

Sommaire

Avant-propos	1
Liste des Abréviations et Acronymes	3
Introduction.....	4
Problématique et justification du sujet.....	7
PREMIERE PARTIE : Caracteres generaux du milieu d'etude	14
Chapitre I : le milieu physique.....	15
Chapitre II : Le milieu humain	26
DEUXIEME PARTIE : La Problématique de la ressource eau et des ouvrages hydrauliques dans la CR de Ndiaganiao.....	35
Chapitre I : Inventaire des ressources en eau et des équipements hydrauliques de la CR de Ndiaganiao	36
Chapitre II : Les strategies de gestion des ouvrages et equipements hydrauliques	46
TROISIEME PARTIE : La qualite de l'eau dans la communaute rurale de ndiaganiao	55
Chapitre I : Résultat des paramètres physiques	56
Chapitre II : Résultats des paramètres chimiques	60
Conclusion générale	69
Bibliographie.....	70
ANNEXES.....	73
Liste des cartes	73
Liste des figures.....	73
Liste des Photo	73
Liste des tableaux	73

Liste des Abréviations et Acronymes

AEP	: Approvisionnement en Eau Potable
ANSD	: Agence Nationale de la Statistique et de la Démographie
ASUFOR	: Association des Usagers de Forage
BF	: Borne Fontaine
BP	: Branchement Privé
CR	: Communauté Rurale
CT	: Continental Terminal
DAT	: Direction de l'Aménagement du Territoire
DEM	: Direction de l'Exploitation et de la Maintenance
DGPRE	: Direction de la Gestion et de la Planification des Ressources en Eau
DIEPA	: Décennie Internationale de l'Eau Potable et de l'Assainissement
EO	: Eocène
GIRE	: Gestion Intégrée des Ressources en Eau
IRD	: Institut de Recherche pour le Développement
OMD	: Objectifs du Millénaire pour le Développement
OMS	: Organisation Mondiale de la Santé
ONG	: Organisation Non Gouvernementale
PA	: Paléocène
PEPAM	: Programme d'Accès à l'Eau Potable et à l'Assainissement
PLD	: Plan Local de Développement
SDE	: Sénégalaise Des Eaux
SONES	: Société Nationale des Eaux du Sénégal
UCAD	: Université Cheikh Anta Diop de Dakar

Introduction

La situation mondiale des ressources en eau est désormais critique. Les pays Sahéliens à l'instar du Sénégal sont confrontés depuis quelques décennies à une sécheresse qui tend à se pérenniser. Cette situation a rendu très précaire le niveau d'alimentation en eau potable et a baissé les productions agricoles de ces pays.

L'eau est une ressource renouvelable, mais rare et très fragile c'est pourquoi, elle mérite une gestion viable et efficace notamment en milieu rural où la plupart des activités de production dépendent d'elle. La couverture en eau potable du monde rural a atteint 69% des populations rurales¹. Le service de l'eau en milieu rural comprend 1 100 forages motorisés, en grande partie dotés d'un réseau de distribution, 1 500 forages équipés de pompes manuelles et 4 500 puits modernes à pompe manuelle. «La consommation journalière, qui est de 28 litres par jour et par habitant, est assez élevée par rapport aux moyennes dans la sous-région, mais reste en dessous des recommandations de l'Organisation mondiale de la santé (Oms) qui se situent à 35 litres par jour et par habitant», souligne-t-on du côté de la CTB² qui, depuis les années 1980, assiste le Sénégal dans le domaine de l'approvisionnement en eau potable des populations rurales, à travers notamment le financement de projets.

Entre 2003 et 2008, la Belgique a poursuivi cet engagement à travers le Projet d'amélioration et de renforcement des points d'eau dans le bassin arachidier (Pepam-Ba). D'un montant global de 10 milliards de francs Cfa, avec une contrepartie financière de 250 millions de francs Cfa, le Pepam-Ba visait à assurer un accès durable à l'eau potable à environ 780 villages dans les régions de Diourbel, Kaolack et Fatick.

Dans la communauté rurale de Ndiaganiao, il est à souligner une absence notoire de projets hydrauliques visant à améliorer la situation actuelle des équipements et infrastructures hydrauliques. Les stratégies de mobilisation des ressources locales allant dans le sens de la gestion de ces derniers est un acquis du comité de gestion qui a en charge les services de l'eau (ASUFOR). Cette expérience est renforcée par la subvention octroyée chaque année par la communauté rurale dans le souci d'une amélioration de sa politique hydraulique. Mais toujours des difficultés techniques existent et concernent les infrastructures endommagées, peu entretenues, les mauvaises conditions d'hygiène et la faiblesse des autorités ou des institutions en charge de la gestion.

¹ Gestion de l'Eau Potable en Milieu Rural au Sénégal : Le Soleil du 03 Novembre 2008

² Coopération technique belge

La CR de Ndiaganiao dispose de 26 forages dont seulement 01 fonctionnel et de plusieurs puits modernes dont les problèmes d'entretien et de maintenance se posent avec acuité. Cette situation s'explique par les nombreux problèmes techniques et financiers notés au niveau des structures de gestion du sous secteur de l'hydraulique rurale.

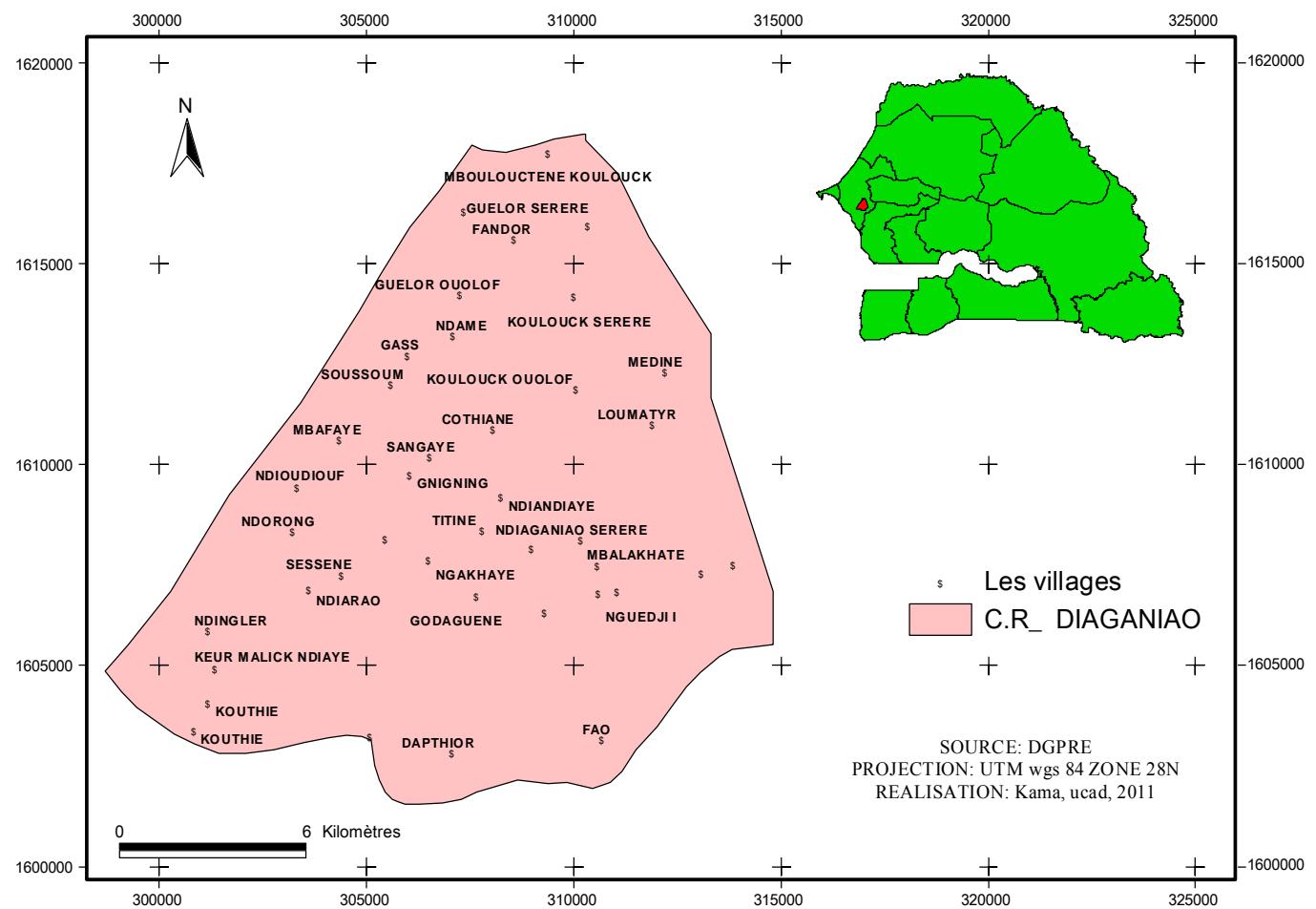
La gestion de l'eau doit commencer par une bonne prise en charge des équipements vétustes et une augmentation des points d'eau équipés. Elle doit aussi faciliter l'accès à l'eau potable par un rapprochement des sources d'approvisionnement et une sécurisation du réseau d'adduction en eau potable. En définitive, la gestion de l'eau doit permettre la pérennisation des services de l'eau au niveau des ménages et autres usagers.

A ces problèmes de gestion des ouvrages, s'ajoute la mauvaise qualité physico-chimique de l'eau consommée par les populations de la zone. Ceci porte également des effets néfastes sur la santé des populations particulièrement pendant l'hivernage, période durant laquelle les ménages utilisent l'eau de pluies pour des usages domestiques. Les maladies diarrhéiques sont de plus en plus fréquentes dans l'espace communautaire et touchent le plus les enfants et les femmes enceintes. D'autant plus ces dernières assurent la collecte et le transport de l'eau depuis la source jusqu'au lieu de consommation. Les récipients utilisés pour l'accomplissement de ces services sont le plus souvent des bassines, des sceaux et des bidons et les nombreux transvasements entre ces matériels mal entretenus, modifient la qualité de l'eau qui peut, en cet effet, porter des bactéries et coliformes fécaux. Ces problèmes d'hygiènes sont aussi notés au niveau des puits traditionnels qui assurent l'abreuvement du bétail pendant la journée. Les selles et les urines déposés aux alentours de ces ouvrages polluent leur eau avec l'effet du vent pendant la saison sèche et du ruissellement pendant la saison pluvieuse. Ceci est le cas des ouvrages non fermés qui sont à la merci des poussières et autres attaques provenant de l'extérieur telles que les insectes, les fourmis et les reptiles qui y tombent surtout pendant la nuit.

En dépit des caractéristiques hydrologiques et hydro-chimiques des nappes exploitées par les différents ouvrages existants dans la zone, il faut noter les problèmes d'hygiène des populations rurales dans leurs modes d'utilisation de la ressource. Mais, l'on note également des problèmes d'hygiène liés aux puisards et autres matériels de collecte qui ne subissent aucun nettoyage avant leur utilisation. Ces ustensiles restent toujours en contact permanent avec le sol après usage. D'autres contraintes résultent de la conservation et du traitement de l'eau dans la mesure où certains ménages ne traitent pas l'eau avant de la consommer. Une bonne utilisation de l'eau doit prendre en considération un certain nombre de critères et règles

d'hygiène pour éviter les risques induits. Ainsi l'OMS recommande pour chaque composante une norme d'utilisation à respecter. Mais ces normes peuvent varier d'un pays à l'autre.

Carte 1 : Carte de localisation de la C R de Ndiaganiao



Problématique et justification du sujet

L'eau est la source de la vie et une denrée essentielle à la survie sur cette planète. De même, elle est le pilier de toute civilisation et de tout développement. La pénurie des ressources en eau constitue l'un des plus grands défis qu'affrontera le monde en général et le Sénégal en particulier au cours des prochaines années, et ce suite aux changements climatiques et leurs effets sur les ressources en eau, la croissance démographique, la pollution, la sécheresse et le gaspillage de l'eau. Les ressources naturelles en eau n'ont connu alors aucune amélioration quantitative et leur niveau a plutôt diminué à cause des changements climatiques.

Et comme l'économie du pays repose largement sur l'agriculture, le manque d'eau risque de provoquer une pénurie en denrées alimentaires dans plusieurs zones notamment, en milieu rural. Face à ce déficit hydrique en milieu rural, s'impose la nécessité d'une gestion optimale des ressources en eau pour lutter contre la réduction des récoltes, l'altération de la texture du sol, l'exploitation excessive qui favorise l'augmenter du taux de salinité dans l'eau. En effet, cette gestion doit d'abord concerner les ouvrages et équipements hydrauliques en état de destruction pour garantir la pérennisation des services de l'eau et de sa qualité.

Outre les problèmes gestion de l'eau et des ouvrages hydrauliques dans ces milieux, s'ajoute une détérioration de sa qualité, la hausse du taux de contamination qui conduit à une augmentation des matières en suspension (**MES**) dans les eaux de boisson qui proviennent essentiellement des sources traditionnelles. L'infrastructure et l'expertise dont dispose le milieu rural sont inadaptées à la demande actuelle. C'est pourquoi l'Etat du Sénégal en collaboration avec les partenaires au développement, a initié plusieurs programmes et projets allant dans le sens d'une meilleure gestion des ouvrages et équipements hydrauliques des espaces ruraux plus défavorisés en matière d'approvisionnement en eau potable. En 1996, le gouvernement du Sénégal a opté dans le cadre d'une réforme de la direction de l'hydraulique, pour une décentralisation des compétences en matière de gestion des ouvrages hydrauliques rurales. Cette réforme responsabilise les ruraux qui sont réunis autour des associations des usagers des forages (**ASUFOR**) devant gérer les premiers rôles dans cette nouvelle forme de gestion des infrastructures rurales. Cette gestion de la desserte de l'eau par des comités de gestion villageois est une solution incontournable, particulièrement dans la perspective proche de mise en œuvre de la décentralisation.

Dans la communauté rurale de Ndiaganiao, cette formule de gestion apporte des résultats encourageants dans la plupart des interventions mais, elle souffre toutefois d'un manque de professionnalisme et de compétences des agents en charge. Elle doit s'adapter aussi au nouveau contexte de privatisation qui se manifeste de plus en plus en milieu rural et périurbain puisque la majorité des politiques sectorielles d'AEP dans le pays privatisent les services de l'eau ou délèguent certains services, tels que la maintenance, l'entretien, la gestion et l'exploitation en milieu rural.

A l'heure actuelle les problèmes que connaît la communauté rurale de Ndiaganiao en termes de gestion des ressources en eau et des équipements hydrauliques se résument généralement dans les points suivants :

- La distribution non équilibrée des eaux. En effet, certains villages (environnants) vivent une situation délicate, alors que d'autres (du centre) vivent une situation confortable.
- L'absence au sein de la communauté rurale, qui souffre d'un déficit en matière d'eau, de ressources matérielles suffisantes et de technologies adéquates pour lutter contre les pénuries d'eau.
- La zone souffre de la stagnation des eaux pluviales pendant l'hivernage qui entraîne des épidémies et d'autres infections.
- La rareté de plus en plus des eaux de surface, l'exploitation irrationnelle des eaux souterraine, la désertification, l'érosion et le tarissement des nappes d'eau.

Ainsi, les rôles et responsabilités de chacun doivent évoluer pour prendre en compte ces tendances puisque la gestion de l'eau s'applique aussi bien dans le cas des eaux de surfaces que des eaux souterraines et des nappes superficielles qui sont exploitées par les puits et les puisards à l'initiative des ruraux. Car cette nouvelle forme de gestion des ressources en eau fait partie de la gestion du terroir dont l'approche est fondée sur la maîtrise des ressources naturelles par les populations. En effet, les problèmes de l'eau à Ndiaganiao sont liés d'une part à une mauvaise gestion des ouvrages hydrauliques de la zone et d'autre part à la mauvaise qualité de celle-ci. C'est ce qui justifie d'ailleurs le choix de notre sujet intitulé : étude des stratégies de gestion des ouvrages hydrauliques et de la qualité dans la communauté rurale de Ndiaganiao. Ce choix constitue un élargissement voire une confirmation des résultats provisoires que nous avions trouvés dans le cadre de notre mémoire de maîtrise. La communauté rurale de Ndiaganiao se trouve dans la région de Thiès, département de Mbour, l'arrondissement de Fissel. Elle est située entre 14,33° de latitude Ouest et 16,43° de longitude. Elle est limitée au Nord par la communauté rurale de Ngoundiane, au Sud par

celles de Sandiara et Sessene, à l'Est par celle de Fissel et l'Ouest par les communautés rurales de Sindia et Tassette.

Avec une superficie de 378,5 km², la communauté rurale de Ndiaganiao abritait « 40815 habitants en 2002 »⁶. Elle est composée de trente huit villages répartis en trois zones géographiques : la Zone de Ndiaganiao, la Zone des Bas-fonds et la Zone de Sandock.

1. Objectifs de recherche

1.1. Objectif général

Notre objectif général de recherche est de faire une étude diagnostique des ouvrages hydrauliques et de la qualité de l'eau dans la communauté rurale de Ndiaganiao.

1.2. Objectifs spécifiques

- faire un inventaire des ressources en eau existants dans la zone.
- faire un diagnostic de la gestion des infrastructures hydrauliques de la communauté rurale.
- analyser la qualité chimique de l'eau desservie par les différents ouvrages hydrauliques de la zone.

2. Hypothèses de recherche

Hypothèse 1 : Les différentes ressources en eau de la zone ont connu une diminution constante ces dernières années suite aux changements climatiques .

Hypothèse 2 : Le manque notoire de matériels et d'équipements hydrauliques rend inefficace les stratégies et modes de gestion communautaires des ressources en eau dans la communauté rurale de Ndiaganiao.

Hypothèse 3 : La mauvaise qualité chimique de l'eau dans la zone est liée aux caractéristiques hydrologiques et hydro chimiques des nappes exploitées.

3. Analyse conceptuelle

Sachant que la problématique nous a permis de faire l'écart entre le connu et le recherché, il serait toutefois important de rendre certains mots ou concepts plus clairs. Pour une bonne compréhension de notre travail, on se propose alors de discuter et d'expliquer les termes suivants : gestion, eau potable, ressource en eau, ouvrages et équipements, Usagers, qualité de l'eau.

Gestion : Action d'administrer, d'assurer la rentabilité (d'une entreprise). (Dict. universel). Au Sénégal, la gestion des ouvrages de distribution d'eau potable en milieu rural est confiée depuis 1996 aux communautés locales qui, à travers les Associations des usagers de forages,

ont reçu de l'Etat le droit d'exploitation, d'entretien, de maintenance et de renouvellement de des équipements à travers la vente de l'eau. Nous retiendrons cette définition dans le cadre de notre étude pour voir comment les ouvrages communautaires sont administrés.

Ressources en eau : Les ressources en eau concernent l'ensemble des eaux de surface, souterraines et les précipitations en particulier. Leur gestion relève pour ce qui est de la ville de l'hydraulique urbaine et de la campagne de l'hydraulique rurale. L'hydraulique rurale est un outil de gestion et de planification des ressources en eau en milieu rural. Au Sénégal, il englobe les localités situées hors du périmètre affermé de la SDE. Il est composé de services techniques (de l'Etat ou du secteur privé) et de structures d'usagers pour bien répondre à la demande des secteurs de l'économie. Tout cela répond au souci d'une gestion intégrée de la ressource eau. C'est pourquoi, l'hydraulique rurale joue un rôle central dans l'épanouissement d'un modèle de développement viable.

Ouvrages et équipements : Dans la Communauté rurale de Ndiaganiao, l'alimentation en eau des populations est assurée par trois types d'infrastructures hydrauliques : les puits traditionnels ou modernes équipés ou non équipés, les forages, les bornes fontaines. Ces ouvrages renferment une importance capitale car ils assurent aux populations rurales un approvisionnement en eau potable. A Ndiaganiao, les puits sont plus utilisés dans la mesure où la plupart des forages est tombé en panne ou fourni une eau de mauvaise qualité chimique. Pour pérenniser les services de l'eau en milieu rural, il faut une bonne maintenance des ouvrages et un bon équipement des différentes sources de distribution d'eau. Dans le cadre notre étude, nous utilisons ces termes pour faire allusion aux moyens matériels qui facilitent l'accès à l'eau potable des populations.

Usagers et usages :

Les différents usages autours de la ressource en eau sont presque identiques dans la communauté rurale de Ndiaganiao. Il s'agit de la consommation, l'abreuvement, la vente, le maraîchage et l'usage culturel.

De tous ces usages, on constate une grande variabilité de l'utilisation de l'eau en fonction des besoins des différents usagers. La plupart de ces usagers sont les ménages, les maraîchers, et les éleveurs. Dans la communauté rurale de Ndiaganiao, l'ASUFOR regroupe l'ensemble des usagers des forages. Cette compétence décentralisée constitue un élément incontournable dans la gestion de l'eau et des ouvrages.

Qualité de l'eau : La qualité de l'eau répond à des caractéristiques physico-chimiques et bactériologiques dont des normes ont été prévues par OMS pour chaque composante. Ainsi la

qualité de l'eau est déterminée par rapport à sa composition chimique, physique et bactériologique. Une eau de bonne qualité est une potable sans odeur, sans couleur et sans goût particulier. Elle ne peut causer aucune pathologie à l'homme. Mais il faut toutefois préciser que ces normes sont différentes selon les Etats. Certaines normes acceptées dans les pays sous-développés ne le sont pas dans les pays développés.

Eau potable : L'OMS définit l'eau potable comme étant celle dont la consommation est sans danger pour la santé. Pour que l'eau soit qualifiée de potable, elle doit être conforme à des normes relatives aux paramètres organoleptiques (couleur, turbidité, odeur, saveur), physico-chimiques (température, pH, etc.), microbiologiques (coliformes fécaux et totaux, streptocoques fécaux, etc.) et à des substances indésirables et toxiques (nitrates, nitrites, arsenic, plomb, hydrocarbures, etc.). Pour chaque paramètre, des valeurs limites à ne pas dépasser sont établies. Le fait qu'une eau soit potable ne signifie pas qu'elle soit exempt d'agents pathogènes mais que leur teneur a été jugée insuffisante pour déclencher une maladie. Les normes de potabilité de l'eau diffèrent d'un pays à l'autre. L'encyclopédie Wikipédia(2006) reconnaît que « l'eau potable est une notion différente à travers le monde et le fruit d'une histoire et d'une vision culturelle locale ». Cependant, toutes les tendances de définition se raccordent sur sa caractéristique de « propre à la santé humaine ». La conception de l'eau potable dans le contexte de l'hydraulique villageoise s'inscrit dans cette mouvance de compréhension. Ainsi, il est reconnu comme eau potable en milieu rural, l'eau provenant des ouvrages dits d'approvisionnement en eau potable. Ce sont les réseaux d'adduction en eau potable ou les postes d'eau autonome c'est-à-dire l'eau de robinet ; des puits modernes et des forages équipés de Pompe à Motricité humaine.

4. Méthodologie de recherche :

Pour atteindre nos objectifs et vérifier nos hypothèses, nous avons adopté une méthodologie. Celle-ci est divisée en trois sous parties : la recherche documentaire et la collecte des informations sur le terrain et le traitement de l'information.

4.1. La recherche documentaire : Nous avons visité plusieurs centres de documentation tels que la Bibliothèque Centrale de l'Université Cheikh Anta Diop de Dakar (UCAD), la Bibliothèque du département de Géographie. Ensuite le travail est poursuivi au niveau des autres centres de documentation comme : L'Agence Nationale des Statistiques et de la Démographie (ANSD), Le Centre de Lecture et d'Animation Culturelle de Ndiaganiao (CLAC), La Direction de l'Aménagement du Territoire (DAT), La Direction de la Gestion et de la Planification des Ressources en Eau (DGPRE), La Division de l'Hydraulique Rurale logée à Dakar Mariste, La Direction de la Météorologie Nationale, L'Institut de Recherche pour le Développement (IRD), L'Enda Tiers-monde et l'Internet. Ce sont les diverses informations recueillies dans ces différents lieux de savoir qui nous ont permis de réaliser la problématique de recherche. Ensuite, nous avons effectué une visite de terrain à Ndiaganiao.

4. 2. La collecte des informations sur le terrain

- L'Echantillonnage et le choix des sites

L'échantillonnage est fait en fonction du zonage. Dans la communauté rurale de Ndiaganiao, nous avons trois types de sources inégalement réparties : les céanes, les puits et les forages. Ainsi, nous avons choisi dans chaque zone un céane et un puits. Ce choix est porté sur le plus grand village dans chaque zone. Ensuite le troisième échantillon est collecté au niveau forage de Soussoung qui est le seul fonctionnel.

4.3. Le traitement des données

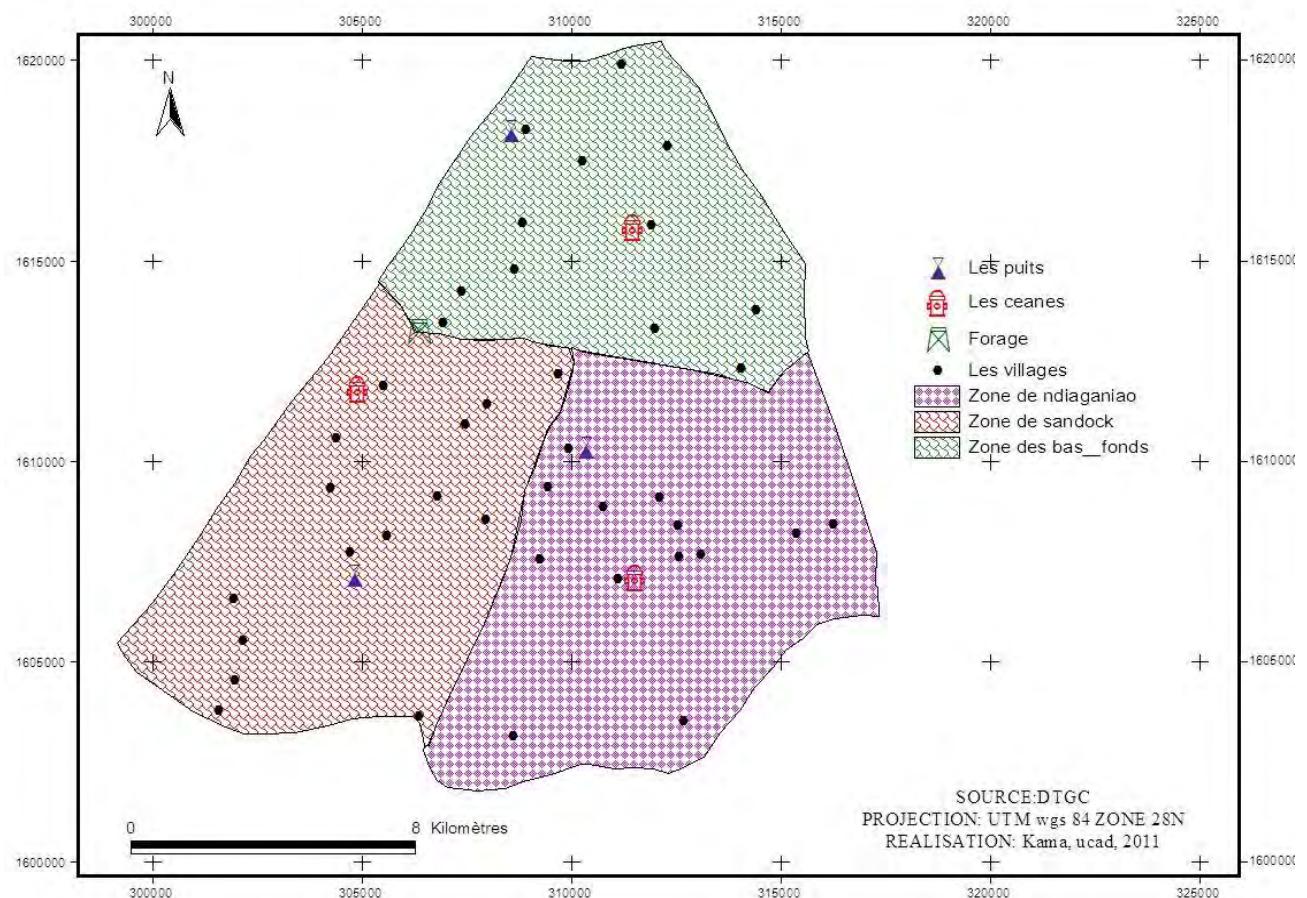
Ce travail est fait à l'aide des logiciels suivants :

D'abord pour la saisie du document, nous avons utilisé le logiciel Word 2007 ;

Ensuite pour le traitement graphique, nous avons utilisé le logiciel Excel 2007 ;

En fin, les cartes ont été réalisées par Arc gis 3.2

Carte 2 : répartition des ouvrages analysés



PREMIERE PARTIE :

CARACTERES GENERAUX DU MILIEU D'ETUDE

Chapitre I : le milieu physique

Dans ce chapitre, nous allons étudier les éléments ayant trait au cadre physique dans la communauté rurale. Ceci va permettre de mieux connaître l'incidence de ces différents paramètres sur la zone d'étude notamment en ce qui concerne les relations entre équipements et qualité de l'eau. Ce chapitre s'articulera sur deux parties différentes : la première partie portera uniquement sur l'étude du cadre physique et la deuxième sera strictement réservée à l'étude du cadre humain et des activités économiques.

I. Le Cadre physique

I.1. Le Climat

La Communauté rurale de Ndiaganiao se trouve dans la zone Sahélienne entre les isohyètes 200 mm et 400 mm. La saison pluvieuse y débute généralement en Mai-juin et y prend fin en Octobre. Les pluies sont généralement réparties sur 30 à 40 jours. Les maximums des précipitations sont enregistrés pendant les mois de juillet-Août, avec un pic en Août. C'est durant cette période que les eaux de pluies après avoir humidifié le sol, s'infiltreront pour rejoindre la nappe (Moustapha A., 2010).

I.1.1. Les centres d'actions

a) L'anticyclone des Açores

Situé dans l'Atlantique nord entre 35° Nord en Janvier et 28° Nord en Mars et la pression y varie entre 1 025 et 1 020 HPa, il émet des flux dans une direction Nord à Nord-Ouest.

En Hiver boréal, cet anticyclone devient plus dynamique, se renforce et, migre vers le Sud. Ainsi, vers décembre et février, il occupe la latitude des îles de cap vert.

b) L'Anticyclonique de Sainte Hélène

Il est centré dans l'Atlantique Sud et se déplace entre 26° de latitude Sud en juin et 32° en Février. Il a une pression qui varie entre 1 018 HPa et 1 021 HPa avec une pression constante de 1 020 HPa durant six (6) mois. Il est plus proche de l'équateur géographique que celui des Açores.

c) L'Anticyclone Saharo-libyenue

Centré en moyenne à 15°, mais évolue entre 20° et 25° Nord. Sa pression est variable et, en été, il est remplacé dans les basses couches par une dépression thermique qui constitue un centre d'appel des flux provenant de Sainte Hélène.

Enfin, entre ces centres de hautes pressions, se développe une ceinture de basse pression où convergent les masses d'air des différents anticyclones ; c'est la zone intertropicale de convergence (ZIC) qui se déplace de part et d'autre de l'équateur.

I.1.2. Les éléments du climat

Il s'agit des paramètres climatiques qui nous permettent de déterminer le climat d'une zone : Régimes des vents, températures mais surtout précipitations constituent les éléments les plus déterminants du climat (DIOP, 1990). Les données utilisées pour l'explication de ces éléments ont été prises à la direction de la météorologie nationale et concernent la station de Mbour et le poste pluviométrique de Ndiaganiao.

a)Les vents

L'analyse des données de la station de Mbour illustre de façon significative le régime des vents de la zone de Ndiaganiao. Cette analyse des données anémométriques indique que la fréquence et la direction des vents sont liées à l'alternance saisonnière sur un domaine donné (DIOP, 1990).

Il s'agit donc d'une étude qui nous permet de distinguer les différentes caractéristiques des vents durant les deux saisons de l'année (la saison sèche et la saison humide).

La saison sèche :

De novembre à fin mai, pendant cette période, la zone est parcourue par l'alizé maritime de direction N-O à S-E, issu de la cellule anticyclonique des Açores. Son parcours océanique lui donne une fraîcheur et une humidité qui abaissent les températures, tout en apportant du brouillard et de la rosée. Ce vent humide mais non générateur de pluies, s'assèche peu à peu au cours de sa progression vers l'intérieur où, il se confond avec l'alizé continental de direction N-E à S-O, issu de la cellule Saharo-libyenne. C'est un flux d'air chaud et sec qui élève les températures dans la zone de Ndiaganiao pendant cette période.

La saison des pluies :

A partir de fin mai, arrive un flux chaud et humide. Il s'agit de la mousson issue de l'anticyclone de Sainte-Hélène, centré dans l'Atlantique sud. Dans l'hémisphère nord, la mousson prend une direction S-E - N-O après sa traversée de l'équateur géographique sous l'effet de la force de Coriolis (LEROUX, 1996 ; 2001). Elle arrive à Mbour en fin septembre début août, où elle peut engendrer d'importantes précipitations.

Tableau 1 : Données climatiques à la station de Mbour de 1980 à 2009

Mois	N	NE	E	SE	S	SO	O	NO	Vents D'Est	Vents D'Ouest	Total	Vitesse m/s
J	5	17	57	0	0	0	16	1	80	17	97	3
F	15	30	34	0	0	0	17	4	79	21	100	3
M	25	22	17	0	0	0	28	5	64	33	97	2,2
A	38	16	5	0	2	2	32	4	59	41	100	2,2
M	25	6	2	0	2	4	53	7	33	67	100	2,1
J	5	2	3	0	3	4	77	6	10	89	99	2,2
Jl	3	2	3	1	10	6	62	6	9	84	93	2,1
A	4	2	6	2	12	8	50	4	14	73	87	1,9
S	4	3	10	2	10	5	51	4	19	70	89	1,6
O	10	7	9	1	4	3	54	4	27	65	92	1,8
N	10	25	24	1	1	4	28	3	59	36	95	2
D	5	22	43	0	1	0	24	2	70	27	97	2,1

Source : Agence Nationale de la Météorologie du Sénégal (ANAMS)

L'Analyse du tableau montre que :

De novembre en mars la circulation de surface est dominée par les vents du quadrant nord-est. Les vents de direction sud, sud-est et sud ouest sont presque absents ou faiblement représentés. Il s'agit de la circulation des alizés pendant la saison sèche. Pendant cette période, le département de Mbour connaît l'influence de l'alizé maritime et continental alors que, la communauté rurale de Ndiaganiao située à 32km de Mbour est couverte par l'harmattan qui est un vent chaud et sec.

A partir du mois d'avril les vents du quadrant sud-ouest commencent à apparaître et à dominer la circulation. Il s'agit d'un mois de transition entre la saison sèche à prédominance des alizés et la saison pluvieuse dominée par la mousson. Les vents d'ouest représentent 66% contre 33% pour les vents d'est (Données météo nationale, 2009).

De mai en septembre les vents du quadrant sud-ouest dominent la circulation de surface alors que, les vents d'est commencent à perdre leur importance. Cette période correspond avec l'hivernage à prédominance de la mousson qui est un vent chaud et humide. Ce vent couvre le département de Mbour durant tout le mois de Septembre et y reste jusqu'en octobre (BASSENE, 2000).

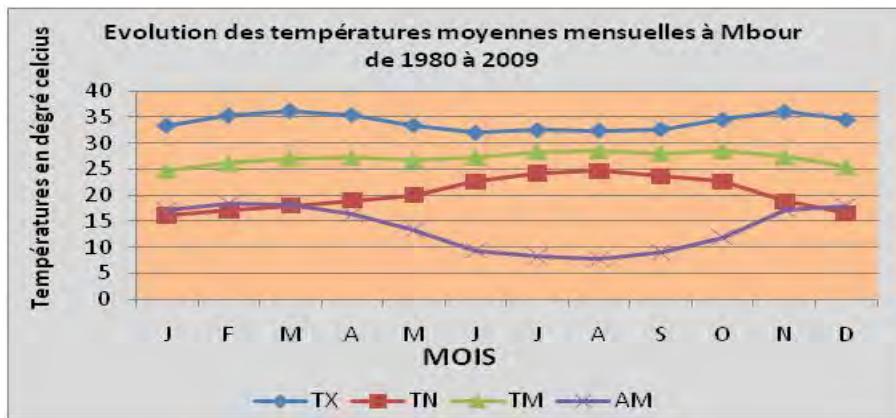
Le mois d'octobre est marqué une légère augmentation des vents d'est qui sont passés de 17% en septembre contre 26% en octobre et une diminution progressive des vents d'ouest, allant 70% en septembre à 65% en octobre. Donc ce mois peut être considéré comme un mois de transition entre la saison pluvieuse à prédominance de la mousson et la saison sèche à prédominance des alizés.

L'analyse des vitesses des vents montre que, les plus fortes sont enregistrées en janvier et février (3m/s) alors que, les plus faibles interviennent en septembre et octobre (1,6 et 1,8m/s).

Ceci, s'explique par le fait que la densité de l'air change en fonction des saisons. Pendant l'hivernage, le ciel est couvert de nuages denses qui font que la circulation aérologique de surface reste faible.

b) Les températures

Les températures suivent le rythme des saisons. Leur évolution et leur distribution résultent de la conjonction des facteurs cosmiques, météorologiques et géographiques (**Annuaire sur l'environnement et les ressources naturelles du Sénégal**).



SOURCE : Direction de la météo nationale

Figure 1 : Évolution des températures moyenne mensuelles à Mbour de 1980 à 2009

L'analyse du graphique révèle que :

Les températures moyennes maximales connaissent une évolution progressive jusqu'au mois de mai. Leur évolution est bimodale avec deux maximums et deux minimums. Le maximum principal intervient au mois de mars ($36,18^{\circ}\text{C}$) alors que, le maximum secondaire arrive en novembre ($36,02^{\circ}\text{C}$). Entre ces deux maximums, s'intercale un minimum principal au mois d'août. Cette baisse des températures résulte de l'importance des précipitations et de la nébulosité durant ce mois.

Les températures moyennes minimales augmentent régulièrement jusqu'au mois d'août pendant lequel, intervient le maximum $24,6^{\circ}\text{C}$. Cette augmentation des températures minimales peut-être due à l'intervention de la mousson qui est un vent chaud et humide. Ses caractéristiques thermiques entraînent alors une hausse des températures durant cette période. Le minimum des températures moyennes minimales intervient en Janvier.

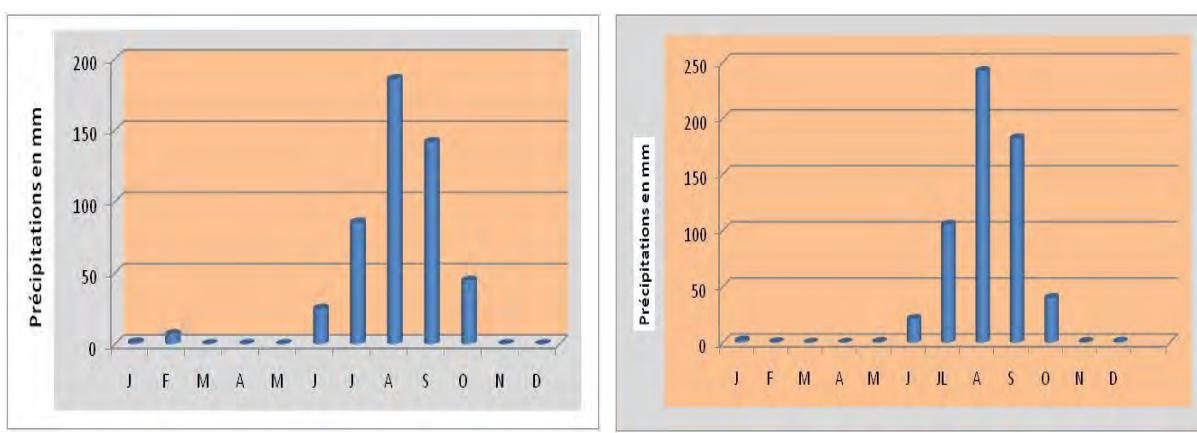
L'évolution de la moyenne des températures est presque identique à celle des températures moyennes maximales mais dans ce cas précis, le maximum principal intervient tardivement c'est-à-dire, au mois d'avril ($27,2^{\circ}$) alors que, le maximum secondaire vient au mois d'octobre ($28,6^{\circ}\text{C}$) ; il est précoce. Quant aux minima, l'un intervient en janvier et l'autre en

mars. L'amplitude thermique va connaître une forte variation au cours de l'année, elle atteint sa valeur maximale au mois de mars ($18,1^{\circ}\text{C}$) et son minimum en août ($7,7^{\circ}\text{C}$).

c) Pluviométrie

Il s'agit du paramètre climatique qui connaît la plus forte variabilité spatio-temporelle. En effet, les données analysées sont recueillies à la direction de la météorologie nationale et concernent la même période (1980-2010). En tenant compte de la situation géographique de notre zone d'étude, la CR de Ndiaganiao, nous avons décidé de travailler avec les données de la station climatologique de Mbour et du poste pluviométrique de Ndiaganiao. L'analyse des précipitations montre que pour les deux stations, la saison des pluies commence en juin et se termine en octobre.

L'évolution moyenne mensuelle des précipitations révèle que le mois d'août est le mois le plus pluvieux pour l'ensemble des deux stations. Mais, il est important de noter que pendant cette période, la station de Mbour a enregistré le plus de pluies au mois d'août, que le poste pluviométrique de Ndiaganiao.



Mbour

SOURCE : direction de la météo nationale

Figure 2: Évolution moyenne mensuelle des précipitations à Ndiaganiao et Mbour de 1980 à 2010

L'évolution moyenne mensuelle des pluies nous a fait remarquer que pour les deux stations qui se suivent de l'amont à l'avale, le mois d'octobre qui marque la fin de l'hivernage est plus pluvieux que le mois de juin qui annonce le début normal de l'hivernage.

Le poste pluviométrique de Ndiaganiao comparé à la station de Mbour se particularise par une faiblesse de ses cumuls mensuels et du nombre de jours de pluie. Ceci donne l'impression d'une zone dont la pluviométrie s'avère insuffisante. Cette insuffisance de la

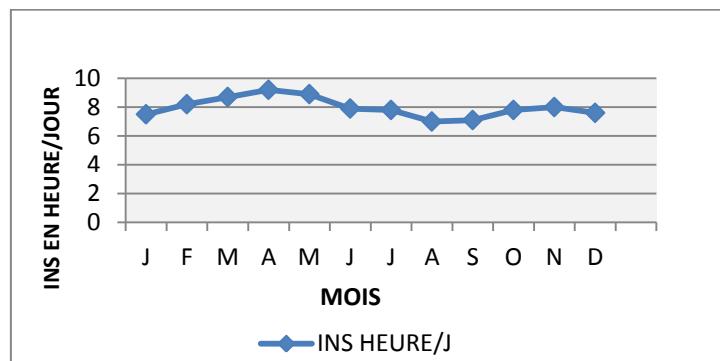
pluviométrie aurait se répercuté sur les ressources naturelles, particulièrement sur les ressources en eau qui ne cessent de diminuer d'une année à l'autre dans cette zone où la population augmente de façon très rapide.

Cette pluviométrie déficitaire entraîne le problème de la recharge des nappes souterraines.

D'après, les populations de la communauté rurale de Ndiaganiao, cette baisse de la pluviométrie aurait été le principal facteur de la forte dégradation du couvert végétale.

d.) L'Insolation

L'insolation moyenne mensuelle à Mbour pendant la période 1980-2010 connaît une évolution peu particulière à l'instar des autres éléments du climat.



SOURCE : Direction de la météo nationale

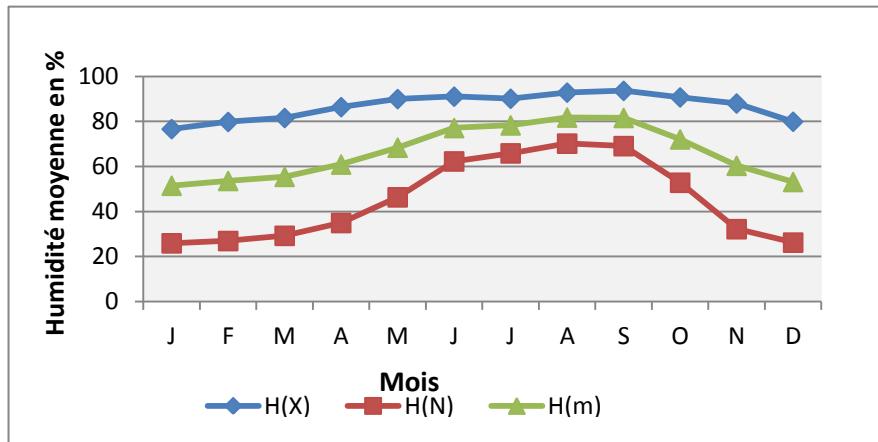
Figure 3: Évolution de l'insolation moyenne en heure/jour à Mbour de 1980 à 2010

En effet, le maximum est atteint au mois d'avril et est étendu jusqu'en mai avec en moyenne 9,2 heures par jour. En avril, le soleil arrive au zénith et contribue fortement à l'augmentation de l'insolation qui y atteint son maximum.

L'insolation connaît une baisse sensible à partir du mois d'août et de septembre. C'est durant cette période qu'intervient le minimum avec 7 heures au mois de septembre. Cette diminution de l'insolation peut être expliquée par l'augmentation de l'humidité relative pendant cette période.

e)L'humidité relative

L'humidité relative, c'est le rapport entre le poids de la vapeur d'eau que contient l'air et celui qu'il contiendrait s'il était saturé à la température du moment (G. VIERS, 1968, p.13). Suivant les propos de **SY en 1995**, l'humidité relative diminue quand on s'éloigne du littoral (influence océanique).



SOURCE : Direction de la météo nationale

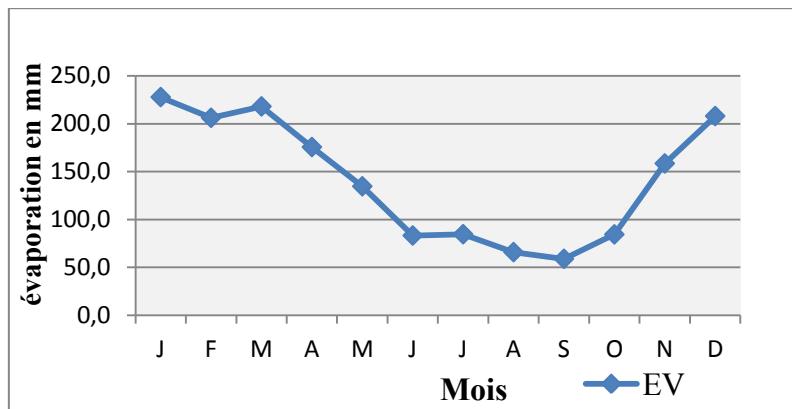
Figure 4: Évolution de l'humidité relative à Mbour de 1980 à 2010

L'évolution est monomodale avec un maximum et un minimum. L'humidité moyenne maximale $H(x)$ à Mbour connaît une évolution régulière de janvier à septembre. Durant cette période, ses valeurs varient de 77% au mois de janvier à 94% au mois de septembre avant de baisser jusqu'à 80% en décembre.

L'humidité moyenne minimale suit presque la même évolution, c'est-à-dire, elle augmente de janvier en août mais, ici le maximum est précoce et arrive en août avec 70%. Quant au minimum, il intervient en décembre et est étendu jusqu'en janvier 26%.

Les valeurs maximales sont enregistrées pendant la saison pluvieuse alors les minima arrivent en saison sèche. Pendant l'hivernage, la chute des précipitations et la couverture nuageuse expliquent la hausse de l'humidité relative qui augmente jusqu'à 94% en septembre, 93% en août. En octobre, malgré la faiblesse des précipitations, l'humidité relative reste toujours élevée (91%). Tandis qu'en saison sèche l'harmattan et l'importance de l'insolation sont à l'origine de la baisse de l'humidité relative.

f) L'Évaporation



SOURCE : Direction de la météo nationale

Figure 5: Évolution de l'évaporation moyenne mensuelle à Mbour de 1980 à 2010

L'analyse de l'évaporation Piche à Mbour montre qu'elle augmente progressivement en saison chaude. Le maximum est enregistré en janvier avec 228 mm, suivi du mois de mars et du mois de février 206 mm. C'est pendant cette période que la plus part des mares de la communauté rurale de Ndiaganiao s'assèchent et que les « Céanes » se tarissent.

Les minima intervennent pendant l'hivernage et varient de 59 mm à 85 mm entre juin et octobre. Pendant cette période de l'année, l'atmosphère est chargée d'humidité à cause des précipitations.

II. Hydrogéologie

L'hydrographie de la collectivité locale de Ndiaganiao n'est pas tellement développée et est caractérisée par l'absence de cours d'eau pérennes et par la présence de nombreuses mares. Tandis que l'hydrographie souterraine n'est pas inexistante avec la présence des nappes du continental terminal, de l'éocène- paléocène et du maestrichtien.

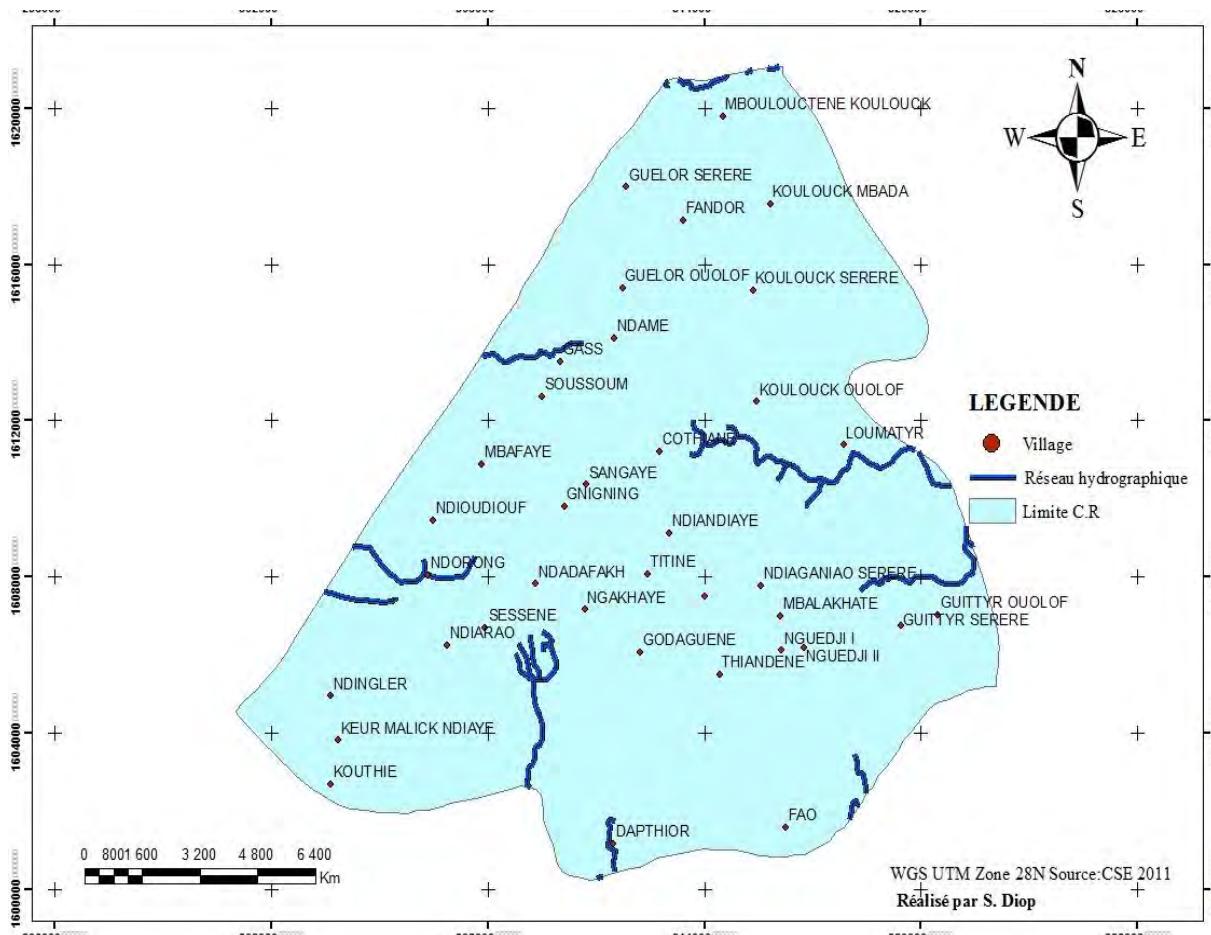
Les mares contribuent à l'approvisionnement du bétail en eau et sont représentées à Sandock par les mares de Diongol et de Ndingler qui peuvent garder leurs eaux pendant 6 mois. Alors que dans la zone de Ndiaganiao, sont retrouvées celles de Nay Guityr et de Njakin et dans la zone des bas-fonds, il existe plusieurs mares qui fonctionnent de 4 à 6 mois dont les plus importantes sont celles de Guil Fakhad à Guélor Sérère, celle de Jim lin et enfin, celle de Guéli.

A coté de cette hydrographie de surface il y a les nappes souterraines représentées particulièrement par le Paléocène, fortement utilisé, et qui est présent dans toute la région de

Thiès et à des profondeurs de l'ordre de 150 m. Cependant, il est presqu'affleurant dans une bonne partie de Ndiaganiao et plus précisément au niveau des nombreux points d'eau (puits et forages).

Cependant, ces ressources en eau plus particulièrement celles du Paléocène sont fortement affectées par la salinité d'où leur caractère un peu saumâtre dans certaines localités de la zone. Les solutions généralement préconisées pour lutter contre les problèmes liés à l'eau sont le reboisement, la préservation des mares et l'extension du réseau d'adduction d'eau.

Carte 3 : Les réseaux hydrographiques de la communauté rurale de Ndiaganiao



III. Relief et sols

III.1. Le relief.

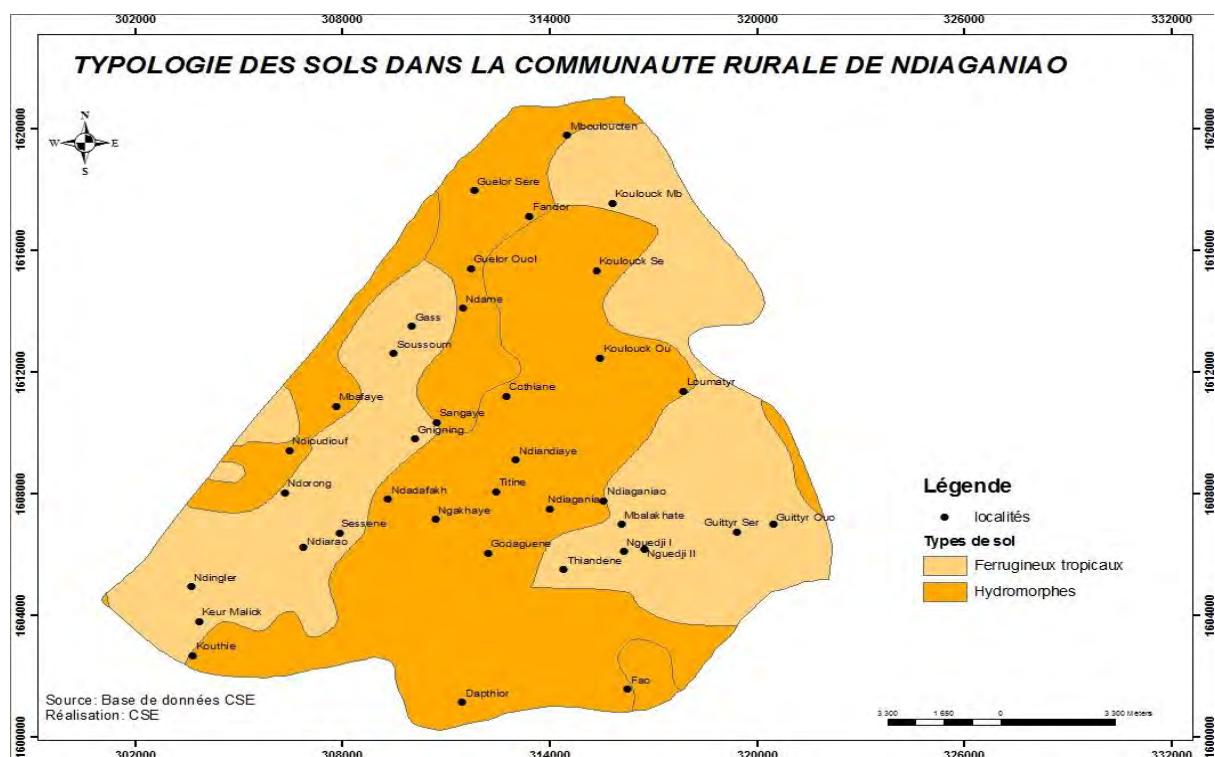
Le relief est légèrement élevé en quelques endroits atteignant des altitudes tournant au tour de 25m. Cependant des zones de basses altitudes sont également rencontrées dans sa partie septentrionale vers Guélor, Ndame et sont communément désignées sous le nom des bas-fonds. Cette platitude du relief facilite l'exercice des activités agro-pastorales et l'occupation

de l'espace. Mais en cas de plus intenses, elle peut accélérer l'inondation des parties plus basses.

III.2. Les sols

Les sols du Sénégal présentent une grande diversité qui traduit l'importance de la dynamique géomorphologique et pédoclimatique que l'Afrique a connue depuis les millions d'années. Les sols, variant en fonction du climat, de la nature, de la roche mère et du relief, présentent des aptitudes différentes qui peuvent évoluer sous l'influence des actions anthropiques (MAIGNIEN, 1965). Différentes typologies de sols sont retrouvées dans la zone allant des sols ferrugineux tropicaux aux sols hydromorphes. Ils sont inégalement répartis dans les trois zones qui composent la CR de Ndiaganiao.

Carte 4 : Typologie des sols dans la CR de Ndiaganiao



a) Les sols Dior

Ou sols ferrugineux tropicaux (de couleur rouge) composés de sables grossiers, meubles et de faible capacité de rétention, sont fortement affectés par le lessivage et l'érosion. Très pauvres en matières organiques et minéraux, ils sont propices aux cultures de rentes et principalement l'arachide, le niébé et la pastèque. Ces sols plus ou moins dégradés doivent être amendés avec de l'engrais chimique ou organique. Ils représentent 20% de la superficie de Ndiaganiao et 80% pour les zones des bas-fonds et de Sandock.

b) Les sols Deck

Ou sols ferrugineux tropicaux peu ou pas lessivés sont fins et sablo-argileux, de couloirs noirs riches en matières organiques, à forte cohésion et difficiles à travailler. Peu perméables, ils ont une grande capacité de rétention et s'apprêtent favorablement au maraîchage, à l'horticulture et à la culture du sorgho. Ils représentent 30% de la superficie de Ndiaganiao et 70% pour les zones sandock et des bas-fonds.

c) Les sols Deck-Dior

Ou sols hydromorphes ou encore sols des bas-fonds, de texture argilo-humifère, très favorables à l'arboriculture (culture du manioc), du sorgho et au maraîchage. Ils constituent 10% de la superficie de sandock contre 20% pour la zone des bas-fonds et 50% pour celle de Ndiaganiao. Ces sols sont caractérisés comme des sols argileux plus lourds, à labourer lorsque l'hivernage n'est pas pluvieux. Quand il est engorgé d'eau pendant l'hivernage, il devient difficile à tracer. En saison sèche, ils se caractérisent par une dessiccation des fentes de retrait.

Tableau 2: Répartition des types de sols selon le zonage à Ndiaganiao

ZONES	Dior %	DECK Dior %	DECK %	Total%
Ndiaganiao	20	50	30	100
sdock	80	10	10	100
Bas-fonds	10	20	70	100

SOURCE : PLD 2009-2015

IV. Les formations végétales

La végétation constitue avec le relief, l'élément le plus déterminant des paysages du fait de son immobilisme apparent et de son action sur les facteurs physico-climatiques dont elle procède par ailleurs (DACOSTA H, 1989).

La communauté rurale de Ndiaganiao présente une formation végétale de type savane arbustive et arborée. Elle est caractérisée par une riche composition floristique allant d'un important tapis herbacé vers une population d'arbres assez consistante et sans oublier les nombreuses colonies d'arbustes.

La richesse du tapis herbacé composé d'une diversité de classes de graminées a énormément contribué à l'essor de l'élevage dans la zone. Les espèces d'herbes rencontrées sont le

Cenchrus biflous (*xaxam*), *Eragrostis ciliaris*, le « *lasobam* » le « *selen* », *la striga*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Chlorus prieurii*, *Pennisetum pedicullatum*, etc.

La communauté arbustive est très fournie et contribue énormément dans le processus d'amélioration des revenus des populations et est composée des espèces que sont le *Combrétum micrantums* (quinquéliba) ou encore « *douté* », le « *rate* » ou *Combrétum glutinosum*, *Guiera senegalensis* (nguer), le « *kaskar* », le « *mbos* », le jujubier ou *Zizyphus mauritiana*, le « *sump* » ou *Balanites aegyptiaca*, le henné ou, le *Moringa oleifera* etc.

La population d'arbres constituant l'essentiel des productions forestières est composée en majorité de « *Gang* », de « *New* » pommier du cayor ou *Parinari microphylla*, de « *Venn* », de « *kad* » *Accasia albida*, de baobab ou « *gouye* » ou encore *Adansonia digitata*, *Tamarindus indica*, *Eucalyptus alba* etc.

Consécutivement à la forte pression sur les ressources végétales caractérisée par des coupes abusives ou à la recherche de nouvelles terres de culture conjuguées à la précarité du climat, on assiste à une importante baisse du couvert végétal. Cette situation a rendu précaire le secteur de production du bois de service et constitue, du coup, une menace de disparition d'espèces végétales utiles pour la pharmacopée.

V. La faune

La faune est abondante et très diversifiée avec la présence des rongeurs et plus particulièrement le rat palmiste et l'écureuil et des oiseaux (tourterelles, hérons, charognards). Autrefois, on comptait dans la faune des hyènes, des biches, des singes, des crocodiles etc.

Et actuellement dans la vallée de Nay Guityr, on soupçonne parmi la faune aquatique des crocodiles et de fortes colonies de poissons.

Cette perte de diversité faunique est liée au long cycle de sécheresse, aux feux de brousse et aux activités anthropique dont particulièrement l'installation des carrières de comme celle de Diack.

Chapitre II : Le milieu humain

I. Le cadre démographique

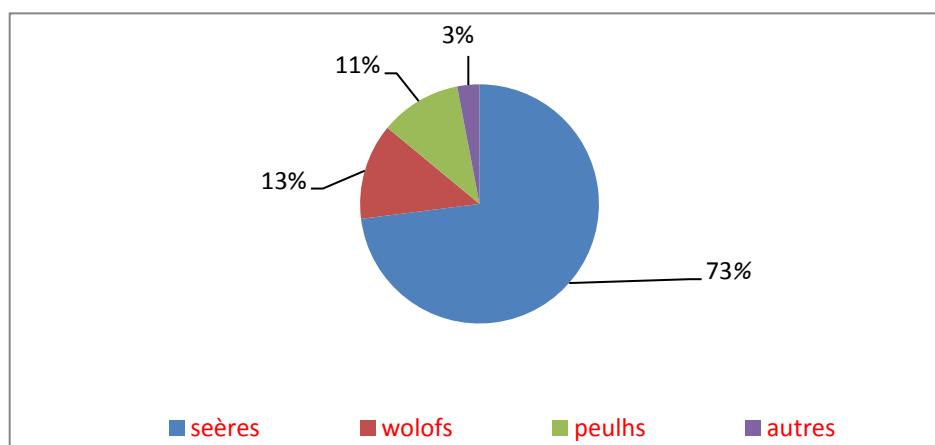
L'étude du cadre démographique de la communauté rurale de Ndiaganiao nous permet de comprendre la structure de la population et sa dynamique spatiale.

1. La Structure de la population

Il s'agit de la répartition ethnique, religieuse et de la répartition par sexe et par âge de la population.

La communauté rurale de Ndiaganiao est peuplée de plusieurs ethnies : les Sérères, majoritaires, occupent 73% de la population ; les Wolofs avec 13%, constituent le deuxième groupe ethnique ;

Les poulars avec seulement 11% de la population, mais plus représentés que les autres groupes tels que les Maures, les Mandjacks et les Diolas qui ne représentent que 3% de la population.



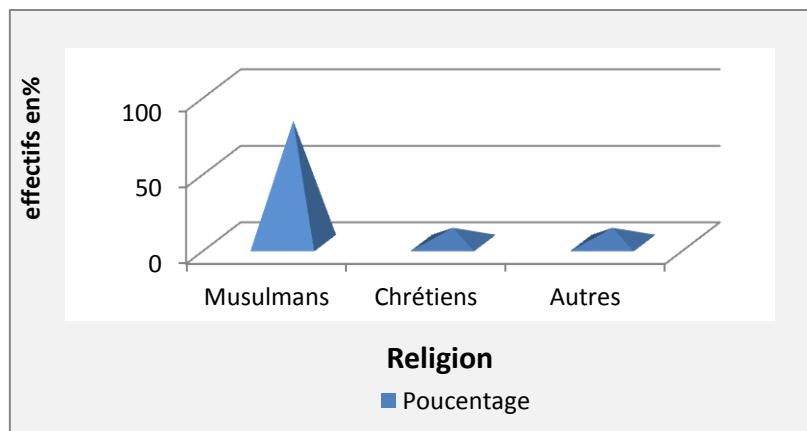
Source : Données PLD Ndiaganiao, 2009-2015

Figure 6: La répartition de la population selon la religion

Du point de vue religieux, la population de la communauté rurale de Ndiaganiao est majoritairement musulmane. Et les différentes religions sont ainsi réparties : L'Islam (80%), le Christianisme (10%), et l'animisme (10%).

Dans le passé, l'animisme était fortement représenté. Aujourd'hui avec l'évolution de l'islam et du christianisme, son importance a constamment diminué.

Quant à la structure par âge, la population est relativement jeune avec une proportion de 49,22% de la population totale. Mais, il faut souligner que la répartition par sexe est en faveur des femmes avec un taux de 51,17%.



SOURCE : Données PLD Ndiaganiao, 2009-2015

Figure 7: La répartition de la population selon la religion

2. La Dynamique de la population

2.1. L'évolution et la répartition spatiale de la population

La population était estimée en 2000 à 34 887 habitants. Actuellement, la communauté rurale de Ndiaganiao compte environ 42 751 habitants en 2008 (Enquête DP) représentant 55% de la population de l'arrondissement de Fissel (76 920hbts) et 8,6% de celle du département de Mbour (497 793hbts)³. C'est une population marquée par une forte tendance à l'exode rural. La densité de la population est assez acceptable, car pour une superficie de 378,5km², elle est de 112 habitants au km². Signalons, cependant que la distribution des villages est très homogène. La répartition spatiale de la population entre les villages montre que l'habitat est de type groupé même si on rencontre en quelques endroits un type d'habitat dispersé. Cette situation s'explique par le fait que la majorité de la population est sédentaire et dispose d'un important cheptel qui les amène le plus souvent à vivre hors de leur village d'origine. Ceci qui favorise le développement des habitats spontanés ou hameaux.

En effet, parmi les 38 villages de la communauté rurale de Ndiaganiao, 5,3 % des villages ont une population comprise entre 100 et 300 habitants ; 13,1% de 300 à 500 habitants ; 26,3% se situent entre 501 et 1000 habitants et seuls 8 villages ont respectivement plus de 2000 habitants et sont les plus peuplés des établissements humains de la collectivité locale⁴.

³ Communauté rural de Ndiaganiao, 2009, PLD 2009-2015.

⁴ Communauté rural de Ndiaganiao, 2009, PLD 2009-2015.

2. 2. La mobilité de la population

Il existe deux catégories de flux migratoires dans la communauté rurale de Ndiaganiao : l'exode rural et l'émigration.

L'Exode rural :

Il est très important dans la communauté rurale parce qu'il touche près de 80% des jeunes (filles et garçon) et s'accentue durant la contre saison où, toutes les activités agricoles sont au ralenti. Les pôles d'attraction sont les grandes villes comme (Dakar, Kaolack, Touba, Thiès, Saly, les zones de pêche et les zones maraîchères où il existe une forte demande en main d'œuvre agricole. Il faut aussi noter que dans la communauté rurale de Ndiaganiao, les femmes au même titre que les hommes émigrent surtout vers Dakar, Thiès et Mbour. Les principales raisons sont d'ordre économique (recherche de travail, apprentissage de métier, transhumance) et social (Éducation). Les causes évoquées restent le désœuvrement, la pauvreté dans les familles et l'insuffisance des terres cultivables. Les périodes correspondent le plus souvent à la saison sèche pour les femmes et les jeunes filles migrantes et à l'hivernage pour la plupart des hommes qui ne disposent pas de terres cultivables.

L'Émigration : Elle se situe à deux niveaux :

Vers les pays limitrophes tels que, la Gambie, le Mali, la Mauritanie et en direction de l'Europe et des Amériques.

De plus en plus, les jeunes migrants s'organisent en associations de ressortissants pour aider financièrement leurs villages. L'impact de la migration est beaucoup plus ressenti au niveau familial car, elle contribue à la réduction de la pauvreté par l'augmentation des revenus, le développement des connaissances chez les jeunes. Malgré cela, la migration présente beaucoup d'inconvénients tant au niveau des migrants qu'au niveau de la production.

Il s'agit de la réduction de la main d'œuvre locale surtout en période de culture ; les grossesses non désirées chez les jeunes filles ; l'adoption de comportements néfastes chez certains jeunes dus au manque d'éducation ; la déperdition scolaire surtout chez les jeunes filles.

II. Cadre socio-économique

Il est dominé par les activités de productions agricoles et pastorales qui ont des relations étroites avec les ressources en eau. Une bonne gestion des ouvrages hydrauliques peut impacter positivement sur le développement de ces activités qui occupent une place de choix dans l'espace rural, notamment dans la communauté rurale de Ndiaganiao.

1. L’Agriculture

Elle mobilise une main-d’œuvre très importante plus de 90% de la population et constitue la principale activité de production de la communauté rurale. L’agriculture est essentiellement vivrière et de type hivernal. Elle peut être divisée deux catégories : l’agriculture hivernale, largement tributaire de la pluviométrie et l’agriculture maraîchère qui utilise les eaux de surface mais surtout les eaux souterraines.

Les statistiques agricoles disponibles ne concernent que le département, elles sont inexistantes à l’échelle de la communauté rurale depuis maintenant 10 ans. C’est pourquoi des productions agricoles ne pourront être analysées qu’à travers des indicateurs globaux du département de Mbour.

- L’Agriculture hivernale :

Les superficies emblavées en céréale (mil, sorgho, mais, niébé) ont connu deux tendances d’évolution sur la période 1997-2003 : Une première tendance en baisse ; 54 653ha en 1997 ; 47 577ha en 2000 ; 28 501ha en 2003 pour le mil ;

Et une deuxième tendance de croissance pour le sorgho par exemple entre 2000 et 2003 où les superficies ont constamment augmenté du fait de l’abandon progressif de l’arachide (8 793ha en 2000, 9 144ha en 2001, 10 629ha en 2003). Les mêmes tendances sont observées sur la culture du niébé qui est passée de 2 721ha en 2000 à 5 320ha en 2003⁵.

La diversification des cultures est encore timide mais en bonne voix, les cultures de niébé, pastèque, bissap, sésame, manioc et aubergine occupent de plus en plus une place dans le choix des cultures au niveau local.

- L’Agriculture maraîchère :

Le maraîchage était souhaité partout mais délaissé aujourd’hui par endroit du fait du manque d’eau. La zone dispose de 11(onze) périmètres maraîchers qui sont actuellement dans un état de non fonctionnalité à cause de l’insuffisance des points d’eau. Partout les acteurs évoquent le problème du non accès à l’eau pour une bonne marche de leur activité. Certains creusent des « céanes » pendant la saison sèche mais ces dernières se tarissent souvent avant la maturité des spéculations. Cette forme d’agriculture peut consommer des quantités importantes en eau lorsqu’elle fonctionne bien. Aujourd’hui la manière dont elle est pratiquée à Ndiaganiao fait que nous n’avons pas des statistiques sur la quantité d’eau utilisée à son égard. Cependant, certains exploitants arrosent à la fois matin et soir avec un type de matériel ne les permettant pas de faire des économies d’eau. Parmi le matériel utilisé, il faut surtout

⁵ Communauté rural de Ndiaganiao, 2009, PLD 2009-2015

noter la forte présence du seau et de l'arrosoir... Tout ceci suppose qu'il ya des pertes d'eau énormes dans cette pratique. Cette activité génératrice de revenu est aussi tributaire à l'accessibilité des ressources en eau en termes de disponibilité en qualité et en quantité.

Les principales contraintes liées à l'activité agricole sont : l'appauvrissement des sols ; le déficit et la vétusté du matériel agricole ; la mauvaise qualité et l'insuffisance des semences (arachides) : les difficultés d'accès au crédit et aux intrants agricoles ; l'écoulement difficile des produits issus de l'agriculture ; l'insuffisance de magasins de stockage ; l'insuffisance de l'encadrement du monde rural comme le CADL (centre d'appui au développement local qui manque de ressources humaines).

2. L'Elevage

L'élevage constitue la deuxième activité économique des populations de la communauté rurale de Ndiaganiao. Elle est pratiquée durant toute l'année et reste très souvent associée à la première activité économique, c'est-à-dire, l'agriculture. Le bétail est estimé à quelques 40 000 têtes (Enquêtes DP, Décembre 2008). Il est constitué de 16 373 têtes d'Ovins ; 10 204 caprins ; 640 porcs, 8 674 bovins, 1904 équins, 2 192 Asins⁶.

C'est également un élevage extensif avec un système de gestion traditionnel et contemplatif. En effet, malgré les apparences, tous les agriculteurs sont des éleveurs autrement dit, des agropasteurs car, il existe une parfaite intégration entre l'agriculture et l'élevage. Les agropasteurs de la localité représentent 95% de la population. L'importance de l'élevage s'explique par le fait que les producteurs utilisent les animaux pour les travaux champêtres, la bouse de vache comme fertilisant, le lait et la viande entrent dans l'alimentation. Cette activité est un moyen sûr de thésaurisation ; par ailleurs l'activité est rythmée par les mouvements de transhumance (Djoloff-Ndiaganiao-Saloum).

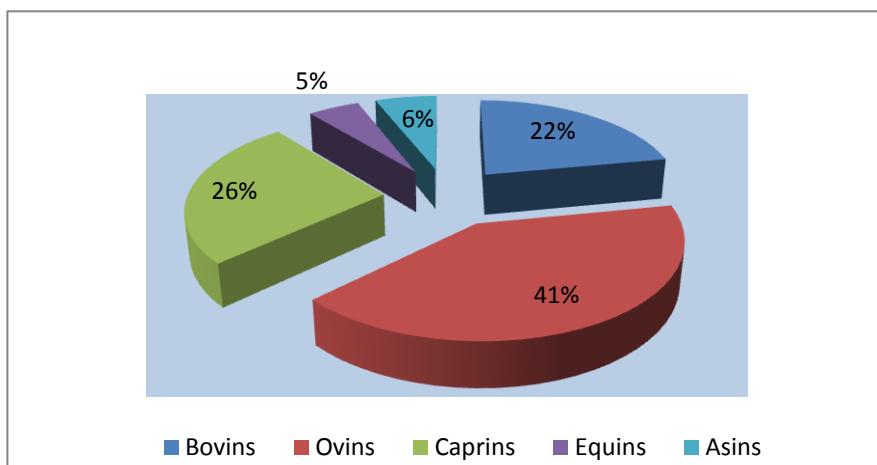
La collectivité locale commence à introduire l'insémination artificielle du bétail surtout dans la zone de Sandock.

Sur le plan des infrastructures et ressources, le secteur de l'élevage est relativement mal pourvu au vu de la relative disponibilité de l'eau et du fourrage : peu d'abreuvoirs fonctionnels desservis par le seul forage fonctionnel existant ; des mares non protégées mais qui se tarissent très tôt à l'exception de Nay Guityr ; les quelques puits fonctionnels servent de points d'eau dans les villages ; Six (06) parcs de vaccination fonctionnels pour toute la zone. Par ailleurs, ce sous secteur de l'élevage connaît plusieurs contraintes qui constituent un handicap pour son épanouissement. La faible productivité du bétail en viande et en lait et les

⁶ Communauté rural de Ndiaganiao, 2009, PLD 2009-2015

difficultés d'abreuvement du bétail à cause de l'insuffisance des points d'eau surtout au niveau de la zone de Ndiaganiao et Soussoung peul. Le tarissement rapide de certaines mares non aménagées, la réduction des parcours de bétail et des zones de pâturage du fait de l'extension illégale des zones de cultures.

Ces contraintes traduisent le manque de dynamisme du secteur de l'élevage qui est pourtant aussi rentable économiquement que l'agriculture. Il peut se révéler comme puissant levier du développement économique sur lequel le conseil rural peut compter à moyen et long terme. Mais pour cela, plusieurs mesures devront être mises en chantier.



Source : Données PLD Ndiaganiao, 2009-2015

Figure 8: La répartition par tête des effectifs du cheptel

3. Les autres activités

3.1 Le Commerce

Il est relativement bien développé dans la communauté rurale de Ndiaganiao surtout avec les « louma » ou marchés hebdomadaires. Sur le plan social, les loumas constituent le principal moyen pour véhiculer ou transmettre des informations. C'est aussi un cadre d'échange et de rencontre pour les populations vivant à l'intérieur et à l'extérieur de la communauté rurale. De par sa position géographique, la communauté de Ndiaganiao pourrait jouer un rôle très important dans le commerce intra villageois pour faciliter l'écoulement des productions agricoles et maraîchères provenant essentiellement de Thiès, Tassette et de réapprovisionnement des boutiques villageoises. Par ailleurs, l'implantation des boutiques au niveau des autres villages contribue de manière significative à l'approvisionnement des populations en denrées alimentaires et autres produits de première nécessité.

Les problèmes dont souffre le secteur commercial se résument comme suit : inorganisation des commerçants ; difficulté d'approvisionnement des boutiques villageoises en denrées de premières nécessités à cause de la faible capacité financières des commerçants détaillants, d'une part et d'autre part, l'enclavement des villages ; difficulté d'écoulement des produits agricoles du fait du non maîtrise des prix pratiqués sur le marché des « banabanas » qui fixent les prix en fonction du niveau d'approvisionnement en produits agricoles.

3.2 Le Transport

Excepté la route bitumée Ndiaganiao-Sandiara (15 km) et la piste Ndiaganiao-Khombole, le réseau routier est inexistant dans la collectivité locale qui n'est relié aux collectivités locales riveraines que par des pistes sablonneuses qui deviennent peu praticables voire impraticables pendant l'hivernage. Le transport au niveau de la collectivité locale reste peu développé car assuré par des taxis brousse souvent en mauvais état. La grande majorité des populations utilisent les charrettes généralement pour se rendre aux marchés hebdomadaires ou aux postes de santé.

Néanmoins, force est de constater qu'aujourd'hui le manque d'infrastructures pour le stationnement des véhicules explique en grande partie la réticence des transporteurs par rapport au paiement des droits et taxes.

Ce sous secteur d'une importance capitale connaît aussi de nombreuses difficultés telles que : l'absence d'une structure de gestion mise en place par le conseil rural et les transporteurs qui en réalité profitent plus de la situation à partir des « mandats » qu'ils reçoivent au départ de chaque véhicule.

Le climat dans la communauté rurale de Ndiaganiao est de type soudano-sahélien marqué par une longue saison sèche allant de novembre à mai et une courte saison pluvieuse, qui va de juin à octobre. Les températures varient en moyenne entre 17°C et 36°C, il s'agit d'une zone de transition entre l'alizé maritime et continentale. Les ressources naturelles connaissent une forte vulnérabilité due aux diverses actions anthropiques, naturelles et environnementales. Les principales menaces de ces ressources sont l'érosion hydrique et éolienne, la péjoration du climat etc. En dehors de ces éléments défavorables, nous pouvons noter la forte pression exercée sur les ressources naturelles par les populations rurales qui utilisent des techniques d'exploitation traditionnelles non adaptées à la structure du milieu. Sur le plan démographique, la population est relativement très jeune avec 49,22% des effectifs. Mais il faut aussi noter avec précision que les femmes sont majoritaires par rapport aux hommes (51,17%). les activités économiques de la zone sont dominées largement par

l'agriculture et l'élevage. Actuellement ces activités se confrontent à plusieurs problèmes notamment, le manque des terres cultivables, le déficit pluviométrique, le surpâturage et la fréquence des maladies pouvant empêcher l'épanouissement du bétail.

DEUXIEME PARTIE :

La problématique de la ressource eau et des ouvrages hydrauliques dans la CR de Ndiaganiao

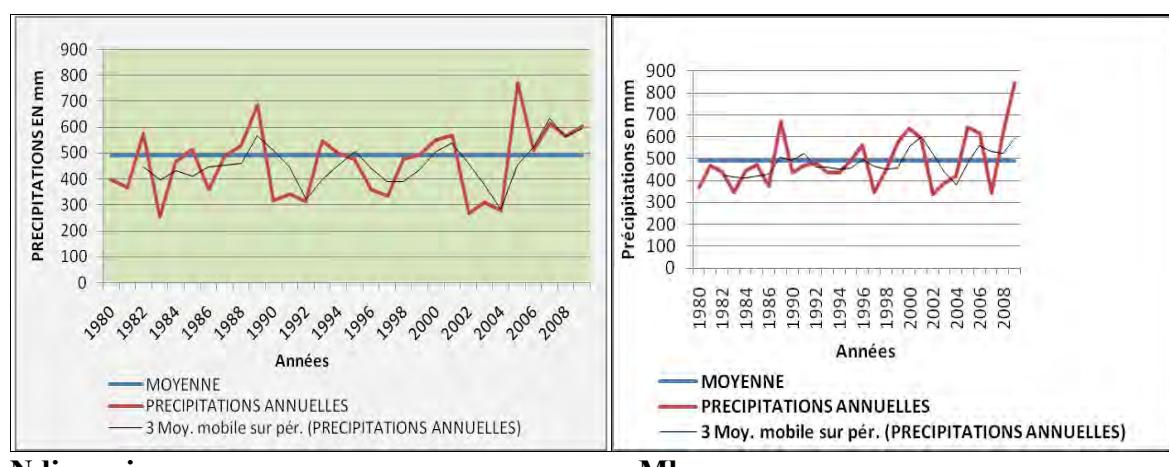
Chapitre I : Inventaire des ressources en eau et des équipements hydrauliques de la CR de Ndiaganiao

La communauté rurale de Ndiaganiao en termes de ressources en eau apparaît comme une zone déficitaire comparée à certaines communautés rurales du département de Mbour. Les ressources en eau disponibles dans la zone sont essentiellement souterraines et présentent deux conditions d'exploitation : les eaux provenant d'un réservoir profond (forages chers) et les eaux provenant de réservoirs superficiels (forages à moindre coût). Dans ce présent chapitre, on étudiera d'abord les eaux de pluies, ensuite les eaux de surface et enfin les eaux souterraines.

I. Inventaire des ressources en eau de la CR de Ndiaganiao

I.1. Les eaux pluviales

Les pluies dans la communauté rurale de Ndiaganiao se concentrent essentiellement sur les cinq (5 mois) de l'hivernage allant de juin en octobre. Pendant la période (1980-2010), les totaux annuels de la station climatologique de Mbour et du poste pluviométrique de Ndiaganiao connaissent une forte variabilité spatio-temporelle. D'après **H Dacosta** en 1989, les hauteurs de précipitations annuelles se caractérisent par leur variabilité dans le temps et dans l'espace, phénomène vivement ressenti en période de sécheresse mais souvent masqué par les valeurs moyennes.



Source : Agence Nationale de la Météorologie du Sénégal (ANAMS)

Figure 9 : Evolution interannuelle des précipitations à Ndiaganiao et Mbour de 1980 - 2009

Pour la période **1980 - 2009**, les deux stations connaissent une évolution interannuelle en dents de scie, marquée par une succession d'années déficitaires et excédentaires. Mais les années déficitaires dominent la tendance de l'évolution puisque pour toute la série, seuls 08 années sont excédentaires pour la station de Mbour et 10 années pour le poste pluviométrique de Ndiaganiao.

Il en est de même pour la station de Mbour marquée particulièrement par une succession d'années déficitaires durant la même période (1980-2009).

En résumé, la pluviométrie dans la zone de Ndiaganiao pendant la même période est comprise entre les isohyètes 250 mm -700 mm. La moyenne de la série est de 491mm, ceci représente ainsi le potentiel pluviométrique de la communauté rurale de Ndiaganiao. Ce potentiel pluviométrique assure les activités agricoles dans la communauté rurale de Ndiaganiao, le renouvellement des nappes et le remplissage des mares. Les populations rurales les accordent une importance capitale surtout quand elles sont bien réparties dans l'espace. C'est pourquoi, l'hivernage est pour ces dernières une source de bonheur malgré les dommages provoqués souvent par leur excès. La rareté et/ou l'insuffisance des eaux de pluies peut entraîner une baisse de la productivité agricole, un problème de renouvellement des nappes souterraines qui constituent les principales sources d'approvisionnement des populations et du bétail dans la zone. En **1995**, SY disait qu'en année de déficit aucun renouvellement ou réapprovisionnement ne peut s'opérer. L'importance de l'évapotranspiration contribue au tarissement précoce des puits qui exploitent la nappe superficielle de la même qu'elle participe à l'assèchement des mares dès la fin de l'hivernage. En plus l'étude menée par l'USAID/DAT en 1986, montre que l'évapotranspiration au Sénégal restitue plus de 60 % de l'eau de pluies à l'atmosphère les années à déficit pluviométrique.

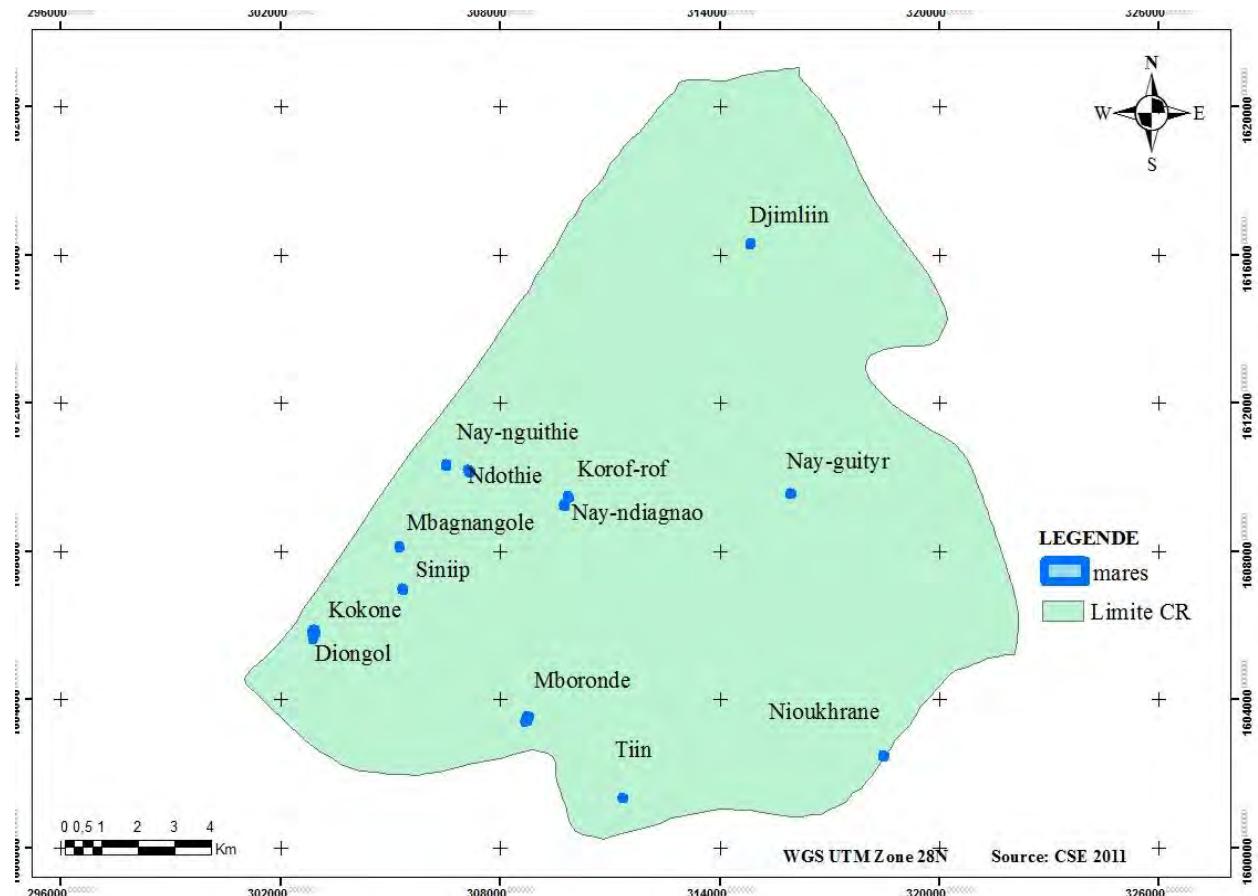
Leur excès peut être source d'inondation, d'érosion hydrique et de problèmes d'insalubrité et d'assainissement. La pluie contribue à la baisse de la demande d'eau pendant l'hivernage du fait que les ménages collectent l'eau de pluie pour leurs usages domestiques (A.KOMBASSERE, 2007).

I.2. Les eaux de surface

Elles dépendent essentiellement de la pluviométrie, de la structure des sols par rapport à l'infiltration et de la pente des versants. Leur quantité est difficile à estimer du fait d'un manque d'études spécifiées dans la zone. L'hydrologie de surface dans la communauté rurale de Ndiaganiao est marquée par l'importance de ces mares et marigots et l'absence de cours

d'eau pérennes. La qualité de ces eaux est douteuse car ces dernières proviennent du ruissellement de surface. Au cours de cette phase, elles peuvent se charger d'éléments capables de modifier leur salubrité.

Carte 5: La localisation des grandes mares



Dans notre zone d'étude, le bétail s'abreuve à partir de ces sources et certaines populations rurales les utilisent pour leurs usages domestiques. Ces milieux (eaux de surface) très ouverts sont à la merci des menaces extérieures. Les ressources en eau de surface communément appelées en sérère « a mbeel » c'est dire mares, ont une importance capitale en milieu rural plus précisément dans la communauté rurale de Ndiaganiao, où la plupart des forages sont salés et les puits traditionnels tarissent très tôt. Ainsi en 2006, le centre régional pour l'eau potable et l'assainissement à faible coût se fixait comme objectif principal le traitement de l'eau de surface et la technique de la pompe à corde pour appuyer les collectivités locales sur la gestion des eaux de surface.

- L'étendue des eaux de surface

Les eaux de surface constituent de vastes étendues d'eau douces utilisées généralement pour le maraîchage et l'abreuvement du bétail. Dans la communauté rurale de Ndiaganiao, les mares sont inégalement réparties entre les trois zones :



Source : CSE, 2011

Figure 10: Les étendues d'eau de surfaces (mares)

L'analyse du tableau montre que les mares occupent une superficie de 78.187,475 m² contre 378.500 m², soit 20,65% de la superficie de la communauté rurale. Ce pourcentage est au regard des populations rurales minime puisque le déficit hydrique s'accentue de plus en plus avec l'insuffisance des pluies qui assurent le remplissage des eaux de surfaces. A ce la s'ajoute le phénomène de l'ensablement qui menace les mares au fur et à mesure que la sécheresse s'installe. Les plus grandes mares sont les suivantes : Tiin avec 17.465, 63 m², Diongol avec 13.668,75 m², Nay-guityr avec 3.459,375 m² alors que les plus petites sont : Nay-Nguithe et Mbagnangol.

Ces vastes étendues d'eau douces constituent d'importantes ressources pour les populations de la communauté rurale de Ndiaganiao pour la satisfaction des besoins de consommation et de production.

Malgré le rôle important joué par ces eaux douces surface en ce qui concerne la culture maraîchère et l'approvisionnement en eau du bétail pendant la saison sèche, ces mares sont présentement menacées de disparition dans notre zone d'étude.

Les principaux problèmes qui compromettent l'épanouissement des eaux douces de surface à Ndiaganiao sont l'ensablement, l'assèchement prématuré dès le mois de février et la destruction du couvert végétal.

Face aux divers problèmes que connaît l'hydrologie de surface dans la zone de Ndiaganiao, certaines mesures sont à préconiser pour la conservation et la mise en valeur des bas-fonds :

Le dessablement des mares pour lutter contre l'assèchement et accroître leur capacité de mise en eau, l'aménagement des bassins de rétention à l'image de la grande vallée de nay-guityr pour favoriser l'agriculture maraîchère et maintenir le bétail, le reboisement pour le maintien du couvert végétal autour de ces points pour éviter l'ensablement.

I.3. Les eaux souterraines

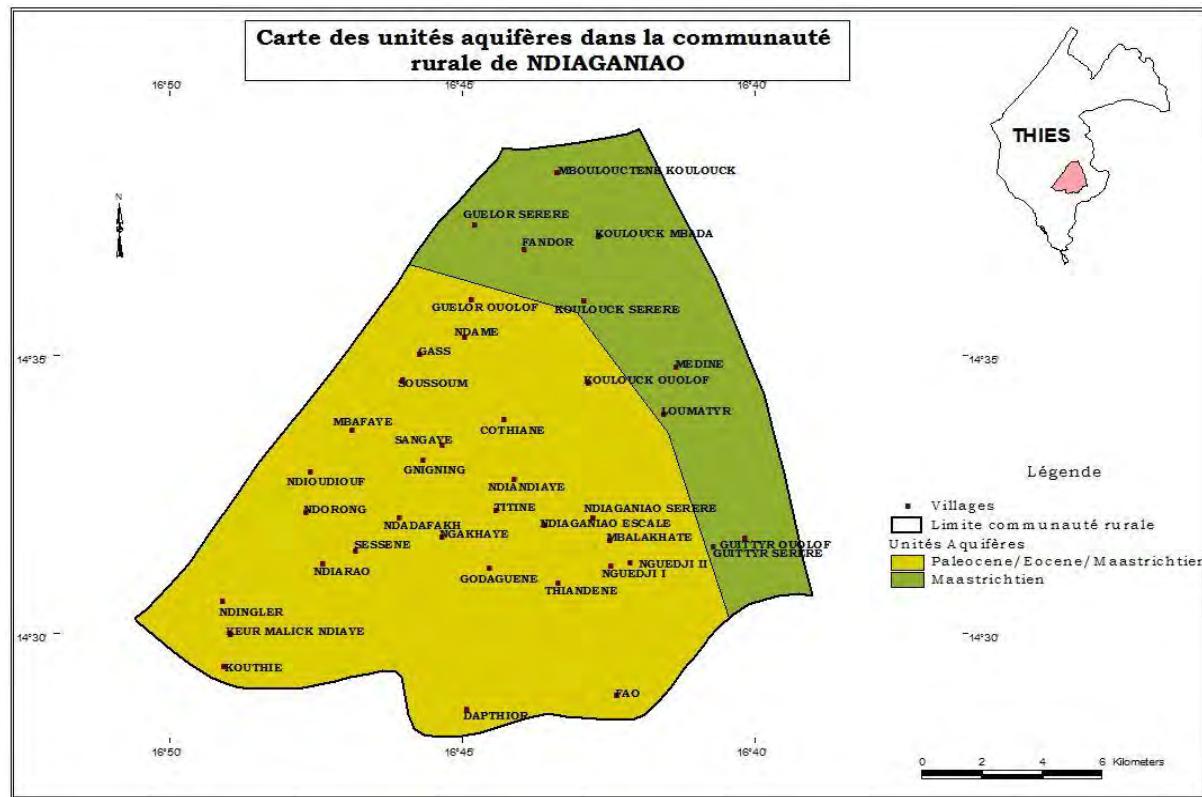
Les eaux souterraines constituent une composante essentielle du potentiel en eau de la communauté rurale de Ndiaganiao. Dans cette zone où, il n'existe pas de cours d'eau pérenne et de ressources importantes en eau de surface, l'alimentation en eau potable des populations ainsi que l'abreuvement du bétail proviennent essentiellement des eaux souterraines.

Mais, il est toutefois important de préciser que la quasi-totalité des nappes présentes fournit une eau saumâtre ou de mauvaise qualité chimique.

A Ndiaganiao, il existe trois groupes d'aquifères : la nappe superficielle du Continental Terminal, les nappes intermédiaires de l'Éocène et du Paléocène et la nappe profonde du Maestrichtien.

Ces nappes présentent des caractéristiques topographiques, piézométriques et hydrochimiques très différentes dans la zone.

Carte 6 : Les unités aquifères dans la communauté rurale de Ndiaganiao



Source : DGPRE, 2010

I.3.1. Le Continental terminal (C T) :

Il est constitué de formations à dominante sableuse et argilo-sableuse, mais avec des variations latérales et verticales de faciès très fréquentes, notamment avec des passées de grés à canalicules plus ou moins argileux et des niveaux latéritiques perméables.

Il est présent sur tout le bassin sédimentaire sénégalais, le CT est généralement en discordance sur les formations plus anciennes (Éocène notamment) et est souvent subaffleurant sous le quaternaire. Son épaisseur varie de 10 à 40 mètres dans la zone de Mbour.

Il s'agit d'un aquifère libre mais avec des caractéristiques hydrochimiques et hydrodynamiques très différentes d'une région à l'autre. Elle sert beaucoup dans les usages des villageois.

Dans la communauté rurale de Ndiaganiao, les « céanes ⁷ » et les puits traditionnels captent cette nappe qui a subi une sérieuse dégradation du fait de la sécheresse.

⁷ Puits traditionnel à faible profondeur, aménagé pour les usages domestiques et agricoles.

I.3.2. Les nappe des calcaires Éocène – paléocènes :

Le système aquifère intermédiaire est constitué de deux formations à dominante calcaire : l'Éocène (EO) présent sur tout le bassin et le paléocène (PA) caractérisé seulement dans le Horst de Ndiass et dans la région de Mbour.

- **Les formations éocènes** : partout ailleurs, sauf dans la zone Ouest de Tambacounda et peut-être en bordure de socle où les formations éocènes deviennent sableuses, l'Éocène s'approfondit et est constitué d'épaisses couches de marnocalcaire et d'argiles de faible perméabilité. On peut cependant y recouper des niveaux sableux à argileux-sableux de meilleure perméabilité, notamment à la base ou au sommet où ils peuvent être confondus avec les sables sous-jacents du maestrichtien ou sus-jacents du CT.

- **Les formations paléocènes** : Les nappes des calcaires généralement phréatiques à proximité de Mbour et vers Pout où cette formation parvient à l'affleurement sous un recouvrement sablo-argileux discontinu de faible épaisseur. Elle devient captive plus à l'est et au sud. Sa potabilité est très variable dans l'espace. Elle peut, compte tenu de la nature karstique de ces calcaires, fournir des débits unitaires importants (plus de 100 m³/h) à très faible.

Dans la communauté rurale de Ndiaganiao l'ensemble des forages exploitent ces nappes à une profondeur qui varie de 50 à 150 m dont la qualité de l'eau est salée dans certains endroits de la localité et saumâtre dans d'autres. Les seuls sites qui présentent une eau de bonne qualité chimique sont le village de Soussoung où se trouve l'actuel forage du même nom, le village de Ndiarao et la partie Est du village de Fao (se conférer à la carte N°6 : la minéralisation des eaux du paléocène).

I.3.3. Le Maestrichtien

A la différence des formations intermédiaires et superficielles, le Maestrichtien, grâce à la dominance de ses faciès sableux à son sommet, recèle un aquifère continu et homogène à eaux douces dont les caractéristiques hydrodynamiques généralement bonnes sont relativement constantes, ou de moins de valeurs comparables sur la totalité du bassin sédimentaire sénégalais, constituant ainsi le meilleur réservoir d'eau souterraine du Sénégal (**projet PNUD/SEN/87/006**).

A Mbour, plusieurs périmètres maraîchers et centres touristiques sont alimentés par cet aquifère lequel est capable de fournir des débits unitaires assez bons dans une fourchette plus étroite que précédemment (30 à 100 m³/h environ pour les forages correctement exécutés).

A Ndiaganiao cette nappe n'est captée par aucun ouvrage hydraulique malgré sa bonne qualité chimique. Ceci, s'explique par le fait que les forages qui l'exploitent coûtent très chers et que les populations rurales ne disposent que de moyens limités.

II. Inventaire des ouvrages hydrauliques de la CR de Ndiaganiao

Les équipements hydrauliques se définissent comme l'ensemble des infrastructures et équipements hydrauliques pouvant assurer un approvisionnement en eau aux populations, à l'agriculture maraîchère et au bétail (**DIATTA, 2007**).

Dans la communauté rurale de Ndiaganiao, ils sont au nombre de quatre catégories différentes : les puits (puits traditionnels et modernes) ; les puits-forages, les forages et les bornes fontaines.

II.1. Les Puits

Un puits est un ouvrage de captage de l'eau souterraine de diamètre variant généralement de 1 à 1,2 m pour les puits traditionnels et 1,6 et 1,8 m pour les puits modernes.

a. Les puits traditionnels

Ils existent dans tous les villages de la Communauté Rurale de Ndiaganiao avec des profondeurs très variables dans l'espace communautaire. Les puits traditionnels participent grossièrement à l'alimentation en eau des populations rurales à raison de leur nombre très important. La plupart d'eux captent le continental terminal, mais tarissent très souvent en début de saison sèche à cause du débit faible de la nappe continentale.

Ces puits sont réalisés généralement par les populations elles-mêmes et sont destinés aux usages domestiques et à l'approvisionnement du petit bétail et au maraîchage. Ces ouvrages ont une courte durée de vie du fait des éboulements rapides des fonds

Ils constituent d'importantes sources d'approvisionnement en eau des populations de Ndiaganiao. L'eau collectée à partir de ces sources n'est pas potable du fait qu'elle est exposée à la poussière et subit les menaces de la pollution humaine.

b. Les puits modernes

A la différence des puits traditionnels, les parois des puits modernes sont ténues par des buses en béton armé et la hauteur de pénétration dans la nappe est beaucoup plus importante. Ils sont munis d'un système de treuil et de poulie qui facilite le puisage de l'eau et d'une superstructure (dalle anti-bourbier, rigole d'évacuation des eaux et puits perdus) pour l'entretien hygiénique des lieux. Un puits moderne est réalisé si le niveau statique de l'eau se trouve à moins de 50m en dessous du sol. Il est construit pour les populations d'au moins 250 personnes vivant dans les hameaux particulièrement. (**Nestor AHO, 2008**). Il s'agit, d'un

ouvrage peu connu dans la CR de Ndiaganiao. Ils sont moins nombreux que les puits traditionnels dans la Communauté Rurale de Ndiaganiao, mais ils représentent d'importantes sources d'approvisionnement en eau des populations et du bétail. Leur profondeur peut atteindre 50 mètres et les usagers utilisent l'exhaure manuelle, c'est ce qui rend souvent difficile l'accès à l'eau à partir de ces ouvrages.

Il est donc nécessaire d'équiper ces puits en moteur pour faciliter aux femmes et aux éleveurs leur utilisation. En somme, la CR de Ndiaganiao compte aujourd'hui 41 puits dont 23 fonctionnels.



Cliché Mamadou T Ngom, 2011

Photo 1: Exemple de puits moderne

II. 2. Les forages-puits

Peu connus dans notre zone d'étude, ils font une profondeur pouvant atteindre plus de 60 mètres. Ces ouvrages peuvent même capter les nappes profondes et en cas de panne de la pompe, on peut utiliser l'exhaure manuelle pour puiser. Dans la communauté rurale de Ndiaganiao, il ya deux puits-forage.



Cliché Mamadou T Ngom, 2011

Photo 2 : Exemple d'un forage doublé d'un puits à exhaure manuelle

II.3. Les forages

Le forage est un ouvrage de captage de l'eau souterraine de petit diamètre (15 à 40cm en général) avec un système de pompage qui refoule l'eau dans un grand réservoir appelé château d'eau. Le pompage est effectué par un engin électromagnétique appelé pompe immergée. (Nestor AHO, 2008).

Dans la CR de Ndiaganiao, le nombre de forage s'élève à 26 alors que l'approvisionnement en eau des populations n'est assuré que par le seul forage fonctionnel de Soussoung. L'autre forage fonctionnel ne dessert que le village dans lequel, il se trouve (Mbafaye), et fournit de l'eau saumâtre.

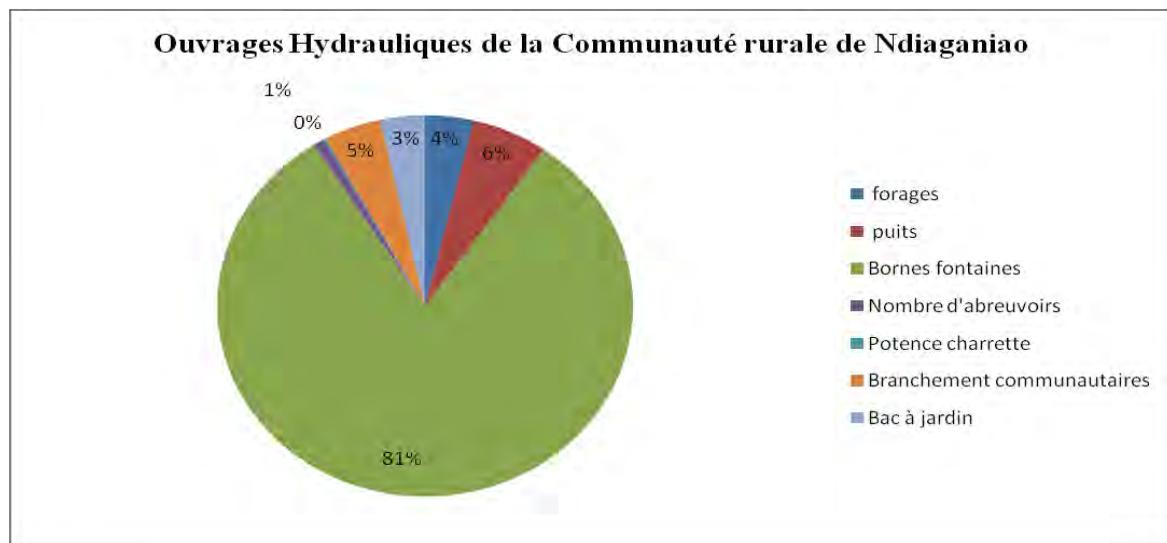
Le forage Soussoung est donc le seul Forage qui fournit une eau de bonne qualité chimique aux populations de la Communauté Rurale. Il comporte deux châteaux d'une capacité de 100 m³ pour l'un et de 200 m³. Il polarise aujourd'hui 24 villages de la communauté rurale mais certaines localités n'y sont pas connectées. Sa gestion est assurée par une ASUFOR. Tout le reste des forages se trouve dans un état non fonctionnel ou délaissés par les populations du fait de la mauvaise qualité de l'eau fournie.

II.4. Les borne fontaines

Ce sont des ouvrages qui ont vu le jour avec la construction des forages. Dans la communauté rurale de Ndiaganiao, elles sont deux catégories : les bornes fontaines publiques et les bornes fontaines privées ou branchements privés. Cependant, seules quelques rares bornes fonctionnent pour des raisons techniques et financières. Celles qui fonctionnent, commencent à occuper une place importante dans l'accès à l'eau des populations. Elles constituent un outil de desserte très apprécié des familles pauvres, car il leur permet d'acheter

l'eau par petites quantités, en fonction des dispositions monétaires. (**COLLIGNON, V, 2000**). Les bornes fontaines jouent un rôle important, particulièrement à partir d'avril quand les ressources en eau s'amenuisent du fait de la baisse de la nappe phréatique.

Dans la communauté rurale de Ndiaganiao, ces ouvrages sont plus nombreux dans la zone centre de Ndiaganiao (467 bornes fontaines) contre (47) à Sandock et (46) dans la zone des bas-fonds. Cette inégale répartition des bornes fontaines contribue largement aux difficultés d'approvisionnement en eau potable éprouvées, surtout au niveau de la zone des bas-fonds et celle de Sandock.



Source : Enquête Ngom, 2009

Figure 11: Ouvrages hydrauliques de la CR de Ndiaganiao

Chapitre II : LES STRATEGIES DE GESTION DES OUVRAGES ET EQUIPEMENTS HYDRAULIQUES

I. Le Cadre institutionnel et réglementaire de la gestion de l'eau

I.1. Les différentes composantes en charge de l'hydraulique rurale

Le Ministère de l'hydraulique de l'habitat et de la construction comprend outre le cabinet et ses services rattachés, une direction de l'hydraulique et de l'assainissement et une direction de l'exploitation et de la maintenance. Il est structuré comme suit :

Tableau 3: Composition de l'hydraulique rurale

Structures en charge	Prestations réalisées
La Direction de l'hydraulique et de l'assainissement (DHA)	<ul style="list-style-type: none">- <i>l'étude d'exécution, de la réalisation et du contrôle des grands aménagements hydrauliques ;</i>- <i>de l'élaboration des études d'exécution, de la réalisation et du contrôle des programmes d'hydrauliques rurale notamment les forages, les puits-forages, les adductions d'eau potable ;</i>- <i>des études d'exécution, de contrôle et de réalisation des réseaux et ouvrages d'assainissement ainsi que du traitement des eaux en milieu rural ;</i>- <i>du suivi des questions afférentes aux différentes organisations internationales et relatives aux problèmes en rapport avec son domaine d'activité.</i>
La Direction de l'exploitation et de la maintenance (DEM)	<ul style="list-style-type: none">- <i>de la promotion, en liaison avec la Direction de l'Hydraulique et de l'assainissement, des actions de réalisation des points d'eau ;</i>- <i>de l'appui technique et de la coordination des comités de gestion des forages ;</i>- <i>de l'élaboration, de l'exécution et du suivi des programmes de formation, d'animation et de sensibilisation des usagers ;</i>- <i>de la définition et du renouvellement des installations et des équipements d'hydraulique en milieu rural</i>- <i>du suivi des questions afférentes aux organisations internationales entrant dans son domaine de compétence.</i>

I.2. Textes législatifs et réglementaires

- *Loi sur le service public de l'eau potable et de l'assainissement*

Une loi sur le service public de l'eau potable et de l'assainissement collectif était promulguée avant fin 2005. L'objet de la loi était de fixer le cadre juridique du service public de l'alimentation en eau potable et de l'assainissement et de préciser la politique de l'Etat pour développer le dit service public. Cette nouvelle loi ne se substitue pas au Code de l'eau, mais le précise ou le complète en vue combler ses insuffisances actuelles.

- *La loi formule trois principes essentiels qui matérialisent l'évolution institutionnelle du secteur d'hydraulique et de l'assainissement :*

La production, le captage, le traitement, le transport et la distribution d'eau potable en vue de satisfaire les besoins du public, ainsi que l'assainissement collectif des eaux usées correspondantes constituent un **service public** qui appartient à l'Etat qui en est l'Autorité délégante.

L'exercice du service public de l'eau et de l'assainissement collectif et semi-collectif, ainsi que le développement et/ou la gestion et la maintenance des installations d'eau et d'assainissement sont délégués à des exploitants dans le cadre d'une délégation de gestion de service public.

La régulation contractuelle du service public de l'eau et de l'assainissement collectif dans les centres urbains sera exercée par un comité interministériel de suivi, désigné par décret. Dans les centres semi-urbains et ruraux, la régulation sera exercée par les Ministres compétents.

Un avant projet de texte de loi a été élaboré dans le cadre du PLT et est en cours d'examen par les acteurs. Ce processus de concertation devrait s'achever en janvier 2005, après quoi un projet finalisé de texte devrait être soumis au Gouvernement avant d'être présenté à l'Assemblée nationale. Les dispositions en matière de régulation ici présentées reflètent le consensus dégagé à l'issue des différents ateliers de concertation dans le cadre de la gestion de l'eau.

Elle précise aussi les conditions relatives à l'organisation de l'approvisionnement en eau des populations et du cheptel, d'une part, et celles relatives aux aménagements hydro-agricoles, d'autre part.

I.3. Acteurs de l'eau :

La gestion de l'eau implique au Sénégal, un grand nombre d'acteurs. Il y'a les différents ministères, le Partenariat National des Eaux (PNE), la société civile et les institutions de

recherche comme l'université et les grandes écoles. C'est ainsi que ces acteurs opèrent dans le domaine de la gestion de l'eau, tant aux plans institutionnels, administratifs, scientifiques, techniques, économiques que politique. Il ressort de ce partenariat une synthèse du domaine d'intervention des différents démembrements de l'Etat dans l'organisation et la gestion des ressources en eau du pays.

Cette organisation est également caractérisée par une multiplicité d'échelles géographiques de gestion : le territoire national dans son ensemble, les grands ensembles bassins et sous bassins, les régions, les départements et les communes.

Dans la communauté rurale de Ndiaganiao, les acteurs de l'eau sont nombreux :

Le conseil rural : Il joue un rôle très important dans la gestion de l'eau et des ouvrages hydrauliques. Il octroie chaque année une subvention à l'ASUFOR pour renforcer son appui volontariste dans le service public de l'eau dans la CR.

Les ONG : Les ONG qui interviennent dans le sous-secteur de l'hydraulique à Ndiaganiao ne sont pas nombreux ; il s'agit l'ONG **Eau Vive** qui s'investit dans l'entretien et l'équipement des points d'eau de la zone, l'Association de la commune de **ST Malo** qui a construit le château d'eau du forage de Soussoung et a élargi le réseau d'adduction en eau potable de la zone dans 24 villages.

Les collectivités locales : Elles participent grandement à la gestion des ouvrages hydrauliques en milieu rural notamment dans la CR de Ndiaganiao où la plupart des ouvrages est vétuste. Leur contribution est incontournable parce qu'on assiste de plus en plus à une privation des services de l'eau potable et que les coupures incessantes continuent à traumatiser les populations.

L'ASUFOR : C'est le comité qui gère les premiers rôles dans la gestion des ouvrages hydrauliques communautaires. Elle signe les contrats et fixe le prix de l'eau en fonction des dépenses mobilisées pour l'entretien et le renouvellement des équipements. Il s'agit d'une des compétences transférées en milieu rural. Elle dépend de la brigade de maintenance et d'exploitation régionale basée à Thiès et de l'hydraulique rurale qui a en charge les forages ruraux.

II. Les Stratégies de gestion des ouvrages hydrauliques dans la CR de Ndiaganiao

II.1. La maintenance des forages

Depuis 1980, il est créé au sein du Ministère de l'hydraulique, une Direction de l'Exploitation et de la Maintenance (DEM) des forages ruraux pour l'amélioration des conditions de vie des populations rurales. En 1996, débute la réforme qui a décrété le partage des charges entre les usagers, l'Etat et les partenaires qui interviennent dans le secteur de l'eau. C'est ainsi que, les populations sont réunies en ASUFOR (Association des Usagers des Forages). Dans cette nouvelle réforme, c'est l'assemblée générale, structurée en délégués (hommes, femmes, maraîchers et éleveurs) qui forme le comité directeur, composé de 09 membres qui assurent la gestion du forage. Ce comité gère les recettes devant servir au fonctionnement et à l'entretien du système ainsi qu'au renouvellement des infrastructures (moteur, pompe, robinet, etc.) et fournit également la main-d'œuvre pour les travaux de tranchées ou de terrassement. Dans la CR de Ndiaganiao, les comités semblent ignorer leur rôle, ce qui pose d'ailleurs d'énormes difficultés pour une gestion rationnelle des infrastructures. Donc, il est nécessaire de former les comités sur les notions de la gestion des forages pour permettre à ces derniers de mieux assurer leur travail. Les pannes fréquentes du forage de Soussoung, les difficultés de rechanges de certaines pièces montrent qu'à Ndiaganiao, le comité est incapable d'assurer le bon fonctionnement des infrastructures. Il urge alors, d'intervenir pour pouvoir faciliter aux consommateurs et autres usagers, l'accès à l'eau potable en pérennité pour répondre aux OMD (Objectifs du Millénaire pour le Développement).

II.2. L'entretien des puits

Les puits constituent les sources les plus utilisées dans la CR de Ndiaganiao pour l'approvisionnement en eau des populations et du bétail du fait des pannes fréquentes du seul forage fonctionnel de Soussoung. C'est pourquoi, ces points d'eau nécessitent un bon entretien pour leur maintien et leur stabilité. Dans notre zone d'étude, les puits conformément à l'administration de l'espace communautaire sont confiés souvent aux chefs de villages et aux notables des quartiers. Les puits traditionnels, sont habituellement contaminés par les eaux provenant du ruissellement de surface à cause de l'absence de monticule autour du puits. A cela s'ajoute, le manque d'étanchéité du couvercle ou du scellement ou encore l'insalubrité des lieux (épandage de fumier ou autres activités générant de la pollution fécale). Il s'agira donc, dans ce cas précis de procéder aux travaux d'entretien requis pour corriger les problèmes d'insalubrité des eaux des puits. Pour ce faire, il faut isoler les abreuvoirs, protéger les puits et systématiser les dalles anti bourbier.

II.3. Etude de la satisfaction des besoins et de la saturation du réseau

a. Etat de satisfaction des besoins

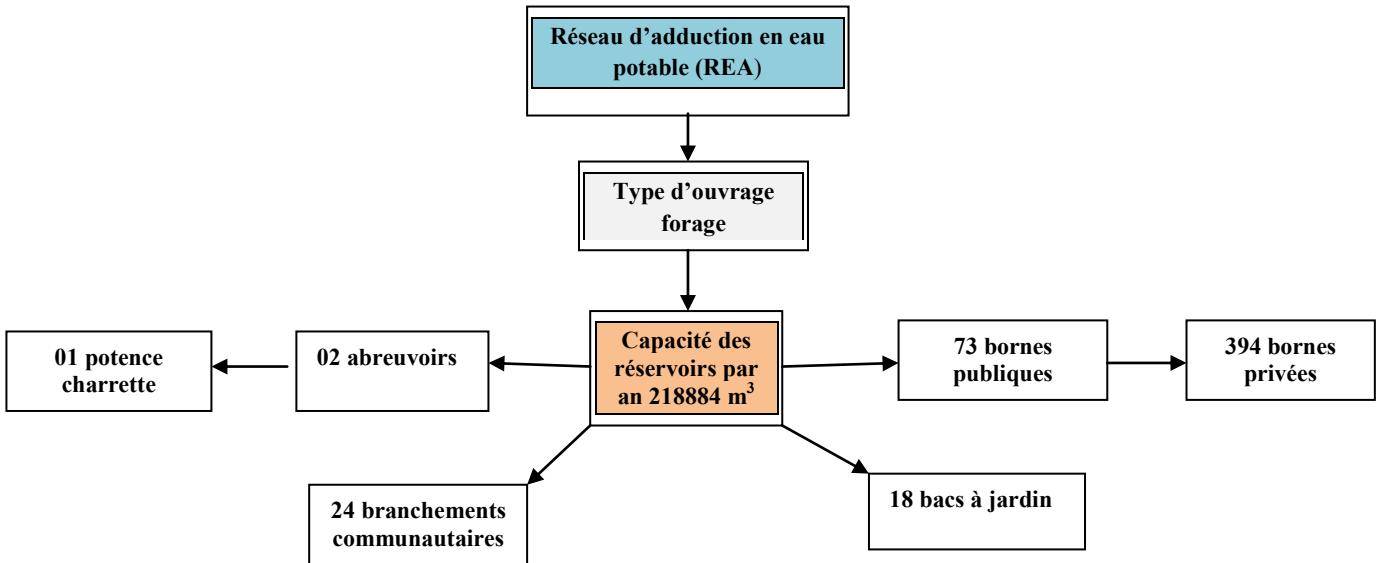
Dans la Communauté rurale de Ndiaganiao, l'accès amélioré et régulier à l'eau potable n'est pas assuré pour nombre de populations de la zone. Il est donc essentiel, selon les spécialistes, de mobiliser des ressources pour développer les infrastructures hydrauliques dans les différents villages afin d'atteindre les OMD.

Les consommations journalières sont inférieures aux besoins en eau de l'année. D'ailleurs, elles couvrent à peine les besoins en eau des villages raccordés. Ainsi nous pouvons affirmer que dans l'état de fonctionnement du forage, les besoins en eau des villages ne sont pas satisfaits (NGOM Mamadou T, 2010).

b. Etat de la saturation du réseau du forage de Soussoung

L'accès à l'eau dans la Communauté rurale de Ndiaganiao a, en effet, des implications fortes, sur les plans économiques sociaux, et reste étroitement lié à la lutte contre la pauvreté et à la protection de l'environnement.

En comparant les ressources en eau aux besoins du jour de la population de Ndiaganiao, il apparaît que ces derniers ne sont pas satisfaits dans aucun des villages sites pour l'année 2010. Cependant si nous considérons les besoins globaux (besoins de production du jour moyen de l'année), on constate que seules les localités situées en amont présentent une situation plus favorable (NGOM Mamadou T, 2010).



Source : Asufor Ndiaganiao, 2011

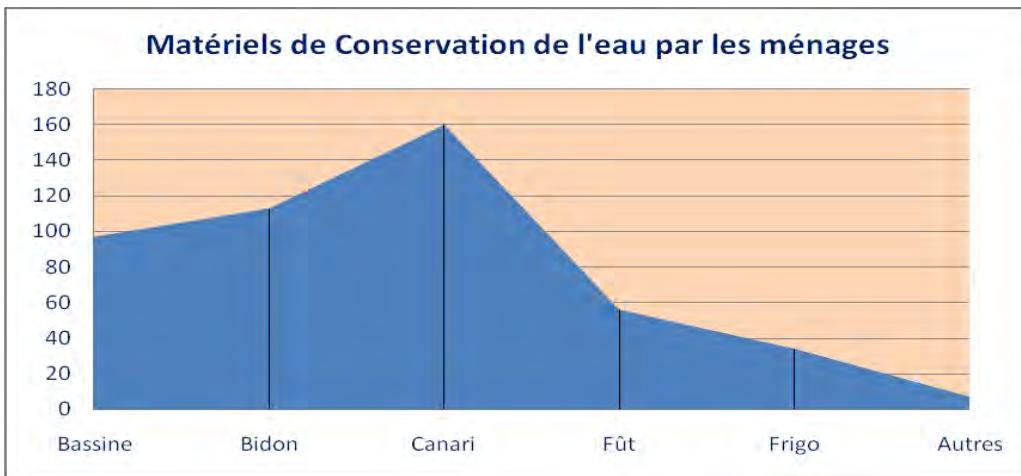
Figure 12 : Etat de saturation du réseau d'adduction en eau potable de Soussoung

L'analyse du schéma révèle que le réseau d'adduction en potable du forage de Soussoung est très saturé : 394 bornes privées, 73 bornes publiques, 24 branchement communautaires, 02 bacs à jardin, 02 abreuvoirs et une potence charrette. Cette forte connexion au réseau AEP de Soussoung explique les pannes fréquentes de la pompe du forage et les pénuries d'eau qui en suivent. Cet état de saturation entraîne aussi un déséquilibre constant pour l'approvisionnement en eau potable des populations. Les villages situés en amont bénéficient d'un apport suffisant en eau contrairement à ceux situés à l'avale. En plus la mauvaise répartition spatiale des villages dans l'espace communautaire constitue un handicap majeur pour pallier le déséquilibre de la distribution. A cela s'ajoute le système de pente du relief qui met certains villages situés sur de hautes altitudes hors connexion.

II. 4. Etat de la gestion de l'eau par les ménages

a. Matériels de conservation de l'eau par les ménages

Les matériels utilisés pour la conservation de l'eau dans la communauté rurale de Ndiaganiao varient considérablement selon les ménages. Pour ces derniers certains sont connus traditionnellement en milieu rural ; il s'agit principalement des canaris et des bassines. Actuellement, on note l'usage de certains matériels à l'image des bidons, des fûts et des frigos moins utilisés par les ménages, mais qui gagnent de plus en plus de place.



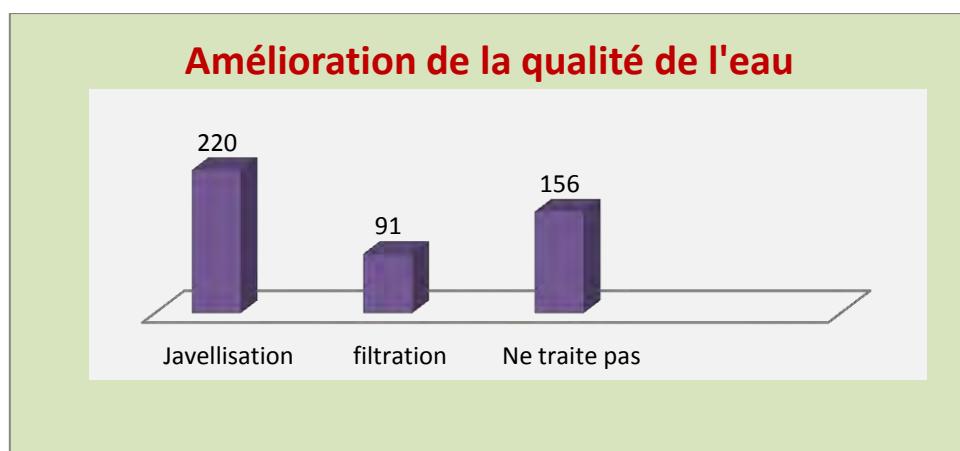
Source : Enquête Ngom, 2010

Figure 12: Matériels de conservation de l'eau par les ménages

L'analyse du graphique révèle que dans la communauté rurale de Ndiaganiao, le canari est plus utilisé pour la conservation de l'eau. Il s'en suit l'usage des bidons et bassines qui font partie des équipements des femmes mariées. Le fût est plus utilisé dans les chantiers et les travaux de grandes envergures. Concernant le frigo, seuls les ménages aisés disposant de l'électricité s'en procurent.

b. Traitement de l'eau par les ménages

L'eau traditionnellement en milieu rural n'est pas traitée avant la consommation. Les ménages utilisaient généralement les céanes et les mares pour la satisfaction de leurs besoins de consommation et de production.



SOURCE : Enquêtes Ngom septembre, 2010

Figure 13 : Matériels de conservation de l'eau par les ménages

L'analyse du graphique montre que pour l'amélioration de la qualité de l'eau à Ndiaganiao, 47% des ménages utilisent la javellisation, 20% la filtration et 33% ne traitent pas l'eau avant la consommation. Pour l'eau provenant des sources traditionnelles le risque est grandissant puisque cette eau porte des éléments nuisibles pouvant entraîner des maladies d'origines hydriques. C'est d'ailleurs ce qui explique la fréquence des maladies diarrhéiques notées dans la zone.

En somme, dans la communauté rurale de Ndiaganiao, les ressources en eau sont immenses. La zone dispose d'importantes ressources en eau de surfaces, une pluviométrie assez irrégulière et de deux à trois nappes exploitables. Ces dernières présentent des caractéristiques hydrochimiques de mauvaise qualité. Mais ces ressources importantes sont mal exploitées du fait que la plupart des ouvrages en charges de l'exploitation sont en pannes ou ont été fermés suite à des problèmes techniques graves. Ceci a pour conséquence la saturation du réseau AEP du forage de Soussoung, le seul existant dans la zone.

En plus le sous secteur de l'hydraulique de la zone souffre d'un manque de moyens matériels et financiers pour une bonne gestion des ouvrages et de la ressource eau. Cette mauvaise gestion se constate aussi dans tous les ménages avec l'usage traditionnel des matériels de conservation et de traitement de l'eau.

TROISIEME PARTIE

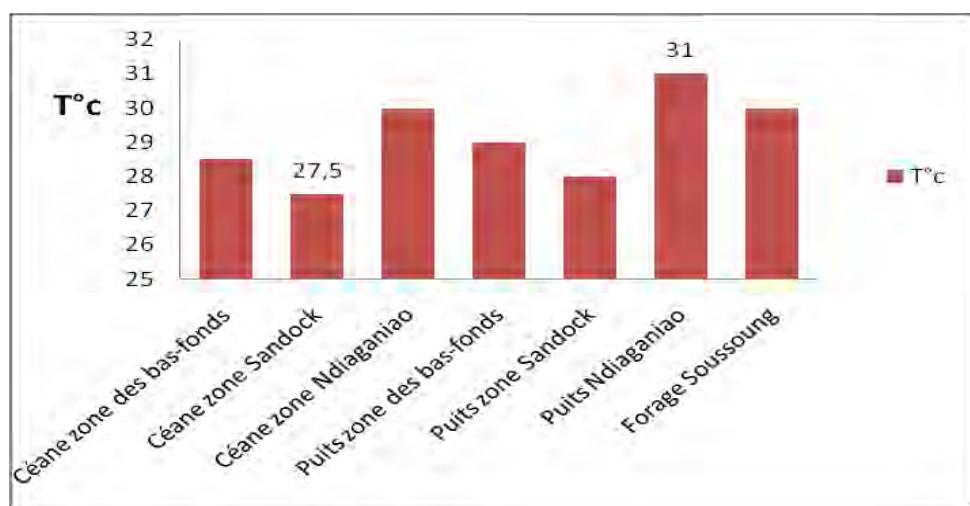
La qualité de l'eau dans la communauté rurale de Ndiaganiao

Chapitre I : Résultat des paramètres physiques

Les paramètres physiques analysés pour mesurer la qualité de l'eau sont nombreux : il s'agit d'abord de la température, ensuite du potentiel d'hydrogène (pH) et en fin de la conductivité électrique (CE). Leur connaissance nécessite une analyse de leurs caractéristiques physiques au laboratoire. Pour les eaux destinées à la consommation humaine, l'OMS a prévu pour chacune de ces différentes composantes une norme de référence. Dans ce chapitre, nous analyserons les paramètres physiques des eaux de consommation à Ndiaganiao par rapport aux valeurs de référence de l'OMS.

I. Les Températures

Selon l'OMS, la température acceptable pour une eau de boisson (valeur guide) est de 12°C, mais, elle ne doit pas dépasser 25°C. Dans le cas des réseaux d'adduction pour l'approvisionnement des collectivités en eau potable, la température du milieu influe très fortement sur la température de l'eau car les canalisations sont souvent exposées aux rayonnements solaire et nocturne. C'est pourquoi, il est important de déterminer la température de l'air ambiante au moment de la prise de l'eau à étudier (**Cheikh FALL, 2007**). La position géographique de la communauté rurale de Ndiaganiao est un des facteurs déterminants qui peut expliquer cette hausse des températures, surtout pendant la saison sèche.



Source : Travaux de terrain, 2011

Figure 14: Répartition des eaux de consommation selon la température.

La température des eaux analysées varie entre 27,5°C et 31°C. Une telle élévation de la température peut favoriser la prolifération des microbes

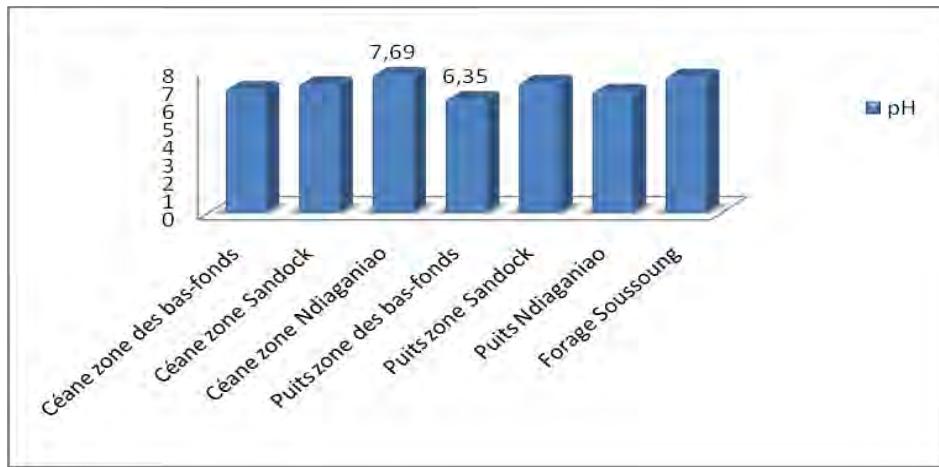
Dans la communauté rurale, l'analyse des températures révèle que les degrés les plus importants sont notés dans la zone de Ndiaganiao ; c'est là où, on enregistre la valeur maximale (31°C). Les valeurs minimales se trouvent dans la zone des Bas-fonds ; c'est ici que l'on enregistre la température la plus faible ($27,5^{\circ}\text{C}$).

Si nous comparons la température selon les sources de distribution d'eau, il résulte que les céanes ont une température moins élevée que les puits. Ceci est dû, du fait que pendant l'hivernage ces sources reçoivent un apport important en eau de pluie. Pour les puits généralement fermés par une dalle, la pression a tendance à augmenter la température. Alors qu'il en est de même pour l'eau du forage de Soussoung. Ensuite, l'exposition du réseau aux rayonnements solaire contribue à l'élévation de la température de l'eau au niveau des lieux de consommation.

Par rapport à la forte variabilité de la température dans la zone, il est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet, celle-ci joue un rôle dans la solubilité des sels et surtout des gaz, dans la dissociation des sels dissous donc sur la conductivité électrique, dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et des mélanges éventuels, etc. (**Cheikh FALL, 2007**).

II. Le potentiel d'hydrogène (pH)

Le pH ou potentiel hydrogène peut se définir comme le négatif du logarithme à base 10 de la concentration en ions hydronium (H_3O^+). Plus simplement, il mesure l'acidité ou l'alcalinité d'une solution. « Le pH des eaux naturelles est lié à la nature géologique des terrains traversés. En régions granitiques (comme c'est le cas en Auvergne) ou schisteuses, en zones de tourbières ou forestières, les eaux ont un pH acide (< 7). En régions calcaires, les eaux ont un pH basique (> 7). Le pH n'a pas d'effet direct sur la santé mais il présente certains inconvénients. » (**Cheikh FALL, 2007**).



Source : Travaux de terrain, 2011

Figure 15: Répartition des eaux de consommation selon le pH

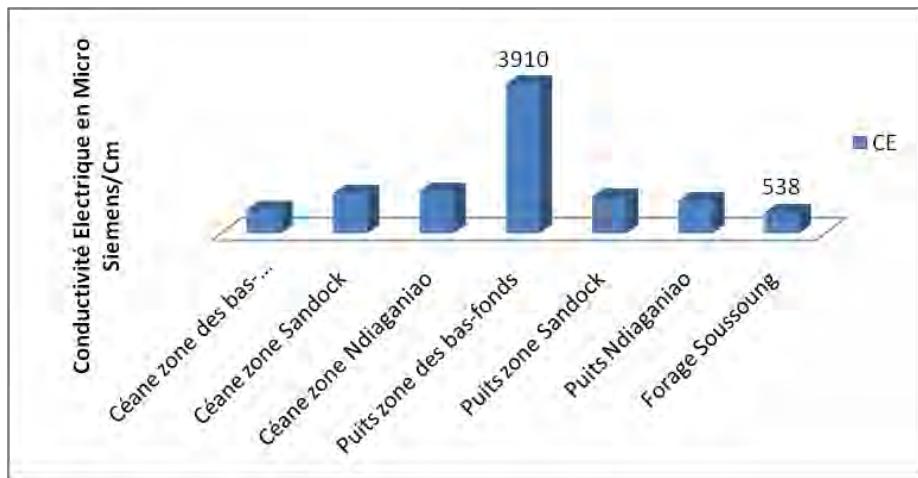
Selon l'OMS, le pH de l'eau de consommation doit se situer entre 6,5 et 8,5. Mais les eaux de boissons étudiées à Ndiaganiao ont un pH qui varie entre 6,3 et 7,6. Il en résulte de cette analyse que certaines sources sont basiques (céanes) alors que d'autres sont acides (puits) dans la communauté rurale de Ndiaganiao.

Ceci s'explique par le fait que, l'eau des céanes est exposée aux risques de propagation de germes pathogènes et de bactéries nuisibles à la santé des consommateurs au sein de la zone car des pH supérieurs à 7 rendent l'eau plus ou moins alcaline et diminue l'efficacité de la désinfection au chlore, ce qui est primordiale lorsque les canalisations sont exposées à de fortes températures comme c'est le cas dans le réseau du forage de Soussoung.

III. La Conductivité électrique

La résistivité électrique est l'inverse de la conductivité et donne elle aussi une idée de la minéralisation globale de l'eau destinée à la consommation humaine. Une eau pure ou qui vient d'être distillée conduit mal au courant électrique (forte résistivité) mais dès que cette eau se charge en matières organiques ionisées, sa conductivité qui devient alors élevée.

La norme recommandée par l'OMS est 400 us/cm.



Source : Travaux de terrain, 2011

Figure 16: Répartition des eaux de consommation selon la conductivité électrique

L'analyse du graphique montre pour les différentes sources utilisées pour la consommation, la conductivité électrique est très élevée. Pour aucune des différentes sources analysées l'eau n'a une conductivité inférieure à cette norme (400 us/cm) ; ce qui traduit la présence d'une forte quantité de sels minéraux dans l'eau des sources étudiées.

Le puits situé dans la zone des bas-fonds enregistre la valeur maximale (3910 us/cm) alors le forage de Soussoung capitalise la valeur minimale (538 us/cm).

Les résultats obtenus sur le terrain montrent que pour ces différentes sources, les paramètres physiques dans les eaux de consommation sont partout importants dans la communauté rurale de Ndiaganiao. Ce qui atteste que l'eau est de qualité médiocre compte tenu de ces différents éléments analysés. Mais ces sources sont toujours utilisées par la population pour la satisfaction de leur besoin en eau. Cette utilisation entraîne des problèmes de santé énormes dans la zone. Les céanes plus accessibles sont exposées aux effets de la pollution anthropique et des menaces extérieures. Les puits sont plus sécurisés contre la pollution mais mal entretenus du fait que les populations ne disposent pas de moyens financiers ou matériels pour cette forme de gestion.

Chapitre II : Résultats des paramètres chimiques

Les paramètres mesurés sont : les nitrates, les anions majeurs et les cations majeurs. Dans la plupart des études sur les eaux destinées à la consommation humaine, seuls les éléments majeurs (ions majeurs) sont pris en compte. Pour ce qui est de cette étude, les bicarbonates, les chlorures, les nitrates et les sulfates seront pris en considération pour ce qui concerne les anions majeurs.

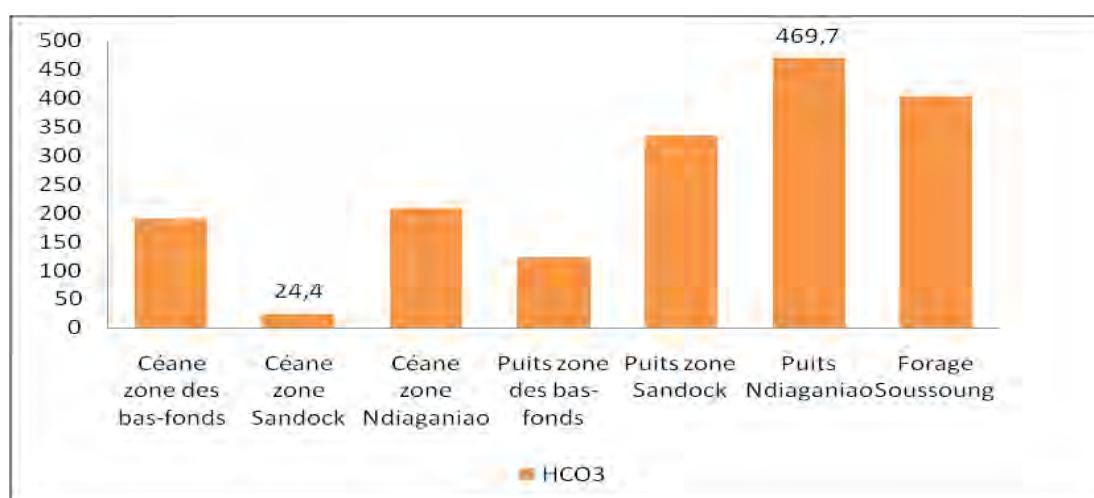
I. Les anions majeurs

Il s'agit principalement des nitrates, des bicarbonates, des chlorures et des sulfates. Leur excès dans l'eau est déplorable.

I.1 Les bicarbonates

L'alcalinité d'une eau correspond à la présence d'hydrogénocarbonates ou bicarbonates (HCO_3^-), de carbonates (CO_3^{--}), d'ions hydroxydes (HO^-) et d'une façon plus limitée, aux ions silicates (HSiO_3^{--}), phosphates (PO_3^{----}) ou encore aux espèces moléculaires des acides faibles. Dans les eaux naturelles, l'alcalinité, exprimée en HCO_3^- , varie de 10 à 350 mg/L (**Cheikh FALL, 2007**).

D'un point de vue minéralogique, les bicarbonates prédominent dans la composition de la plupart des eaux de surface. C'est la mesure du pH qui permet de déterminer la présence de ces éléments. Les bicarbonates sont trouvées en général entre 6,4 et 10,3 alors que les carbonates sont trouvées au delà et en dessous de 6,4, les bicarbonates et les carbonates sont remplacées par du CO_2 libre.



Source : Travaux de terrain, 2011

Figure 17 : Répartition des eaux de consommation selon les Bicarbonates

L'analyse du graphique montre que les bicarbonates sont fortement présents dans l'eau de boisson fournie par les puits. L'OMS recommande 350 mg/l pour cette composante. Dans la communauté rurale de Ndiaganiao, tous les « céanes » présentent une quantité de bicarbonate acceptable par rapport à la norme prévue par OMS. Mais cette composante chimique est très importante dans les eaux provenant des puits. Par rapport au zonage de la CR de Ndiaganiao, Sandock, présente des quantités de bicarbonate moins élevés que celles enregistrées dans les zones des Bas-fonds et de Ndiaganiao où, on note les valeurs maximales (469,7).

I.2 Les Nitrates

Pour l'OMS, une concentration en nitrates (NO_3^-) excédent 100 mg/l est à prohiber. Pour les nourrissons de moins de 6 mois et les femmes enceintes, une concentration en nitrates (NO_3^-) dépassant 50mg/l est considérée comme inacceptable. Les populations doivent également éviter le plus possible de consommer régulièrement une eau dont la concentration en nitrates excède la norme recommandée par l'OMS. Les nitrates sont une substance indésirable en grande quantité mais non toxiques. Une fois ingérés, ils peuvent être transformés en nitrites. Les principales sources des nitrates sont les fertilisants agricoles, le fumier, les rejets sanitaires et la décomposition d'organismes végétaux et animaux. Ils sont transportés vers les eaux de surface et les nappes souterraines par l'infiltration de la pluie qui est plus importante pendant l'hivernage. Dans la communauté rurale de Ndiaganiao, leur présence est faible dans l'eau consommée même si, certains villages présentent des quantités pouvant atteindre 1027,96 Mg/l.

Tableau 4 : Répartition des eaux de consommation selon la présence des nitrates

Sources	NO_3^-	Norme OMS en Mg/l
Céane zone des bas-fonds	18,62	50
Céane zone Sandock	179,19	50
Céane zone Ndiaganiao	2,43	50
Puits zone des bas-fonds	1027,96	50
Puits zone Sandock	0,56	50
Puits Ndiaganiao	1,47	50
Forage Soussoung	9	50

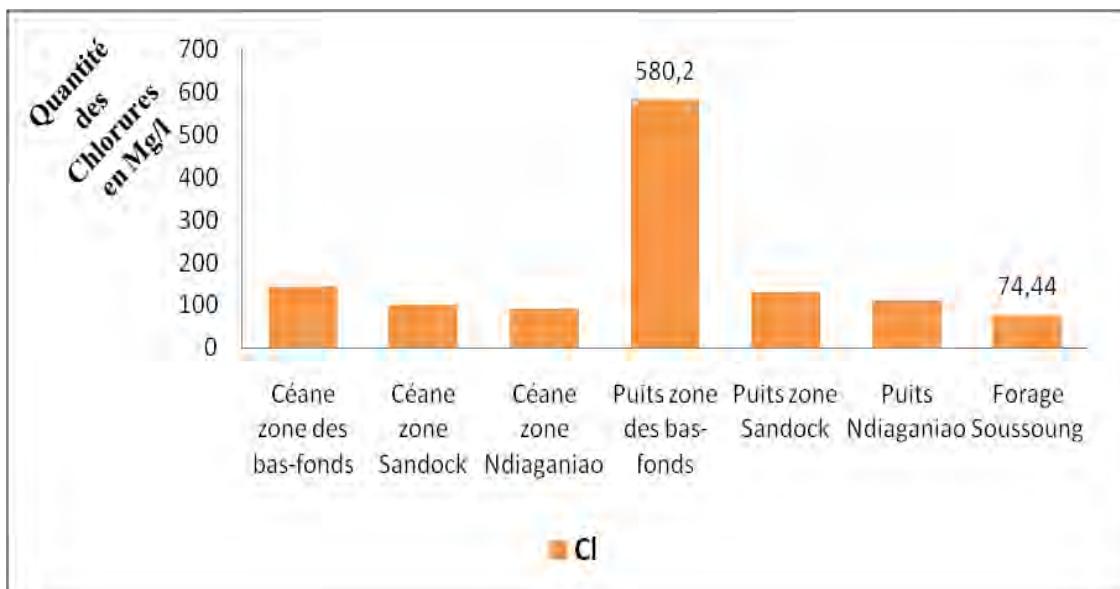
Source : Travaux de terrain, 2011

Pour cette composante, le puits de Guélor situé dans la zone des bas-fonds comporte des quantités excessives, soit 1027,96Mg/l. Cette source est à côté du marché hebdomadaire de Guélor et a une profondeur de 15mètres. La présence de ce fort taux de nitrate résulte de la pollution chimique de la source. Cette situation pourrait s'expliquer par le faible niveau de l'assainissement et de l'hygiène dans cette localité. En effet, dans ce village la population ne dispose pas d'un système de collecte et d'évacuation des ordures ménagères ni des eaux usées. Il n'est pas rare de voir des ordures jetées pêle-mêle dans la localité. Le rejet des déchets toxiques particulièrement le jour du marché pourrait d'une part expliquer l'importance des nitrates dans l'eau du puits. Il s'agit d'un ouvrage dont l'utilisation pourrait avoir des imputations sanitaires très graves, surtout chez les enfants de moins de 5ans. Il en est de même pour le céane situé dans la zone de Sandock ; ce dernier comporte des quantités très élevées en nitrates, 179,19mg/l. Mais pour le reste des sources analysées, les nitrates sont partout inférieurs à la norme de 50 Mg/l à l'exception du puits situé dans la zone des bas-fonds.

I.3 Les Chlorures

L'OMS recommande que la teneur en chlorures ne doive pas dépasser 250mg/l. Ces teneurs en chlorures peuvent être largement dépassées jusqu'à atteindre 1000mg/l dans l'eau sans autre inconvénient qu'un goût désagréable et une réduction du calcium et du magnésium. Il s'agit d'éléments essentiels des liquides de l'organisme humain vu qu'ils sont indispensables à la digestion. Cependant des concentrations excessives en chlorures peuvent être à l'origine d'une hypertension artérielle, source d'accidents vasculaires.

Ainsi, les eaux courantes non polluées ont souvent une teneur en chlorures généralement inférieure à 25 mg/l mais dans certaines régions, la traversée de marnes salifères peut conduire à des teneurs exceptionnelles de 1000 mg/L (**Cheikh FALL, 2007**).



Source : Travaux de terrain, 2011

Figure 18: Répartition des eaux de consommation selon la présence des Chlorures

Les échantillons ont montré que l'eau des différentes sources présente des teneurs en chlorures très élevées et supérieures à la valeur guide de l'OMS avec un pic d'une valeur de 580,2 mg/L dans l'eau du puits situé dans la zone des bas-fonds.

Les faibles teneurs en chlorures peuvent être expliquées par la situation géographique de la communauté rurale de Ndiaganiao qui n'est pas proche du littoral. Elle est moins exposée à l'influence des dépôts d'aérosols marins (embruns).

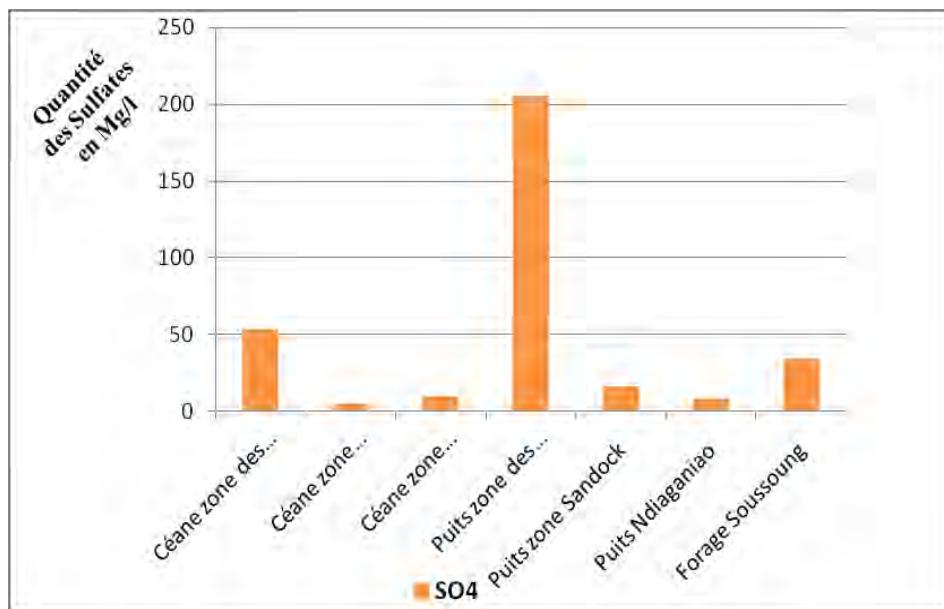
Le gros inconvénient des chlorures est la saveur désagréable qu'ils donnent à l'eau à partir de 250 mg /L, surtout lorsqu'il s'agit de chlorures de sodium.

Cependant, la présence d'autres ions dans l'eau peut influer sur la saveur en combinaison avec les chlorures. Ainsi, pour une quantité équivalente de chlorures, la saveur peut être moins marquée en présence de calcium et de magnésium. Ils sont aussi susceptibles d'amener une corrosion dans les canalisations et les réservoirs, en particulier pour les éléments en acier inoxydables, pour lesquels les risques s'accroissent à partir de 50 mg/L.

I.4 Les Sulfates

L'OMS préconise pour les sulfates une concentration maximale acceptable de 250mg/l. Mais, l'organisme humain est susceptible de supporter des doses plus élevées sans inconvénient majeur. Ils ne sont assimilés par l'organisme humain et leur élimination entraîne avec eux d'autres minéraux. La concentration en ions sulfates des eaux naturelles est très variable. Dans les terrains ne contenant pas une proportion importante de sulfates minéraux, elle peut atteindre 30 à 50 mg/L, mais ce chiffre peut être très largement dépassé (jusqu'à 300 mg/L)

dans les zones contenant du gypse ou lorsque le temps de contact avec la roche est élevé (**Cheikh FALL, 2007**).



Source : Travaux de terrain, 2011

Figure 19: Répartition des eaux de consommation selon la présence des Sulfates

En ce qui concerne les teneurs en sulfates des eaux analysées, on constate que seule la zone des bas-fonds dépasse la valeur limite de l'OMS en matière de potabilité. L'eau de la zone de Sandock renferme des teneurs relativement peu élevées alors que celle de la zone de Ndiagamiao présente des teneurs plus ou moins élevées par rapport à la première. « Très solubles dans l'eau, les sulfates peuvent être utilisés par les bactéries comme source d'oxygène et convertis en hydrogène sulfaté toxique et dans ce cas la saveur de l'eau devient alors désagréable » (J. RODIER, cité par FALL en 2007) Ces teneurs élevées peuvent être à l'origine du goût désagréable de l'eau à Guélor. Mais leur excès est susceptible de provoquer des troubles gastro- intestinaux, en particulier chez l'enfant.

II. Les Cations majeurs

Leur présence dans l'eau est utile et peut renforcer la dureté de l'eau de consommation humaine. C'est le cas du magnésium et du potassium qui sont très utiles à la croissance des os. Le sodium est riche en sels minéraux mais son excès n'est pas appréciable dans l'eau de boisson.

En ce qui concerne notre étude, nous analyserons le sodium, le calcium, le potassium et le magnésium.

II.1 Le Sodium et Potassium

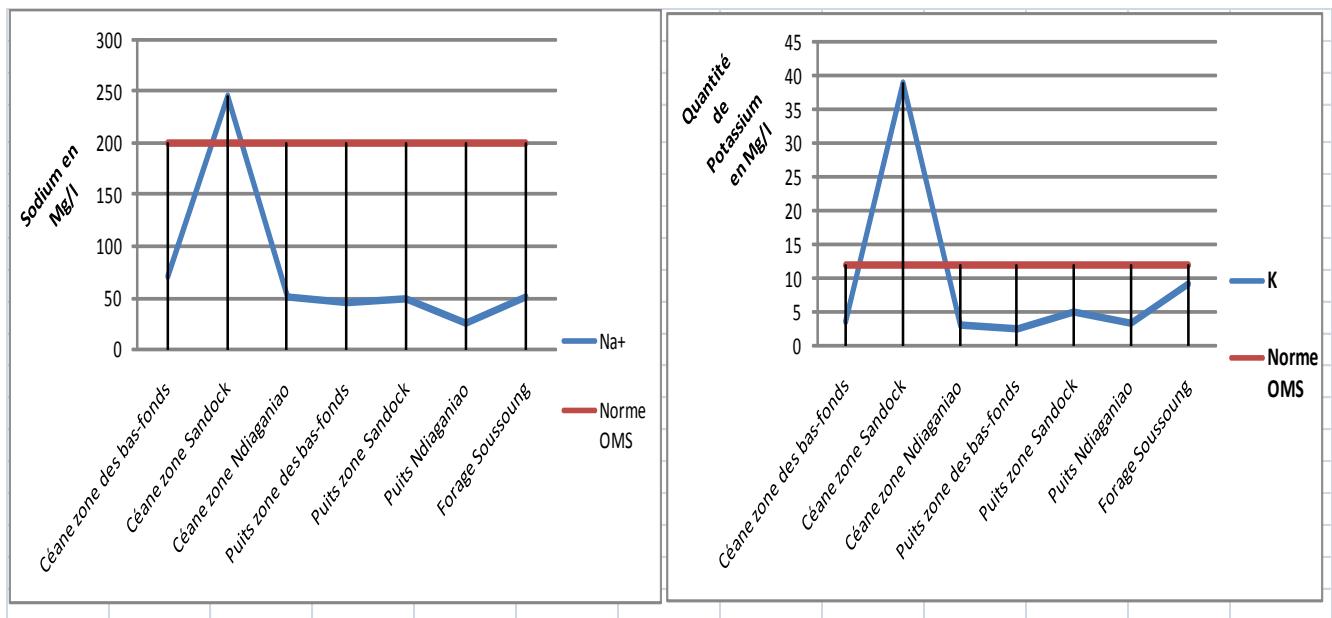
a. Le sodium (Na⁺)

Il résulte de lessivage des roches et est particulièrement présent dans les eaux des régions côtières où les intrusions de la mer y expliquent de fortes concentrations. (KANE, 2010). L'OMS prévoit 200mg/l. Il a un rôle dans les échanges cellulaires et dans le maintien de l'hydratation de l'organisme. Les carences sont mauvaises aux sportifs même si, elles sont presque inexistantes du fait de la présence du sel dans l'alimentation. De tous les sels, le sodium (Na⁺) est le plus connu des populations. Dès l'antiquité, le sel s'imposa comme valeur d'échanges ; ainsi, il servit de salaire (salarium) aux soldats romains, d'où son nom. Le sodium, sous forme de chlorure a une grande importance alimentaire et industrielle. Il peut être soit d'origine marine - il est alors obtenu par l'évaporation progressive des marais salants ; soit extrait à partir du sous-sol où il existe sous forme de sel gemme.

Le sodium est un élément constant de l'eau, toutefois, les concentrations peuvent être extrêmement variables allant de quelques dizaines de milligrammes à 500 mg/L et même au-delà. Indépendamment de la lixiviation des formations géologiques contenant du chlorure de sodium, le sel peut provenir de la décomposition de sels minéraux comme les silicates de sodium et d'aluminium, des retombées d'origine marine, de la venue d'eaux salées dans les nappes aquifères, de son emploi pour faire fondre la neige, des nombreux usages industriels, etc.

b. Le potassium (K⁺)

Il joue un rôle important dans les échanges cellulaires et les contractions musculaires. Une eau riche en potassium est déconseillée en cas d'insuffisance rénale (supérieure à 12mg/l). Très soluble dans l'eau, le potassium est un élément chimique facilement incorporé par les organismes aquatiques et donc se retrouve dans l'apport alimentaire surtout chez le poisson. Etant donné que l'organisme a un faible besoin en potassium (3 à 4 g/j), il est facilement fourni par l'alimentation et son excès peut être accepté car il ne présente pas de risques sanitaires majeurs à de faibles doses.



Source : Travaux de terrain, 2011

Figure 20: Répartition des eaux de consommation selon la présence des Sodium et Potassium

Les résultats des analyses montrent que les quantités de sodium contenues dans l'eau des différentes sources traitées sont faibles. La valeur maximale enregistrée à Sandock, est légèrement supérieure à la norme OMS de 200mg/l.

Un régime alimentaire normal apporte 3 à 5 g/j de sodium (8 à 12 g/j en chlorure de sodium). La quantité nécessaire est inférieure à 200 mg/j pour l'enfant et 2000 mg/j pour l'adulte.

Pour le Potassium, nous remarquons la même situation c'est-à-dire des quantités faibles mais peu élevées au niveau du céane de Sandock. 05sources sur 07, analysées présentent des quantités extrêmement faibles qui dépassent rarement 5mg/l.

II.2 Le Magnésium et le Calcium

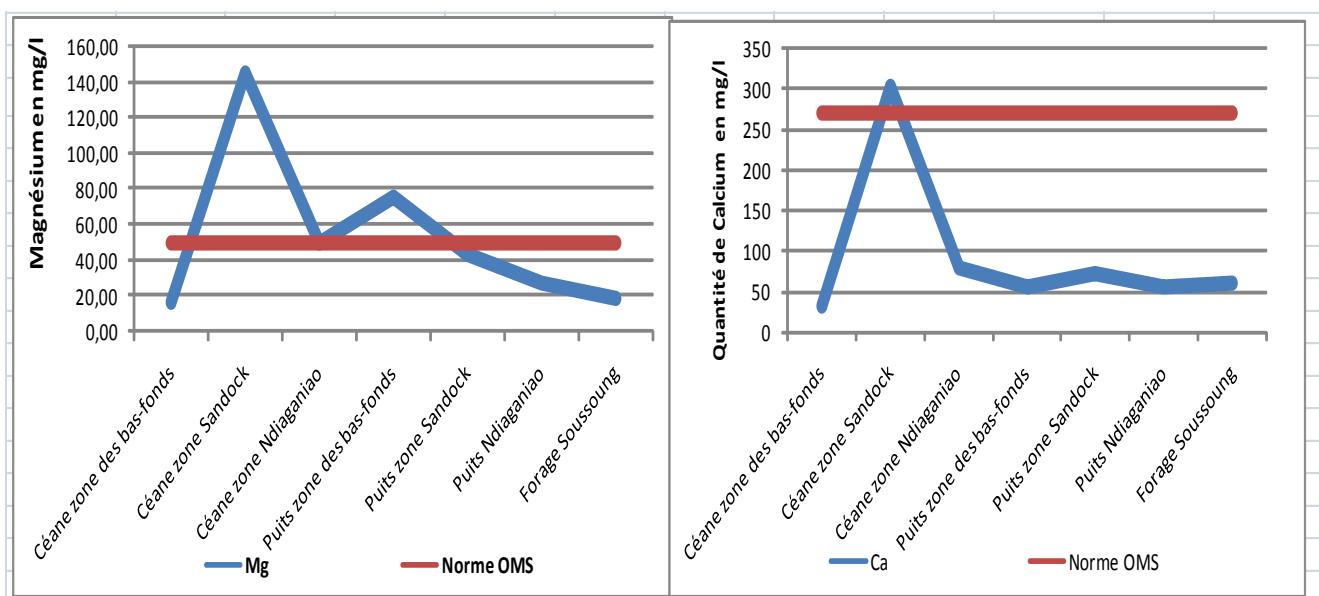
a. Le Magnésium

Le magnésium est un des éléments les plus répandus dans la nature ; il constitue environ 2,1% de l'écorce terrestre. La plupart de ses sels sont très solubles dans l'eau, même le carbonate peut être dissous jusqu'à 300 mg/L, à 200 °C. Son abondance géologique, sa grande solubilité, sa large utilisation industrielle font que les teneurs dans l'eau peuvent être importantes, allant de quelques milligrammes à, quelques fois, plusieurs centaines de milligrammes.

b. Le Calcium

Le calcium est un métal alcalino-terreux extrêmement répandu dans la nature et en particulier dans les roches calcaires sous forme de carbonates.

Il provient de la dissolution du calcaire est très abondant dans les eaux naturelles. Il est responsable de la dureté de l'eau. Il joue un rôle essentiel dans la croissance osseuse, la minéralisation des dents et la contraction musculaire. Cependant une carence de calcium à long terme est responsable d'ostéoporose. Les eaux de pluies, de citerne n'en renferment que des traces. Certaines eaux minérales en contiennent plusieurs centaines de milligrammes par litre. L'influence du calcium de l'eau sur la santé de l'individu a été souvent discutée. Cependant, les recherches et les études statistiques ont montré qu'il n'y aurait pas de relation dose-effet avec la teneur de cet élément dans l'eau.



Source : Travaux de terrain, 2011

Figure 21: Répartition des eaux de consommation selon la présence des Magnésium et Calcium

Les résultats de l'analyse faite au laboratoire révèlent que la présence du calcium est faible dans les différentes sources étudiées. Mais pour le céane de Sandock, la quantité est légèrement supérieure à la norme OMS. Les plus faibles taux se localisent dans la zone des bas-fonds et celle de Ndiaganiao. Ceci peut être justifié par la structure géologique de la zone. Le calcaire est plus présent à sandock dans tout l'espace étudié.

Le magnésium présente une évolution qui varie considérablement dans la communauté rurale de Ndiaganiao. Selon les ouvrages, les puits comportent moins de magnésium que les céanes. Mais en fonction du zonage, nous notons que les eaux de Ndiaganiao comparée à celles de Sandock et des bas-fonds comportent les plus faibles quantités de magnésium.

Les eaux situées en profondeur sont moins riches en magnésium que celles des nappes affleurant.

En se fondant sur l'analyse des éléments chimiques trouvés au laboratoire, nous pouvons dire que l'eau des différentes sources d'approvisionnement n'est pas de bonne qualité chimique. C'est une eau fortement minéralisée dont la composition chimique ne répond pas aux normes recommandées par l'OMS. Pourtant ces différentes sources continuent toujours à être utilisées pour la consommation dans la communauté rurale Ndiaganiao. Ces dernières courent des risques d'infections d'origine hydriques telles que les maladies diarrhéiques.

Conclusion générale

Depuis les réformes intervenues au sein de la direction de l'hydraulique en 1996, le gouvernement du Sénégal a opté pour une décentralisation des compétences en matière de gestion des ouvrages hydrauliques. Ainsi, les populations sont regroupées en ASUFOR pour assurer les services de base des forages. Dans la communauté rurale de Ndiaganiao, les aléas du climat, l'étendue de la zone, l'insuffisance des infrastructures hydrauliques, l'hydrochimie des nappes et la mauvaise gestion des ouvrages constituent les points focaux qui mettent en baisse le taux d'accès à l'eau potable. La zone dispose d'importantes ressources en eau de surface, une pluviométrie assez irrégulière et de deux à trois nappes exploitables. Ces dernières présentent des caractéristiques hydrochimiques de mauvaise qualité. Mais ces ressources importantes sont mal exploitées du fait que la plupart des ouvrages en charges de l'exploitation sont en pannes ou ont été fermés suite à des problèmes techniques graves. Ceci a pour conséquence la saturation du réseau AEP du forage de Soussoung, le seul existant dans la zone.

En plus le sous secteur de l'hydraulique de la zone souffre d'un manque de moyens matériels et financiers pour une bonne gestion de la ressource eau. Cette mauvaise gestion se constate dans tous les ménages avec l'usage traditionnel des matériels de conservation et de traitement de l'eau.

L'eau est de mauvaise qualité chimique du fait de sa forte minéralisation. Les composantes physico-chimiques de l'eau sont inadaptées aux normes OMS. Pour toutes les sources analysées, seul le forage de Soussoung fournit une eau de bonne qualité chimique même si il présente une température très élevée. Les céanes plus utilisés par les populations rurales fournissent une eau polluée. Les puits plus profonds, plus sécurisés souffrent de problèmes d'entretien et d'équipements constants. Le puits de Guélor dans la zone des bas-fonds, situé à proximité du marché est très pollué par les déchets chimiques rejetés par les commerçants et autres acteurs du marché.

Dans la communauté rurale de Ndiaganiao, la durée des coupures d'eau et les pannes fréquentes du forage de Soussoung sont les facteurs qui expliquent le retour des populations vers les sources polluées. L'usage de ces ouvrages entraîne des problèmes sanitaires très graves comme les maladies d'origine hydriques. Cette remarque a été faite au niveau du poste de santé de la CR qui enregistre de nombreux cas de diarrhée pendant l'hivernage et les périodes de coupures et de pannes du forage.

Bibliographie

- 1-ASSOCIATION IBUSCUS, HUMBRAIRE, Bernard, PETER (D.) PRUDHOMME (P.),** Ministère de la coopération et du développement, 1987, Hydraulique villageoise et ressources en eau souterraine en Afrique Occidentale et Centrale, 110 pages.
- 2- AFD, 2006, Secteur de l'eau au Sénégal, un partenariat équilibré entre acteurs publics et privés pour servir les plus démunis, 29 p.**
- 3-BASSENE J, 2000, Gestion de l'eau et des ouvrages hydrauliques dans la communauté rurale de Sandiara, mémoire de maîtrise en géographie, UCAD, 148 pages.**
- 4- CARN Michel, DORBATH Louis, 1974, Prospection électrique pour la recherche d'eau dans l'arrondissement de Fissel (Département de Mbour)- ORSTOM/MBOUR, 45pages.**
- 5-CHRISTOPH L, 1997, L'Eau et la santé dans les quartiers urbains défavorisés, cahier N°9, 170 pages.**
- 6-CSE/DAT/Direction des mines et de la géologie, Institut des sciences de l'environnement, Annuaire sur l'environnement et les ressources naturelles du Sénégal, 2000, 257 pages.**
- 7-DAT/AUSAID, 1986, Cartographie et télédétection des ressources de la République du Sénégal. Etude de la géologie, de l'hydrologie des sols et de la végétation, 653 pages.**
- 8-DIAME (D), 2007, La Gestion des Ressources en eau dans la communauté rurale de Thiaré, mémoire de maîtrise en géographie, UCAD, 73 pages.**
- 9-DIATTA M, C, B, C, 2007, Eau et Pauvreté dans la communauté rurale de Kafountine en base Casamance, mémoire de maîtrise en géographie, UGB, 138 pages.**
- 10-DIDIER (O), Arfi (R), KUPER (M), MORAND (P), PONCET (Y), 2000, Gestion intégrée des ressources naturelles en zones inondables tropicale, 998 pages.**
- 11-DILUCA C, Les pompes à main en hydraulique villageoise, in Dossiers, Technologies et Développement. Rapport du comité interafricain d'études hydrauliques(CIEH), 71 pages.**
- 12- DIOP A. (1995), Etude de la qualité de l'eau dans le district rural de Khombole, thèse de doctorat en pharmacie, Faculté de Médecine et de Pharmacie et d'Odontostomatologie, 133 pages + annexes.**

13- DUPRIEZ Jean, L, C, Eau, Terre en fuite, in métiers de l'eau du Sahel, éd Harmattan, 125pages.

14-FALL Mamadou, 2007, L'Accès à l'eau potable en milieu rural : étude de l'aire de desserte du forage de Diamagadio dans la communauté rurale de Nganda, mémoire de maîtrise en géographie, UCAD, 126 pages.

15- FALL C, 2007, Etude de la qualité de l'eau de robinet et celle de la nappe phréatique dans les différentes communes d'arrondissement du département de Guédiawaye, mémoire de Maîtrise, département de Géographie, UCAD, page 30-89.

16-GELDAR S, 1997, Conseil ruraux et gestion décentralisée au Sénégal in développement durable au Sahel, éd Karthala, 288 pages.

17-GUY Bessette, Eau, Terre et Vie, in communication participative pour le développement et la gestion des ressources naturelles, éd, HARMATTAN, 384 pages.

18-HONORE (D), 1989, Précipitations et écoulements sur le bassin de la Casamance, Thèse de doctorat de 3e cycle en géographie, UCAD, 283 pages.

19- LAYOUSSE T., 1983, Alimentation en eau potable d'une grande ville d'Afrique de l'Ouest, Dakar, Thèse de doctorat en pharmacie, Université de Dakar, 73 p.

20-MERZOUG, M, S, 2005, L'Eau, L'Afrique, la Solidarité : Une nouvelle espérance, Présence Africaine, 189 pages.

21-Ministère de l'Urbanisme, de l'Habitat, de l'Hydraulique Urbaine, de L'Hygiène Publique et de l'Assainissement, Ministère de l'Hydraulique rurale et du Réseau Hydrographique National, 2008, Revue annuelle conjointe, PEPAM, in résumé global, 15pages. **107**

22-Ministère de l'Hydraulique, Direction des études hydrauliques, 1982, Programme d'hydraulique villageoise dans la région de Thiès. Rapport maintenance sur les expériences (- SOS Sahel International, Caritas), 20 pages.

23-Ministère de l'Hydraulique, Direction des études hydrauliques, 1982, Programme d'hydraulique villageoise dans la région de Thiès, données des enquêtes hydrologiques, Tome II, 128 pages.

24-Ministère du Développement rural et de l'Hydraulique, Direction du Génie rural et de l'Hydraulique, 1992, Bilan de la politique d'hydraulique rurale dans le département de Mbour, Novembre 1992, 21 pages.

25-Ministère de l'Hydraulique, 1994, Bilan-Diagnostic des ressources en eau du Sénégal, Projet MH/PNUD/DADSG-SEN/87/006, Septembre 1994, 320 pages.

26-Ministère de l'Hydraulique, Direction des études Hydrauliques, 1999, Eau potable, Traitement de l'eau, fluor, nitrate, sulfate, chlorure, magnésium, Mbour, Bambey, Mbacké, Fatick, région de Thiès, région de Diourbel, région de Kaolack.

27- NGOM Mamadou T, 2009, La problématique de l'accès à l'eau potable en milieu rural et ses effets sur la santé des populations : Cas de la communauté rural de Ndiaganiao, mémoire de maîtrise département de Géographie, UCAD, 119 pages.

28-République du Sénégal, le 12 Avril 2001, Le Code de l'environnement, 62 pages.

29-République du Sénégal, le 4 Mars 1981, le Code de l'eau, 15 pages.

30-SAGNA P, 1988, Etudes des lignes de grains en Afrique de l'ouest, Thèse de 3e cycle en géographie, UCAD, 541 pages.

31-SAGNA P, 2005, Dynamique du climat et son évolution récente dans la partie ouest de l'Afrique Occidentale, Thèse de doctorat d'Etat en géographie, UCAD, Tome1, 270 pages.

32-SARR J, B, J, 2003, Etude des minéralisations particulières : le cas du fluor dans les eaux des nappes superficielles de la zone de Mbour-Fatick pages 15-23.

33-SGPRE, 2000, Potabilités de l'eau et concentrations en fluorure, études de l'impact de forte s concentrations sur la santé des populations dans les départements de Bambey, Mbacké, Fatick et Mbour, Document de travail n°26, 127pages.

ANNEXES

Liste des cartes

Carte 1 : Carte de localisation de la C R de Ndiaganiao	6
Carte 2 : répartition des ouvrages analysés	13
Carte 3 : Les réseaux hydrographiques de la communauté rurale de Ndiaganiao	23
Carte 4 : Typologie des sols dans la CR de Ndiaganiao	24
Carte 5: La localisation des grandes mares	38
Carte 6 : Les unités aquifères dans la communauté rurale de Ndiaganiao.....	41

Liste des figures

Figure 1 : Évolution des températures moyenne mensuelles à Mbour de 1980 à 2009	18
Figure 2: Évolution moyenne mensuelle des précipitations à Ndiaganiao et Mbour de 1980 à 2010 .	19
Figure 3: Évolution de l'insolation moyenne en heure/jour à Mbour de 1980 à 2010.....	20
Figure 4: Évolution de l'humidité relative à Mbour de 1980 à 2010.....	21
Figure 5: Évolution de l'évaporation moyenne mensuelle à Mbour de 1980 à 2010.....	22
Figure 6: La répartition de la population selon la religion	27
Figure 7: La répartition de la population selon la religion	28
Figure 8: La répartition par tête des effectifs du cheptel	32
Figure 9 : Evolution interannuelle des précipitations à Ndiaganiao et Mbour de 1980 - 2009	36
Figure 10: Les étendues d'eau de surfaces (mares)	39
Figure 11: Ouvrages hydrauliques de la CR de Ndiaganiao.....	46
Figure 13: Matériels de conservation de l'eau par les ménages.....	53
Figure 14 : Matériels de conservation de l'eau par les ménages.....	53
Figure 15: Répartition des eaux de consommation selon la température.	56
Figure 16: Répartition des eaux de consommation selon le pH.....	58
Figure 17: Répartition des eaux de consommation selon la conductivité électrique.....	59
Figure 18 : Répartition des eaux de consommation selon les Bicarbonates	60
Figure 19: Répartition des eaux de consommation selon la présence des Chlorures	63
Figure 20: Répartition des eaux de consommation selon la présence des Sulfates	64
Figure 21: Répartition des eaux de consommation selon la présence des Sodium et Potassium	66
Figure 22: Répartition des eaux de consommation selon la présence des Magnésium et Calcium	67

Liste des Photo

Photo 1: Exemple de puits moderne.....	44
Photo 2 : Exemple d'un forage doublé d'un puits à exhaure manuelle.....	45
Photo 3 : Les échantillons analysées au labo	74
Photo 4 : Ecran Spectrophotomètre.....	74
Photo 5:Une Burette	74
Photo 6 : Dispositif de mesure des nitrates	75

Liste des tableaux

Tableau 1 : Données climatiques à la station de Mbour de 1980 à 2009	17
Tableau 2: Répartition des types de sols selon le zonage à Ndiaganiao	25
Tableau 3: Composition de l'hydraulique rurale.....	47
Tableau 4 : Répartition des eaux de consommation selon la présence des nitrates	61

Photo 3 : Les échantillons analysés au labo



Photo 4 : Ecran Spectrophotomètre



Photo 5: Une Burette



Photo 6 : Dispositif de mesure des nitrates



Table des matières

Avant-propos	1
Liste des Abréviations et Acronymes	3
Introduction.....	4
Problématique et justification du sujet.....	7
Chapitre I : le milieu physique.....	15
I. Le Cadre physique	15
I.1. Le Climat.....	15
I.1.1. Les centres d'actions	15
a) L'anticyclone des Açores	15
b) L'Anticyclonique de Sainte Hélène	15
c) L'Anticyclone Saharo-libyenne	15
I.1.2. Les éléments du climat.....	16
a)Les vents.....	16
b) Les températures	18
c) Pluviométrie	19
d.) L'Insolation.....	20
e)L'humidité relative	20
f) L'Évaporation.....	22
II. Hydrogéologie	22
III.1. Le relief	23
III.2. Les sols	24
a) Les sols Dior.....	24
b) Les sols Deck	25
c) Les sols Deck-Dior.....	25
IV. Les formations végétales.....	25
V. La faune	26
Chapitre II : Le milieu humain	26
1. La Structure de la population	27
2. La Dynamique de la population	28
2.1. L'évolution et la répartition spatiale de la population	28
2. 2. La mobilité de la population	
Il existe deux catégories de flux migratoires dans la communauté rurale de Ndiaganiao : l'exode rural et l'émigration.....	29
II. Cadre socio-économique	29

1. L’Agriculture	30
2. L’Elevage	31
3. Les autres activités	32
3.1 Le Commerce	32
3.2 Le Transport	33
Chapitre I : Inventaire des ressources en eau et des équipements hydrauliques de la CR de Ndiaganiao	36
I. Inventaire des ressources en eau de la CR de Ndiaganiao	36
I.1. Les eaux pluviales	36
I.2. Les eaux de surface	37
I.3. Les eaux souterraines	40
I.3.1. Le Continental terminal (<i>C T</i>) :	41
I.3.2. Les nappes des calcaires Éocène – paléocènes :	42
Le système aquifère intermédiaire est constitué de deux formations à dominante calcaire : l’Éocène (EO) présent sur tout le bassin et le paléocène (PA) caractérisé seulement dans le Horst de Ndiass et dans la région de Mbour.	42
I.3.3. Le Maestrichtien	42
II. Inventaire des ouvrages hydrauliques de la CR de Ndiaganiao.....	43
II.1. Les Puits.....	43
a. Les puits traditionnels.....	43
b. Les puits modernes.....	43
II. 2. Les forages-puits.....	44
II.3. Les forages.....	45
II.4. Les borne fontaines.....	45
Chapitre II : LES STRATEGIES DE GESTION DES OUVRAGES ET EQUIPEMENTS HYDRAULIQUES.....	46
I. Le Cadre institutionnel et réglementaire de la gestion de l’eau	47
I.1. Les différentes composantes en charge de l’hydraulique rurale	47
I.2. Textes législatifs et réglementaires	48
I.3. Acteurs de l’eau :	48
II. Les Stratégies de gestion des ouvrages hydrauliques dans la CR de Ndiaganiao.....	50
II.1. La maintenance des forages.....	50
II.2. L’entretien des puits.....	50
II.3. Etude de la satisfaction des besoins et de la saturation du réseau.....	51
a. Etat de satisfaction des besoins.....	51

b. Etat de la saturation du réseau du forage de Soussoung.....	51
II. 4. Etat de la gestion de l'eau par les ménages.....	52
a. Matériels de conservation de l'eau par les ménages.....	52
b. Traitement de l'eau par les ménages	53
Chapitre I : Résultat des paramètres physiques.....	56
I. Les Températures	56
II. Le potentiel d'hydrogène (pH)	57
III. La Conductivité électrique	58
Chapitre II : Résultats des paramètres chimiques.....	60
I. Les anions majeurs	60
I.1 Les bicarbonates.....	60
I.2 Les Nitrates	61
I.3 Les Chlorures	62
I.4 Les Sulfates	63
II. Les Cations majeurs.....	64
II.1 Le Sodium et Potassium	65
a. Le sodium (Na ⁺).....	65
b. Le potassium (K ⁺).....	65
II.2 Le Magnésium et le Calcium	66
a. Le Magnésium.....	66
Conclusion générale	69
Bibliographie.....	70
ANNEXES.....	73
Liste des cartes	73
Liste des figures.....	73
Liste des Photo	73
Liste des tableaux	73