



REPUBLIQUE DU NIGER

-----  
Fraternité – Travail – Progrès  
-----

MINISTRE DE L'HYDRAULIQUE ET DE L'ASSAINISSEMENT

-----  
Secrétariat Permanent du PANGIRE

---

---

**PROJET EAU POUR LA CROISSANCE ET LA REDUCTION DE LA  
PAUVRETE DANS LE SOUS BASSIN DE LA MEKROU AU NIGER  
« PROJET MEKROU PHASE 2 – NIGER »**

**Rapport Final**

**ETAT DES LIEUX DES RESSOURCES EN EAU  
DE LA PORTION NIGERIENNE DU SOUS  
BASSIN DE LA MEKROU AU NIGER**

**Equipe de recherche et de rédaction**

- Mme Sayabou Habsatou ANGO NAMATA, Docteure Hydrogéologue
- M. Abdoulaye Zangui, Ingénieur hydrogéologue

Novembre 2022



Ce projet est financé par la  
Commission Européenne



Ce projet est mis en œuvre par le Partenariat  
Mondial de l'Eau en Afrique de l'Ouest

## Table des matières

LISTE DES FIGURES .....	4
LISTE DES TABLEAUX .....	5
LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS .....	6
INTRODUCTION .....	7
I. MATERIEL ET METHODES .....	7
1.1. Matériels .....	7
1.2. Méthodologie .....	8
II. PRESENTATION DU SOUS BASSIN DE LA MEKROU .....	8
2.1. Localisation .....	8
2.2. Cadre climatique .....	11
2.3. Cadre géomorphologique et Hydrographique .....	13
2.3.1. Géomorphologie.....	13
2.3.2. Hydrographie.....	14
2.4. Contexte géologique et hydrogéologique.....	15
2.4.1. Contexte géologique .....	15
2.4.2. Contexte hydrogéologique .....	16
2.5. Pédologie .....	17
2.6. Végétation, Faune et Aspects socio-économique.....	18
2.6.1. Végétation .....	18
2.6.2. Faune du sous bassin de la Mékrou.....	19
2.6.3. Aspects Socio-économique.....	20
2.7. Approvisionnement en eau potable.....	21
III. DONNEES HYDROCLIMATOLOGIQUES .....	22
3.1. Evolution des paramètres climatiques .....	22
3.2. Bilan hydrologique et estimation de la recharge des aquifères du Sous bassin de la Mékrou (Parc W du Niger) .....	24
IV. CARACTERISTIQUES DES EAUX DE SURFACE.....	25
4.1. Caractéristiques hydrologiques de la Mékrou et de la Tapoa .....	25
4.2. Paramètres morphométriques des mares naturelles et artificielles dans le sous bassin de la Mékrou (Parc du W).....	26
4.3. Caractéristiques des mares formées dans certains bas-fonds des lits des rivières Mékrou et Tapoa pendant l'été.....	27
V. CARACTERISTIQUES HYDROGEOLOGIQUES DU SOUS BASSIN DE LA MEKROU .....	28
5.1. Paramètres hydrodynamiques .....	28
5.1.1. Niveaux statiques .....	28
5.1.2. Valeurs des débits, de la transmissivité et de la Conductivité hydraulique .....	28
5.2. Caractéristiques hydrochimiques .....	29

5.2.1.	Paramètres physiques des eaux souterraines .....	29
5.2.2.	Paramètres physiques des eaux de surface .....	29
5.2.3.	Paramètres chimiques des eaux souterraines de la zone d'étude .....	29
5.2.4.	Aptitude des eaux à la consommation.....	32
5.3.	Géochimie isotopique.....	32
5.3.1.	Isotopes stables de la molécule de l'eau (18O et 2H) .....	32
5.3.2.	Isotopes radioactifs .....	33
VI.	VULNERABILITE DES RESSOURCES EN EAU FACE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES .....	34
	CONCLUSION.....	35
	REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	35
	ANNEXES .....	38

## Liste des figures

Figure 1:Localisation du sous bassin de la Mékrou.....	9
Figure 2: Les communes du sous bassin de la Mékrou dans la partie Nigérienne.....	11
Figure 3:Précipitations dans le sous bassin de la Mékrou (USGS, 2017b) .....	12
Figure 4:Variations saisonnières des valeurs moyennes mensuelles de l'humidité relative de l'air (1961à 2016, DMN, d'après Saidou, G.I., 2020) .....	13
Figure 5:Image Landsat SRTM 2020 de la portion Nigérienne du sous bassin de la Mékrou (Source NASA).....	14
Figure 6:Réseau hydrographique et points d'eau situés à l'intérieur du sous bassin de la Mékrou.....	15
Figure 7:Carte géologique du sous bassin de la Mékrou (BRGM, 1966) .....	16
Figure 8:Carte d'occupation des sols de 2000 (à gauche) et celle de 2013 (à droite).....	18
Figure 9:Répartition statistique des unités d'occupation des sols de 1972 à 2017(Saidou, G.I., 2020) .....	19
Figure 10:Photo montrant un Damalisque (Damaliscus Korringum) à gauche et un Hippotrague à droite dans le Parc du W du Niger (UNESCO, 2016).....	20
Figure 11:Etats des lieux des ouvrages (mares et forages) et leur répartition dans l'espace du sous bassin de la Mérou .....	22
Figure 12:Evolution des indices centrés réduits des pluies annuelles de Gaya 1931-2016 (Saidou, G.I., 2020)..	23
Figure 13:Evolution des précipitations moyennes mensuelles décennales de 1981 à 2016 au poste pluviométrique de Tamou (Saidou, G.I., 2020).....	23
Figure 14:Graphique montrant l'évolution des différents paramètres climatiques et le taux de recharge minimal pour la période 1994-2016 (Ango et al., 2020) .....	24
<i>Figure 15:Graphique montrant l'évolution des différents paramètres climatiques et le taux de recharge maximale pour la période 1994-2016 (Ango et al., 2020) .....</i>	<i>25</i>
Figure 16:Evolution des débits de la Tapoa et de la Mékrou au cours des saisons pluvieuses pour la période 1965-1980 (Source DGRE/MHA) .....	26
Figure 17: Mare de Gnafarou .....	26
Figure 18:Faciès chimiques des échantillons d'eau prélevés en période des hautes et basses eaux dans le diagramme de Piper .....	31
Figure 19:Représentation des eaux des aquifères du socle à gauche et celles du Parc W à droite sur le diagramme logarithmique de Schoëller Berkloff .....	31
Figure 20:Répartition des isotopes stables des eaux échantillonnées en 2018 dans le Parc W du Niger (Ango et al., 2020).....	33

## Liste des tableaux

Tableau 1:Superficies, villages administratifs et hameaux rattachés par commune (SP/PANGIRE, 2020) .....	10
Tableau 2:Population des communes de la zone du sous bassin de la Mékrou au Niger.....	21
Tableau 3:Situation de l'hydraulique rurale des communes au 31/12/2020 .....	21
Tableau 4:Récapitulatif des capacités de stockage d'eau des mares (Ango, N.H., 2020) .....	26
Tableau 5:Certaines caractéristiques de la mare du lit de la rivière Mékrou (Ango, N.H., 2019) .....	27
Tableau 6:Certaines caractéristiques de la mare du lit de la rivière Tapoa (Ango, N.H., 2019) .....	27
Tableau 7:Paramètres physiques des eaux mesurés dans le Parc du W (Ango, N.H., 2020).....	29
Tableau 8:les valeurs des paramètres physico-chimiques des eaux du Parc du W et les normes de potabilité de l'OMS (2011), (Ango, N.H., 2020).....	32
Tableau 9:Valeurs des isotopes stables et du carbone-14 des eaux du Parc du W du Niger .....	34

## LISTE DES SIGLES ET ABRÉVIATIONS

<b>CT</b>	Continental Terminal
<b>BRGM</b>	Bureau de Recherches Géologiques et Minières
<b>ECOPAS</b>	Ecosystèmes en Afrique Soudano-sahélien
<b>ETP</b>	Evapotranspiration potentielle
<b>ETR</b>	Evapotranspiration Réelle
<b>FAO</b>	Organisation des Nations Unies pour l'Alimentation et l'Agriculture
<b>GWP-AO</b>	Partenariat Mondial de l'Eau en Afrique de l'Ouest
<b>IRH</b>	Inventaire des ressources hydrauliques
<b>MESU/DD</b>	Ministère de l'Environnement, de la Salubrité Urbaine et de Développement Durable
<b>MHA</b>	Ministère de l'Hydraulique et de l'Assainissement
<b>PNUD</b>	Programme des Nations Unies pour le Développement
<b>RBTW</b>	Réserve de Biosphère Transfrontalière du Parc W
<b>SIG</b>	Système d'information géographique
<b>SP/PANGIRE</b>	Secrétariat du Plan d'Action National de la Gestion Intégrée des Ressources en Eau
<b>SMB</b>	(Soil Moisture Balance) Bilan hydrologique
<b>UICN</b>	Union Internationale pour la Conservation de la Nature
<b>UNESCO</b>	Organisation des Nations Unies pour la Science et la Culture
<b>USGS</b>	<i>United States Geological Survey</i>
<b>WAP</b>	W-Arly-Pendjari

## INTRODUCTION

La rivière transfrontalière Mékrou, longue de 410 Km est l'un des principaux affluents du fleuve Niger. La Mékrou est partagée entre trois pays, le Bénin (80%), le Burkina Faso (10%) et le Niger (10%), sa zone d'influence couvre une superficie d'environ 10.500 Km<sup>2</sup> et comprend cinq (5) communes (Banikoara, Karimama, Kérou, Kouandé et Péhunco) en République du Bénin, trois (3) communes (Botou, Tansarga et Diapaga) au Burkina Faso et trois (3) communes (Falmey, Kirtachi et Tamou) au Niger.

La portion nigérienne du sous-bassin de la Mékrou, abrite le Parc National du W avec plus de 80% de la biodiversité du pays et classé Réserve de la Biosphère et Patrimoine mondial de l'UNESCO en 1996. Le Parc du W est entouré d'une zone tampon constituée des réserves totale et partielle, représentées respectivement par la région de Tamou (74,445 km<sup>2</sup>) et celle de Dosso (3060 km<sup>2</sup>). Les potentialités naturelles, culturelles, historiques et archéologiques de la zone tampon et du Parc du W sont assez riches et variées (ECOPAS, 2008a).

Le sous bassin de la Mékrou est peuplé de plusieurs groupes ethnolinguistiques, caractérisés par une croissance rapide de la population et des migrations récurrentes vers les centres urbains (Mainassara, 2010 ; Abdourhamane et al., 2016) .

L'eau représentant l'un des besoins fondamentaux des humains et de la biosphère du Parc du W, est indispensable à tous les secteurs de développement naturel et socio-économique. Pour cela, les ressources en eau sont soumises à de fortes pressions du fait d'une grande consommation en lien avec la croissance démographique dans le sous bassin, le pâturage et les cultures irriguées. Les populations présentes dans ce sous bassin s'approvisionnent essentiellement à partir des eaux souterraines, les eaux de surfaces étant, aléatoires et les plus souvent de qualité non adaptée à certains usages. On note également une connaissance limitée des aquifères du sous bassin, car très peu d'études hydrogéologiques sont réalisées dans la zone d'étude (Ango, N. H, 2020).

Pour cela, le projet « l'eau pour la croissance et la réduction de la pauvreté dans le sous bassin de la Mékrou » dans ses phases 1 et 2 intervient dans le sous bassin en vue de soutenir une croissance économique verte et la réduction de la pauvreté dans la zone. Le projet appuie les actions d'amélioration des connaissances des ressources en eau :

- La création des réseaux de suivis des ressources en eau (pluies, eaux de surface et eaux souterraines) ;
- l'installation des équipements des suivis (pluviométrique, hydrométrique et piézométrique) ;
- l'appui aux services techniques de l'Etat pour l'organisation des campagnes de monitoring des données ;
- l'élaboration des rapports sur l'état des ressources en eau de la zone.

Le présent rapport, le premier, donne les résultats de l'analyse de la situation de départ et est intitulé « état des lieux des ressources en eau de la portion nigérienne du sous bassin de la Mékrou ».

## I. MATERIEL ET METHODES

### 1.1. Matériels

L'essentiel de matériels comprend les données issues des thèses, des mémoires, les articles scientifiques publiés en ligne et des rapports d'étude en lien avec les études réalisées dans le bassin de la Mékrou. Ces données proviennent de plusieurs institutions telles que l'Université de Niamey, le Projet Mékrou Phase-2, le Ministère de l'Hydraulique et de l'Assainissement et la Bibliothèque de l'Institut national des Recherche scientifique (INRS) du Canada. La plus part de ces données sont disponibles en ligne.

Des cartes ont été élaborées à l'aide du logiciel de cartographie Arc gis pour illustrer les thématiques et faciliter la compréhension. Le logiciel Diagramme est utilisé pour l'analyse des paramètres chimique des eaux ainsi que la corrélation qui existe entre les éléments physiques et chimiques

## **1.2. Méthodologie**

L'approche méthodologique de cette étude est basée sur la recherche et l'exploitation des données existantes afin d'aboutir à la caractérisation du contexte naturel du bassin. Il s'agit de l'acquisition des données sur les facteurs climatiques, la bathymétrie des mares et des principales rivières, les paramètres hydrogéologiques, hydrodynamiques, hydrochimiques et isotopiques ainsi que leurs traitements afin de circonscrire le potentiel en eau du sous bassin.

Les données géologiques vont permettre de déterminer la nature géologique du bassin et la lithologie des réservoirs ; les données hydrogéologiques vont permettre de caractériser les aquifères du bassin de la Mékrou, les paramètres hydrodynamiques des aquifères et d'établir un état des lieux des points d'eau dans l'espace du bassin. Les données de Bathymétrie vont quant à elles conduire à l'établissement des caractéristiques des mares existantes notamment la rivière Mékrou. Les données d'analyses physico-chimiques et isotopiques vont servir d'indicateurs pour apprécier la qualité de l'eau et le temps de résidence de l'eau dans l'aquifère.

## **II. PRESENTATION DU SOUS BASSIN DE LA MEKROU**

### **2.1. Localisation**

Le sous bassin de la Mékrou est situé dans la partie ouest du Niger entre les longitudes 1°45'0" et 3°15'0" Est et les latitudes 12°0'0" et 13°0'0" Nord (fig.1). Le sous bassin couvre une superficie d'environ 10.500 Km<sup>2</sup> dont 80% au Benin, 10% au Burkina Faso et 10 % au Niger. La zone d'influence s'étend sur 36.161Km<sup>2</sup> avec une population de 1.006.337habitants.



**Figure 1: Localisation du sous bassin de la Mékrou**

Au Niger, le sous bassin de la Mékrou comprend la partie ouest de la région de Dosso jusqu'au sud – ouest de celle de Tillabéri (GWP, West Africa, 2022) et regroupe trois(3) communes rurales (tab.1) et le Parc du W du Niger dont les limites sont définies comme suit (fig.2):

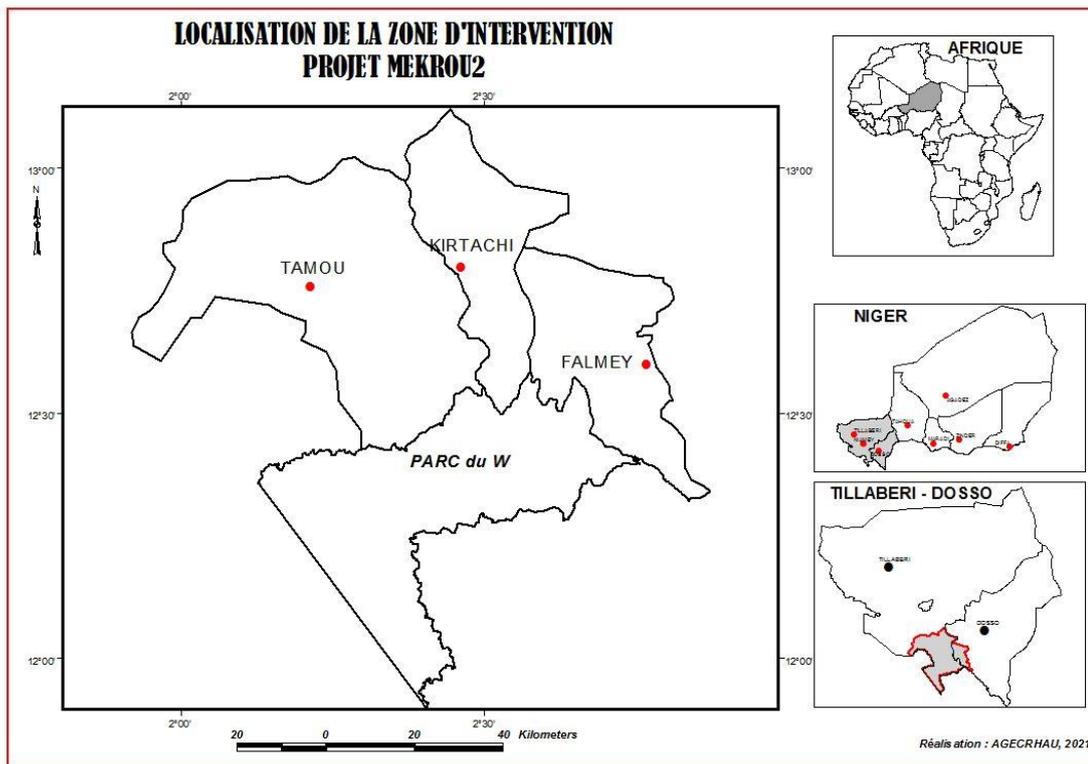
- La **Commune Rurale de Kirtachi** est localisée à 75 km de la Commune Urbaine de Kollo (Département de Say) et s'étend sur une superficie de 3782 km<sup>2</sup>. Elle est limitée au Nord par les Communes Rurales de Kouré et de Fakara, au Sud par le Parc National du W du Niger, à l'Est par les Communes Rurales de Falmey et de Fabidji et à l'Ouest par la Commune Urbaine de Say et la Commune Rurale de Tamou. La grande partie de la Commune Rurale de Kirtachi est située dans la réserve partielle de faune de Dosso.
- La **Commune Rurale de Falmey** est située dans le Sud- Ouest de la région de Dosso à 160 km de la Capitale Niamey. Elle constitue une des deux Communes qui composent le département de Falmey (Falmey et Guilladjé) et couvre une superficie de 1172 km<sup>2</sup>. Elle est limitée à l'Est par

les Communes Rurales de Guillardjé et de Sambera ; à l'Ouest par la Commune Rurale de Kirtachi ; au Nord par celle de Fabirdji et au Sud par le Fleuve Niger qui sépare la Commune Rurale de Falmey de la République du Bénin.

- La **Commune Rurale de Tamou** est située dans la partie Sud-ouest du Département de Say et couvre une superficie de 5 230 km<sup>2</sup>. Elle est limitée au Nord par la Commune Urbaine de Say, au Sud par les frontières du Burkina Faso et du Bénin, au Sud- Est par le Bénin, à l'Est par le fleuve Niger et à l'Ouest par la Commune Rurale de Gueladio.
- Le **Parc du W du Niger** est situé à environ 150 km de Niamey au sud dans la commune rurale de Tamou, département de Say (région de Tillabéri). Il s'étend entre 11° 54' et 12° 35' de latitudes Nord et 02° 04' et 02° 50' de longitude Est et couvre une superficie de 2200 km<sup>2</sup> dont 25 km<sup>2</sup> de plan d'eau douce. Le Parc national du W fait partie du vaste complexe écologique transfrontalier W-Arly- Pendjari (WAP) qui s'étend sur 16 000 km<sup>2</sup> partagé entre trois pays, le Bénin, le Burkina Faso et le Niger (UICN, 2017). Son nom découle de la forme en lettre "W" que décrit le tracé du fleuve Niger dans la partie nord du Parc du W. Ses limites naturelles sont le fleuve Niger à l'est, le Burkina Faso à l'ouest, la rivière Tapoa au nord et la rivière Mékrou au sud (Ango et al., 2020). Le Parc du W du Niger est classé comme réserve de biosphère et Patrimoine mondial de l'UNESCO depuis 1996 (ECOPAS, 2005 ; MESU/DD (2018).

Tableau 1:Superficies, villages administratifs et hameaux rattachés par commune (SP/PANGIRE, 2020)

Communes	Départements	Régions	Superficies (km <sup>2</sup> )	Villages administratifs	Hameaux rattachés
Tamou	Say	Tillabéry	5 230	54	63
Kirtachi	Kolo	Tillabéry	3782	28	62
Falmey	Falmey	Dosso	1172	46	74
Parc W	Say	Tillabéri	2 200	0	0



**Figure 2: Les communes du sous bassin de la Mékrou dans la partie Nigérienne**

## 2.2. Cadre climatique

Le sous bassin de la Mékrou, dans la portion Nigérienne est caractérisé par un climat semi-aride, de type sahélo-soudanien avec des caractéristiques sahéliens au Nord et soudanien au sud. Les précipitations moyennes interannuelles (fig.3) varient entre 300 et 600 mm par an vers le Nord à plus de 800 mm dans le sud (Saidou, G.I., 2019 ; Ango et al., 2020). Les pluies sont très variables dans le temps et dans l'espace (Kattiellou et al., 2014). La saison pluvieuse est liée à la mousson, vent du sud-ouest qui transporte l'humidité de l'océan Atlantique (Ardoin-Bardin, 2004). La plupart des précipitations ont lieu pendant la saison des pluies qui va de mi-mai à septembre, avec le maximum de pluies en août (AQUASTAT / FAO, 2016; Ango et al.,2020).

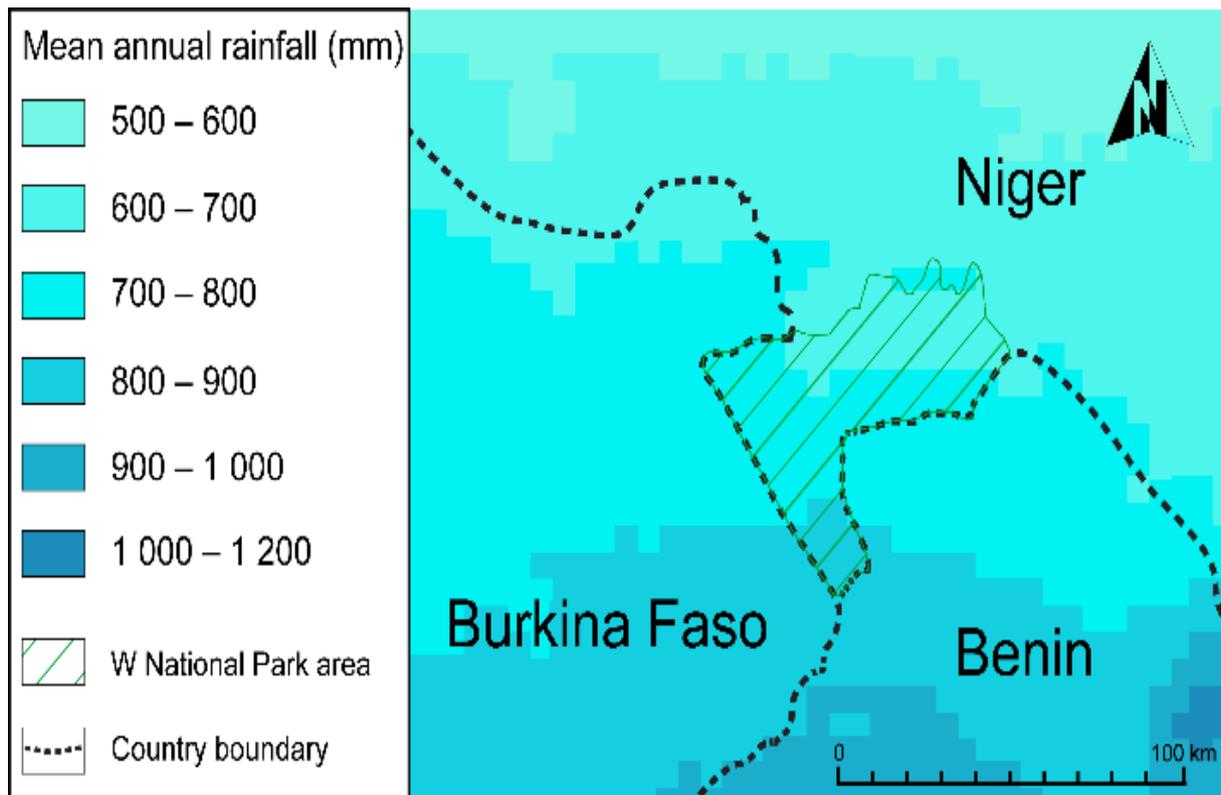


Figure 3: Précipitations dans le sous bassin de la Mékrou (USGS, 2017b)

Les températures restent assez constantes tout au long de l'année, avec un maximum en avril et un minimum en janvier; (AQUASTAT / FAO, 2017). La période d'avril- mai est la plus chaude de l'année, avec une température moyenne pouvant atteindre plus de 34°C, tandis que celle de janvier-février est la plus basse avec une température moyenne, inférieure à 24 °C. Néanmoins, des basses valeurs de température sont observées en août, du faite de l'abondance des pluies.

L'hygrométrie varie au cours de l'année avec une humidité très faible pendant la saison sèche et forte pendant la saison des pluies.

Les valeurs moyennes inter-mensuelles de l'humidité relative de l'air ont varié de 19% à 73%, de février en août sur la période 1981-2016. Cependant, au cours de la saison pluvieuse, le degré d'humidité mensuel peut atteindre 95% (fig. 4).

Les valeurs de l'ETP sont relativement élevées et peuvent atteindre 2500 mm par an, (Boubacar, 2010). Elle est de 2250 mm/an dans le Parc du W (Ministère de l'hydraulique, 2005).

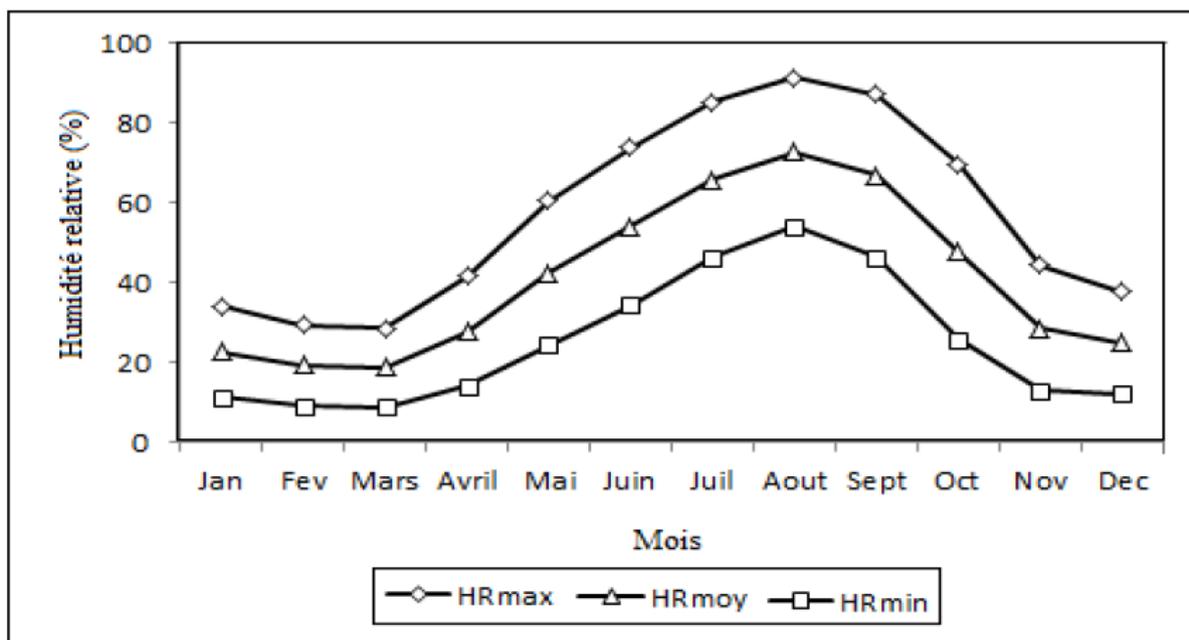


Figure 4: Variations saisonnières des valeurs moyennes mensuelles de l'humidité relative de l'air (1961 à 2016, DMN, d'après Saidou, G.I., 2020)

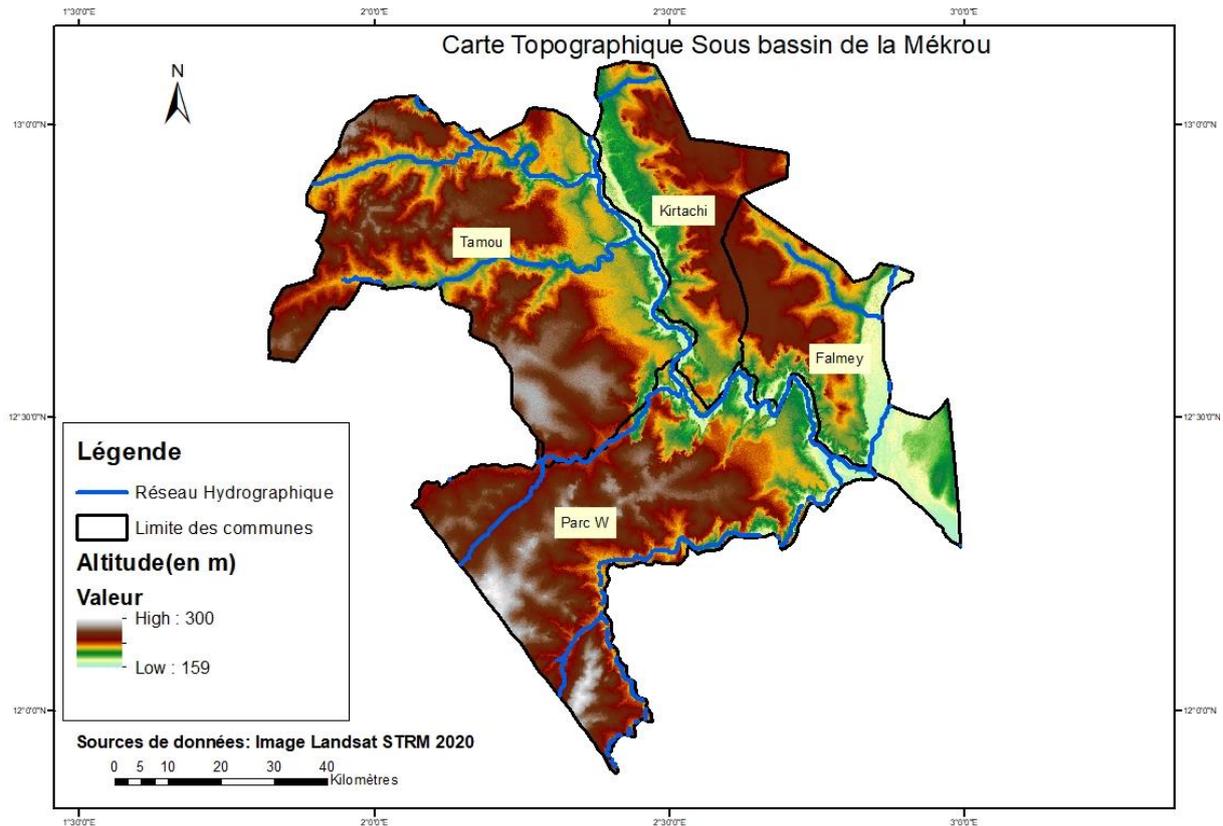
## 2.3. Cadre géomorphologique et Hydrographique

### 2.3.1. Géomorphologie

Sur le plan géomorphologique, le paysage du sous bassin de la Mékrou constitue une vaste pénéplaine dominée par des plateaux tabulaires rocheux et cuirassés, découpés par des vallées parfois abruptes (Benoit 1998).

La topographie à l'intérieur du sous bassin de la Mékrou varie de 159 à 300 m d'altitude (fig.5). Les altitudes les plus élevées sont constituées par les collines et les buttes témoins (Amadou, 2005, d'après Saidou, G.I., 2020). Le relief sur l'ensemble du sous-bassin présente des pentes relativement homogènes et faibles, de l'ordre de 0,1%. Il est constitué principalement de trois unités géomorphologiques qui sont :

- La zone des plateaux constituée par : les plateaux du Centre et du Nord de la région, les plateaux de Fakara à l'Ouest et les plateaux de Gaya, au Sud de la région ;
- La zone des dallols constituée du Dallol Bosso qui traverse les départements de Loga, Boboye et Falmei suivant l'axe Nord-Sud sur une longueur d'environ 155 km, du Dallol Maouri concerné par les départements de Dogondoutchi, Tibiri, Dioundiou, et Gaya suivant l'axe Nord-Sud sur une longueur de 360km et du Dallol Foga qui est un affluent du Dallol Maouri qu'il rejoint au niveau du village de Bana dans le département de Gaya avec une longueur de 260km) ;
- La zone du fleuve Niger : longue de 180 km, située à l'extrême Sud de la région et faisant frontière avec la République du Bénin. Elle comprend les plaines d'inondation, le long du fleuve Niger et autres cours d'eau et les grandes vallées Mékrou, Tapoa et Niger (Ango, 2020 ; SP/PANGIRE, 2022) ;



**Figure 5:Image Landsat SRTM 2020 de la portion Nigérienne du sous bassin de la Mékrou (Source NASA)**

### 2.3.2. Hydrographie

Le réseau hydrographique du sous bassin de la Mékrou est constitué de cinq principaux cours d'eau (fig.6) : le fleuve Niger et ses quatre affluents de la rive droite (Mékrou, Tapoa, Diamangou et Goroubi), où le fleuve Niger est le seul cours d'eau à écoulement permanent, les affluents ont un écoulement saisonnier. Il comprend également les dallols, des petits cours d'eau (koris) à écoulements intermittents pendant la saison pluvieuse, et des mares naturelles ou artificielles qui sont semi-permanentes (ECOPAS, 2002b, Ango, N. H., 2020).

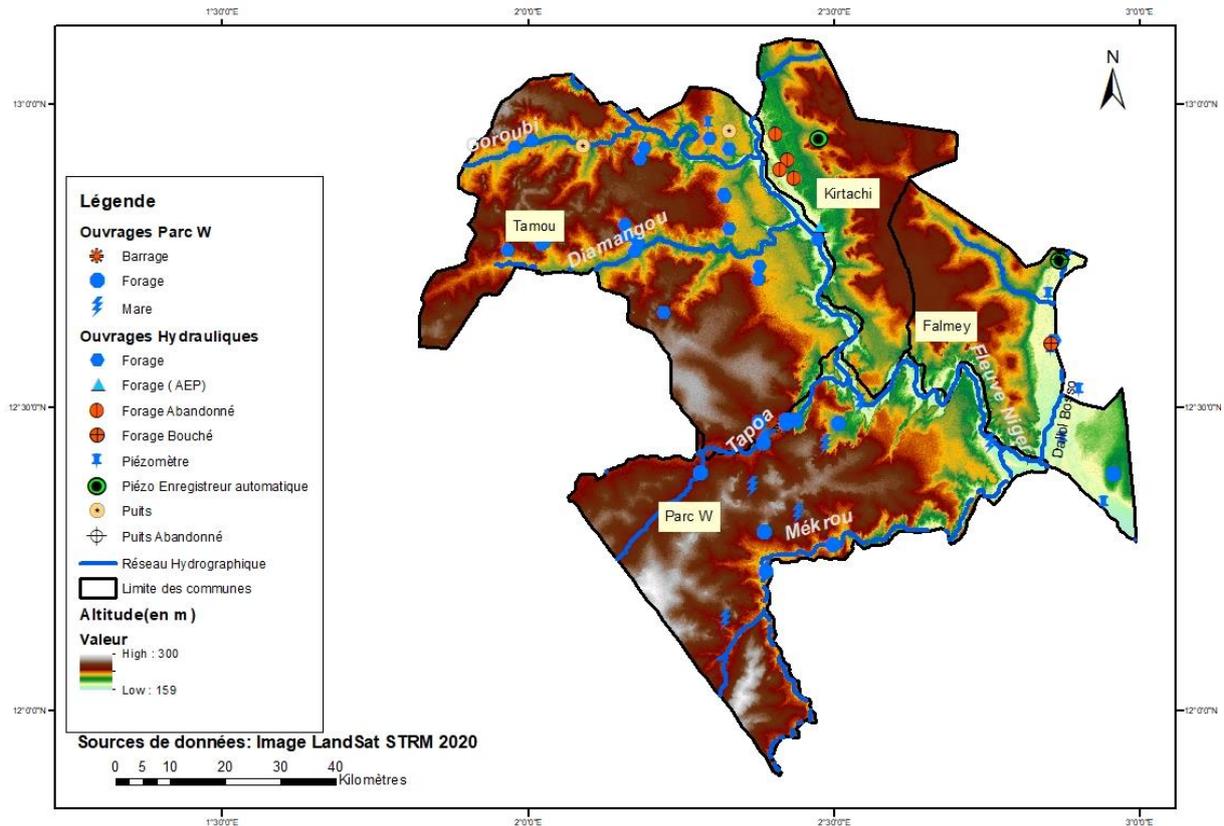


Figure 6: Réseau hydrographique et points d'eau situés à l'intérieur du sous bassin de la Mékrou

## 2.4. Contexte géologique et hydrogéologique

### 2.4.1. Contexte géologique

La géologie dans le sous bassin de la Mékrou (fig.7) est marquée par les formations du voltaïen correspondant à celles de l'Infracambrien et qui équivaut aux dépôts Néoprotérozoïque (Greigert et Pougnet, 1967) .Ces formations reposent sur le Birimien et ont une épaisseur qui varie entre 10 et 50 m(Ousmane, 1988).On distingue également des formations du Précambrien moyen et supérieur, constituées de granito-gneiss (granites, gneiss etc.) et de lambeaux de séries volcano -sédimentaires (schistes, micaschistes, amphibolites etc.) et enfin, la série du Continental Terminal (Ct<sup>3</sup>) constituée de grès et des séries argilo-sableuses qui repose, par endroits, en discordance sur l'Infracambrien (Rabeil, 2003 ; Ango et al., 2020).

Les formations du Quaternaire sont constituées par les recouvrements sableux, les alluvions et témoins de cuirasse latéritique (Saidou et al, 2019).

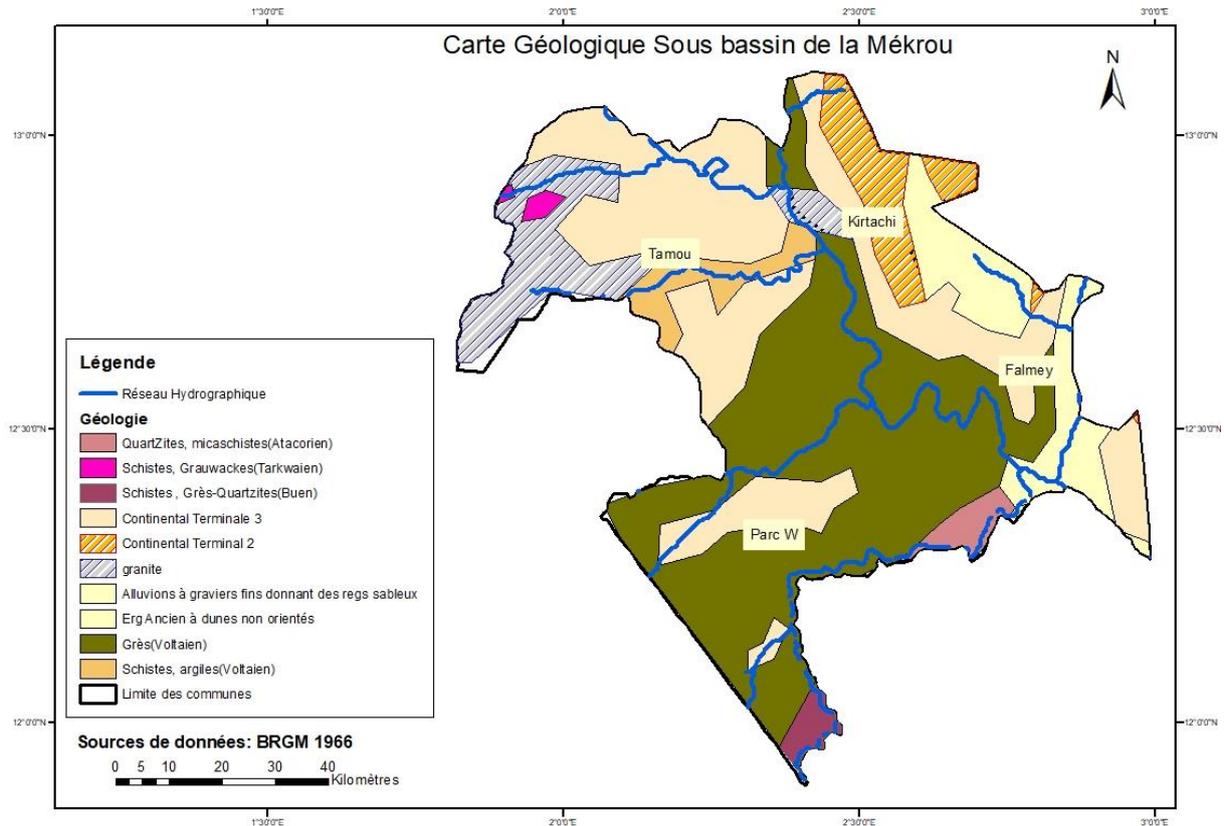


Figure 7: Carte géologique du sous bassin de la Mékrou (BRGM, 1966)

#### 2.4.2. Contexte hydrogéologique

Les ressources en eau souterraine de la région de Tillabéri sont réparties dans trois types de systèmes d'aquifères (Namori, 2006 ; MH/E, 2011; Ango, N.H., 2020) qui sont du sommet à la base:

- Les aquifères alluviaux qui sont contenus dans des dépôts superficiels du Quaternaire composés par des sables, des alluvions anciennes et récentes. On les rencontre en bordure du fleuve Niger et dans le fond de ses affluents. Les réservoirs de ces aquifères sont constitués par des sables, de cuirasse latéritique avec souvent des intercalations d'argiles et des granites altérés. Ces aquifères en nappe libre sont captés par des puits et des puisards. Les caractéristiques hydrogéologiques et hydrodynamiques sont très peu connues. Ils jouent un rôle important dans l'alimentation des populations. Cependant, leurs eaux sont de mauvaise qualité surtout sur le plan bactériologique. Par ailleurs, ces aquifères sont sensibles à la variation et aux changements climatiques.
- Les aquifères des formations sédimentaires du bassin des lullemeden : Ils sont constitués par le système multicouche du Continental terminal (Ct<sup>1</sup>, Ct<sup>2</sup>, Ct<sup>3</sup>). (Greigert, 1978). Ces aquifères assurent l'essentiel de l'alimentation en eau dans cette zone.
- Les aquifères discontinus du socle: ils sont contenus dans les horizons altérées, fracturées et fissurées du Précambrien et de l'Infracambrien. Les ouvrages captant ces aquifères se caractérisent par un taux d'échec très élevé (plus de 30 % parfois dans la région de Tillabéri) et des débits relativement faibles. En effet, près de 85% de ces ouvrages ont un débit d'exploitation inférieur à 5 m<sup>3</sup>/h (Ousmane, 1988 ; Abdou Babayé, 2012). Les familles des fractures les plus favorables sont de directions NE-SW et NW-SE. Enfin, les eaux sont sous pressions dans ces types d'aquifères (Ango, N. H., 2012) et les niveaux statiques sont toujours au-dessus des venues d'eau (Ousmane, 1988 ; Girard, 1993). Le

problème d'eau se pose avec acuité dans les zones de socle et les populations ont recours aux eaux de surface (mares, koris, affluents) et à celles des nappes alluviales, sources des maladies hydriques pour satisfaire leur besoin en eau.

## **2.5. Pédologie**

Sur le plan pédologique, les principaux sols rencontrés sont majoritairement du type peu évolué à tendance ferrugineuse, peu lessivée, ferrallitique et ferrugineux-tropical nécessitant des amendements pour l'agriculture, et dans une moindre mesure du type hydromorphe favorable à la riziculture (Saidou, G.I., 2020).

## 2.6. Végétation, Faune et Aspects socio-économique

### 2.6.1. Végétation

L'évolution des unités d'occupation des sols dans le sous bassin de la Mérou entre 1972 et 2017 donne une classification des espèces végétales présentes dans la zone d'étude en fonction des caractéristiques climatiques et du type de sol. Elle montre une nette progression des zones de culture due à la forte croissance démographique et des brousses tigrées dégradées. L'intensification des zones de culture au détriment des ressources naturelles, est due essentiellement par la migration des populations du Nord vers le sud depuis 1976 avec la politique de l'initiative de «AÏNOMA», qui veut dire cultiver la terre (Saidou, G.I., 2020).

Les domaines de savanes arbustives et de Brousses tigrées régulières ont connu une réduction considérable de 1972 à 2017(fig.9). On y trouve également des forêts galerie en bordure des cours d'eau saisonniers et des plaines d'inondation (fig.8), notamment le long du fleuve Niger dont les berges sont recouvertes de buissons épineux et bordées de Borassus (Oumarou, 2001). Par ailleurs, les cartes d'occupation des sols pour les années 2000 et 2013 produites par le Centre Régional AGRHIMET de l'ensemble du sous bassin transfrontalier de la Mérou ont permis de suivre l'évolution de la végétation et des terres de culture. Les deux cartes font ressortir entre 2000 et 2013 une forte dégradation très poussée des forêts marquée par une réduction de leur superficie de 0.22% à 0.01%, soit un taux de dégradation annuel de 7%. Au cours de la même période les superficies occupées par la végétation notamment les steppes et les savanes sont passées de 78% à 70%. Par ailleurs, la superficie des sols dénudés a presque doublé, passant ainsi de 0.06% à 0.12% couvrant l'ensemble du sous bassin (source : LU/LC AGRHYMET).

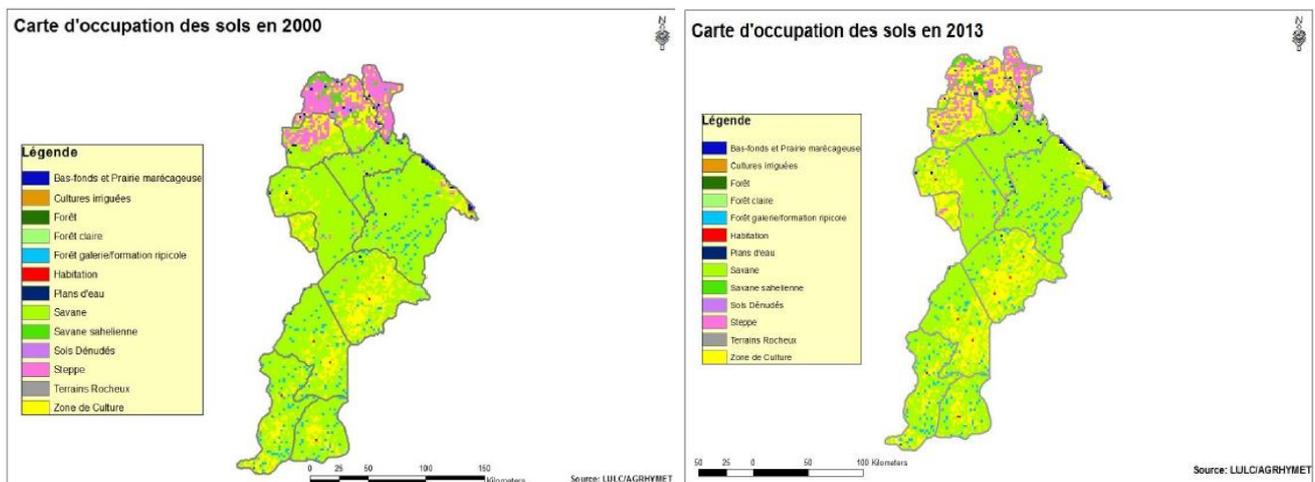


Figure 8: Carte d'occupation des sols de 2000 (à gauche) et celle de 2013 (à droite)

Dans la bande sahélienne propice à l'élevage, le surpâturage et la dégradation des sols ont entraîné la disparition de certaines plantes telles que *Andropogon gayanus*. Le risque de dégradation des terres est plus particulièrement élevé dans le sud, dans la zone agricole du Niger, où se conjuguent une densité élevée de population et une forte érosion hydrique (cumuls annuels de précipitations plus élevés, épisodes pluvieux érosifs plus fréquents).

L'écosystème du sous bassin de la Mérou présente une grande diversité en termes de richesse floristique notamment dans le Parc du W. Dans cette portion du bassin, la végétation est dominée par les savanes arbustives développées sur les sols latéritiques et sableux secs, à titre indicatif, on peut citer *Combretacé (guéza en haoussa)*, *Guiera (sabra en haoussa)* (Ango., N.H., 2020).

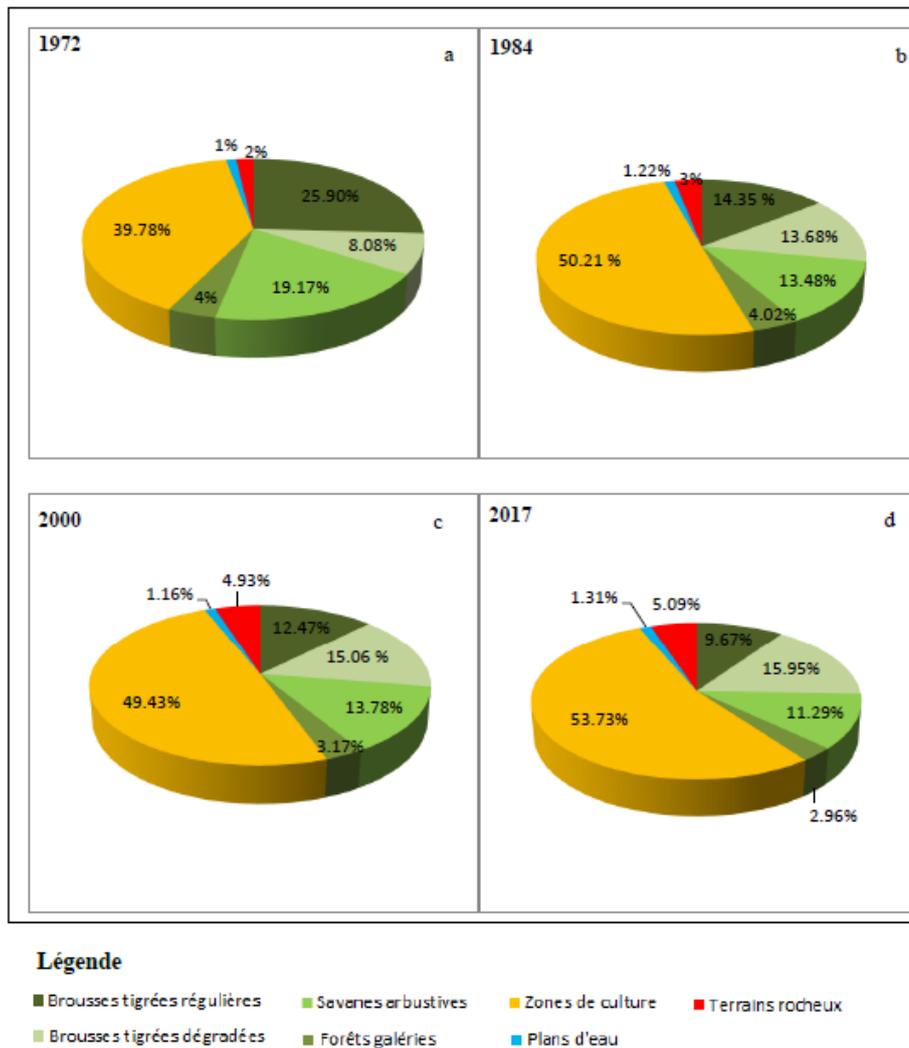


Figure 9: Répartition statistique des unités d'occupation des sols de 1972 à 2017 (Saidou, G.I., 2020)

### 2.6.2. Faune du sous bassin de la Mékrou

L'essentiel des espèces fauniques du sous bassin de la Mékrou se retrouve dans le Parc du W qui est une aire protégée (fig.10). Dans ce sanctuaire on y trouve :

- Des carnivores : lions, hyènes, léopard, chacal, etc. ;
- Des herbivores : buffles, éléphants, hippopotame, singes, phacochères, les grandes antilopes, etc ;
- Des rongeurs : lièvres, écureuils, le groupe des rats, etc.,
- Des oiseaux : les aigles et vautours, pintades, pigeons, francolin, le grand calao et une multitude d'oiseaux (plus de 300 espèces différentes sont dénombrées), etc.
- Des reptiles Naja nigricolis, python de sebac, varan terrestre et d'eau.
- Et plusieurs espèces de poissons identifiées (tilapias, clarias)

La réserve totale de faune de Tamou qui est une zone tampon au Parc couvre une superficie de 76 000 ha. Quant aux communes de Kirtachi et Falmey, elles partagent la réserve partielle de faune de Dosso qui s'étend sur 306 500 ha. Il faut noter que dans la commune de Falmey, la faune est en voie de disparition à cause de plusieurs facteurs dont entre autres : le braconnage, la destruction de son biotope et les aléas climatiques. Cependant, on rencontre par endroit quelques espèces telles que des outardes,

des gazelles, des antilopes, des lapins, des lièvres, des écureuils, des phacochères, des dendrocynes, des pintades sauvages, des perdrix, des reptiles, etc (Ango,N.H., 2020 ; SP/PANGIRE, 2022).



**Figure 10:**Photo montrant un Damalisque (*Damaliscus Korringum*) à gauche et un Hippotrague à droite dans le Parc du W du Niger (UNESCO, 2016)

### **2.6.3. Aspects Socio-économique**

La population du sous bassin de la Mékrou se résume au poids démographique des trois communes concernées (tab.2). Cependant, il n'existe pas d'habitants résidants dans le Parc du W, à l'exception des agents des eaux et forêts qui assurent la protection et la gestion du Parc, de quelques touristes et visiteurs à l'hôtel de la Tapoa. Les activités anthropiques sont quasiment interdites à l'intérieur du Parc.

Les principaux secteurs d'activités économiques de la zone d'étude sont principalement l'agriculture, l'élevage, la pêche et pisciculture, l'apiculture, l'artisanat, le tourisme, le petit commerce et l'économie forestière (SP/PANGIRE, 2022).

Tableau 2: Population des communes de la zone du sous bassin de la Mékrou au Niger

Régions	Départements	Communes	Superficies (km <sup>2</sup> )	Population actualisée en 2020	Taux d'accroissement	Population estimée en 2030	Densité population en 2020
Tillabéry	Say	Tamou	2930	172 515	3.9%	247 404	59
	Kollo	Kirtachi	1079	121 931	3.1%	178 760	113
Dosso	Boboye	Falmey	3980	90 808	2.4%	115 113	23

Source : INS-Niger en chiffres 2014

## 2.7. Approvisionnement en eau potable

Les populations du sous bassin de la Mékrou s'alimentent au moyen des puits et forages et dans certains cas les eaux de surface (tab.3).

La commune rurale de Falmey dispose de 141 puits dont 51 Puits Cimentés Villageois (PCV), 35 Forages Équipés de Pompe à Motricité Humaine (FPMH), 9 mini AEP dont et 2 PEA. Les 35 FPMH identifiés sont installés dans 23 villages des 164 localités de la commune. Le PLEA indique que l'eau consommée à Falmey et dans ses quartiers provient de l'AEP-multi-villages de BOURINGA BERI, localité située dans la commune rurale de GUILLADJE. Les populations ne consomment pas l'eau des mini-AEP multi-villages de BELLANDE ZARMA, SABOULA, KOUASSI et dans une moindre mesure BOUMBA pour "cause de mauvais goût."

Dans la commune de Tamou, le village de Molli Haoussa dispose d'un forage équipé d'une pompe à motricité humaine qui tombe fréquemment en panne et on révèle que trois (3) puits tarissent pendant la saison sèche. Au niveau du Parc du W du Niger, les études hydrogéologiques menées par Ango (2020) et Rabeil (2003) confirment l'existence de douze (12) forages à l'intérieur du Parc dont deux destinés à l'alimentation humaine et trente-deux (32) mares. Le forage dénommé Tapoa Barrage situé à proximité de la mare de la Tapoa alimente le personnel administratif du Parc, l'autre forage alimente l'hôtel de la Tapoa. Il faut notifier qu'à l'exception de ces deux forages, tous les autres points d'eau servent à l'alimentation des animaux fauniques. Les forages sont raccordés de telles sortes qu'ils remplissent les mares pendant la saison sèche. Sur les 32 mares recensées, la plus part d'entre elles tarissent pendant la saison sèche laissant lieu à quelques chapelet de mares. Un tableau de quelques mares semi-permanentes du Parc du W et celui des forages d'eau avec leurs caractéristiques sont mis en annexe.

Tableau 3: Situation de l'hydraulique rurale des communes au 31/12/2020

Communes	Ouvrages en milieu rural (non abandonnés)				Indicateurs		
	PC	FPMH	Mini-AEP	PEA	TCg	TAt	TP
Tamou	11	116	58	34	55,0%	31,5%	17,2%
Falmey	74	37	114	10	53,3%	40,5%	3,4%
Kirtachi	61	39	18	2	65,4%	52,0%	14,2%

Dans la commune rurale de Kirtachi, l'accès aux services d'eau potable reste en dessous de 50%. Certains villages ne disposent d'aucune source d'eau potable et continuent à s'approvisionner à partir du fleuve ou des mares. Seulement 4 villages sur 28 disposent de points d'eau modernes (puits cimentés, forages, mini AEP) (SP/PANGIRE, 2022). Sur l'ensemble du sous Bassin de la Mékrou, on constate que les ouvrages hydrauliques sont mal répartis (fig.11).

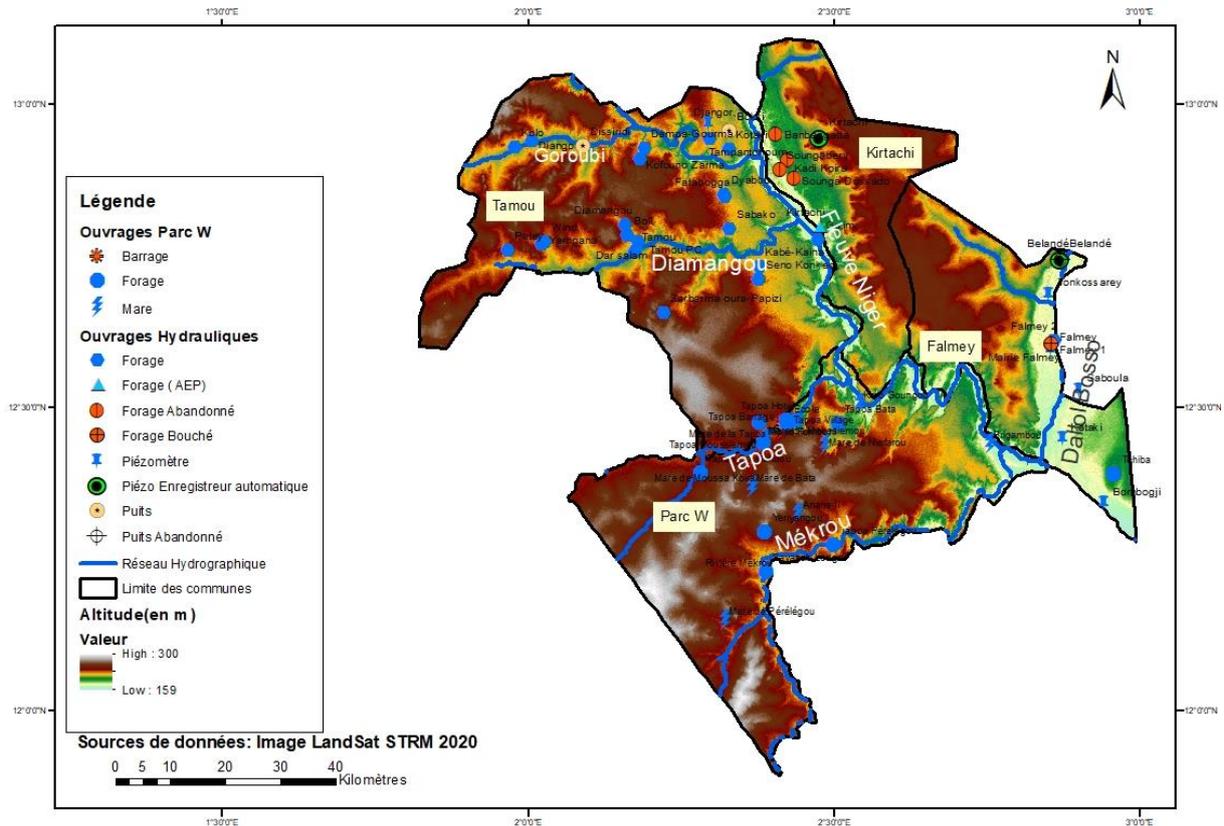


Figure 11: Etats des lieux des ouvrages (mares et forages) et leur répartition dans l'espace du sous bassin de la Mékrou

### III. DONNEES HYDROCLIMATOLOGIQUES

#### 3.1. Evolution des paramètres climatiques

L'étude de la variabilité pluviométrique à partir des valeurs de l'indice de Nicholson pour la station synoptique de Gaya a permis de suivre l'évolution de la tendance pluviométrique (fig.12). Ce qui a permis d'observer trois périodes (Saidou, G.I., 2019):

- une longue période humide, allant de 1931 à 1981 avec une moyenne pluviométrique interannuelle de 838 mm et un écart-type de 137 mm. Néanmoins, cette période comporte deux années déficitaires remarquables : 1958 et 1973, avec respectivement 43% et 40% de déficit par rapport à la normale 1961-1990. La tendance linéaire est en hausse.
- une période légèrement sèche de 1982 à 2002, avec une moyenne pluviométrique interannuelle de 762 mm et un écart-type de 132 mm. Cette période se caractérise par une baisse pluviométrique de 40 mm, soit 4% de déficit par rapport à la moyenne considérée (1961 – 1990).
- une période humide allant de 2003 à 2016, caractérisée par une moyenne interannuelle de 819 mm et un écart-type de 137 mm. Une reprise de la pluviométrie est observée à partir des années 2000 avec un retour progressif vers une tendance humide.

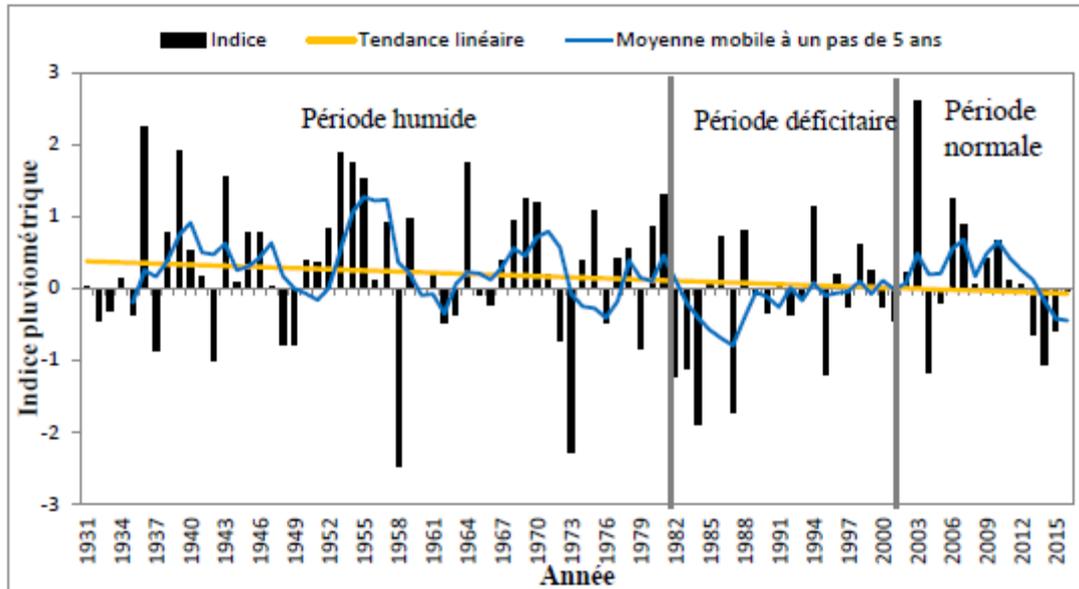


Figure 12: Evolution des indices centrés réduits des pluies annuelles de Gaya 1931-2016 (Saidou, G.I., 2020)

Particulièrement à Tamou, les indices d'anomalies des pluies annuelles sur la période 1981 à 2016, se caractérisent par une alternance d'années sèches et humides (fig.13). La moyenne pluviométrique de la période est de 698 mm, avec un écart-type de 109 mm. Cette période est marquée par une année excédentaire 1988, avec 964 mm, soit 38% d'excédent par rapport à la moyenne de la série (1981 – 2016). Elle comprend également de nombreuses années sèches : 1982 ; 1984 et 1993, qui ont enregistré respectivement des cumuls de 526 mm, 463 mm et 511 mm.

L'analyse fréquentielle des données pluviométriques, permet de caractériser le degré de persistance d'une sécheresse ainsi que celui d'excédent pluviométrique d'une période considérée.

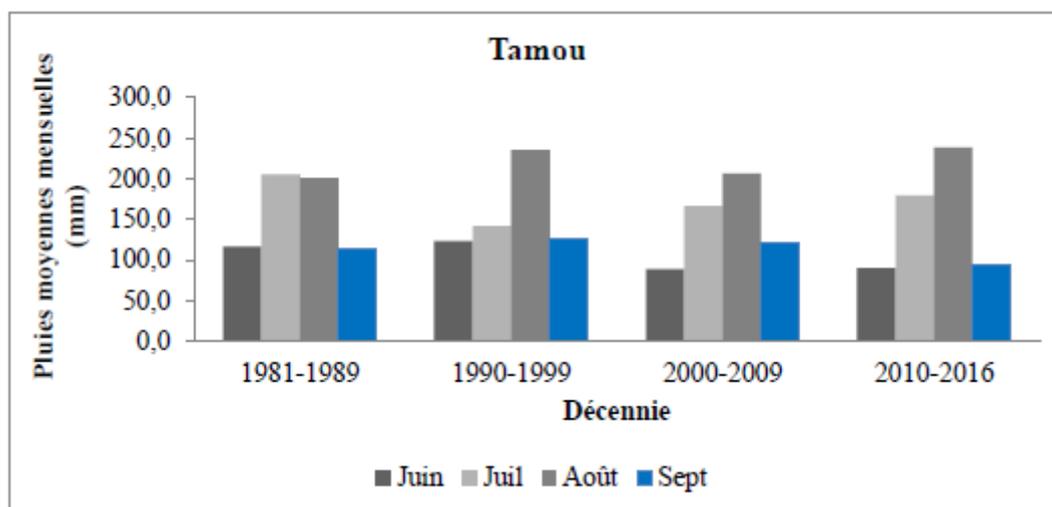


Figure 13: Evolution des précipitations moyennes mensuelles décennales de 1981 à 2016 au poste pluviométrique de Tamou (Saidou, G.I., 2020)

La hauteur moyenne de l'évapotranspiration a été estimée, pour la période 1994 - 2016 à 2943,6 mm. Elle varie de 226 mm/mois en octobre à 225,73 mm/mois en mai, une valeur maximale de 461,90

mm/mois est observée en Janvier. Par contre, on observe des faibles taux de l'évapotranspiration potentielle pendant la saison pluvieuse, entre juin et septembre, où ces taux varient de 131,42 à 76,64 mm/mois. Concernant les valeurs de l'humidité relative, celles-ci sont disponibles seulement sur la période 2010- 2016 au niveau de la station de Gaya, et sont comprises entre 22 % en janvier et 84 % en août, avec une valeur moyenne 49,9 %. Par ailleurs, la moyenne annuelle de l'ensoleillement est de 8h de temps au cours de la période même 1994 - 2016. Tandis que, la température moyenne annuelle est de 29°C pour cette même période, néanmoins, la valeur maximale observée au mois d'avril est de 40,5°C, alors que, la minimale est de 18,3 °C en janvier. Enfin, pour les deux types de vents qui balayent le sous bassin de la Mékrou, particulièrement la région du W à savoir l'harmatan (en saison sèche) et la mousson (en saison pluvieuse), leur vitesse moyenne au-dessus du sol, pour la période 2010 -2016, est de 2,13 m/s. La vitesse maximale, pour l'harmatan, observée en janvier est de 3,25 m/s, tandis que sa vitesse minimale est de 1,38 m/s en fin septembre (Ango, N.H., 2020).

### 3.2. Bilan hydrologique et estimation de la recharge des aquifères du Sous bassin de la Mékrou (Parc W du Niger)

Une étude réalisée dans la zone du Parc W du Niger a permis d'établir le bilan hydrologique de la région (Ango, N.H., 2020). Les graphiques (fig.14 et 15) dressés à partir des principaux paramètres climatiques montrent que l'évapotranspiration potentielle est supérieure aux précipitations de plusieurs ordres de grandeurs, en dehors du mois d'août où celle-ci devient inférieure aux pluies. Par ailleurs, sur ces mêmes graphiques, on relève que la recharge se produit essentiellement au mois d'août et septembre pendant la saison pluvieuse. Ainsi, celle-ci a varié de 41 à 77 mm pour des hauteurs moyennes des pluies qui étaient respectivement de 668 et de 709 mm. Cette recharge représente 6 à 10 % des hauteurs moyennes des précipitations considérées (1994-2016). Les valeurs de recharges trouvées dans le Parc sont proches de celles obtenues par certains auteurs (Carrier et al., 2011a) au Ghana en appliquant la méthode du bilan des chlorures, dont les valeurs sont comprises entre 11 et 76,6 mm/an.

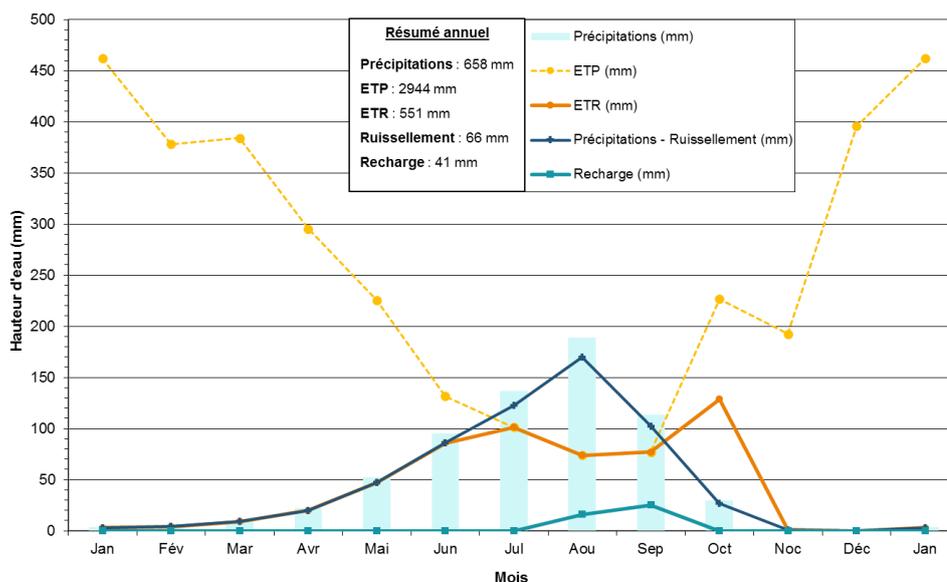


Figure 14: Graphique montrant l'évolution des différents paramètres climatiques et le taux de recharge minimal pour la période 1994-2016 (Ango et al., 2020)

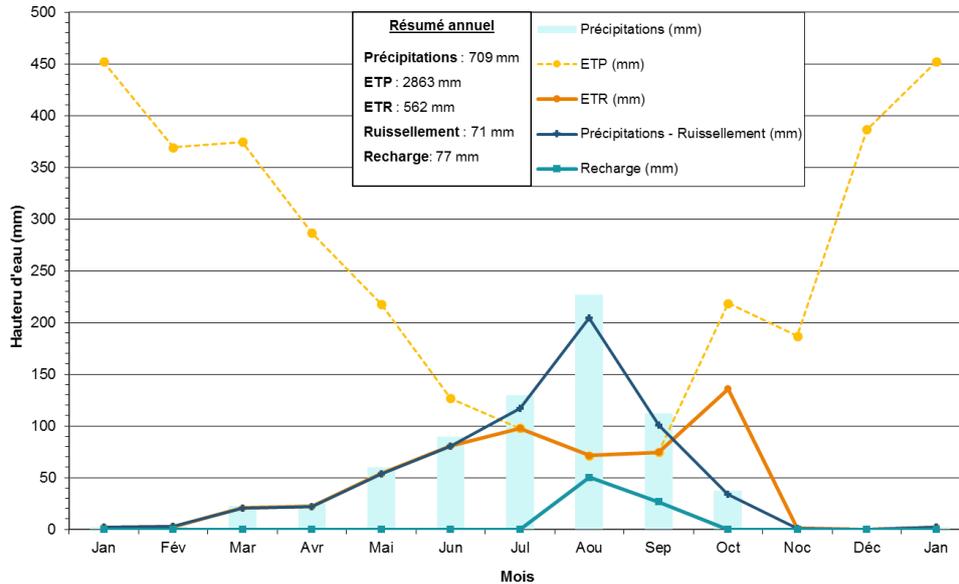


Figure 15: Graphique montrant l'évolution des différents paramètres climatiques et le taux de recharge maximale pour la période 1994-2016 (Ango et al., 2020)

#### IV. CARACTERISTIQUES DES EAUX DE SURFACE

##### 4.1. Caractéristiques hydrologiques de la Mékrou et de la Tapoa

Les travaux de Bathymétrie réalisés dans le Parc du W du Niger à l'aide d'une station totale et ses accessoires ont permis de déterminer le relief des fonds des mares et leurs caractéristiques (volume, superficie, hauteur d'eau), ce qui a permis de connaître la capacité de stockage des mares existantes. Cette opération a concerné les mares naturelles et ou artificielles et les mares issues des découpages de la Mékrou et de la Tapoa lors que ces deux rivières ont cessé de couler. Le choix des mares sélectionnées est basé non seulement de l'accessibilité mais aussi des conditions hydrologiques favorables.

Le graphique (fig.16) montre la variation des débits journaliers des deux cours d'eau saisonniers, la Mékrou et la Tapoa qui drainent le Parc du W. Les débits varient de 0 m<sup>3</sup>/s en période d'étiage à plus de 250 m<sup>3</sup>/s pour la Mékrou, tandis que, pour la Tapoa, ces débits sont compris entre 0 m<sup>3</sup>/s en période d'étiage à 50 m<sup>3</sup>/s en période de crue.

Après ces trois mois, ces cours d'eau tarissent et ne laissent que quelques chapelets de mares aux accès difficiles dans les fonds de leurs lits majeurs.

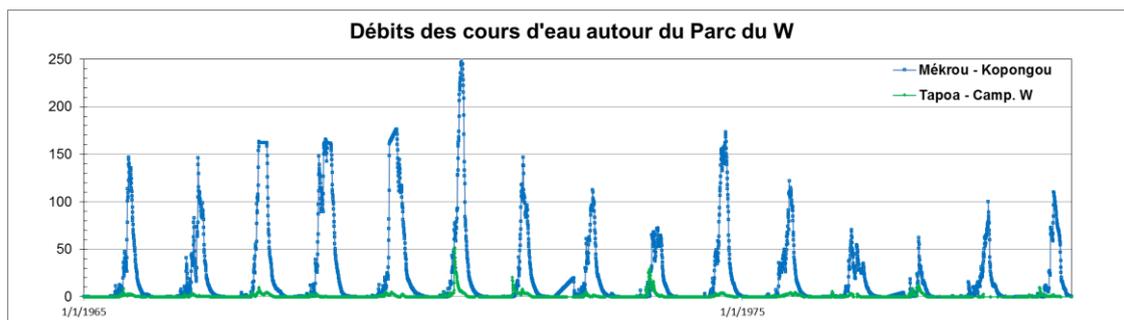


Figure 16: Evolution des débits de la Tapoa et de la Mékrou au cours des saisons pluvieuses pour la période 1965-1980 (Source DGRE/MHA)

#### 4.2. Paramètres morphométriques des mares naturelles et artificielles dans le sous bassin de la Mékrou (Parc du W)

Les travaux bathymétriques réalisés sur les mares permanentes ou semi-permanentes du Parc (tab.4) pendant la saison sèche (mois de mai) ont permis d'établir des courbes d'étalonnages hauteur d'eau en fonction du volume pour ces différentes mares (fig.17). Par ailleurs, il est annoté que seules cinq mares contenaient de l'eau pendant la période d'étiage sur les **32 mares** recensées au niveau du Parc (Rabeil, 2003), et leurs volumes varient de 386,81 m<sup>3</sup> à 7411,31 m<sup>3</sup>. Ces dernières représentent moins de 3 fois leur capacité maximale de rétention, montrant l'importante reprise évaporatoire des eaux de surface.

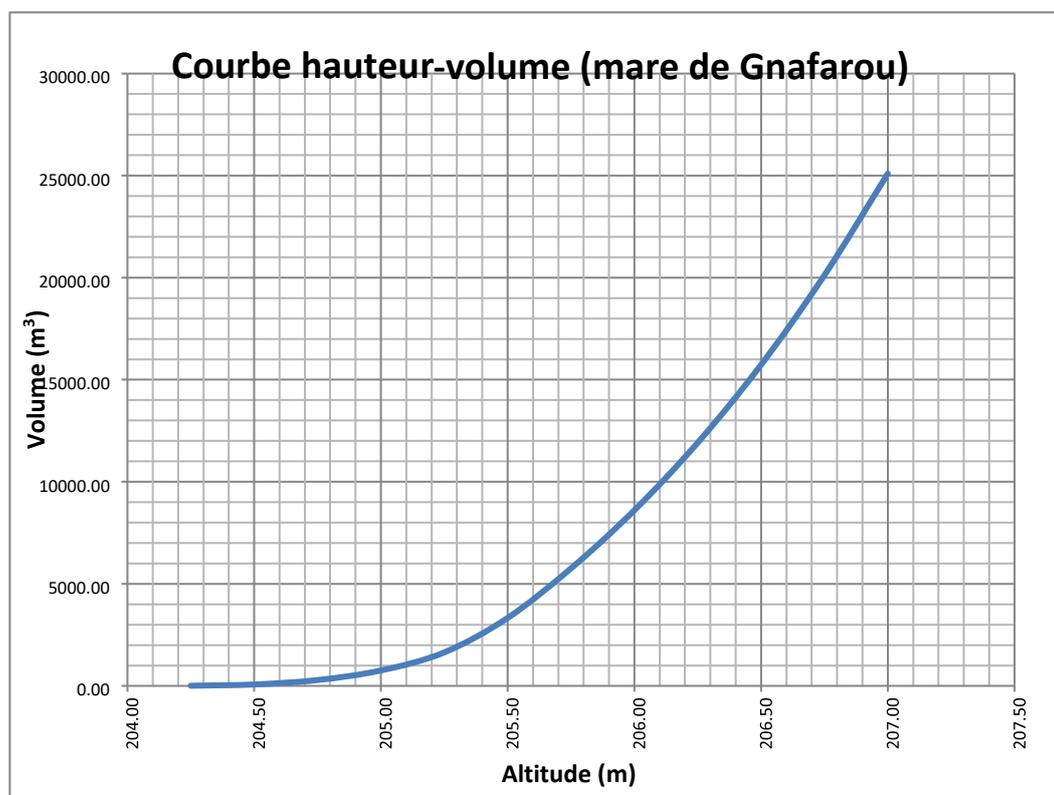


Figure 17: Mare de Gnafarou

Tableau 4: Récapitulatif des capacités de stockage d'eau des mares (Ango, N.H., 2020)

<b>Caractéristiques physiques des mares</b>				
<b>Mares</b>	<b>Courbe de niveau (m)</b>	<b>Surface (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Volume cumulé (m<sup>3</sup>)</b>	<b>Observations</b>
Moussa Kouara	237	4597.95	7411.31	Plan d'eau actuel
	238.5	16790.32	20510.71	Hautes eaux
Batinga	228.25	1579.44	386.81	Plan d'eau actuel
	229.75	6455.59	5688.19	Hautes eaux
Dadinga	186	1846.21	758.62	Plan d'eau actuel
	186.5	4104.8	2235.76	Hautes eaux
Moussiemou	246.75	1847.73	1483.38	Plan d'eau actuel
	248	3839.38	4895.47	Hautes eaux
Gnfarou	205.5	8911.98	3329.96	Plan d'eau actuel
	207	20985.48	25099.22	Hautes eaux

#### 4.3. Caractéristiques des mares formées dans certains bas-fonds des lits des rivières Mékrou et Tapoa pendant l'étiage

Les caractéristiques de certaines mares qui subsistent au cours de l'étiage des rivières Mékrou et Tapoa (tab. 5 et 6) montrent qu'il existe des volumes d'eau importants pouvant concourir à soutenir l'alimentation des animaux du Parc du W pendant la saison sèche. Cependant, compte tenu de l'encaissement très important de ces points d'eau dans les vallées, leur accessibilité aux animaux, dans leur état actuel reste limité.

Tableau 5: Certaines caractéristiques de la mare du lit de la rivière Mékrou (Ango, N.H., 2019)

<b>Section</b>	<b>Largeur en gueule (m)</b>	<b>Largeur au plafond (m)</b>	<b>Profondeur moyenne (m)</b>
1	53,47	29,21	3,68
2	42,18	30,16	4,95
3	43,30	26,35	5,48

Tableau 6: Certaines caractéristiques de la mare du lit de la rivière Tapoa (Ango, N.H., 2019)

Section	Largeur en gueule (m)	Largeur au plafond (m)	Profondeur moyenne (m)
1	50,17	29,91	1,28
2	63,66	29,09	2,08
3	69,60	27,36	2,11
4	56,00	27,48	1,27

## V. CARACTERISTIQUES HYDROGEOLOGIQUES DU SOUS BASSIN DE LA MEKROU

### 5.1. Paramètres hydrodynamiques

#### 5.1.1. Niveaux statiques

Les niveaux statiques des forages localisés dans le sous bassin de la Mékrou, en particulier ceux des communes de Falmey et Kirtachi se situent entre 8.88 m et 10.58 m. Dans le Parc du W, les niveaux d'eau se situent entre 1,10 et 49,24 m (BRGM, 1990), Il est à noter que des valeurs identiques ont été observées dans la zone périphérique, dans la commune rurale de Tamou. Le suivi piézométrique a permis d'observer des hausses de niveaux statiques compris entre 1,61 et 4,09 m, comparativement à ceux mesurés par le BRGM en 1990. En considérant que les niveaux d'arrivées d'eau se situent entre 24 et 67 m, il y'a lieu d'admettre que les nappes sont sous pression, justifiant ainsi les niveaux statiques observés (Ango et al., 2020).

#### 5.1.2. Valeurs des débits, de la transmissivité et de la Conductivité hydraulique

Dans la zone d'étude, les forages existants captent essentiellement les aquifères du sédimentaire ancien constitués des Grès du Voltaïen et du socle (granitogneiss du Précambrien) à des profondeurs variant de 50 à 91 m (Parc du W). Les débits maximum des forages varient de 0,85 à 10,50 m<sup>3</sup>/h, avec une moyenne de 4,03 m<sup>3</sup>/h et un écart type de 3,84. Les aquifères sont donc très peu productifs. Les venues d'eau sont observées entre 24 et 67 m de profondeur, ce qui montre que les eaux de ces aquifères circulent sous pression. Les valeurs de transmissivités varient de  $7,1 \times 10^{-5}$  à  $2,5 \times 10^{-4}$  m<sup>2</sup>/s et sont relativement faibles et se situent dans la fourchette de celles trouvée en zone de socle du Niger et de la sous-région. Les eaux souterraines du Parc du W ont dans leur majorité des conductivités inférieures à 500  $\mu$ S/cm, à l'exception de celles prélevées dans les forages de Moussiémou et Yériyangou. Les valeurs de la conductivité hydraulique, très faibles, sont comprises entre  $2,4 \times 10^{-7}$  et  $7,6 \times 10^{-6}$  m/s (BRGM, 1990 ; Ango. H, 2020) sont caractéristiques des eaux du Socle en général.

## 5.2. Caractéristiques hydrochimiques

### 5.2.1. Paramètres physiques des eaux souterraines

Les eaux des nappes alluviales présentent des valeurs de pH compris entre 6.6 et 6.5. La température moyenne des eaux est de 30.95 °C et les conductivités relativement faibles sont inférieures à 500  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . La minéralisation de ces nappes superficielles dans le Liptako est relativement faible avec des valeurs de l'ordre de 50 mg/L (Leduc et al. 1997). Cependant, les eaux sont de mauvaise qualité bactériologique. Ces aquifères sont renouvelables d'après les données isotopiques (AIEA, 2017).

Pour les ouvrages captant la nappe du Voltaïen et les altérites (Sédimentaires), les pH sont compris entre 6.85 et 5.21. La température moyenne reste constante à 31 °C, les conductivités varient entre 1210 et 123.3  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Certains forages du Parc du W présentent des conductivités très élevées de l'ordre de 2500  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (Forage Tapoa Moussiémou) (BRGM, 1990, Ango et al., 2020). Cependant, pour les ouvrages qui captent les altérites, les pH se situent entre 6.68 et 5.19 ; la température moyenne de ces eaux tourne autour de 30 °C. Les eaux semblent très minéralisées avec des valeurs de conductivités comprise entre 1907 et 543  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Néanmoins, les eaux du socle présentent des pH qui varient entre 7.8 et 5.65 et des températures plus élevées de l'ordre de 35.9°C. Les conductivités en moyenne nettement supérieur à 700  $\mu\text{S}/\text{cm}$  avec un maximum de 1815 $\mu\text{S}/\text{cm}$ .

La minéralisation des eaux des forages captant les aquifères discontinus du Parc W varie de 226 à 2520  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (Ango. H, 2020). Elle paraît plus élevée que celle des nappes situées à la périphérie du Parc dans la Commune de Tamou.

### 5.2.2. Paramètres physiques des eaux de surface

Les eaux de surface de la zone présentent des pH qui se situent entre 7.26 et 7. La température des eaux est relativement basse de l'ordre de 21.65 °C. Néanmoins les eaux de la rivière Tapoa et la mare de Moussiémou ont des températures un peu plus élevées, respectivement, 28.3 et 30.2 °C (tab.7). Les eaux sont moins minéralisées avec des valeurs de conductivités de l'ordre de 50  $\mu\text{S}/\text{cm}$  (Saidou, G.I., 2019 ; Ango et al., 2020).

Tableau 7: Paramètres physiques des eaux mesurés dans le Parc du W (Ango, N.H., 2020)

Nom des forages	C ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	pH (Unité pH)	T (°C)
Forage Tapoa- Moussiémou	2420	6.4	32.5
Forage Tapoa- Bata	307	6.6	31.5
Forage Tapoa- Ecole	278	6.8	30.2
Forage Tapoa-Yériyangou	1273	6.4	31.5
Forage Tapoa-Barrage	411	6.8	30.2
Mare de Moussiémou	19	8.6	30.2
Rivière Tapoa	60	7.1	28.3
Eau de pluie	15	6.84	25

### 5.2.3. Paramètres chimiques des eaux souterraines de la zone d'étude

Les concentrations totales des éléments chimiques pour les eaux de la nappe alluviale, varient de 0,4 à 2,8 méq/l pour avec une moyenne de 1,27 méq/l, et un écart-type de 0,94 méq/l. Ainsi, le coefficient de variation étant, proche de 1 (0.6), traduit une hétérogénéité de la série des données au sein de la nappe

alluviale. Cependant, pour les eaux de la nappe du Voltaïen et du continental Ct3, les valeurs de la minéralisation totale sont comprises entre 0,52 et 14,8 méq/l avec une moyenne de 4,64 méq/l, et un écart-type de 5,19. Le coefficient de variation est de 9,71, et traduit une très forte variabilité de la minéralisation de ces eaux. Concernant la nappe des altérites, la minéralisation totale des eaux varie de 0,8 à 17,7 méq/l, avec une moyenne de 5,71 méq/l, et un écart-type de 8,13. Le coefficient de variation étant de 10,74, met en évidence une minéralisation très hétérogène.

La concentration totale des éléments chimiques issus des eaux de la nappe du socle, est comprise entre 0,54 et 17,2 méq/l, avec une moyenne de 6,65 méq/l, et un écart type de 4,13. Le coefficient de variation de 7,32 témoigne une minéralisation très hétérogène.

Globalement, les valeurs de la minéralisation totale des eaux des différents aquifères de la zone d'étude, sont hétérogènes à l'intérieur d'un même aquifère. Les faibles valeurs seraient attribuées aux nappes libres. Par contre, les fortes valeurs pourraient s'expliquer par un temps de contact plus long.

#### **5.2.3.1. Ions majeurs**

Les teneurs des cations majeurs indiquent que le calcium et le sodium sont dominants dans les nappes des altérites, du voltaïen et du Continental Ct<sub>3</sub>. Par contre, les teneurs des anions majeurs des eaux souterraines de la zone d'étude montrent que les ions bicarbonates (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>) sont dominants suivis par les ions nitrates (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), chlorures (Cl<sup>-</sup>), et sulfatés (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) pour l'ensemble des aquifères. Ces teneurs importantes en sodium, pourraient s'expliquer par la pollution anthropique des nappes de faibles profondeurs, d'une part, mais aussi elles pourraient être liées à la nature des formations sableuses des réservoirs des aquifères sédimentaires (Babaye et al., 2016).

#### **5.2.3.2. Faciès chimiques**

##### **Représentation graphique des éléments sur le Diagramme de Piper**

La représentation graphique des éléments chimiques des eaux souterraines de la zone d'étude, sur le diagramme de Piper (fig.18) montre les faciès suivants :

- faciès du type bicarbonaté calcique et magnésien, pour 74% des échantillons ;
- faciès du type chloruré-sulfaté calcique, qui représente 10% ;
- faciès du type bicarbonaté sodique et sulfaté sodique, représentant chacun 8%.

Les types d'eau ont assez évolués chimiquement pour l'ensemble des aquifères.

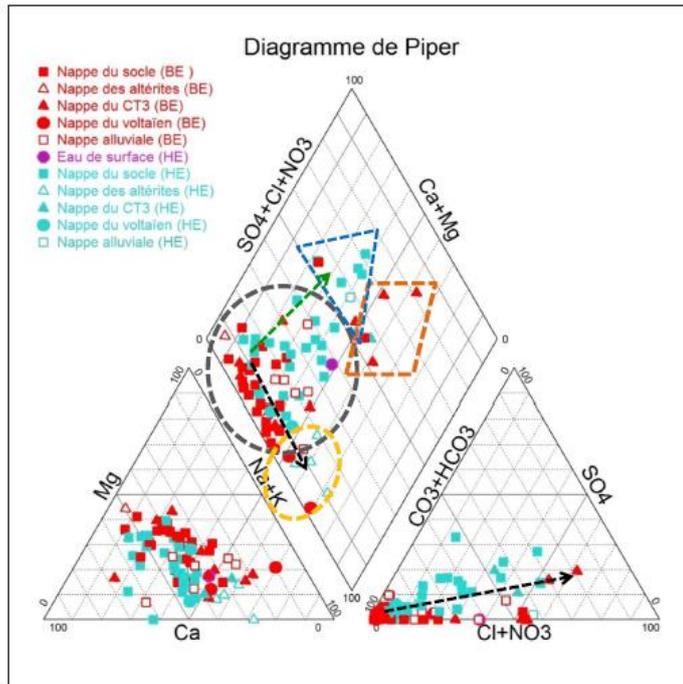


Figure 18: Faciès chimiques des échantillons d'eau prélevés en période des hautes et basses eaux dans le diagramme de Piper (Saidou, G.I., 2020)

#### Représentation graphique des éléments sur le Diagramme de Berkaloff

La présentation des éléments chimiques des eaux souterraines sur les diagrammes de Schoëller Berkaloff (fig. 19) montre que, globalement, les segments de droites s'entrecroisent, montrant que ces eaux sont éventuellement d'origines différentes. Par contre, pour les eaux du Parc du W, les forages de Moussiérou et Yériyangou présentent des segments de droites parallèles, ce qui pourrait traduire que ces eaux sont de même origine.

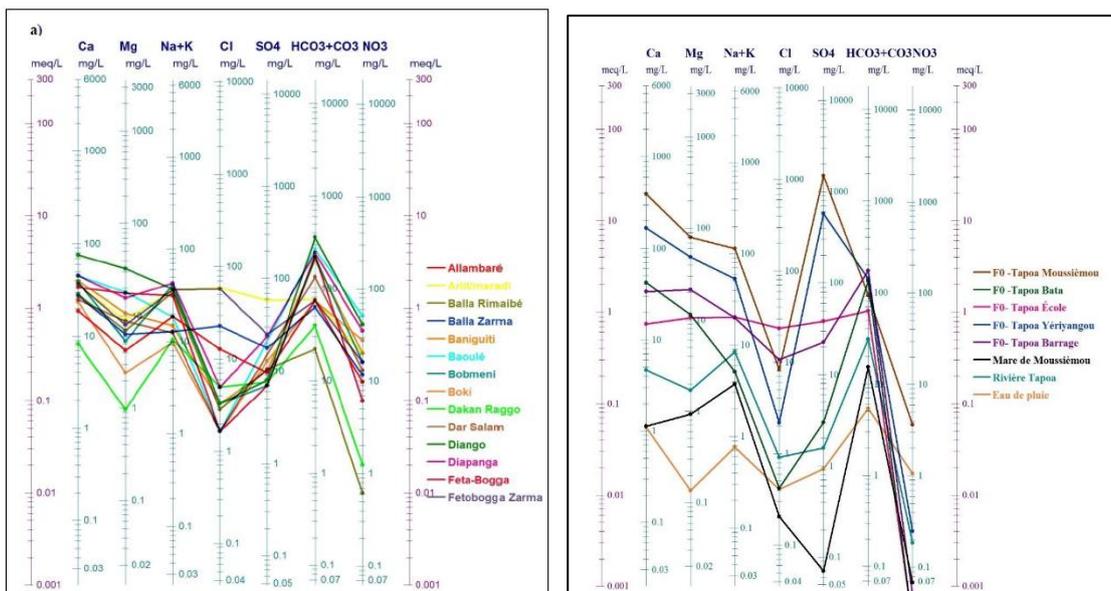


Figure 19: Représentation des eaux des aquifères du socle à gauche et celles du Parc W à droite sur le diagramme logarithmique de Schoëller Berkaloff (Saidou, G.I., 2020 ; Ango et al., 2020)

## 5.2.4. Aptitude des eaux à la consommation

La comparaison des valeurs maximales des teneurs des paramètres physico-chimiques des eaux dans le sous Bassin de la Mékrou aux normes de potabilité de l'OMS, 2011 (tab.8) montre que plus de la moitié des eaux (60%) de la commune de Tamou possèdent une valeur de conductivité supérieure à 500  $\mu\text{S}/\text{cm}$  qui est la valeur limite recommandée par l'OMS. Par ailleurs, dans la commune de Falmey le forage de la mini-AEP de Belandé qui alimente la commune est abandonné, du fait de la mauvaise qualité des eaux. La minéralisation est très élevée donnant lieu à un goût salé des eaux. Concernant les eaux du Parc du W, les conductivités sont inférieures à la norme OMS pour l'ensemble des échantillons à l'exception des eaux de deux forages (Moussiemou et Yériyangou). Ces deux forages présentent également des teneurs en sulfates, calcium et magnésium qui dépassent les normes OMS. Les valeurs de pH sont relativement acceptables pour l'ensemble des eaux du sous bassin. Les valeurs de pH recommandées par l'OMS doivent être comprises entre 6,5 – 8,5. En sommes, la qualité physico-chimique des eaux souterraines situées dans le sous bassin de la Mékrou est dans l'ensemble bonne. Néanmoins, certains ouvrages doivent être suivis périodiquement sur le plan qualité afin de trouver une solution au problème de minéralisation élevée.

Tableau 8: les valeurs des paramètres physico-chimiques des eaux du Parc du W et les normes de potabilité de l'OMS (2011), (Ango, N.H., 2020)

Nom des ouvrages	Paramètres physico-chimiques														
	pH	T°C	C ( $\mu\text{C}/\text{cm}$ )	TDS (mg/L)	HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	Cl <sup>-</sup> (mg/L)	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> (mg/L)	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> (mg/L)	F <sup>-</sup> (mg/L)	Mg <sup>2+</sup> (mg/L)	Ca <sup>2+</sup> (mg/L)	Na <sup>+</sup> (mg/L)	K <sup>+</sup> (mg/L)	Fe <sup>2+</sup> (mg/L)
Forage Tapoa Moussiemou	6.4	32.5	2420	2187	93.99	8.37	1485	3.65	0.25	1.37	79.2	394	95.2	18.9	0.021
Forage Tapoa Bata	6.6	31.5	362	195	133.02	0.42	2.98	0.024	0.037	0.25	11.3	41.9	3.68	1.45	0.001
Forage Tapoa École	6.8	30.2	285	175	62.95	23.68	38.4	0.025	0.025	0.59	10.6	14.9	18.2	2.14	0.001
Forage Tapoa Yériyangou	6.4	31.5	1273	986	141.77	2.19	571	0.25	0.25	0.39	48.6	167	39.9	13.3	0.005
Forage Tapoa Barrage	6.8	30.2	411	284	174.15	10.79	22.6	0.05	0.05	0.18	21.3	33.7	15.6	4.4	0.01
Mare de Moussiemou	8.6	30.2	19	21	14.86	0.21	0.07	0.068	0.05	0.066	0.932	1.13	1.18	2.56	1.06 2.37
Rivière Tapoa	7.1	28.3	60	48	30.59	0.91	1.58	0.19	0.05	0.089	1.69	4.64	3.84	4.54	
Normes de potabilité de l'OMS (2011)	6.5-8.5	non défini	500	500	500	250	250	45	3	1.5	50	75	200	200	0.3

## 5.3. Géochimie isotopique

### 5.3.1. Isotopes stables de la molécule de l'eau (18O et 2H)

La répartition spatiale de la composition isotopique en oxygène-18 (fig. 20) met en évidence essentiellement deux groupes d'eaux dans la zone d'étude :

- un premier groupe d'eaux, enrichies en oxygène-18 avec des teneurs isotopiques variant de -4 ‰ à -2 ‰. Ce groupe se rencontre principalement au Nord-Ouest de Tamou et se prolonge

dans le lit majeur du cours d'eau Diamangou et dans le Parc du W. Ces eaux proviennent majoritairement des ouvrages captant les aquifères des altérites et ou du socle fissuré et fracturé du Paléoprotérozoïque. On pourrait admettre que les eaux souterraines de ces forages auraient une composition proche de celle des précipitations actuelles. Par contre, les échantillons de Bollé et de Kolo-Zarma ont respectivement des teneurs isotopiques en oxygène-18 : -2,6 ‰ et -2,14 ‰. Ces valeurs sont supérieures à la teneur isotopique moyenne des précipitations actuelles. Ceci explique probablement que la recharge est très lente au niveau de ces localités du fait du phénomène d'évaporation des eaux de surface des affluents de Goroubi et Diamangou.

- le deuxième groupe correspond aux eaux moins enrichies voir légèrement appauvries. Ces eaux se rencontrent essentiellement dans les nappes des formations du Néoprotéroïque et du Continental Terminal (Ct3), avec des teneurs isotopiques comprises entre -6‰ à -4,5‰). Ces valeurs isotopiques, légèrement inférieures à celle des pluies actuelles, suggèrent que dans ces nappes, se produit un mélange entre une composante des eaux anciennes et des eaux issues des précipitations actuelles. Par ailleurs, les teneurs isotopiques observées dans les eaux du Parc du W, - 5,67 et - 5,9 ‰ et à Dissiridé ( $\delta^{18}O = -5,97$  ‰), dans le lit de Goroubi mettent en évidence des eaux anciennes ou à composante des pluies actuelles très faible voire nulle.

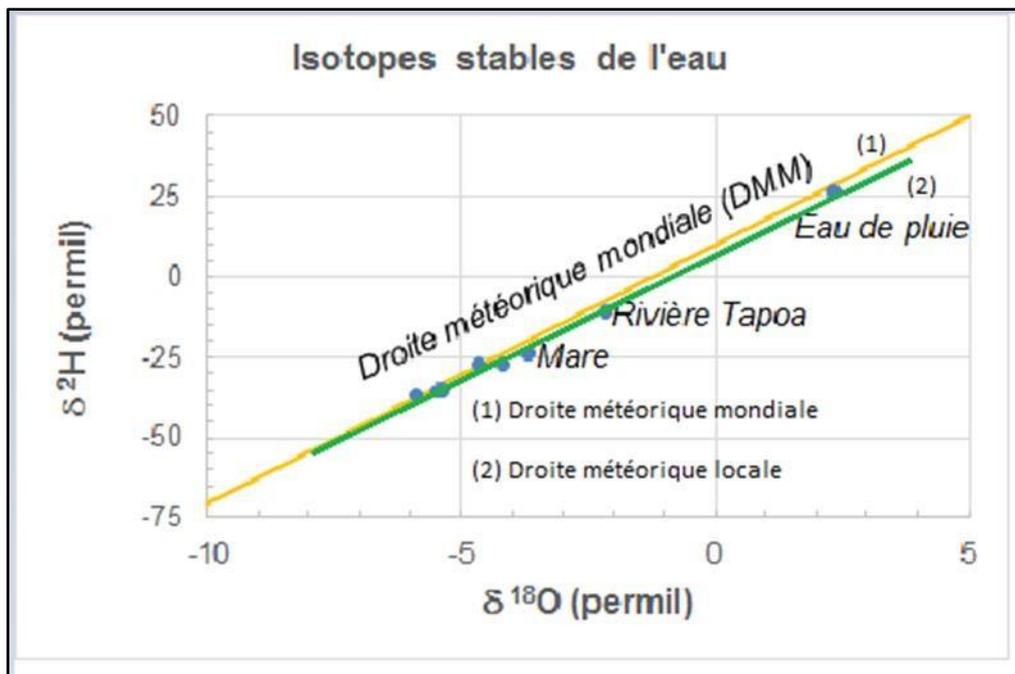


Figure 20: Répartition des isotopes stables des eaux échantillonnées en 2018 dans le Parc W du Niger (Ango et al., 2020)

### 5.3.2. Isotopes radioactifs

Les analyses du carbone-14 faites dans la commune de Tamou sur les échantillons de Bollé, Dampa-Gourma, Louloudjé, et Moli-Haoussa montrent que certaines eaux ont une composante ancienne, datant de près de 6000 ans pour l'échantillon de Moli-Haoussa et près de 3000 ans pour celui de Bollé. On constate que certaines nappes ne se rechargent pas, ou se rechargent très peu (Saidou, G.I., 2020). Néanmoins, la variation des âges carbone-14 non corrigés des eaux du Parc du W (tab.9) entre 21641 et 3 227 ans confirme le résultat issu des données de l'oxygène-18, à savoir que les eaux souterraines étudiées pourraient recevoir actuellement ou à une période humide du Quaternaire, un apport limité d'eaux pluviales. En effet, les âges non corrigés compris entre 21641 et 18117 ans pourraient s'agir des

eaux souterraines très anciennes. Les fortes concentrations de tritium sont présentes dans les eaux de surface à cause de la présence de tritium dans les précipitations. Le forage de Bata dans le Parc W contient du tritium, donc un mélange d'eau jeune avec une eau ancienne. Sa lithologie montre qu'il apparaît libre et moins profond par rapport aux autres forages échantillonnés. Ce qui fait du forage de Bata une zone de recharge locale. Les autres forages du Parc ne contiennent pas du tritium et présentent des âges  $^{14}\text{C}$  compris entre 15000 et 20000 ans caractérisant des eaux anciennes. Les isotopes stables de cette zone ne donnent pas d'indication d'une forte évaporation avant l'infiltration de la recharge (Ango et al., 2020).

Tableau 9: Valeurs des isotopes stables et du carbone-14 des eaux du Parc du W du Niger

Échantillons	$\delta^{18}\text{O}$	$\delta^{18}\text{O}$		$\delta^2\text{H}$	$\delta^2\text{H}$		$^{14}\text{C}$	RCAge		
		Result	Repeat		Result	Repeat		$1\sigma$ error	BP	$1\sigma$ error
	H <sub>2</sub> O	VSMOW $\pm 0.2\text{‰}$		H <sub>2</sub> O	VSMOW $\pm 0.8\text{‰}$		pmC	$1\sigma$ error	BP	$1\sigma$ error
Forage Tapoa Moussiemou	X	-4.20	-4.12	X	-27.21	-26.36	18.161	0.1	13703	44
Forage de l'école	X	-5.39		X	-35.03		15.844	0.14	14800	71
Forage Tapoa Bata	X	-4.67	-4.65	X	-26.86	-26.74	66.92	0.22	3227	26
Mare de Moussiemou	X	-3.67		X	-23.96		91.747	0.289	692	25
Forage de Yériyangou	X	-5.89		X	-36.44		10.484	0.087	18117	67
Forage Tapoa Barrage	X	-5.47	-5.45	X	-35.15	-34.23	6.761	0.074	21641	88
Rivière Tapoa	X	-2.14		X	-11.12		101.825	0.271	Modern	
Eau de pluie	X	2.33	2.32	X	26.33	25.62				

## VI. VULNERABILITE DES RESSOURCES EN EAU FACE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Dans la partie nigérienne du sous-bassin de la Mékrou, les effets de la sécheresse conjugués aux inondations récurrentes sont surtout les conséquences directes de la variabilité et du changement climatique se traduisant par des répercussions dans tous les secteurs d'activités socioéconomiques de la population et sur l'environnement. La croissance démographique exerce une forte pression sur les ressources en eau en zone du socle où la disponibilité de la ressource est aléatoire (Abdou Babayé, 2012 ; Ango et al., 2020). Ainsi, les changements climatiques et démographiques projetés pourraient avoir pour conséquence un accroissement du risque de dégradation des sols dans la zone agropastorale et pastorale, en lien avec des processus érosifs plus intenses, car l'intensification des pluies pourrait causer des ruissellements plus importants. Les terres cultivables seront charriées laissant place à des sols nus infertiles.

Les projections faites au Niger à l'horizon 2050, indique que les changements climatiques vont entraîner une diminution de 10 à 20% des rendements de la plupart des cultures pluviales par comparaison avec l'année 2020. Ce phénomène s'expliquerait par l'élévation des températures qui réduit le potentiel de

production (SP/PANGIRE, 2022). Par ailleurs, l'utilisation des engrais et des pesticides, surtout de la famille des organochlorés, constitue une source de pollution diffuse pour les ressources en eau. Il faut aussi noter que outre la pollution d'origine agricole, les pollutions d'origines industrielles et minières se développent dans la zone et à la périphérie du sous bassin de la Mékrou (Ousmane, B. et al., 2010). Les activités de déforestation et les feux de brousse dénudent les terres qui, à la faveur des précipitations torrentielles, sont soumises à une forte érosion. Cette érosion lessive et draine vers les cours et plans d'eau divers déchets et du sable qui contribuent non seulement à pollution l'eau mais également à combler les plans et cours d'eau.

Un autre aspect important est lié par une insuffisance des données hydrogéologiques disponibles pour apprécier les indicateurs de suivi sur les ressources en eau dans la portion nigérienne du sous-bassin de la Mékrou. En effet, les équipements de collecte de données quantitatives et qualitatives sur l'eau sont limités pour produire des informations fiables nécessaires à la bonne connaissance des ressources en eau. La plupart d'entre eux sont en pannes et d'autres sont vandalisés (SP/PANGIRE, 2022).

## **CONCLUSION**

Le sous bassin de la Mékrou a fait l'objet de plusieurs études, malgré cela, il existe très peu d'informations sur les ressources en eau.

Un inventaire exhaustif des données et des outils constituant le matériel a été effectué dans le cadre cette étude. Par ailleurs, l'approche méthodologique est basée sur l'acquisition des données spatiales, hydroclimatologiques, la bathymétrie des mares, les paramètres hydrogéologiques, hydrodynamiques, hydrochimiques et isotopiques afin de déterminer le contexte naturel de la zone d'étude.

Sur le plan pluviométrique, le sous bassin de la Mékrou est caractérisé par un climat de type sahélien au Nord et soudanien au sud, ayant montré les effets drastiques causés par les changements climatiques. Cette variabilité climatique a permis de montrer trois phases qui sont : une phase humide, une phase sèche et une phase de retour humide. L'inventaire des ressources eaux (Puits, forages, mares et rivières) a permis de montrer que le sous bassin de la Mékrou dispose d'énormes potentialités hydriques qui sont malheureusement mal réparties, avec des durées de vie très limitées et très peu suivies. Par ailleurs, les données hydrogéologiques du sous bassin montrent que les aquifères discontinus du socle constitués par des formations du Précambrien et de l'Infracambrien sont peu productifs avec des valeurs de transmissivité et des débits faibles et une recharge de l'ordre de 10 % des hauteurs moyennes des précipitations. Le temps de résidence de l'eau souterraine dans le sous bassin est de l'ordre de 20000 ans tel qu'indiqué par le  $^{14}\text{C}$ . Ce long temps de résidence est cohérent avec les types d'eau assez évolués chimiquement. La qualité physico-chimique des eaux souterraines est dans l'ensemble bonne. Néanmoins, le suivi quantitatif et qualitatif des ressources en eau dans le sous bassin de la Mékrou reste un défi pour la conservation de la biodiversité du sous bassin et les espèces vitales.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- **Abdou, Babayé, M, S., SANDAO. I., SALEY, M, B., WAGANI, I., Ousmane, B.** (2016) : Comportement hydrogéochimique et contamination des eaux des aquifères fissurés du socle précambrien en milieu semi-aride (sud – ouest du Niger).
- **Abdou, Babayé, M, S.** (2012) : Evaluation des ressources en eau dans le bassin de Dargol (Liptako-Niger), Thèse de doctorat de l'université de Liège (Belgique) en cotutelle avec l'université Abdou Moumouni (Niger).
- **Abdourhamane, Daouda., VIERI, Tarchiani. Maurizio Tiepolo.** (2016) : Milieu physique, peuplement et exposition aux aléas hydro-climatiques dans la région de Tillabéri, Niger.
- **Adam, L.** (2008) : Déterminants des déplacements des buffles dans le Parc régional W (Bénin, Burkina Faso –Niger) ,2007-2008, mémoire.
- **Ango, N.H.** (2012) : Contribution de la géophysique à l'amélioration de la connaissance des aquifères discontinus du socle : région de Torodi, cas du bassin versant de kobio, Niger (Inédit).
- **Ango, N.H (2020)** : Evaluation des potentialités des ressources en eau du Parc du W du Niger, Thèse de Docorat, 205p. (Inédit)
- **Ango, N.H., Hassane,S.A.K., Sandao,I., Lefebvre,R., Ousmane,B (2020)** : Apport des Données Hydrodynamiques, Hydrochimiques et Isotopiques à l'amélioration des Connaissances des Aquifères du Parc du W du Niger, Région de Tillabéri ; [URL:http://dx.doi.org/10.19044/esj.2020.v16n15p240](http://dx.doi.org/10.19044/esj.2020.v16n15p240)
- **AIEA.** (2017): Integrated and Sustainable Management of Shared Aquifer Systems and Basins of the Sahel Region. RAF/7/011. Liptako Gourma and Upper Volta system.
- **AQUASTAT/FAO.** (2016) : Système d'information sur l'eau et l'agriculture.
- **Ardoin\_Bardin, S.** (2004) : Variabilité hydro-climatique et impacts sur le ressources en eau de grands bassin hydrographiques en zone Soudano-Sahélienne, Thèse de doctorat de l'université de Montpellier II, 437 p.
- **Benoit, M.** (1998). Statut et usages du sol en périphérie du Parc national du W du Niger, Tome 1, Contribution à l'étude du milieu naturel et des ressources végétales du canton de Tamou et du Parc du << W >>.
- **BRGM.** (1990) : Fiches des ouvrages, Projet Autorité du Liptako gourma (ALG).
- **Carrier, M.A., lefebvre, R., boyaud, C., Racicot, J., Asare, E., Aubut, R., Fontaine, R.** (2011a): Hydrogeological Assessment of the northern regions of Ghana. SNC-Lavalin/INRS Consortium, Final Technical Report, submitted to CIDA, November 2011, INRS Research Report 1325, 214 p., 15 appendices, ISBN 978-289146-708-7.
- **Girard, P.** (1993) : Techniques isotopiques ( $^{15}\text{N}$ ,  $^{18}\text{O}$ ) appliquée à l'étude des nappes des altérites et du socle fracturé de l'ouest Africain. Etude de cas : l'ouest du Niger.
- **Greigert, J.** (1978) : Atlas des eaux souterraines du Niger, Tome 1.
- **Saidou, G.I.** (2020) : Évaluation quantitative et qualitative des ressources en eau souterraine de la Commune Rurale de Tamou (Liptako, Sud-Ouest Niger) : contribution à la gestion intégrée des ressources en eau souterraine et des terres : apport de la Télédétection et du SIG, Thèse de Doctorat, 244p. (Inédit)
- **Kattiellou, G, L., maurizio, B., moussa, M.** (2014) : Caractérisation climatique de la région de Tillabéri.

- **OUMAROU, A. et al.** (2001) : Bilan et Analyse des aspects Hydro-Environnementaux, Ecologiques et socio-économiques du bassin du fleuve Niger au Niger.
- **MH/E.** (2011) : Etat de la connaissance et la gestion des eaux souterraines au Niger ; RAF 7011. Gestion intégrée et durable des ressources en eau en Afrique axée sur les États membres de la région du sahel.
- **MESU/DD** (2018) : Politique Nationale de Gestion des Zones Humides. Rapport ,43p.
- **Ousmane, B. et al.** (2010) : Etude préliminaire de la pollution bactériologique des eaux des aquifères discontinus du socle du département de Téra /Liptako nigérien, Afrique Science, Revue internationale des sciences et Technologie, vol6 N°3 (2010), 1<sup>er</sup> septembre 2010, <http://www.afriquescience.info/document.php?id=1939>. ISSN 1813-548X.
- PROGRAMME REGIONAL PARC W / ECOPAS. (2005) : Plan d'aménagement et de gestion de la Reserve de Biosphère Transfrontalière W-2006-2010, Volume, Etat des lieux.
- PROGRAMME REGIONAL PARC W / ECOPAS. (2008) : Résultats du Programme Parc W / ECOPAS, période 2001-2008. Présentation pour la restitution du 27 juin 2008.
- **Seyni S. A.**, 2010, Etude comparative de la gestion communautaire des ressources en eau et conflits d'usage dans les communes de Madaoua et Bouza cas du Projet pour la Gestion Intégrée des Ressources en Eau dans la basse vallée de la Tarka (P-GIRE-Tarka) Niger ; Mémoire de Master ; 65p.
- **SP/PANGIRE** (2022) : Diagnostic territorial assorti des priorités de planification de la gestion et du développement des ressources en eau de l'espace du sous-bassin de la Mékrou et sa zone d'influence au Niger. Rapport final, 109p.
- **SP/PANGIRE** (2022) : Cartographie des acteurs et des modes de gestion des ressources en eau de la portion nigérienne du sous-bassin de la mekrou et sa zone d'influence. Rapport final, 65p. Inédit.
- **Rabeil, T.** (2003) : Distribution potentielle des grands mammifères dans le Parc du W au Niger, Thèse, 451 p., disponible sur : <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00006931>.
- **UICN.** (2017) : Complexe W-ARLY-PENDJARI (extension du W Niger), rapport d'évaluation, 17p.
- **UNESCO.** (2016) : Complexe W-Arly-Pendjari, Extension du Parc national du Niger, 2016.
- **USGS.** (2017a) : Étude de cas. La Réserve de biosphère transfrontière W-ArlyPendjari. En Afrique de l'Ouest: Dynamique de l'utilisation et de la couverture des sols.
- **USGS.** (2017b). Climat en Afrique de l'Ouest: Dynamique de l'utilisation et de la couverture des sols.

## ANNEXES

**Tableau 10 Situation géographique de quelques mares du Parc du W**

Coordonnées des mares du Parc W			
Type d'ouvrage	Longitude Est	Latitude Nord	Altitude (m)
Mare de la Tapoa	2,385167	12,44092	224
Mare de Moussa Koira	2,366639	12,36811	239
Mare de Bata	2,366994	12,36815	241,77
Mare de Moussiemou	2,387222	12,44583	
Mare de Pérélégou	2,323056	12,14806	
Mare de Niafarou	2,486667	12,43667	
Anana II	2,4425	12,32333	
Brigambou	2,755639	12,43956	
Koro Gougou	2,5425	12,50472	
Rivière Mékrou	2,3882222	12,22858	214

**Tableau 11 Caractéristiques des ouvrages hydrauliques du Parc du W**

Caractéristiques des ouvrages du Parc W													
N°	Nom du Forage	Coordonnées			Profondeur (m)	Niveau statique (m)	Diamètre (mm)	Profondeur des équipements (m)		Nature du tube	Essais disponibles	Durée des essais (h)	État de fonctionnement
		Latitude Nord	Longitude Est	Altitude (m)				Tube plein	Crépines				
1	Tapoa Moussiemou	12°26'26.7"	002°23'08.7"	224	91	24.03	126	0.00 - 38.70	38.70 - 44.40	P.V.C.lisse	Essais de nappe (BRGM,1990)	4	En panne
								44.40 - 78.60	78.60 - 90.00				
2	Tapoa Bata	12°28'24.4"	002°30'24.7"	196	49	16.54	126	0.00 - 30.90	30.90 - 36.60	P.V.C.lisse	Essais de puits & nappe(2018)	3 ; 6 h30	Bon
								36.60 - 42.30	42.30 - 48.00				
3	Tapoa Barrage	12°28'0.90"	002°24'56.9"	232	67	1.4	126	0.00 - 48.90	48.90 - 66.00	P.V.C.lisse	Essais de puits & nappe(2018)	3 ; 12 h00	Bon
								0.00 - 45.50	45.50 - 51.20				
4	Tapoa Fomboni	12°28'40"	002°22'40"	230	75	23.62	126	51.20 - 62.60	62.60 - 74.00	P.V.C.lisse	Essais de nappe (BRGM,1990)	4	En panne
								0.00 - 30.8	30.80 - 36.50				
5	Tapoa Pérélégou	12°8'58.05"	002°31'15.86"	230	67	9.85	126	36.5 - 53.60	53.60 - 65.00	P.V.C.lisse	Essais de nappe (BRGM,1990)	6	En panne
6	Tapoa Gourfandou	12°23'30"	002°16'55"	230	73	45.54	126	0.00 - 47.9	47.90 - 65.00	P.V.C.lisse	Essais de nappe (BRGM,1990)	4	En panne
7	Tapoa Village	12°28'40"	002°25'20"	223	75		165			P.V.C.lisse	Non réalisé		Sec non équipé
8	Ecole	12°28'22.7"	002°25'22.5"	214	65.42	1.94	126				Non disponible		En panne
9	Savanah Lodge	12°13'41.8"	002°23'16.8"	215							Non disponible		En panne
10	Tchiba	12°23'15.37"	002°68'19.69"			31.5					Non disponible		En panne
11	Tapoa -Hôtel	12°28'41.52"	002°26'17.63"	193							Non disponible		Bon
12	Yériyangou	12°17'41.18"	002°23'12.83"	246	78.54	49.3	126				Non disponible		En panne