement de la route Linguere-Ourosougui est sur le point de s'achever. Les communautés rurales de Velingeraou encore de Lougre Thiolly, etc. étaient enclavées du fait de la difficulté de leur accès, mais le temps requis pour y accéder va être raccourci, et il est à espérer que la réalisation de projets tout comme la gestion et maintenance des équipements en seront facilitées.

Les travaux de la route goudronnée qui relie Kédougou à la frontière du Mali sont achevés et les travaux de construction d'un pont sur la frontière ont commencé. Les travaux de prolongement du revêtement jusqu'à Salemata ont déjà démarré, et les temps d'accès à Kédougou etc. en sont raccourcis, ce qui améliore là aussi largement les conditions de la zone en matière de gestion et maintenance.

(3) Construction de barrages

Deux barrages de grande envergure doivent être construits : un premier à proximité du point où la partie inférieure de la rivière Sandougou qui ne coule que durant l'hivernage dans la zone Maka-Sinthou Malem de la région de Tambacounda se jette dans le fleuve Gambie, et un second sur le fleuve Gambie, dans le sud de la région de Kédougou, près de la frontière avec la Guinée.

(4) Projets de la JICA

La région de Tambacounda est considérée comme une zone d'intervention prioritaire. À travers la réalisation de toutes sortes de projets, est apporté un soutien au développement intégré visant à un effet de synergie.

- Projet d'aménagement d'établissements de santé et de soins médicaux.
- Envoi d'experts dans le domaine de la santé
- Projet de revêtement de la route nationale de Kédougou
- Projet de réalisation d'un pont routier dans le corridor sud Mali-Sénégal.
- Projet eau potable pour tous et soutien aux activités communautaires
- Projet de réalisation d'installations d'approvisionnement en eau dans la région de Tambacounda
- Plan de doublement du nombre des volontaires japonais pour la coopération à l'étranger (JOCV)

2.2 Exemple de systèmes d'approvisionnement en eau

2.2.1 Ouvrages hydrauliques utilisant les eaux de surface

(1)Ouvrages hydrauliques utilisant les eaux de surface de Gorom Lampsar

Des ouvrages hydrauliques utilisant les eaux de surface sont construits dans 15 emplacements dans le bassin du fleuve Sénégal, avec 9 ouvrages hydrauliques au total placés sous la tutelle du bureau de la SAED de Dagana, parmi lesquels 7 ouvrages à Boundoum et 2 à Kassac nord. Ces ouvrages hydrauliques se composent d'une installation de prise d'eau (les eaux de surface de la rivière Lampsar, affluent du fleuve Sénégal, sont entraînées par gravité dans un réservoir d'arrivée), d'une station de traitement des eaux (l'eau brute du réservoir d'arrivée est coagulée et sédimentée par de l'oxyde

d'aluminium, puis stérilisée par hypochlorite à bas point d'ébullition pour être traitée) et d'une installation de transfert de l'eau (transfert par pompe de l'eau traitée vers le château d'eau).

Alors que pour l'ouvrage hydraulique de Kassac nord, le réservoir de coagulation et de sédimentation, le réservoir d'eau traitée et l'installation de transfert de l'eau sont de type monobloc, pour celui de Boundoum, construit en 1996, le réservoir de coagulation et de sédimentation, le réservoir d'eau traitée et l'installation de transfert de l'eau sont en revanche séparés.

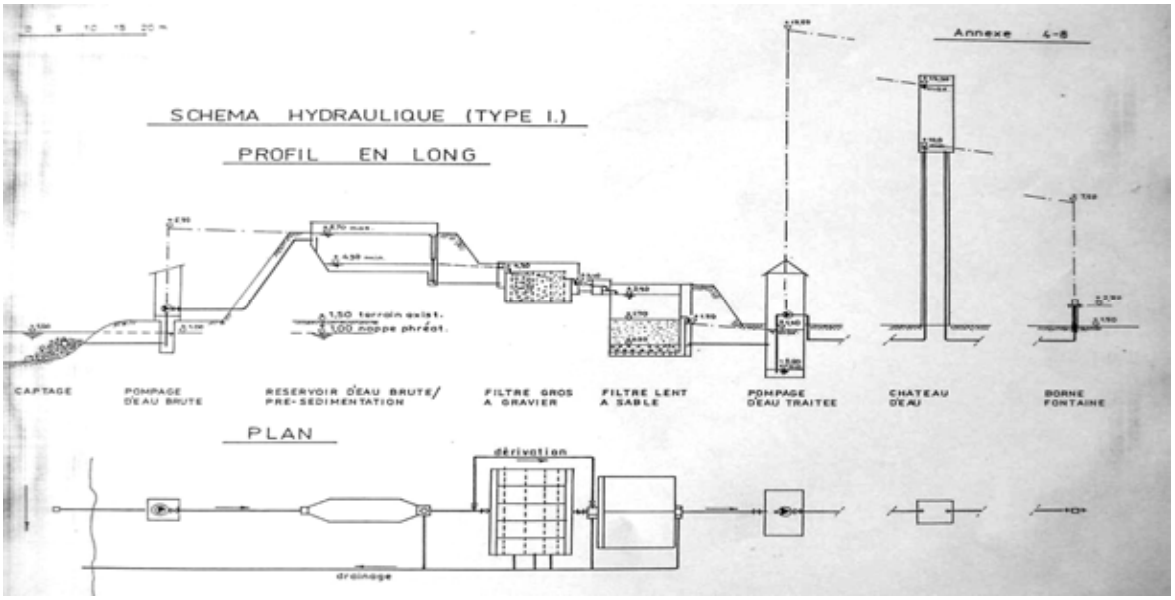
Carte d'emplacement des ouvrages hydrauliques dans le bassin de la rivière Lampsar, affluent du fleuve Sénégal

Bureau de la SAED de Dagana

Enfants puisant l'eau de la rivière Lampsar

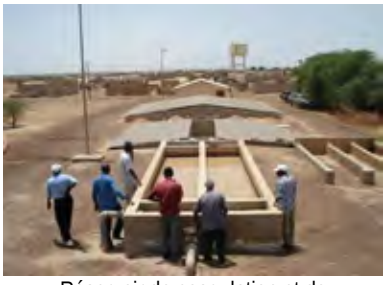
Figure2-2-1 Ouvrages hydrauliques à la rivière Lampsar

1)Ouvrage hydraulique utilisant les eaux de surface du Barrage de Boundoum
L'ouvrage hydraulique du Barrage de Boundoum a été construit en 1996 par une aide financière du KfW (Kreditanstalt fur Wiederaufbau de l'Allemagne) et le réservoir de coagulation et de sédimentation, le réservoir d'eau traitée et l'installation de transfert de l'eau sont de type séparé.



Organigramm (Boundoum Barrage)

Réservoir d'arrivée par gravité des eaux de surface


Réservoir de coagulation et de sédimentation et réservoir d'eau traitée

Pénétration de l'eau par gravité dans le réservoir d'eau traitée

Stérilisation par injection de solution d'hypochlorite à bas point d'ébullition

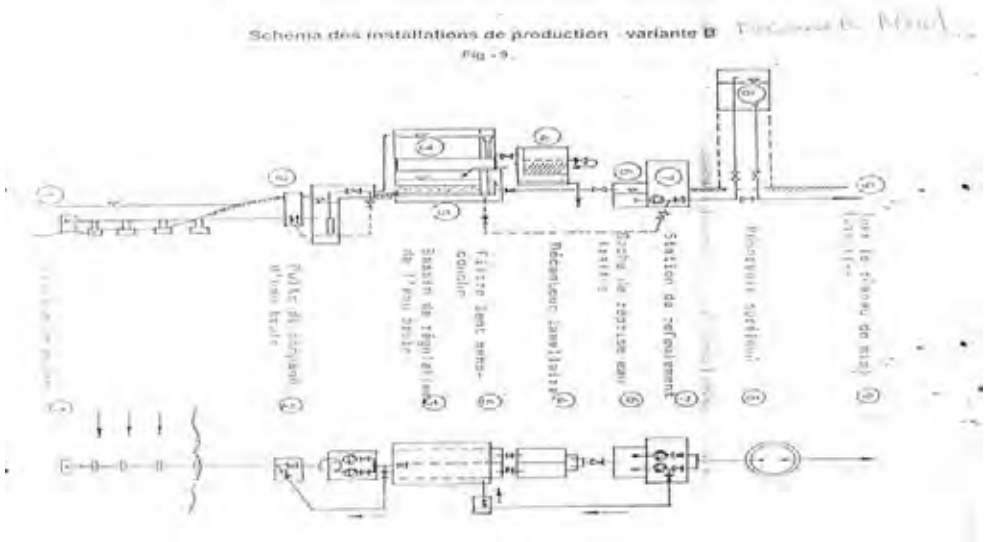
Cabine de pompage (transfert d'eau vers le château d'eau)

Robinet des branchements privés

Figure2-2-2 Organigramme et Etablissements (Boundoum Barrage)

2) Ouvrage hydraulique utilisant les eaux de surface de Kassac Nord

L'ouvrage hydraulique de Kassac Nord regroupe dans un seul bâtiment le réservoir de coagulation et de sédimentation, le réservoir d'eau traitée et les installations de transfert d'eau, d'après la conception du consultant actuel SETICO. Il a été construit en 2003 par l'entreprise de construction locale CSTI, au moyen d'un financement de la Banque Arabe pour le Développement Economique en Afrique (BADEA).



Procédure de traitement de l'eau (Kassac Nord)

Station de traitement de Kassac Nord

Réservoir de coagulation et de sédimentation de la station de traitement

Réservoir d'aération de la station de traitement

Réservoir de stockage de l'eau à l'intérieur du bâtiment de traitement

Cabine de pompage

Agent au chlore utilisé pour la stérilisation

Figure2-2-3 Organigramme et Etablissements (Kassac Nord)

La comparaison entre les ouvrages du Barrage de Boundoum et de Kassac Nord, effectuée sur la base de la documentation et des enquêtes verbales, est présentée ci-dessous.

Tableau2-2-1 Comparaison entre Boundoum Barrage et Kassac Nord

	Barrage de Boundoum	Kassac Nord
1. Population	7 331 (en 2006)	2 050(en 2004)
2. Type d'ouvrage	Filtrage lent, type installations séparées	Filtrage lent, type compact
3. Vitesse de filtrage des eaux de surface	2,7 m/jour	-
4. Capacité de l'ouvrage	191 m3/jour	200 m3/jour
5. Volume alimenté par jour	33 m3 en moyenne	15,8 m3 en moyenne
6. Volume utilisé par personne	4,5 litres/jour en moyenne	7,7 litres/jour en moyenne
7. Tarif de l'eau	450 FCFA/ m3	500 FCFA/ m3
8. Frais de fonctionnement, de gestion et maintenance	543 FCFA/m3	660 FCFA/m3
9. Année de construction	1998	2003
10. Coût de construction	378 millions de FCFA	-

(SAED, données mensuelles moyennes de 2004)

3)Ouvrage hydraulique utilisant les eaux de surface de Ross Bethio

Ross Bethio est un des ouvrages d'approvisionnement en eau utilisant les eaux de surface dont la construction a commencé en 2005 par une aide financière de la BID (Banque Islamique de Développement). A Ross Bethio, la construction qui avait commencé à partir de 2006 devait durer au départ 14 mois.

Figure2-2-4 Station de traitement de l'eau en cours de construction à Ross Bethio

2.2.2 Installation d'approvisionnement en eau de grande étendue

(1) Installation d'approvisionnement en eau de grande étendue de Ndiok Sall
La zone située le long de la route nationale 2, allant de Louga à Saint-Louis, connaît le problème de la présence de sel dans l'eau. Toutefois, grâce à une aide de l'Italie, des installations de grande étendue pouvant couvrir l'approvisionnement en eau de toute la région ont été construites de 1987 à 1989, dans une première phase, et de 1992 à 1994 dans une deuxième phase.

A partir de ces réservoirs, un volume de 1700 m3 d'eau/ jour est envoyé par des pompes de pression de Ndiok Sall vers des châteaux d'eau en FRP de type monobloc (dans 110 emplacements) répartis jusqu'à Gandio, situé à environ 150 km le long de la route nationale 2.

Forage de la station de prise d'eau

Cabine de pompage et réservoir de stockage de la station de prise d'eau

Intérieur de la cabine de pompage

Injecteur de chlore

Panneau de commande des pompes

Relevés de fonctionnement des installations

Station de relais (Semel)

Pompes de relais à l'intérieur de la station

Robinet de branchement privé (Raol)

Figure2-2-5 Installation d'approvisionnement en eau de grande étendue de Ndiok Sall

(2) Installation d'approvisionnement en eau de grande étendue de Noto-Palmarin
Dans cette région, les eaux souterraines contiennent du sel et du fluor et ne conviennent pas comme eau de boisson. Comme le montre la carte de l'itinéraire des canalisations ci-contre, dans la zone étendue qui couvre plus de la moitié de la région de Fatick, 4 forages servent de ressources pour l'approvisionnement en eau, avec deux réservoirs de stockage de 2 500 m3 et des canalisations sur une distance totale de 436 km (principales canalisations de distribution : 220 km, branchements : 216 km), pour cette installation de grande étendue qui dessert 116 villages.

Figure2-2-6 Installation d'approvisionnement en eau de grande étendue de Noto-Palmarin

2.2.3 Traitement de la qualité de l'eau

(1)L'approvisionnement en eau de la commune de Matam

L'approvisionnement en eau de la commune de Matam est exploité par la SDE, avec la construction de 2 forages en 1990 et d'une station de traitement (unité de déferrisation) en 2004. L'eau brute prise à partir des forages est traitée pour l'élimination du fer dans l'unité de déferrisation (réservoir d'aération et réservoir de filtrage), elle est stockée dans le réservoir au sol (150 m3) dans le même bâtiment et, après désinfection par injection de chlore, elle est envoyée par une pompe au château d'eau (250 m3, 18 mH) dans la ville où elle est distribuée.

Vue d'ensemble de la station de traitement de Matam
(forage au premier plan)

Bâtiment de traitement dans la station
(unité de déferrisation)

Réservoir d'aération de l'unité de déferrisation

Réservoir de filtrage de l'unité de déferrisation

Dispositif d'injection de l'agent désinfectant

Intérieur de la cabine de pompage

Nettoyage périodique du réservoir d'aération et du réservoir de filtrage

Figure2-2-7 L'approvisionnement en eau de la commune de Matam

(2) Installation de dessalement et de défluorisation de Parpeba

Une installation pilote de dessalement et de défluorisation a été construite dans le village de Thiakhar, dans la région de Diourbel. L'eau du forage de ce village contient environ 4 mg/l de fluor et une teneur de plus de 1 000 mg/l en sel.

Bâtiment de l'installation de dessalement et défluorisation

Unité de dessalement et défluorisation

Panneau pour la membrane d'osmose inverse

Réservoir de stockage de l'eau traitée

Puisard de drainage

Point d'approvisionnement en eau

Figure2-2-8 Installation de dessalement et de défluorisation de Parpeba

***

Chapitre 3 Etude relative à l'eau et à l'assainissement, et à la considération de l'égalité des genres

3.1 Etude de la conception des ouvrages d'assainissement

En tant que thème pour le présent Plan directeur, les spécifications des installations d'assainissement ont été étudiées en prenant pour référence les résultats obtenus par JICA et par les autres bailleurs, ainsi que les études techniques des installations sanitaires dans la région concernée. Les installations sanitaires ayant fait l'objet de l'étude ont été considérées non seulement sur le plan technique, à savoir les prix et la robustesse des installations, mais également sur le plan de la facilité de gestion et de maintenance lors de l'utilisation, sur les possibilités de mise en pratique définitive des méthodes correctes d'utilisation et sur leur adaptation appropriée aux communautés locales. En outre, les opinions des habitants, à savoir les remarques sur les impressions à l'utilisation et l'assurance de la sécurité, entre autres, ont été intégrées dans la mesure du possible.

Tableau3-1-1 Ouvrages d'assainissement sont etudies

Latrines salubres conformément aux critères du PEPAM	(1) VIP Double fossés (2) Toilettes Chasse Manuelle: TCM
Latrines actuellement construites dans la région concernée en plus des latrines ci-dessous	(3) Toilettes ECOSAN (4) Double Latrine Ventilée: DLV

＊Les chiffres entre parenthèses ci-dessus correspondent à ceux dans le tableau en page 3-4 3-5.

(1) TCM
En ce qui concerne l'installation de ce type de toilettes dans la région concernée, les volumes d'eau pouvant être utilisés pour les besoins de la vie quotidienne constituent un problème. La mise en place de toilettes sèches de style "Dry on site" a été jugée pertinente dans la région concernée.

(2) VIP Double fossés
La présente étude recommande la mise en place de toilettes VIP Double Fossés, que la Direction de l'Assainissement a également définies en tant que toilettes dont l'installation est souhaitable en milieu rural. (Les particularités des 4 types de toilettes indiqués ci-dessus sont présentées en fin de volume). En outre, en ce qui concerne les DLV, elles sont définies comme des VIP dont les spécifications ont été complémentées et nous proposons de les mettre à l'étude en fonction des différentes conditions du projet. En ce qui concerne les différences entre DLV et VIP, elles sont indiquées en page 3-4. La différence principale entre DLV et VIP est la ventilation. Pour les DLV où l'orifice de ventilation n'est pas amélioré, les mauvaises odeurs ne peuvent pas être évitées et, comme leur structure ne comprend pas la pose d'un toit, les fossés sont directement exposés à l'air et à la lumière, ce qui permet aux mouches et aux agents pathogènes de pénétrer facilement. S'il est important, en vue de prévenir la transmission des maladies, de refermer sans faute le couvercle après l'utilisation pour éviter la pénétration des insectes, il est toutefois difficile de prévenir l'entrée de ces insectes durant la défécation elle-même. Nous proposons la mise en place, en tant qu'installations auxiliaires aux toilettes, de lave-mains, ou encore de dispositifs lave-mains .

(3) Observations sur l'installation des DLV
D'autre part, dans le cas des DLV dont l'installation est promue dans la région concernée par les projets des autres ONG également, elles présentent le grand avantage de pouvoir être mises en place à des coûts très bas comparés à ceux des autres types de latrines, et elles sont également très facilement adoptées dans les villages. Aucun problème n'a en outre été relevé pour ce qui est de la sécurité des structures souterraines qui est le facteur le plus important de l'installation des toilettes (solidité des structures et traitement approprié des excrétas, facilité de construction et assurance de qualité des travaux). On peut par conséquent considérer la mise en place de ce type de toilettes comme un moyen très efficace en tant que première étape des différents niveaux de l'assainissement, du point de vue du traitement des excrétas à l'intérieur des villages. Toutefois, l'étude de la situation de l'usage réel dans les familles où ces toilettes ont été installées dans la région concernée par l'étude montrent que, dans

de nombreux cas, les DLV ne sont pas utilisées ou gérées de manière appropriée, en raison entre autres de l'absence de couvercle pour fermer l'ouverture de la fosse, ce qui ne permet pas de couper la chaîne de transmission des maladies fécales, ou de cas où divers objets sont posés dans la deuxième fosse avant le déplacement de la plateforme, des différences de qualité dans les méthodes de construction des toilettes ou encore des excréments débordant de la fosse les jours de forte pluie, par exemple. Pour l'emplacement de leur installation également, elles doivent être éloignées au minimum de 8 à 10 m de la source d'eau et, afin d'éviter l'ingérence entre les deux fosses, il est nécessaire de prévoir une distance de 5 mètres environ. En d'autres termes, ces toilettes ne peuvent être installées que dans des familles disposant d'un terrain relativement vaste. La région concernée comprend des zones où de nombreux puits sont utilisés comme dans la région de Tambacounda, de nombreuses zones où de grandes quantités d'eau de pluie pénètrent dans les villages et qui sont parfois submergées pendant la saison des pluies, comme celles situées le long du fleuve Sénégal ou le long du fleuve Gambie, et qui peuvent être considérées comme ne convenant pas à la mise en place de ces latrines. Par ailleurs, dans la région de Kédougou, étant donné qu'une vaste zone s'étend sur un socle dur, il est préférable d'installer des fosses ayant une grande durabilité qui peuvent être utilisées pendant longtemps une fois que le sous-sol a été creusé, ceci étant souhaitable également sur le plan de l'efficacité par rapport aux coûts.

(4) Toilettes ECOSAN (toilettes avec séparation urines et matières fécales, séchage et réutilisation)
Les toilettes ECOSAN sont actuellement construites par le projet CREPA-SEN dans le cadre du PEPAM.
(Elles sont appelées Latrines Viet & TECPAN dans ledit projet). En raison des observations indiquées ci-dessous, ces toilettes ne sont pas comprises dans le plan directeur du présent projet. Toutefois, il serait souhaitable qu'une étude soit menée en vue de leur utilisation à l'avenir en considération de l'environnement.

1) La mise en place de toilettes ECOSAN a pour condition nécessaire une motivation assurée pour poursuivre leur gestion et maintenance et pour respecter les méthodes d'utilisation. Il est en outre nécessaire d'obtenir un certain montant de revenus avec les légumes et de reconnaître la valeur de l'utilisation des engrais produits à partir des excrétas. A cela s'ajoute la nécessité d'avoir une certaine quantité de matières fécales et d'urines. Il faut en outre prévoir une aire de séchage et un terrain avec un jardin potager et il est souhaitable que le cycle comprenant les repas et la fourniture des produits alimentaires soit assuré au même endroit. Les utilisateurs de ces toilettes sont obligatoirement limités en raison de la nature des installations traitant quotidiennement des excrétas, et il est plus facile de prévenir les maladies d'origine fécale *2. On peut donc considérer que les toilettes ECOSAN conviennent pour être installées dans des établissements scolaires ou des organisations disposant de dortoirs, dans lesquels il est plus facile de déterminer les responsabilités. [1]

2) Dans le cas des toilettes ECOSAN, il est nécessaire de continuer de manière quasi-permanente la fabrication de compost et les activités permettant de tirer avantage de ces produits pour l'agriculture, et ce dès le début de leur utilisation et jusqu'à la mise au rebut de ces toilettes. Il est par conséquent indispensable, en vue de leur bonne gestion, de s'assurer de la force de la motivation des usagers.

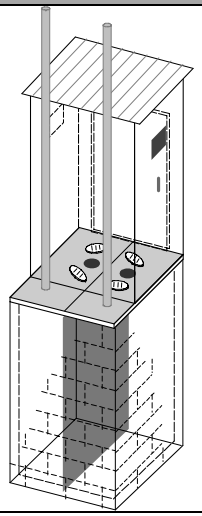
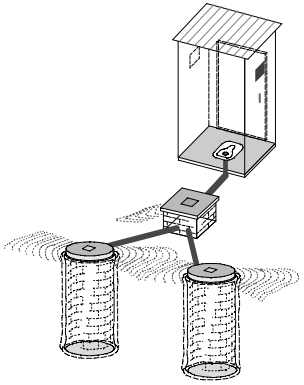
3) Pour ce qui est de se procurer les cendres qui sont indispensables à l'utilisation des toilettes ECOSAN, celles provenant du charbon de bois employé dans les cuisines conviennent et la sciure de bois peut être également utilisée en tant que produit de remplacement. Toutefois, la continuation de l'utilisation des toilettes devient problématique au cas où il est difficile d'assurer le réseau de distribution de ces produits. Lorsque les cendres et la sciure sont difficiles à se procurer, le sable peut faire office de produit de substitution pour le séchage mais il faut tenir compte du fait que, dans ce cas, les effets d'accélération de la décomposition des matières ne peuvent pas être attendus.

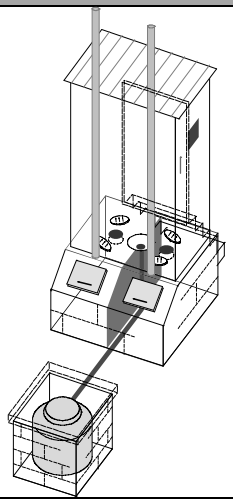
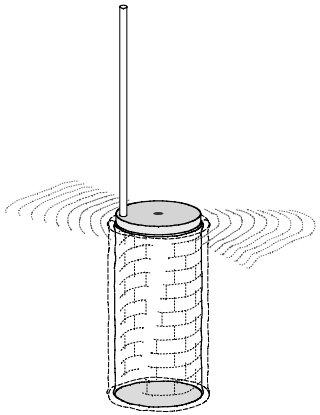
(5) Sélection par les habitants
A l'étape de l'exécution des projets d'amélioration de l'assainissement, lors de la sélection des types

[1] Les données en relation avec les agents pathogènes inclus dans les excrétas sont présentées à la fin du présent chapitre.

de toilettes par les habitants, il est nécessaire, même si l'on met en place, par exemple, des toilettes pouvant s'installer facilement et à faible coût, de procéder à l'étude des conditions naturelles permettant la facilité d'utilisation et de fournir, avant la construction, un soutien technique sur le plan matériel comme sur le plan logiciel à la fois vers les utilisateurs et vers les préposés à la construction de ces toilettes. Il est également nécessaire d'apporter une aide aux habitants en leur donnant les informations et les occasions de réfléchir aux aspects techniques et économiques. Il est également indispensable que les habitants puissent, dans le même temps, procéder à une estimation à partir d'angles divers, en évaluant entre autres les facilités ou difficultés de gestion et maintenance ainsi que les années de durabilité, et qu'ils sélectionnent ainsi les toilettes dont ils souhaitent la mise en place.

Tableau3-1-2 Particularités des différents ouvrages d'assainissement construits dans la zone de l'étude

No.			Particularités	Région convenant à la construction	Région ne convenant pas à la construction	Gestion et maintenance quotidienne
(1) (VIP Double Fossés) VIP	 		• Possibilité d'éviter les mauvaises odeurs et l'apparition d'insectes parasites comme les mouches. • Possibilité de réutilisation des excréments (fabrication de compost) • Bonne durabilité. • La durée d'utilisation de chaque fossé est de 2 ans à 2 ans et demi.	Conviennent à des régions ayant des ressources pour la prise d'eau situées à une certaine profondeur, puisque les fossés nécessitent une profondeur d'excavation minimum de 2 m.	Ne conviennent pas à des régions dont les eaux souterraines sont situées à faible profondeur, et les régions dans lesquelles les fleuves connaissent des crues fréquentes. Par ailleurs, elles ne conviennent non plus aux régions où le socle est dur(le coût de construction s'élève), en raison des difficultés d'excavation des fossés.	[Faciles] < Points à considérer > Une certaine obscurité doit être maintenue à l'intérieur des cabinets afin d'éviter la pénétration des mouches. Par ailleurs, il est nécessaire de faire attention à assurer le bon fonctionnement des tuyaux de ventilation.
(2) (Toilettes Chasse Manuelle) TCM	 		• Possibilité d'éviter les mauvaises odeurs et l'apparition d'insectes parasites comme les mouches. • Pour la réutilisation des excréments (fabrication de compost), un site de compostage doit être prévu séparément dans le cas où il n'y a qu'un fossé. • Elles sont en principe nettoyées à l'eau et correspondent aux coutumes de l'islam après la défécation. • Bonne durabilité. • La durée d'utilisation du fossé est plus longue que celle de (1) ci-dessus, puisqu'elle est de 5 ans environ.	Nécessité de tenir compte de la distance jusqu'au puits sources d'eau dans les régions où le niveau des eaux souterraines est élevé ou dans celles où les sols renferment de l'humidité. Pour la profondeur des fossés, dans le cas d'une structure souterraine, 2 mètres environ sont nécessaires. Mais en construisant la structure à une hauteur plus élevée que le niveau du sol, il est possible de faciliter le lavage à l'eau et la pénétration dans le fossé. Dans ce cas, la profondeur du fossé se situe entre 1 et 1,5 mètres environ.	Pas de région en particulier, mais comme le lavage à l'eau après utilisation est indispensable, l'utilisation en continu sera difficile dans les régions où l'eau est difficile à se procurer. Elles ne conviennent non plus aux régions où le socle est dur(le coût de construction s'élève), en raison des difficultés d'excavation des fossés.	[Relativement facile] < Points à considérer > Le siphon installé sur les cuvettes doit être fréquemment nettoyé à la brosse ou autres, pour pouvoir bien fonctionner. Il est donc indispensable de prévoir de l'eau pour le nettoyage.

No.			Particularités	Région convenant à la construction	Région ne convenant pas à la construction	Gestion et maintenance quotidienne
(3) ECOSAN			• Le séchage est accéléré et il est possible d'éviter les mauvaises odeurs et l'apparition d'insectes parasites. • Elles ont pour objectif la réutilisation salubre des excréments – urines et matières fécales. • Bonne durabilité. • Possibilité d'une longue durée d'utilisation si les excréments sont sortis de manière appropriée du site de stockage.	Conviennent à la construction dans les régions où le niveau des eaux souterraines est extrêmement élevé ou qui sont fréquemment inondées. Par ailleurs, elles conviennent également aux régions de socle dur car il s'agit uniquement de l'excavation de la base. Elles conviennent particulièrement aux régions cherchant une réutilisation des excréments pour les activités agricoles.	Pour accélérer le séchage des excréments, il est nécessaire de faire attention à l'utilisation de l'eau.	[Relativement facile] < Points à considérer > Nécessité de prévoir des cendres ou des herbes séchées pour accélérer le séchage. Il est également nécessaire de faire attention à ce que des matières inorganiques, comme le plastique par exemple, ne pénètrent pas.
(4) (Double Latrine Ventilée) DLV			• Type à fossé fermé amélioré • Les mauvaises odeurs et la pénétration d'insectes parasites comme les mouches, sont évitées grâce à un double couvercle métallique. • Travaux de construction faciles • Durabilité relativement bonne • La durée d'utilisation de chaque fossé est de 1 an et demi à 2 ans. • Le cout n'est pas cher.	Conviennent à des régions ayant des ressources pour la prise d'eau situées à une certaine profondeur, puisque les fossés nécessitent une profondeur d'excavation minimum de 2 m. Une distance 2m à 3m entre deux fosses pourrait être admise. Il doit être installé avoir d'assez de la disttance** à partir d'un puits.	Ne conviennent pas à des régions dont les eaux souterraines sont situées à faible profondeur, et les régions dans lesquelles les fleuves connaissent des crues fréquentes. Par ailleurs, elles ne conviennent non plus aux régions où le socle est dur, en raison des difficultés d'excavation des fossés.	[Faciles] < Points à considérer > Afin d'éviter les odeurs nauséabondes et la pénétration des insectes parasites, il est indispensable de refermer le couvercle en double au-dessus du fossé après utilisation. Par ailleurs, étant donné qu'il n'y a pas de superstructure, il est nécessaire de faire attention à assurer la discrétion, à éviter la pénétration de la pluie et les affouillements autour des fossés.

* Suite à la résultat d'un étude, il faut avoir de la distance au moins 35m d'un puits

3.2 Etude de la conception des ouvrages d'autres

Lorsque les volumes journaliers d'utilisation de l'eau augmentent en raison de la construction d'ouvrages hydrauliques, des villages de début du niveau 3 (branchements privés) qui correspond à l'étape suivante, commencent à apparaître. Pour les villages qui atteignent le critère de l'OMS des 35 litres par personne et par jour, les installations sanitaires de type "Wet on site" ci-dessous peuvent également être mises à l'étude.

(1)Conditions de mise en place
Les conditions indispensables sont, quel que soit le système utilisé, d'avoir les connaissances correctes par rapport aux installations et de procéder à une gestion et maintenance appropriées. Il est nécessaire de prévoir le traitement par vidage des boues, les coûts de gestion, de maintenance et d'exploitation des installations ainsi que des équipements spéciaux, et d'assurer les ressources humaines requises pour s'occuper en permanence des installations ainsi que les investissements privés. Etant donné qu'il est impossible d'abandonner en cours de route lorsque ce système commence à être utilisé et qu'il est également nécessaire de procéder à un traitement final, l'introduction de ce système doit être très largement mise à l'étude dans toute la communauté locale. Il est en outre indispensable non seulement d'assurer des routes pour la facilité d'accès des véhicules d'aspiration des boues et de prévoir la mise en place d'installations d'assainissement comme la construction d'aires de traitement, mais également d'établir une entreprise chargée de la gestion et de la maintenance, de mettre en place un système de gestion et maintenance ainsi qu'un système de soutien aux administrations concernées et de renforcer les capacités des ressources humaines, entre autres, c'est-à-dire d'établir un système de gestion et maintenance solide, d'apporter suffisamment de précision à la conception des installations et de planifier en adoptant comme perspective le développement global de la région toute entière. Les études ne portant que sur le périmètre fermé d'une seule famille ou d'une seule zone environnante ne peuvent en aucun cas être considérées comme réalistes.

L'étude de la mise en place du système ne présente aucune efficacité au cas où un plan de développement général ne peut pas être garanti, étant donné l'ampleur de l'impact négatif sur l'environnement. Les installations pour lesquelles l'étude de la mise en place du système "wet on site" est nécessaire sont les suivantes.

1) Fosse septique [2]
Possibilité de traiter à la fois les eaux des toilettes et les eaux usées domestiques. Il est nécessaire d'étudier les possibilités d'installation dans les familles possédant des toilettes à chasse manuelle (TCM), et indispensable de l'installer dans les familles possédant des toilettes à chasse d'eau.

Installation pour transférer vers les installations d'épuration suivantes (caniveaux d'évacuation, puisard d'infiltration) les impuretés pénétrant par suspension, décantation et assimilation, selon un procédé de purification biochimique. Elles sont infiltrées dans les sols et évacuées à la surface de l'eau par des canalisations. Il est possible de les installer dans les régions où les branchements privés sont fréquents à condition toutefois de mettre en place des réservoirs d'épuration pour lesquels un système de vidage est appliqué.

2) Egout collectif avec réservoir de traitement (petit diamètre)[3]
Possibilité de mise en place dans les régions où le traitement des eaux usées est effectué dans des stations d'épuration. Au niveau individuel des familles, il est nécessaire, avant de verser les eaux dans l'égout collectif, d'avoir une installation pour obtenir de l'eau traitée, à savoir d'épurer la totalité des eaux usées sortant de la famille dans des équipements de collecte des eaux, comprenant un réservoir pour les eaux usées (par décomposition biochimique (décomposition anaérobie) des impuretés

[2]Reference : « Eau, Environnement et Santé Publique, Roland VIlaginés; 2006 », « Guide pour la soutien dans la domaine de l'assainissement en Cooperation Japonaise(ebauch), JICA 2008 » ; « Fossé septic : assanissement autonome» Takamine Kitao;1998 ; « Etude des conditions de diffusion des ouvrage d'asainissement autonome en milieu rural sahélien, Eau Vive; 2010»
[3] « Etude des conditions de diffusion des ouvrage d'asainissement autonome en milieu rural sahélien, Eau Vive; 2010»

pénétrant par suspension, décantation et assimilation). Des tuyaux de petit diamètre (de 70 mm à 110 mm, en PVC) sont souhaitables pour les canalisations de transfert des eaux usées. Après la séparation des boues par décomposition anaérobie, les eaux salies sont envoyées tout d'abord vers le réservoir des eaux usées et ensuite vers les égouts en passant par un tuyau en T.

3.3 Agents pathogènes inclus dans les excrétas (urines et matières fécales), les déchets, les eaux sales et les eaux usées

Tableau3-3-1 Liste des agents pathogènes se trouvant fréquemment dans les urines [*1], les matières fécales et les eaux usées [*2] (et les eaux grises)*

Agent pathogène	Nom commun de l'infection provoqué par l'agent pathogène	Urine	Faeces	Sullage
Bactéries				
Escherichia coli	Diarrhée	+	+	+
Leptospira interrorgans	Leptospirose	+		
Salmonella typhi	Fièvre typhoïde	+	+	+
Shigella spp	Shigellose (dysenterie bacillaire)*		+	
Vibrio cholerae *	Choléra			
Virus				
Poliovirus	Poliomyélite aigue		+	+
Rotavirus	Entérite (rotavirale)*		+	
Protozoaires, amibes ou kystes				
Entamoeba hystolitica	Amibiase		+	+
Giarda intestinalis	Giardiase (Lambliase)*		+	+
Helminthes, œufs parasites				
Ascaris lumbricoides	Ascaris (ascaridiose)*		+	+
Fasciola hepatica	Parasitose du foie par douve de Chine (Clonorchiase)		+	
Ancylostoma duodenale	Ankylostomes (Ankylostomiase)*		+	+
Nector americanus	Ankylostomes (Ankylostomiase)*		+	+
Schistosoma spp	Schistosomiase (Bilharziose)*	+	+	+
Taenia saginata Taenia soilum	Ténia (Téniase)*		+	+
Tricguris trichiura	Trichures (Trichocéphalose)*		+	+

1 L'urine est généralement stérile : la présence d'agents pathogènes indique soit une pollution fécale ou une infection par hôte, principalement par salmonella typhi, schistosoma haematobium ou leptospira.
2 Source : Cheesebourgh (1984), Sridhar et al. (1981) et Feachem et al. (1983)
(Guides de développement Assainissement en site, OMS 1992
()*:information ajoutée par la mission d'étude de la JICA, 2009

3.4 Caractéristiques épidémiologiques des agents pathogènes excrétés

Tableau3-4-1 Caractéristiques épidémiologiques des agents pathogènes excrétés [1]

Agents pathogènes	Période de latence	ID_{50} [2]	Durées de survie pour ID_{50} pathogènes		
			Eaux usées	Sols	Récoltes
Bactéries	0	$>10^4$	De quelques jours à 3 mois		
Vibrio cholerae	0	10^8	Jusqu'à 1 mois	< 3 semaines	< 5 jours
Coliformes fécaux	0	~ 10^9	Jusqu'à 3 mois	< 2 mois	< 1 mois
Virus	0	Inconnu	mois	mois	1 à 2 mois
Entérovirus [3]	0	100	Jusqu'à 3 mois	< 3 mois	< 1 mois
Protozoaires (kystes)	0	10-100	De quelques jours à quelques semaines		
Entamibe spp	0	10-100	25 jours	< 3 semaines	< 1 mois
Helminthes [4]	Variable	1-100	mois	mois	mois
Ankylostome spp	1 semaine	1	3 mois	< 3 mois	< 1 mois
Ascaris spp	10 jours	Plusieurs	Jusqu'à 1 an	Plusieurs mois	< 3 mois
Douves [5]	6 à 8 ans	Plusieurs	Vie de l'hôte	Heures	Heures

[1] Source : Feacham et al. (1983) ; OMS (1987a)
[2] ID_{50} est le nombre d'organismes requis pour provoquer le déclenchement de symptômes cliniques chez 50% d'individus.
[3] Y compris les coksackie virus, echo virus et polio virus
[4] Œufs ou larve/ cercaire
[5] A l'exception de *fasiola hepatica* mais incluant *schistoma spp*
[6] En dehors de l'hôte aquatique, l'agent pathogène survit uniquement quelques heures. Dans l'hôte, la survie est celle de la durée de vie de l'hôte.

3.5 Assainissement Total Piloté par la Communauté=ATPC

Les origines de l'approche ATPC remontent à l'évaluation du programme traditionnel d'eau et d'assainissement faite par Kamal Kar pour le compte de WaterAid Bangladesh, de son partenaire local VERC (Village Education Ressources Center) ainsi que des travaux qu'il a effectués par la suite au Bangladesh entre fin 99 et 2000. Depuis l'an 2000, à travers des formations pratiques dispensées par Kamal Kar, à travers le soutien de nombreuses agences et à travers les rencontres inter- pays, l'approche ATPC a été étendue à d'autres organisations au Bangladesh ainsi qu'à d'autres pays en Asie du Sud et du Sud Est. L'Assainissement Total Piloté par la Communauté (ATPC) vise principalement à susciter un changement dans le comportement sanitaire plutot qu'à construire des toilettes. Cela passe par un processus de sensibilisation sociale stimulé par des facilitateurs à l'intérieur ou à l'extérieur de la communauté.

L'approche est communautaire plutot qu'individuelle. En effet, les avantages collectifs découlant de l'arret de la DAL peuvent encourager une approche plus coopérative. Les autres caractéristiques essentielles sont l'apparition spontanée de Leaders Naturels (LN) dans le processus d'évolution vers l'état FDAL, les innovations locales en matière de modèles de toilettes à bas prix utilisant des matériaux locaux et enfin des systèmes de récompenses, de sanctions, de diffusion et d'amélioration de l'ATPC. En somme, l'approche ATPC encourage la communauté à prendre ses responsabilités et à mener ses propres actions. Dans son sens le plus complet, l'assainissement total inclut une série de comportements tels que :

- Arreter de déféquer à l'air libre ;
- S'assurer que tout le monde utilise des toiletteshygiéniques ;
- Se laver les mains avec du savon avant de cuisiner ou de manger et après avoir utilisé les toilettes ou été en contact avec les matières fécales des bébés, des oiseaux et autres animaux ;

- Manipuler les aliments et l'eau de manière hygiénique ; - Traiter de facon saine les déchets animaux et
domestiques afin de créer un environnement sain.

L'approche ATPC se focalise sur l'éradication de la Défécation à l'Air Libre comme premier pas significatif et point de départ du changement des comportements. Dans un premier temps, elle permet aux gens d'établir leur propre profil sanitaire à travers une évaluation, une observation et une analyse de leurs pratiques de DAL et des conséquences qui en découlent. Cela provoque des sentiments de honte et de dégout et suscite souvent un désir de mettre un terme à la DAL et d'assainir leur environnement.

(1) Planning indicatif des étapes de l'ATPC
Les actions immédiates et précoces pour la consolidation de l'ATPC sont cruciales. Beaucoup de choses dépendent des conditions locales il y aura donc une grande variation dans les mesures appropriées à prendre.

Tableau3-5-1 Planning indicatif des étapes de l'ATPC

Etap	Planning Indicatif	Personnel et autres besoins	Remarques pour facilitateurs
Préparations du Déclenchement	Entre une demi-journée et une semaine. Dans les villages où il y a des programmes d'intervention d'ONG/Institutions, quelques visites devraient suffire	Normalement, au moins un à deux agents de terrain visitent le village/la communauté 1 à 2 fois pour fixer l'heure, le lieu de la rencontre, expliquer les objectifs, etc.	Rencontrer les leaders, le chef de village, visiter les hameaux/sous- hameaux, se faire une idée de la taille du village, de la population, localiser les zones les plus insalubres et se renseigner sur les subventions s'il y en a eu. Evaluer si le village présente des conditions favorables ou difficiles pour le Déclenchement de l'ATPC. Eviter de faire coïncider le Déclenchement avec le jour de marché, un mariage ou la présentation des condoléances dans le village, etc.
Déclenchement	Une seule journée (souvent entre 3 et 5 heures)	Une équipe d'au moins 3 à 4 facilitateurs, 5 tout au plus, mais il peut y en avoir plus dans un atelier pratique de formation sur l'approche ATPC	Jouer le rôle de facilitateur dans un esprit d'ouverture, sans préjugés sur la réussite du Déclenchement. Quitter les lieux joyeusement, même si, pour une raison ou pour une autre, le Déclenchement n'aboutit pas à une action locale collective.
Après-Déclenchement	L'état FDAL est atteint entre trois semaines et trois mois. Six mois ou un an, c'est trop long. L'indicateur de réussite, c'est quand les gens disent qu'ils ne veulent pas ingérer le caca des autres. Tout le monde est alors prêt à faire des efforts pour sortir de cette situation.	Selon le contexte local, 1 à 2 membres du personnel visitent la communauté où le Déclenchement de l'ATPC a eu lieu au rythme d'1 à 2 fois la première semaine. Ensuite, les intervalles peuvent être plus longs ; les visites, pas trop fréquentes, doivent juste viser à encourager et à soutenir. Se souvenir qu'il s'agit d'une approche pilotée par la communauté et non par une institution extérieure.	Etre un soutien, encourager, mais ne pas dominer. Si nécessaire, organiser des visites de Leaders Naturels ou de membres de la communauté de villages où le Déclenchement a été un succès. Inviter des LN de villages FDAL comme personnes ressources pour des démonstrations de latrines économiques.

Source : Manuel de l'Assainissement Total Piloté par la Communauté; Kamal Kar et Robert Chambers; PLAN UK Mars 2008, page

(2) Etap le Declenchement

- Introduction : etap a favoriser la confience entre communautaire
- Etap à analyser par la communauté sa propre situation en matière d'assainissement, : Marche à travers les zones de défécation、Cartographie des zones de défécation、Identification des voisinages les plus sales、Calcul des crottes et des dépenses médicales, Comment susciter le dégout : les voies de contamination fécale, verres d'eau, etc
- Le moment du Déclenchement :
- Plan d'action de la communaute :

(3) Approche ATPC (Assainissement Total Piloté par la Communauté) : A l'essai dans la Région de Tambacounda par entente UNICEF-WSP- DAS.

Un plan d'action pour ce programme sont indiqué sur page suibante.

(4) Problèmes à étudier（refference）

Dans le chapitre 2 et 8 du rapport principal, une étude a été menée principalement sur les spécifications de construction en prenant pour condition majeure que l'ATPC se positionne uniquement à l'étape préliminaire des projets d'amélioration de l'assainissement et, en ce qui concerne l'étude des autres problèmes, les éléments ci-dessous peuvent être indiqués pour référence.

[Problème sur le plan économique]
Le point important de l'approche ATPC est le fait que les coûts sont pris en charge en totalité par les habitants, et que les spécifications adoptées sont celles permettant la construction par les habitants. En outre, en vue d'atteindre les objectifs fixés par les OMD au Sénégal, la mise en place de l'ATPC semble avoir pour condition d'être appliquée dans les régions éloignées pouvant difficilement bénéficier de l'aide de donateurs ou de soutien financier ou encore dans les villages peu peuplés. Plutôt que de s'arrêter à des inquiétudes telles que : "Et s'il y a compétition avec les donateurs" ou "S'il y avait un plan d'aide par un autre donateur" ou encore "Si un donateur pouvait prendre en charge une partie des coûts de construction", il semble nécessaire de revenir au point de départ qui est de sélectionner les régions exclues des projets d'investissement dans le cadre du PEPAM à l'étape actuelle, où les possibilités de recevoir de telles aides sont considérablement réduites. A l'inverse, il est impossible de réaliser parallèlement cette approche dans les villages où des projets d'amélioration de l'assainissement total sont prévus.

[Problèmes socio-culturels et égalité des genres]
Un pourcentage de plus de 24% de défécation sauvage en tant que condition de mise en place de cette approche montre bien que la priorité a été donnée aux régions qui ont été laissées en arrière et exclues des activités de sensibilisation en relation avec la santé et l'hygiène. Toutefois, il faut étudier suffisamment les cas où l'installation de toilettes dans des endroits publics est souhaitable en fonction des conditions de l'environnement du village (par exemple, dans les villages ayant un rôle religieux, ou encore dans les villages peu peuplés mais étant le chef-lieu de la CR, etc.). L'ATPC a pour première fonction d'éradiquer la pratique de la défécation sauvage. Cette approche a pour objectif, par le biais de ces activités d'extermination, d'améliorer les notions d'hygiène et de provoquer des changements de comportements. Il est nécessaire de faire suffisamment comprendre ce point du côté des villages et de mieux faire connaître la nécessité d'avancer dans les niveaux de l'assainissement. Dans le cadre du présent Plan directeur, les villages sont considérés comme la plus petite unité pour la mise en place des systèmes d'assainissement, mais au cas où un grand projet d'amélioration des installations sanitaires est prévu à l'avenir dans la région en prenant pour unité le niveau de l'administration, positionné plus haut que le village, les villages où l'ATPC a été mise en place ne doivent pas être exclus de ce futur projet.

Tableau3-5-2 PLAN D' ACTUION ATPC : du octobre 2009 jusqu'au mai 2010 : Region cible : 9 villages dams CR Bani Israel, Tambacounda

N°	Objectifs	Activités	Date	Cibles	Responsables
1	Informer et sensibiliser les acteurs du sous secteur	Organisation d'un atelier de partage sur l'ATPC et son applicabilité	Un jour (Oct.)	Gouvernement, partenaires techniques et financiers, Société civile, projets et programmes	DAR／PEPAM
2	Informer les autorités au niveau régional et local	Envoi d'un courrier aux autorités administratives	1 jour (nov.)	Gouverneur, Sous-préfet, PCR, Service d'hygiène, ONG	DAR
3	Présenter l'ATPC		6 jours (nov.)	Gouverneur, Sous-préfet, PCR, Service d'hygiène, ONG	DAR／PEPAM
4	Préparer le lancement de l'ATPC	Mission au niveau des sites choisis	5 jouurs (Dec.)	Leaders naturels régionaux, locaux et communautaires, ONG	DAR／PEPAM
5	Appliquer l'ATPC	Lancement de l'ATPC	5 jours (Dec)	Les 09 villages choisis	DAR ／ PEPAM/ Leaders naturels régionaux, ／ communautaires, services techniques ARD, SRH SDH./ ONGs
6	Faire le suivi des résultats de l'ATPC	Mise en place d'un système de suivi de l'ATPC	10 jours (jan.) 5 j.ours(fev) 2 jours(mar)	Les 09 villages choisis	Leaders naturels régionaux, ／ communautaires, services techniques ARD, SRH SDH./ ONGs
7	Préparer la visite de constatation médiatique	Elaboration d'un projet de programme pour la visite de constatation médiatique de l'ATPC	5 jours(avr.)	Les 09 villages choisis	-
8	Informer les autorités des résultats de l'ATPC	Visite de constatation médiatique	2 jours(mai)	Les villages FDAL	DAR／Leaders naturels régionaux,
9	Etendre l'ATPC au niveau national Recrutement d'un consultant pour l'évaluation de l'ATPC	Atelier de restitution et de validation des résultats	Vers 1 mois	Les 09 villages	DAR
10	Adopter l'ATPC au niveau national	Intégration de l'ATPC dans la stratégie de mise en œuvre nationale du PEPAM volet Assainissement rural pour l'atteinte des OMD	A déterminer	Tous les sites n'ayant pas reçu de subvention	MUHHA/ DAR

（Source : MUUHA DAS : aout 2009）

3.6 Etude sur la qualité de l'eau des puits et les particularités de ces puits

Comme indiqué ci-dessous, la présente étude a été effectuée sur des puits dans 142 emplacements, des sources et des rivières dans 4 emplacements et des installations AEMV/AEV dans 9 emplacements.

Tableau3-6-1 Sites de l'étude de la qualité de l'eau des puits

Région	Villages	Rivière/ Source	AEMV/ AEV	Ouvrages ydrauliques avec puits	Puits (type amélioré)	Puits traditionnel
TAMBACOUNDA	BALLA		1		1	1
	BANTANTINTI				1	9
	BOTOU				1	9
	BOULEMBOU				1	9
	DIANKE MAKHAN		1		3	7
	FARABA					10
	GOLMY	1			1	9
	GOUDIRY		3		6	4
	KIDIRA				2	4
	WASSADOU DEPOT				1	9
KEDOUGOU	BANTAKHO COUTA	1			1	1
	DIOULAFOUNDOU					9
	LANDE BAITYL	1				2
	MOUSSALA MAHINAMINE	1				1
	SARAYA		1	2	2	6
MATAM	ADABERE					10
	MBELOGNE				1	
	OURO SIDY		1		1	
	POLEL DIAOUBE				4	4
	SINTHIOU GARBA FALBE		2		5	5
Total des puits= 142 emplacements				**2**	**31**	**109**
Autres sources d'eau = 12 emplacements		**4**	**9**			

【Résultats de l'analyse de la qualité de l'eau】
Les résultats de l'analyse concernant la structure des puits, la situation à leurs alentours ainsi que les relations entre l'utilisation par les villageois et les causes de contamination sont actuellement attendus, mais les éléments suivants ont pu être identifiés à partir des résultats de l'étude dans les 142 emplacements précités. Toutefois, les données ne pourront être considérées qu'à titre de référence étant donné les tolérances importantes dues aux particularités des analyses.

- Dans 8 emplacements (6%), une teneur en fer excédant les critères de l'OMS a été relevée.
- Dans 11 emplacements (8%), une teneur en NO2 excédant les critères de l'OMS a été relevée.
- Dans 77 emplacements (54%), une teneur en NO3 excédant les critères de l'OMS a été relevée.
- Dans 22 emplacements (15%), une teneur en ammoniac excédant les critères de l'OMS a été relevée.
- Pour la valeur du pH, elle s'est située entre 4,1 et 7,8 avec une moyenne de 6,4 et elle présente des différences selon les régions. Pour 58% des puits, des valeurs comprises dans les critères de l'OMS (de 6,5 à 9,0) ont été relevées.
- La température de l'eau des puits a été dans l'ensemble comprise entre 28 et 37 degrés, avec une moyenne de 31 degrés.
- La totalité des puits était contaminée par des colibacilles, selon les chiffres suivants :

84 emplacements (59%) de 1 à moins de 50
30 emplacements (21%) de 50 à moins de 100
28 emplacements (19%) plus de 100

Une analyse sera effectuée pour les puits contaminés par l'acide nitrique, l'acide nitreux et l'ammoniac, parallèlement à l'identification de la situation physique aux alentours des puits. Les résultats des analyses seront utilisés pour des recommandations lors de l'élaboration du plan et de la

conception des installations des puits ainsi que pour celle des programmes d'éducation des villageois en matière de santé et d'hygiène.

3.7 Etude qualitative dans la zone cible

(1) Comportement pour le traitement de l'eau

Dans la région cibles, malgré les activités de sensibilisation on doit constater que le contenu de ces directives ne semble toujours pas être assimilé. Les villageois se rendre compte de nécessité de la purification, mais ils adoptent seul que le method de filitrarion passent par un tissue. Stérilser au chlore et bouille d'eau avant utiliser ne sont pas appliqués dans la milieu région cibles.

Le taux de filtration est relativement élevé suivant le Figure mais la précision de filtration est très faible parce que l'eau est seulement passée par un tissu. Il est suffisant de faire attention au tissu qui est utilisé comme filtre et la méthode de conservation d'eau si les villageois obtiennent de l'eau depuis un ouvrage hydraulique fournissant de l'eau potable. Cependant, il sera nécessaire de désinfecter par le chlore, l'ébullition en cas d'obtention d'eau depuis les puits traditionnels où l'eau est souvent contaminée.

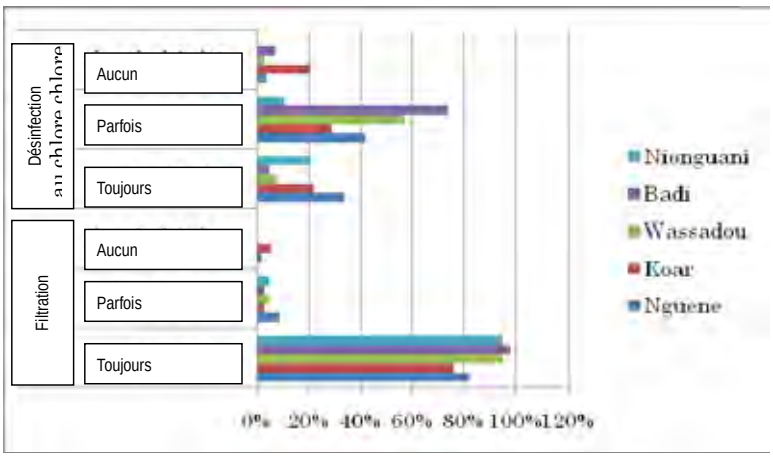


Figure3-7-1 Actions pour le traitement de l'eau potable（N=551）

La photo droite indique les résultats de la qualité d'eau d'un foyer dans la région de Tambacounda. La partie rouge signifie la contamination de l'eau par des bactéries (de haut, l'eau obtenue depuis une borne fontaine, l'eau désinfectée). Comme les villageois ne comprennent pas le volume nécessaire de dosage de chlore, la désinfection n'a pas été faite suffisamment

Figure3-7-2 Les résultats de la qualité d'eau

(2) Enquêtes de confirmation de la présence des installations sanitaires dans les villages

En ce qui concerne la situation de l'assainissement dans les 13 sites concernés et sélectionnés par l'étude de faisabilité en mars 2010, des enquêtes ont été menées par des visites dans les familles[4], en vue de collecter des données qualitatives. Les grandes lignes des résultats de ces enquêtes sont présentées dans les tableau ci-dessous.

1) Nombre d'enquêtes et méthodologie

Des enquêtes sous la forme d'échantillonnages accumulés en fonction des rubriques indiquées ci-dessous ont été effectuées après sélection de 10 principaux villages avec systèmes d'approvisionnement en eau parmi les 13 systèmes de l'étude de faisabilité, ainsi que de 11 villages considérés comme importants sur le plan culturel et religieux (Se reporter au Tableau en page

[4]Se reporter aux résultats de l'étude de ligne de base de sélection des sites prioritaires réalisée en 2009 pour les données chiffrées collectées.

suivante). Les enquêtes ont commencé par les questions posées au chef du village et se sont poursuivies dans l'ordre des familles que le chef du village a considéré comme capables de répondre[5]. Dans la plupart des villages, les femmes sélectionnées pour répondre aux questions ont été les présidentes des associations des femmes du village ou des comités de développement et les réponses ont été obtenues en majorité auprès de personnes d'âge mur, pour les hommes comme pour les femmes. Si l'échantillonnage manque donc de diversité, on peut considérer que les valeurs obtenues sont issues de l'expérience des personnes ayant habité longtemps dans le même village.

Rubriques des enquêtes verbales

- Conscience des conditions d'hygiène dans la famille (dans la concession)
- Présence ou non de latrines familiales. Etat de ces latrines (sécurité des structures, fonctions de prévention contre les maladies assurées ou non, degré de confort d'utilisation, etc.), méthodes de gestion et maintenance, intentions d'améliorer la situation actuelle, installations sanitaires souhaitées (puisard d'infiltration, lavoir, décharge et traitement des ordures)
- Confirmation de la volonté de participation à la mise en place de latrines familiales plus salubres (fourniture de travail, de matériaux ou d'argent)
- Souhaits ou non pour la mise en place de toilettes publiques dans le village, rang de priorité des emplacements pour la mise en place
- Intentions de participation à la gestion et maintenance des toilettes publiques, présence ou non d'une expérience de participation
- Installations sanitaires souhaitées autres que les toilettes publiques
- Confirmation des intentions de prendre collectivement des mesures pour améliorer les conditions d'hygiène dans le village, entre autres

Tableau3-7-1 Villages objets de l'enquête sur la présence des installations sanitaires

E/F*	Noms des villages	Groupe ID	C/R	Arrondissement	Département	Nombre d'enquêtes
Région de Tambacounda						
1	Boki Sada	KUK-14	Kouthiaba Oulof	Kouthiaba Oulof	Kounpentoum	3
2	Medina Diakha	MMS-5	Missira	Missira	Tambacounda	2
3	Diankore Peulh	MNE-7	Neteboulou	Missira	Tambacounda	1
5	Bele	KBE-3	Bele	Bele	Bakel	2
6	Sinthiou Mamadou Boubou	GGO-5	Sinthiou Mamadou Boubou	Boyngud Bamba	Goudiry	2
7	Kounghany	BBL-8	Balou	Moudery Bakel		1
Région de Matam						
9	Ganguel Maka Bonji	OBO-9	Bokiladji	Orkadiere	Kanel	2
9	Bondji Vally	OBO-11	Bokiladji	Orkadiere	Kanel	3
Région de Kédougou						
12	Samecouta	BAB-17	Bandafassi	Bandafassi	Kedougou	2
12	Syllacounda Diakha	BAB-17	Bandafassi	Bandafassi	Kedougou	2
13	Niamenikhe	BTO-6	Tomboronkoto	Bandafassi	Kedougou	3

* Numéro du système objet de l'étude de faisabilité

Tableau 3-7-2 Resultat de l' étude qualitative dans les 13 systèmes de l'étude de faisabilité
＜La présence des installations sanitaires dans les villages - 1＞

No	Noms des villages	F/S ID	Situation	Amériolation de système des ouvrages d'assanissement dans mégages			
			Ménage	Vouloir	premiere	deuxieme	torisieme
1	Boki Sada	1	Mal	Oui	Latrine améliolé	Lave à la main	—
2			Mal	Oui	Latrine améliolé	Lave à la main	—
3			Mal	Oui	Latrine améliolé	Traitement des eaux usées (TEU)	—
4	Medina Diakha	2	Mal	Oui	Latrine améliolé	Lave à la main	—
5			Mal	Oui	Lave à la main	Latrine améliolé	—
6	Diankore Peulh	3	Pas bon	Oui	Latrine améliolé	Lave à la main	TEU
7	Bele	5	Pas bon	Oui	Lave à la main	TEU	Lavoir-puisard
8			Bon	Oui	Latrine améliolé	Lavoir-puisard	TEU

[5] Méthode généralement utilisée pour procéder aux études qualitatives dans le domaine médical. ("Anthropologie de la santé et médicale - Guide des études et recherches", Editions Sekai Shisosha, p.249)

No	Noms des villages	F/S ID	Situation Ménage	Amériolation de système des ouvrages d'assanissement dans mégages			
				Vouloir	premiere	deuxieme	torisieme
9	Sinthiou Mamadou Boubou	6	Pas bon	Oui	Latrine améliolé	TEU	Douche
10			Pas bon	Oui	Latrine améliolé		Lavoir-puisard
11	Kounghany	7	Bon	Oui	Latrine améliolé		—
12	Ganguel Maka Bonji	9	Pas bon	Oui	Eau potable	Tous les ouvrages	—
13			Pas bon	Oui	Latrine améliolé	TEU	—
14	Bondji Vally	9	Pas bon	Oui	Latrine améliolé	TEU	—
15			Pas bon	Oui	Latrine améliolé	Lavoir-puisard	TEU
16			Pas bon	Oui	Latrine améliolé	Lavoir-puisard	—
17	Samecouta	12	Bon	Oui	Latrine améliolé	Lavoir-puisard	—
18			Bon	Oui	Latrine améliolé	—	—
19	Syllacounda Diakha	12	Pas bon	Oui	Traitement des eaux usées	Latrine améliolé	Lave à la main
20			Bon	Oui	Latrine améliolé	—	—
21	Niamenikhe	13	Pas bon	Oui	Latrine améliolé	Lave à la main	Lavoir-puisard
22			Mal	Oui	Latrine améliolé	—	—
23			Pas bon	Oui	(EU		

* Latrine amélioré (VIP, TCM et DLV)

Tableau 3-7-3 Resultat de l' étude qualitative dans les 13 systèmes de l'étude de faisabilité
＜La présence des installations sanitaires dans les villages - 2＞

No	Noms des villages	Posession de latrine familiair				Sécurité contre maladie	
			Type	Confortable	Raison		Raison
1	Boki Sada	Oui	Traditionelle	Confortable	Risque de tomber dans le pit	Non	Les vermines contanctent dans le pit
2		Oui	Traditionelle	Pas de confort	Il n y' a pas de chois	Non	Pas de sécher , l'éxcretas déborde dans la saison pluie
3		Oui	Traditionelle	Pas de confort	Toujours contacté par les vermines	Non	Les mouches contanctent sur plat, créer des maladies (diarrhée, etc)
4	Medina Diakha	Oui	Traditionelle	Confortable	Y'a pas de moyen à améliorer	Non	Les vermins courir toujours, l'éxcretas déborde dans la saison pluie
5		Oui	Traditionelle	Confortable	Ne peut pas changer d'actuelle	Non	Les moches qui viennes de latrine contactent sur plat.
6	Diankore Peulh	Oui	Traditionelle	Pas de confort	Mauvaise odeur de pit	Non	Beaucoup de vermines causent la diarrhée
7	Bele	Oui	Traditionelle	Confortable	Pas de odeur, vermines, ordures	Oui	Pas de odeur, vermines, ordures, facile à nettoyerage
8		Oui	TCM/VIP-DF	Confortable	Pas de odeur, vermines, ordures	Oui	Garder la latrine pour sa famille seulement
9	Sinthiou Mamadou Boubou	Oui	Traditionelle	Pas de confort	Il y a des vermines, ordures	Non	Pas de blockage contre maladie transmission
10		Oui	Traditionelle	Pas de confort	Contacter facilement par les vermines	Non	L'ouvrage est très faible
11	Kounghany	Oui	TCM	Confortable	Le GIE faire de vidanger	Oui	Toujours nettoyer et il est propre
12	Ganguel Maka Bonji	Oui	Traditionelle	Pas de confort	Y'a pas de système adéquate (vidangereur, égout)	Non	Possibilites de contaminations par divers
13		Oui	Traditionelle	Pas de confort	Y'a pas de moyen à améliorer	Non	Fort de possibilité de contamination
14	Bondji Vally	Oui	Traditionelle	Pas de confort	Ouvrages sont très faibles	Non	Maladies (malaria etc) causent par les vermines
15		Oui	Traditionelle	Pas de confort	Ouvrages sont très faibles	Non	Pit est très petit et l excrétas dévorde toujours
16		Non	—	—	—	—	—
17	Samecouta	Oui	Traditionelle	Pas de confort	Risque de eéborder et de tomber	Non	Possibilites de contaminations par divers
18		Oui	Traditionelle	Pas de confort	Pit est très faible et y'a pas d'être securisé	Non	Facilement contamination cars de sans mur.
19	Syllacounda Diakha	Oui	Traditionelle	Pas de confort	Pas de superstructure, pit est faible	Non	Les vermins courir toujours qui contamine
20		Oui	Traditionelle	Confortable	Chaque jours faire nettoyage	Oui	Agent contre vermines（charbon avec eau chaud）

No	Noms des villages	Posession de latrine familiair				Sécurité contre maladie	
			Type	Confortable	Raison		Raison
21	Niamenikhe	Oui	Traditionelle	Pas de confort	Risque de tomber et écroulement	Non	Les mouches contanctent sur plat,
22		Oui	Traditionelle	Pas de confort	Risque de tomber et écroulement	Non	Pas de mur, couverture pour pit
23		Oui	Traditionelle	Pas de confort	Risque de déborder et de tomber	Non	Possibilites de contaminations par divers

*parmis des 23 menages enquête, 1famile faire défécation à l'air libre.

Tableau 3-7-4 Resultat de l' étude qualitative dans les 13 systèmes de l'étude de faisabilité
＜La présence des installations sanitaires dans les villages – 3＞

No	Noms des villages	Amériloration de latrine familiair		Construction d'ouvrage et Moyen et ratio pour participer dans les travaux de construction			
			Raison pour amériloration	Vouloir de participation	Paiment	Offre des materiaux	Offres des main d'œuvre
1	Boki Sada	Oui	Sécurité et confort	Oui	Oui 25%	eau, sable	Oui par enfants
2		Oui	Confort	Oui	Oui 25%	eau, sable, gravier	Oui par enfants
3		Oui	Sécurité et confort	Oui	Oui 10%	eau, sable	Oui par enfants
4	Medina Diakha	Oui	Sécurité et confort	Oui	Oui 50%	eau	Oui par enfants
5		Oui	Sécurité et confort	Oui	Oui 30%	eau, sable, gravier	Possible par enrants et tarribé
6	Diankore Peulh	Oui	Sécurité et confort	Oui	Oui 30%	eau, sable, gravier	Oui par enfants
7	Bele	Oui	Plus de sécurité et confort	Oui	Pas possible	eau, sable, gravier	Possible après formation
8		Oui	Plus de confot	Oui	Pas possible	eau, sable, gravier	Possible
9	Sinthiou Mamadou Boubou	Oui	Sécurité et confort	Oui	Pas possible	eau, sable, gravier	Possible tous les travaux
10		Oui	Sécurité et confort	Oui	Pas possible	eau, sable, gravier	Possible tous les travaux
11	Kounghany	Oui	Plus de sécurité et confort	Oui	Possible	eau, sable, gravier	Possible
12	Ganguel Maka Bonji	Oui	Sécurité et confort	Oui	Oui 3%	eau, les autres natures	Possible
13		Oui	Sécurité et confort	Oui	Oui 2%	Matériaux	Possible
14	Bondji Vally	Oui	Sécurité, hygiène et confot	Oui	Oui 4%	eau, beton	Possible
15		Oui	Sécurité, hygiène	Oui	Possible en prêt	eau, sable	Possible
16		Oui	Sécurité, hygiène et confot	Oui	Pas possible	eau, sable	Possible
	Samecouta	Oui	Sécurité et confort	Oui	Oui 10%	eau, sable, gravier	Oui cruser le pit
		Oui	Confort	Oui	Oui 10%	eau, sable, gravier	Oui
	Syllacounda Diakha	Non	Pas de moyen	Oui	Oui 40%	eau, sable, gravier	—
		Oui	Sécurité et confort	Oui	Oui 5%	Eau,cimen,sable, zinc	—
	Niamenikhe	Oui	Sécurité et confort	Oui	Oui 10%	eau, sable, gravier, boit	Possible
		Oui	Sécurité et confort	Oui	Oui （F7,500）	eau	Possible
		Oui	Plus de sécurité et confort	Oui	Oui 10%	eau, sable, gravier, boit	Oui cruser le pit

Dans tous les menages avoir leur vouloire à améliorer le latrine familiair, Tous vont participer comme offrir de main d'œuvre malgré ne peut pas payer.

Tableau 3-7-5 Resultat de l' étude qualitative dans les 13 systèmes de l'étude de faisabilité
＜La présence des installations sanitaires dans les villages – 4＞

No	Noms des villages	Les ouvrages d'assainissment public			Participation pour entretien de les édicule public				
			Première	Secondiare		Offre matériaux	Cotisation	Faire vidange	Les autres activités
1	Boki Sada	Oui	Mosquée (M)	Ecole	Oui	Savon/eau javel	Possible	Consulter marabou	Créer une caisse, mobiliser les villagois
2		Oui	M	Ecole	Oui	Savon/ballaye	Pas possible	Nécessaire	Faire une famille pour le membre de comité
3		Oui	M	Ecole	Oui	Savon/ballaye	Pas possible	Oui après formation	Créer un comité de hygiène
4	Medina Diakha	Oui	M	Ecole	Oui	Savon/eau javel	Possible	Nécessaire de formation et équipement	Créer un comité de hygiène et une caisse
5		Oui	M	Ecole	Oui	Savon/ballaye	Possible	Villagoires à faire	Mobiliser le SET-SETAL
6	Diankore Peulh	Oui	M	Post de santé(PS)	Oui	Savon/eau javel/eau	Possible	Demander au GIE	Créer une caisse, demander le vidangereur
7	Bele	Oui	M	Ecole	Oui		Possible	Pas de technique	Participer aus tous les activités
8		Oui	M	PS	Oui		Possible	Demander au GIE	Participer aus tous les activités
9	Sinthiou Mamadou Boubou	Oui	PS	Mosquée	Oui	—	Oui (250F/mng)	—	Mobiliser le SET-SETAL par Comité
10		Oui	PS	Mosquée	Oui	—	—	—	Les activités fait par les villageoirs
11	Kounghany	Oui	PS	Ecole	Oui	—	Possible	Deja fait	Demander le GIE à faire tous l'entretien
12	Ganguel Maka Bonji	Oui	M		Oui	—	Possible	—	Nomer la résponsabilitié dans le village
13		Oui	PS/Ecole		Oui	—	Possible	—	Partager avec Groupement de Femme
14	Bondji Vally	Oui	Ecole	Mosquée	Oui	—	—	—	Créer un Comité d'entretien
15		Oui	Ecole	Mosquée	Oui	—	Possible	Oui après formation	Créer un Comité d'entretien
16		Oui	Ecole	Place de public	Oui	—	Oui (25F/pers)	Pas possible	Créer un comité et recevoir la formation
17	Samecouta	Oui	Place de public	—	Oui	Savon/ballaye/ eau	Oui (100F/mng)	Pas possible	—
18		Oui	Place de public	—	Oui	—	Oui (300F/mng)	Pas de technique	Devenir un menbre de comité d'hygiène
19	Syllacounda Diakha	Oui	PS	—	Oui	Savon/ballaye/ eau	Oui (500F/cnss)	—	Créer un comité de hygiène
20		Oui	M	PS	Oui	—	—	—	Soutenir les activités de comité de hygiène
21	Niamenikhe	Oui	M	Ecole/ PS	Oui	Savon/eau javel	Oui (100F/mng)	Pas possible	Devenir un menbre de comité d'hygiène
22		Oui	Place de public	—	Oui		Oui (100F/mmg)	Pas possible	—
23		Oui	Ecole	Mosquée /PS	Oui	Savon/ballaye/ eau	Oui (250F/mmg)	—	—

3.8 Etude des sites candidats pour l'étude de faisabilité « Etude sur les donnes de la base »

(1) Objectif de l'Etude
Dans le but de collecter des données fondamentales pour sélectionner les sites cibles pour l'étude de faisabilité mise en œuvre dans la 3ème année.

(2) Les sites cibles pour l'étude des sites candidats pour l'étude de faisabilité
Les sélection de site cibles pour l'étude permettra de sélectionner les groupes de villages d'approvisionnement en eau ayant un degré de priorité élévé classées ans la plan à cout terme du Plan directeur en reprissement en tant que projet représentatif. On a décidé d'exécuter l'etude des sites candidats pour l'etude de faisabilite dans les 41 groupes au total.

Tableau3-8-1 Le nombre de groupes villageois et ouvrages dans chaque BPF

BPF	Groupe villageois
Tambacounda	14
Goudiry	10
Kédougou	5
Matam	12
計	41

Tableau3-8-2 Les villages cibles : Département de Tambacounda, Région de Tambacounda

System	CR	Group No.	Village Name
1 AEMV	MISSIRAH	MMS-5	BIRA
			MADINA DIAKHA
			SARE OMAR LO
			SARE PATHE UGOULOU
			SITAOULE ISSAC
			VELINGARA YAYA
2 AEMV-I	MAKA	MMA-10	DIYABOUGOU
			FATYCOUNDA
			MBOURO GNIOUKARI
			MBOURO KALDING
			SARE BOYE
			SARE DADI DAOUDA
			SARE NGHABA
			SARE MADI DIALLO
			SARE MAMADOU
			SINTHIOU PATHE BALDE
			SINTHIOU SAMBA NDAO
			SINT. SOUNA DIALLO I
			SOTOKOTO AMADY
		MMA-12	DEMBARING
			DIALASSABA PEULH
			GANGALI
			MBANE KALIDOU
			SARE ELY DIEDY
			SINTHIOU DIAMON BA
			TIMBING FARA
			TINCOLY GAOULEL
			FADYACOUNDA
3 AEMV-I	MISSIRAH	MMS-6	BOULACOUNDA BOLOL
			MADINA BOULACOUNDA
			MISSIRAH TABADIAN
			TAYE DIABY
	DIALACOTO	MDI-1	BADI
			GNONGHANI
			OUASSADOU DEPOT
			OUASSADOU VILLAGE

System	CR	Group No.	Village Name
4 AEMV-I	KAHENE	MKA-8	KAHAO ABDOULA. THIAM
			KAHAO MOUSSA SY
			NGOUDO
		MKA-7	LAMA SAMBA
			SILAME
			SINTHIOU ISMAILA
			SOUNATOU GOUNASS
		MKA-9	FELANE SINE
			MODY NDIAYE
			KAHAO FALLI
			KAHAO TABANE
			SARE GUELEL
5 AEMV-I	NETEBOULOU	MNE-7	DJINKORE MANDINGUE
			DJINKORE PEULH
			KENIEBA
			KOUNTOUNDIOMBO
		MNE-6	NEMA MOUSSA
			SARE NIAMA II
			SARE SALOUM
			SINTHIOU DIEKA
		MNE-5	MADINA YEAR
			SITAOULE MANDINGUE
6 AEMV	KOUTHIABA OUOLOF	KUK-14	BOKI SADA
			DAROU MINAME
			SARE WOKA
			TOUBA NGABITOL
7 AEMV-I	NDAGA BABACAR	MND-4	KOUTHIAKOTO DASSARA
			KOUTHIAKOTO S.NDIAYE
			MEDINA DIAKHA OULI
			MEDINA TOMBONG
			NDEMOU GAYO
			NDEMOU GORTHIOUBE
			NDEMOU MAMADOU
			SARE BAMOL
			SINTHIOU TINKOLY
		MND-5	SAMBA KOREDIA OUOLOF
			SAMBA KOREDIA PEULH
			SARE THILAL
			SINTHIOU COLI BANA
			S.IBRAHIMA UMBOUYA

Tableau3-8-3 Les villages cibles : Département de Bakel, Région de Tambacounda

System	CR	Group No.	Village Name
1 AEMV-T	GABOU	BGA-7	DIABAL
			ALAHINA MAURE
			BORDE DIAWARA
			GOUNIA
			MISSIRA SAMBA YIDE
			ALAHINA BAMBARA
			BEMA
			MORIBOUGOU
		BGA-6	SINTHIOU SEYDOU DORO
			SAMBA GOURO
			SINTHIOU THINGOLEL
			GOUREL DIALLOUBE
			KAEL SEOUDOU

System	CR	Group No.	Village Name
2 AEMV-T	SINTHUOU FISSA	KSI-10	YOUPE HAMADI
			YOUPE PATHE
			DIAMVELI PATE
			SAKHO COUNDA
		KSI-9	SEOUDJI
			BANI PELLI
		KSI-14	SINTHIOU FISSA
			KOUNDEL
	BELLE	KBE-3	GOUREL MAMADOU BARA
			BOUBOUYA
			GOUREL MAMADOU CIRE
			GOUREL SORY LAMINE
			BELLE
			GOUREL ABD. DIAW
3 AEMV-I	GOUDERY	GGO-5	MBAILADJI
			SINTHIOU BOUBOU
			SINTHIOU IDY
			SINTHIOU MAMADOU BOUBOU
			VELINGARA
			WOURO KABA
		GGO-4	SINTHIOU BODEL
			SINTHIOU DEMBA
			SINTHIOU OUMAR LILE
			VOYNDOUCOLI
4 AEMV-ST	BALOU	BBL-8	KOUNGANY
5 AEMV	SADATOU	KSB-10	SADATOU

Tableau3-8-4 Les villages cibles :Région de Kédougou

System	CR	Group No.	Village Name
1 AEMV	TOMBORONKOTO	BTO-6	DARSALAM
			MAKO
			MAROUGOUKOTO
			NEGUE BAKHO
			NIEMENIKE
			SEGUEKHO PEULH
			TOUBA DIAKHA
2 AEMV	BANDAFASSI	BAB-17	LAMINIYA
			SAMECOUTA
			SYLLACOUNDA DIAKHA
3 AEMV-I	DIMBOLI	FDI-5	KAFORI
			LINDIANE
			MALEM
			MALINDA
		FDI-6	GALINDING
			MANIAFE
4 AEMV	KHOSSANTO	SKH-2	DINDIFA
			MAMAKHONO

Tableau3-8-5 Les villages cibles :Région de Matam

System	CR	Group No.	Village Name
1 AEMV-T	BOKILADJI	OBO-11	VALIDIALA MAM.SAMBA
			GAOUDE WAMBABE
			GOUREL GUEDA
			THIAVALOL
			BONDJI NDIOBO
			BONDJI VALLY
			GAOUDE BOFFE
			OURO MBOULEL
		OBO-10	TATA BATHILY
			ALANA
	MOUDERY	OBO-12	Bondji
	AOURE	AOR-5 (6)	THIENGOLEL WAMBABE
			THIENGOLEL D. DJIBY
		AOR-6	SENOYEL DEMBA SALY
			NIANGANA THIEDEL

System	CR	Group No.	Village Name
2 AEMV-T	BOKODIAVE	OGB-4	MBOLOYEL
			DOUMGMA RINDIAW
			BOKIDIAWE TOUCOULEUR
3 AEMV-I	OUALAYE	VOU-18	DAR SALAM
			SAMBA DOGUEL
			GASSE DORO
			GASSE SAFALBE
			VENDOU NGARY
		VOU-17	VENDOU BOUBOU
			BOULA TALU
			VENDOU AMADOU
		VOU-16	VENDOU ALY
			NGHALA NDAO
			FOURDOU MBAILA
4 AEMV-I	BOKILADJI	OBO-7	GANGUEL MAKA
			BABANGOL
		OBO-6	APPE SAKOBE
			APPE DIALOMBE
			APPE DIAOUBE
			APPE RANGHABE
		OBO-8 (7)	GUANGUEL MAM. DEMBA
		OBO-9	KAVAL
5 AEMV	VELINGARA	VVE-1	BODEDJI
			BOUNDOU MBABA BARKEDJI
			BOUNDOU MBABA MBOURLOUGNE
			BOUNDOU MBABA SANTHIE
			DAROU RAHMANE MBOUNDOU MBABA
			NDIANOYE

(3) Présentation des résultats

1） Douche

Même avec des puits comme sources d'eau, les habitants prennent des douches en moyenne deux fois par jour.

Tableau 3-8-6 Fréquence des douches des membres de la famille (en % des ménages)

Régions	Départements	Une fois par jour	Deux fois par jour	Deux fois par trois jours
Tambacounda	Tambacounda-Koumpentoum	24	84	00
	Bakel-Goudiry	11	88	01
Kédougou	Kédougou-Saraya	33	67	00
Matam	Matam-Kanel-Ranerou	27	72	01

2） Nombre d'épisodes de diarrhée

Les réponses ont montré que des épisodes de diarrhée ont lieu une fois par mois pour l'ensemble des régions. Aux alentours de Shinthou Fissa, de Sadatou et de Mamakhono, en particulier, les réponses indiquent des cas deux fois par mois, et un approvisionnement en eau potable ou mette en place des ouvrages de l'assanissement de toute urgence est souhaitable dans ces régions.

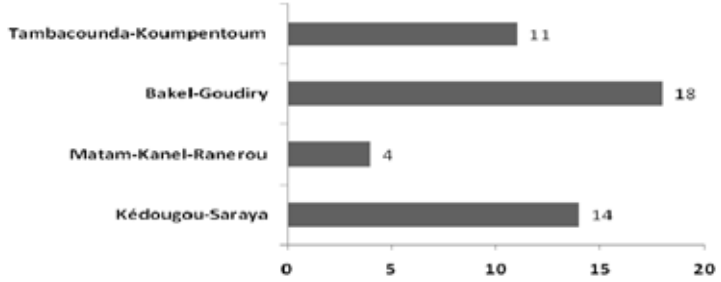


Figure 3-8-1 Incidence des maladies diarrhéiques (fréquence par an)

3） Conscience des problèmes relatifs à l'hygiène et l'assainissement

La conscience des habitants par rapport aux problèmes de l'hygiène est généralement élevée et la moitié d'entre eux considère que les toilettes, l'évacuation des ordures et les eaux usées sont à l'origine de la dégradation des conditions d'hygiène.

Tableau 3-8-7 Problèmes d'hygiène et de gestion du cadre de vie (en%)

Régions	Départements	Pas de toilettes	Evacuation des ordures	Evacuation des eaux usées	Excrétas d'animaux	Autres
Tambacounda	Tambacounda-Koumpentoum	24	60	61	35	08
	Bakel-Goudiry	-	-	-	-	-
Kédougou	Kédougou-Saraya	43	43	47,5	09	28
Matam	Matam-Kanel-Ranerou	53	62	70	30	27

4） Pourcentage de toilettes dans les ménages

Le pourcentage de toilettes traditionnelles s'élève jusqu'à 70% mais il s'agit dans la plupart des cas de simples trous traditionnels et non pas de toilettes de type TCM/VIP ou ECOSAN, recommandées par la Direction de l'assainissement. "Les coûts de construction élevés" constituent une des principales raisons pour l'absence de toilettes dans les ménages. Parmi les autres raisons évoquées : "pas de place pour les toilettes", "raisons d'ordre traditionnel" ou parce que les personnes ne "connaissent ni les maçons ni la façon de construire les toilettes". Toutefois, il sera possible d'apporter des améliorations dans ces cas par le biais des activités de sensibilisation. Par ailleurs, pour ce qui est des toilettes publiques, la quasi-totalité des habitants concernés les ont considérées comme nécessaires, qu'ils disposent ou non de toilettes dans les ménages.

Tableau 3-8-8 Types de toilettes dans les ménages (en%)

Régions	Départements	% de ménages disposant de toilettes	trou simple traditionnel	fossé simple avec plateforme	VIP	Toilettes avec vidange	ECOSAN
Tambacounda	Tambacounda-Koumpentoum	85	43	44	08	00	00
	Bakel-Goudiry	98	66	28	00	06	00
Kédougou	Kédougou-Saraya	53	44	03	00	00	00
Matam	Matam-Kanel-Ranerou	42	21	00	00	00	00
Moyenne		70	43	24	02	1,5	00

5） Problème des ordures ménages

Dans les villages concernés, les ordures ne sont pas évacuées à la manière de collectif, mais plus de la moitié d'entre eux considèrent l'évacuation des ordures comme un problème. Les mesures en matière d'ordures sont citées en deuxième position pour les installations d'assainissement nécessaires en tant qu'établissements scolaires et sanitaires, indiquant que le problème des ordures est considéré non pas à l'échelle unitaire des ménages mais bien comme une question concernant le communauté dans son ensemble.

Tableau 3-8-9 Perception de la gestion du cadre de vie (ordures et eaux usées)

Régions	Départements	Indisposés par les ordures près des maisons (en%)	Indisposés par les eaux usées déversées près des maisons (en%)
Tambacounda	Tambacounda-Koumpentoum	51	98
	Bakel-Goudiry	33	98
Kédougou	Kédougou-Saraya	55	100
Matam	Matam-Kanel-Ranerou	65	79

6） Ordre de priorité des ouvrages d'assainissement

Les demandes concernant les toilettes sont en majorité écrasante dans tous les sites. Si l'ordre de

priorité est différent selon les sites pour ce qui est des autres rubriques, les demandes concernant les douches et les installations d'évacuation des eaux usées sont relativement importantes.

Tableau 3-8-10 Priorisation des ouvrages d'assainissement dans les lieux publics

Régions	Départements	Toilettes	laver à la main	Douche	Système d'évacuation eaux usées	Traitement des ordures
Tambacounda	Bakel-Goudiry	1	4	3	2	5
	Tambacounda-Koumpentoum	1	3	2	4	5
Kédougou	Kédougou-Saraya	1	4	5	3	2
Matam	Matam-Kanel-Ranerou	1	5	2	3	4

7） Toilettes dans les lieux publics

La totalité des ménages des villages concernés souhaitent que des toilettes soient mises en place dans les lieux publics. L'insuffisance ou l'absence de toilettes dans les lieux publics, tels que les gares routières et les marchés, est par conséquent considérée dans la réalité comme un problème par les habitants également.

8） Eaux usées

Les eaux usées sont évacuées en dehors des consessions d'habitation dans la plupart des villages concernés, ce qui indique que les habitants n'apprécient pas l'évacuation de ces eaux à l'intérieur du concession. En d'autres termes, on peut considérer que les habitants ont conscience du fait que les eaux usées elles-même ne pas hygiéniques. L'évacuation en dehors des consessions ne pose pas de problème considérable lorsque la population n'est pas très importante, mais il faut tenir compte du fait qu'elle constitue un problème qui ne peut pas être ignoré lorsque la population est dense.

***

CHAPITRE 4 ETUDE SOCIO-ECONOMIQUE

4.1 Aperçu de l'Etude Socio-économique

4.1.1 Objectif de l'étude

L'étude socio-économique a pour objectif de contribuer à l'élaboration du Plan Directeur sur l'Hydraulique Rurale dans les Régions de Tambacounda et Matam à travers la collecte et l'analyse des informations et données socio-économiques dans les régions concernées. Ainsi, il est souhaitable que les informations obtenues par ladite étude soient partagées et utilisées par le Gouvernement du Sénégal et les autres partenaires techniques et financiers et l'étude contribuera à la mise en œuvre efficace du PEPAM.

4.1.2 Méthodologies et déroulement de l'étude

Pour la mise en œuvre de l'étude socio-économique, SEMIS, un bureau d'étude sénégalais, a été sélectionné après l'appel d'offres. Les travaux d'étude sur le terrain ont été menés par les équipes de l'étude du SEMIS pendant un (1) mois (de la mi-octobre à la mi-novembre 2008).

L'étude socio-économique est constituée de trois (3) niveaux cités ci-dessous. Les principaux points de l'étude sont cités au Tableau 4-1-1.

- Les enquêtes menées auprès de la Communauté Rurale dans les Régions de Tambacounda et Matam, la collecte des informations et données statistiques au niveau de la Communauté Rurale;
- Les enquêtes menées auprès du chef de village ou des représentants de village (un village pour chaque Communauté Rurale) ;
- Les enquêtes menées auprès des ménages dans les villages cités ci-dessus (10 ménages par village).

L'étude complémentaire a été menée par l'équipe d'étude de la JICA et l'homologue au sein de la Division Régionale de l'Hydraulique au niveau de certaines Communautés Rurales des régions de Tambacounda, Kédougou et Matam. Cette étude complémentaire vise à collecter les informations qualitatives qui sont difficiles à saisir avec les questionnaires telles que la caractéristique sociale et culturelle dans la zone concernée, la relation entre différents ethnies, le besoin réel et la contrainte des populations sur l'approvisionnement en eau et l'hygiène. Cette étude a été menée par interview avec les acteurs concernés comme les Présidents de Communauté Rurale (PCR), les Assistants Communautaires (ASCOM), les personnels de Communauté Rurale etc. 2 ou 3 Communautés Rurales par Département font l'objet de l'étude complémentaire. Elles ont été sélectionnées sur la base des résultats préliminaires de l'étude sur le terrain et de discussion avec les homologues sénégalais en tenant compte de la représentativité des caractéristiques départementales.

Aussi, une série de discussion en groupe avec le chef du village, notables du village, représentants de l'organisation villageoise (GPF, GIE, Groupement des jeunes etc.) a été organisée au niveau de certains villages sélectionnés. Cette discussion a permis de mieux comprendre la situation actuelle du village, les besoins et les problèmes de populations sur l'eau et l'hygiène. Un (1) village parmi les villages concernés par l'étude socio-économique a été sélectionné au niveau de chaque département.

Les informations obtenues par les enquêtes sur terrain ainsi que l'étude complémentaire sont dépouillées et analysées afin de faire sortir les recommandations pour l'élaboration du Plan Directeur de l'Hydraulique Rurale.

Interview au niveau de la CR
CR Agnam Civol
（Département de Matam, Région de Matam）

Discussion en groupe au niveau du village
Village de Niery (CR Bani Israël, Département de Bakel, Région de Tambacounda)

Tableau 4-1-1 Points principaux de l'étude socio-économique

	Communauté Rurale (CR)	Chef et Représentants du village,	Ménages
Cibles	49 CR dans les Régions de Tambacounda et Matam	Chefs et Représentants de 49 villages (1 village par CR)	10 ménages dans chaque village sélectionné (Total 490 enquêtes)
Principaux points à étudier	- Inventaire de l'infrastructure publique (Infrastructures scolaire et sanitaires, Marchés etc.) - Collecte des données statistiques au niveau de la CR - Nbr. de villages, Populations, Compositions des ethnies - Relation entre les populations, Existence de conflits - Dispositif et Budget de la CR, Contraintes - Appui aux partenaires financiers et techniques (Donateurs, ONG) - Principales activités économiques (Agriculture, Elevage, Commerce, Immigration etc.) - Revenu et dépense de ménages - Situation sur l'éducation et la santé au niveau de la CR - Organisations Villageoises - Transhumants (Période, Voie, Conflits etc.)	- Démographie, Nbr. De ménages, Composition ethnique - Organisations villageoises, Ressources humaines - Relation entre les habitants - Principales activités économiques du village - Immigration - Revenu et dépense au niveau des ménages - Production agricole (Produits, Superficie, Production) - Cheptel dans village - Ecoulement des produits - Maladies, Situation de la santé des habitants - Infrastructures scolaires du village, Nbr. Elèves scolarisés	- Composition de la famille - Scolarisation de la famille - Immigration (Nbr., Destination etc.) - Activités génératrices de revenus, Revenu de ménage, Dépenses - Superficie agricole, Produits - Nbr. Cheptel - Participation à l'organisation villageoise, Situation des activités - Accès à l'eau, Utilisation de l'eau (Quantité et usage) - Situation sur la gestion de l'infrastructure hydraulique - Maladies, Situation sur la santé de famille - Toilette, Situation sur l'hygiène et l'assainissement
Etude complémentaire au niveau CR	Dép. Tambacounda : Dép. Kédougou : Dép. Bakel : Dép. Matam Dép. Kanel Dép. Ranérou :	3CR (Missirah、Sinthiou Maleme, Niani、Koussanar) 4CR (Madina Baffe,Dakately, Salemata, Missira Sirinana) 3CR (Sadatou, Bani Israël, Belle) 3CR (Agnan Civol, Dabia, Ogo) 2CR (Aoure, Sinthiou Bamambe) 1CR (Oudalaye)	
Discussion en Groupe du village	Dép. Tambacounda : Dép. Kédougou : Dép. Bakel : Dép. Matam Dép. Tambacounda : Dép. Kédougou :	Village de Missirah Tabanding (CR Missirah) Village de Saroudia (CR Medina Baffe) Village de Niery (CR Bani Israël) Village de Labagou (CR Ogo) Village de Sahadatou (CR Aoure) Village de Tikkinguel (CR Oudalaye)	

4.2 Résultats de l'étude socio-économique

4.2.1 Résultats de l'étude au niveau de Communes / Communautés Rurales

(1) Nombre de villages, Situation démographique, Infrastructures
Tableau 4-2-1 cite le nombre de villages et de populations, les résultats d'inventaire sur les infrastructures publiques comprenant les ouvrages hydrauliques sur la base des enquêtes auprès de chaque Commune et Communauté Rurale et des données statistiques.

L'état d'aménagement des infrastructures dans chaque département a été compilé comme suit.
<u>Département de Ranérou:</u>
Ce vaste département de l'intérieur (la CR d'Oudalaye a pratiquement la même surface que la région de Thiès) a comme particularités la dégradation des conditions de circulation et le grand nombre de petits villages. Pour ces raisons, l'accès aux écoles et établissements médicaux est difficile dans

beaucoup de villages. En dehors d'une partie des villages centraux à population importante, les sources d'approvisionnement en eau sont des puits traditionnels ou des mares, et l'accès à l'eau potable est très faible (seulement 15 villages ont des ouvrages hydrauliques avec forage). Il n'y a pratiquement pas d'ouvrages d'assainissement tels que latrines.

Département de Kanel :

Des écoles primaires existent pratiquement dans tous les villages administratifs. Des établissements médicaux sont aménagés dans les villages centraux à population importante. Quant aux ouvrages d'approvisionnement en eau, des AEMV/AEV sont construites dans les grands villages, centrés au bord des routes principales relativement accessibles, et des PMH (forages équipés d'une pompe à motricité humaine) dans les petits villages. Par ailleurs, les puits en béton et les puits traditionnels constituent les éléments principaux dans les villages de l'intérieur : beaucoup de villages n'ont pas d'ouvrage hydraulique à forage. Ces puits ont souvent une profondeur supérieure à 80 m, et le niveau d'eau baisse considérablement pendant la saison sèche. Il n'y a pratiquement pas d'ouvrages d'assainissement tels que latrines.

Département de Matam :

Des écoles primaires existent pratiquement dans tous les villages administratifs, et des établissements médicaux sont aussi aménagés dans les villages centraux. Des AEMV/AEV sont construites principalement dans les villages au bord des routes principales, et les branchements particuliers sont nombreux. Par ailleurs, des puits en béton sont utilisés dans de nombreux villages de l'intérieur, et beaucoup de villages n'ont pas de forage. Ces puits ont souvent une profondeur supérieure à 80 m, et le niveau d'eau baisse considérablement pendant la saison sèche. Il n'y a pas pratiquement pas d'ouvrages d'assainissement tels que latrines, sauf dans les villes de Matam et d'Ourossogui.

Département de Tambacounda :

Des écoles primaires existent pratiquement dans tous les villages administratifs, et des établissements médicaux sont aussi aménagés dans les villages centraux. Des AEMV/AEV sont construites principalement dans les villages centraux à population importante, et des branchements particuliers sont aussi aménagés. Mais les villages éloignés des routes principales sont pratiquement tous sans ouvrages d'approvisionnement en eau. Les latrines sont souvent construites dans les villages/chefs-lieux de communes.

Département de Kédougou :

Comme beaucoup de villages se trouvent entre les montagnes, les PMH (forages équipés d'une pompe à motricité humaine) sont les principaux ouvrages aménagés. Dans beaucoup de CR, des forages sont construits dans pratiquement tous les villages administratifs; mais la situation varie considérablement selon les CR, et dans les CR de Khossanto et Bandafassi, il y a peu de villages où des forages sont construits. Des écoles primaires existent dans pratiquement tous les villages administratifs, et des établissements médicaux sont aménagés dans les villages servant de base. Mais la CR Bandafassi a comme particularité de n'avoir ni écoles ni établissements médicaux (pour 61 villages, seulement 14 écoles primaires et 2 établissements médicaux). Dans les CR Salemata et Tomboronkoto etc., il y a des villages où sont installées des latrines de type VIP.

Département de Bakel :

Les écoles primaires et établissements médicaux sont relativement bien aménagés, centrés sur les CR proches des routes principales. Des ouvrages hydrauliques à forage sont construits dans les grands villages au bord des routes principales ou à population importante, et il y a aussi beaucoup de villages ou des bornes fontaines (BF) et des branchements particuliers sont aménagés à partir d'une AEMV/AEV. Par ailleurs, beaucoup de villages sont sans forages dans les CR de Koular, Dougue et Kothiari où les villages difficiles d'accès sont nombreux.

Tableau 4-2-1 Nombre des villages et populations, les infrastructures de base et les ouvrages hydrauliques au niveau de la Commune et Communauté Rurale

Département de Bakel (Région de Tambacounda)

			Infrastructure									Edicule			Points d'eau								Gestion de l'eau	
CR	Nbr Village	POP. Enquête	Poste de santé	Case de santé	Ecole élémentaire	Collège	Marché hebdom;	Marché permanent	Gare routière	Maison communautaire	Maison jeune-centres apprentissage	Lat tradition.	VIP	TCM	Forage motorisé	Forage PMH	Puits avec PMH	P.M sans PMH	Borne fontaine	Branchement privé	Branchement commun.	Abreuvoir	Comité gestion	ASUFOR
GOUDIRY	85	14,812	2	3	31	1	-	1	1	1	1	-	-	1	1	-	2	-	16	248	2	2	-	1
BANI ISRAEL	50	19,491	5	3	28	-	-	-	-	2	-	15	4	14	6	4	2	20	16	-	1	25	3	1
DOUGUE	60	17,320	2	4	21	-	-	-	-	1	1	9	-	4	6	2	2	31	5	37	2	117	3	1
KOTHIARI	56	16,677	3	4	24	3	2	1	2	1	1	3	12	9	8	2	-	22	28	61	36	56	4	2
BALLOU	12	23,058	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3	7	-	5	3	-	1	2	2	1
MOUDERY	17	21,402	7	1	9	1	1	2	2	1	1	-	-	-	5	1	-	-	5	1	2	1	2	1
BELLE	36	12,092	3	2	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	22	-	1	-	-	1	-
MEDINA FOULBE	14	1,773	1	1	8	-	-	-	-	1	-	2	2	6	-	6	-	-	-	-	-	-	5	-
BAKEL	6		1	-	2	-	-	2	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	6	6	5	-	-	-
DIAWARA	7	9,610	1	-	4	1	-	3	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	7	-	-	-	1	-
GATHIARY	11	2,947	-	1	7	-	-	-	-	-	-	-	-	8	1	8	1	-	-	-	-	-	9	-
KOULAR	82	18,000	1	5	19	-	-	-	-	2	1	4	-	7	7	1	1	25	10	21	3	67	7	1
GABOU	43	14,006	2	5	27	-	-	-	-	1	-	-	-	-	3	20	-	4	3	-	-	3	3	-
SINTHOU FISSA	27	6,123	1	-	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	-	-	-	-	-	-
SADATOU	39	12,000	3	3	17	-	-	-	-	2	-	12	-	4	3	21	-	1	4	1	-	18	3	-
15			32	34	233	6	3	9	6	14	6	45	18	53	44	72	8	145	103	376	52	291	43	8

Département de Kédougou (Région de Tambacounda)

			Infrastructure									Edicule			Points d'eau								Gestion de l'eau	
CR	Nbr Village	POP. Enquête	Poste de santé	Case de santé	Ecole élémentaire	Collège	Marché hebdo	Marché permanent	Gare routière	Maison communautaire	Maison jeune-centre apprentissage	Lat tradition.	VIP	TCM	Forage motorisé	Forage PMH	Puits avec PMH	P.M sans PMH	Borne fontaine	Branchement privé	Branchement commun.	Abreuvoir	Comité gestion	ASUFOR
BANDAFASSI	62	20,370	1	1	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5	27	-	9	-	-	-	-	-	-
TOMBORONKOTO	27	8,000	1	14	16	1	1	-	-	1	-	-	10	10	-	21	-	12	-	-	-	10	17	-
KEDOUGOU			1	1	8	1	-	3	1	1	-	-	-	-	1	-	-	-	38	-	-	2	-	-
DIMBOLI	23	6,000	-	3	14	-	1	-	-	1	-	3	-	16	1	16	-	3	1	-	-	6	5	-
FONGOLEMBI	17	5,526	1	5	8	1	2	-	-	1	1	10	-	11	3	10	-	3	12	1	4	8	1	-
MEDINA BAFFE	16	5,994	4	1	14	-	-	1	-	1	-	6	-	4	-	14	-	1	-	-	-	10	10	-
DAKATELY	19	7,000	1	2	15	-	-	-	-	1	-	2	-	9	-	16	-	8	-	-	-	15	12	-
SALEMATA	42	11,922	2	6	27	1	3	-	-	1	1	8	33	6	1	29	1	37	2	-	8	10	19	1
KHOSSANTO	24	10,500	1	7	20	2	1	-	-	-	1	-	8	-	2	-	25	-	2	-	-	9	16	-
MISSIRAH	20	8,278	2	6	18	1	-	-	-	2	-	5	1	5	2	15	1	7	4	-	-	7	13	-
SARAYA	29	11,191	2	5	23	1	-	-	1	1	-	20	5	12	3	22	-	9	6	1	8	7	9	1
11			16	51	177	8	8	4	2	10	3	54	57	73	18	170	27	89	65	2	20	84	102	2

Département de Tambacounda (Région de Tambacounda)

			Infrastructure									Edicule			Points d'eau								Gestion de l'eau	
CR	Nbr Village	POP. Enquête	Poste de santé	Case de santé	Ecole élémentaire	Collège	Marché hebdom;	Marché permanent	Gare routière	Maison communautaire	Maison jeune-centre apprentissage	Lat tradition.	VIP	TCM	Forage motorisé	Forage PMH	Puits avec PMH	P.M sans PMH	Borne fontaine	Branchement privé	Branchement commun.	Abreuvoir	Comité gestion	ASUFOR
BAMBA NDIAYE	38	23,241	3	6	23	2	1	-	-	-	1	-	-	-	14	-	-	-	5	4	2	11	10	5
KOUMPENTOUM	28	15,270	2	5	13	1	-	1	1	1	2	-	2	-	5	-	-	23	21	-	8	5	4	-
KOUTHIABA OUOLOF	86	31,087	2	2	33	1	2	1	-	1	1	-	-	-	3	-	-	-	17	39	5	4	3	1
MALEME NIANI	10		-	2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
KOUSSANAR	91	24,555	3	3	28	1	2	1	-	1	4	1	-	65	5	5	11	24	31	200	12	33	9	1
SINTHIOU MALEME	7	758	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
KAHENE	74	28,980	2	2	14	1	1	-	-	1	-	-	-	-	7	-	-	-	9	2	-	5	5	-
NDOGA BABACAR	83	16,813	1	7	24	1	3	-	-	1	1	4	2	14	2	-	2	58	-	-	-	140	2	1
DIALAKOTO	48	14,188	2	5	18	2	1	1	-	1	3	10	8	14	1	-	6	13	-	3	2	10	1	3
MISSIRAH	75	31,665	3	5	36	2	3	6	-	1	4	30	-	38	23	-	16	4	-	-	8	23	6	-
NETEBOULOU	65	14,448																						
MAKA	129	31,382	3	9	37	2	-	1	-	1	1	-	-	-	8	-	1	19	45	119	-	12	6	1
TAMBACOUNDA																								
12		232,387	21	46	230	13	13	11	1	8	17	45	13	131	68	5	36	141	128	367	37	243	46	12

Département de Kanel (Région de Matam)

			Infrastructure									Edicule			Points d'eau								Gestion de l'eau	
CR	Nbr Village	POP. Enquête	Poste de santé	Case de santé	Ecole élémentaire	Collège	Marché hebdom;	Marché permanent	Gare routière	Maison communautaire	Maison jeune-centres apprentissage	Lat tradition.	VIP	TCM	Forage motorisé	Forage PMH	Puits avec PMH	P.M sans PMH	Borne fontaine	Branchement privé	Branchement commun.	Abreuvoir	Comité gestion	ASUFOR
WOURO SIDY	45	35,410	7	7	24	4	1	12	-	1	-	-	-	-	7	-	-	21	14	9	9	3	5	-
SINTHIOU BABAMBE	25	47,000	7	3	15	4	3	7	-	1	-	-	-	-	6	1	2	18	8	5	4	6	2	5
BOKILADJI	40	33,000	6	4	18	2	-	12	3	1	-	-	-	1	4	19	-	6	6	1	4	6	6	-
ORKADIERE	26	32,808	6	2	13	1	1	6	8	1	-	-	1	1	1	-	1	5	3	3	3	3	1	1
AOURE	35	17,851	3	3	16	-	-	1	-	1	-	-	-	-	4	-	-	7	6	6	5	4	5	-
WAOUNDE	4		1	-	1	1	-	1	1	1	-	-	-	1	1	-	-	4	4	4	4	1	1	-
SEMME	5		1	-	1	1	1	1	1	1	-	-	-	1	1	-	-	2	5	5	1	1	1	-
KANEL	4		1	-	2	-	1	1	1	1	-	-	-	-	1	1	-	-	4	4	4	1	-	1
	184		32	19	90	13	7	41	14	8	-	-	1	4	25	21	3	63	50	37	34	25	21	7

Département de Matam (Région de Matam)

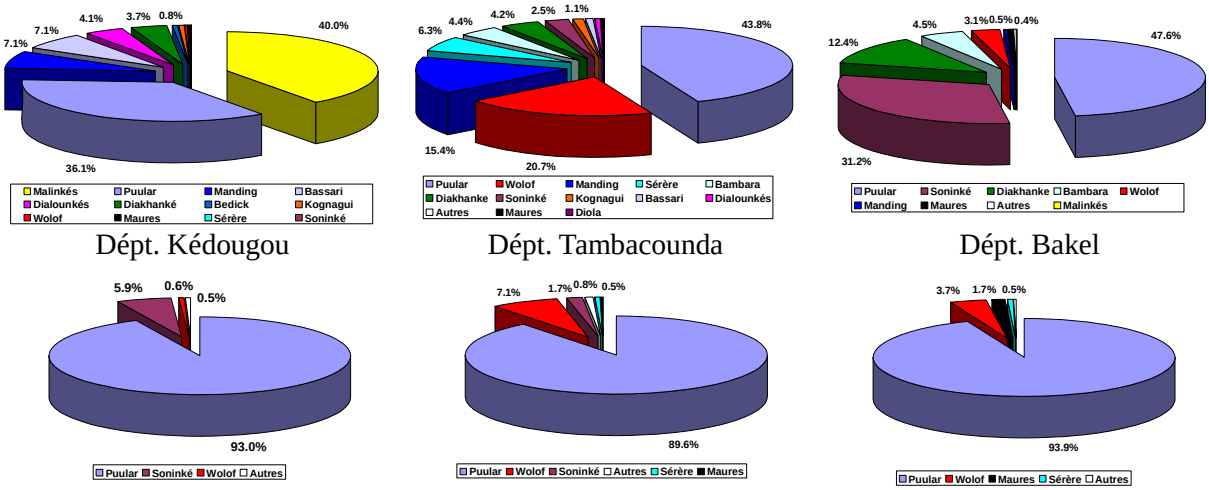
			Infrastructure									Edicule			Points d'eau								Gestion de l'eau	
CR	Nbr Village	POP. Enquête	Poste de santé	Case de santé	Ecole élémentaire	Collège	Marché hebdom;	Marché permanent	Gare routière	Maison communautaire	Maison jeune-centres apprentissage	Lat tradition.	VIP	TCM	Forage motorisé	Forage PMH	Puits avec PMH	P.M sans PMH	Borne fontaine	Branchement privé	Branchement commun.	Abreuvoir	Comité gestion	ASUFOR
BOKIDIAWE	38	51,010	7	4	31	4	3	13	-	1	-	-	-	-	10	-	1	2	15	13	14	3	6	4
NABADJI CIVOL	11	20,060	2	-	9	3	-	6	1	-	-	-	-	-	3	-	2	-	7	7	6	4	3	-
OGO	8	37,393	-	3	6	-	-	2	-	-	-	-	-	-	2	-	-	1	7	7	6	3	2	-
AGNAM CIVOL	18	14,607	4	2	11	2	2	2	1	1	-	-	-	-	6	-	-	1	12	12	9	7	7	-
OREFONDE	14	17,664	3	2	9	1	1	4	3	1	-	-	-	-	6	-	-	12	13	8	5	4	5	1
OUROSSOGUI	10	9,944	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	1	1	1	-	-	1
DABIA	19	15,361	3	1	11	2	-	11	1	1	-	-	-	-	5	1	-	-	14	14	14	1	4	2
MATAM	6	20,147	2	1	6	1	-	2	1	1	1	-	1	-	3	-	-	1	6	6	6	-	2	-
THILOGNE	13		2	-	3	1	1	1	1	1	1	-	2	2	1	-	-	-	13	13	10	1	-	13
			24	13	87	14	7	41	8	6	2	-	4	3	36	1	3	17	88	81	71	23	29	21

Département de Ranérou (Région de Matam)

			Infrastructure									Edicule			Points d'eau								Gestion de l'eau	
CR	Nbr Village	POP. Enquête	Poste de santé	Case de santé	Ecole élémentaire	Collège	Marché hebdom;	Marché permanent	Gare routière	Maison communautaire	Maison jeune-centres apprentissage	Lat tradition.	VIP	TCM	Forage motorisé	Forage PMH	Puits avec PMH	P.M sans PMH	Borne fontaine	Branchement privé	Branchement commun.	Abreuvoir	Comité gestion	ASUFOR
VELINGARA	91	9,357	4	7	19	2	5	1	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	2	1	1	2	2	-
LOUGUE THIOLY	37	6,427	2	2	10	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	1	1	-
OUDALAYE	73	24,199	7	1	27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	2	-	3	7	4	5	7	8	1
RANEROU	1		-	-	1	1	1	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	1	1	1	1	-
			13	10	57	3	7	2	-	-	-	-	-	-	13	2	-	3	10	6	8	11	12	1

4.2.2 Composition ethnique

Figure 4-2-1 montre la composition ethnique par département. L'ethnie Poular domine au niveau de trois (3) départements dans la Région de Matam. Par contre au niveau de la Région de Tambacounda, l'ethnie Poular est également majoritaire mais aussi diverses ethnies telles que Manding, Bassari, Diakhanké et Dialanké cohabitent.



Dépt. Kédougou Dépt. Tambacounda Dépt. Bakel

Dépt. Kanel Dépt. Matam Dépt. Ranérou

Figure 4-2-1 Composition ethnique par département

La langue la plus utilisée dans la zone de l'étude est le Poular. Dans les grands villages ou les villages qui se situent sur la route principale, la langue Wolof est aussi utilisée, cependant dans la plupart des villages on utilise uniquement la langue Poular.

La dispute ou le conflit entre les populations locales n'existent pas beaucoup, la relation entre les différentes ethnies est relativement bonne. Cependant, il y a fréquemment des conflits entre les populations locales et les éleveurs en provenance de la Mauritanie ou du Mali, ainsi que d'autres zones du Sénégal comme Daara ou Matam à cause du défrichement massif des forêts, des feux de brousse, de la divagation des animaux dans les champs de culture et de l'abreuvement. Ces conflits sont parfois à l origine de graves incidents.

4.2.3 Budget et Dispositif de la CR et Commune

Le budget annuel de la Commune n'a pas beaucoup évolué durant les cinq dernières années, par contre le budget annuel de la Communauté Rurale s'accroit considérablement à partir de l'année 2006. Les Principales sources du budget sont le fonds de dotation, le fonds de concours, la taxe rurale, les recettes de l'état civil etc.

Une grande partie du budget de la CR et de la Commune est dominée par les dépenses ordinaires telles que les salaires du personnel, les frais d'éclairage, les frais de maintenance et d'entretien des infrastructures existantes. Cependant, lorsque les CR et Communes bénéficient de projet de développement tel que la construction des infrastructures (école, santé, ouvrage hydraulique etc.) financée par les partenaires, elles mobilisent suivant leurs budgets et financent une contrepartie pour la réalisation du projet.

Tableau 4-2-2 Budget annuel moyen de la CR et de la Commune（2004 - 2008,Million FCFA）

	Region	Departement	2004	2005	2006	2007	2008
Commune	Tambacounda	Bakel	134	124	142	135	74
		Kédougou	126	110	114	137	289
		Tambacounda	754	837	828	875	962
	Matam	Kanel	73	61	76	96	109
		Matam	303	290	266	277	206
		Ranérou		42	14	49	49
	Commune Moyenne		**238**	**217**	**213**	**231**	**217**

	Region	Departement	2004	2005	2006	2007	2008
CR	Tambacounda	Bakel	11	28	46	57	115
		Kédougou	23	35	72	51	66
		Tambacounda	43	105	166	163	161
	Matam	Kanel	137	131	303	187	166
		Matam	110	11	209	241	170
		Ranérou	71	98	535	397	190
	CR Moyenne		**56**	**78**	**166**	**144**	**139**

Les dispositifs de CR sont constitués des Présidents de la Communauté Rurale (PCR) et des Conseillers Ruraux élus par l'assemblée, les personnels titulaires comme l'Assistant Communautaire (ASCOM), les personnels chargés de l'état civil et la comptabilité. Certaines CR disposent de personnels chargés de la santé, de l'éducation et de l'environnement, mais elles disposent de peu de techniciens chargés de la maintenance et de l'entretien des ouvrages hydrauliques.

Certaines CR au niveau de la Région de Matam, comme la CR de Ogo, disposent de systèmes d'informations géographiques communautaires qui sont appuyés par le PRODAM.

4.2.4 Transhumance

La zone d'étude est une grande zone agro-pastorale, elle est caractérisée par la transhumance recherchant le pâturage et l'abreuvement du cheptel. La transhumance provenant de l'extérieur du pays comme la Mauritanie, le Mali et Guinée est nombreuse. La transhumance commence au début de la saison sèche (Octobre-Décembre) et se termine au début de la saison pluvieuse (Avril- Mai). Le conflit sur la transhumance est significatif et existe au niveau de 72 % des CR et Communes.

Particulièrement dans la Région de Tambacounda, les agriculteurs résidents sont majoritaires, le nombre de conflits est très important. Par contre dans la Région de Matam où l'élevage constitue la première activité économique, le nombre de conflits est relativement moins important par rapport à celui de la Région de Tambacounda (Tableau 4-2-3).

Tableau4-2-3 Conflits sur la transhumance

Région	Département	Conflits sur la transhumance (%)	
		Oui	Non
Tambacounda	Bakel	87,5	12,5
	Kédougou	90,9	9,1
	Tambacounda	91,7	8,3
Matam	Kanel	41,7	58,3
	Matam	40,0	60,0
	Ranérou	60,0	40,0

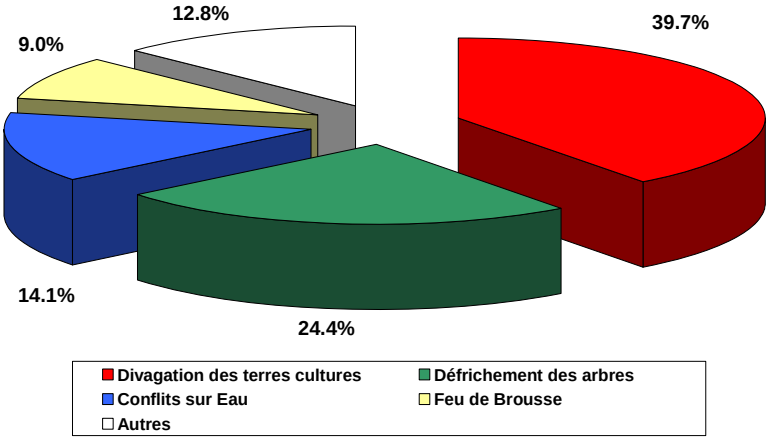


Figure 4-2-2 Détail de conflits sur la transhumance

Une des raisons de conflits sur la transhumance est le défrichement anarchique des arbres pour la collecte des fourrages surtout dans la Région de Tambacounda. La divagation des animaux dans les champs de culture est également source de conflit majeur sur la transhumance particulièrement au début de la saison sèche qui est une période de récolte des produits agricoles. Les conflits sur l'eau sont aussi importants, car le cheptel transhumant utilise le plus souvent les mares et les puits de villages autochtones que les sources d'eau. Par contre, pour la plupart des villages qui disposent d'abreuvoir au forage, il ne se pose pas de conflits graves parce que le système de la tarification sur l'eau par tête de bétail est appliqué.

4.2.5 Situation de la santé

Toutes les CR et Communes dans la zone d'étude disposent d'établissements sanitaires tels que le Centre de Santé, la Poste de Santé et la Case de Santé. La zone d'étude compte au total 290 établissements sanitaires. Cependant, la répartition des établissements sanitaires n'est pas égale. L'accès aux établissements sanitaires est très difficile pour de nombreux villages. En plus, beaucoup d'établissements sanitaires ne fonctionnent pas à cause de l absence de personnels, du manque de médicaments et d'équipements.

Tableau4-2-4 Etablissements sanitaires dans la zone d'étude

	Nbr. Etablissements	Nbr. Personnels par établissement			
		Médecins	Infirmiers	Sage femmes	Agents de Santé
Centre de Santé	74	1	3	2	7
Poste de Santé	106	0	2	2	7
Case de Santé	110	0	6	2	7

4.2.6 Intervention de Projets et ONG

Le nombre d'interventions des partenaires techniques et financiers est important au niveau de la zone d'étude et les zones d'intervention sont aussi diverses. Dans le domaine de l'hydraulique et de l'hygiène, PNDL, UNICEF, ADDEL, Eau Vive et GADEC etc. interviennent et réalisent la construction d'ouvrages d'approvisionnement en eau potable et de latrines.

Tableau 4-2-5 Principaux projets et ONG dans la zone d'étude

Nom	Domaines	Zone d'intervention
PNDL	Développement Local et Infrastructures (Education, Santé, Hydraulique, Hygiène/Assainissement)	Région de Tamba et Matam
PRODAM	Agriculture, Elevage, Education, Alphabétisation, Hydraulique etc.	Région de Matam
PAPIL	Agriculture (Irrigation)	Région de Tambacounda
ANCAR	Agriculture	Région de Tamba et Matam
WOULA NAFA	Environnement, Gestion des Ressources Naturelles	Région de Tambacounda
ADDEL	Développement Local (Hydraulique, Education, Santé, Appui aux femmes)	Région de Tambacounda
PROMER	Microprojets, Formations	Région de Tambacounda
UNICEF	Santé, Education, Hydraulique	Région de Tambacounda
ADOSS	Education, Santé, Hydraulique	Région de Matam
Eau Vive	Hydraulique, Hygiène/Assainissement	Région de Tambacounda
GADEC	Hydraulique	Région de Tambacounda
LA LUMIERE	Mines, Environnement, Micro-finance, Santé	Région de Tambacounda
TOSTAN	Alphabétisation, Sensibilisation sur les droits humains	Région de Tamba et Matam
ZANESE	Education, Hygiène/Assainissement Etc.	Région de Matam
World Vision	Développement local, Lutte contre la pauvreté	Région de Tambacounda

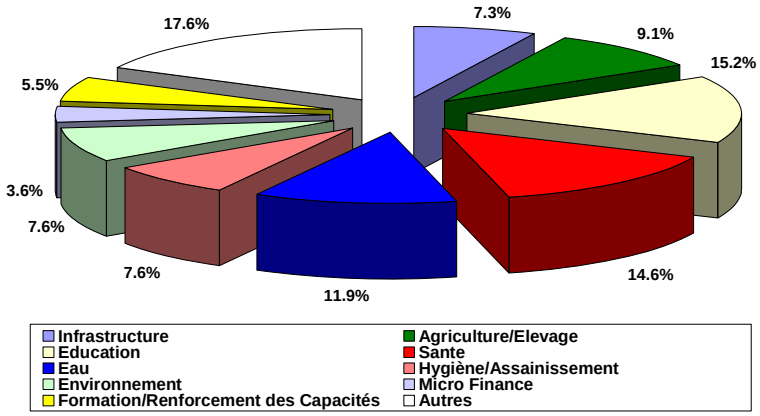


Figure 4-2-4 Domaine d'intervention des partenaires techniques et financiers dans la zone d'étude

4.2.7 Contraintes majeures de la CR et Commune

Tableau 4-2-6 montre les contraintes majeures au niveau de la CR et de la Commune. L'approvisionnement en eau potable est un premier défi prioritaire de développement pour la plupart de la CR et Commune. Et puis, l'enclavement et l'accessibilité, la santé et l'éducation sont cités comme les contraintes majeures.

Tableau 4-2-6 Contraintes majeures dans les CR et Communes (%)

Région	Ensemble	Région de Tambaounda			Région de Matam		
Département	Zone d'étude	Bakel	Kédougou	Tambacounda	Kanel	Matam	Ranérou
Eau Potable	23,8	22,0	16,7	25,6	22,6	34,8	33,3
Enclavement/Accessibilité	181	25,4	16,7	25,6	3,2	4,3	25,0
Sante	16,2	22,0	14,3	14,0	16,1	8,7	16,7
Education	10,5	10,2	14,3	11,6	12,9	0,0	8,3
Agriculture/Elevage	6,7	6,8	9,5	0,0	6,5	17,4	0,0
Electrification	6,7	5,1	7,1	11,6	9,7	0,0	0,0
Assainissement	3,3	1,7	2,4	4,7	6,5	4,3	0,0
Autres	14,8	6,8	19,0	7,0	22,6	30,4	16,7

4.3 Résultats de l'étude au niveau des villages

4.3.1 Scolarisation

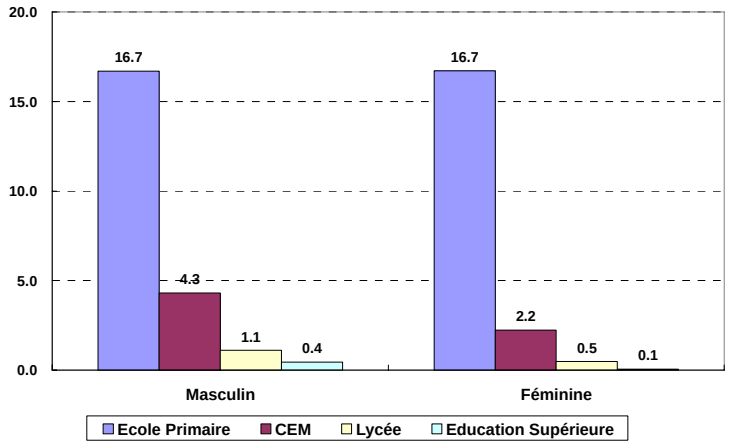


Figure 4-3-1 Taux de la scolarisation

Le Taux de scolarisation est très bas 16,7% pour les garçons et les filles au niveau de l'école élémentaire, 4,3% pour le garçon et 2,2% pour la fille au niveau secondaire (Figure 4-3-1). Les raisons de non scolarisation sont la préférence de l'option coranique (28,3%), l'inconscience des parents pour la scolarisation des enfants (23,9%) et le manque de moyen (19,6%). Aussi, le nombre des élèves limité pour l'entrée à l'école à cause de l'insuffisance des salles de classe ou l'inexistence de l'école à proximité du village sont les raisons de la non scolarisation des enfants (13%).

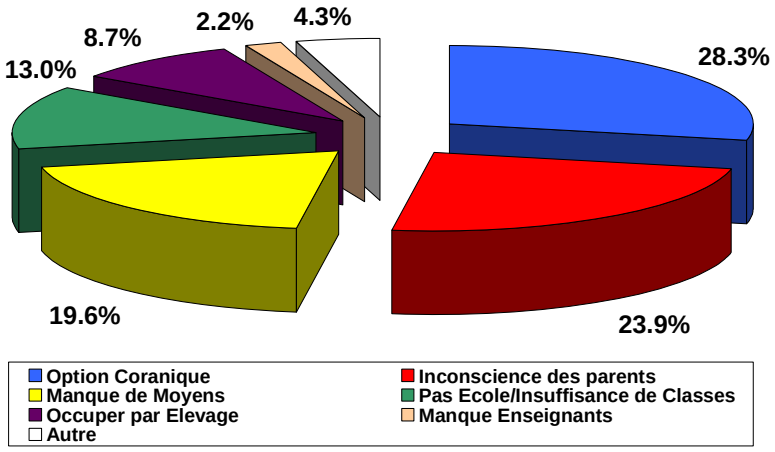


Figure 4-3-2 Raisons de non scolarisation

La corrélation entre l'accès à l'eau et le taux de scolarisation n'est pas reconnue. Toutefois, le taux de scolarisation primaire des garçons et des filles à tendance à être élevé dans les villages à ressources en eau stables, par exemple BF ou branchements particuliers, PMH etc., par rapport aux villages où l'accès à l'eau n'est pas sûr. Cela est estimé dû au fait que l'aménagement des ouvrages hydrauliques a réduit le travail de puisage de l'eau des enfants, et qu'ainsi le nombre d'enfants pouvant aller à l'école a augmenté.

Tableau 4-3-1 Taux de scolarisation et Accès à l'eau potable

Region	Departement	Ecole Primaire				Collège			
		Homme		Femme		Homme		Femme	
		Accessible	Inaccessible	Accessible	Inaccessible	Accessible	Inaccessible	Accessible	Inaccessible
Tambacounda	Bakel	19,3	18,5	13,1	15,2	8,4	3,2	3,9	1,9
	Kédougou	22,2	23,4	22,1	18,1	5,1	5,1	1,6	1,1
	Tambacounda	18,2	16,9	21,8	12,6	8,1	3,5	4,0	1,3
Matam	Kanel	15,7	8,3	14,9	13,5	3,8	0,7	1,7	0,4
	Matam	8,6	13,1	20,0	22,9	3,2	2,2	5,0	0,4
	Ranérou	17,1	19,8	21,3	15,3	11,4	3,0	8,0	0,8
Moyenne		16,2	17,3	16,5	15,3	5,9	3,2	3,5	1,3

4.3.2 Principaux produits agricoles

Tableau 4-3-2 montre la superficie des principaux produits agricoles dans la zone d'étude. Pour les cultures vivrières le mil, sorgho et maïs dominent. Pour les cultures commerciales, l'arachide est largement cultivée dans la région de Tambacounda, et les zones de Kédougou et Tambacounda sont réputées pour être une zone de la production cotonnière. En général, ces produits sont cultivés pendant la saison des pluies et une partie est cultivée pendant la crue ou avec l'eau des mares pendant la saison pluvieuse. Les femmes en particulier utilisent l eau du puits et fu forage pour la culture maraichère.

Tableau 4-3-2 Superficie des principaux produits agricoles au niveau de villages enquêtés

Produits	Saison	Source de l'eau	Région de Tambacounda			Région de Matam		
			Bakel	Kédougou	Tambacounda	Kanel	Matam	Ranérou
Mil	SP	EP	146,4	60,0	150,9	50,0	68,7	22,3
Maïs	SP	EP/EC/ EM	59,7	33,4	67,4	-	5,0	-
Sorgho	SP	EP/EC/ EM	94,8	14,9	150,5	45,0	125,7	12,5
Riz	SP	EP	20,7	5,2	8,5	7,0	7,0	-
Arachide	SP	EP	122,1	21,8	176,7	6,0	-	-
Niébé, Pois	SS	EP/EC/ EM	51,5	2,5	-	3,0	5,2	-
Coton	SP	EP	-	25,5	75,0	-	-	-
Légumes/Autres	SP	EP/EM/ PF	22,8	1,5	4,7	-	17,6	-
Légumes/Autres	SS	EM/EC/PF	14,9	0,5	7,7	-	4,5	-

N.B. SP : Saison Pluvieuse SS : Saison Sèche EP : Eau Pluviale EC : Eau de Crue EM : Eau de Mare PF : Puits et/ou Forage

Dans la zone d'étude, les céréales à usage domestique et les cultures commerciales sont les cultures dominantes; ce sont des cultures pluviales, qui sont pratiquées sur une partie des terres le long de rivières et aux environs de mares avec comme source d'eau l'eau de crue ou l'eau des mares. La dépendance des eaux pluviales en fait un système agricole instable dont la productivité dépend largement de la période et du volume des pluies de la saison des pluies. A l'exception du département de Ranérou, des cultures maraîchères et des cultures fruitières, comme la banane et la mangue, sont pratiquées dans beaucoup de villages en utilisant l'eau de forages ou de puits. Cette eau est utilisée dans beaucoup de cas, mais le volume d'eau nécessaire pour l'arrosage étant de 200 à 700 l/jour, les surfaces cultivées sont petites. Ce sont souvent des groupes de femmes qui les pratiquent comme activités génératrices de revenu.

Tableau 4-3-3 Volume et Source pour la culture desarbres fruitiers et des legumes (%)

Region	Departement	Source pour la culture desarbres fruitiers et des legumes					Volume
		Forage	PuitsModerne	Puits	Mares/Lac	Riviére/Fleuve	(L/Jour/Menage)
Tambacounda	Bakel	9,1	13,6	40,9	31,8	4,5	219,6
	Kédougou	11,1	4,4	48,9	13,3	22,2	226,7
	Tambacounda	4,5	56,1	28,8	0,0	10,6	717,5
Matam	Kanel	33,3	0,0	50,0	16,7	0,0	683,3
	Matam	41,7	0,0	30,6	2,8	25,0	205,3
	Ranérou	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Moyenne		15,4	24,0	36,6	8,6	15,4	342,1

4.3.3 Cheptel

Le nombre de cheptel par ménage et les sources d'eau pour le cheptel sont cités aux Tableaux 4-3-4 et 4-3-5 respectivement. En moyenne chaque ménage a 29 têtes de bovins, 37 têtes d'ovins et de caprins, 3 têtes d'équins et d'asins respectivement pour la culture ou le transport. Au niveau du département de Bakel et de la région de Matam, le nombre du cheptel est plus important, cela signifie l'importance de l'élevage comme source de revenus des populations dans ces zones.

Le nombre de cheptel par CR est fourni comme donnée de référence parce que le nombre de cheptel par ménage n'est pas saisi précisément dans certaines CR. Toutefois, dans les 3 départements de la région de Matam et dans le département de Nakel, comme pour le nombre de cheptel par ménage, il est reconnu que le nombre absolu de cheptel est élevé par rapport à d'autres zones. Autrement dit, les besoins d'obtention de ressources en eau stables pour le cheptel par ménage sont jugés importants dans ces zones.

Tableau 4-3-4 Nombre du cheptel par ménage et Nombre du cheptel dans les CR

Région	Département	Nombre du cheptel par ménage*1					Nombre du cheptel dans les CR*2	
		Bovins	Ovins /Caprins	Equins	Asins	Volaille	Bovins	Ovins /Caprins
Tambacounda	Bakel	54	32	3	4	21	121.292	242.623
	Kedougou	11	10	0	2	14	29.500	192.400
	Tambacounda	25	33	3	2	19	95.090	167.637
Matam	Kanel	30	43	2	2	14	120.874	130.685
	Matam	22	49	2	3	17	145.850	248.250
	Ranérou	17	79	2	7	20	107.735	228.500
Ensemble de la zone d'étude		29	37	3	3	18	620.341	1.210.095

*1 : Calculé à partir des résultats de l'étude des ménages

*2 : Résultat de l'enquête dans chaque CR. Les données sur une partie des CR manquant, les données sont indiquées à titre de référence.

Les sources d'eau pour le bétail sont souvent les mares, ensuite les puits. Ces sources d'eau existantes sont employées selon les circonstances. Par ailleurs, dans le département de Kédougou, les rivières servent souvent de lieu d'abreuvement du bétail.

Les mares. et ensuite les puits sont beaucoup plus utilisés comme sources d'eau pour le cheptel. Ces sources sont libres et gratuites. Par contre. l'utilisation du forage pour le bétail est payante. Le tarif est fixé par le Comité de Gestion ou ASUFOR et varie en général entre100-150 FCFA/tête/mois pour les bovins et 30-40 FCFA/tête/mois pour les ovins et les caprins (pour le bétail d'adhérents). Le tarif pour le bétail des non adhérents est plus élevé. Les éleveurs étrangers acceptent en général ce système de vente d'eau et payent pour leurs bétails.

Tableau 4-3-5 Volume et Sources de l'eau pour le cheptel (%)

Région	Département	Mare	Puits	Forage	Fleuve	Volume (l/Jour)
Tambacounda	Bakel	50,0	37,5	12,5	0,0	186,3
	Kédougou	46,7	13,3	20,0	20,0	125,3
	Tambacounda	38,5	53,8	0,0	7,7	253,8
Matam	Kanel	66,7	33,3	0,0	0,0	84,0
	Matam	38,5	38,5	15,4	7,7	70,5
	Ranérou	33,3	16,7	50,0	0,0	116,4
Ensemble de la zone d'étude		45,5	33,8	14,3	6,5	168,3

Le Tableau 4-3-5 montre que les habitants des départements de Tambacounda et de Bakel utilisent plus les puits et les forages comme sources d'eau pour le cheptel. Dans les départements de Bakel et de Matam où le nombre de cheptel par ménage est important, peu de puits sont utilisés comme source d'eau; cela est sans doute dû au fait que le nombre de puits utilisables comme source d'eau pour le cheptel est réduit dans la zone du Ferlo de l'intérieur des terres, et que le pompage manuel a des limites parce que le niveau d'eau des puits est bas. D'autre part, beaucoup de mares, qui sont la source d'eau principale, se tarissent pendant la saison sèche, et le déplacement du bétail dans la zone est nécessaire à la recherche de points d'abreuvement. Pour cette raison, le besoin d'assurer de manière stable non seulement l'eau de boisson, mais aussi l'eau pour le bétail est important pour les habitants des zones d'élevage extensif de l'intérieur des terres qui pratiquent principalement l'élevage.

4.3.4 Ecoulement et transport des produits

Les produits agricoles et les animaux sont vendus en général au marché hebdomadaire à proximité du village résidant. Certains produits agricoles comme l'arachide et le coton sont parfois vendus sur place par les intermédiaires des produits. La distance vers le marché le plus proche est environ 22km et les produits sont transportés par charrettes. bicyclettes et parfois à pieds.

Tableau 4-3-6 Ecoulement des produits

Distance vers le lieu d'écoulement le plus proche (km)	Moyens de transport (%)			
	Pieds	Véhicules	Charrettes	Bicyclettes
22,4	26,3	23,8	35,0	15,0

La plupart des villages se situe en milieu rural et les produits sont transportés en circulant sur une piste non aménagée. A cet effet. l'enclavement et l'accessibilité sont des contraintes sérieuses pour la vie des populations en milieu rural. Le manque de moyen de transport et le coût de transport élevé du à la hausse du prix de carburant sont les problèmes auxquels font faces le transport et l'écoulement des produits.

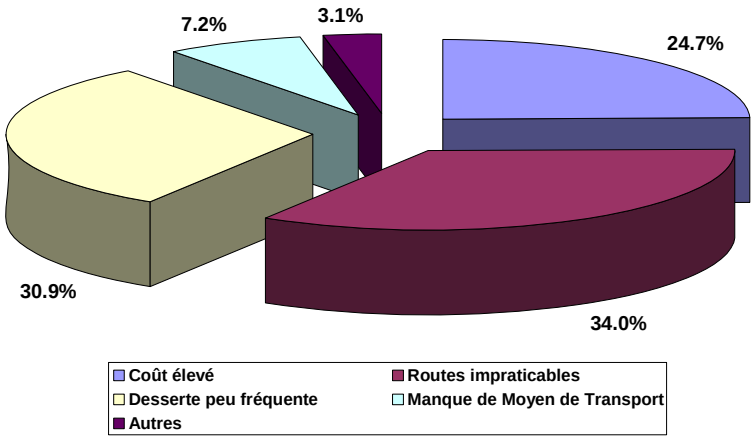


Figure 4-3-3 Problèmes sur l'écoulement et le transport des produits

4.3.5 Emigrations

Une des caractéristiques de cette zone d'étude est l'émigration à l'extérieur ou à l'intérieur du pays. environs 45% de ménages ont des membres familles qui émigrent. particulièrement au niveau des Départements de Matam. Kanel et Bakel. Par contre. au niveau du Département de Ranérou l'élevage est la principale source de revenus. l'émigration est très faible. seulement dans 10% des ménages selon les résultats de l'enquête.

Tableau 4-3-7 Situation d'émigration

Région	Département	Existence d'émigrés dans le ménage (%)	Non Existence d'émigrés dans le ménage (%)
Tambacounda	Bakel	57,0	43,0
	Kédougou	34,9	65,1
	Tambacounda	38,5	61,5
Matam	Kanel	60,0	40,0
	Matam	46,2	53,8
	Ranérou	10,0	90,0
Ensemble de la zone d'étude		44,6	55,4

Les principales destinations pour l'émigration sont les pays européens notamment la France et l'Espagne. a le nombre d'émigrés vers les pays africains comme le Gabon. Côte d'Ivoire et le Cameroun est aussi important.

La destination à l'intérieur du pays est environ 34,2%. les habitants partent à Dakar. Kaolack et Tambacounda pour trouver du travail.

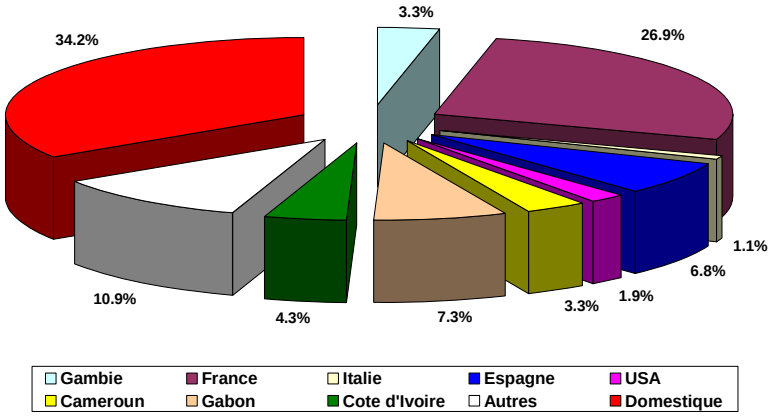


Figure 4-3-4 Destination d'émigration

4.3.6 Revenu et dépense des ménages

Le revenu annuel moyen par ménage et le détail des sources de revenus sont cités aux Figures 4-3-5 et 4-3-6 respectivement. Les ménages qui ont plus de 500.000FCFA de revenu annuel dominent (environ 60% au total). Par contre. les ménages qui ont moins de 100.000FCFA de revenu annuel sont négligeables (3,5%).

Les principales sources de revenus sont les cultures vivrières (36%). l'élevage (la vente de bétails. 25,7%). le commerce (12,8%) et les bénéfices générés par les cultures maraichères (9,4%).

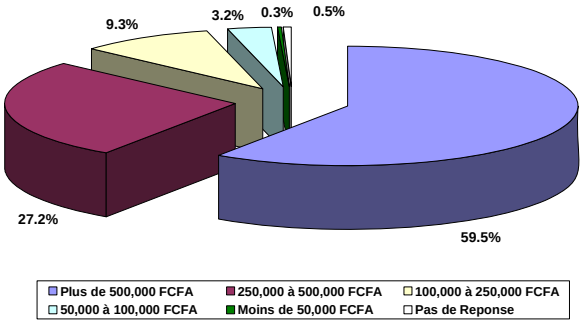


Figure 4-3-5 Revenu annuel moyen par ménage (FCFA/an)

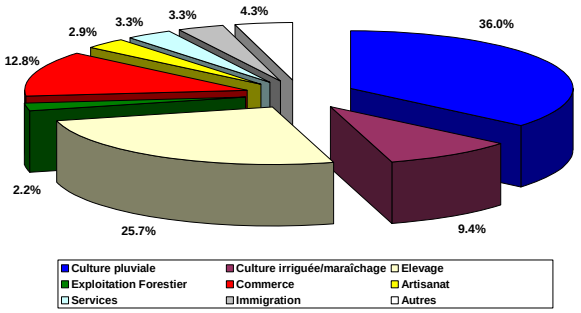


Figure 4-3-6 Détail des sources de revenu

Le tableau 4-3-8 montre la relation entre le revenu annuel et l'émigration. Parmi les ménages qui ont plus de 500.000FCFA du revenu annuel. environs 20% de ménages ont des membres de famille qui émigrent. D'ailleurs. le niveau du revenu annuel baisse selon le taux d'émigration au niveau des ménages. Il est supposé à cet effet que le niveau du revenu dépende beaucoup de l'émigration.

Tableau 4-3-8 Relation entre le revenu annuel par ménage et l'émigration

Revenu annuel moyen par ménage	Taux d'émigration dans ménage (%)	Destination d'émigration	
		Extérieur du pays	Domestique
Plus de 500.000 FCFA	19,3	51,4	25,1
250.000 à 500.000 FCFA	6,7	10,7	6,5
100.000 à 250.000 FCFA	5,4	2,3	1,7
50.000 à 100.000 FCFA	5,3	0,3	2,0
Moins de 50.000 FCFA	0,0	-	-

Par ailleurs, l'étude des ménages a aussi mis au clair que l'accès aux ouvrages hydrauliques à forage a tendance à croître avec l'augmentation du revenu (Tableau 4-3-9). L'allègement du travail de puisage de l'eau suite à l'aménagement des ouvrages hydrauliques permet de reporter le temps libre ainsi obtenu sur d'autres activités économiques. Le maraîchage etc. en utilisant l'eau des ouvrages hydrauliques, une activité génératrice de revenu principalement des femmes, devient possible, ce qui laisse à penser que l'amélioration de l'accès à l'eau augmente aussi le revenu.

Tableau 4-3-9 Revenu annuel par ménage et Taux d'utilization du forage

Revenu annuel par ménage	Moins de 50,000FCFA	50,000 à 100,000FCFA	100,000 à 250,000FCFA	250,000 à 500,000FCFA	Plus de 500,000FCFA
Taux d'utilisation du fofage (%)	0,0	10,5	30,4	35,0	41,2

Environs 42% des ménages dépensent mensuellement entre 50.000 et 100.000FCFA et 34,7% entre 100.000 et 250.000FCFA. La plupart des dépenses dans le ménage sont destinées à l'alimentation. aux frais médicaux. à l'habillement et aux frais de scolarisation des enfants. Notamment les frais médicaux dominent les dépenses des ménages (27,3%).

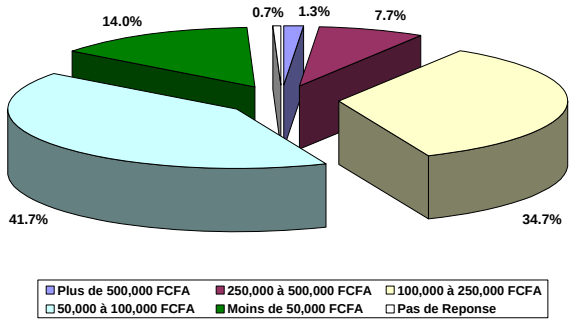


Figure 4-3-7 Dépenses mensuelle moyenne par ménage (FCFA/mois)

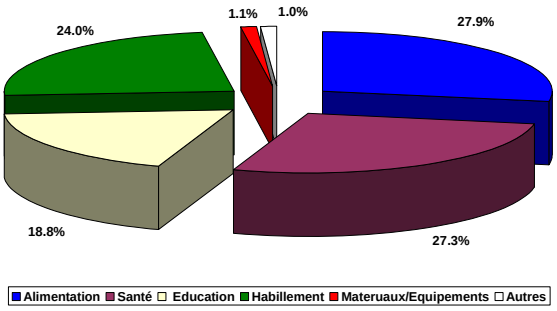


Figure 4-3-8 Détails des dépenses par ménage

4.3.7 Genre et Participation des femmes

Le tableau 4-3-10 montre la prise de décision au niveau du ménage. Dans les ménages de la zone de l'étude en général. l'homme prend la décision. particulièrement en ce qui concerne la dépense quotidienne (69,1%). la scolarité des enfants (51,4%) et aussi les soins de santé (40,7%).L'éducation des enfants ou le planning familial peuvent être décidées par l'ensemble du couple. mais les femmes prennent plus ou moins l'initiative. Par ailleurs. concernant la participation aux activités de développement de village. la décision est prise en général par le couple. mais seule la décision prise par l'homme est importante. En fait certaines femmes ont besoin d'avoir la permission de leur mari lorsqu'elles mènent des activités en dehors des ménages.

Tableau 4-3-10 Prise en décision au niveau du ménage (%)

	La femme uniquement	L'homme uniquement	La femme le plus souvent	L'homme le plus souvent	Les deux	Pas de réponse
Produits cultivés	8,5	29,2	5,4	9,0	31,5	16,3
Gestion du cheptel	4,9	38,2	3,9	12,7	32,2	8,1
Dépenses quotidiennes	2,8	69,1	1,8	9,1	14,5	2,8
Education des enfants	15,8	13,3	4,1	4,1	58,2	4,6
Scolarité	5,4	51,4	2,3	13,3	23,6	4,1
Soins de santé	6,0	40,7	2,8	14,6	33,7	2,3
Planning familial	6,3	8,8	13,7	1,1	57,9	12,2
Activités en dehors de la maison (dans le village)	3,1	24,2	3,3	10,4	55,3	3,7

Il est plus favorable pour les hommes d'avoir accès aux ressources telles que la terre. le bétail. l'information utile et l'éducation. Par contre. ces ressources sont inaccessibles ou limitées pour la plupart des femmes.

Tableau 4-3-11 Accès aux ressources par sexe

	Accès illimité (%)		Accès limité(%)		Aucun accès(%)		Pas de réponse (%))	
	F	H	F	H	F	H	F	H
Terres	12,0	90,6	32,8	1,3	51,9	4,9	3,3	3,3
Terres pour cultures vivrières	21,8	87,6	51,4	2,6	24,1	6,7	2,8	3,1
Terres pour cultures commerciales	26,3	65,2	31,2	6,0	25,4	11,5	17,1	17,2
Animaux	25,0	86,5	37,2	3,9	33,2	4,6	4,6	5,0
Technologie et outillage	9,4	82,6	30,4	4,2	53,7	6,5	6,5	6,7
Moyens de transport	8,8	72,2	29,9	3,3	42,8	5,9	18,5	18,7
Information	49,1	92,2	33,8	4,1	15,6	2,1	1,5	1,6
Education formelle	54,3	84,4	17,6	6,2	26,5	7,8	1,6	1,6
Education informelle	47,8	66,0	14,5	4,4	28,5	20,2	9,3	9,4

Le tableau 4-3-12 montre le degré de la participation sur la gestion des ouvrages hydrauliques. La participation à la réunion. à la sélection des membres et à la prise de décision pour la gestion des ouvrages hydrauliques est très faible notamment chez les femmes.

Concernant les membres du sexe féminin au sein du Comité de gestion ou de l'ASUFOR. 51.7% des personnes enquêtées ont répondu que 3 membres de sexe féminin en moyenne appartiennent à ces organes de gestion.

Tableau 4-3-12 Participation à la gestion des ouvrages hydrauliques

	Toujours participé (%)		Parfois participé (%)		Jamais participé (%)	
	F	M	F	M	F	M
Participent aux Assemblées générales	17,7	30,9	9,1	11,0	73,2	58,0
Participent aux réunions du comité de gestion/ASUFOR	20,8	41,1	8,9	12,2	70,3	46,7
Elisent des représentants	9,2	24,1	6,5	12,0	84,3	63,9
Prennent des décisions	7,0	23,8	7,6	10,9	85,4	65,3
Se chargent de diffuser l'information	6,8	18,8	6,8	14,6	86,3	66,7
Représentent des membres absents	2,7	9,9	5,4	17,7	91,8	72,4

Tableau 4-3-13 Membres féminins au niveau du Comité de gestion/ASUFOR

Membres féminins		Nbr. Moyen des membres féminins
Existe (%)	inexistant (%)	
51,7	48,3	3,0

4.3.8 Organisations villageoises

Les organisations villageoises existent dans tous les villages ou sont menés les enquêtes. les groupements féminins (GPF) également existent dans la plupart des villages. 65,2% de l'organisation villageoise sont reconnus officiellement. celles de 84,8% des adhérents cotisent pour la mise en œuvre des activités.

Tableau 4-3-14 Domaines d'activités des Organisations Villageoises

Région	Département	Agriculture	Elevage	Commerce	Artisanat	Education	Hygiène	Culture Sports	Autres
Tambacounda	Bakel	36,6	2,2	28,0	2,2	3,2	4,3	7,5	16,1
	Kédougou	62,5	3,1	9,4	0,0	3,1	3,1	0,0	18,8
	Tambacounda	36,6	19,5	22,0	2,4	4,9	0,0	2,4	12,2
Matam	Kanel	16,7	0,0	33,3	8,3	0,0	0,0	16,7	25,0
	Matam	40,0	6,7	13,3	13,3	0,0	0,0	20,0	6,7
	Ranérou	7,1	50,0	42,9	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Ensemble de la zone d'étude		37,7	9,2	24,2	2,9	2,9	2,4	6,3	14,5

4.3.9 Approvisionnement en eau

Figure 4-3-9 montre les principales sources d'approvisionnement en eau des populations. Les puits traditionnels non bétonnés sont beaucoup utilisés (31%). les puits bétonnés sans pompes manuelles constituent 24%. Les 27% des ménages qui restent bénéficient d'eau potable grâces aux systèmes d'AEP (BF) et aux forages équipés de pompe manuelle.

La plupart du niveau d'eau des puits baisse remarquablement pendant la saison sèche (du Mars au Avril). Aussi. dans la zone de Ferlo la profondeur du puits atteint 80 à 100m. Les populations dans cette zone à cet effet consacrent l'effort et le temps énormes à puiser de l'eau pour les besoins humains aussi bien que pour les besoins des animaux.

La plupart de ces puits ne disposent pas de couvercle. La poussière. les matières grasses. les dépouilles d'animaux (insectes) peuvent facilement contaminer l'eau du puits. Les animaux peuvent aussi s'approcher librement autour du puits pour s'abreuver parce que la plupart des puits ne dispose pas de clôture. Par conséquent. les risques de contamination de l'eau du puits sont très énormes. Malgré tout l'eau est visiblement limpide.

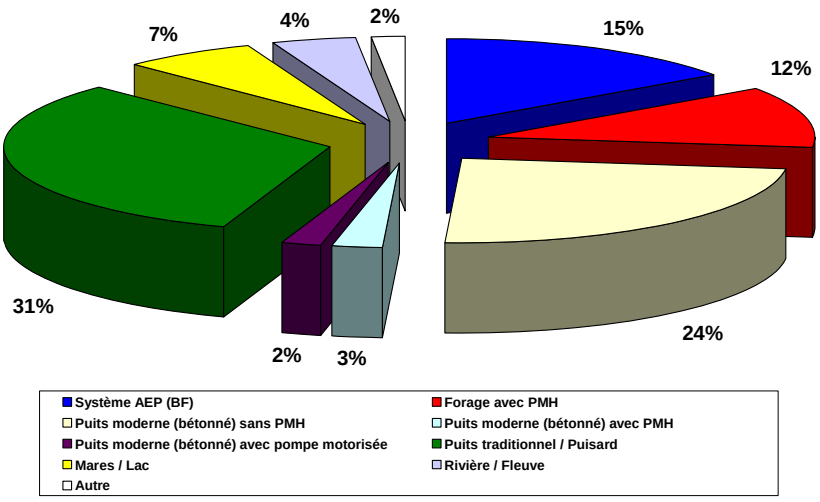


Figure 4-3-9 Sources d'approvisionnement en eau au niveau des villages

Tableau 4-3-15 montre la situation sur le puisage et le transport de l'eau. Les populations puisent de l'eau environs trois (3) fois par jour à une distance de 300m. Les femmes et les enfants s'occupent principalement de puiser de l'eau pour la boisson et l'usage domestique. les hommes puisent de l'eau pour abreuver le bétail.

Tableau 4-3-15 Situation sur le puisage et le transport de l'eau

Distance du transport de l'eau (m)	Nbr. Puisage de l'eau (fois/jour)	Charger au puisage de l'eau (%)				Transport de l'eau par animaux (%)	
		Femmes adultes	Hommes adultes	Enfants (Filles)	Enfants (garçons)	Oui	Non
306,9	2,9	48,3	14,4	28,0	9,2	24,8	75,2

Concernant la qualité de l'eau utilisée actuellement par les habitants. plus de 90% des habitants ont répondu que la qualité de l'eau est bonne ou acceptable (Tableau 4-3-16).

Tableau 4-3-16 Qualité de l'eau à utiliser par les populations

Qualité de l'eau utilisée par les populations actuellement (%)			Apparence de l'eau (%)				Goût de l'eau (%)		
Bonne	Acceptable	Mauvaise	Limpide	Trouble	Matières en suspension	Autres	Douce	Salée	Saumâtre
72,5	19,4	8,0	76,4	18,5	4,2	0,8	82,3	1,7	16,0

4.3.10 Gestion des ouvrages hydrauliques

Tableau 4-3-17 montre la tarification. le montant et le mode de paiement sur l'usage de l'eau. 66,3% des habitants ne payent pas sur l'usage des ouvrages hydrauliques. La tarification et la vente d'eau ne s'appliquent pas sauf pour l'usage de la borne fontaine ou du branchement particulier présentement. Même au niveau de la plupart des sites de forage avec la pompe manuelle. les usagers ne paient ni frais d'eau ni cotisation pour qu'on puisse disposer de fonds en cas de panne. En cas de panne de la pompe. les populations se cotisent pour acheter les pièces de rechange et réparer la pompe. cependant. nombreux sont les forages qui sont abandonnés puisque les usagers n'arrivent pas à mobiliser les fonds nécessaires pour la réparation de la pompe.

Tableau 4-3-17 Tarification sur l'usage de l'eau et Montant à payer

Tarification sur l'usage de l'eau (%)				Montant à payer		
Non	Oui		Pas de réponse	Forfait (FCFA/Mois/Ménage)	Volume (FCFA)	
	Forfait	Volume			Bassine de 30 litre	Seau de 15 litre
66,3	15,3	15,7	2,7	4,917	15	9

Il y a deux types de paiement : le paiement forfaitaire et le paiement volumétrique. Le montant du paiement des usagers est comme suit : environs 5.000FCFA/mois/ménage en cas de forfait. 10

FCFA/seau de 15 litres et 15 FCFA !bassine de 30 litres en cas de paiement par volume. Par contre en cas du branchement particulier. l'eau est vendue par le volume de la consommation et le tarif est fixé en général entre 300 et 400 FCFA/m^3.

Le tarif de l'eau est fixé par le Comité de gestion ou l'ASUFOR (54%). par l'assemblé général de village (12,8%) et puis par le chef du village ou les notables du village (12,3%).

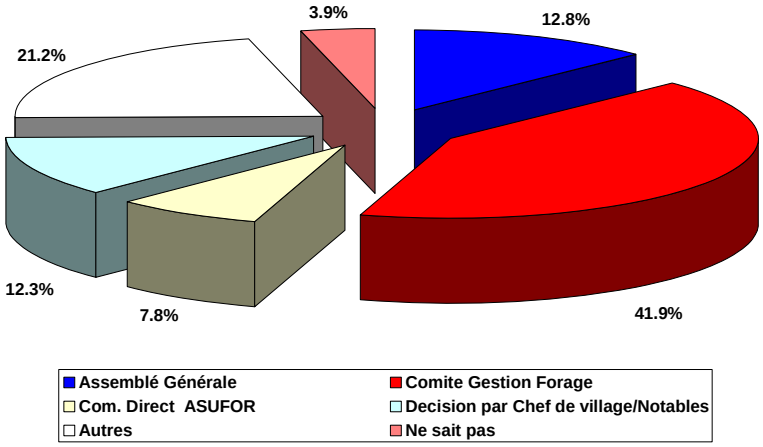


Figure 4-3-10 Mode de la fixation du tarif

Environs 60% des usagers qui bénéficient du système d'adduction en eau potable pensent que le tarif de l'eau fixé est cher. Cependant les usagers sont convaincus de la nécessité de payer l'eau pour l'approvisionnement stable en eau potable. la maintenance et l'entretien des ouvrages puisque 76,6% des usagers ont répondu que le système de tarification en vigueur est juste.

Tableau 4-3-18 Opinions sur la tarification de l'eau

Tarif actuel appliqué (%)			Système de tarification en vigueur du forage est juste ? (%)	
Très cher	Cher	Abordable	Oui	Non
13,6	46,0	40,3	76,6	23,4

Figure 4-3-11 montre le type d'organe de gestion des ouvrages hydrauliques. Environs deux tiers (62,4%) disposent l'organe de gestion. Parmi les organes de gestion existants. le Comité de gestion est majoritaire (76,6%).Présentement l'ASUFOR n'est pas largement développé (8,7 %).

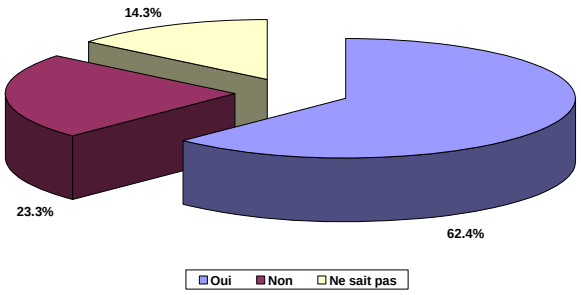


Figure 4-3-11 Existence d'organe de gestion

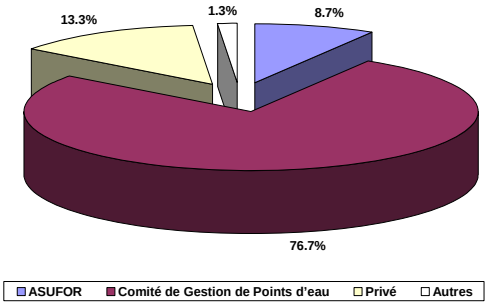


Figure 4-3-12 Type d'organe de gestion

Figure 4-3-13 montre le mode de sélection des membres du Comité de gestion ou d'ASUFOR. Dans la plupart des cas. les membres d'organe de gestion sont sélectionnés par le chef du village. les notables du village et les autorités locales. l'élection par le vote des adhérents est négligeable (18,4%).

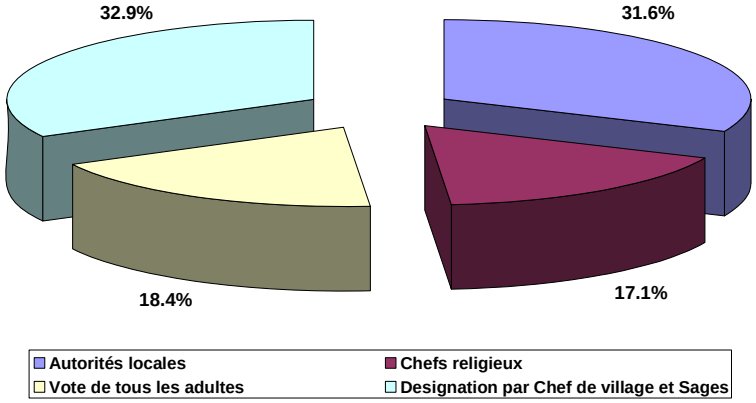


Figure 4-3-13 Mode de sélection des membres du Comité de gestion ou d'ASUFOR

La participation des usagers à l'AG est aussi très faible (36,6%). Les raisons principales de la faible participation sont les suivantes : 1) usagers préoccupés par d'autres affaires; 2) Ils ne sont pas concernés surtout sur la prise de décision ; et 3) l'information non diffusée sur l'organisation de l'AG. Aussi 75% des usagers ne sont pas au courant du règlement intérieur sur l'usage et la gestion des ouvrages hydrauliques (Figure 4-3-14). Pour conclure. le faible intérêt et degré de participation ainsi que l'insuffisance de la diffusion des informations aux usagers ont freinés la gestion communautaire des ouvrages hydrauliques.

Tableau 4-3-19 Participation à l'Assemblé Générale (AG) pour la gestion

Organisation régulière de l'AG (%)			Participation à l'AG (%)		
Oui	Non	inconnu/pas de réponse	Oui	Non	Pas de réponse
68,0	19,6	12,4	36,6	28,8	34,6

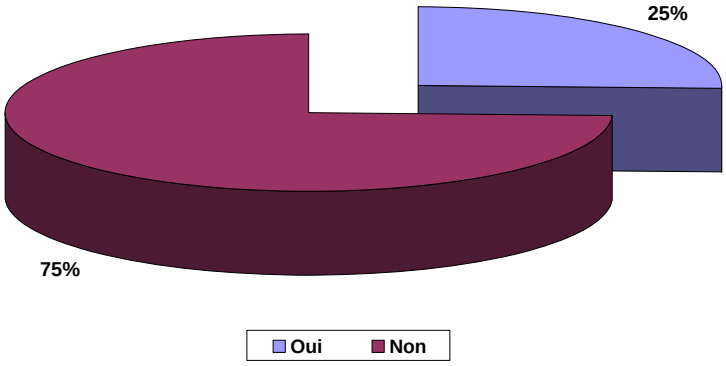


Figure 4-3-14 Connaissance sur le règlement intérieur sur l'usage et la gestion

La situation sur la gestion financière est citée aux Tableaux 4-3-20 et 4-3-21. 40 % des populations pensent que la gestion financière est menée adéquatement par le Comité de gestion ou l'ASUFOR. Cependant il n'y a pas de compte rendu régulier de l'état financier (seulement 26,8 %).

En outre. concernant le mode de gestion financière. le Comité de gestion ou l'ASUFOR qui ont un compte au niveau de l'établissement bancaire sont très rares (seuls 5% des villages enquêtés) et le trésorier garde et gère l'argent au niveau du village dans la plupart des cas (36 %). Il faut aussi noter que la moitié des usagers ne connaît pas le mode de gestion financière même selon les résultats des enquêtes.

On peut donc dire que la gestion financière n'est pas suffisamment adéquate et transparente. il est fortement nécessaire d'encadrer le Comité de gestion et l'ASUFOR sur la gestion adéquate et de promouvoir la diffusion large des informations nécessaires aux usagers.

Tableau 4-3-20 Gestion financière par Comité de gestion/ASUFOR

Gestion financière est menée adéquatement ? (%)			Compte rendu financière régulière ? (%)		
Oui	Non	inconnu/Pas de réponse	Oui	Non	inconnu/Pas de réponse
40,0	11,4	34,7	26,8	5,2	57,5

Tableau 4-3-21 Mode de gestion du fonds (%)

Banque	Crédit mutuel	Poste	Village (par Trésorier (e)	Autres	Ne sait pas/Pas de réponse
3,3	0,7	0,7	35,9	9,2	50,3

Ainsi. la prise de conscience des populations sur la mise en place de l'ASUFOR en tant qu'organe de gestion des ouvrages hydrauliques n'est pas bien développée. Les membres de la population qui ne comprennent pas suffisamment le rôle et le fonctionnement de l'ASUFOR restent nombreux. Il est donc fortement recommandé que les activités de l'IEC sur l'ASUFOR soient largement mises en œuvre.

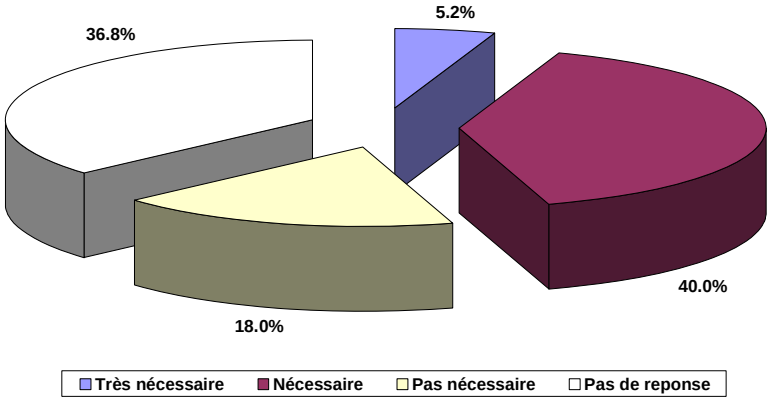


Figure 4-3-15 Nécessité de la mise en place de l'ASUFOR

Figure 4-3-16 montre les impacts et les changements par la mise en place des ouvrages hydrauliques. L'allégement de la corvée d'eau est un impact plus dominant pour les usagers (44,1 %). puis la marge pour les femmes (26,3%). la diminution des maladies d'origine hydrique (10,2%) et la disponibilité des enfants pour pouvoir aller à l'école (9,2%). En regardant ces résultats. la mise en place des ouvrages hydraulique permet d'approvisionner constamment l'eau potable. et aussi elle contribue à la mise en œuvre des activités de génératrice du revenu ou à l'amélioration du taux de scolarité des enfants par l'allégement de la corvée d'eau pour les femmes et les enfants.

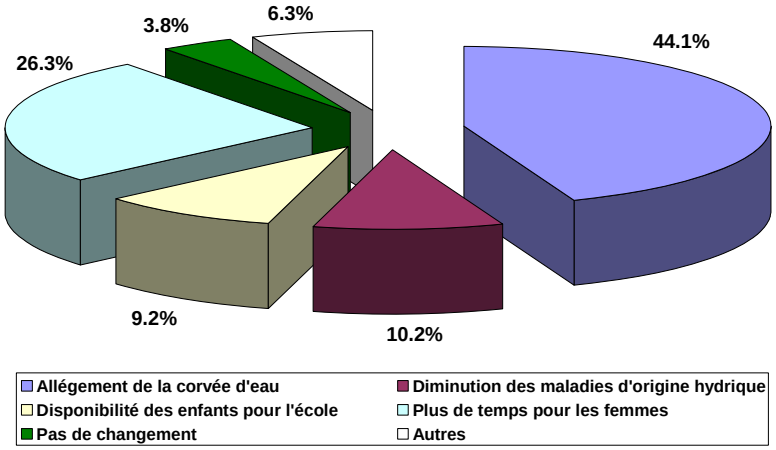


Figure 4-3-16 Impacts et changement par la mise en place d'ouvrage hydraulique

4.3.11 Santé et hygiène

Les maladies principales et ces causes sont citées dans Figure 4-3-16 et 4-3-17. La maladie la plus fréquente est le paludisme (36,0%). aussi les maladies d'origine hydraulique et hygiénique comme la diarrhée (15,1%). les maux de ventre (9,4%). la bilharziose (2,9%) et la dysenterie (2,9%) sont aussi fréquentes.

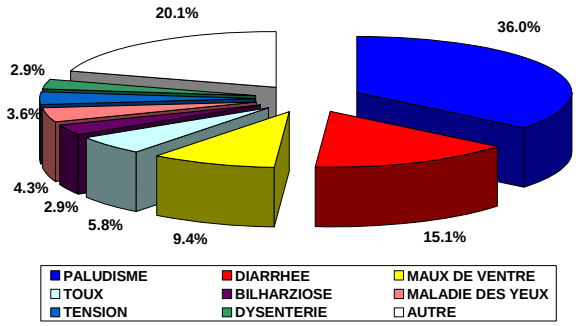


Figure 4-3-16 Maladies principales dans le village

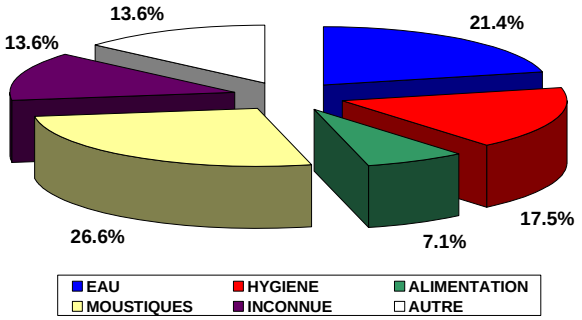


Figure 4-3-17 Causes des maladies

Les ménages qui traitent l'eau atteignent 75 %. Concernant la méthode de traitement. le filtrage est la méthode la plus pratiquée dans les ménages (69,9%). la méthode de javellisation est la seconde (25,6 %). La décantation (3,9%) n'est pas largement pratiquée au niveau de ménages (Tableau 4-3-22).

En observant la pratique de traitement de l'eau à la source d'eau. les ménages qui utilisent l'eau du forage ne traitent pas toujours l'eau (seulement 51 %). Par contre. plus de 80 % de ménages qui n'ont pas accès à l'eau potable pratiquent le traitement de l'eau.

Tableau 4-3-22 Traitement de l'eau et Méthodes de traitement

Traitement de l'eau (%)		Méthodes de traitement (%)			
Oui	Non	Décantation	Javellisation	Filtrage	Autres
75,4	24,6	3,9	25,6	69,9	0,5

Tableau 4-3-23 Relation entre la source d'approvisionnement en eau et le traitement de l'eau

Sources de l'eau	Traitement de l'eau (%)	
	Oui	Non
Forages	51,2	48,8
Puits bétonnés	82,9	17,1
Puits traditionnels	84,4	15,6
Mares	90,7	9,3
Fleuve	71,4	28,6

Tableau 4-3-24 Mode et Lieu de conservation de l'eau

Mode de conservation d'eau (%)					Lieu de conservation d'eau (%)		
Canaris	Fûts	Seau/Bassine	Jerrican	Bidon	Chambres	Véranda	Dehors
58,0	16,4	12,5	8,7	4,5	47,7	32,0	20,2

Au niveau des villages enquêtés. les villages ne disposent pas pratiquement les puisards pour l'évacuation des eaux usées (Figure 4-3-18). La plupart des ménages évacue l'eau usée derrière la maison (68,4 %). dans le brousse (9,5%) ou dans la fosse qui est creusée dans la maison (7,8%).

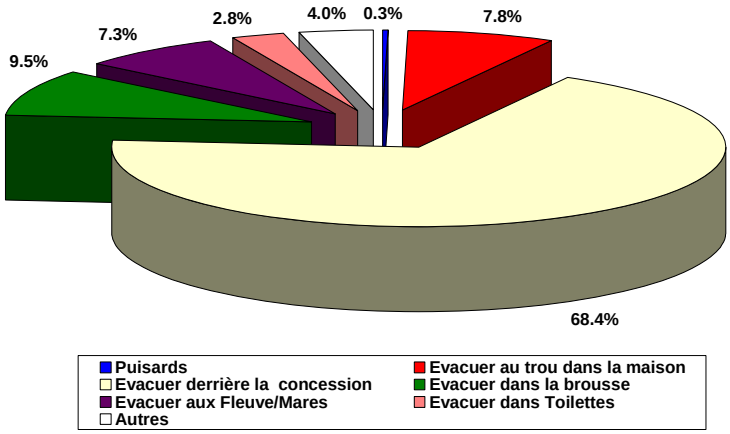


Figure 4-3-18 Lieu d'évacuation des eaux usées

Tableau 4-3-25 montre la situation de la mise en place des latrines au niveau des ménages. 27,7% des ménages ne disposent pas de latrines. Par contre 73,2% des ménages ont répondu qu'ils disposent les latrines dans la maison. cependant la plupart des toilettes disponibles sont des latrines traditionnelles ou la fosse d'aisance. les ménages qui disposent de latrines améliorées comme VIP ne sont pas nombreux.

En outre. le taux de mise en place des latrines est relativement élevé au niveau de grands villages qui sont au bord de la route principale. par contre dans les villages en milieu rural. les ménages qui disposent les latrines sont rares.

Tableau 4-3-25 Toilettes dans ménages

Pas de toilette (%)	Dispose de toilette (%)				
	73,2				
	Fosses d'aisance	Latrine traditionnelle	VIP Latrine	Toilette avec Chasse manuelle	Autres
27,7	6,2	47,9	15,9	1,0	1,3

Tableau 4-3-26 montre la situation de lavage des mains avec du savon après l'excrétion et avant le repas. Les populations dans la zone d'étude n'ont pas beaucoup l'habitude de se laver les mains avec du savon (environs 45%).

Tableau 4-3-26 Lavage des mains avec du savon

Lavage des mains avec du savons après la toilette (%)			Lavage des mains avec du savon avant le repas (%)		
Oui	Non	Ne sait pas/Pas de réponse	Oui	Non	Ne sait pas/Pas de réponse
45,3	40,5	14,2	44,0	42,8	13,2

Les raisons pour lesquelles ils ne se lavent pas les mains avec du savon sont les suivantes : 1) les habitants n'ont pas l'habitude de laver les mains. surtout avec du savon ; et 2) manque de moyens pour s'acheter du savon.

Tableau 4-3-27 montre le mode de gestion des ordures ménagères. Les déchets plastiques et végétaux sont déposés à l'intérieur ou l'extérieur du village. les traitements comme l'incinération et l'enfouissement de déchets ne sont pas beaucoup pratiqués. L'excrément animal est recyclé et utilisé comme le fumier dans les champs.

Tableau 4-3-27 Gestion des ordures ménagères

Type de déchet	Quantité (kg/semaine)	Mode d'élimination (%)				Lieu d'élimination (%)		
		Incinération	Dépôt sauvage	Enfouisse-ment	Engrais	Concession	Hors concession	Hors village
Plastique	9,0	18,1	78,5	2,3	1,1	5,3	75,5	19,2
Matière végétale	22,5	8,7	78,4	3,0	9,9	6,6	72,9	20,5
Excrément animal	113,9	3,1	23,3	4,9	68,6	10,9	47,0	42,1

Les principales sources de contamination de l'eau sont citées 1) les bétails (31,3%). 2) les eaux usées (28,5%) ; 3) les dépôts d'ordures (13,9%). La distance entre ces sources de contamination et les sources d'eau est très proche (en moyenne seulement 1,6 mètres. Tableau 4-3-28). A cet effet. les points d'eau existants au niveau de villages peuvent être facilement contaminés par l'excrément du bétail. les déchets et les eaux usées etc.

Tableau 4-3-28 Principales sources de contamination de l'eau

Distance entre la source de contamination et l'eau (m)	Sources potentielles de contamination de l'eau (%)					
	Latrines	Bétails	Eau usée	Dépôt d'ordure	Poussière	Autres
1,6	10,1	31,3	28,5	13,9	3.4	12.7

***

Chapitre 5 Etude des ressources en eau

5.1 Données existantes collectées

Les principales données et rapports existants collectés, classifiés et analysés jusqu'à présent dans le cadre du présent projet, sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau5-1-1 Documents collectés relatifs à la géologie, l'hydrogéologie, l'hydrologie

No.	Type	Désignation
1	Carte topographique	1:1 000 000 Carte touristique Sénégal, IGN
2	Carte topographique	Carte au 1:200 000 "Saldé", "Matam", "Stemmé", "Bala", "Bakel", "Tambacounda", "Dalafi", "Kossanto", "Linkéring", "Kédougou", "Saraya", DTGC (2005) Carte au 1:200 000 "Barkédji", "Payar", "Vélingara", DTGC (2007)
3	Relevés	PROJET SECTIONAL EAU - Etude hydrogéologique de la nappe profonde du Maastrichtien au Sénégal, Rapport Topogrqphique, COWI (Novembre 2001)
4	Relevés	PROJET EAU A LONG TREME - ETUDE HYDROGEOLOGIQUES COMPLEMENTAIRES: PHASE III, Investigqtions géophysiques et nivellement des points d'eau, Rapport nivellement des points d'zau zone I et zone II, ANTEA (September 2007)
5	Relevés (données d'élévation)	Shuttle Rader Topography Mission (SRTM) 90m Mesh Data, NASA
6	carte géologique	1:500 000 Carte Geologique de la Repablique du Sénégal, BRGM (1962)
7	carte géologique	1:200 000 Matam, Carte Geologique de la Repablique du Sénégal, BRGM (1967)
8	carte géologique	1:200 000 Bakel, Carte Geologique de la Repablique du Sénégal, BRGM (1963)
9	carte géologique	1:200 000 Tambacounda, Carte Geologique de la Repablique du Sénégal, BRGM (1963)
10	carte géologique	1:200 000 Dalafi, Carte Geologique de la Repablique du Sénégal, BRGM (1963)
11	carte géologique	1:200 000 Kossanto, Carte Geologique de la Repablique du Sénégal, BRGM (1963)
12	carte géologique	1:200 000 Youkoun Koun, Carte Geologique de la Repablique du Sénégal, BRGM (1963)
13	carte géologique	1:200 000 Kédougou, Carte Geologique de la Repablique du Sénégal, BRGM (1963)
14	carte géologique	1:200 000 Kenieba, Carte Geologique de la Repablique du Sénégal, BRGM (1963)
15	Carte géotechnique	1:500 000 Carte Geotechnique de la Repablique du Sénégal, BRGM (1963)
16	Carte hydrogéologique	1:500 000 Carte Hydrogeologique de la Repablique du Sénégal, BRGM (1965)
17	Carte géologique minière	1:500 000 Carte Mineraux de la Repablique du Sénégal, BRGM (1965)
18	Géologie et hydrogéologie	Synthese Hydrogeologique Du Senegal 1984-1985 (Ministere de l'hydraulique, 1985)
19	Géologie et hydrogéologie	Etude Hydrogeologique De La Bordure Meridionale Du Ferio Entre Kaffrine Et Tambacounda (Ministere de l'hydraulique, 1987 & 1988)
20	Géologie et hydrogéologie	Etude Des Ressources En Eau Souterraine Du Senegal (Ministere de l'hydraulique)
21	Géologie et hydrogéologie	Plan Mineral De La Republique Du Senegal (Ministere de development industriel et de l'artisanat)
22	Géologie et hydrogéologie	Etude Et Suivi Des Nappes D'eau Southrraine Du Senegal (DIWI, 1987)
23	Géologie et hydrogéologie	Compte-rendu d'excavation de chaque forage
24	hydrogéologie	Caractéristiques hydrogéologiques du système aquifère maasrichtien au Sénégal, Rapport de synthèse, COWI (September 2001)

No.	Type	Désignation
25	hydrogéologie	PROJET SECTIONAL EAU - Etude hydrogéologique de la nappe profonde du Maastrichtien au Sénégal, Rapport de synthèse Caractéristiques hydrogéologiques du système aquifère maasrichtien au Sénégal, COWI (Novembre 2001)
26	hydrogéologie (Modeling)	PROJET SECTIONAL EAU - Etude hydrogéologique de la nappe profonde du Maastrichtien au Sénégal, Rapport Modèle hydrogéologique du système aquifère Maastrichtien du Sénégal, COWI (Novembre 2001)
27	hydrogéologie	PROJET EAU A LONG TREME - ETUDE HYDROGEOLOGIQUES COMPLEMENTAIRES: PHASE III, Etude des aquifères de la bordure sédimentaire orientale du Sénégal, Version Provisoire, GKW (Mars 2006)
28	hydrogéologie (Modeling)	PROJET EAU A LONG TREME - ETUDE HYDROGEOLOGIQUES COMPLEMENTAIRES: Rapport Phase IV - Lot 2 Modèle Hydrogéologique - Bordure Sédimentaire orientale, GKW CONSULT, (juin 2009)
29	Niveau des eaux souterraines	Donnée de Niveau des eaux souterraines de DGPRE
30	Prospection géophysique	Prospection geophysique 93 villages regions de Saint-Louis et Tambacounda, Rapport final 1 et 2, Volume 03: District de Goudiry, GRESTEC (Octobre 2000)
31	Prospection géophysique	PROJET EAU A LONG TREME - ETUDE HYDROGEOLOGIQUES COMPLEMENTAIRES: PHASE III, Investigqtions géophysiques et nivellement des points d'eau, Rapport "Investigqtions géophysiques" - Lot II, ANTEA (Octobre 2007)
32	Prospection géophysique	Michel Ritz and Jacques Vassal (1986):GEOELECTRICAL STRUCTURE OF THE NORTHERN PART OF THE SENEGAL BASIN FROM JOINT INTERPRETATION OF MAGNETOTELLURIC AND GEOMAGNETIC DATA (JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL. 91, NO. BIO, PAGES 10,443-10,45)、et autres documents de Michel Ritz concernant à profondeur de roche de socle
33	SIG, B/D	Presentation from the 2007 World Water Week in Stockholm, August 12-18, 2007, PEPAM
34	Météorologie (précipitations journalières)	Données disponibles à la DGPRE
35	Météorologie (précipitations journalières)	Données de WMO
36	Météorologie (précipitations journalières)	Données de Météorologie Nationale
37	Météorologie (précipitations journalières)	Données disponibles à la DGPRE
38	Météorologie (températures annuelles moyennes)	Données de WMO
39	Météorologie(températures annuelles moyennes)	Données de Météorologie Nationale
40	Débit des cours d'eau	Données disponibles à la DGPRE

5.2 Résultats de la reconnaissance sur le terrain

5.2.1 Objectifs et méthode d'étude

L'étude décrite dans le présent paragraphe a été réalisée afin de vérifier la topographie et les conditions géologiques de la zone concernée par l'étude et a pour objectif d'identifier ces caractéristiques. Par ailleurs, la couche des sédiments ne présentant que de très rares expositions, l'étude de la topographie et des conditions géologiques a eu lieu principalement dans les régions de roches du socle. L'ordre de la procédure de l'étude est indiqué ci-après.

Avant la reconnaissance sur le terrain
① Saisie des particularités topographiques
② Saisie de la position des ouvrages hydrauliques existants
③ Sélection des zones objets de la reconnaissance sur place sur la base de la carte géologique (1/200.000) existante

Reconnaissance sur le terrain
① Emplacements à particularités topographiques
② Étude de la nature des roches représentatives exposées
③ Étude des ouvrages hydrauliques existants aux emplacements à particularités topographiques et géologiques et de la nature du sol aux environs

5.2.2 Facteurs topographiques

Les résultats de l'analyse topographique réalisée en utilisant les données d'élévation d'indice SRTM-90 sont ceux présentées dans le Rapport principal et les caractéristiques suivantes ont pu être relevées.

- Existence d'une falaise raide aux environs de la frontière guinéenne
- Existences de collines où sont distribuées des roches basaltiques
- Existence de pentes douces en direction sud-est - nord-ouest
- Les emplacements bas sur les pentes ci-dessus ont tendance à avoir une pente raide du côté nord-ouest et une pente douce du côté sud-est.
- Relèvement de la rive ouest du fleuve Sénégal et pente douce vers le sud-ouest

Cette reconnaissance sur place a surtout porté sur l'étude 1) des environs de la frontière guinéenne et 2) des collines autour des roches basaltiques. Du quartzite dur est distribué aux environs de la frontière guinéenne et des falaises raides sont formées, avec des cascades éparpillés qui constituent des spots touristiques. Pendant la saison des pluies des eaux de surface relativement transparentes s'y écoulent aussi, ce qui constitue des ressources en eau précieuses pour les habitants. Toutefois comme l'amont du bassin appartient à la Guinée, le Sénégal ne peut pas gérer tout seul ces ressources en eau.

A la base des collines basaltiques, se trouvent parfois des roches calcaires. Au sud des collines, il y a des villages avec ouvrages hydrauliques, et des ouvrages privés de petite taille sont aussi construits. Les photos de ces reliefs figurent à la fin de cette section.

5.2.3 Particularités géologiques

1) Nature du sol
Les principales roches distribuées dans les zones rocheuses de la zone de l'étude sont comme suit.

- Roches basaltiques (basalte, dolérite (basalte grossier), spilite etc.)
- Roches calcaires (calcaire, marnes etc.)
- Roches granitiques (granites, aplite etc.)
- Roches schisteuses (schiste vert, micaschistes, amphiboles etc.)
- Quartzite
- Roches sableuses (grès, grès quartziques, graywacke etc.)

Et comme digues
- Pegmatite
- Digue de quartz

sont intrusifs dans les roches précitées.
Les photos de ces sols figurent à la fin de cette section.

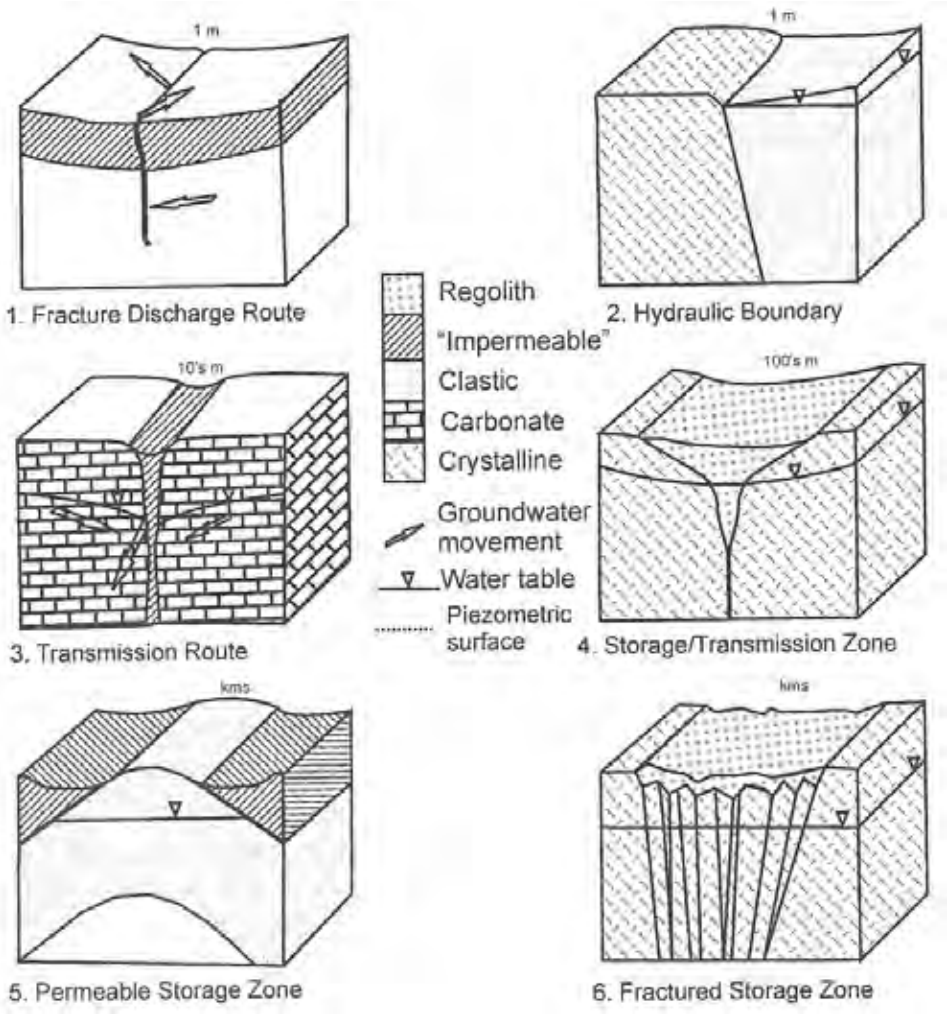
2) Structure géologique

(1) La structure hydrogéologique, (2) la couche altérée profonde et (3) les types de digues etc. doivent être saisis pour le développement des eaux souterraines dans la zone des roches du socle.

Lors de l'étude de cette fois-ci, la visite des villages représentatifs, et l'observation des structures topographiques et géologiques et l'étude des ouvrages existants dans

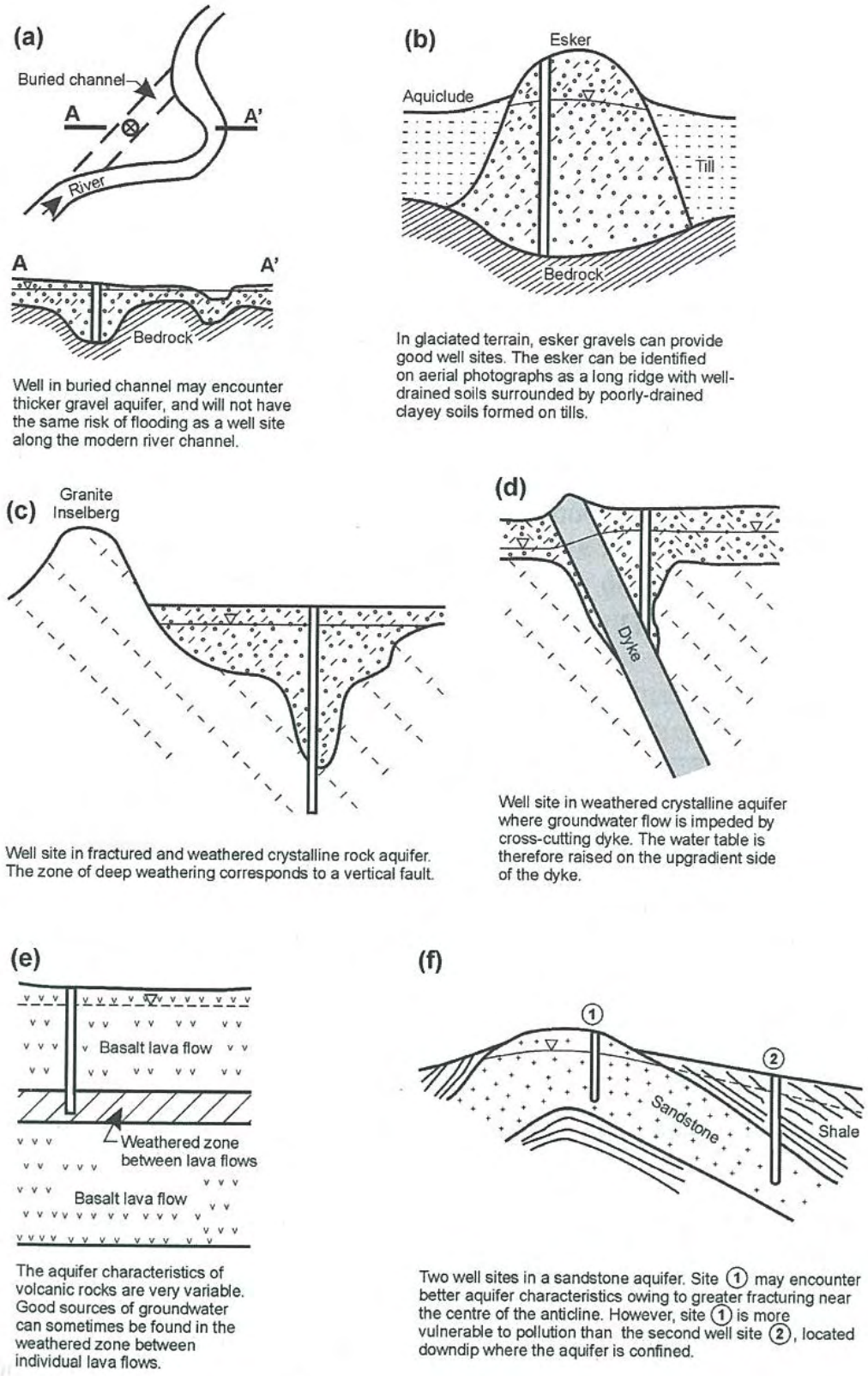
- de petites cuvettes entourées de collines (la couche altérée est peut-être épaisse au centre)
- une zone estimée être une faille sur la carte géologique au 1/200.000
- une zone où des digues de quartz sont distribuées sur la carte géologique au 1/200.000.

Les résultats de cette étude sont joints au paragraphe suivant.



（Source：Water Wells and Boreholes, p36, Misstear B. et al., 2006）

Figure5-2-1 Exemple de structure hydrogéologique dans la zone des roches du socle



（Source：Water Wells and Boreholes, p33, Misstear B. et al., 2006）
Figure5-2-2 Exemple de couche altérée et d'emplacement des forages

3) Hydrogéologie et ouvrages existants

Cette étude a concerné des ouvrages existants ayant les particularités topographiques et géologiques suivantes.

- Partie inférieure de la falaise raide à la frontière guinéenne
- Partie inférieure des collines où sont distribués des basaltes
- Zone où sont distribués des schistes
- Zone où sont distribués des schistes (proche de la fracture avec le quartzite)
- Zone où est distribué du quartzite (proche de la fracture avec les schistes)
- Environs des fractures dans les granites
- Zone de distribution de digues de quartz
- Zone de grès cambriens

L'abrégé des résultats de l'étude figure dans le tableau suivant, et les conditions topographiques et géologiques de chaque point sont jointes.

Tableau5-2-1 Ouvrages existants dans la zone des roches du socle et hydrogéologie

Villages	Relief	Carte géologique 1/200.000	Structure géologique	nappe phréatique	Caractéristiques des principaux points d'eau					
					Profondeur de foration Profondeur du forage	Position de la crépine	Niveau d'eau statique	Volume d'exhaure	Rabattement	Qualité de l'eau
Segou	Bas de la falaise raide à la frontière guinéenne	Granites	—	Schistes (birrimiens), aggloméré (birrimien) Faille, couche fracturée	40,5m 40,5m	29,1～ 40,5m	16,1m	10m^3/h	6,6m	
Dindéfello	Bas de la falaise raide à la frontière guinéenne	Granites	—	Granites Faille, couche fracture	58,4m 56,9m	32,3～ 56,9m	6,8m	10m^3/h	35,6m	
Ibel	Pied des collines basaltiques	Roches granitiques etc.	—	Schistes Faille, couche fracture	37,6m 35,8m	11,2～ 35,8m	7,1m	30m^3/h	9,6m	
Salemata	Entouré de petites collines	Schistes	—	Roches cristallines, digue de quartz	88,15m 70,15m	28,15～ 64,15m	6,15m	9m^3/h	19,8m	
Ebarak	—	Limite entre schistes, quartzite et grès	Faille aux environs	Quartzite (paléozoïque), Faille, couche fracturée	49,0m 48,7m	14,6～ 48,7m	6,6m	4,3m^3/h	6,1m	Fer（5,0mg/l）
Banfarato	—	Limite entre quartzite et schistes	Faille aux environs	Marnes Faille, couche fracture	45,0m 45,0m	27,9～ 45,0m	5,0m	1,4m^3/h	12,6m	
Bandioula	—	Granites	Faille	Gabbro	45,1m 40,25m	—	7,28m	19,5m^3/h	1m	
Kondokhou	—	Granites	Faille	Granites Faille, couche fracture	45,0m 45,0m	16,4～ 45,0m	11,1m	5,4m^3/h	19,5m	Fer（5,0mg/l 以上）
Daloto	—	Schistes, quartzite, graywacke, aggloméré etc.	Digue de quartz	Schistes（Birrimien） Faille, couche fracturée	45,1m 45,0m	37,8～ 45,0m	22,6m	12m^3/h	10,6m	Fer（3,5mg/l）
Bellé	Entre de petites collines	Grès quartziques	Faille aux environs	Quartzite（Cambrian） Faille, couche fracturée	58,6m 58,6m	30,0～ 58,6m	23,1m	3,5m^3/h	—	

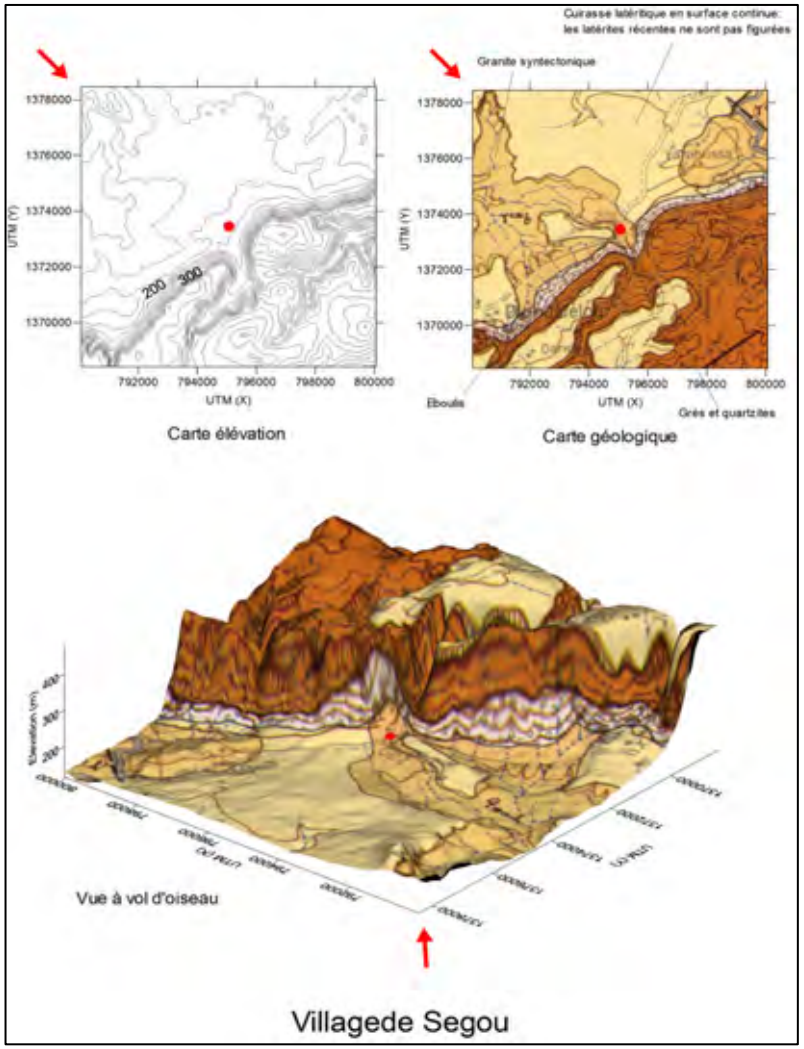


Figure5-2-3 Topographie, géologie et emplacement des ressources en eau aux alentours du village de Ségou

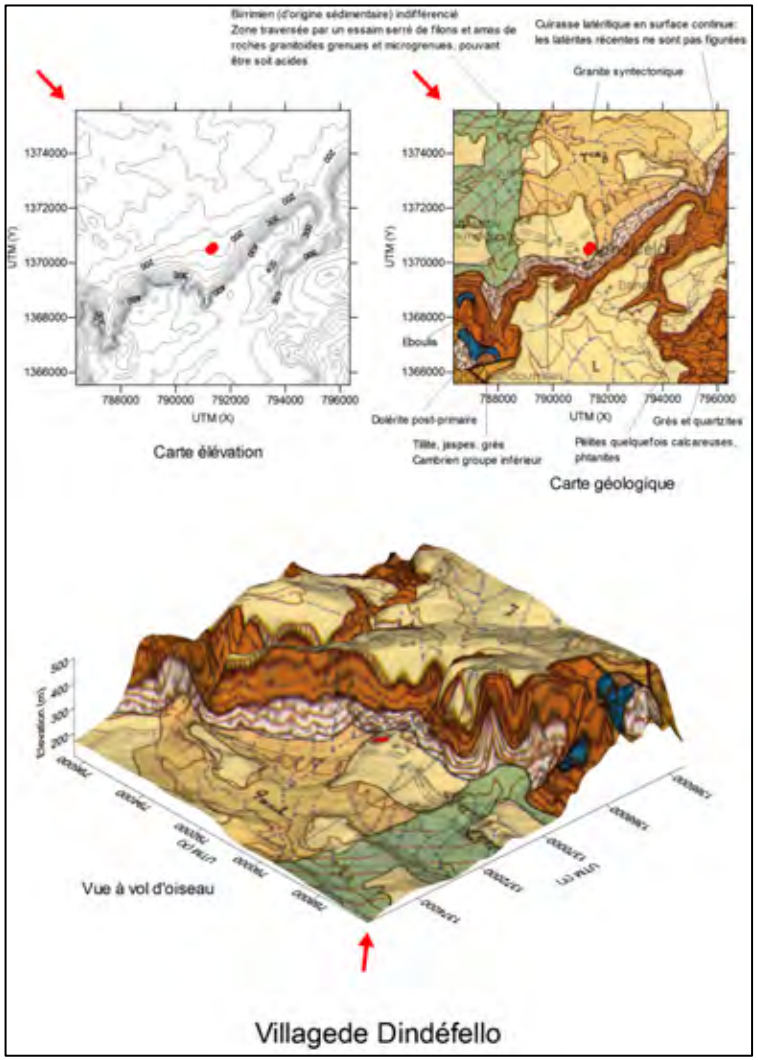


Figure5-2-4 Topographie, géologie et emplacement des ressources en eau aux alentours du village de Dindéfello

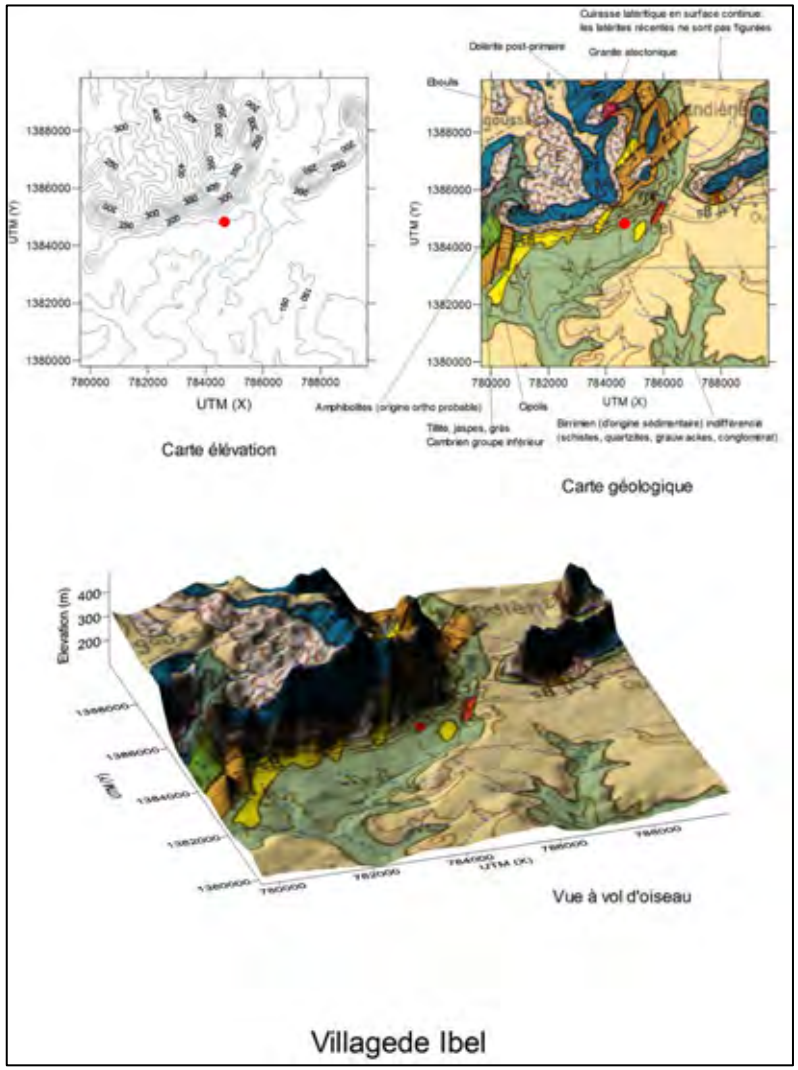


Figure5-2-5 Topographie, géologie et emplacement des ressources en eau aux alentours du village d'Ibel

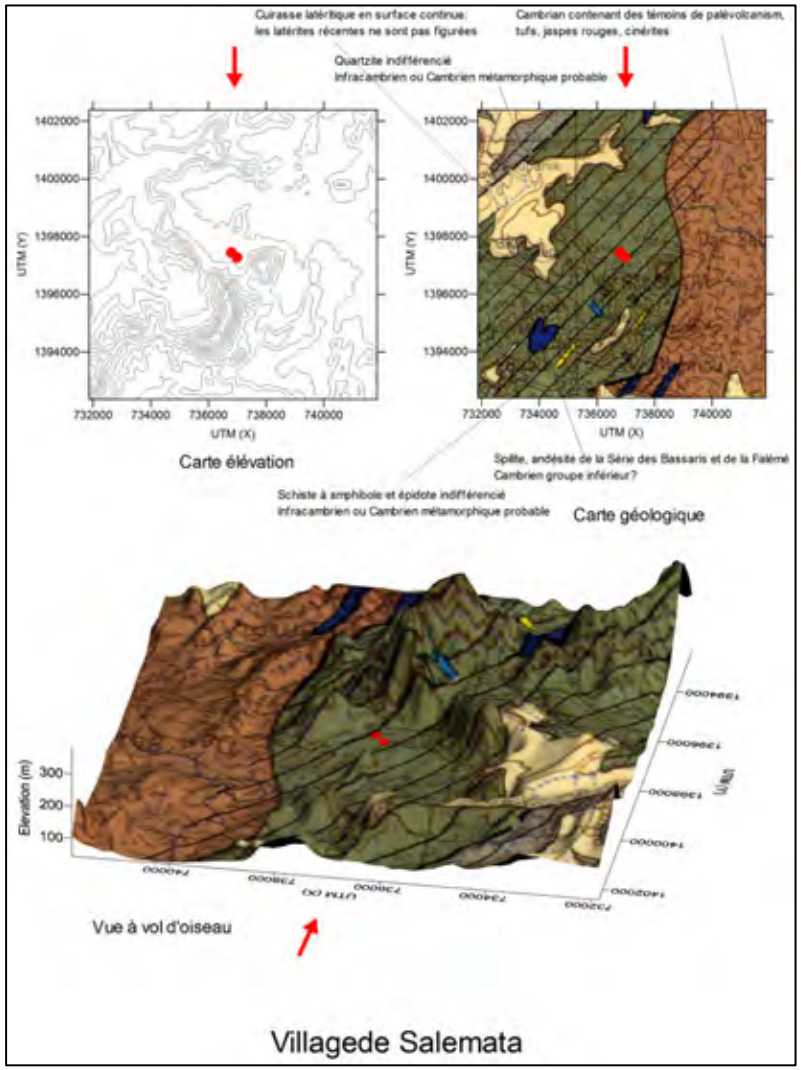


Figure5-2-6 Topographie, géologie et emplacement des ressources en eau aux alentours du village de Salemata

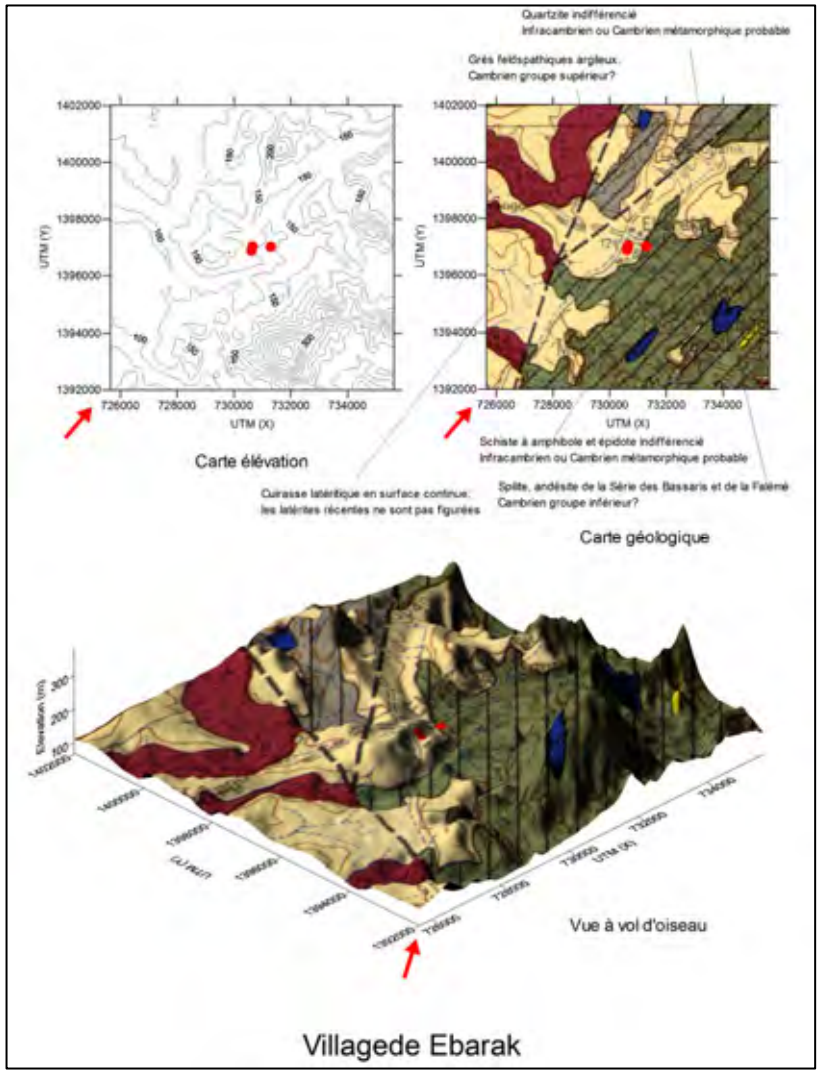


Figure5-2-7 Topographie, géologie et emplacement des ressources en eau aux alentours du village d'Ebarak

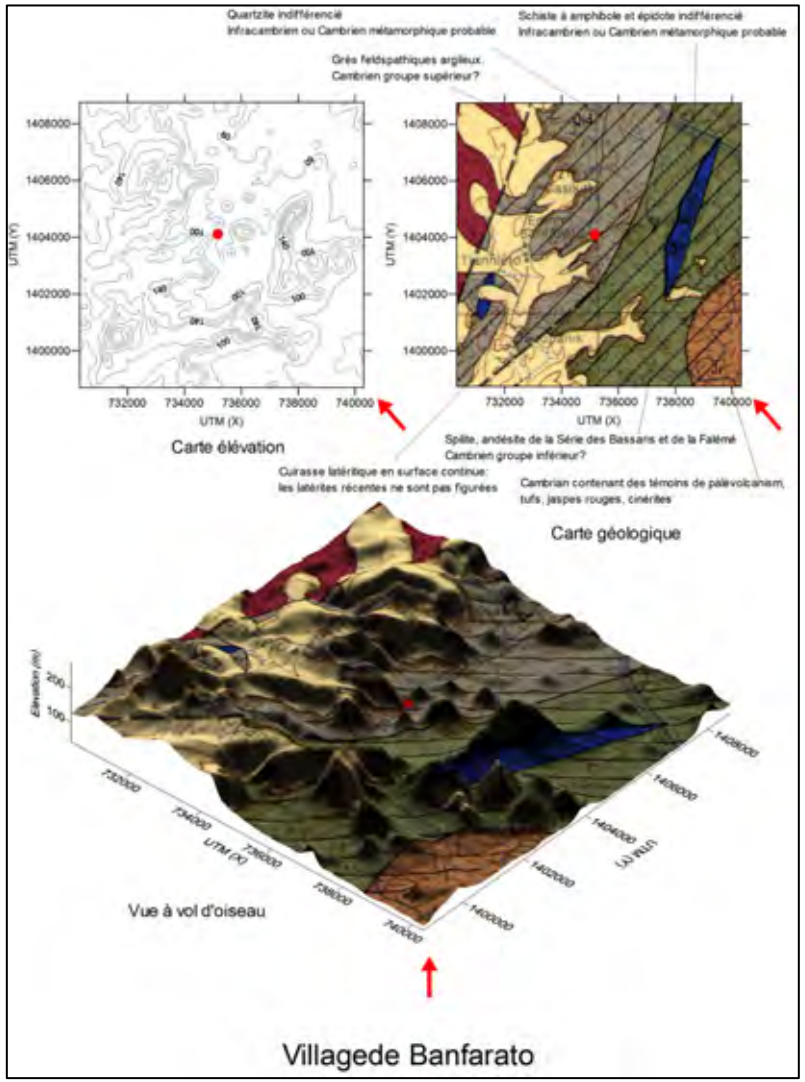


Figure5-2-8 Topographie, géologie et emplacement des ressources en eau aux alentours du village de Banfarato

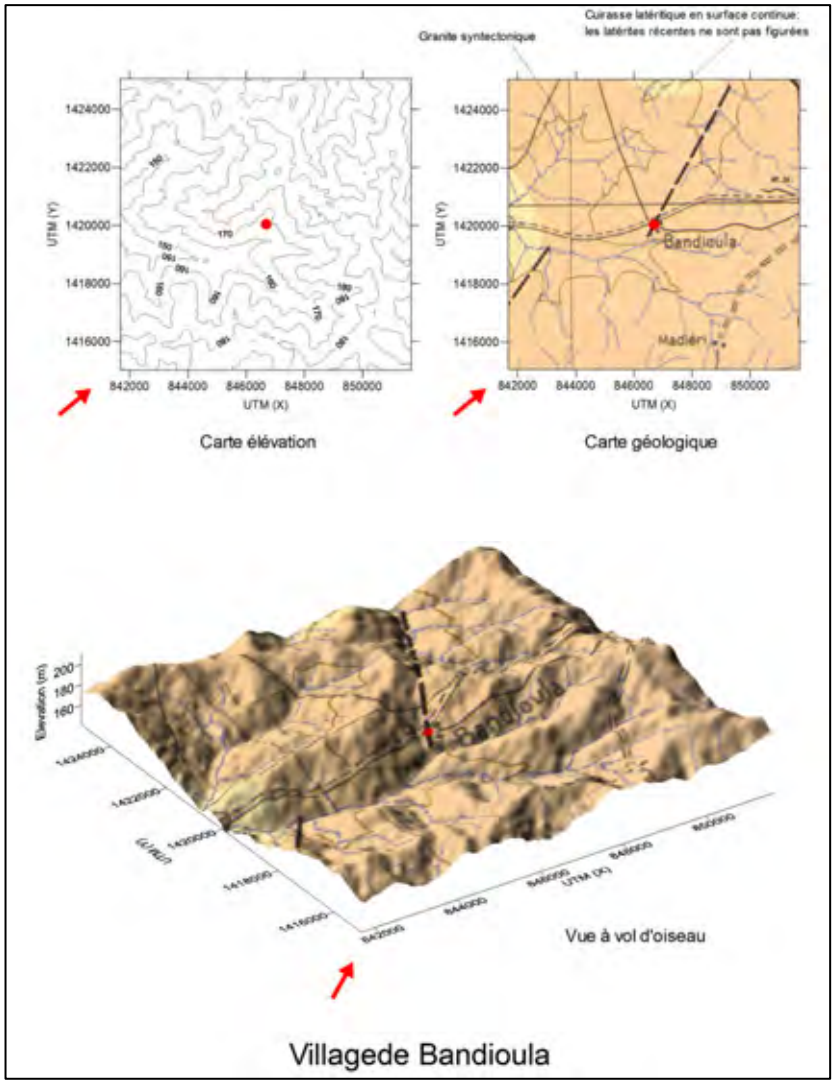


Figure5-2-9 Topographie, géologie et emplacement des ressources en eau aux alentours du village de Bandioula

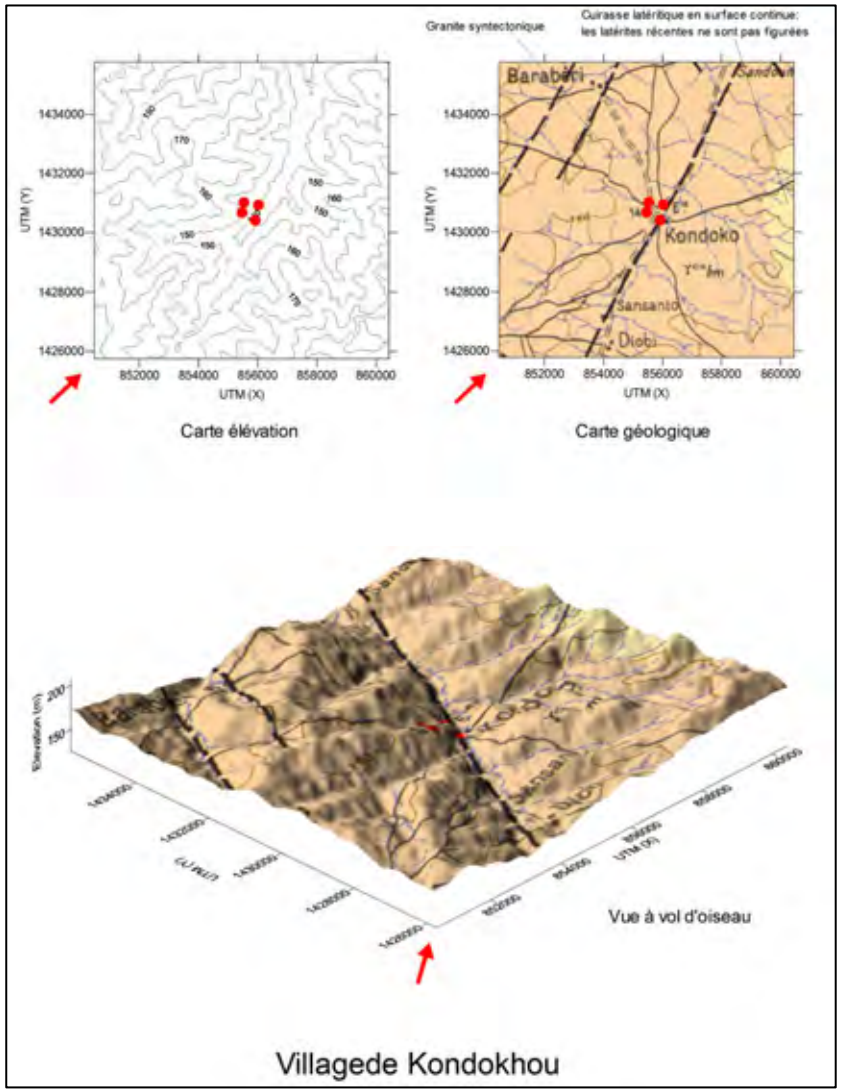


Figure5-2-10 Topographie, géologie et emplacement des ressources en eau aux alentours du village de Kondokhou

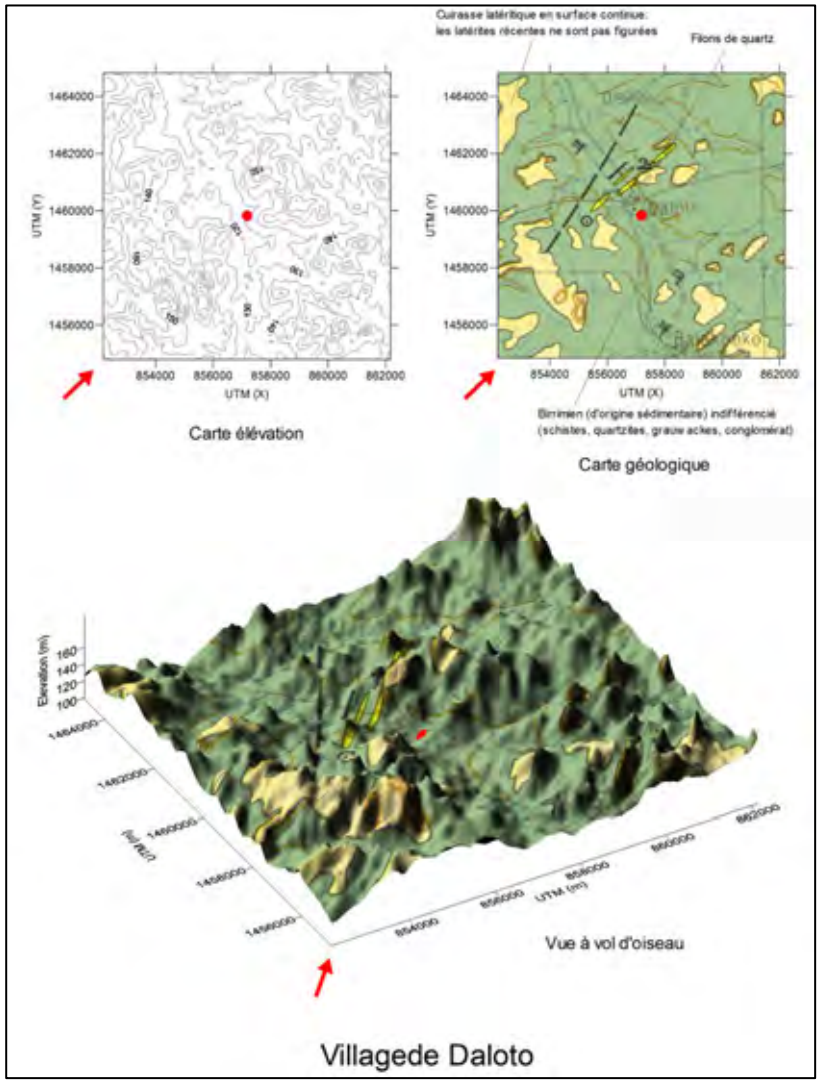


Figure5-2-11 Topographie, géologie et emplacement des ressources en eau aux alentours du village de Daloto

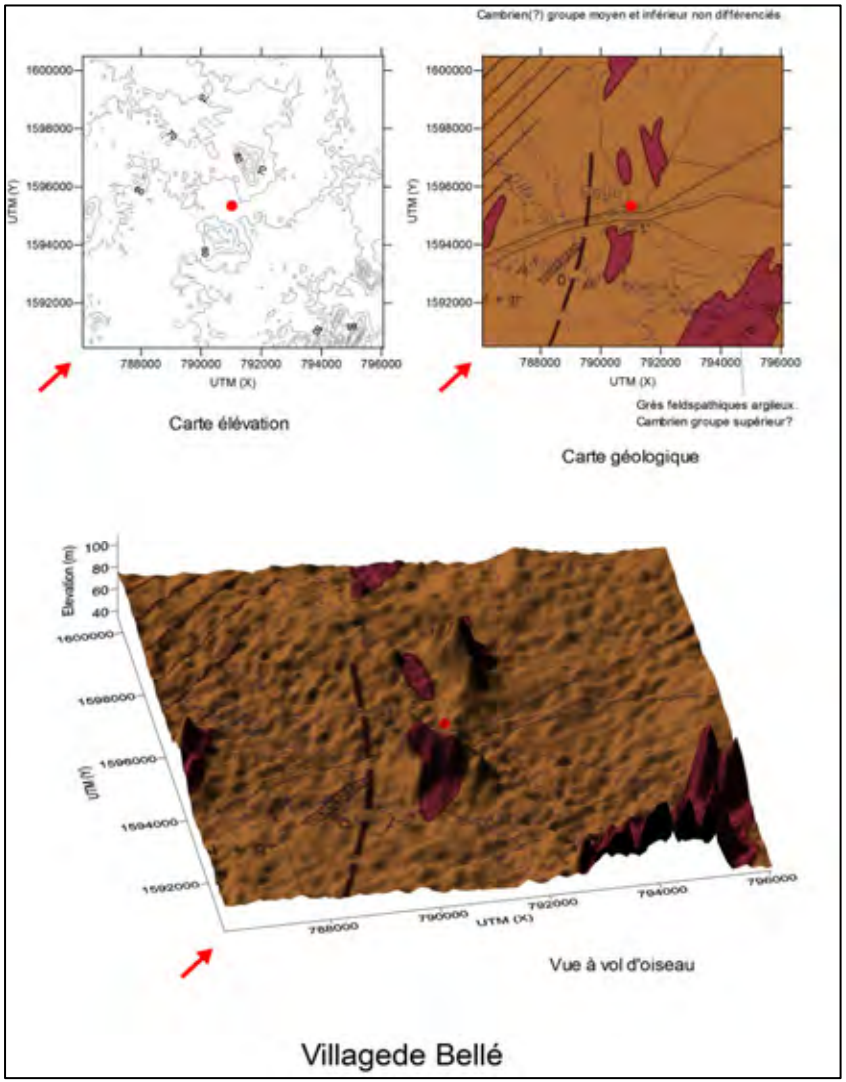


Figure5-2-12 Topographie, géologie et emplacement des ressources en eau aux alentours du village de Bellé

5.3 Prospection géophysique

Une prospection géophysique a été réalisée dans la région limitrophe entre le socle et les roches sédimentaires afin d'identifier les structures du sous-sol. Les résultats de cette prospection ont servi de base pour l'identification de l'ensemble des structures et ont été utilisés comme documents pour la sélection des forages d'essai. Trois différentes méthodes ont été appliquées pour la prospection géophysique : la méthode électromagnétique (méthode TDEM, méthode électromagnétique à dimension temporelle), la prospection électrique bidimensionnelle et la méthode VLF très basse fréquence.

Tableau 5-3-1 Aperçu de la prospection géophysique

Méthode	Objet et objectifs de l'étude	Zone d'étude
TDEM : Méthode électromagnétique à dimension temporelle	Pour connaître la structure de la couche superficielle jusqu'à la couche Ma, et le socle	Environs des forages à volume de pompage important dans les roches sédimentaires (couche) et les roches du socle
Prospection électrique bidimensionnelle	Connaissance de la structure de résistivité 2D dans les villages où des forages à volume de pompage important sont nécessaires	Sites qui pourraient être candidats pour des forages d'essai
VLF: très basse fréquence	Exécutée aux mêmes emplacements que la prospection électrique bidimensionnelle pour connaître les différences de données avec cette méthode.	Mêmes lignes de mesure que pour la prospection électrique bidimensionnelle

5.3.1 MEDT: Méthode Electromagnétique à Dimension Temporelle

(1) Objectifs

1) Zone de roches sédimentaires
   a) Obtention de données de profondeur et d'épaisseur de la couche Ma, de profondeur et d'épaisseur de la couche Pa et de profondeur du socle

2) Zone de roches du socle
   a) Environs de la faille granitique s'étendant aux environs de Saraya (Kondho etc.) : Il existe des forages existants à volume de pompage très important dans la zone environnante. La connaissance de cette structure bidimensionnelle est nécessaire parce que le développement de failles sans eau souterraine ou bien rendant son absence possible, et le développement d'une altération les accompagnant sont envisageables.
   b) Environs de Dalato dans la partie Nord de Saraya : La relation entre les digues de quartz reconnues sur la carte géologique et les forages existants doit être identifiée.
   c) Frontière guinéenne : Il existe des failles à dénivellation importante dont la structure sous l'escarpement sera identifiée. Il faut vérifier s'il s'agit simplement d'une différence de dureté du lithofaciès ou bien d'une particularité de la structure géologique.
   d) Environ d'IBEL : Des villages sont concentrés au sud des petites collines formées de roches basaltiques. Les forages existants y sont nombreux, forages privés y compris. La structure géologique aux environs de ces petites collines sera identifiée.

(2) Sélection des points

Dans cette étude, des prospections à profondeur maximale de 200 – 300 m (si possible 500 – 600 m) étaient exécutées à 45 emplacements dans des cuvettes, qui sont prévus pour permettre d'identifier la structure des cuvettes d'eau souterraines à carreaux dans les régions de Tambacounda et Matam. Ils sont répartis de manière à permettre la comparaison entre la structure de résistivité et la situation géologique souterraine réelle. Des prospections ont aussi été exécutées pour identifier les points de changement de la structure hydrogéologique considérée contrôler la distribution des eaux souterraines dans la zone des roches du socle. Les raisons de sélection de ces emplacements sur la base des conditions ci-dessus sont comme suit.

1) Zone où les courbes de niveau de profondeur sont discontinues.
2) Zone limite entre la zone des roches du socle et la zone des roches sédimentaires, où un changement de structure brutal est prévu.
3) Zone revêtant une grande importance si l'on considère la construction de nouveaux forages dans la zone limite ci-dessus.

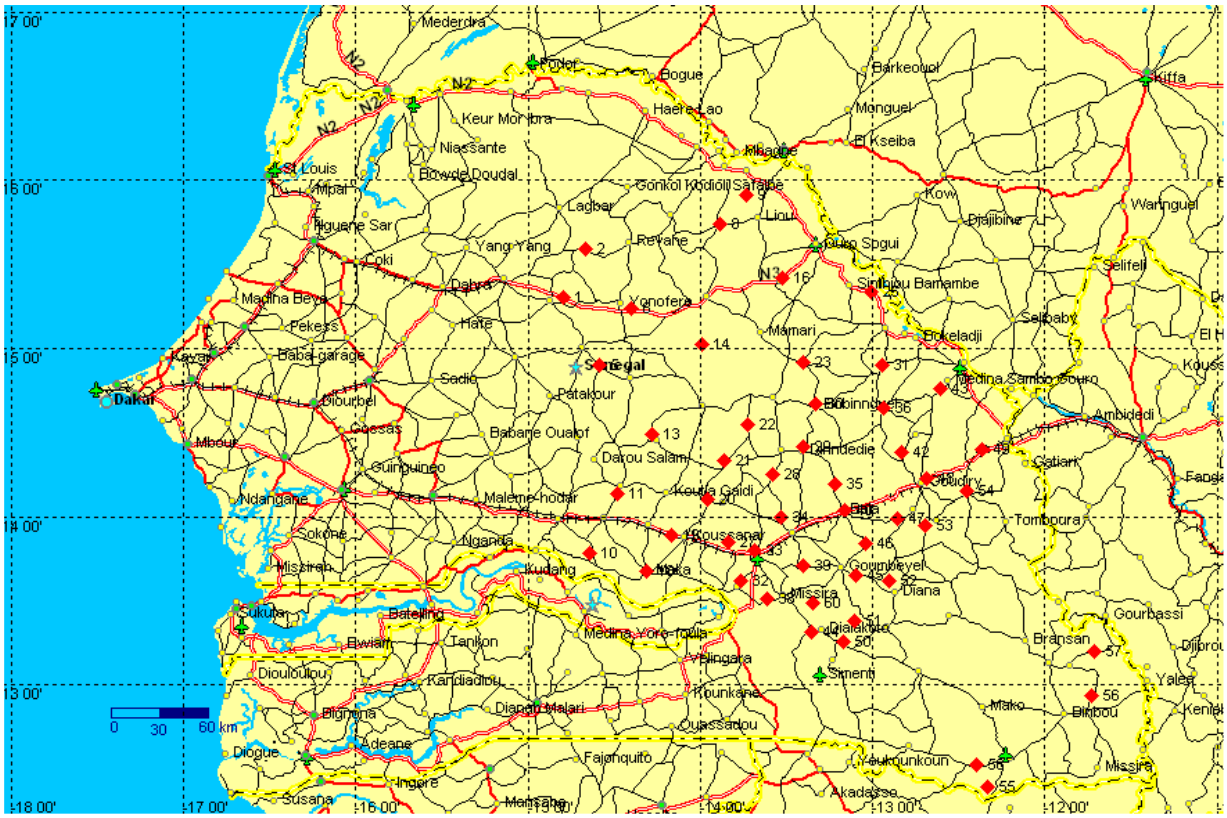


Figure 5-3-1 Emplacements de l'étude TDEM

Tableau 5-3-2 Coordonnées des emplacements de l'étude TDEM

Point de mesure	Latitude (°) N	Longitude (°) W	Point de mesure	Latitude (°) N	Longitude (°) W	Point de mesure	Latitude (°) N	Longitude (°) W
Zone sédimentaire			Zone sédimentaire			Zone sédimentaire		
1	15,29367	-14,78805	22	14,53448	-13,71767	40	14,02695	-13,15082
2	15,57463	-14,65897	23	14,90847	-13,39248	42	14,36930	-12,82320
5	14,88807	-14,57403	25	15,31983	-12,99812	43	14,74650	-12,59557
6	15,22738	-14,38960	27	13,83643	-13,82557	44	13,29770	-13,34737
8	15,72747	-13,87315	28	14,23825	-13,57282	45	13,63957	-13,08577
9	15,89752	-13,71968	29	14,40690	-13,38815	46	13,82703	-13,02990
10	13,77363	-14,63335	30	14,65585	-13,31973	47	13,97178	-12,84602
11	14,12587	-14,46748	31	14,89005	-12,93327	48	14,21585	-12,67647
13	14,47489	-14,26969	32	13,60663	-13,75393	49	14,39067	-12,35747
14	15,01522	-13,97720	33	13,78945	-13,67322	50	13,24302	-13,16020
16	15,40550	-13,51185	34	13,98480	-13,51843	51	13,36603	-13,09697
18	13,66178	-14,29842	35	14,18478	-13,20462	52	13,60208	-12,89415
19	13,87795	-14,15513	36	14,63073	-12,92790	53	13,93738	-12,68418
20	14,09060	-13,94523	38	13,49745	-13,59968	54	14,13740	-12,44298
21	14,32135	-13,85088	39	13,69990	-13,39337	60	13,47540	-13,33710
						Zone du socle		
						55	12,38488	-12,32053
						56	12,92427	-11,72065
						57	13,18408	-11,70537
						58	12,51332	-12,38485

(3) Principes de mesure

La bobine primaire placée sur le sol produira un champ magnétique, et le temps transitoire du champ magnétique existant sera mesuré. La variation de ce temps dépend de la valeur de résistivité et de la profondeur du corps résistant. Le champ magnétique stationnaire produit par le courant direct, qui passe dans la boucle au sol, génère un courant tourbillonnaire dans le sol en essayant de se maintenir en coupant le courant. Ce courant tourbillonnaire se diffuse dans le sol. Vu que la réponse transitoire du courant tourbillonnaire dépend de la résistivité au point où passe le courant, la mesure de la réponse transitoire du champ magnétique par récepteur de champ magnétique secondaire permet de connaître la structure de résistivité dans le sol. Le tableau donne les spécifications du matériel.

Tableau 5-3-3 Spécifications du matériel

Matériel	Modèle	Fabricant	Spécifications		Qté
Récepteur	PROTEM 37D	GEONICS	Durée de mesure	: 6µs à 800µs	1
			Fréquence de mesure: courant commercial @ 50 Hz	0,25 Hz, 0,625 Hz, 2,5 Hz, 6,25 Hz, 25 Hz, 62,5 Hz, 237,5Hz	
			Durée de mesure: (nombre de fois)	:2,4,8,15,30,60,120,240sec	
Emetteur	TEM37	GEONICS	Fréquence d'émission: courant commercial @ 50 Hz	: 2.5 Hz, 6.25 Hz, 25Hz	1
			Boucle d'émission	: 20x20m à 2000x2000m	
			Courant de sortie	: 30 amps maximum	
			Tension de sortie	: 20 à 160 volts	
	TEM47	GEONICS	Fréquence d'émission: courant commercial @ 50 Hz	25 Hz, 62,5 Hz, 237,5Hz	1
			Boucle d'émission	: 5x5m à 100x100m	
			Courant de sortie	: 2.5 amps maximum	
			Tension de sortie	: 1 à 9 volts	
Groupe électrogène	Honda-E2500	HONDA	Caractéristiques électriques	: 2800W/120V/400Hz/triphasé	1
Ligne électrique			Surface en coupe du fil central	3.5mm^2	800m

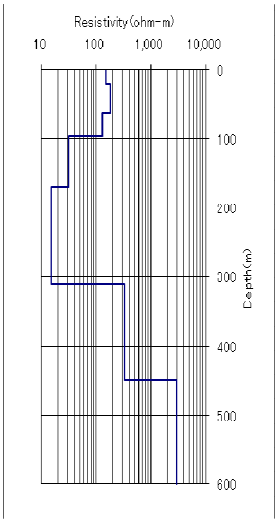
(4) Méthode de l'étude

Une boucle d'émission de forme rectangulaire a été mise en place, et le récepteur installé au centre de la boucle pour l'obtention des données. Une mesure a été également faite en un point distant de 10 m pour la vérification des données, et la répétitivité a été contrôlée. La profondeur d'adaptation des équipements étant variable, des émetteurs de deux types : TEM37 pour 500m et TEM47 pour 200m ont été utilisés pour l'obtention des données.

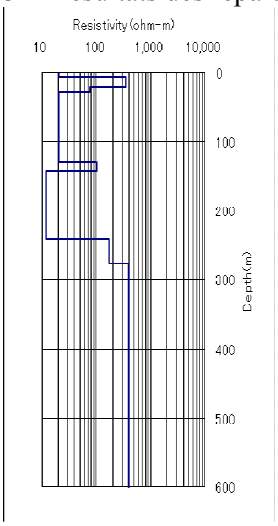
(5) Résultats

Les répartitions verticales de la résistivité mesurées aux différents emplacements sont indiquées ci-dessous.

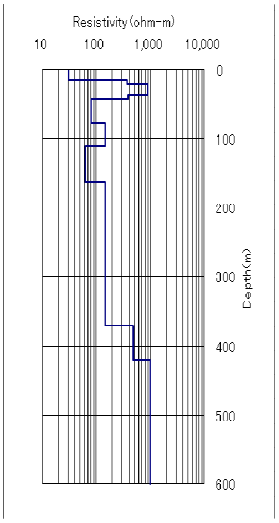
Tableau5-3-4 Résultats des répartitions verticales de la résistivité (1)



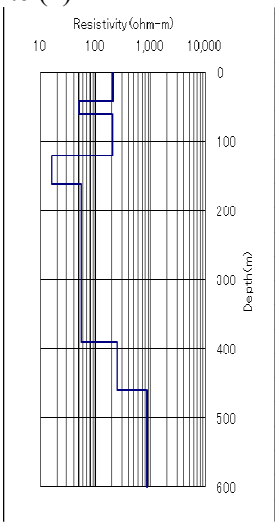
TDEM-1



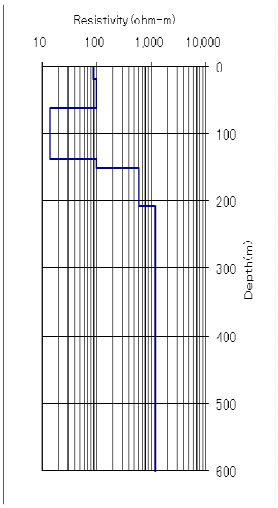
TDEM-2



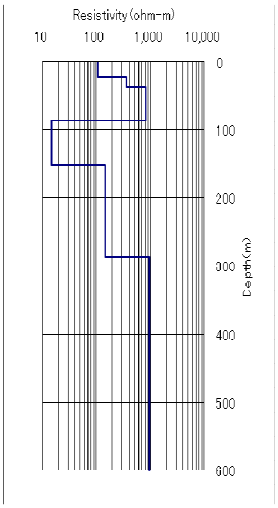
TDEM-5



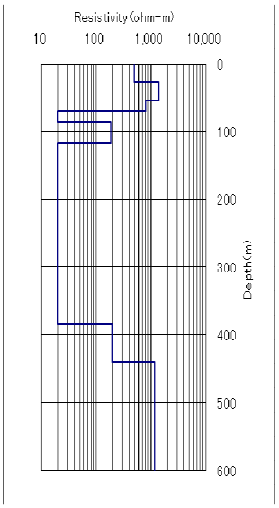
TDEM-6



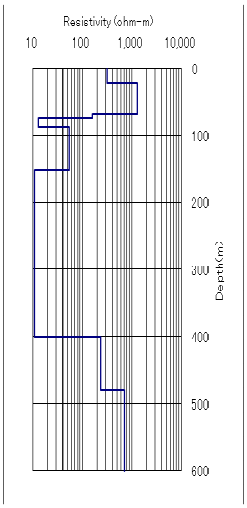
TDEM-8



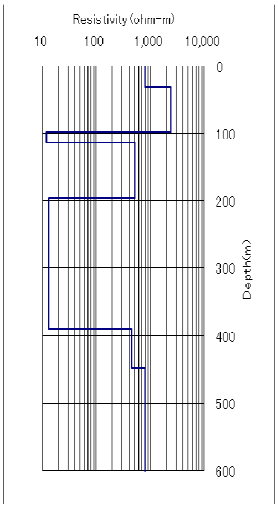
TDEM-9



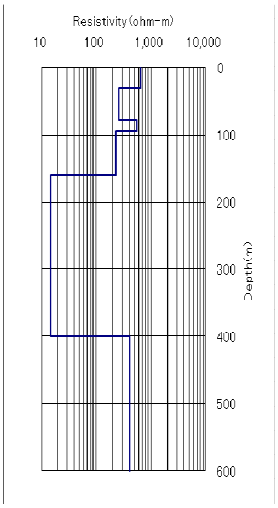
TDEM-10



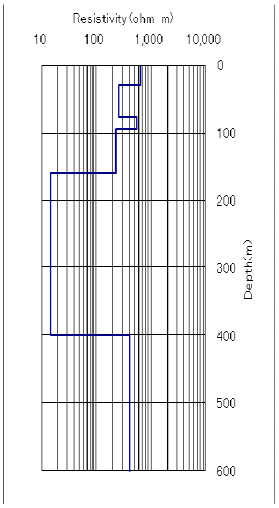
TDEM-11



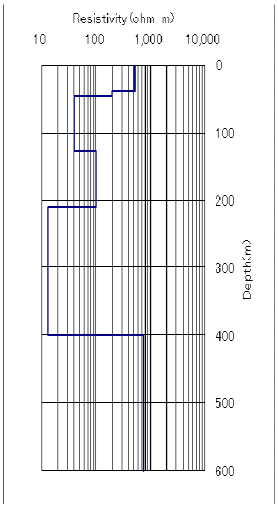
TDEM-13



TDEM-14

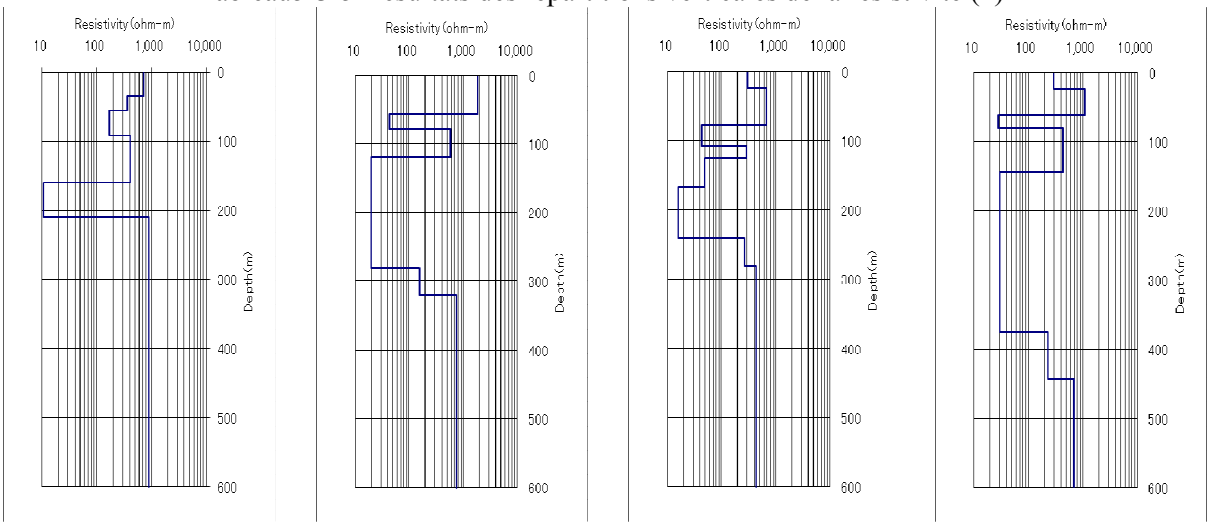


TDEM-16

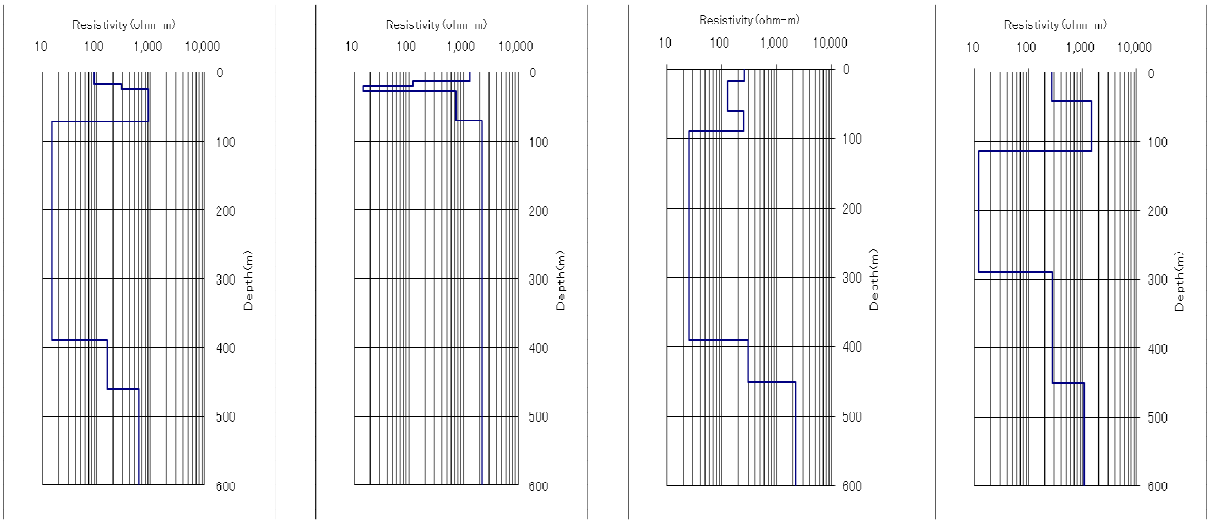


TDEM-18

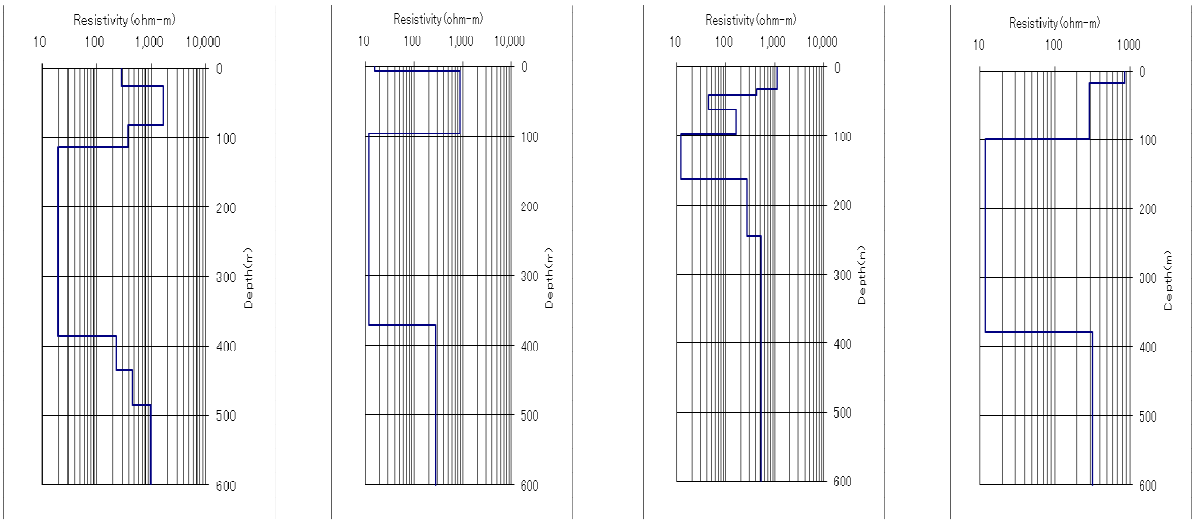
Tableau5-3-5 Résultats des répartitions verticales de la résistivité (2)



TDEM-19 TDEM-20 TDEM-21 TDEM-22

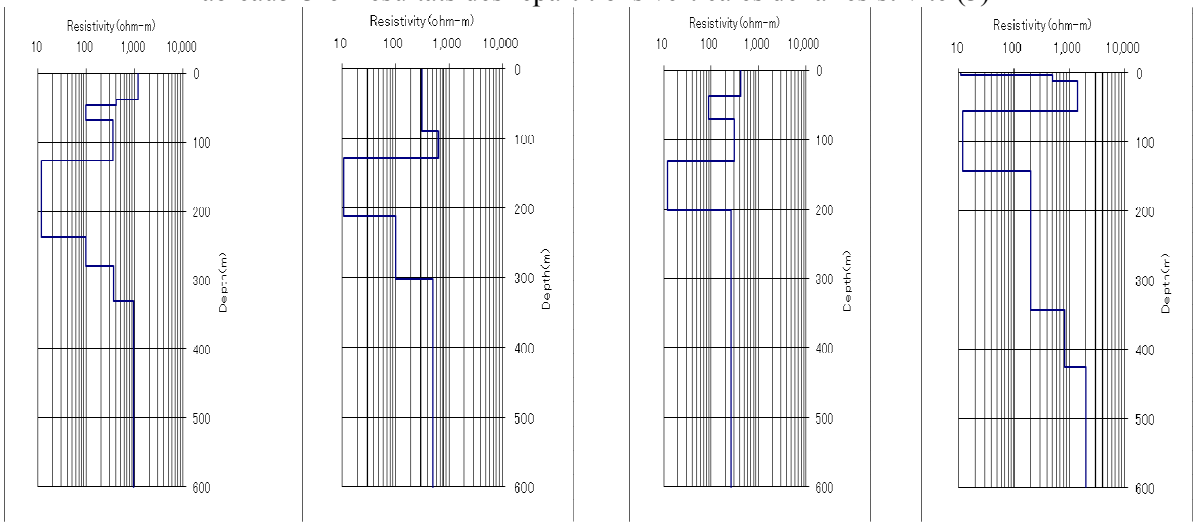


TDEM-23 TDEM-25 TDEM-27 TDEM-28

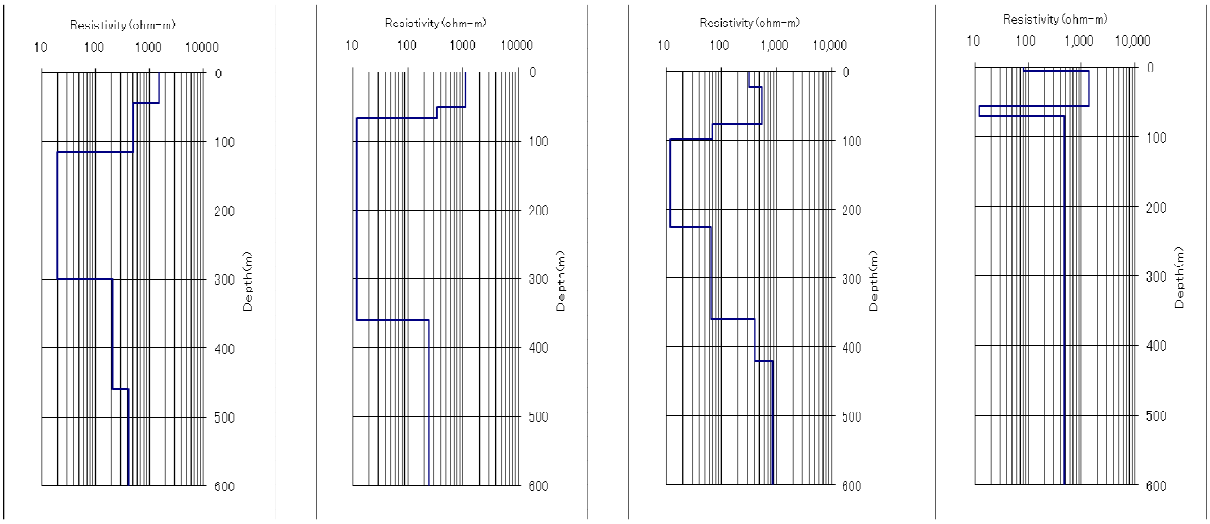


TDEM-29 TDEM-30 TDEM-31 TDEM-32

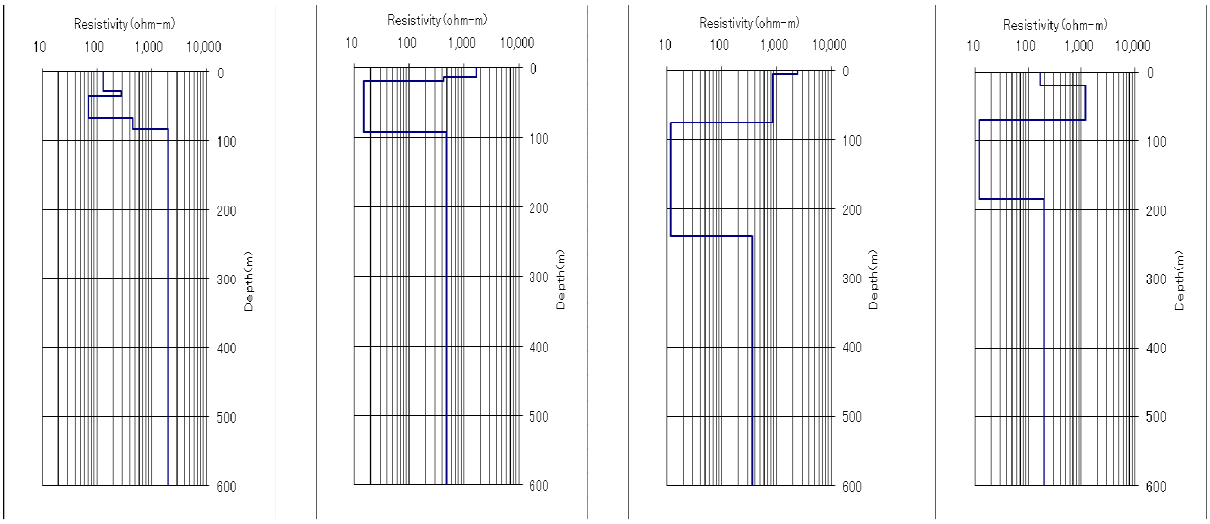
Tableau5-3-6 Résultats des répartitions verticales de la résistivité (3)



TDEM-33 TDEM-34 TDEM-35 TDEM-36

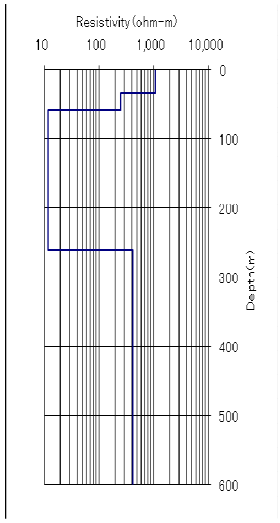


TDEM-38 TDEM-39 TDEM-40 TDEM-42

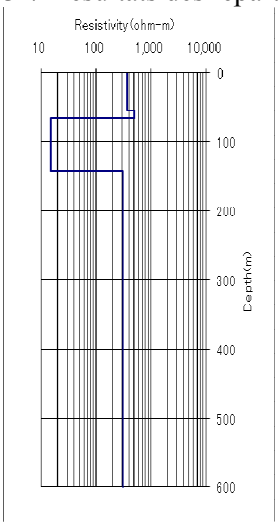


TDEM-43 TDEM-44 TDEM-60 TDEM-45

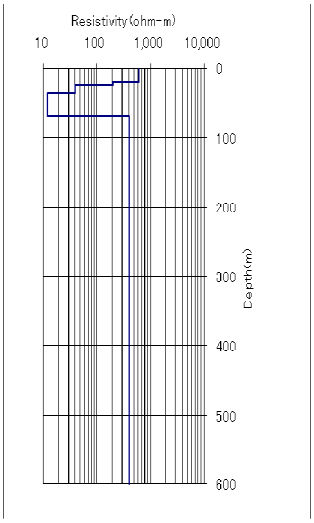
Tableau5-3-7 Résultats des répartitions verticales de la résistivité (4)



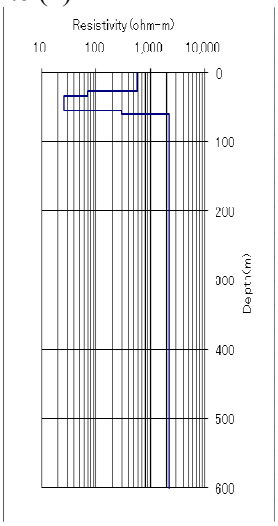
TDEM-46



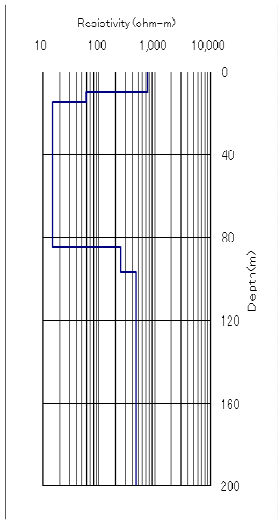
TDEM-47



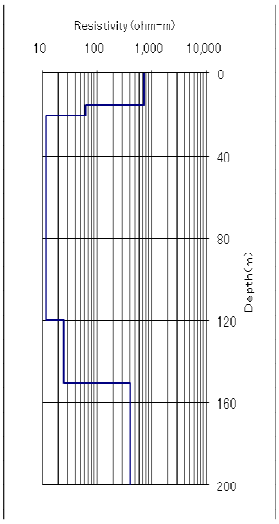
TDEM-48



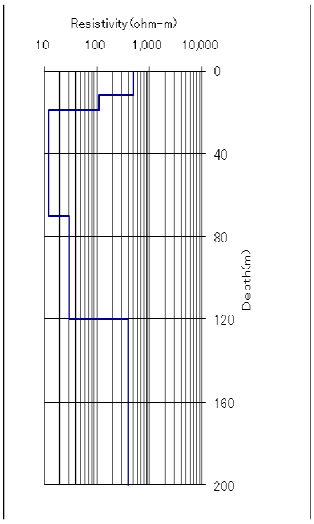
TDEM-49



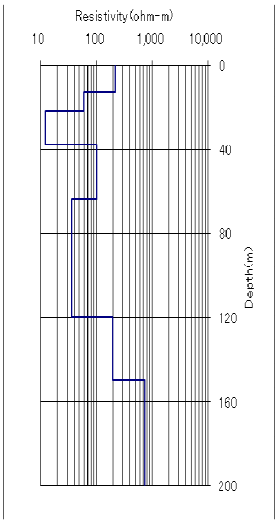
TDEM-50



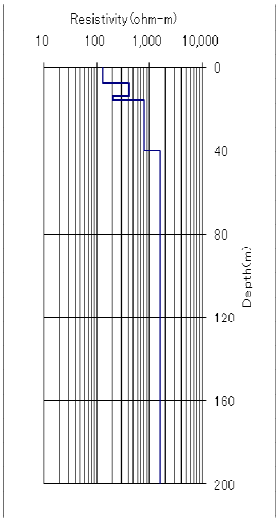
TDEM-51



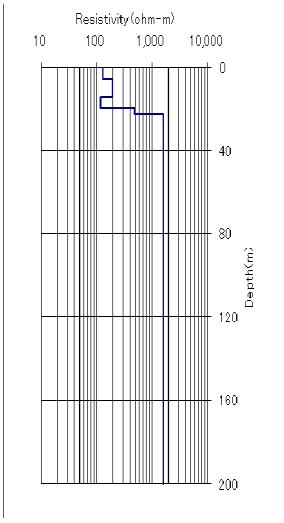
TDEM-52



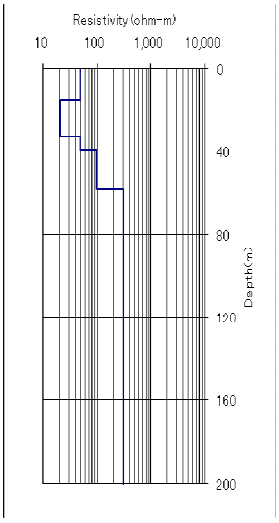
TDEM-53



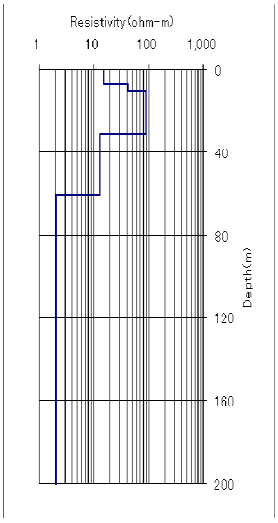
TDEM-55



TDEM-56



TDEM-57



TDEM-58

1) Zone de roches sédimentaires

① Dans la zone limite avec la zone de la couche sédimentaire, la profondeur des roches du socle augmente de 200 m en 20 km, avec une pente brutale d'approfondissement de 1%.

② L'épaisseur de la couche Pa augmente avec l'approfondissement des roches du socle. Quand la profondeur dépasse 300 m, on ne pas distinguer la différence entre les couches Pa et Ma, ou bien entre les couche Pa et roches du socle par valeurs mesurées, et il est difficile de porter un jugement sur l'évolution d'épaisseur de la couche Ma.

③ Après avoir atteint 100 m d'épaisseur, la couche Co reste de la même épaisseur.

④ La profondeur et l'épaisseur des couches, ainsi que la profondeur des roches du socle, baissent toutes à une pente brutale de 1% de 200 m en 20 km, dans la zone limite entre la zone de roches du socle et la zone de la couche sédimentaire.

⑤ La profondeur du socle dans la zone allant du Sud de Goudiry à Dialakoto n'a pas pu être saisie précisément, et a été analysée en tant que 2-3 fois la profondeur réelle. L'analyse est aussi faite en tant que couche de résistivité de 12 à 30 Ω.m pour la couche de résistivité de 200-700 Ω.m jusqu'à 20 m. Il y a effectivement une couche de sable-argile, mais d'une épaisseur de moins de la moitié.

Comme indiqué ci-dessus, la structure supposée à partir des documents de forages est qualitativement supportée, mais les erreurs quantitatives étant importantes, ces résultats n'ont pas été utilisés pour compléter numériquement la structure restant en blanc des forages existants.

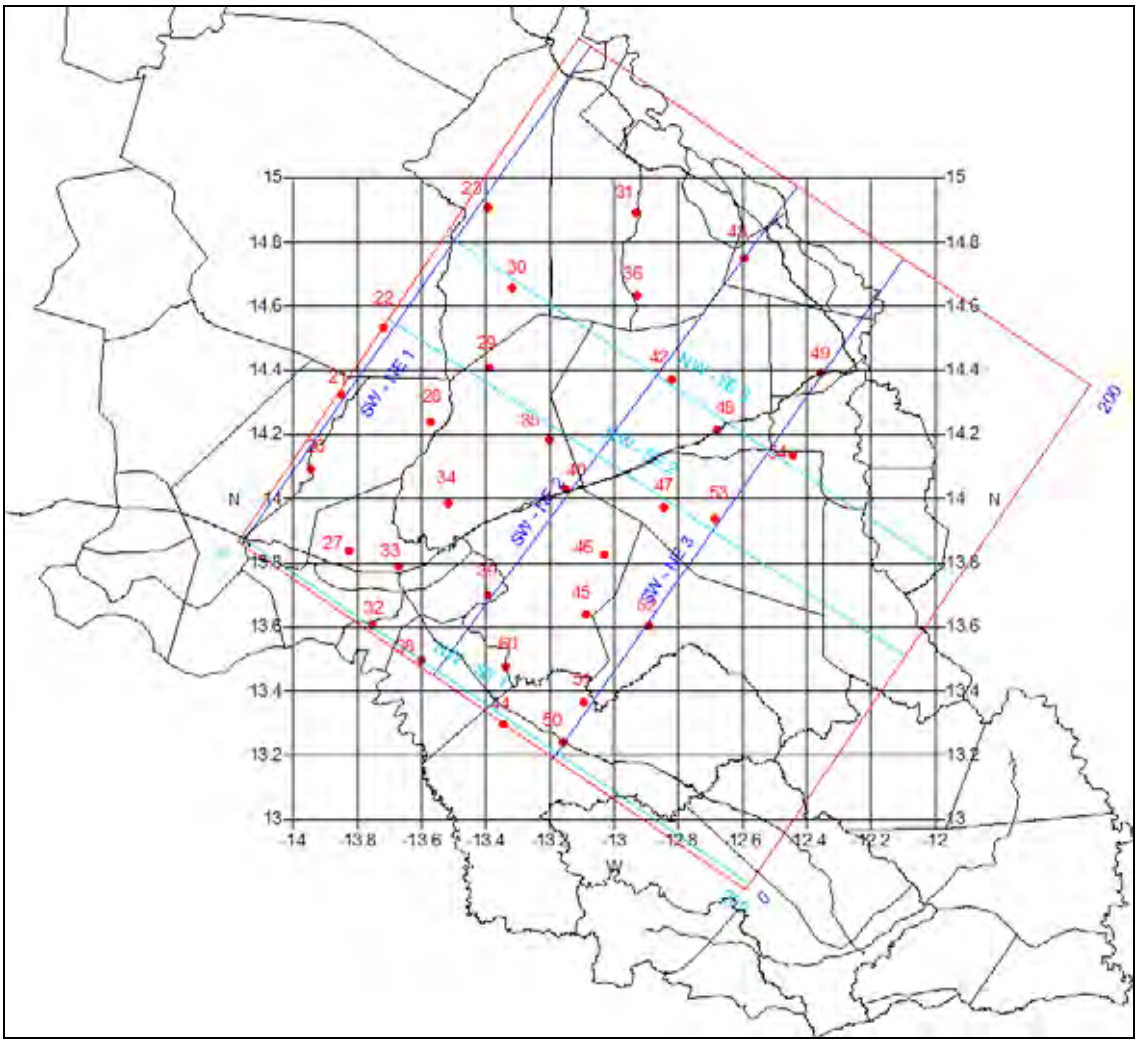


Figure 5-3-2 Points des levés TDEM et positions établies à partir de la coupe de résistivité

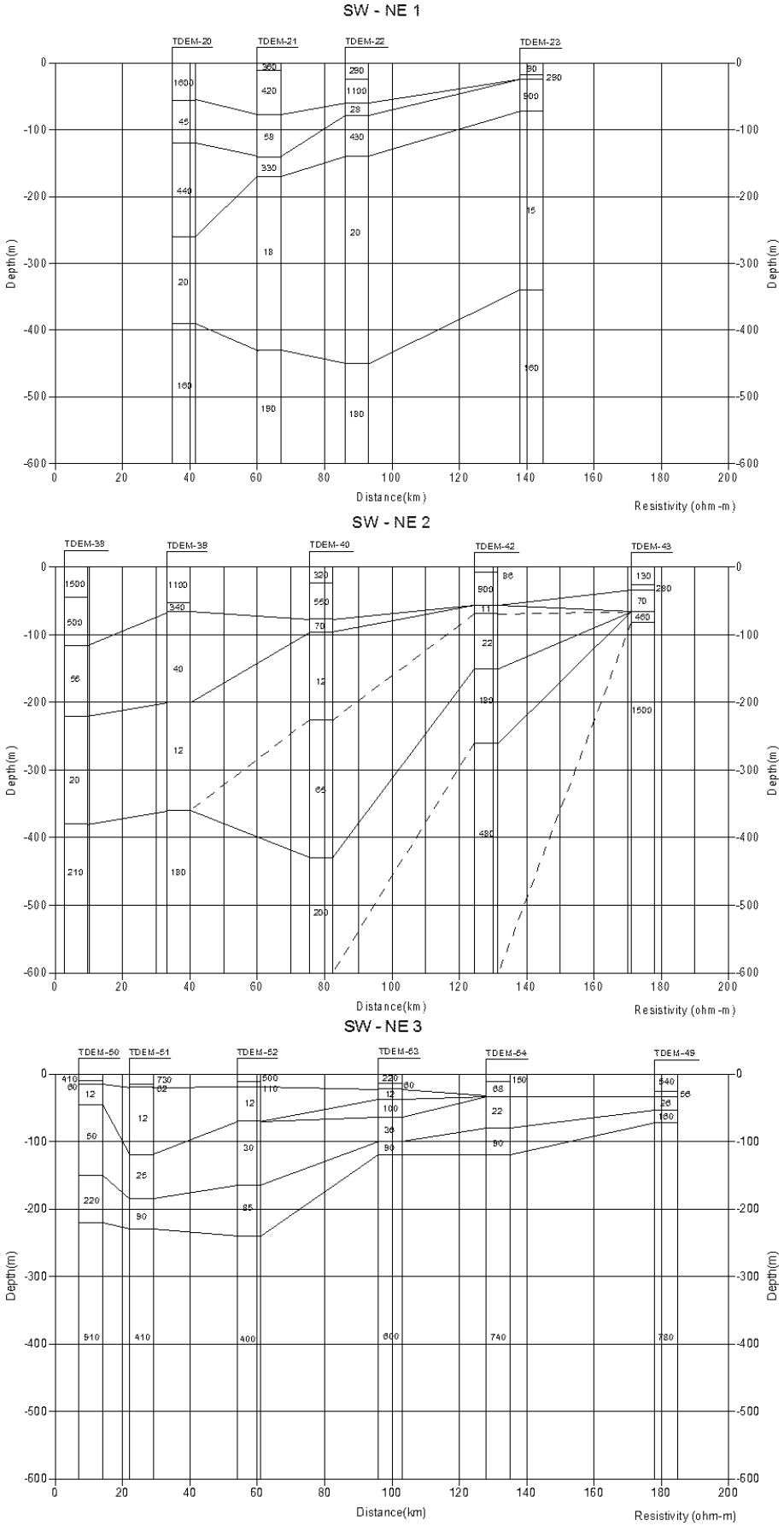


Figure 5-3-3 Coupe de résistivité utilisant les résultats de TDEM (1)

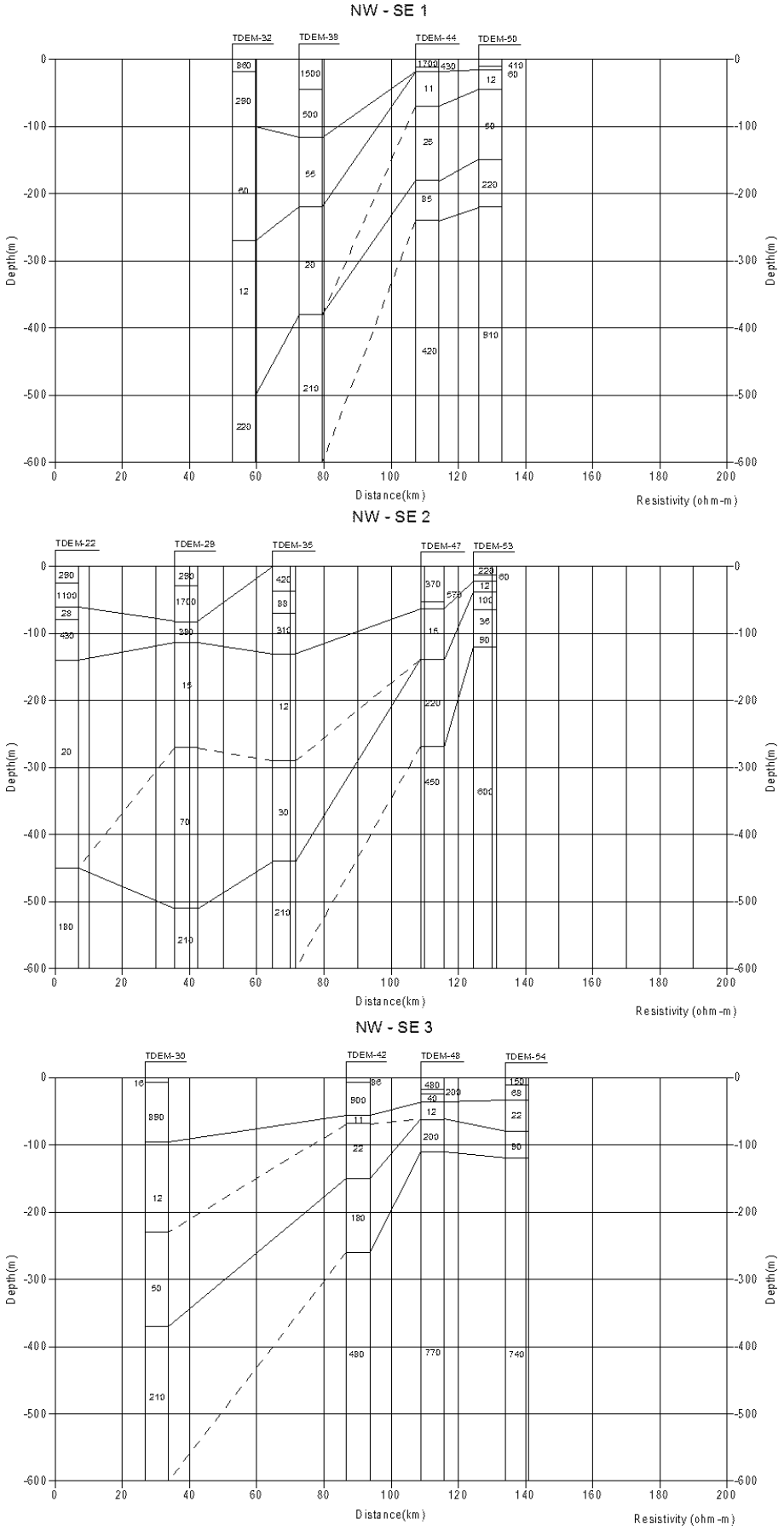


Figure 5-3-4 Coupe de résistivité utilisant les résultats de TDEM (2)

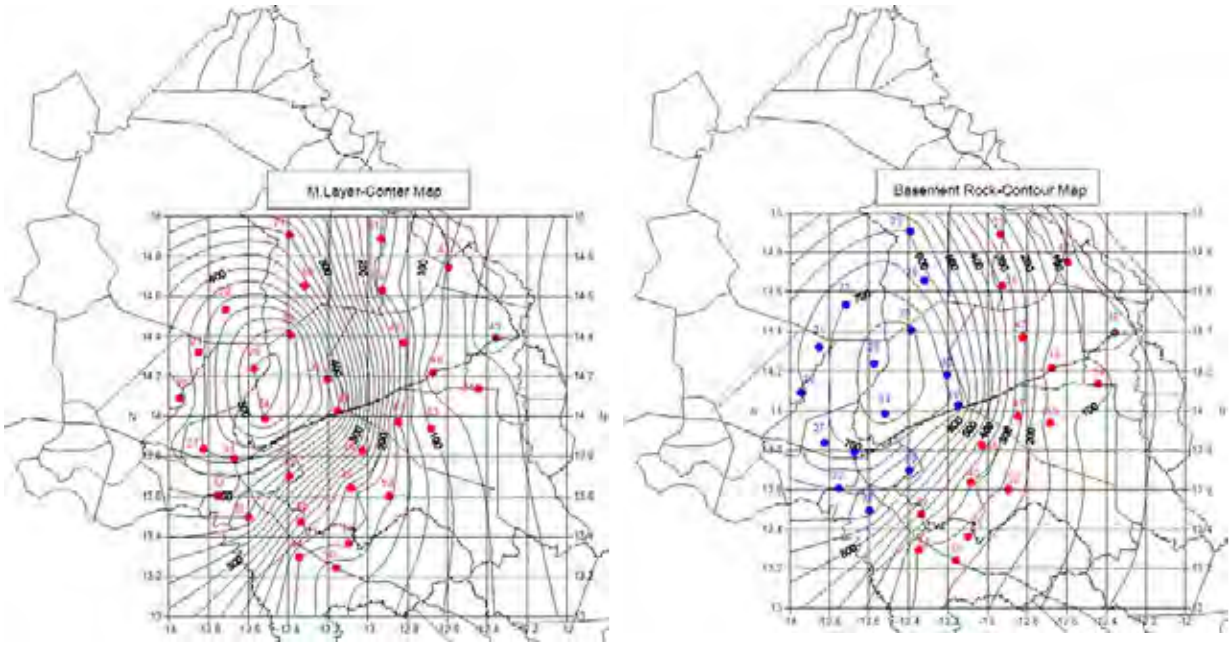


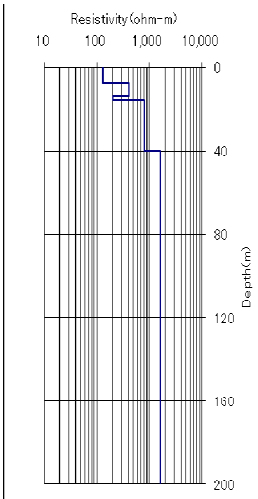
Figure 5-3-5 Carte isoplèthe de la couche du Crétacé (à gauche) et du socle (à droite) d'après TDEM (points bleus exclus de l'analyse)

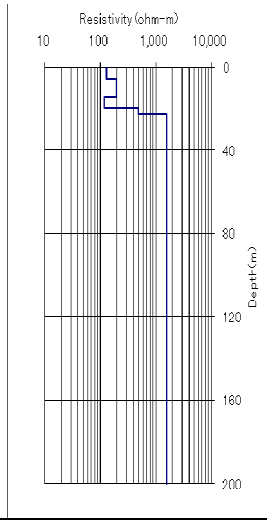
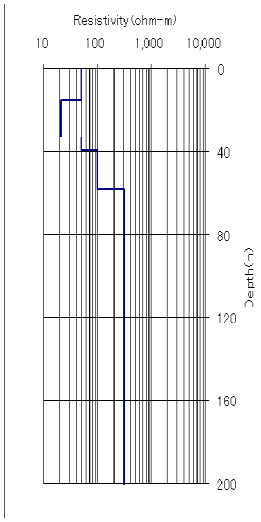
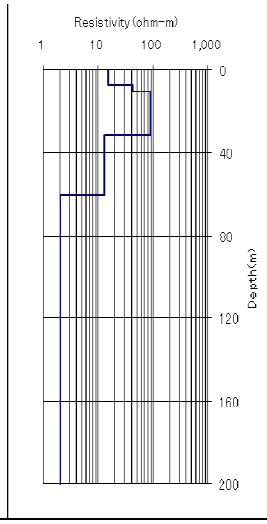
2) Zone du socle

La méthode TDEM peut être considérée comme plus efficace que la prospection électrique pour ce qui est de la détection des couches peu profondes. Toutefois, la prospection menée cette fois-ci n'a pas donné de résultats clairs, probablement en raison du fait que les fissures et les intrusions de quartz ne sont pas développées à l'horizontale.

La méthode TDEM ne peut être considérée comme avantageuse en comparaison avec la prospection électrique. Toutefois, dans le cas où les électrodes ne peuvent pas être introduites dans les roches car celles-ci affleurent en surface, cette méthode s'avère utile comme alternative pour mesurer la profondeur d'altération.

Tableau 5-3-8 Considérations sur la répartition verticale des résistivités

TDEM-55	Point de prospection : Frontière avec la Guinée
	Une faille ayant un important rejet vertical est présente à la frontière avec la Guinée. Une prospection a été réalisée afin d'identifier les structures au-dessous de l'escarpement de la faille. Le point de prospection est situé le long d'un marais. Les alentours de la cascade en amont du marais sont constitués de grès et de limons, et la fissure se développe sous forme de blocs. On peut par conséquent supposer que des structures identiques sont formées dans le sous-sol et qu'une résistivité moyenne se développe jusqu'aux parties en profondeur. Les résultats de l'analyse montrent une structure se caractérisant par une haute résistivité uniforme. Une résistivité de 1000 Ωm se remarque déjà à 20 m de profondeur et une mesure de 2000 Ωm a été également relevée à 40 m de profondeur.

TDEM-56 	Point de prospection : Alentours de CR Saraya, villages de Saraya et de Khondho Une fissure en granite a été confirmée dans cette région qui se caractérise par des puits ayant un volume extrêmement important de prise d'eau. Les résultats de l'analyse montrant une valeur de résistivité supérieure à 1000 Ωm à partir d'une profondeur de 20 m, ceci n'indique pas la présence d'une grande zone de broyage tectonique. A Saraya, la société Arcelor-Mittal a construit de nouveaux puits avec une aide financière en vue d'augmenter la desserte en eau mais les volumes espérés n'ont pas pu être obtenus.
TDEM-57 	Point de prospection : Alentours de CR Missirah Sirimina, village de Dalato La prospection a été menée afin d'identifier les relations entre les veines de quartz et les puits existants. Les résultats de l'analyse ont montré qu'une résistivité de moins de 100 Ωm se poursuivait jusqu'à 40 m, pour passer à 300 Ωm à de plus grandes profondeurs. La faible résistivité après 40 m peut s'expliquer par la présence principalement de schistes. Etant donné que le niveau d'eau statique est de 20 m, une altération se développe dans les endroits jusqu'à 40 m de profondeur, et l'on peut considérer qu'il s'agit d'une structure permettant d'obtenir facilement les eaux souterraines à partir de cette zone altérée. Si les relations directes avec les veines de quartz n'ont pu être établies, on peut considérer qu'il existe des relations entre la fréquence des veines de quartz et le développement de l'altération. Dans les villages présentant ce type de structures géologiques, on peut considérer que les occasions d'obtenir des volumes d'eau relativement importants seront élevées.
TDEM-58 	Point de prospection : Alentours de CR Banda Fassi, village d'IBEL Dans cette région se trouvent de nombreux puits ayant d'importants volumes de source, dont des puits privés, au sud des petites collines formées par des roches basaltiques. D'après les résultats de l'analyse, la résistivité est faible, avec moins de 10 Ωm à une profondeur de moins 40 m. On peut par conséquent considérer qu'il s'agit de limons. Si l'on tient également compte du fait que le puits de IBEL a une profondeur de 37 m, on peut supposer que la fissure se développe jusqu'à la profondeur de transformation du lithofaciès.

3) Précautions sur l'utilisation de la méthode TDEM

Comme pour la prospection électrique, cette méthode a tendance à donner des mesures du socle plus profondes dans les régions limitrophes entre les zones de roches du socle et les zones de roches sédimentaires, car la couche altérée des roches du socle est considérée par erreur comme une couche

de schistes ou une couche d'argile sableuse sèche. Par conséquent, il est difficile de faire la distinction sans avoir confirmé les véritables structures dans les régions limitrophes.

Par ailleurs, on peut considérer également que cela est dû, dans le cas d'une prospection dans un socle peu profond, au fait que les appareils n'ont qu'une faible puissance et que les données des parties en profondeur ne peuvent pas être obtenues. Par conséquent, il est nécessaire d'utiliser des appareils de grande puissance pour les prospections à plus de 200 m de profondeur.

5.3.2 Prospection électrique bidimensionnelle

(1) Objectifs
Les structures ci-dessous seront vérifiées.

- Vérification de la structure bidimensionnelle de la couche altérée du socle
- Dans la zone de transition, vérification de la structure bidimensionnelle du socle recouvert de la couche sédimentaire
- Vérification des structures complexes où des failles sont prévues
- Vérification pour savoir si la structure de résistivité est différente aux emplacements où de l'eau sort et aux emplacements éloignés

L'étude de la densité de population a montré que les zones ci-dessous étaient adaptées. Les emplacements d'exécution ont été sélectionnés après la reconnaissance sur le terrain. Les zones où la prospection géophysique sera exécutée sont celles indiquées en rouge sur la carte.

(2) Sélection des emplacements
Dans les régions du socle, il est difficile d'obtenir d'importants volumes de prise d'eau dans les forages servant de ressources en eau.Par conséquent elle sera effectuée dans les villages à population importante où un volume de pompage important est nécessaire. Elle sera aussi exécutée dans des villages à forages existants à volume de pompage relativement important pour collecter des données de référence. Les points ci-dessus ont servi de référence pour la sélection des sites.

- Villages permettant l'étude d'un d'approvisionnement en eau incluant les villages polarisés si un forage à volume de pompage important peut être obtenu
- Villages situés sur le socle parmi les villages au bord du fleuve Sénégal ou de la rivière Falémé permettant l'étude des eaux de sous-sol comme source d'eau

Tableau 5-3-9 Régions candidates pour la prospection électrique bidimensionnelle

CR		Village	Densité de la population	Géologie	Hydrogéologie	Accident de terrain	Choix
1	SARAYA	SARAYA	basse	Granites, zone de fissure	Présence de forages ayant des volumes de prise d'eau relativement importants	moyenne	○1
2	FNGOOLIMBI	FNGOOLIMBI	haute	Grès et quartzites	Présence d'une faille	importante	×
3	BANDA FASSI	IBEL	haute	Zone métamorphique avec schistes, etc.	Présence de collines de dolérites Zone de transition géologique	importante	○2
4	BANDA FASSI	Dinde Felo	haute	Grès et quartzites	Présence d'une faille	importante	○3
5	TOMBOROKONTO	TOMBOROKONTO	haute	Schistes et andésites	Le long du fleuve Gambie	moyenne	○4
6	DIMBOLI	KAFORI	basse	Limite schistes et grès/ quartzites	Limite	Plat	×
7	SALEMATA	ETHIOLO	haute	Limons et roches calcaires		moyenne	×
8	KHOSSANTO	KHOSSANTO BRANSAN	moyenne	Schistes	Inconnu	moyenne	○5 ○6

CR		Village	Densité de la population	Géologie	Hydrogéologie	Accident de terrain	Choix
9	BANI ISRAEL	DIANA	basse	Roches sédimentaires	Problème de profondeur du socle	Plat	×
10	BANI ISRAEL	DALAFING	basse	Roches sableuses et boueuses	Faille	Plat	×
11	DOUGUE	SOUTOUTA	basse	Roches sableuses et boueuses	Problème de profondeur du socle	Plat	×
12	SADATOU	LAMINA	basse	Schistes Basaltes métamorphiques, schistes	Le long de la rivière Falémé Géologie complexe Broyage tectonique espéré	Plat	×
13	SADATOU	TOUMBOURA	basse	Basaltes, roches sableuses et boueuses	Le long de la rivière Falémé Limons et roches calcaires	Plat	○7
14	SINTHIOU FISSA	TAKOUTALA	basse	Basaltes, roches sableuses et boueuses	Idem TOUMBOURA ci-dessus.	Plat	○8
15	SINTHIOU FISSA	YARIMALE	haute	Schistes, roches sableuses et boueuses	Limons et roches calcaires	Plat	○9
16	BELE	OURO SOULEY	basse	Limons	Flux souterrain peu probable car zone intérieure	moyenne	×
17	GABOU	BEMA	moyenne	Schistes et quartzites	Flux souterrain peu probable car zone intérieure	moyenne	×
18	BALOU	KOUNGANY	haute	Schistes	Flux souterrain	Plat	×
19	BALOU	GOLMY	haute	Limons et roches calcaires	Flux souterrain	Plat	×
20	BALOU	YAFERA GOLMY	haute	Limons et roches calcaires	Flux souterrain	Plat	○10
21	MOUDERY	GANDE	moyenne	Schistes Couche sableuse	Flux souterrain	Plat	○11
22	MOUDERY	DIAWARA	haute	Schistes	Flux souterrain	Plat	○12
23	BOKILADJI	Ganguel MAKA	moyenne	Schistes	Zone intérieure, limite	Légere	○13
24	BOKILADJI	NAMANDERI	haute	Schistes	Zone intérieure	Plat	○14

Tableau 5-3-10 Emplacements sélectionnés dans la zone d'exécution de la prospection électrique et bidimensionnelle et leur nombre

Région	Département	CR	Qté
Kédougou	Saraya	CR SARAYA 1 CR BANDAFASSI 2	3
	Kédougou	CR BANDAFASSI 2 CR TOMBOROKONTO 1	3
	Salemata	-	0
Tambacounda	Tambacounda	-	0
	Bakel	CR SADATOU 1 CR SINTOU FISSA 2 CR BALOU 2 CR MOUDERY 1	6
Matam	Kanel	CR BOKILADJI 2	2
Total			14

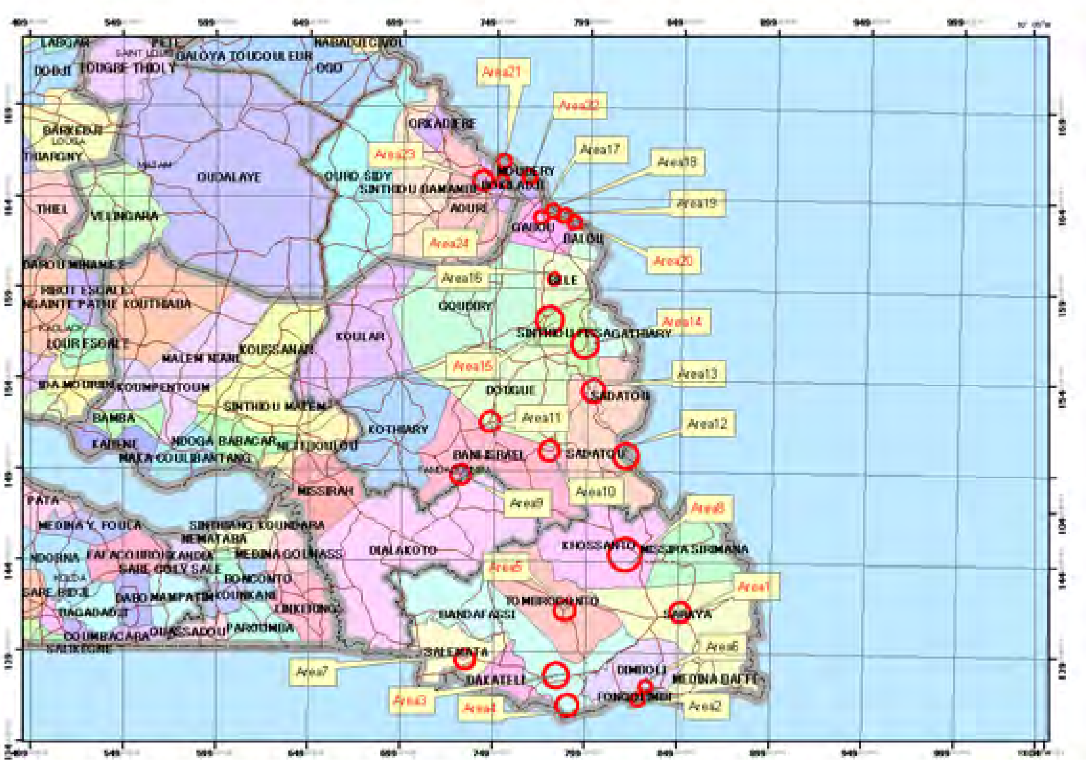


Figure 5-3-6 Emplacements candidats pour la prospection électrique bidimensionnelle (zone prévue indiquée en rouge) (La carte sera remplacée ultérieurement)

(3) Principes de mesure

La distribution des résistivités bidimensionnelles sera mesurée. Cela permettra la mesure des changements géologiques et des changements de profondeur d'altération, ainsi que des variations du niveau des eaux souterraines. La méthode de mesure à deux électrodes sera adoptée.

Tableau 5-13-11 Spécifications du matériel pour la prospection électrique bidimensionnelle

Matériel	Modèle	Fabricant	Spécifications		Qté
Résistivimètre	McOHM - 21 Model - 2116	OYO	Tension de sortie max.	: 200 V	1
			Courant de sortie max.	: 2,00mA	
Commutateur	Geo-electric-scanner Model – 2107A	OYO	32 canaux		1
Câbles de mesure	Câble à 16 fils centraux	ESS	Intervalle de mesure 10 m 1 ligne, 16 électrodes, env. 160 m		2
Rallonge de câble de mesure	Câble à 16 fils centraux	ESS	1 ligne, 100 m		2
Bâton électrode	Armature ronde		Dia. ext. 10 mm, longueur 50 cm		60
Câble pour électrode éloignée	Fourniture du Japon		Dia. 1,25 mm		2,000m
Batterie	Fourniture locale	Koba	12V,70AH		2

(4) Méthode de l'étude

La longueur des câbles de mesure a été fixée entre 320 et 640 m. Etant donné que des obstacles devront être éliminés pour assurer une ligne droite de plus de 300 m, les câbles de mesure seront placés à l'extrémité des villages. Comme le sens des câbles de mesure sera ajusté sur le déplacement indiqué sur la carte géologique, mais les câbles seront placés sur de petits chemins en donnant la priorité à la facilité de mise en place parce que les buissons sont nombreux.

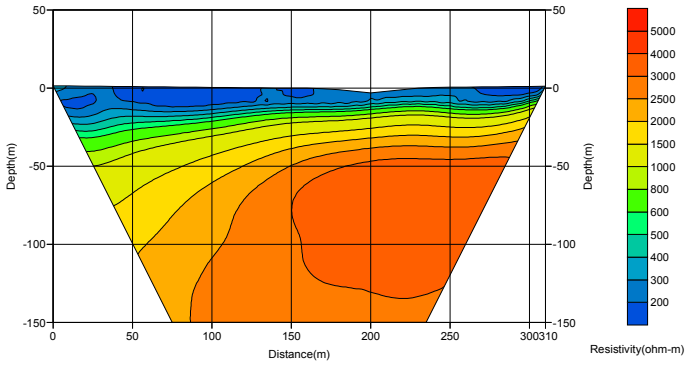
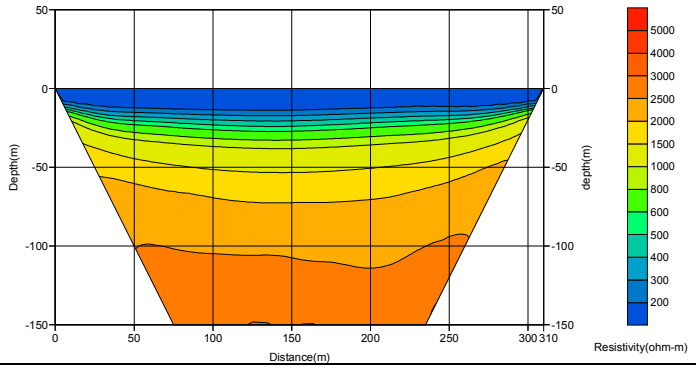
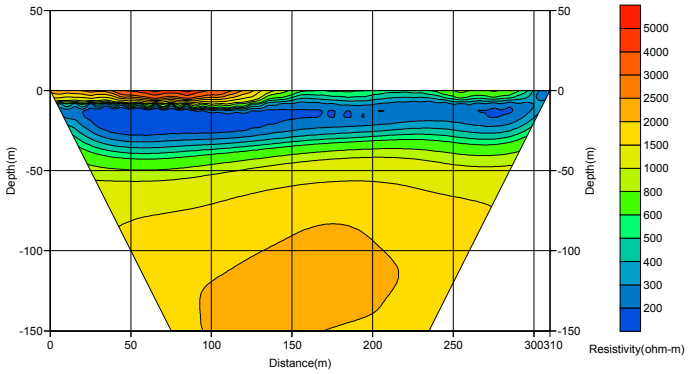
(5) Résultats

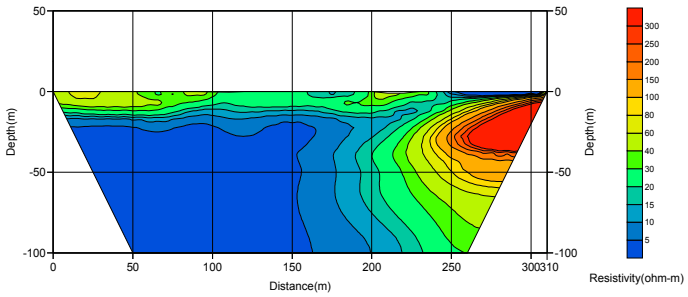
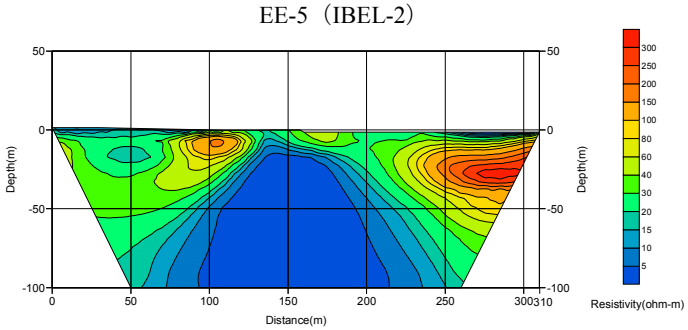
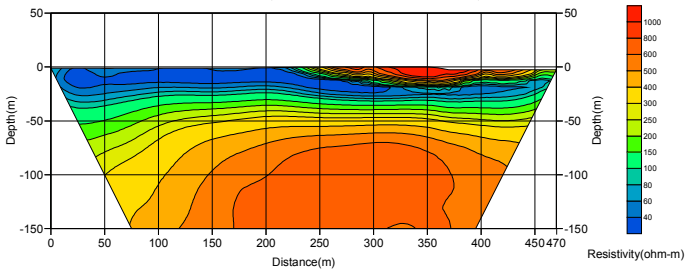
Le Tableau 5-3-12 donne les informations géographiques sur les points d'étude et la longueur des câbles de mesure. Le Tableau 5-3-13 indique les résultats de l'analyse et les considérations.

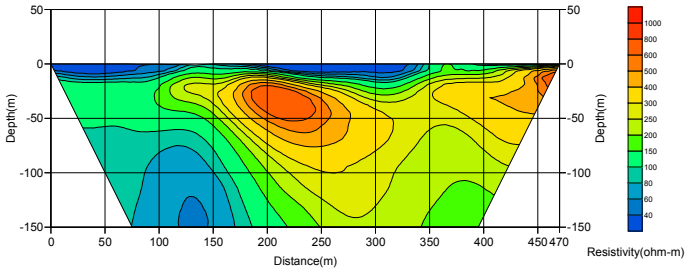
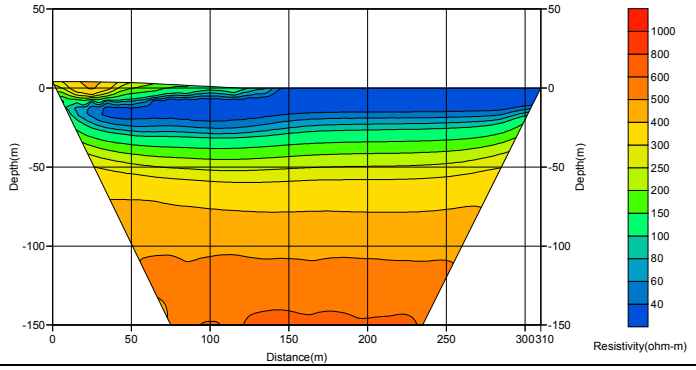
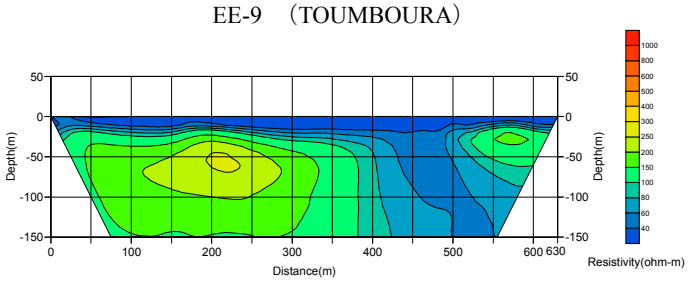
Tableau 5-3-12 Aperçu de la prospection électrique bidimensionnelle

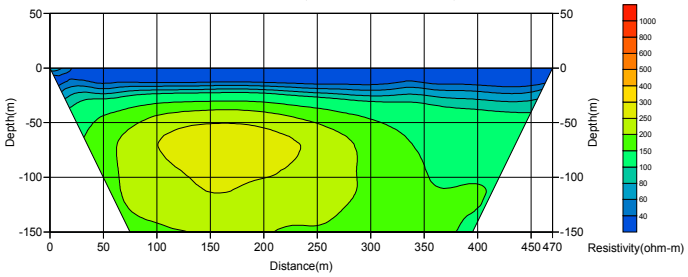
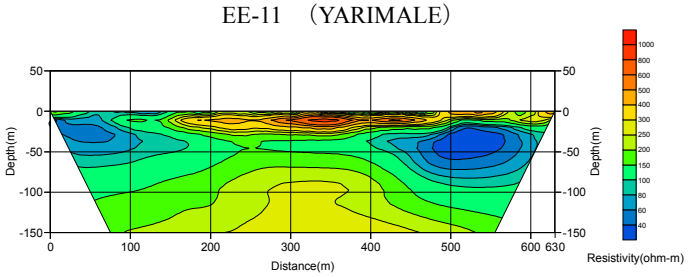
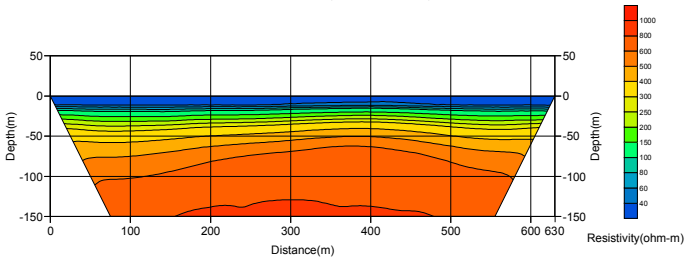
Nombres	CR	Village	Date	Direction	Géologie de la surface de la terre
EE 1	Saraya	Saraya1	27/11	170	Granit
EE 2	Saraya	Saraya2	27/11	80	Granit
EE 3	Bandafassi	Dindefelo	29/11		Schiste, Quartzite
EE 4	Bandafassi	Ibel1	26/11	80	Pierre à chaux, Quartzite
EE 5	Bandafassi	Ibel 2	26/11	170	Pierre à chaux, Quartzite
EE 6	Tomboronkot	Tomboronkot	30/11	80	Schiste, Andésite
EE 7	Khossanto	Khossanto	28/11	60	Schiste
EE 8	Khossanto	Bransan	28/11	70	Schiste
EE 9	Sadatou	Toumboura	2/12	100	Basalte, Grès
EE 10	Takoutala	Takoutala	1/12	100	Basalte, Grès
EE 11	Sinthiou Fissa	Yarimalo	8/12	0	Schiste
EE 12	Sinthiou Fissa	Yafera	7/12	60	Schiste
EE 13	Moudery	Gande	5/12	70	Schiste
EE 14	Moudery	Diawara	6/12	20	Schiste
EE 15	Bokiladji	Ganguel Maka	3/12	30	Schiste
EE 16	Bokiladji	Namendari	4/12	20	Schiste

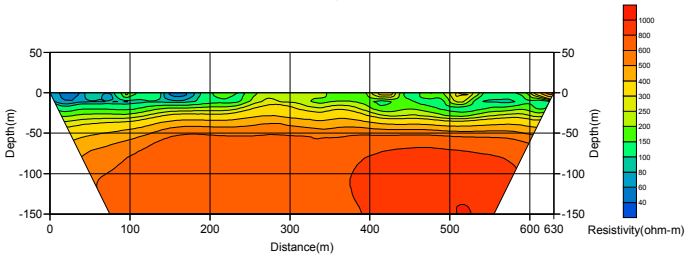
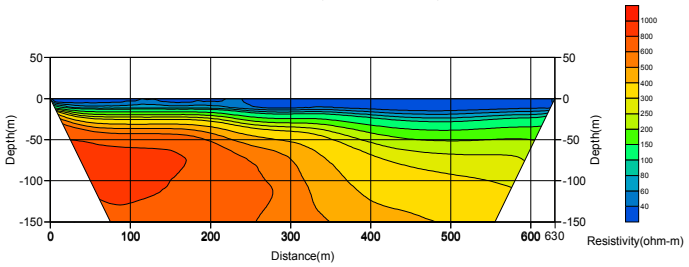
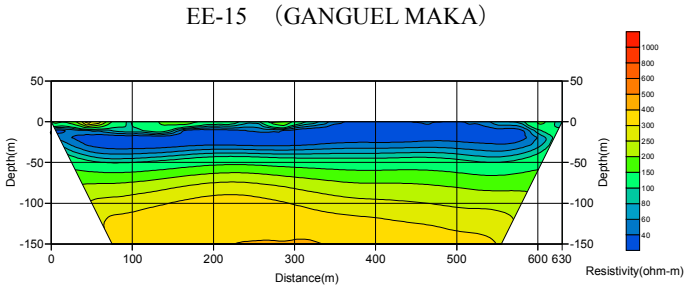
Tableau 5-3-13 Résultats de la prospection électrique bidimensionnelle

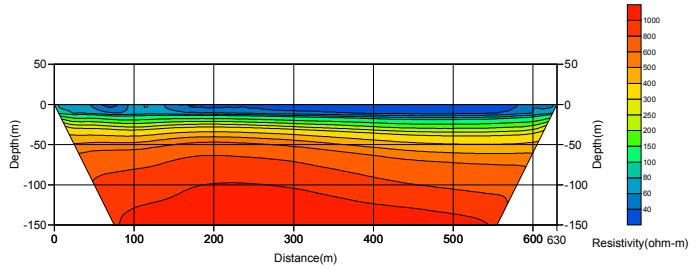
	Premières estimations d'analyse
EE-1 （SARAYA-1）  	Géologie : Granites （Surface : Des grains de quartz sont souvent présent à la surface du sol, et il s'agit d'un sol altéré granitique type. Ligne de mesure (axe horizontal) : Forage existant aux alentours de 0 m. Ligne de mesure (axe horizontal) : Rivière asséchée existant aux alentours de 460 m. Explications : On considère que la profondeur d'altération au point de départ de la mesure est d'environ 30 m qu'elle est de 10 m environ au point de fin.
EE-2 （SARAYA-2）  	Géologie : Granites Surface : Plate Explications : La ligne de mesure (axe horizontal) est perpendiculaire à la Ligne EE-1, les alentours du point de fin de la ligne de mesure (310 m) sont éloignés d'environ 30 m des alentours du centre de la ligne de mesure EE-1. Il s'agit grosso modo d'une structure horizontale et l'altération aux alentours du centre est légèrement plus épaisse, mais ceci semble être dû à l'influence de la route en graviers dans la partie centrale.
EE-3 （DINDEFELO）  	Géologie : Grès et quartzites Surface : Les grès et les quartzites affleurent et une cuirasse se développe du centre de la ligne de mesure (axe horizontal) jusqu'au point de fin. Explications : Le relief étant très accidenté, des transformations importantes étaient prévues. Toutefois, les résultats ont confirmé une structure horizontale. Ligne de mesure (axe horizontal) : Une partie de haute résistivité se trouve dans la couche de surface de la première moitié, ce qui indique la présence de la cuirasse. Le socle présentant une résistivité relativement élevée, on peut supposer qu'il s'agit d'une masse rocheuse sicilieuse. Comparaison avec les résultats TDEM : Les structures de résistivité correspondent et la puissance de résolution est équivalente.

	Premières estimations d'analyse
EE-4（IBEL-1）  	Géologie : Schistes ou roches calcaires Surface : Sol altéré de type limoneux. Le terrain est plat mais une falaise se trouve à 100 m environ au nord de la ligne de mesure (axe horizontal). Explications : La ligne de mesure (axe horizontal) est parallèle à la montagne. Comme la profondeur au-delà de 20 m de la première moitié de la ligne de mesure (axe horizontal) correspond à une couche de faible résistivité de moins de 5 ohms-m, on peut considérer qu'il s'agit d'une couche transformée en boues ou constituée de limons. Il s'agit d'une valeur que l'on ne trouve pas habituellement. La géologie est différente dans la seconde moitié de la ligne. Comparaison avec les résultats TDEM : Les structures de résistivité correspondent et la puissance de résolution est équivalente.
EE-5（IBEL-2）  	Géologie : Schistes ou roches calcaires Surface : 0 m de la ligne de mesure (axe horizontal) correspond au pied de la falaise. Le forage est situé approximativement aux alentours du centre. Explications : La ligne de 140 m de distance croise la ligne EE-4 à 130 m à angle droit. De la même manière, une couche de faible résistivité de moins de 5 ohms-m est présente, mais elle est limitée aux alentours du centre de la ligne de mesure (axe horizontal). La seconde moitié présente des tendances identiques à la seconde moitié de la ligne EE-4. La première moitié de la ligne de mesure (axe horizontal) est constituée de sédiments provenant de la région montagneuse de quartzites et de grès. Des transformations du relief indiquant des modifications de la résistivité dans la seconde moitié ne sont pas confirmées. Comparaison avec les résultats TDEM : Les structures de résistivité correspondent et la puissance de résolution est équivalente.
EE-6 （TOMBORONKOTO）  	Géologie : Schistes Surface : Le relief est très accidenté, avec de petites collines présentes un peu partout. Une cuirasse se développe à la surface du sol à partir de la seconde moitié du centre. Explications : Etant donné la complexité du relief, des structures complexes ont été supposées mais elles ne présentent pas de changements. La baisse de la courbe de niveau de résistivité de la première moitié de la ligne de mesure (axe horizontal) est probablement due à une différence d'altération. La profondeur d'altération est supposée être de 25 m environ.

	Premières estimations d'analyse
EE-7 （KHOSSANTO）  	Géologie : Schistes et quartzites Surface : Relief légèrement ondulé. Mauvaise perméabilité. Un forage se trouve aux alentours de 0 m de la ligne de mesure (axe horizontal), des marais aux alentours de 130 m et de petites collines (d'environ 2 m) après 300 m. Des fragments de quartz se trouvent à la surface du sol. Explications : Un petit relief de marais se trouve aux alentours de 133 m de la ligne de mesure (axe horizontal) mais, à partir de là, les caractéristiques géologiques semblent être différentes du point de départ jusqu'au point de fin. Etant donné que les courbes de niveau de résistivité présentent de nombreuses variations malgré le relief plat dans l'ensemble, on peut considérer que la région a subi un métamorphisme. Les alentours de 350 m de la ligne de mesure (axe horizontal) sont considérés comme une ligne géologiquement faible. Comparaison avec les résultats TDEM : De grandes différences avec les résultats de la prospection et pas de concordance. Il s'agit de schistes mais l'on trouve des quartz au fur et à mesure que l'on descend en profondeur, les fissures ne se développent pas et les volumes d'eau de décharge sont peu importants. Normalement, une valeur de résistivité plus élevée devrait être enregistrée.
EE-8 （BRANSAN）  	Premières estimations d'analyse Géologie : Schistes et quartzites Surface : Un forage se trouve au centre de la ligne de mesure (axe horizontal). De petites collines se trouvent dans la seconde moitié à partir du centre. Explications : Une couche de haute résistivité se trouve dans la couche de surface de la première moitié de la ligne de mesure (axe horizontal). Il s'agit grosso modo d'une structure horizontale. Une couche altérée est répartie sur une épaisseur relativement importante.
EE-9 （TOUMBOURA）  	Premières estimations d'analyse Géologie : Limons et roches calcaires Surface : Des basaltes affleurent dans le fleuve (la couleur est pâle et l'on considère qu'il s'agit de grès). On suppose que cela indique des structures complexes. Explications : La ligne de mesure est verticale par rapport au fleuve. Le socle semble être composé de basaltes, mais comme la résistivité est comprise entre 100 et 300 ohms-m, il s'agit probablement d'une masse rocheuse altérée et transformée, comportant beaucoup de fissures. La structure est horizontale jusqu'à 400 m de la ligne de mesure (axe horizontal) mais, aux alentours de 400 à 500 m, la courbe de niveau de résistivité montre une tendance verticale et l'on peut supposer qu'il s'agit d'une masse rocheuse tendre particulièrement altérée.

	Premières estimations d'analyse
EE-10 （TAKOUTALA）  	Géologie : Limons et roches calcaires Surface : Des basaltes sont exposés dans le fleuve. La conductivité électrique de l'eau du forage est élevée, avec 400 mS/m environ. Explications : La ligne de mesure a été tracée verticalement par rapport au fleuve. Les basaltes semblent former le socle, mais la teneur en sel est élevée dans les forages à proximité. La couche de sédiments semble aller de 10 à 20 m et elle est légèrement plus épaisse, aux alentours du point de fin de la ligne de mesure. La résistivité est faible en raison de la présence d'eau saline ou de limons dans les basaltes. Les basaltes ne forment pas de grosses roches et ils présentent quelques fissures ou ils sont transformés dans une étroite plage géologique. Comparaison avec les forages d'essai : Concordance avec les résultats de la prospection. Des schistes se trouvent jusqu'à 30 m de la ligne de mesure (axe horizontal) et des basaltes à une plus grande profondeur. La résistivité est élevée pour les basaltes eux-mêmes, mais les fissures sont remplies d'eau saline.
EE-11 （YARIMALE）  	Géologie : Schistes Surface : Plate, avec surface du sol limoneuse mais de petites collines (1 m) se trouvent aux alentours de 400 m de la ligne de mesure, avec présence de fragments de roches comme des quartz et des feldspaths. En outre, un forage avec pompe manuelle avec un petit volume de pompage se trouve aux alentours de 20 m. La hauteur du niveau d'eau semble être de 40 m environ. Explications : Une couche de haute résistivité se trouve à la partie de surface. Les valeurs de résistivité inférieures à 100 ohm-m semblent correspondre à la profondeur de la couche faiblement altérée et au socle, mais une couche de faible résistivité existe au début et à la fin de la ligne de mesure. Comparaison avec les forages d'essai : Les schistes de faible résistivité à plus de 30 m de profondeur correspondent aux résultats de la prospection. Toutefois, les structures ne sont pas séparées au niveau d'eau statique de 50 m environ. Ceci semble refléter les résultats indiquant qu'il n'y a pratiquement pas de fissures.
EE-12 （YAFERA）  	Géologie : Schistes et quartzites Surface : Plate le long du fleuve, et immergée durant la saison des pluies. Des collines de schistes et de quartzites ont été confirmées dans un endroit éloigné de 3 km environ. Le forage du village n'a qu'un petit volume de pompage en raison des schistes. Des nombreux puits sont présents. Des roches ne sont pas confirmées dans les puits d'une profondeur de 20 m environ. Explications : Il s'agit presque entièrement d'une structure horizontale. D'après les résultats, la couche de sédiments limoneuse devrait avoir environ 10 m. En tenant compte du fait que la zone est immergée pendant la saison des pluies, on peut considérer que la couche alluvionnaire n'est pas particulièrement épaisse. La profondeur d'altération est comprise entre environ 30 et 50 m, mais la puissance de résolution de la profondeur est faible et il est difficile d'indiquer clairement l'utilisation des flux souterrains.

	Premières estimations d'analyse
EE-13 （GANDE）  	Géologie : Schistes et quartzites Surface : Plate le long du fleuve. Le niveau d'eau des puits correspond environ au niveau d'eau du fleuve. L'élévation de l'emplacement du village jusqu'à la surface du fleuve est de plus de 10 m, mais il n'y a pas de roches exposées. Explications : Il s'agit presque entièrement d'une structure horizontale. La couche sédimentaire est supposée avoir de 20 à 40 m. La profondeur d'altération est comprise environ entre 30 et 50 m mais la puissance de résolution en profondeur est faible et il est difficile d'identifier clairement l'utilisation des flux souterrains. Comparaison avec les forages d'essai : Concordance avec les résultats de la prospection et des quartzites de haute résistivité se trouvent à une plus grande profondeur que 25 m.
EE-14 （DIAWARA）  	Géologie : Schistes et quartzites Surface : Plate le long du fleuve. Le niveau d'eau des puits correspond environ au niveau d'eau du fleuve. L'élévation de l'emplacement du village jusqu'à la surface du fleuve est de plus de 10 m, mais il n'y a pas de roches exposées. Un lac en croissant touchant le fleuve se forme durant la saison des pluies au point de fin de la ligne de la mesure. Explications : La ligne de mesure a été tracée à la verticale par rapport au fleuve. Une structure horizontale se retrouve jusqu'à 200 m de la ligne de mesure (axe horizontal) mais les courbes de niveau de résistivité s'abaissent progressivement à partir de 200 m. La haute résistivité correspond à des quartzites mais il est impossible de déterminer si la baisse de résistivité est due à la transformation en schistes ou à une différence de développement de la couche altérée. La couche de sédiments de la couche de surface ne présente pas de grandes variations. Comparaison avec les forages d'essai : Concordance avec la structure de quartzites de haute résistivité au-dessous de 10 à 20 m. La baisse de résistivité était due aux schistes.
EE-15 （GANGUEL MAKA）  	Géologie : Schistes Surface : La ligne de mesure a été déterminée à l'intérieur de la plaine d'inondation de la rivière asséchée. Explications : Les résultats de la prospection montrent une structure horizontale. On peut considérer soit qu'une épaisse couche sédimentaire est disséminée dans la partie de faible résistivité soit qu'il s'agit d'une zone altérée de schistes. Les variations des structures ont fait naître des espoirs mais il a été impossible de les vérifier. Comparaison avec les forages d'essai : Un puits se trouve à 200 m environ de la ligne de mesure (axe horizontal) et les volumes de pompage sont totalement différents de ceux du forage d'essai excavé à environ 600 m. La basse résistivité jusqu'à 30 m indique une couche d'argile et non pas une couche altérée comprenant de l'eau. En outre, les roches sont du quartz et la résistivité devrait être élevée puisqu'il n'y a pas d'eau mais ceci ne se retrouve pas dans les résultats de la prospection.

EE-16 （NAMENDERI）	Premières estimations d'analyse
	Géologie : Schistes Surface : La ligne de mesure croise la rivière asséchée en plusieurs endroits. Explications : Des roches sont exposées à une profondeur de 2 à 3 m à partir du fond de la rivière asséchée, une zone très altérée est présente jusqu'à 10 m de profondeur environ et l'on suppose qu'une zone de faible altération se poursuit jusqu'à 40 m. La profondeur de la couche faiblement altérée s'abaisse de 10 m environ entre 400 et 600 m de la ligne de mesure (axe horizontal).

(6) Problèmes de l'analyse

1) Epaisseur de la couche de sédiments dans la zone altérée et la zone transitionnelle du socle
La profondeur de la couche altérée des roches du socle a été correctement détectée en général. Toutefois, en raison des problèmes indiqués ci-dessous, des précautions devront être prises lors de la prospection bidimensionnelle.

- Lorsqu'une couche d'argile épaisse se trouve au-dessus des roches du socle (sud de Bokilaji, Gangule Maka, etc.), une résistivité identique à celle d'une couche altérée ou de schistes est indiquée et il est difficile de faire la différence. Par conséquent, il est également difficile de juger le degré d'altération des roches.
- Dans la région concernée, des quartzites et des schistes se retrouvent irrégulièrement. Dans ce cas, des variations se produisent bidimensionnellement sur les structures de résistivité et il est difficile de porter un jugement.

2) Vérification des structures complexes que la structure de faille laisse supposer
Si la résistivité des lithofaciès distribués (Ibel, Khossantoh, etc.) varie beaucoup (par ex. marnes et basaltes, schistes et quartzites), la prévision par structures de résistivité devient possible.

3) Confirmation des différences de structures de résistivité aux alentours de la sortie d'eau et en un point éloigné
Pour les forages ayant de gros volumes d'eau, la valeur de résistivité est faible et cette plage peut s'élargir de manière relative. En outre, le contraste des valeurs de résistivité devrait s'agrandir en principe. Toutefois, les résultats de la prospection montrent que, dans certains cas, le contraste n'est pas suffisamment indiqué. Dans le cas où les eaux souterraines contiennent de l'eau salée dans la fissure développée dans les basaltes de Takoutara, seule une résistivité de 200 à 300 Ωm environ est relevée. Par conséquent, s'il s'agissait d'eaux souterraines convenant à la boisson, la valeur de résistivité devrait être plus grande.

En outre, dans le cas de schistes, le contraste de la résistivité n'est pas important dû à la présence d'une fissure. Par conséquent, il sera nécessaire de procéder à l'analyse en tenant compte du fait que le jugement sera encore plus complexe.

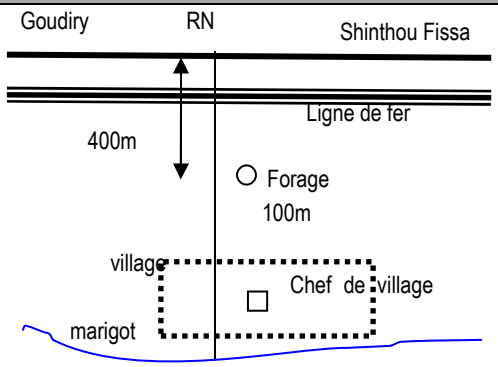
4) Possibilité d'utilisation des eaux souterraines dans la couche alluviale le long du fleuve s'écoulant sur les roches du socle
D'après les résultats de la prospection bidimensionnelle, on a considéré qu'il n'y avait pas de relation entre la distance à partir du fleuve et la profondeur du socle. Toutefois, les résultats des forages et l'observation de la profondeur des puits montrent en général que la profondeur du socle diminue au fur et à mesure que l'on s'éloigne du fleuve. Par conséquent, lors de la prospection dans la couche alluvionnaire, il sera nécessaire d'augmenter la puissance de résolution. Des intervalles de 10 m ont été ménagés entre les électrodes durant la présente prospection mais il sera nécessaire de prévoir également des intervalles de plusieurs mètres.

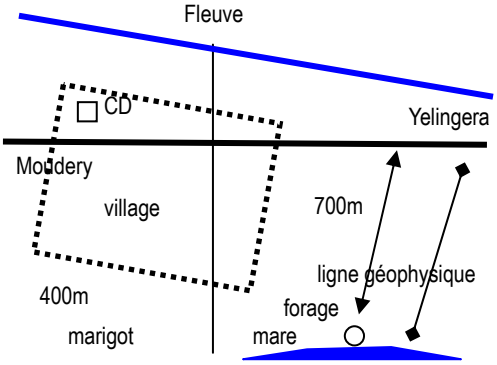
5.4 Forages d'essai

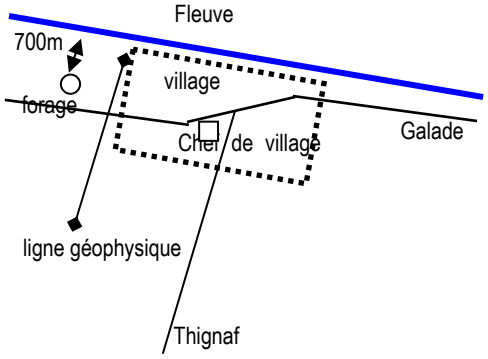
5.4.1 Détail des emplacements sélectionnés

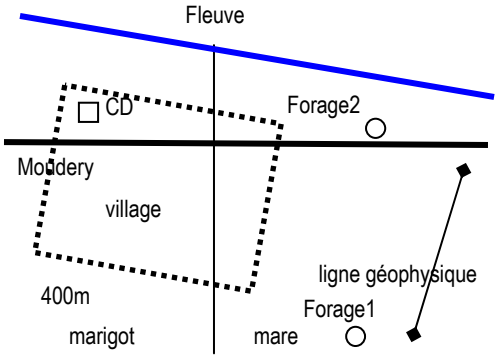
Les emplacements sélectionnés ont été classifiés dans le tableau suivant.

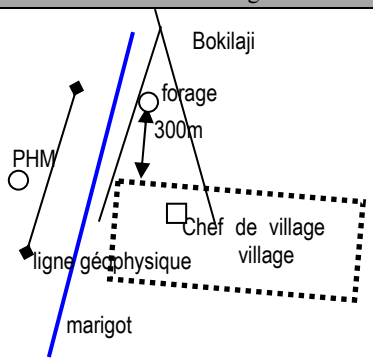
Tableau 5-4-1 Aperçu des points de forages d'essai

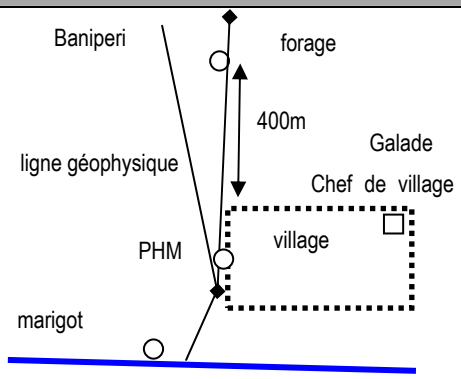
JICA_TM1	Ainou Mahdi
	
Objectif : ・Verification de la profondeur du socle, la sélection des ressources d'une grande étendue	Résultat : ・Confirmation d'une couche de sable avec importante sortie d'eau. Problème : ・Difficile de savoir si la couche de sable appartient à la couche Ma ou à la couche OM. (Nécessité de forage d'essai pour confirmer la continuité de la couche Ma pour clarification.)

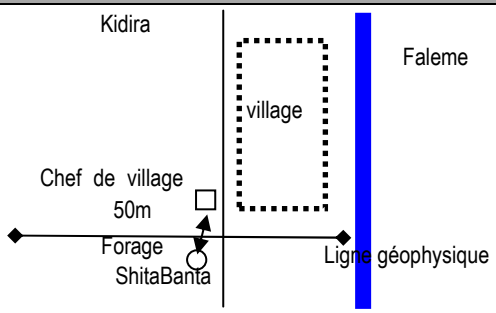
JICA_TM2	Diawara1
	
Objectif : ・ Verification de la profondeur du socle, la sélection des ressources d'une grande étendue et épaisseur d'alluvions ・ Verification de capacité de forage ・ Verification de concordance de sondage electronique	Résultat : ・ Socle à 15m ・ insuffisance de débit 3m3/h a l'exploitation ・ Inconcordance entre resultat de sondage electrique et structure geologique

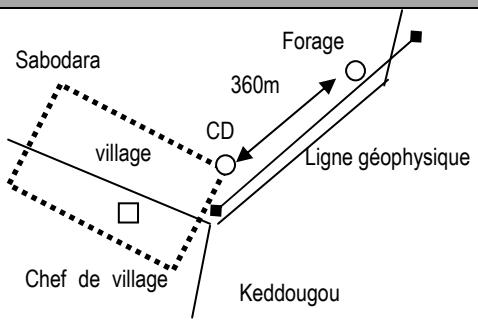
JICA_TM3	Gande
	
Objectif : ・ Verification de profondeur du socle ・ Verification de difference avec celuis de Gallde ・ Verification de profondeur du soclede long fleuve ・ Verification de eficacité de sondage electrique	Résultat : ・ Socle à 25m, moins profonde (10m)que galude. ・ Le pent de socle n'est pas meme que direction de fleuve et n'est pas homogqnique.

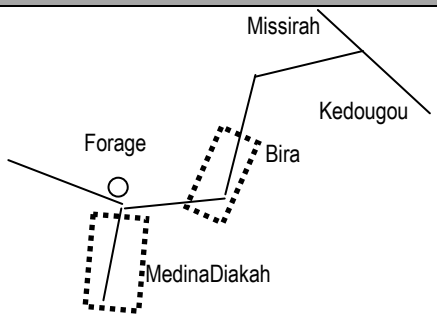
JICA_TM4	Diawara2
	
Objectif : ・ Verification d'épaisseur d'alluvions ・ Verification de possibilite d'utilisation de point d'eau	Résultat : ・ Socle à 22m ・ Suffisance de débit 20m3/h a l'exploitation

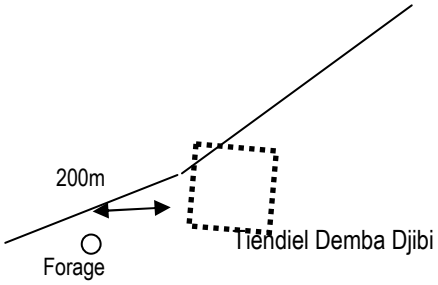
JICA_TM5	GangelMaka
	
Objectif : • verification de devi jusqu'a 150 m de profondeur du socle • verification de concordance avec la redultat de sondage electrique	Résultat : • présence de fréquence de fracture dans touts les niveau de profondeur, possible à assurer de devis de 20m3/h • Impossible d'imaginer la fréquence importante de fracture d'après les résultats de la prospection électrique. • En cas de quartzites et d'une fracture sans partie en argile, possibilité de sortie d'eau importante.

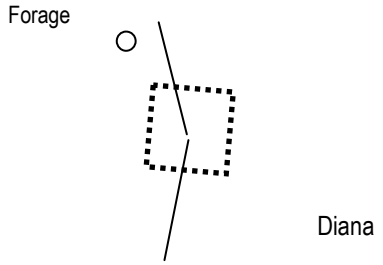
JICA_TM6	YariMale
	
Objectif : • verification de devi jusqu'a 150 m de profondeur du socle • verification de concordance avec la redultat de sondage electrique	Résultat : • Malgré le présence de roches d'intrusion, une seule presence de fréquence de fracture à 70m, peu présence de fréquence de fracture. • Niveau d'eau statique de 46,7 m, profond par rapport aux 18 m où les roches commencent à être altérées.

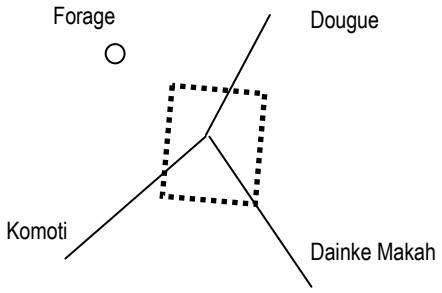
JICA_TM7	Takoutara
	
Objectif : ・ Verification de distribution de l'eau saumâtre ・ Verification de structure géologie jusqu'au fond de 150m	Résultat : ・ Fractures en 3 endroits à des profondeurs de 19, 36 et 91 m, volume d'eau important. Le forage a donc été arrêté à 98 m. ・ Les eaux souterraines de la fracture de 91 m ont une très forte teneur en sel. ・ Les eaux souterraines proviennent de la fracture dans les dolérites. Vu la teneur élevée en Ca et Cl, la conductivité électrique indique une valeur élevée. La salinité de l'eau semble provenir non pas de l'intérieur de la fracture mais d'une autre couche.

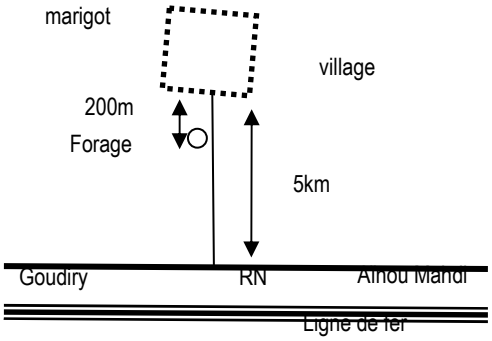
JICA_TM8	Khossanto
	
Objectif : ・ verification de devi jusqu'a 150 m de profondeur du socle ・ verification de concordance avec la redultat de sondage electrique ・ consantration de salinité	Résultat : ・ Les structures de résistivité sont très variées et la fréquence de fracture est importante. Toutefois, la sortie d'eau est faible. ・ La salinité n'est pas très élevée.

JICA_TM9	Medina Diakha
	
Objectif : ・ Verification d'existance de la couche Ma ・ Verification de profondeur du socle ・ Verification d'ordre de couche jusqu'au socle et de profondeur de nappe	Résultat : ・ présence d'emplacements de la couche Ma ・ Arrivée au socle à 250 m. ・ Présence de couche de sable/limon à environ 100m. Occurrence de perte de boue dans la calcaire.

JICA_TM10	Tiendiel Demba Djibi
	
Objectif : ・ Verification d'existance de la couche Ma ・ Verification de profondeur du socle ・ Verification d'ordre de couche jusqu'au socle et de profondeur de nappe	Résultat : ・ Confirmation de plus de 70 m de profondeur. ・ Arrivée au socle à 88 m. ・ Présence d'un aquifère sur le socle rocheux, pratiquement toutes les autres couches supérieures constituées de couches d'argile et limons.

JICA_TM11	Djana
	
Objectif : ・ Verification d'existance de la couche Ma ・ Verification de profondeur du socle ・ Verification d'ordre de couche jusqu'au socle et de profondeur de nappe	Résultat : ・ Impossible de confirmer si la couche de sable devenant aquifère correspond à la couche Ma. Sortie d'eau faible également. ・ Couche de schistes altérés à partir de 60 m, la couche vraiment durcie se trouve à 88 m et la couche altérée reste épaisse. A Komiti à 15 km au nord, la profondeur des puits est d'environ 200 m et le socle s'approfondit brusquement. ・ En intercalaire avec la couche d'argile plastique à 41-44 m, la succession des couches est typique du cas de présence d'un aquifère au-dessous.

JICA_TM12	Soutouta
	
Objectif : ・ Verification d'existance de la couche Ma ・ Verification de profondeur du socle ・ Verification d'ordre de couche jusqu'au socle et de profondeur de nappe	Résultat : ・ Possible de confirmer la couche Ma de leucitites à une petite profondeur de 6 m. ・ Arrivée au socle à 61 m. ・ Des latérites sont incluses dans l'ensemble de la couche, légère différence avec les couches des autres régions. Relation possible avec la proximité de la zone des roches exposées du socle.

JICA_TM13	DindeDaka
	
Objectif : ・ Verification d'existance de la couche Ma ・ Verification de profondeur du socle ・ Verification d'ordre de couche jusqu'au socle et de profondeur de nappe	Résultat : ・ Impossible de confirmer qu'il s'agit de la couche Ma de leucitite mais les capacités d'aquifère sont extrêmement élevées. ・ Arrivée à 84 m. ・ Présence d'argile plastique à 42-50 m, début de l'aquifère en dessous.

5.4.2 Résultats des forages d'essai

Ils sont indiqués dans le Tableau 5-4-2 Essais de pompage et le Tableau 5-4-3 Résultats des essais de qualité d'eau.

Tableau5-4-2 Résultats des essais de pompage échelonnés

N° forage	Nom du village	Etape	Volume pompé (m3/day)	Baisse du niveau d'eau (m)	Débit spécifique (m2/day)	Efficacité du forage (%)	Coefficient de perte de la nappe phréatique B	Coefficient de perte du forage C
TM1	Ainou Mahdy	1	369	1,44	256,12	96,81	3,78E-03	2,96E-07
		2	528	2,07	255,25	96,48		
		3	800	3,22	248,35	93,88		
		4	1116	4,37	255,47	96,57		
TM2	Diawara 1	1	—	1,56	—	—	—	—
		2	40	2,82	14,09	—		
		3	58	6,88	8,41	—		
		4	73	8,1	8,97	—		
TM3	Gande	1	423	0,34	1244,82	99,88	8,02E-04	3,48E-08
		2	860	0,74	1162,51	93,28		
		3	1295	1,08	1199,47	96,25		
		4	1718	1,42	1209,53	97,05		
TM4	Diawara 2	1	360	4,14	86,96	97,14	1,12E-02	1,96E-06
		2	407	4,87	83,66	93,46		
		3	455	5,5	82,68	92,36		
		4	512	6,23	82,23	91,85		
TM5	Ganguel Maka	1	254	5,54	45,78	26,71	5,83E-03	6,33E-05
		2	306	7,65	40,00	23,34		
		3	353	10,12	34,88	20,35		
		4	406	12,67	32,01	18,68		
TM6	Yerimale	1	14	1,95	7,20	57,45	7,98E-02	4,21E-03
		2	30	6,27	4,83	38,51		
		3	36	31,55	1,14	9,10		
		4	—	—	—	—		
TM7	Takoura	1	-	0,87		—	—	—
		2	154	1,4	110,19	—		
		3	222	1,76	126,19	—		
		4	320	2,4	133,33	—		
TM8	Khossanto	1	50	9,76	5,08	71,61	1,41E-01	1,34E-03
		2	98	28,84	3,40	47,91		
		3	144	46,85	3,08	43,51		
		4	194	60,7	3,19	45,00		

N° forage	Nom du village	Etape	Volume pompé (m3/day)	Baisse du niveau d'eau (m)	Débit spécifique (m2/day)	Efficacité du forage (%)	Coefficient de perte de la nappe phréatique B	Coefficient de perte du forage C
TM9	Medina Diakha	1	360	2,76	130,43	-	-	-
		2	407	5,18	78,66	-		
		3	455	7,22	62,98	-		
		4	512	9,37	54,67	-		
TM10	Diana	1	144	8,4	17,14	64,11	3,74E-02	1,40E-04
		2	219	14,58	15,00	56,12		
		3	293	23,21	12,62	47,20		
		4	366	26,23	13,96	52,22		
TM11	Thiengolele	1	369	1,4	263,43	30,35	1,15E-03	7,17E-06
		2	528	2,61	202,44	23,32		
		3	800	3,53	226,54	26,10		
		4	1116	4,68	238,54	27,48		
TM12	Soutouta	1	369	2,66	138,65	66,68	4,81E-03	6,52E-06
		2	528	4,36	121,18	58,28		
		3	800	5,85	136,70	65,75		
		4	1116	7,68	145,36	69,91		
TM13	Dindoudi Doka	1	481	0,46	1046,09	95,06	9,09E-04	1,42E-07
		2	758	0,8	947,34	86,08		
		3	1074	1,12	959,06	87,15		
		4	—	—	—	—		

Tableau5-4-3 Résultats des essais de qualité d'eau

F_numero	nom village	Chrome	Plomb	Fluor(F)	Manganèse(Mn)	Nitrates (NO3)	Nitrites (NO2)	Fer (Fe)	Calcium (Ca)	Sodium (Na	Magnésium	totaux dissou	Dureté totale	pH	Conductivité électrique	Potassium	Chlorures
		mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	mg/L	-	µS/cm	mg/L	mg/L
JICA_TM1	AinouMahdi	-	-	0.80	-	<0.02	0.00	<0.01	42.08	36.80	17.98	476	-	7.5	81,3	5.30	60.35
JICA_TM2	Diawara1	<0.02	0.00	0,3	0,06	<0.02	0.00	0,01	38,48	15,7	4,37	130	11.40	7,4	215	3,9	71
JICA_TM3	Gande	<0,02	0	0,2	0,01	<0,02	0	0,85	12,02	10,2	11,66	98	7,8	7,5	100	3,4	28,4
JICA_TM4	Diawara2	<0,02	0	0,2	0,02	<0,02	0	0,51	18,44	7,1	16,52	130	11,4	7,2	100	3,6	39,05
JICA_TM5	GangelMaka	<0,02	0	0,2	0,01	33,45	0	<0,01	28,06	28,7	17,98	308	14,4	7,1	300	8,7	56,8
JICA_TM6	YariMale	<0,02	0	0,2	0,01	16,17	0	<0,01	92,18	37,3	45,2	764	56	7,8	1100	4	106,5
JICA_TM7	Takoutara	<0,02	0	0,3	0,33	7,49	0	3,5	240,48	100	85,05	2514	95	7,7	3654	7,00	543,2
JICA_TM8	Khossanto	-	-	0,5	-	0,41	0	<0,01	25,65	58,3	14,58	84	-	8,7	306	1,7	71,0
JICA_TM9	Medina Diakha	<0,02	<0,02	0,7	<0,02	3,03	0,01	3,7	52,1	39,9	19,44	350	21	8	508	8,4	113,6
JICA_TM10	Diana	<0,02	0	0,35	0,01	I,41	0	1,8	12,02	4,4	0,97	72	3,4	6,1	100	2,2	53,3
JICA_TM11	Tiengolel Demba Djibi	<0,02	0	0,1	0,02	2,08	0	4	8,82	7,5	1,46	68	2,8	5,4	99	1,4	39,1
JICA_TM12	Soutouta	<0,02	0	0,2	<0,02	1,26	0	0,18	8,82	2,5	0,97	52	2,6	6,5	76	1,5	46,2
JICA_TM13	Dinde Daka	<0,02	0	0,5	0,11	2,57	0	0,73	14,43	9,6	9,6	32	4,6	6	46	1,6	53,3

5.5 Mesure du niveau des eaux souterraines

5.5.1 Méthode de l'étude

Dans ce projet, le niveau d'eau sera mesuré par une sonde une fois par semaine (le lundi matin, avant la mise en fonctionnement de la pompe) par les villageois ci-dessous aux points d'eau indiqués au paragraphe suivant.

- Forages en fonctionnement: conducteur de pompe
- Forages hors fonctionnement: s'il n'y a pas de conducteur de pompe, un villageois choisi par le chef du village etc. fait la mesure.
- Puits publics: villageois choisi par le chef du village etc.
- Puits privé: le propriétaire

5.5.2 Localisation des points de mesure du niveau des eaux souterraines

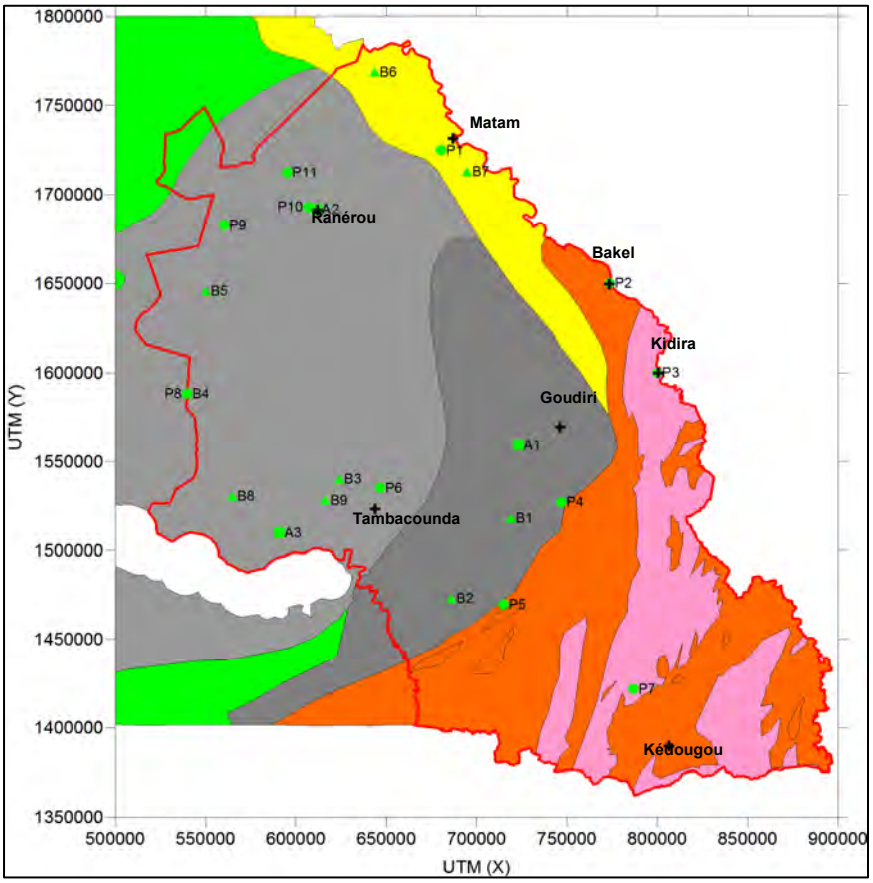


Figure5-5-1 Carte de localisation des points de mesure du niveau des eaux souterraines

Tableau5-5-1 Coordonnées des points d'eau d'observation

No,	Village	ID_IRH	UTM (X)	UTM (Y)	Altitude (m)
Puits creusés à la main					
P1	OURO SOGUI		680 306	1 725 123	17,950
P2	BAKEL		773 636	1 650 199	24,744
P3	KIDIRA		799 937	1 600 202	31,180
P4	SOUTOUTA		746 897	1 527 139	85,030
P5	MANSADALLA		714 886	1 469 637	30,714
P6	MâYéL DIBI		646 688	1 535 074	23,093
P7	MAKO		786 846	1 422 010	82,298
P8	DAROU MANA		539 832	1 588 413	28,141
P9	NAKAR		560 229	1 682 875	36,250
P10	BELE NDENDI		606 787	1 693 220	28,900
P11	VENDOU KATANE		595 269	1 712 572	48,410

No,	Village	ID_IRH	UTM (X)	UTM (Y)	Altitude (m)
Forage					
B1	BANTANANI	20-1X-0001	718 946	1 518 140	93,212
B2	DIALACOTO	19-9X-0001	685 975	1 473 132	41,364
B3	BOUDOR BORDOR		623 971	1 540 170	33,133
B4	DAROU MANA	13-5X-0004	539 832	1 588 413	59,138
B5	BELEL TOUFFLE	13-2X-0002	550 171	1 645 732	19,080
B6	AGNAM CIVOL	08-2X-0004	643 560	1 768 720	7,400
B7	KANEL F4	08-6X-0011	694 685	1 713 056	25,120
B8	DIAGLE SINE	18-2X-0005	564 878	1 530 462	77,229
B9	SINTHIOU MALEME	19-1X-0003	616 249	1 528 300	14,910
A1	BOYNGUEL BAMBA	15-7X-0001	723 111	1 559 478	74,892
A2	RANEROU		611 650	1 691 821	29,610
A3	FADIA KOUNDA	18-6X-0007	590 878	1 509 973	37,960

Tableau5-5-2 Caractéristiques des Points d'eau d'observation
(forages, points d'eau d'observation de la DGPRE)

No	Village	ID_IRH	Profondeur de puits (m)	Profondeur de forage (m)	Profondeur de crépine (m)	nappe phréatique	Niveau d'eau statique (m)	Volume d'exhaure (m3/h)	Rabattement (m)
Forage									
B1	BANTANANI	20-1X-0001	239	234,29	211,01～230,89	Maastrichtien			
B2	DIALACOTO	19-9X-0001	161,58	161,41	136,46～156,56	Maastrichtien	21,3	25,5	56,29
B3	BOUDOR BORDOR								
B4	DAROU MANA	13-5X-0004	127,5	121,57	101,57～116,57	Continental terminal	48,7	48,6	12,51
B5	BELEL TOUFFLE	13-2X-0002	330	328	307,86～325	Maastrichtien	16,69	41	8,56
B6	AGNAM CIVOL	08-2X-0004		286,70	241～261	Maastrichtien	9	30	13,53
B7	KANEL F4	08-6X-0011	47	25	23,5～24,5	Maastrichtien	15,39	31	7,98
B8	DIAGLE SINE	18-2X-0005	147	145	137～145	Continental terminal	57,6	13,5	6
B9	SINTHIOU MALEME	19-1X-0003	169	156,92	120,47～151,11	Eocene	17,2	44	4,17
A1	BOYNGUEL BAMBA	15-7X-0001				Maastrichtien	51,68		
A2	RANEROU								
A3	FADIA KOUNDA	18-6X-0007	88	84	73～78		15,19	40	1,84

5.5.3 Points prévus pour l'installation d'un talimètre

Les données d'installation des talimètres automatiques sont indiquées ci-dessous. Le "Levelogger gold" de la société SOLINST a été adopté comme appareil de mesure.

Tableau5-5-3 Données d'installation des talimètres automatiques

Données d'installation		Fadia Kounda	Boynguel	Ranerou	MedinaDiakah	Diawara
Date		2008/9/21	2008/9/22	2008/12/16	2009/7/22	2008/7/22
Type de forage		DGPRE Forage d'observation 3 pouces	DGPRE Forage d'observation 3 pouces	DGPRE Forage d'observation 3 pouces	Forage d'essai	Forage d'essai
Intervalle échantillonnage		1heure	1heure	1heure	1heure	1heure
Détermination des indications de pression		cm	cm	cm	cm	cm
Levelogger S/N		1034056	1034054	1034070	0041043085	0041042246
Barologer S/N		1034271	1034254	1034269	0011042758	0011042724

Tableau5-5-4 Photos de l'installation

Village de FadiaKounda
Préparation du soudage

Village de FadiaKounda
Suspension du capteur

Village de FadiaKounda
Forage d'observation installé

Village de Boynguel
Soudure d'un boulon à l'intérieur du tubage

Village de Boynguel
Suspension du capteur

Village de Boynguel
Mesure de la longueur de suspension

Les résultats des fluctuations du niveau d'eau sont indiqués ci-dessous.

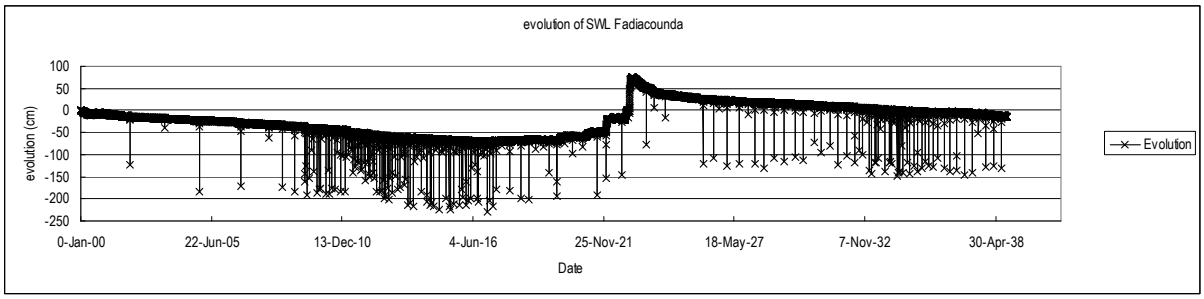


Figure5-5-2 Fluctuations du niveau d'eau (Forage : Fadiacounda)

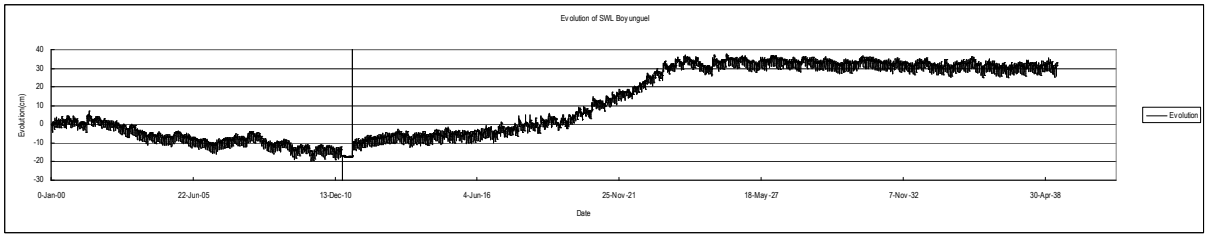


Figure5-5-3 Fluctuations du niveau d'eau (Forage : Boyunguel)

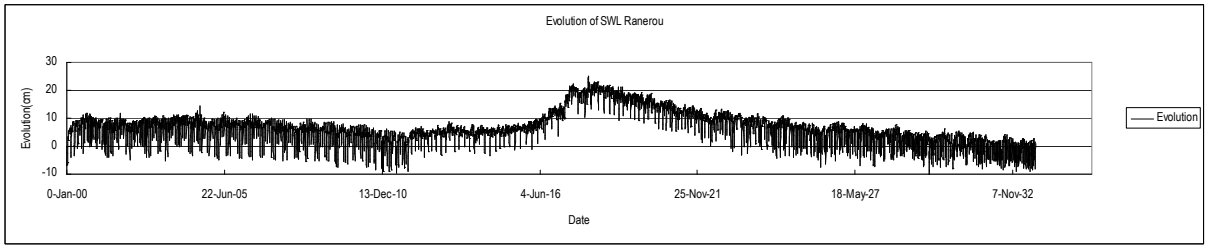


Figure5-5-4 Fluctuations du niveau d'eau (Forage : Ranerou)

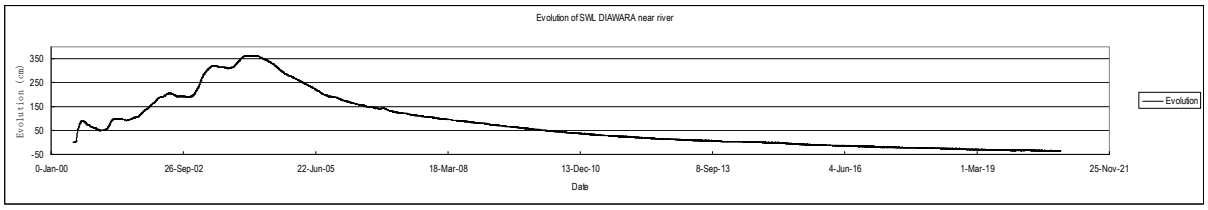


Figure5-5-5 Fluctuations du niveau d'eau (Forage :Diawara)

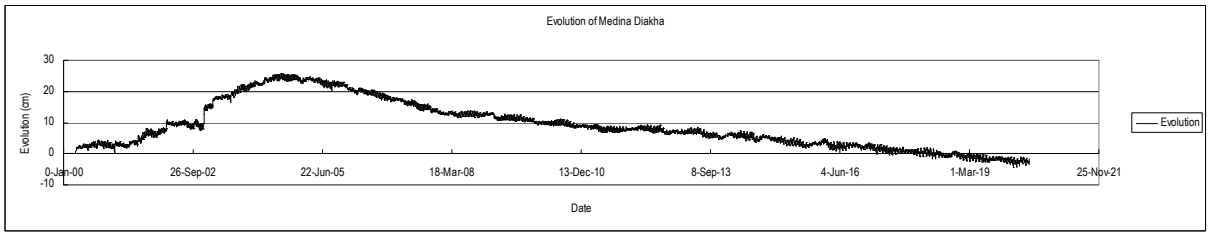


Figure5-5-6 Fluctuations du niveau d'eau (Forage :Medina Diakha)

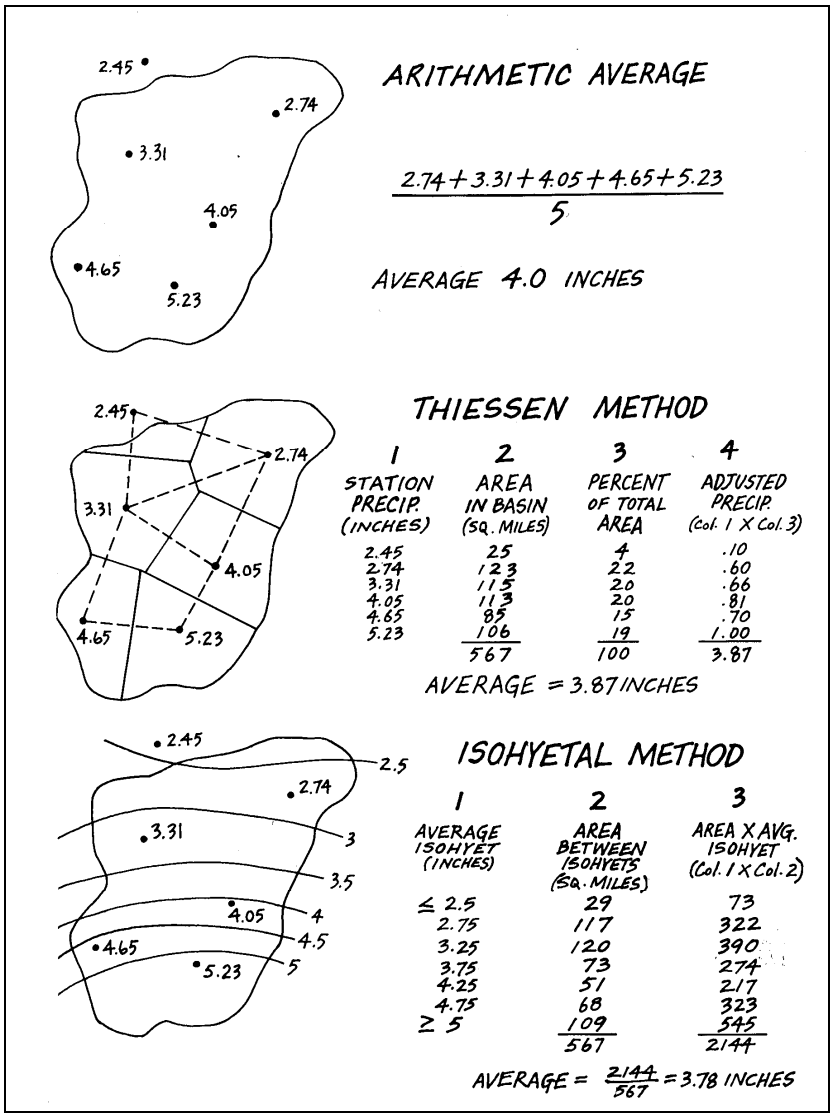
5.6 Etude hydrologique (météorologie et débit des cours d'eau)

5.6.1 Etude météorologique

(1) Méthode de calcul des précipitations de surface

1) Objectifs et méthode de l'étude

Les précipitations mesurées par pluviomètre sont celles aux points de mesure, et sont appelées précipitations ponctuelles. Par ailleurs, les précipitations de surface sont les pluies sur toute la zone d'étude. Les précipitations de surface ne pouvant pas être mesurées directement, elles sont souvent calculées par moyenne pondérée des précipitations ponctuelles selon les méthodes ci-dessous. Ici, Ai désigne la surface entre les lignes isohyètes voisines, et Ri et les précipitations moyennes de ces lignes. Dans cette étude, l'estimation sera faite avec la méthode de Thiessen qui a les avantages (1) de donner toujours les mêmes résultats, et (2) de ne pas introduire d'erreurs individuelles.



(Source : Applied principles of hydrology, p70, John C. Manning, 1987)
Figure5-6-1 Méthode de calcul des précipitations par surface

- Méthode de la moyenne arithmétique

C'est une méthode de moyenne arithmétique simple se basant sur les précipitations ponctuelles de la zone concernée. Une précision d'estimation relativement élevée peut être obtenue si de nombreux points de mesure sont placés correctement dans la zone.

$$R_A = (R_1 + R_2 + \cdots + R_n) / n = \sum R_i / n$$

Ici, R_A désigne les précipitations par surface de la zone, et R_i les précipitations ponctuelles.

- Méthode de Thiessen

C'est une méthode où la moyenne est recherchée en empilant la surface du polygone créé par les perpendiculaires secondaires en ligne droite reliant les points de mesure des précipitations voisins.

$$R_A = (A_1R_1 + A_2R_2 + \cdots + A_nR_n) / (A_1 + A_2 + \cdots + A_n) = \sum A_iR_i / \sum A_i = \sum A_iR_i / A_A$$

Ici, A_A désigne la surface totale de la zone d'étude, et Ai la surface en polygones.
La méthode de Thiessen est considérée plus précise que la méthode de la moyenne arithmétique.

- Méthode isohyète

Dans cette méthode, une carte isohyète est tracée sur la base des précipitations ponctuelles, et les précipitations par surface sont obtenues à partir de la surface entre les lignes isohyètes voisines et les précipitations moyennes de ces lignes.

$$R_A = A_1\dot{R}_1 + A_2\dot{R}_2 + \cdots + A_n\dot{R}_n) / (A_1 + A_2 + \cdots + A_n) = \sum A_i\dot{R}_i / \sum A_i = \sum A_i\dot{R}_i / A_A$$

Ici, Ai désigne la surface entre les lignes isohyètes voisines, et Ri et les précipitations moyennes de ces lignes. Dans cette étude, l'estimation sera faite avec la méthode de Thiessen qui a les avantages (1) de donner toujours les mêmes résultats, et (2) de ne pas introduire d'erreurs individuelles.

2)Division de Thiessen

Les critères suivant ont été appliqués pour la sélection des points de mesure des précipitations.

- Dans les Stations de mesure considérées comme stations principales par Météorologie Nationale
- En dehors des régions de Tambacounda – Matam: Stations de mesure à données OMM manquantes peu nombreuses parmi les stations de mesure, y compris celles des pays voisins (stations de mesure ayant peu de données manquantes entre 1988 et 2007 pour l'analyse du débit par réservoir modèle indiqué plus loin)

Les données des stations de mesure utilisées sont indiquées dans le tableau ci-dessous. Par ailleurs, les résultats de la division de Thiessen sont présentés dans la figure ci-après.

Tableau5-6-1 Caractéristiques de ces stations de mesure utilisées pour la division de Thiessen

Point de mesure	Pays	Longitude	Latitude	UTM (X)	UTM (Y)	Elévation (m)
Matam	Sénégal	15,650	-13,250	687 583	1 730 994	17
Semme	Sénégal	15,200	-12,950	720 225	1 681 480	40
Ranérou	Sénégal	15,300	-13,966	611 011	1 691 772	33
Bakel	Sénégal	14,900	-12,400	779 733	1 648 898	25
Kidira	Sénégal	14,300	-12,100	812 881	1 582 862	35
Goudiri	Sénégal	14,183	-12,716	746 512	1 569 203	59
Tambacunda	Sénégal	13,767	-13,683	642 377	1 522 347	50
Kédougou	Sénégal	12,567	-12,217	802 415	1 390 852	167
Linguere	Sénégal	15,383	-15,177	487 444	1 700 692	21
Dialakoto	Mali	13,317	-13,300	684 138	1 472 821	50
Kenieba	Sénégal	12,850	-11,233	909 010	1 423 541	132

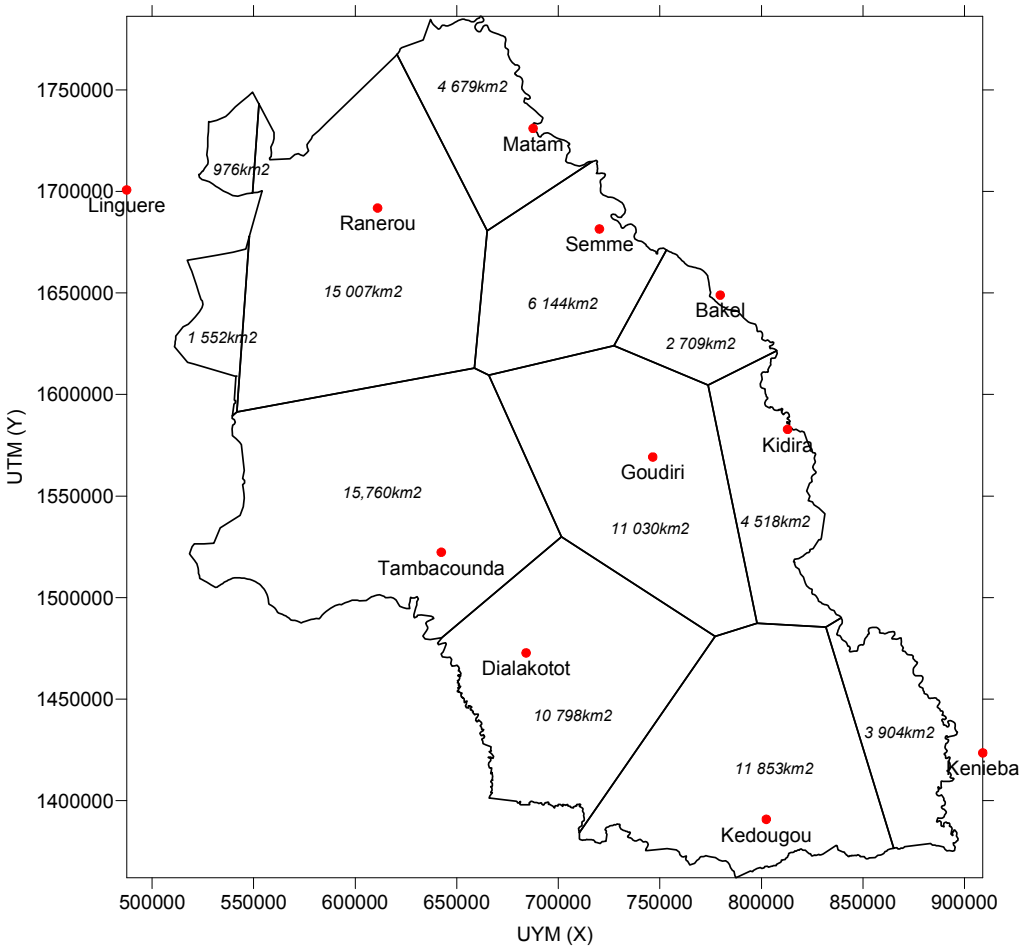


Figure5-6-2 Résultats de la division de Thiessen

(2) Calcul des précipitations probables

1) Objectifs et méthode de l'étude

L'étude décrite dans le présent paragraphe a été menée afin d'obtenir un document de base pour élaborer un scénario de l'apparition successive des années de sécheresse et des années connaissant de fortes précipitations.

2) Qu'est-ce que les précipitations probables

Les phénomènes hydrologiques venant des précipitations (débit d'inondations et débit de manque d'eau etc.) dépendent des propriétés stochastiques des précipitations, la condition hydrologique requise selon la théorie des probabilités est appelée le volume hydrologique probable, et nommé précipitations probables par rapport aux précipitations, et débit probable par rapport au débit des cours d'eau. De plus, la fonction de densité probable utilisée (distribution régulière, distribution régulière logarithmique, distribution Gumbel etc.) et ses différences de délivrance proposent diverses méthodes pour obtenir une probabilité de dépassement ou de non-dépassement.

La fonction de densité probable f(x) indique une probabilité où un phénomène prend la valeur x. Mais, généralement, il est essentiel que le phénomène concerné ait une probabilité supérieure ou inférieure à une certaine valeur. Dans le premier cas, c'est une probabilité de dépassement, dans le second, une probabilité de non-dépassement. La fonction de densité probable f(x) permet de calculer la surface de la partie supérieure ou inférieure à c pour une probabilité de dépassement W(c) par rapport à une valeur c.

Probabilité de dépassement : $W(c) = \int_c^{\infty} f(x)dx$

Probabilité de non-dépassement : $S(c) = \int_{-\infty}^{c} f(x)dx = 1 - W(c)$

De plus, la réciproque T = 1/W(c) de la probabilité de dépassement est appelée période de reproduction ou période de retour de la valeur c d'un phénomène. A l'opposé, la valeur c d'un phénomène par rapport à une période de reproduction donnée est appelé probabilité annuelle T.

Dans cette étude, le calcul des précipitations probables est fait par la méthode Iwai, la méthode Ishihara-Takase, la méthode Gumbel, la méthode Thomas et la méthode Hazen, et les résultats sont comparés.

3) Résultats de l'étude

Le calcul stochastique des précipitations annuelles a été réalisé pour les stations de mesure des précipitations présentées dans le tableau et la figure ci-dessous. Les résultats de ces calculs des précipitations annuelles probables sont indiqués sous forme de tableau. Par ailleurs, la répartition des précipitations annuelles avec des probabilités de 10 ans, 30 ans, 50 ans et 100 ans pour des années de sécheresse et les années de fortes précipitations en appliquant la méthode Thomas est indiquée dans le Rapport principal.

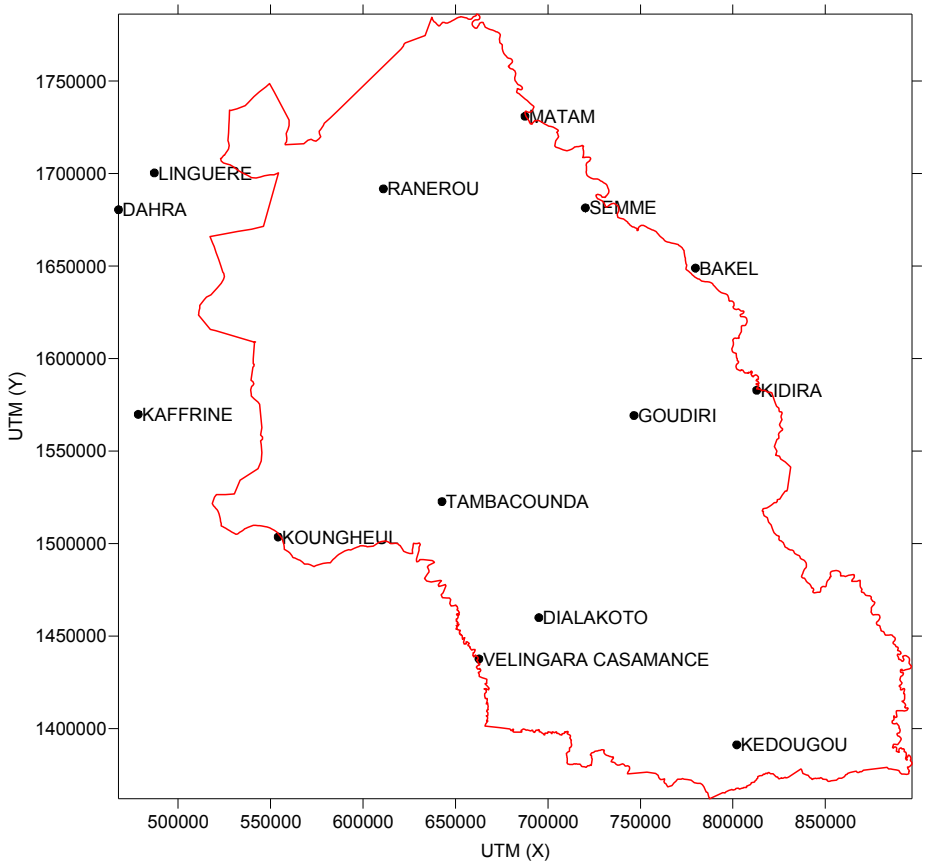


Figure5-6-3 Station de mesure climatique où le calcul stochastique des précipitations a été effectué

Tableau5-6-2 Données des stations de mesure climatique où les calculs stochastiques des précipitations ont été effectués

Point de mesure	Pays	Longitude	Latitude	UTM-X	UTM-Y	Elévation（m）
Linguere	Sénégal	15,383	-15,177	487 444	1 700 692	21
Dahra	Sénégal	15,200	-15,300	467 778	1 680 469	39
Matam	Sénégal	15,650	-13,250	687 583	1 730 994	17
Bakel	Sénégal	14,900	-12,400	779 733	1 648 898	25
Kaffrine	Sénégal	14,200	-15,200	478 421	1 569 855	11
Tambacounda	Sénégal	13,767	-13,683	642 377	1 522 347	50
Dialakoto	Sénégal	13,317	-13,300	684 138	1 472 821	50
Kidira	Sénégal	14,300	-12,100	812 881	1 582 862	35
Koungheul	Sénégal	13,600	-14,5	554 088	1 503 545	11
Vwlingara Casamance	Sénégal	13,000	-13,500	662 679	1 437 615	38
Kédougou	Sénégal	12,567	-12,217	802 415	1 390 852	167
Goudiri	Sénégal	14,183	-12,716	746 512	1 569 203	59
Ranérou	Sénégal	15,300	-13,966	611 011	1 691 772	33
Semme	Sénégal	15,200	-12,950	720 225	1 681 480	40

Tableau5-6-3 Calcul stochastique des précipitations annuelles
(Station de mesure de Linguere, unité: mm/an)

Année de probabilité		Iwai	Thomas	Hazen	Ishihara /Takase	Gumbel
Probabilité de dépassement	Probabilité de non-dépassement					
	1000	—	189,0	197,2	125,5	223,3
	500	—	200,9	208,9	147,1	233,9
	200	—	219,0	226,9	178,5	250,0
	150	—	225,4	233,2	189,1	255,7
	100	—	235,2	242,8	204,8	264,2
	70	—	244,6	252,0	219,4	272,3
	50	—	254,3	261,5	234,0	280,7
	30	—	270,8	277,6	257,9	294,8
	20	—	285,8	292,3	278,7	307,6
	10	—	317,1	322,7	319,4	334,2
	5	—	359,6	363,8	369,9	370,3
2	2	—	457,4	457,4	470,3	455,4
5		—	581,9	575,3	576,0	569,8
10		—	659,9	648,5	633-5	645,5
20		—	732,2	715,9	682,0	718,2
30		—	772,9	753,7	707,7	760,0
50		—	823,0	800,2	738,0	812,3
70		—	855,5	830,3	756,9	846,5
100		—	889,7	861,9	776,1	882,8
150		—	928,3	897,4	797,1	923,9
200		—	955,5	922,4	811,5	953,0
500		—	1 041,8	1 001,6	855,2	1 045,6
1000		—	1 106,9	1 061,1	886,3	1 115,7

Tableau5-6-4 Calcul stochastique des précipitations annuelles
(Station de mesure de Dahra, unité: mm/an)

Année de probabilité		Iwai	Thomas	Hazen	Ishihara /Takase	Gumbel
Probabilité de dépassement	Probabilité de non-dépassement					
	1000	162,1	102,2	119,9	204,0	36,7
	500	167,4	111,3	129,2	206,9	51,6
	200	176,0	125,8	143,8	211,7	74,0
	150	179,2	131,1	149,0	213,5	81,8
	100	184,2	139,2	157,0	216,5	93,7
	70	189,3	147,1	164,7	219,5	105,0
	50	194,6	155,4	172,8	222,8	116,6

Année de probabilité		Iwai	Thomas	Hazen	Ishihara /Takase	Gumbel
Probabilité de dépassement	Probabilité de non-dépassement					
	30	204,1	169,8	186,7	228,8	136,2
	20	213,2	183,3	199,6	234,8	154,0
	10	233,5	212,3	226,9	248,8	191,0
	5	264,0	253,6	264,9	271,1	241,3
2	2	346,4	356,4	356,4	338,4	359,6
5		475,4	500,9	479,5	459,0	518,7
10		569,6	598,4	560,0	556,3	624,1
20		666,0	693,1	636,5	662,3	725,1
30		723,9	748,1	680,3	729,0	783,3
50		799,1	817,6	735,1	818,4	856,0
70		850,1	863,7	771,1	880,7	903,6
100		905,4	912,9	809,3	949,9	954,0
150		970,1	969,3	852,7	1 032,7	1 011,2
200		1 017,2	1 009,8	883,7	1 094,2	1 051,7
500		1 174,2	1 141,1	983,1	1 306,0	1 180,6
1000		1 300,3	1 243,2	1 059,4	1 483,3	1 278,0

Tableau5-6-5 Calcul stochastique des précipitations annuelles
(Station de mesure de Matam, unité: mm/an)

Année de probabilité		Année de probabilité	Thomas	Hazen	Ishihara /Takase	Gumbel
Probabilité de dépassement	Probabilité de dépassement					
	1000	73,9	127,9	135,2	10,7	139,1
	500	92,6	138,6	146,0	38,2	151,8
	200	120,5	155,5	162,8	77,8	171,1
	150	130,2	161,6	168,9	91,2	177,8
	100	144,7	170,9	178,2	110,9	188,0
	70	158,4	180,0	187,2	129,3	197,7
	50	172,3	189,5	196,6	147,5	207,7
	30	195,4	206,0	212,8	177,2	224,5
	20	216,1	221,3	227,9	203,0	239,8
	10	257,7	253,9	259,8	253,2	271,6
	5	311,6	300,0	304,6	314,9	314,8
2	2	426,7	412,7	412,7	436,0	416,4
5		559,5	567,8	559,3	561,2	553,0
10		636,8	670,9	655,6	628,4	643,5
20		705,2	769,9	747,6	684,8	730,3
30		742,5	827,1	800,4	714,4	780,3
50		787,3	899,0	866,5	749,2	842,7
70		815,9	946,4	910,0	770,8	883,6
100		845,4	996,9	956,2	792,8	926,9
150		878,1	1 054,5	1 008,8	816,6	976,0
200		900,9	1 095,7	1 046,3	833,0	1 010,8
500		971,4	1 228,8	1 167,0	882,4	1 121,4
1000		1 023,1	1 331,6	1 259,8	917,3	1 205,1

Tableau5-6-6 Calcul stochastique des précipitations annuelles
(Station de mesure de Bakel, unité: mm/an)

Année de probabilité		Année de probabilité	Thomas	Hazen	Ishihara /Takase	Gumbel
Probabilité de dépassement	Probabilité de dépassement					
	1000	190,6	215,3	222,2	189,3	246,3
	500	207,0	227,6	234,5	205,9	257,1
	200	231,4	246,5	253,1	230,6	273-5
	150	239,8	253,1	259,7	239,1	279,2
	100	252,4	263,2	269,6	251,8	287,8
	70	264,2	272,9	279,1	263,7	296,0
	50	276,2	282,8	288,9	275,8	304,5
	30	296,2	299,6	305,4	295,9	318,8
	20	313,9	314,9	320,3	313,8	331,8

Année de probabilité		Année de probabilité	Thomas	Hazen	Ishihara /Takase	Gumbel
Probabilité de dépassement	Probabilité de dépassement					
	10	349,4	346,6	351,2	349,5	358,7
	5	395,2	389,1	392,5	395,4	395,3
2	2	491,7	485,7	485,7	491,9	481,5
5		601,5	606,1	600,9	601,2	597,5
10		664,7	680,6	671,6	664,0	674,3
20		720,2	748,9	736,3	719,0	747,9
30		750,4	787,1	772,4	748,8	790,3
50		786,5	834,0	816,5	784,6	843,3
70		809,4	864,3	845,0	807,2	878,0
100		833,0	896,1	874,9	830,5	914,7
150		859,2	931,8	908,3	856,3	956,4
200		877,4	956,9	931,9	874,3	985,9
500		933-5	1 036,2	1 005,9	929,5	1 079,8
1000		974,3	1 095,7	1 061,4	969,7	1 150,8

Tableau5-6-7 Calcul stochastique des précipitations annuelles
(Station de mesure de Kaffrine, unité: mm/an)

Année de probabilité		Année de probabilité	Thomas	Hazen	Ishihara /Takase	Gumbel
Probabilité de dépassement	Probabilité de dépassement					
	1000	—	282,1	304,5	231,6	335,2
	500	—	299,0	321,1	258,4	350,0
	200	—	325,0	346,3	297,6	372,3
	150	—	334,1	355,2	310,9	380,2
	100	—	348,1	368,7	330,6	392,0
	70	—	361,4	381,5	349,0	403,3
	50	—	375,2	394,7	367,5	414,8
	30	—	398,5	417,0	397,8	434,4
	20	—	419,8	437,3	424,4	452,2
	10	—	464,0	478,9	476,6	489,0
	5	—	523,7	534,7	541,9	539,2
2	2	—	660,1	660,1	673,6	657,1
5		—	832,0	814,9	814,8	815,8
10		—	939,1	909,8	892,6	920,9
20		—	1 037,8	996,4	959,0	1 021,7
30		—	1 093,2	1 044,7	994,4	1 079,7
50		—	1 161,4	1 103,8	1 036,2	1 152,1
70		—	1 205,5	1 141,9	1 062,4	1 199,7
100		—	1 251,8	1 181,8	1 089,1	1 249,9
150		—	1 304,0	1 226,5	1 118,4	1 306,9
200		—	13-50,8	1 258,0	1 138,6	1 347,3
500		—	1 457,0	1 356,9	1 199,9	1 475,8
1000		—	1 544,5	1 430,9	1 243,8	1 572,9

Tableau5-6-8 Calcul stochastique des précipitations annuelles
(Station de mesure de Tambacounda, unité: mm/an)

Année de probabilité		Année de probabilité	Thomas	Hazen	Ishihara /Takase	Gumbel
Probabilité de dépassement	Probabilité de dépassement					
	1000	—	360,8	373,6	227,5	430,3
	500	—	381,1	393,8	268,5	447,2
	200	—	412,1	424,3	327,0	472,6
	150	—	423,0	435,1	346,6	481,5
	100	—	439,6	451,3	375,3	494,9
	70	—	455,5	466,9	401,8	507,8
	50	—	471,7	482,8	428,1	520,9

Année de probabilité		Année de probabilité	Thomas	Hazen	Ishihara /Takase	Gumbel
Probabilité de dépassement	Probabilité de dépassement					
	30	—	499,3	509,8	470,7	543,2
	20	—	524,3	534,2	507,3	563-5
	10	—	576,0	584,4	577,7	605,3
	5	—	645,4	651,6	663,0	662,3
2	2	—	802,4	802,4	826,4	796,5
5		—	997,6	988,1	989,9	977,0
10		—	1 117,8	1 101,7	1 075,5	1 096,5
20		—	1 228,0	1 205,3	1 146,2	1 211,2
30		—	1 289,5	1 263,0	1 183,0	1 277,1
50		—	1 365,0	1 333,5	1 225,8	1 359,5
70		—	1 413,7	1 379,0	1 252,2	1 413,6
100		—	1 464,7	1 426,6	1 278,9	1 470,7
150		—	1 522,0	1 479,9	1 307,8	1 535,6
200		—	1 562,3	1 517,4	1 327,5	1 581,5
500		—	1 689,4	1 635,2	1 386,4	1 727,7
1000		—	1 784,7	1 723,2	1 427,7	1 838,2

Tableau5-6-9 Calcul stochastique des précipitations annuelles
(Station de mesure de Dialakoto, unité: mm/an)

Année de probabilité		Année de probabilité	Thomas	Hazen	Ishihara /Takase	Gumbel
Probabilité de dépassement	Probabilité de dépassement					
	1000	200,8	323-5	340,0	146,8	380,5
	500	242,4	345,6	362,1	196,1	402,0
	200	303,0	379,9	396,0	266,6	434,5
	150	323,5	392,1	408,1	290,3	445,9
	100	354,0	410,7	426,4	325,1	463,0
	70	382,4	428,7	444,1	357,4	479,5
	50	410,8	447,2	462,3	389,4	496,3
	30	457,4	479,0	493,5	441,4	524,8
	20	498,1	508,2	521,9	486,4	550,6
	10	577,9	569,3	581,2	573,1	604,2
	5	677,5	653,2	662,2	679,0	677,2
2	2	877,2	849,8	849,8	883,8	848,7
5		1 089,6	1 105,6	1 090,6	1 091,7	1 079,6
10		1 206,0	1 268,6	1 242,5	1 201,7	1 232,4
20		1 304,9	1 421,2	1 383,8	1 293,2	1 379,0
30		1 357,5	1 507,7	1 463,6	1 341,0	1 463,3
50		1 419,5	1 614,9	1 562,1	1 396,8	1 568,8
70		1 458,3	1 684,8	1 626,1	1 431,4	1 637,9
100		1 497,9	1 758,6	1 693,6	1 466,4	1 711,0
150		1 541,2	1 842,1	1 769,7	1 504,4	1 793,9
200		1 571,0	1 901,2	1 823,5	1 530,3	1 852,7
500		1 661,4	2 089,7	1 994,5	1 608,2	2 039,6
1000		1 726,0	2 232,9	2 123,9	1 663,1	2 180,9

Tableau5-6-10 Calcul stochastique des précipitations annuelles
(Station de mesure de Kidira, unité: mm/an)

Année de probabilité		Année de probabilité	Thomas	Hazen	Ishihara /Takase	Gumbel
Probabilité de dépassement	Probabilité de dépassement					
	1000	220,7	263,6	283-5	198,8	306,7
	500	244,0	278,9	298,3	227,4	320,0
	200	278,0	302,3	321,0	268,3	340,1
	150	289,7	310,5	329,0	281,9	347,1
	100	306,9	323,0	341,1	302,0	357,7
	70	323,0	335,0	352,6	320,5	367,8
	50	339,1	347,3	364,4	338,8	378,2

Année de probabilité		Année de probabilité	Thomas	Hazen	Ishihara /Takase	Gumbel
Probabilité de dépassement	Probabilité de dépassement					
	30	365,8	368,2	384,3	368,5	395,8
	20	389,1	387,2	402,4	394,1	411,7
	10	435,1	426,5	439,5	443,2	444,8
	5	492,9	479,4	488,9	502,7	489,9
2	2	610,3	599,7	599,7	616,7	595,8
5		737,2	750,1	735,5	730,7	738,3
10		807,6	843,2	818,3	790,4	832,6
20		867,9	928,8	893,7	839,7	923,1
30		900,1	976,7	935,7	865,3	975,2
50		938,3	1 035,5	986,9	895,2	1 040,3
70		962,2	1 073,5	1 019,9	913,6	1 083,0
100		986,7	1 113,3	1 054,4	932,2	1 128,1
150		1 013,5	1 158,1	1 093,0	952,3	1 179,3
200		1 032,1	1 189,7	1 120,1	966,1	1 215,6
500		1 088,5	1 289,3	1 205,4	1 007,1	1 331,0
1000		1 129,0	1 364,1	1 269,0	1 036,0	1 418,2

Tableau5-6-11 Calcul stochastique des précipitations annuelles
(Station de mesure de Koungheul, unité: mm/an)

Année de probabilité		Année de probabilité	Thomas	Hazen	Ishihara /Takase	Gumbel
Probabilité de dépassement	Probabilité de dépassement					
	1000	199,6	298,4	324,7	202,6	342,0
	500	236,7	318,8	344,9	244,4	362,2
	200	290,7	350,3	375,9	304,0	392,6
	150	309,0	361,5	386,8	323,9	403,3
	100	336,2	378,6	403,5	353,2	419,3
	70	361,5	395,2	419,5	380,2	434,7
	50	386,9	412,2	436,0	406,9	450,5
	30	428,5	441,4	464,2	450,2	477,2
	20	464,9	468,2	489,8	487,5	501,4
	10	536,3	524,4	543,1	559,2	551,6
	5	625,4	601,5	615,5	646,0	619,9
2	2	804,2	781,9	781,9	812,1	780,6
5		994,8	1 016,4	993,2	978,3	996,8
10		1 099,3	1 165,8	1 125,6	1 065,2	1 139,9
20		1 188,3	1 305,5	1 248,1	1 137,0	1 277,2
30		1 235,6	1 384,8	1 317,0	1 174,3	1 356,2
50		1 291,4	1 483,0	1 402,0	1 217,8	1 455,0
70		1 326,3	1 547,0	1 457,1	1 244,6	1 519,7
100		1 361,9	1 614,5	1 515,0	1 271,7	1 588,2
150		1 400,9	1 690,9	1 580,3	1 301,0	1 665,8
200		1 427,7	1 745,1	1 626,4	1 321,0	1 720,9
500		1 509,2	1 917,5	1 772,4	1 380,8	1 895,9
1000		1 567,4	2 048,5	1 882,5	1 422,7	2 028,2

Tableau5-6-12 Calcul stochastique des précipitations annuelles
(Station de mesure de Vwlingara Casamance, unité: mm/an)

Année de probabilité		Année de probabilité	Thomas	Hazen	Ishihara /Takase	Gumbel
Probabilité de dépassement	Probabilité de dépassement					
	1000	507,0	470,6	486,3	511,3	524,7
	500	526,2	493,0	508,3	530,4	542,7
	200	555,6	526,9	541,5	559,4	569,9
	150	565,9	538,7	553,0	569,6	579,4
	100	581,5	556,5	570,5	585,0	593,8
	70	596,5	573,5	587,0	599,9	607,5
	50	611,9	590,9	603,9	615,1	621,6
	30	637,9	620,1	632,3	640,8	645,5
	20	661,5	646,4	657,8	664,2	667,1

Année de probabilité		Année de probabilité	Thomas	Hazen	Ishihara /Takase	Gumbel
Probabilité de dépassement	Probabilité de dépassement					
	10	710,2	700,1	709,7	712,4	712,0
	5	775,7	771,1	778,1	777,0	773,0
2	2	923,3	927,7	927,7	923,0	916,6
5		1 106,6	1 116,1	1 106,2	1 104,1	1 109,9
10		1 219,4	1 229,3	1 212,7	1 215,5	1 237,8
20		1 322,6	1 331,5	1 308,4	1 317,5	1 360,5
30		1 380,2	1 387,9	1 361,2	1 374,4	1 431,1
50		1 450,8	1 456,6	1 425,2	1 444,1	1 519,4
70		1 496,4	1 500,6	1 466,1	1 489,1	1 577,2
100		1 544,1	1 546,5	1 508,7	1 536,3	1 638,4
150		1 597,7	1 597,7	1 556,3	1 589,2	1 707,8
200		1 635,4	1 633,6	1 589,5	1 626,4	1 757,0
500		1 754,2	1 745,8	1 693,2	1 743,6	1 913,5
1000		1 843,1	1 829,0	1 769,9	1 831,4	2 031,8

Tableau5-6-13 Calcul stochastique des précipitations annuelles
(Station de mesure de Kédougou, unité: mm/an)

Année de probabilité		Année de probabilité	Thomas	Hazen	Ishihara /Takase	Gumbel
Probabilité de dépassement	Probabilité de dépassement					
	1000	565,0	698,0	714,5	805,4	785,1
	500	611,3	726,1	742,1	822,7	805,3
	200	677,7	768,1	783,3	849,5	835,8
	150	700,0	782,7	797,5	859,1	846,5
	100	732,8	804,6	818,9	873,7	862,6
	70	763,1	825,4	839,2	887,9	878,1
	50	793,3	846,5	859,8	902,6	893,8
	30	842,2	881,8	894,2	927,7	920,6
	20	884,5	913-5	924,9	950,9	944,9
	10	966,2	977,3	986,9	999,5	995,2
	5	1 065,8	1 060,7	1 067,5	1 066,6	1 063,7
2	2	1 258,7	1 240,6	1 240,6	1 225,0	1 224,8
5		1 454,6	1 451,0	1 441,8	1 433,1	1 441,6
10		1 558,2	1 574,9	1 559,6	1 566,8	1 585,2
20		1 644,4	1 685,1	1 664,1	1 692,5	1 722,8
30		1 689,5	1 745,4	1 721,3	1 764,0	1 802,0
50		1 742,1	1 818,3	1 790,2	1 852,8	1 901,0
70		1 774,7	1 864,8	1 834,0	1 910,9	1 965,9
100		1 807,7	1 913,0	1 879,5	1 972,2	2 034,6
150		1 843,5	1 966,5	1 929,9	2 041,7	2 112,5
200		1 868,0	2 003,9	1 965,1	2 091,1	2 167,6
500		1 941,4	2 119,9	2 074,1	2 248,7	2 343,2
1000		1 993,1	2 205,2	2 154,1	2 368,8	2 475,9

Tableau5-6-14 Calcul stochastique des précipitations annuelles
(Station de mesure de Goudiri, unité: mm/an)

Année de probabilité		Année de probabilité	Thomas	Hazen	Ishihara /Takase	Gumbel
Probabilité de dépassement	Probabilité de dépassement					
	1000	283,3	291,5	317,4	252,5	335,6
	500	301,3	305,6	330,8	275,0	346,6
	200	327,7	326,9	350,9	307,3	363,2
	150	336,7	334,3	357,9	318,2	369,1
	100	350,1	345,6	368,4	334,1	377,9
	70	362,6	356,3	378,4	348,9	386,3
	50	375,1	367,2	388,6	363,5	394,9
	30	395,7	385,7	405,6	387,3	409,5
	20	413,8	402,3	420,9	407,9	422,7
	10	449,6	436,2	451,9	447,6	450,2
	5	494,5	481,1	492,4	496,0	487,5

Année de probabilité		Année de probabilité	Thomas	Hazen	Ishihara /Takase	Gumbel
Probabilité de dépassement	Probabilité de dépassement					
2	2	585,7	580,4	580,4	589,7	575,4
5		684,5	700,1	684,1	684,8	693,6
10		739,4	772,2	745,4	735,0	771,9
20		786,4	837,4	800,3	776,8	847,0
30		811,5	873-5	830,4	798,7	890,2
50		841,3	917,2	866,8	824,2	944,2
70		860,0	945,4	890,1	840,0	979,6
100		879,1	974,7	914,2	856,0	1 017,0
150		900,1	1 007,5	941,1	873-5	1 059,5
200		914,5	1 030,4	959,8	885,2	1 089,6
500		958,6	1 102,2	1 018,2	920,8	1 185,4
1000		990,3	1 155,6	1 061,3	945,9	1 257,7

Tableau5-6-15 Calcul stochastique des précipitations annuelles
(Station de mesure de Ranérou, unité: mm/an)

Année de probabilité		Année de probabilité	Thomas	Hazen	Ishihara /Takase	Gumbel
Probabilité de dépassement	Probabilité de dépassement					
	1000	114,6	124,3	138,4	153,0	115,9
	500	127,2	134,0	148,2	161,8	127,9
	200	146,3	149,3	163,3	175,6	145,9
	150	153,0	154,8	168,7	180,5	152,2
	100	163,1	163,2	177,0	188,0	161,8
	70	172,8	171,4	185,0	195,3	170,9
	50	182,7	179,9	193,3	202,9	180,2
	30	199,5	194,6	207,4	215,9	196,0
	20	214,6	208,2	220,5	228,0	210,3
	10	245,7	237,1	247,9	253-5	240,1
	5	287,1	277,4	285,6	288,7	280,6
2	2	379,6	374,7	374,7	373,2	375,8
5		492,7	506,0	491,4	485,8	503,9
10		561,5	592,1	566,3	558,9	588,7
20		624,1	674,1	636,6	628,2	670,0
30		658,8	721,2	676,7	667,8	716,8
50		701,3	780,1	726,3	717,1	775,3
70		728,6	818,8	758,8	749,5	813,7
100		757,1	859,9	793,1	783,8	854,2
150		789,1	906,6	831,9	822,8	900,2
200		811,5	940,0	859,5	850,5	932,8
500		882,0	1 047,1	947,5	939,3	1 036,6
1000		934,5	1 129,5	1 014,5	1 007,3	1 115,0

Tableau5-6-16 Calcul stochastique des précipitations annuelles
(Station de mesure de Semme, unité: mm/an)

Année de probabilité		Année de probabilité	Thomas	Hazen	Ishihara /Takase	Gumbel
Probabilité de dépassement	Probabilité de dépassement					
	1000	215,3	180,9	200,9	198,1	184,5
	500	225,4	192,9	212,7	210,3	197,2
	200	241,0	211,5	230,8	228,8	216,3
	150	246,6	218,1	237,1	235,3	223,0
	100	255,1	228,1	246,8	245,2	233,1
	70	263,3	237,8	256,1	254,7	242,8
	50	271,9	247,8	265,6	264,4	252,7
	30	286,5	264,9	281,8	280,9	269,4
	20	299,9	280,5	296,6	295,8	284,6
	10	328,1	313,2	327,1	326,7	316,1
	5	367,1	358,0	368,3	368,2	359,1
2	2	459,0	462,1	462,1	462,0	460,0
5		579,7	596,6	579,8	578,7	595,8

Année de probabilité		Année de probabilité	Thomas	Hazen	Ishihara /Takase	Gumbel
Probabilité de dépassement	Probabilité de dépassement					
10		657,2	681,8	652,8	650,6	685,7
20		730,0	761,3	720,0	716,5	771,9
30		771,4	806,2	757,6	753,3	821,5
50		822,9	861,8	803,9	798,4	883,5
70		856,5	898,0	833,8	827,6	924,2
100		892,0	936,2	865,2	858,1	967,2
150		932,3	979,3	900,5	892,4	1 015,9
200		960,9	1 009,8	925,4	916,5	1 050,5
500		1 052,1	1 106,8	1 004,0	992,5	1 160,5
1000		1 121,6	1 180,4	1 063,0	1 049,5	1 243,6

(3) Calcul stochastique des volumes d'évapotranspiration possibles

1) Qu'est-ce que l'évapotranspiration ?
Une méthode de calcul standard est établie pour les précipitations et le débit parmi les rubriques du bilan de l'eau. Mais il y a beaucoup de problèmes irrésolus pour les méthodes de mesure et d'estimation de l'évapotranspiration.

Le processus de transport de la buée d'une zone large vers l'atmosphère est ordinairement appelé évapotranspiration, qui inclut 4 processus suivants: l'évaporation des surfaces d'eau libres, l'évaporation des sols, l'évaporation des eaux interceptées par la végétation etc. et la transpiration de la végétation. L'évapotranspiration est liée à des éléments tels que l'eau, l'énergie, l'atmosphère, le sol, la végétation, mais la relation avec les 4 processus ci-dessus de ces éléments diffère. Jusqu'ici, il était impossible de séparer en entrant dans les mécanismes d'évaporation et transpiration à partir d'une zone libre, mais l'étude du bilan de l'eau traité les deux en bloc. Pour cette raison, l'estimation de l'évapotranspiration s'effectue souvent selon une méthode expérimentale.

Dans le cadre du présent projet, le calcul stochastique des volumes d'évapotranspiration possibles a été effectué en appliquant la méthode de Thornthwaite qui, parmi les modèles expérimentaux, comporte une abondante documentation de mesure et constitue une méthode de températures très pratique à utiliser. Les volumes d'évapotranspiration possibles calculés ont été appliqués pour l'un des paramètres de l'analyse du débit par réservoir modèle mentionnés ci-après.

2) Estimation selon la méthode de Thornthwaite
C'est une méthode largement utilisée dans les domaines de climatologie et d'hydrologie, une fonction expérimentale ayant comme variables la température et le temps d'ensoleillement. Thornthwaite a défini l'évapotranspiration se perdant en cas d'approvisionnement en eau empêchant le manque d'eau à partir de la surface du sol étroitement recouverte d'herbe de petite taille comme le volume évaporable, qui est exprimé par la formule suivante en fonction seulement de la température.

$Et = 1.6\ (10T/I)^{a}$ ----------Formule 5-6-1
Et: volume évaporable (cm/mois), T: température mensuelle moyenne (℃)
$I = \sum 12\ (Ti/5)^{1.514}$ Formule 5-6-2
$a = (492{,}390 + 17{,}920\ I - 77.1\ I^2 + 0.675\ I^3) \times 10^{-6}$ Formule 5-6-3

I est appelé indice de chaleur, et le total T allant de janvier à décembre est recherché. Les relations de la formule 5-6-1 sont valides dans la plage de températures allant de 0 à 26,5ºC, et les valeurs indiquées dans le tableau ci-dessous ont été appliquées pour des températures supérieures.

Tableau5-6-17 Et d'un mois à température moyenne mensuelle de plus de 26,5˚C (cm/mois)

T（℃）	Et	T（℃）	Et	T（℃）	Et	T（℃）	Et
26,5	13,50	29,5	15,89	32,5	17,53	35,5	18,37
27,0	13,95	30,0	16,21	33,0	17,72	36,0	18,43
27,5	14,37	30,5	16,52	33,5	17,90	36,5	18,47
28,0	14,78	31,0	16,80	34,0	18,05	37,0	18,49
28,5	15,17	31,5	17,07	34,5	18,18	37,5	18,50
29,0	15,54	32,0	17,31	35,0	18,29	38,0	18,50

En outre, on a supposé que Et = 0 pour les mois inférieurs à 0ºC. La valeur recherchée dans la formule 5-6-1 correspond à Et des mois standard de 30 jours avec une longueur diurne de 12 heures et en multipliant par les valeurs correctives relatives aux longueurs diurnes du tableau ci-dessous, la valeur mensuelle de Et correspondant à la latitude peut être obtenue.

Tableau5-6-18 Valeur corrective des longueurs diurnes

Latitude	Jan	Fev	Mar	Apr	Mai	Jun	Jui	Aou	Sep	Oct	Nov	Dec
Latitude nord												
0	1,04	0,94	1,04	1,01	1,04	1,01	1,04	1,04	1,01	1,04	1,01	1,04
5	1,02	0,93	1,03	1,02	1,06	1,03	1,06	1,05	1,01	1,03	0,99	1,02
10	1,00	0,91	1,03	1,03	1,08	1,06	1,08	1,07	1,02	1,02	0,98	0,99
15	0,97	0,91	1,03	1,04	1,11	1,08	1,12	1,08	1,02	1,01	0,95	0,97
20	0,95	0,90	1,03	1,05	1,13	1,11	1,14	1,11	1,02	1,00	0,93	0,94
25	0,93	0,89	1,03	1,06	1,15	1,14	1,17	1,12	1,02	0,99	0,91	0,91
30	0,90	0,87	1,03	1,08	1,18	1,17	1,20	1,14	1,03	0,98	0,89	0,88
35	0,87	0,85	1,03	1,09	1,21	1,21	1,23	1,16	1,03	0,97	0,86	0,85
40	0,84	0,83	1,03	1,11	1,24	1,25	1,27	1,18	1,04	0,96	0,83	0,81
45	0,80	0,81	1,02	1,13	1,28	1,29	1,31	1,21	1,04	0,94	0,79	0,75
50	0,74	0,78	1,02	1,15	1,33	1,36	1,37	1,25	1,06	0,92	0,76	0,70
Latitude sud												
5	1,06	0,95	1,04	1,00	1,02	0,99	1,02	1,03	1,00	1,05	1,03	1,06
10	1,08	0,97	1,05	0,99	1,01	0,96	1,00	1,01	1,00	1,06	1,05	1,10
15	1,12	0,98	1,05	0,98	0,98	0,94	0,97	1,00	1,00	1,07	1,07	1,12
20	1,14	1,00	1,05	0,97	0,96	0,91	0,95	0,99	1,00	1,08	1,09	1,15
25	1,17	1,01	1,05	0,96	0,94	0,88	0,93	0,98	1,00	1,10	1,11	1,18
30	1,20	1,03	1,06	0,95	0,92	0,85	0,90	0,96	1,00	1,12	1,14	1,21
35	1,23	1,04	1,06	0,94	0,89	0,82	0,87	0,94	1,00	1,13	1,17	1,25
40	1,27	1,06	1,07	0,93	0,86	0,78	0,84	0,92	1,00	1,15	1,20	1,29
45	1,31	1,09	1,07	0,91	0,82	0,73	0,80	0,90	0,99	1,17	1,24	1,34
50	1,37	1,12	1,08	0,89	0,77	0,67	0,74	0,88	0,99	1,19	1,29	1,41

3) Résultats des calculs stochastiques des volumes d'évapotranspiration possibles

Dans l'étude du présent paragraphe, le calcul stochastique des volumes d'évapotranspiration possibles a été effectué dans les stations de mesure climatique (à l'exception des 5 stations de Semme, Kidira, Linguere, Dialakoto et Kenieba où les températures ne sont pas relevées) où la division de Thiessen mentionnée ci-dessus a été réalisée.

Les valeurs des volumes d'évapotranspiration possibles utilisées pour le calcul du réservoir modèle sont présentées ci-dessous. Par ailleurs, pour les mois ne comportant pas de températures, une valeur moyenne correspondante à ce mois a été appliquée.

Tableau 5-6-19 Calcul stochastique des volumes d'évapotranspiration possibles
(Station de Matam, Unité : cm/mois)

An＼Mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1988	5,84	13,08	17,58	18,62	20,50	19,63	19,39	17,16	16,21	17,48	14,76	7,65
1989	7,32	13-55	16,70	18,43	20,46	19,33	19,12	17,51	17,14	17,24	15,69	13,94
1990	6,04	14,14	18,06	18,77	20,50	19,75	19,39	18,14	17,14	17,90	15,10	9,20
1991	9,33	12,69	16,37	18,43	20,30	19,75	19,39	18,14	17,14	17,24	15,10	10,60
1992	8,83	13-55	16,01	18,23	20,18	19,75	19,39	18,14	17,66	18,08	14,41	13,10
1993	8,15	13-55	17,58	18,91	20,50	19,75	19,63	18,14	16,53	17,71	15,10	8,72

An＼Mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1994	4,87	13,08	17,30	17,18	20,39	19,63	19,12	16,78	16,53	17,24	15,40	9,65
1995	5,63	13,08	17,02	18,43	20,39	19,90	19,85	17,51	16,85	17,48	15,40	8,49
1996	13,94	14,46	17,02	18,43	20,50	19,75	19,39	17,51	17,41	17,71	15,10	8,83
1997	13,53	14,46	15,63	18,00	20,30	19,33	19,12	18,69	16,53	17,48	15,40	7,99
1998	7,70	14,75	17,30	19,10	20,46	19,90	19,39	17,51	16,53	17,48	14,76	9,04
1999	6,45	8,12	17,02	18,62	20,39	19,63	18,16	17,16	16,21	16,97	14,76	9,39
2000	10,64	12,69	17,83	19,02	20,39	19,14	18,16	16,38	16,53	16,05	14,04	9,23
2001	7,70	12,69	17,30	18,23	20,30	19,49	18,50	18,14	16,53	17,24	14,76	13,94
2002	7,41	13,08	16,70	17,75	20,39	19,49	19,39	18,14	17,14	17,48	14,76	13,10
2003	7,26	13-55	17,58	18,77	20,46	19,49	19,39	17,16	15,47	17,24	15,40	8,84
2004	7,36	13-55	16,70	18,77	20,39	19,63	18,82	17,51	16,53	17,48	15,40	13,10
2005	7,36	12,29	17,83	18,91	20,46	19,49	18,50	17,82	16,53	17,24	15,10	14,34
2006	6,82	12,69	17,30	18,91	20,30	19,75	19,85	17,51	16,85	18,08	15,10	7,65
2007	9,39	13-55	17,30	18,62	20,46	19,75	19,39	17,16	16,53	17,48	14,76	13,10

Tableau 5-6-20 Calcul stochastique des volumes d'évapotranspiration possibles
(Station de Ranérou, Unité : cm/mois)

An＼Mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1988	8,99	13,35	17,12	18,46	20,21	19,19	18,64	17,02	15,94	16,92	14,82	10,44
1989	8,99	13,35	17,12	18,46	20,21	19,19	18,64	17,02	15,94	16,92	14,82	10,44
1990	8,99	13,35	17,12	18,46	20,21	19,19	18,64	17,02	15,94	17,48	14,76	12,89
1991	10,32	12,29	16,37	18,00	19,67	19,14	18,50	17,82	16,53	16,69	14,76	13,53
1992	8,66	13-55	17,30	18,77	20,39	19,33	19,12	17,16	15,85	16,97	14,76	8,48
1993	8,65	13-55	17,30	18,77	20,39	19,33	19,12	17,16	15,85	16,97	14,76	8,65
1994	5,81	13,08	17,30	18,43	20,04	18,93	18,16	15,96	15,85	16,37	15,10	9,49
1995	6,04	13,08	16,37	17,75	20,04	19,49	19,12	16,78	15,47	16,97	14,76	9,90
1996	13,10	14,46	17,02	18,23	20,30	19,14	18,82	16,78	16,21	17,24	14,41	9,64
1997	10,86	14,14	16,01	18,00	20,30	18,93	19,63	18,14	16,21	17,24	15,10	8,28
1998	8,76	15,03	17,58	19,10	20,46	19,63	18,82	16,78	15,85	16,97	14,76	10,20
1999	7,37	9,13	17,02	18,43	20,18	19,33	17,80	16,38	15,47	16,05	14,76	9,36
2000	13,10	13,08	17,83	19,02	20,18	18,93	18,16	15,96	15,85	16,97	14,76	7,59
2001	8,55	13,80	17,30	18,62	20,18	19,14	17,80	17,84	15,85	16,97	14,76	14,34
2002	8,54	16,72	16,70	17,75	20,30	18,69	18,82	17,51	17,14	17,48	15,10	13,53
2003	8,24	13,08	17,83	18,77	20,18	18,69	18,50	16,38	15,47	16,37	14,76	10,73
2004	8,96	13-55	16,70	18,23	20,30	19,33	18,50	17,16	15,85	17,24	14,76	13,53
2005	8,61	12,69	17,83	18,91	20,30	19,33	18,16	17,16	15,85	16,97	15,40	14,71
2006	7,45	12,29	17,30	18,62	20,18	19,49	19,12	17,51	15,85	16,97	14,76	7,29
2007	9,78	13,80	17,30	18,43	20,18	19,33	18,82	16,78	15,85	17,24	14,41	8,29

Tableau 5-6-21 Calcul stochastique des volumes d'évapotranspiration possibles
(Station de Bakel, Unité : cm/mois)

An＼Mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1988	7,03	13,80	17,58	18,77	20,30	19,14	18,50	15,96	15,08	16,69	14,04	7,96
1989	8,64	13,80	16,70	18,77	20,46	19,14	17,40	16,38	16,53	16,97	15,40	13,10
1990	6,49	14,14	18,06	18,77	20,46	19,63	18,16	16,78	15,85	17,24	15,10	13,10
1991	13,94	12,69	16,70	18,43	20,30	19,63	18,82	17,16	16,21	16,69	14,76	13,53
1992	13,10	13,80	16,37	18,23	20,18	19,49	18,82	17,84	16,85	17,24	14,76	13,53
1993	9,20	13-55	17,58	18,91	20,50	19,49	18,50	16,78	15,08	16,69	14,41	10,21
1994	6,12	13,08	17,02	18,62	20,30	19,14	18,16	15,52	15,47	15,70	15,10	10,79
1995	7,78	13-55	17,30	18,43	20,39	19,84	19,12	16,38	14,66	16,37	14,41	10,61
1996	13,94	14,75	17,30	18,43	18,95	16,78	13,76	12,82	14,23	14,51	10,18	11,13
1997	8,74	14,14	15,63	18,23	20,04	18,69	18,82	15,96	15,08	16,37	14,04	8,91
1998	10,40	13,80	17,30	18,62	20,30	19,63	18,82	15,52	13,77	15,70	14,41	10,40
1999	6,84	7,65	15,22	17,47	19,67	17,84	16,55	11,28	12,12	14,51	13,25	11,16
2000	13,10	13,80	18,44	19,10	20,30	19,14	18,16	15,96	16,21	16,69	14,76	13,53
2001	15,07	14,46	17,58	18,62	20,39	19,33	18,16	17,51	15,85	17,24	14,76	14,34
2002	13,10	14,14	17,58	18,43	20,39	19,49	19,39	18,14	16,53	17,24	15,10	13,94
2003	9,48	15,03	17,83	19,02	20,52	19,63	18,50	16,38	15,47	16,97	15,40	13,53

An＼Mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
2004	8,76	14,46	17,30	18,91	20,46	19,49	18,16	17,51	17,41	18,36	16,83	16,30
2005	15,41	15,03	18,06	19,02	20,39	19,63	18,82	17,51	16,21	16,69	15,10	14,71
2006	13,94	13-55	18,06	19,10	20,18	19,63	19,63	16,78	16,21	17,71	15,10	15,41
2007	13,53	14,14	17,58	18,91	20,46	19,84	19,12	16,38	15,85	17,48	15,10	10,07

Tableau 5-6-22 Calcul stochastique des volumes d'évapotranspiration possibles
(Station de Goudiri, Unité : cm/mois)

An＼Mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1988	11,76	14,21	17,60	18,75	20,27	18,92	17,70	15,82	15,31	16,13	14,40	12,49
1989	11,76	14,21	17,60	18,75	20,27	18,92	17,70	15,82	15,31	16,13	14,40	12,49
1990	11,76	14,21	17,60	18,75	20,27	18,92	17,70	15,82	15,31	16,37	14,41	12,84
1991	13,53	13,08	17,30	18,43	20,30	19,33	17,40	15,96	15,08	16,05	14,04	13,53
1992	13,53	14,14	17,02	18,62	20,04	18,44	17,40	16,38	15,47	16,69	14,04	13,10
1993	10,72	14,14	17,83	18,91	20,46	19,14	17,80	15,96	15,47	16,69	14,76	13,10
1994	7,63	13,80	17,58	18,62	20,18	18,69	17,80	15,07	15,08	15,70	14,04	11,49
1995	8,97	13,80	17,58	18,62	20,30	19,33	17,80	15,96	15,47	16,05	14,76	9,93
1996	13,53	15,03	17,30	18,77	20,39	19,14	17,80	15,96	15,47	16,05	14,04	13,94
1997	14,34	14,75	17,02	18,77	20,04	18,14	18,16	16,38	15,08	16,37	15,10	10,49
1998	13,53	15,75	18,06	19,21	20,50	19,49	17,80	15,96	14,66	16,37	14,76	13,53
1999	10,59	12,69	18,06	18,91	20,39	18,69	17,40	15,07	14,66	15,32	14,04	9,80
2000	13,94	13-55	17,83	18,91	20,30	18,69	17,40	15,07	15,08	15,32	14,41	9,48
2001	8,57	14,14	17,58	18,77	20,39	18,93	17,80	16,38	16,21	16,69	14,41	14,34
2002	10,40	15,53	17,83	18,62	19,87	18,44	17,40	15,96	15,85	16,05	14,41	16,56
2003	11,76	14,21	17,60	18,75	20,27	18,92	17,70	15,82	15,31	16,13	14,40	12,49
2004	11,76	14,21	17,60	18,75	20,27	18,92	17,70	15,82	15,31	16,13	14,40	12,49
2005	11,76	14,21	17,60	18,75	20,27	18,92	17,70	15,82	15,31	16,13	14,40	12,49
2006	11,76	14,21	17,60	18,75	20,27	18,92	17,70	15,82	15,31	16,13	14,40	12,49
2007	13,53	14,46	17,83	18,62	20,39	19,49	18,16	15,52	15,47	16,37	14,41	13,10

Tableau 5-6-23 Calcul stochastique des volumes d'évapotranspiration possibles
(Station de Tambacounda, Unité : cm/mois)

An＼Mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1988	9,02	14,14	17,30	18,62	19,87	18,14	16,55	14,58	14,66	15,70	13,65	9,02
1989	10,24	13,80	16,70	18,23	19,67	17,51	15,62	14,58	14,23	14,93	14,04	13,10
1990	8,36	14,14	17,83	18,62	19,87	18,69	16,55	15,52	14,66	15,32	14,41	13,10
1991	13,53	13-55	17,30	18,00	19,87	18,69	16,55	15,52	14,66	14,93	14,04	13,53
1992	13,10	14,14	16,70	18,43	19,46	17,84	16,09	15,52	14,23	15,70	14,04	13,53
1993	13,10	14,14	17,58	18,62	20,18	18,69	16,99	15,52	15,08	16,69	14,76	13,10
1994	8,67	13,80	17,58	18,77	20,04	18,44	16,99	15,07	14,66	14,93	14,04	10,87
1995	9,69	13-55	17,30	18,23	19,87	18,93	17,40	15,07	14,66	15,32	14,04	10,64
1996	13,53	14,75	17,30	18,43	20,04	18,44	17,40	15,07	14,23	15,70	14,04	14,34
1997	14,71	14,75	17,02	18,62	19,87	17,84	18,50	16,38	14,23	15,70	14,76	13,10
1998	12,56	15,53	17,83	19,02	20,30	19,14	17,40	15,52	14,23	15,70	14,41	10,82
1999	9,97	12,29	17,58	18,43	19,67	18,44	16,09	15,07	14,66	14,93	15,40	13,53
2000	15,07	15,03	18,06	18,62	20,04	18,93	18,16	15,96	15,85	15,70	14,76	14,71
2001	15,07	15,03	17,30	17,75	20,39	19,12	17,40	16,78	15,08	17,24	15,69	15,72
2002	13,94	14,75	18,06	18,62	20,30	19,14	18,82	16,38	16,21	16,37	15,10	14,34
2003	13,53	14,75	18,25	18,91	20,30	18,44	16,55	15,52	15,08	16,05	15,10	13,94
2004	13,94	15,03	17,58	18,62	20,04	17,84	16,55	15,52	15,08	16,05	15,10	14,71
2005	13,10	14,46	18,25	18,77	19,67	18,69	16,99	15,52	15,08	15,70	15,10	14,71
2006	10,52	13-55	17,58	18,62	19,67	18,14	18,16	15,96	14,66	16,37	15,10	13,53
2007	14,34	14,75	18,06	18,77	20,18	18,69	17,40	15,52	15,08	16,05	14,41	13,94

Tableau 5-6-24 Calcul stochastique des volumes d'évapotranspiration possibles
(Station de Kédougou, Unité : cm/mois)

An＼Mois	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1988	9,70	14,01	17,58	18,62	19,87	17,16	13,84	14,58	14,23	14,93	14,04	7,92
1989	9,93	13-55	16,70	18,23	19,67	17,16	15,62	13,39	12,43	14,93	14,76	13-53
1990	10,69	14,14	17,83	18,62	19,67	17,51	15,12	15,07	13,77	15,32	14,76	14,34
1991	14,71	14,46	17,83	18,43	19,87	18,14	13-53	12,50	13,77	13,64	12,83	10,07
1992	11,25	14,14	16,37	18,23	19,21	15,96	13,65	14,58	12,85	14,93	12,83	11,25
1993	11,30	14,14	17,30	18,91	19,67	17,51	13,75	15,07	11,46	14,51	14,41	10,33
1994	8,77	13-55	17,30	18,43	19,21	15,96	15,12	12,81	12,71	15,32	13,25	8,47
1995	8,08	13-55	17,58	18,62	19,87	18,14	15,12	12,60	12,74	16,05	13,25	9,68
1996	13,94	14,75	17,30	18,43	18,95	16,78	13,61	12,67	14,23	14,51	14,76	10,99
1997	13,94	13,80	16,37	18,00	17,99	15,07	13,18	12,30	12,00	14,93	13,25	9,51
1998	10,27	15,03	17,30	18,62	19,67	17,16	16,99	11,64	11,20	14,51	14,04	13,53
1999	10,07	13-55	18,06	18,77	19,87	17,16	15,12	12,69	12,41	14,51	14,04	9,37
2000	14,71	13,80	17,83	18,62	19,87	16,38	15,62	11,45	13,77	14,09	11,38	10,28
2001	11,57	13-55	17,58	18,43	19,67	16,38	15,12	14,58	12,16	14,93	14,04	13,53
2002	13,53	14,14	17,30	18,43	19,87	17,16	16,09	13,07	14,23	14,93	13,25	8,64
2003	8,51	13,80	16,70	18,23	19,21	15,52	11,19	10,28	10,52	12,34	10,11	9,84
2004	9,41	14,14	17,30	18,23	19,21	15,52	13,36	12,46	13,77	14,93	13,65	11,57
2005	10,26	14,46	17,83	18,77	19,21	17,16	16,55	15,52	14,66	15,70	14,04	13,94
2006	11,22	14,14	17,83	18,77	19,46	17,16	16,55	15,52	10,98	15,32	13,65	10,44
2007	13,53	14,14	17,30	18,77	19,87	17,84	15,12	15,52	14,23	15,70	13,65	7,23

5.6.2 Mesure du débit des cours d'eau dans ce projet

(1) Objectifs
Les objectifs de la mesure du débit des cours d'eau sont indiqués ci-dessous, et la sélection des sites a été faite de ce point de vue.

- Saisie de la différence de débit dans les zones de roches sédimentaires et les zones de roches du socle
- Saisie du débit des cours d'eau s'écoulant des régions de Tambacounda et Matam
- Saisie de l'état d'écoulement des cours d'eau primaires

Pour la sélection des points de l'étude, la priorité a été donnée aux points mesurés par la DGPRE qui seraient utilisés aussi pour ce projet afin d'atteindre les objectifs ci-dessus.

L'état de la rivière et le débit ont été observés une fois par mois aux emplacements sélectionnés. En particulier, en ce qui concerne les cours d'eau primaires, leur débit constant pendant la saison des pluies sera identifié en tenant compte des points suivants.

- Cours d'eau à débit constant pendant la saison des pluies: possibilité de recharge des eaux souterraines pendant la saison des pluies. Variation importante du niveau des eaux souterraines entre la saison sèche et la saison des pluies, avec puits aux environs à niveau d'eaux souterraines élevé pendant la saison des pluies,
- Cours d'eau primaires à écoulement temporaire pendant la saison des pluies: possibilité de recharge des eaux souterraines pendant la saison des pluies. Pas de puits aux environs parce qu'il n'y a pas de recharge.

(2)Méthode de mesure
Pour mesurer le débit des cours d'eau, une méthode consistant à multiplier la surface de coupe au point de mesure par la vitesse du flux a été appliquée (méthode de mesure de la vitesse du flux) et les mesures ont été effectuées une fois par mois par un sous-traitant en site. Durant la saison des pluies, la hauteur du niveau d'eau a été relevée tous les jours.

1) Mesure de la coupe (mesure de profondeur d'eau)

La profondeur d'eau sur la ligne de mesure de la coupe définie au point de mesure est mesurée et le produit de la coupe est calculé. Voici un aperçu de la méthode de mesure.

① La profondeur d'eau est en principe faite 2 fois sur la même ligne de coupe en aller et retour.
② La ligne de mesure de profondeur d'eau et la ligne de mesure de la vitesse du flux de l'article 5 sont en principe sélectionnées pour être à intervalle identique dans le sens de la coupe sur la surface verticale incluant la ligne de coupe. Généralement, la norme du pourcentage entre la largeur de la surface d'eau et l'intervalle des lignes de mesure de vitesse du flux est en principe comme indiqué dans le tableau suivant.

Tableau5-6-25 Intervalles de mesure de la vitesse du flux

Largeur de la surface（B）m	Intervalle des lignes de mesure de la profondeur de l'eau（M）m	Intervalle des lignes de mesure de la vitesse du flux（N）m
Moins de 10	10～15% de la surface	N=M
10～20	1	2
20～40	2	4
40～60	3	6
60～80	4	8
80～100	5	10
100～150	6	12
150～200	10	20
Plus de 200	15	30

③ Des lignes de mesure de profondeur d'eau ont été placées sur la ligne de mesure de vitesse du flux en direction verticale, incluant la ligne de coupe, et au centre de la ligne de mesure de vitesse du flux adjacent. Une ligne de mesure de profondeur d'eau a été placée sur chacune des deux rives à l'extérieur de la ligne de mesure de vitesse du flux. (Pour la mesure de la profondeur d'eau, une ligne de mesure est placée aux environs des deux rives dans la zone dite ces eaux mortes.)

2) Mesure de la vitesse du flux

La vitesse du flux sera mesurée sur les lignées définies au paragraphe précédent avec un tachymètre. Voici un aperçu de la méthode de mesure.

① La mesure se fait en principe 2 fois à chaque point de mesure sur la ligne de coupe.
② Les lignes de mesures de vitesse du flux sont sélectionnées comme indiquée en « a. Mesure de la coupe (mesure de profondeur d'eau) ».
③ Les points de mesure sont sélectionnés à 20% et 80% de la profondeur d'eau à la verticale sur la ligne de mesure de la vitesse du flux (méthode des 2 points). Mais si la profondeur d'eau est faible et que cette méthode est inapplicable, on mesure à 60% de la profondeur depuis la surface (méthode d'1 point). La limite pour la sélection de la méthode des 2 points ou d'unpoint est une profondeur d'eau de 50-75 cm; mais la méthode d'un point n'est pas facilement adoptée, sauf si la mesure de la vitesse du flux est difficile.

3) Calcul de la vitesse du flux

La méthode « La vitesse moyenne du flux représentative de la surface concernée est multipliée par la surface de chaque section de la coupe, ce qui permet d'obtenir le débit de chaque section, puis le débit est obtenu en totalisant toute la surface » est appliquée pour calculer le débit au point de mesure. Voici un aperçu du calcul de la vitesse du flux.

① La valeur de la profondeur d'eau mesurée en aller et retour 2 fois est mise en moyenne arithmétique.
② Pour la vitesse moyenne, avec la valeur mesurée 2 fois en chaque point mise en moyenne

arithmétique, on obtient la vitesse du flux en chaque point, et l'un des éléments suivants est recherché par ligne de mesure.

- Moyenne arithmétique des différentes vitesses d'écoulement pour la méthode des 2 points
- Valeur de mesure de la vitesse du flux pour la méthode d'un point

③ La surface de la coupe de section avec une ligne de mesure de vitesse du flux va jusqu'au centre de la ligne de mesure de vitesse du flux adjacente. La surface entre les lignes de mesure de profondeur d'eau adjacentes est obtenue en supportant un trapèze.

④ Le débit est obtenu en totalisant pour l'ensemble des lignes de mesure les produits entre la vitesse moyenne du flux et la surface de coupe de section considérée représentative.

(3)Points de mesure du débit des cours d'eau

La sélection des points de mesure a eu lieu entre le mi et la fin août 2008. Toutefois, en raison de la saison des pluies, les sites candidats pour ces points ont été difficiles d'accès et seuls 15 des 30 points ont pu être sélectionnés. La sélection des 15 points restants a eu lieu en novembre durant la saison sèche et les mesures ont pu commencer en décembre 2008.

Les emplacements des points d'étude sélectionnés et des points candidats sont présentés dans la figure ci-dessous, le tableau suivant indiquant les généralités de chacun de ces points. Par ailleurs, la limite du bassin de la figure ci-dessous correspond à celle en cas de haut niveau d'eau, les directions du flux étant très souvent différentes car les eaux des cours d'eau s'accumulent dans les petits terrains plats de la plaine allant de la partie nord-ouest de la région de Tambacounda au centre-ouest de la région de Matam dans le cas d'un faible niveau d'eau.

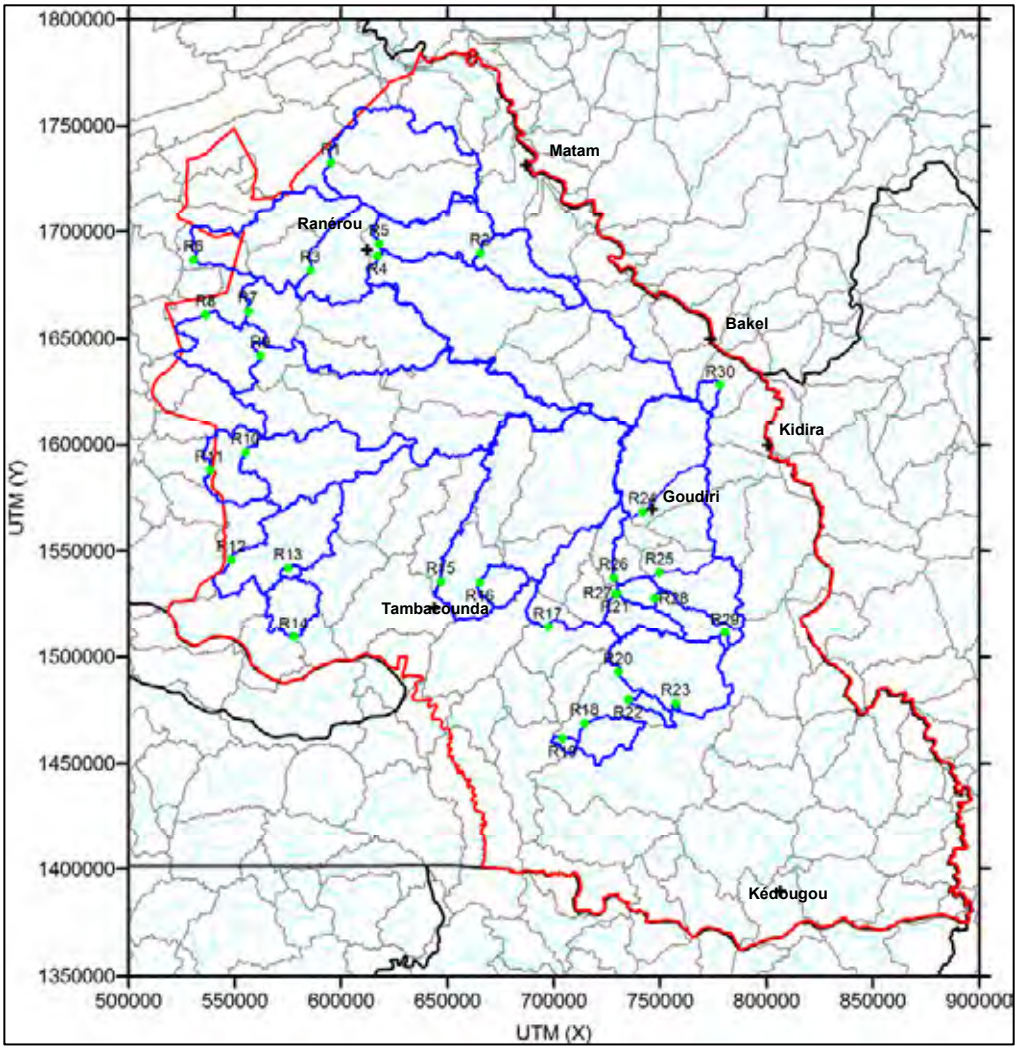


Figure5-6-4 Carte de localisation des points de mesure du débit des cours d'eau

Tableau5-6-26 Points de mesure du débit des cours d'eau

No	Point	Rive Droite			Rive Gauche		
		UTM (X)	UTM (Y)	Elevation (m)	UTM (X)	UTM (Y)	Elevation (m)
R1	Bélel Tiodo	595 113,263	1 732 891,188	32,500	595 132,535	1 732 769,707	31,750
R2	Gourél Guéda	665 297,766	1 689 927,164	46,630	665 311,834	1 689 956,385	46,940
R3	Nalal Daou	585 407,884	1 682 039,528	15,020	585 480,931	1 682 097,088	14,710
R4	Ranérou-S	617 187,345	1 688 704,047	28,950	617 077,732	1 688 742,007	29,320
R5	Ranérou-E	617 781,014	1 694 513,968	23,170	617 619,542	1 694 485,282	22,720
R6	Lounbel Lana	531 164,462	1 687 782,428	13,150	531 155,569	1 687 825,088	13,280
R7	Tiala	556 223,571	1 662 861,768	12,660	556 222,091	1 662 781,192	11,880
R8	Tiafali	536 309,367	1 661 207,390	16,030	536 295,573	1 661 171,982	16,770
R9	Boudoura	661 932,652	1 642 209,742	16,620	661 996,330	1 642 217,095	18,240
R10	Payar	554 484,345	1 596 446,241	27,322	554 480,154	1 596 404,217	25,579
R11	Mana	538 158,964	1 588 314,946	23,362	538 165,039	1 588 275,995	21,210
R12	Koumpentouri	5483-55,728	1 546 099,283	13,290	548 333,911	1 546 021,418	13,044
R13	Malém Niani	575 191,553	1 542 218,800	36,973	575 120,920	1 542 194,031	32,337
R14	Maka	577 527,140	1 509 373,745	21,172	577 484,850	1 509 418,234	21,336

No	Point	Rive Droite			Rive Gauche		
		UTM (X)	UTM (Y)	Elevation (m)	UTM (X)	UTM (Y)	Elevation (m)
R15	Màyél Dibi	646 826,847	1 535 753-528	13,285	646 841,118	1 535 808,525	13,869
R16	Kotiari Naoudé	665 128,029	1 535 559,317	20,133	665 172,096	1 535 557,382	20,607
R17	Goumbayél	697 243,847	1 514 366,769	22,622	697 262,335	1 514 372,741	22,208
R18	Mansa Dala	714 438,447	1 468 822,124	28,830	714 439,928	1 468 796,214	28,541
R19	Diénoun Diala	704 093,933	1 461 760,310	47,339	704 127,826	1 461 768,171	47,606
R20	Woloborita	730 233,215	1 492 845,194	36,121	730 224,521	1 492 818,699	35,991
R21	Bani Israel-S	728 808,435	1 530 237,846	67,523	728 791,324	1 530 230,750	68,406
R22	Gamon-E1	734 971,578	1 480 122,543	51,830	734 953,826	1 480 128,876	51,798
R23	Gamon-E2	757 253,237	1 478 287,846	55,660	757 234,983	1 478 273,901	56,019
R24	Sintiou Doubé	741 754,374	1 568 516,417	40,639	741 780,015	1 568 542,817	41,570
R25	Diélani	749 783,396	1 540 124,380	45,016	749 775,198	1 540 133,730	45,342
R26	Dakadougal	728 051,246	1 537 655,042	28,647	728 063,094	1 537 645,389	28,638
R27	Bani Israel-E	728 837,198	1 530 200,976	67,365	728 823,226	1 530 192,214	67,263
R28	Soutouta	747 450,244	1 527 870,772	76,667	747 465,003	1 527 848,564	76,242
R29	Dalafi	780 411,399	1 511 604,605	103,905	780 385,201	1 511 612,726	103,583
R30	Gabou	778 261,059	1 628 343,587	41,376	778 232,892	1 628 389,034	41,848

(4)Résultats de l'étude

Les résultats des mesures effectuées dans chacun des points sont présentés dans le Livre des données. Etant donné que les données sont en petit nombre qu'elles ne sont pas suffisantes pour dessiner les courbes H-Q, les données des niveaux des cours d'eau mesurés pendant la saison des pluies sont indiquées dans ce livre et la DGPRE se chargera de compiler les données ultérieurement, pour convertir ensuite en débit ces niveaux des cours d'eau.

***