



Bénin



Burkina Faso



Niger

« L'eau au service de la croissance et de la lutte contre la pauvreté dans le bassin transfrontalier de la Mékrou »

Etude de la situation de référence et acquisition de données concernant la gestion intégrée des ressources en eau du bassin de la Mékrou



Mars 2016



HYDROCONSEIL

Ingénieur-conseil : Eau potable, environnement, services publics



Ce projet est financé par la Commission de l'Union Européenne



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

Titre : Etude de la situation de référence et acquisition de données concernant la gestion intégrée des ressources en eau du bassin de la Mékrou
Statut du rapport : version définitive
Client : Joint Research Centre
Consultant : HYDROCONSEIL
Démarrage du contrat : Janvier 2016
Date de soumission du présent document : 1^{er} mai 2016 (version électronique)
Numéro de révision : 2
Personnes ayant contribué à l'écriture du rapport : Jérémie Hedoin
Coordination, édition et assurance qualité : Bernard Collignon
Des commentaires ou questions sur ce rapport ? Écrire à: hydroconseil@hydroconseil.com

Table des matières

A.	Résumé exécutif	10
B.	Contexte de l'étude	11
B.1.	Le projet Mékrou : l'Eau au service de la croissance et de la lutte contre la pauvreté dans le bassin transfrontalier de la rivière Mékrou.....	11
B.2.	Les enjeux du bassin de la Mékrou	11
B.3.	L'étude de la situation de référence	11
C.	Méthodologie	12
D.	Contexte physique et socio-économique du bassin.....	13
D.1.	Bassin hydrographique et zone d'influence	13
D.2.	Démographie et contexte socio-culturel.....	15
D.2.1.	Démographie des communes concernées	15
D.2.2.	Catégories socio-culturelles	17
D.2.3.	Les flux migratoires	17
D.3.	Activités économiques et profil socio-économique.....	18
D.3.1.	Accessibilité de la zone d'étude	18
D.3.2.	Profil socio-économique.....	19
D.3.3.	Spécificités de chaque commune.....	25
D.4.	Reliefs, sols, végétation et faune	27
D.4.1.	Reliefs	27
D.4.2.	Caractéristiques géomorphologiques du bassin	28
D.4.3.	Sols.....	29
D.4.4.	Occupation des sols.....	30
D.4.5.	Végétation	32
D.4.6.	Faune	35
E.	Cadre de gestion des ressources en eau	37
E.1.	Textes réglementaires en matière de gestion des ressources en eau	37
E.1.1.	Bénin.....	37
E.1.2.	Niger	38
E.1.3.	Burkina Faso	39
E.2.	Cadre institutionnel en matière de gestion des ressources en eau	40
E.2.1.	Bénin.....	40
E.2.2.	Niger	41

E.2.3.	Burkina Faso	42
E.3.	Politiques et stratégies	43
E.3.1.	Les Instruments Sous Régionaux	43
E.3.2.	Politique et stratégie au Bénin	44
E.3.3.	Politique et stratégie au Niger.....	44
E.3.4.	Politique et stratégie au Burkina Faso.....	45
F.	Ressources en eau	47
F.1.	Climat et pluies.....	47
F.1.1.	Climat.....	47
F.1.2.	Précipitations.....	48
F.2.	Géologie et hydrogéologie	49
F.2.1.	Géologie.....	49
F.2.2.	Hydrogéologie	50
F.3.	Hydrographie.....	53
G.	Mécanismes de collecte et de gestion des informations sur les ressources en eau.....	55
G.1.	Suivi de la pluviométrie	55
G.1.1.	Les services nationaux de météorologie	55
G.1.2.	Les services de l’agriculture.....	56
G.2.	Information sur les écoulements de surface.....	57
G.3.	Suivi des eaux souterraines	59
G.3.1.	Organismes responsables.....	59
G.3.2.	Au niveau du bassin de la Mékrou	59
H.	Mode d’utilisation des ressources en eau.....	60
H.1.	Les prélèvements d’eau de surface.....	60
H.2.	Les prélèvements d’eau souterraine.....	63
I.	Menaces pesant sur la ressource et ses conséquences	66
I.1.1.	Changement climatique et raréfaction de la ressource	66
I.1.2.	Erosion et comblement des plans d’eau	69
I.1.3.	Pollution agricole et problèmes environnementaux.....	70
I.1.4.	Pollution des activités domestiques et problèmes sanitaires.....	71
I.1.5.	Raréfaction de la ressource et conflits d’intérêts	72
J.	Propositions pour la gestion intégrée des ressources en eau.....	76
J.1.	Principes de la GIRE	76
J.2.	Défis à relever pour une gestion durable des ressources en eau	79

J.3. Activités et acteurs à impliquer dans la réalisation des défis identifiés	80
K. Conclusion	82
L. Bibliographie.....	83

Table des illustrations

Figure 1. Démographie par commune (Landsan, 2013)	17
Figure 2. Démographie par communes (Landsan, 2013).....	17
Figure 3. Densité de population par commune (Landsan, 2013)	17
Figure 4. Réseau routier (BD TOPO)	19
Figure 5. Carte de l'accessibilité (Atlas, JRC, 2016)	19
Figure 6. Répartition des différents types de cultures en 2003 et 2014 dans le département de l'Atacora (Benin) (Enquêtes JRC, 2016)	20
Figure 7: Zone de Paturage à l'échelle du bassin de la Mékrou (Atlas, JRC, 2016)	21
Figure 8: Axes de transhumance du cheptel bovin dans l'est du Burkina Faso (Toutain et al. 2001)..	22
Figure 9 : Modèle numérique de terrain Carte des reliefs issu du SRTM90 (Atlas, JRC, 2016).....	27
Figure 10 : Carte des pentes déterminée à partir du MNT SRTM90 (Atlas, JRC, 2016)	27
Figure 11: Profil en long de la rivière Mékrou (Atlas, JRC, 2016)	28
Figure 12: Courbe hypsométrique de la Mékrou et des différents affluents du Niger au Bénin (ORSTOM, 1993).....	29
Figure 13: Type de sols rencontrés, Harmonized World Soil Database (Atlas, JRC, 2016).....	30
Figure 14: Texture des sols, Harmonized World Soil Database (Atlas, JRC, 2016).....	30
Figure 15: Carte de l'occupation du sol dans le bassin de la Mékrou (Atlas, JRC, 2016)	31
Figure 16: Unités d'occupation des sols au Bénin en 1995 et en 2006 (Université de Frankfurt, 2016)	32
Figure 17: Photos satellite par mois (janvier à décembre) illustrant la saisonnalité dans le bassin de la Mékrou (Atlas, JRC, 2016).....	32
Figure 18: Carte et graphique de la déforestation dans le bassin de la Mékrou (Atlas, JRC, 2016)	33
Figure 19: Zones protégées et zones cynégétiques, W Arly Pendjari (Atlas, JRC, 2016).....	35
Figure 20: Températures et précipitation interannuelles au niveau des stations de Kouandé (Bénin) et de Tamou (Niger) (Climate data, 2016)	47
Figure 21: Carte de la moyenne annuelle des précipitations au niveau de la Mékrou (Atlas, JRC, 2016)	48
Figure 22: Géologie au Bénin (UNICEF, 2014)	49
Figure 23: Géologie au Burkina Faso (En haut, Atlas JRC, 2006, en dessous, Direction de la Géologie et des Mines, 1976	49
Figure 24: Géologie au Niger (Pourget et Greigert, 1966)	50
Figure 25: Carte des logs et carte de faisabilité pour l'exploitation des eaux souterraines (UNICEF, 2014).....	51
Figure 26: : Carte des teneurs en nitrate et en fer des puits / forages recensés par la DGEAU (DGeau, 2012).....	53
Figure 27: Carte du réseau hydrographique, procédures Hydroshedes sous-bassins de la Mékrou avec la classification de Strahlet (Atlas, JRC, 2016)	54
Figure 28: Localisation des différents pluviomètres (Hydroscience, 2016)	55
Figure 29: Exemple de données de pluviométrie disponibles sur le site de SIEREM- série mensuelle, station de Falmey, Niger (Hydroscience, 2016))	56
Figure 30: Exemple de données disponibles au Bénin (CARDER, 2015).....	56
Figure 31: Liste des pluviomètres à Atacora Donga (CARDER, 2015)	57
Figure 32: Carte des stations de mesure hydrométriques (HSM, SIEREM).....	58

Figure 33: Débits de la Mékrou au niveau de la station de Barou au Niger (Hydroscenice, 2016).....	58
Figure 34: Variations piézométriques des 3 piézomètres à Atacora Dounga, mètres à partir de la surface (CARDER, 2016).....	59
Figure 35: Carte des retenues d'eau au Bénin (Atlas, JRC, 2016).....	60
Figure 36: Zone équipée pour l'irrigation dans le bassin du Mékrou (Atlas, JRC, 2016).....	61
Figure 37: Variations pluviométriques à Kouandé entre 1953 et 2009 : moyenne glissante sur 20 jours (CARDER, 2016)	66
Figure 38: Illustration du changement climatique global (IPCC, 2016).....	67
Figure 39: Estimation des précipitations futures (IPCC, 2016).....	67
Figure 40 : Déplacement des dates d'apparition des débits de points (crue guinéenne) et minimal du fleuve Niger à Niamey (G. Panthou, 2013).....	67
Figure 41: Variations piézométriques à Banikoara de 2008 à 2015 (CARDER, 2016)	68
Figure 42: Vulnérabilité socio-économique à Tanguiéta dans le nord du Bénin (UNDP, 2008)	68
Figure 43: Carte du risque d'érosion, RUSLE model (Atlas, JRC, 2016)	69
Figure 44: Carte de l'Evapo-Transpiration Potentielle (Atlas, JRC, 2016)	72
Figure 45: Disponibilité en eau douce renouvelable dans les pays de l'Afrique de l'Ouest en 2003 (FAO-Aquastat, 2015)	73
Figure 46: Risques et enjeux liés à la disponibilité de la ressource (Allomasso, 2013).....	74
Figure 47: Fréquence des différents types de conflits dans les communes du bassin du Niger au Bénin (Allomasso, 2013).....	75

Liste des tableaux

Tableau 1. Liste des communes et populations comprises dans l'aire d'influence du bassin (Landscan 2013).....	15
Tableau 2. Liste des arrondissements compris dans le bassin de la Mékrou (Direction des études démographiques, 2004)	16
Tableau 3: Production de coton au Bénin entre 2010 et 2015 (Enquêtes JRC, 2016)	20
Tableau 4: Estimation du nombre de tête de bétails en 2006 et 2014 (Enquêtes JRC, 2016)	22
Tableau 5. Nombre de visiteurs dans la partie nigérienne du parc W.....	23
Tableau 6. Nombre de visiteurs dans la partie béninoise du parc W.....	23
Tableau 7. Grille de répartition des recettes générées par les activités écotouristiques (ECOPAS, 2006)	24
Tableau 8. Recettes du tourisme pour les populations (ECOPAS, 2006)	24
Tableau 9: Occupation des sols en % (Mama et al. 2013).....	32
Tableau 10: Le principe de la maîtrise d'ouvrage communale (CGCT, 2014).....	42
Tableau 11 : Caractéristiques générales des aquifères dans les communes du bassin (GIZ 2010)	51
Tableau 12: Liste des différents pluviomètres répartis autour de la zone d'étude (HSM, SIEREM).....	55
Tableau 13. Liste des stations hydrométriques installées sur la rivière Mékrou ou sur le Niger (Atlas, JRC, 2016)	57
Tableau 14. Liste des piézomètres à Atacora Dounga (CARDER, 2016)	59
Tableau 15. Barrages et surcreusements dans le bassin de la Mékrou (Atlas, JRC, 2016)	60
Tableau 16. Estimation des prélèvements en eau pour le cheptel (BRL, 2007).....	62

Tableau 17 : Liste des différentes Adductions d'Eau Villageoises dans le périmètre du bassin de la Mékrou (DGeau, 2012).....	63
Tableau 18: Estimation des prélèvements liés à l'approvisionnement en eau potable (BRL, 2007)	64
Tableau 19: Pesticides utilisés pour le coton (Gomgnimbou, 2007)	70
Tableau 20: Consommation d'engrais chimiques en Afrique de l'Ouest (Ministère de l'agriculture, 2001).....	71
Tableau 21: Appréciation des bonnes pratiques de gestion des ressources en eau selon les principes de la GIRE (GWP, 2012)	77
Tableau 22: Pratiques de gestion à promouvoir, à renforcer ou à abandonner (GWP, 2012)	78
Tableau 23: Contraintes identifiées et défis à relever pour favoriser la GIRE dans le bassin du Niger au Bénin (GWP, 2012)	79
Tableau 24: Action et acteurs responsables pour la mise en œuvre (GWP, 2012).....	80

Signes et acronymes

ABN	Autorité de Bassin du Niger
AEP	Adduction en Eau Potable
AEPS	Adduction en Eau Potable Sommaire
AEV	Adduction d'Eau Villageoise
AO	Afrique de l'Ouest
BDI	Banque de données Intégrée
BV	Bassin Versant
CARDER	Centre Agricole Régional pour le Développement Rural (Bénin)
CEDEAO	Communauté Economique des Etats de l'Afrique de l'Ouest
CILSS	Comité permanent Inter-Etats de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel
DGEau	Direction Générale de l'Eau (Bénin)
ECOPAS	Ecosystèmes Protégés de l'Afrique Soudano-Sahélienne
ETP	Evapo-Transpiration Potentielle
EV	Evapo-Transpiration
FM	Forage équipé de pompe Manuelle
GIRE	Gestion Intégrée des Ressources en Eau
GWP	Global Water Partnership
I	Infiltration
IDH	Indice de Développement Humain
IEC	Information Education Communication
MNT	Modèle Numérique de Terrain
OMD	Objectifs du Millénaire pour le Développement
P	Précipitations
PAGIRE	Plan d'Action GIRE (Burkina Faso)
PDC	Plan de Développement Communal
PDES	Plan de Développement Economique et Social (Niger)
PLEA	Plan Local d'Eau et d'Assainissement (Niger)
PNE	Partenariat National sur l'Eau
PMH	Pompe à Motricité Humaine
PTF	Partenaire Technique et Financier
ONEA	Office National de l'Eau et l'Assainissement (Burkina Faso)
PAU	Politique Agricole de l'Union (UEMOE)
Q	Débit
SCRIP	Stratégie de Croissance et de Réduction de la Pauvreté (Bénin)
SPE	Service Public de l'Eau
UEMOA	Union Economique et Monétaire de l'Afrique de l'Ouest

A. Résumé exécutif

Les ressources en eau, en raison de leurs dimensions sociales, économiques et environnementales, constituent un élément essentiel à la vie. Avec l'augmentation des consommations et des pollutions d'une part et la persistance des sécheresses d'autre part, les eaux douces risqueraient toutefois de devenir le facteur limitant du développement économique et social des prochaines décennies.

Le bassin transfrontalier de la Mékrou, d'une superficie de 10 500 km², abrite environ 500.000 personnes (430.000 selon les résultats du Landscan 2013, 470.000 selon les estimations à partir des recensements par arrondissement). Cette zone connaît de forts enjeux concernant l'accès aux ressources en eau. Les 4/5 du bassin sont compris au Bénin où réside l'essentiel de la population. Les parties burkinabè et nigérienne sont comprises dans le périmètre de la réserve du parc W et sont inhabitées.

La Mékrou est un affluent du Niger d'environ 420 km de long. Le débit moyen annuel au niveau de la confluence est de l'ordre de 800 millions de m³. La géologie de socle ainsi que l'occupation des sols et la déforestation favorisent les phénomènes de ruissellement et d'érosion dans le bassin. Les fortes variations saisonnières accentuent l'aridité de la zone en période sèche.

Les aquifères, principalement constitués d'altérites de la roche mère, ont des productivités médiocres. Ils constituent toutefois la principale source en eau potable de la population.

Par ailleurs, en plus de la faible disponibilité de la ressource, la pollution des ressources est également un enjeu important avec notamment la forte utilisation de produits phytosanitaires dans le secteur de l'agriculture de rente. Cependant, aucune information ne nous permet à l'heure actuelle de quantifier ce risque.

Au Bénin la Banque de Données Intégrée de la DGEau constitue un outil intéressant de suivi des ouvrages de prélèvement, donnant des indications sur la géologie ou la qualité des eaux prélevées. Ce système d'information, initialement soutenu par des PTF extérieurs n'est toutefois pas encore bien opérationnel du fait de difficultés rencontrées dans sa mise à jour et son utilisation par les différents acteurs.

La pression anthropique sur la ressource est forte et partagée entre plusieurs activités en compétition : les besoins pour l'agriculture et notamment la filière cotonnière très dynamique, les besoins pour l'élevage en termes de points d'eau et de pâturages, et les zones protégées comme celle du parc W qui occupe 40% de la superficie du bassin.

Il y a actuellement peu d'initiatives trans-gouvernementales de gestion des ressources. Le fleuve Niger est toutefois suivi par l'Autorité de Bassin du Niger tandis que d'autres institutions comme ECOPAS pour la gestion du parc W ont tenté de mettre en place des politiques de gestion des ressources en prenant en compte son aspect transfrontalier.

B. Contexte de l'étude

B.1. Le projet Mékrou : l'Eau au service de la croissance et de la lutte contre la pauvreté dans le bassin transfrontalier de la rivière Mékrou

L'étude sur la situation de référence du bassin de la Mékrou est une composante du projet Mékrou financé par la Commission Européenne (Joint Research Centre) et mis en œuvre par le Global Water Partnership.

L'objectif spécifique du projet Mékrou est de créer un système d'information des ressources en eau du bassin dans le but de mieux étudier les ressources afin d'améliorer le cadre de gestion.

Le projet Mékrou vise à améliorer la gestion des ressources en eau au travers d'un cadre institutionnel transfrontalier et ainsi de faciliter l'usage qu'en ont les habitants tout en garantissant une gestion durable des ressources. De manière générale, le projet Mékrou vise ainsi une réduction de la pauvreté ainsi qu'une croissance durable, basée sur des principes de protection de l'environnement.

B.2. Les enjeux du bassin de la Mékrou

Le bassin de la Mékrou est un sous bassin du fleuve Niger qui est partagé entre 3 pays : le Bénin, le Burkina Faso et le Niger. Les ressources en eau, de surface ou souterraines, sont principalement exploitées par la population pour l'eau potable, les productions agricoles et forestières, dans le cadre des activités d'élevage. Ces ressources en eau sont également garantes du bon état écologique du parc W situé en aval du bassin. Il existe une forte compétitivité entre ces différents usages ce qui implique un fort risque potentiel de conflit entre usagers, et un risque de pollution ou de diminution de la ressource en l'absence de cadre commun de réglementation et de suivi des pratiques.

L'objectif du projet Mékrou se situe principalement autour de la caractérisation et du suivi des ressources en eau, ainsi que dans la mise en place de politiques de gestion.

B.3. L'étude de la situation de référence

L'étude de la situation de référence a pour objectif de servir de base pour le projet Mékrou en décrivant le bassin, les enjeux sur les ressources en eau ainsi que les mécanismes de gestion actuels.

Cette étude aborde les aspects quantitatifs et qualitatifs des ressources en eau, les aspects socio-économiques du bassin, ainsi que les aspects réglementaires ou institutionnels.

C. Méthodologie

Les « études pays » sur la situation de référence

La présente étude est la continuité de la première phase qui a été réalisée en 2015 à l'échelle des 3 pays par les différents PNE et des consultants nationaux. Cette étude avait été élaborée en 2 parties : Volume 1 sur la situation de référence, et Volume 2 sur les aspects institutionnels et de gestion de l'eau.

Cette nouvelle étude de référence a pour objectif de consolider les résultats des études des 3 pays et de les synthétiser dans un document général.

Le document de référence réalisé par l'ONG Protos en 2012

Le document final a été élaboré sur le modèle d'une étude réalisée par l'ONG Protos sur la partie béninoise du bassin de la Mékrou en 2012. L'objectif était de produire un document semblable, mis à jour et englobant également les parties burkinabè et nigérienne du bassin. Le plan de ce rapport a ainsi été en grande partie conservé dans la présente étude.

La collecte des données

La prestation comprend, en outre du rapport de l'état de référence, la collecte de données brutes sur les ressources en eau du bassin.

Pour cela le consultant a procédé à une revue bibliographique importante et a mis en œuvre une campagne de recherche de données sur le terrain.

Les enquêtes de terrain

Afin de collecter des informations sur le terrain, trois experts nationaux ont été mobilisés dans chacun des pays afin de rencontrer les acteurs au niveau central puis de se rendre sur site pour rencontrer les services déconcentrés ou l'administration locale.

D. Contexte physique et socio-économique du bassin

D.1. Bassin hydrographique et zone d'influence

Le bassin transfrontalier de la Mékrou couvre une zone de 10 500 km² répartie sur 3 pays : le Bénin (80% de la zone d'étude), le Niger (10% de la zone d'étude) et le Burkina Faso (10% de la zone d'étude).

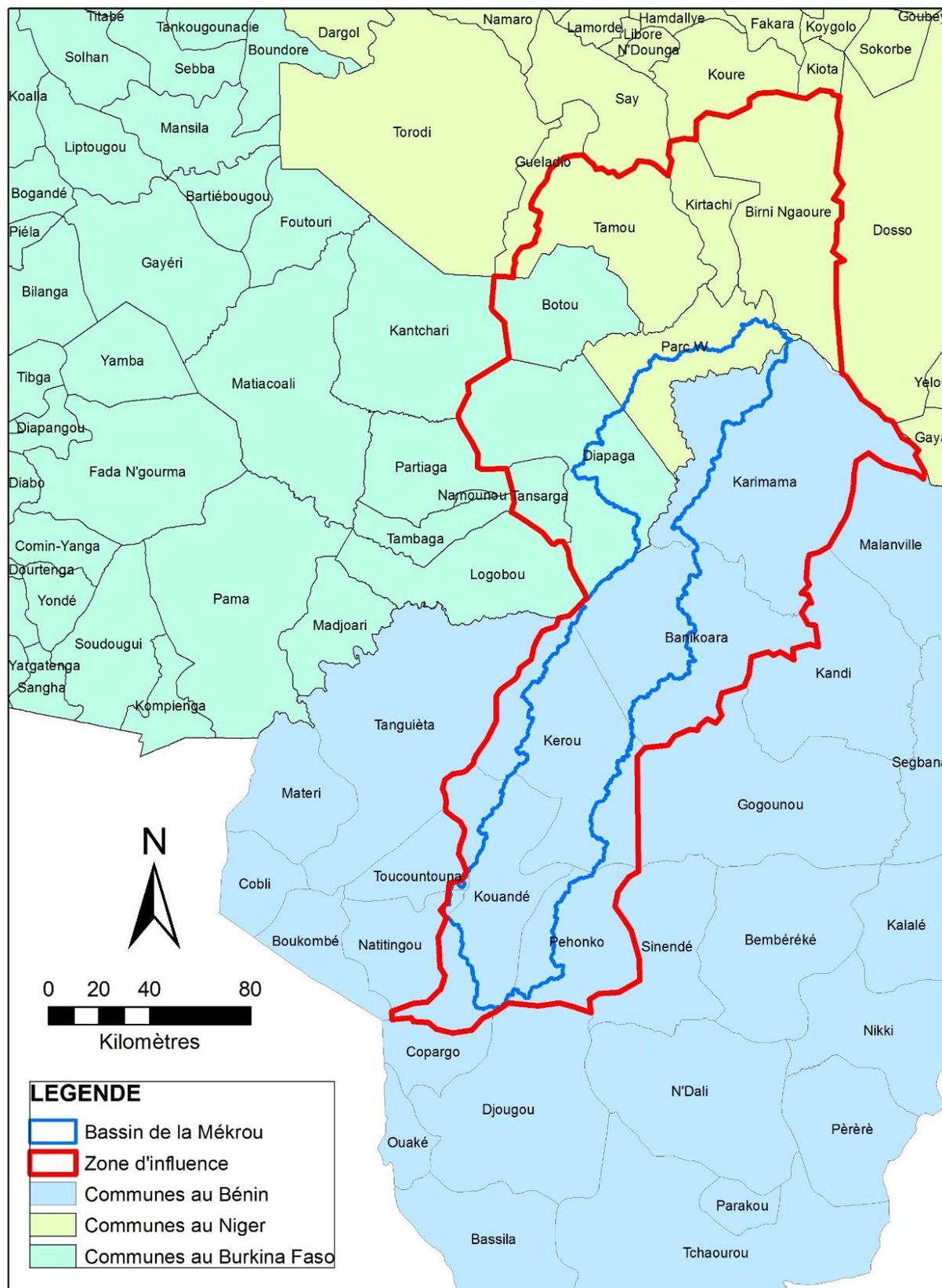
L'étude de la situation de référence est centrée sur le bassin hydrographique de la Mékrou. Toutefois, l'étude tient également compte de l'aire d'influence du bassin. Cette notion d'aire d'influence permet de considérer le bassin non comme une boîte fermée mais plutôt comme un système en interrelation avec le reste du monde. Il s'agit de prendre en compte les zones périphériques dépendant des ressources du bassin ou de leurs retombées, de manière directe ou indirecte.

La définition de cette zone d'influence a également permis de s'appuyer sur les frontières communales et de bénéficier de données plus facilement accessibles.

Les communes comprises dans l'aire d'influence du bassin sont :

- Bénin : Pehonco, Kouandé, Kérou, Banikoara et Karimama ;
- Niger : Parc W, Tamou, Kirtachi et Birni Ngaoure ;
- Burkina Faso : Botou, Diapaga et Tansarga.

Bassin versant de la Mékrou et aire d'influence



D.2. Démographie et contexte socio-culturel

D.2.1. Démographie des communes concernées

Il est important de distinguer les populations vivant dans le périmètre du bassin hydrographique de la Mékrou, de celles vivant dans l'aire d'influence de ce bassin.

a) Populations vivant dans l'aire d'influence du bassin

Les populations de l'aire d'influence du bassin sont plus faciles à déterminer dans la mesure où le découpage correspond aux limites administratives des communes. Le tableau ci-dessous présente les chiffres de recensement et indices démographiques pour les différentes communes étudiées.

Tableau 1. Liste des communes et populations comprises dans l'aire d'influence du bassin (Landsan 2013)

Pays	Commune	Région	Département	Superficie en km ²	Dernier recensement	Source	Tendance	Estimation en 2016	Densité de population
Bénin	Pehonco	-	Atacora	2 120	78 173	INSAE, 2013	3,2%	86 005	41
	Kouandé	-	Atacora	3 336	112 014	INSAE, 2013	3,1%	122 675	37
	Kérou	-	Atacora	4 000	98 315	INSAE, 2013	4,2%	111 180	28
	Banikoara	-	Alibori	4 509	248 621	INSAE, 2013	4,6%	284 313	63
	Karimama	-	Alibori	6 177	66 675	INSAE, 2013	4,9%	76 866	12
Niger	Parc W	Tillabéry	Say	2 540				0	0
	Tamou	Tillabéry	Say	2 930	89 290	INS 2014	3,4%	95 527	33
	Birni Ngaoure	Dosso	Boboye	3 980	52 566	INS 2014	3,4%	56 238	14
	Kirtachi	Tillabéry	Tollo	1 079	34 928	INS 2011	3,4%	39 133	36
Burkina	Botou	Est	Tapoa	1 898	46 959	ISND, 2006	3,8%	68 020	36
	Diapaga	Est	Tapoa	4 055	32 620	ISND, 2006	4,1%	48 965	12
	Tansarga	Est	Tapoa	616	36 065	ISND, 2006	4,6%	56 549	92
TOTAL			37 240			3,9%	1 045 470	34	

La population comprise dans la zone d'étude est estimée en 2016 à 1 006 337 habitants (913.000 habitants selon Landsan 2013) répartis comme suit :

- 681 038 habitants pour le Bénin (68 %)
- 151 764 pour le Niger (18 %)
- 173 353 pour le Burkina Faso (14 %)

En moyenne la densité démographique dans la zone est de 33 habitants au km² pour une superficie totale de 36 161 km².

Par ailleurs, on constate que cette population est en hausse avec une croissance moyenne sur la zone d'étude de 3,8% par an (moyenne des taux de croissance démographiques des communes de l'aire d'influence de la Mékrou)

b) Populations vivant dans le périmètre du bassin

L'approche proposée afin d'estimer plus précisément la population vivant dans le périmètre du bassin hydrographique de la Mékrou consiste à considérer les arrondissements dont au moins les chefs-lieux se situent dans les limites du bassin.

A noter que les parties du Burkina Faso et du Niger ne sont pas habitées car étant comprises dans le périmètre de la réserve du Parc W.

Le tableau ci-dessous présente les chiffres démographiques des arrondissements compris dans le bassin hydrographique de la Mékrou. Les projections de population en 2016 ont été calculées à partir des indices démographiques par communes calculés précédemment.

Tableau 2. Liste des arrondissements compris dans le bassin de la Mékrou (Direction des études démographiques, 2004)

Commune	Arrondissement	Population en 2002	Population en 2016
Karimama	Compa	7 119	13 826
	Monsey	7 605	14 770
Banikoara	Founougo	30 527	57 090
	Goumori	23 286	43 548
	Ounet	11 897	22 249
	Toura	13 110	24 517
Kérou	Banikoara	23 203	43 393
	Kokiborou	3 790	7 088
	Goumarou	10 767	20 136
	Brignamaro	14 751	26 185
Kouandé	Kérou	34 246	60 791
	Koabagou	3 304	5 865
	Firou	10 331	18 339
	Fo-Tance	6 516	9 959
Pehunco	Guilmaro	17 754	27 136
	Kouandé	20 723	31 674
	Birni	12 559	19 196
Pehunco	Oroukayo	15 839	24 209
	Gnemasson	55 082	86 005
	Pehunco	27 101	42 316
TOTAL			569 695

On obtient ainsi une population en 2015 de 569 695 habitants soit une densité démographique de 53,7 habitants par km².

Les cartes ci-dessous illustrent la répartition démographique dans le bassin et l'aire d'influence de la Mékrou.

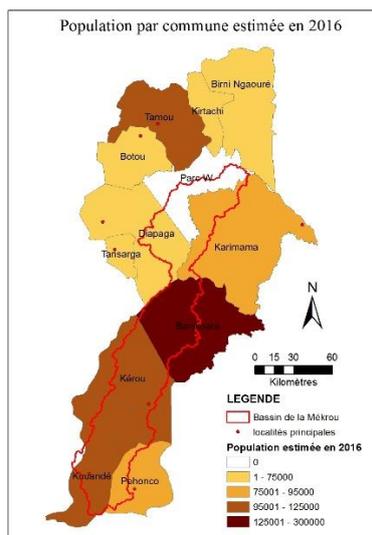


Figure 1. Démographie par commune (Landscan, 2013)

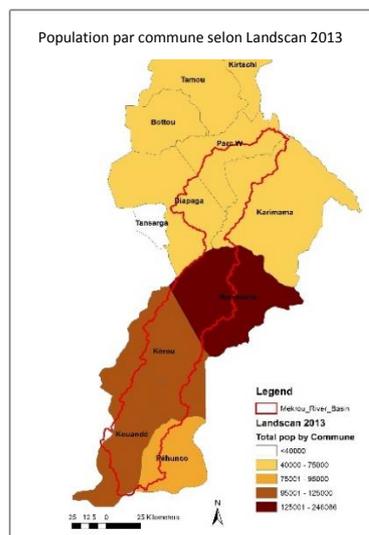


Figure 2. Démographie par communes (Landscan, 2013)

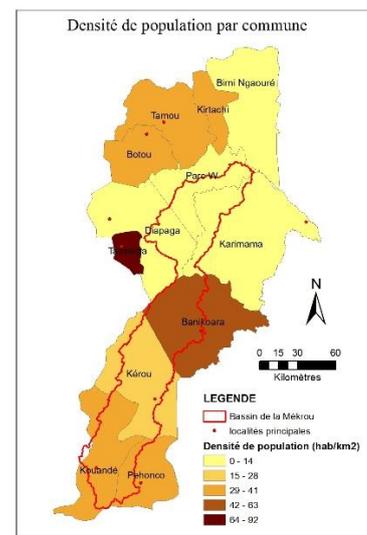


Figure 3. Densité de population par commune (Landscan, 2013)

On constate ainsi que les communes les plus peuplées se situent au Bénin où 3 communes sur 5 ont une population supérieure à 100.000 habitants (Banikoara, Kouandé et Kérou).

La commune située dans le bassin de la Mékrou la plus densément peuplée est celle de Banikoara.

Cette répartition géographique s'explique par le fait qu'au Bénin le climat est moins aride et plus propice à l'agriculture qu'au Niger et au Burkina Faso. D'autres facteurs comme le réseau routier ou la présence d'électricité ont également une influence sur la répartition démographique dans la zone.

D.2.2. Catégories socio-culturelles

a) Les Ethnies

Les ethnies en présence varient en fonction des aires géographiques et du pays.

Au Bénin les ethnies les plus rencontrées sont les Baribas (jusqu'à 52 % dans la commune de Kérou), les Bétamaribè (24 % dans la commune de Kouandé) et les Peuls (22 % dans la commune de Kérou). Les autres ethnies minoritaires au Bénin rencontrés sont les Gourmantchés (9 % à Karimama), les Yoroubas ; Fons, les Djermas et les Mossis.

De manière générale, au Burkina Faso ce sont plutôt les Baribas et les peuls qui dominent, au Bénin, les Gourmantchés tandis qu'au Niger ce sont les Jerma et les Haoussa.

b) Les religions

Les principales religions dans la commune sont le christianisme, l'islam et l'animisme. Cette dernière demeure la plus pratiquée, devant l'islam. Ces communautés religieuses cohabitent de façon pacifique.

D.2.3. Les flux migratoires

De manière générale les communes étudiées sont des communes rurales et présentent un faible indice de développement humain : 0,476 pour le Bénin, 0,388 pour le Burkina Faso, autour de 0,337 pour le Niger (données nationales 2013). Ceci qui a des répercussions sur un fort exode rural vers les

centres urbains avoisinants (par exemple Parakou au Bénin, Niamey au Niger ou Fada N’Gourma au Burkina Faso).

Toutefois, malgré cet exode rural, on observe un autre flux migratoire des communes voisines vers les communes de la zone d’étude, productrices de coton. En effet la culture du coton, très dynamique dans les localités de Diapaga (Burkina Faso), Banikoara ou Kouandé (Bénin) attire beaucoup de travailleurs.

Dans le bassin de la Mékrou, la culture du coton est particulièrement forte au niveau de la tête du bassin (communes de Kouandé, Pehunco et Kérou) et dans la commune de Banikoara.

Par ailleurs, les Peuls, transhumants et de tradition pastoraliste continuent de se déplacer en fonction des saisons. En période sèche, ils se rendent notamment dans les zones de pâturages aux bords de la Mékrou ou du Niger.

L’exploitation du charbon de bois au Burkina Faso a également d’abord contribué à un déplacement des populations au Burkina Faso, avant qu’il soit suspendu ce qui a alors entraîné un nouveau flux en sens inverse.

D.3. Activités économiques et profil socio-économique

D.3.1. Accessibilité de la zone d’étude

De manière générale, le bassin de la Mékrou est une zone enclavée dont peu de chefs lieux de communes sont situés à l’intérieur : seuls Kérou, Kouandé, Banikoara se situent dans le périmètre du bassin de la Mékrou.

L’aire d’influence de la Mékrou intègre les différents chefs lieu périphériques soit Pehunco, Karimama au Bénin, Diapaga, Tansarga et Botou au Burkina Faso, Kirtachi, Birni N’gaoure et Tamou au Niger. Les cartes ci-dessous montrent l’étendue du réseau routier ainsi que l’accessibilité générale dans la zone d’étude.

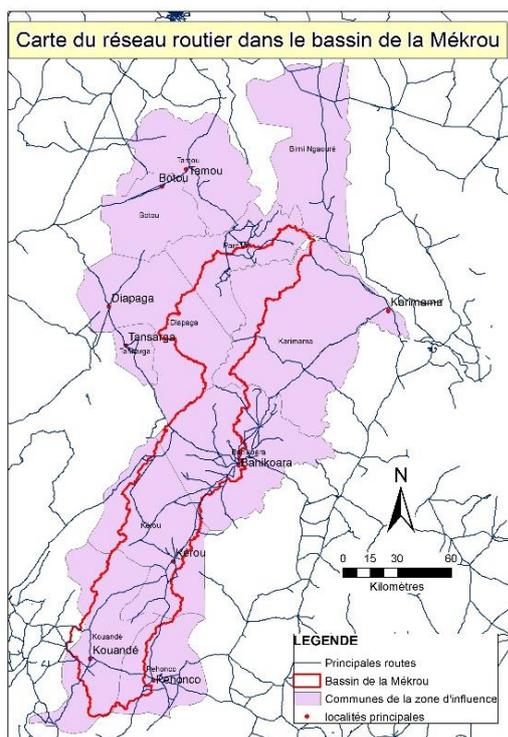


Figure 4. Réseau routier (BD TOPO)

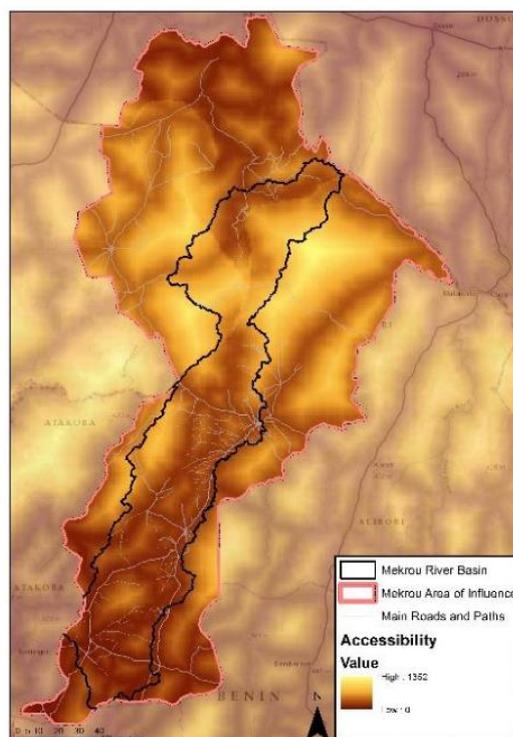


Figure 5. Carte de l'accessibilité (Atlas, JRC, 2016)

Les grandes villes situées dans l'enceinte du bassin sont Kérou (34 246 habitants en 2016), Banikoara (23 203 habitants en 2016) et Kouandé (20 723 habitants en 2016). Les parties burkinabè et nigérienne du bassin sont situées dans le parc du W et ne sont pas habitées.

D'une manière générale, la partie du bassin comprise dans le parc W est la moins accessible.

D.3.2. Profil socio-économique

a) L'agriculture

L'agriculture est l'activité économique prédominante dans la région. Elle contribue à 36 % du PIB National du Bénin, 33,8 % du PIB du Burkina Faso et 42,2 % du PIB du Niger en 2012 (AQUASTAT, 2013). Cependant, aucun des trois pays n'atteint l'autosuffisance alimentaire.

Au Burkina Faso, l'agriculture repose principalement sur une culture pluviale, extensive avec un outillage traditionnel. La majorité des familles paysannes vivent de l'agriculture vivrière, pratiquée sur de petites exploitations. Les cultures de rentes dans la région sont essentiellement le coton, l'arachide, le sésame et le niébé. Les autres spéculations sont le maïs, le mil et le sorgho C

La culture du coton y a été relancée au début des années 1990 après deux décennies d'abandon (INERA, 2009). Avec le Projet de Développement Rural Intégré (PDRI), la culture du coton dans l'est a été affichée comme objectif majeur. Depuis la relance, la culture du coton est en pleine expansion dans la zone. L'exploitation et la commercialisation de la production de coton de la région de l'Est est dévolue à la SOCOMA (Société Cotonnière du Gourma). Les statistiques de MAHRH/DSA (2007) indiquent que 4800ha de coton ont été emblavées dans la région en 2006.

Au Bénin comme au Burkina Faso, sont cultivés des fruits et légumes, ainsi que du maïs, du niébé ou du manioc et du coton selon la répartition suivante :



Figure 6. Répartition des différents types de cultures en 2003 et 2014 dans le département de l'Atacora (Benin) (Enquêtes JRC, 2016)

Les communes du Bénin contenue dans notre zone d'influence appartiennent toutes au bassin cotonnier. D'après les résultats d'enquêtes du JRC, la productivité augmente. Cela s'explique par les surfaces emblavées en coton qui ont augmenté (d'environ 30% en 4 ans à Banikoara par exemple) et par une augmentation du rendement qui passe d'environ 0,6 à 1,2. Il est à noter cependant que les rendements sont tributaires des données climatiques qui peuvent varier grandement d'une année à l'autre.

Tableau 3: Production de coton au Bénin entre 2010 et 2015 (Enquêtes JRC, 2016)

COMMUNES	2010-2011		2011-2012		2012-2013		2013-2014		2014-2015	
	Superf (Ha)	Prod (T)								
BANIKOARA	54 643	34 439	41 000	31 114	62 817	44 248	62 616	62 095	72 001	89 699
KARIMAMA	871	682	1 313	879	2 701	1 396	1512	1013	1401	1050
KEROU	-	11 765	-	20724	27 483	27 483	-	22 409	-	26 036
PEHUNCO	-	3 291	-	4973	12 875	15 452	-	17 101	-	11 299
KOUANDE	-	3 291	-	7735	16 322	17 954	-	12 604	-	11 299

Dans la commune de Banikoara, près de 2 148 km² de terres sont cultivables soit 48% de la superficie totale des terres (source PDC Banikoara) tandis que 15% de la commune sont occupés par le Parc W. A Karimama, le parc occupe les 2/3 de la commune. La surface cultivable s'estime au 1/10 des terres de Karimama et les pâturages occupent une partie importante de l'espace restant. Il y a une forte pression agricole sur les zones protégées.

Au Niger, les communes concernées par notre étude sont recouvertes par le parc W. Cependant, le Niger est également un pays cotonnier et l'expansion des cultures pèsent lourdement sur l'environnement et menace les limites du parc. Le maintien de la biodiversité et de la fertilité des sols n'est pas assuré et les dégradations des ressources naturelles ne sont pas réversibles.

a) L'élevage

Dans les différentes communes du bassin du Mékrou, l'élevage occupe une place très importante. Cette activité pratiquée par la majorité de la population est favorisée par la relative disponibilité des pâturages et des points d'eau surtout en hivernage.

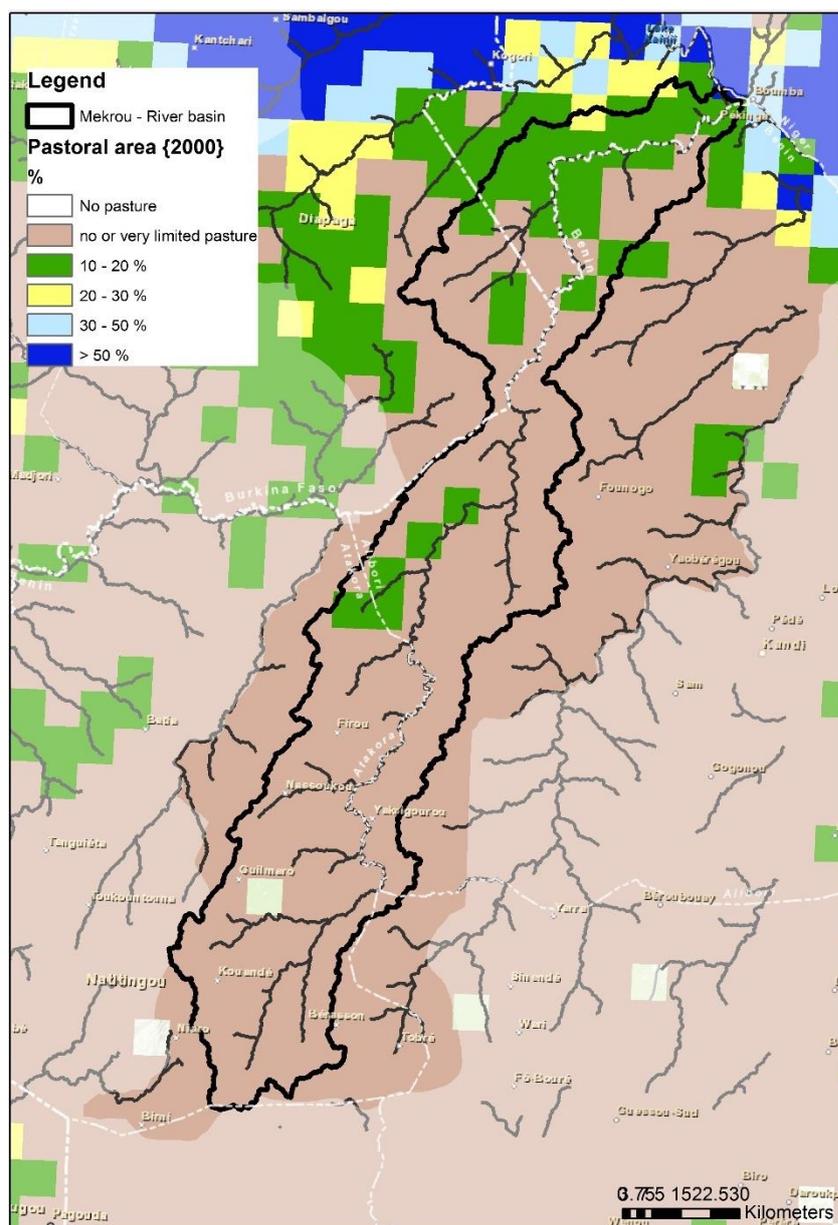


Figure 7: Zone de Paturage à l'échelle du bassin de la Mékrou (Atlas, JRC, 2016)

Les exploitants agricoles de la région de l'Est du Burkina Faso pratiquent l'agriculture et l'élevage de façon plus ou moins intégrée. C'est une zone de transhumance importante pour les animaux du sahel nigérien et burkinabé et les risques de concurrence avec l'agriculture pour le besoin en ressources naturelles sont présents.

Axes de transhumance du cheptel bovin dans l'est du Burkina Faso

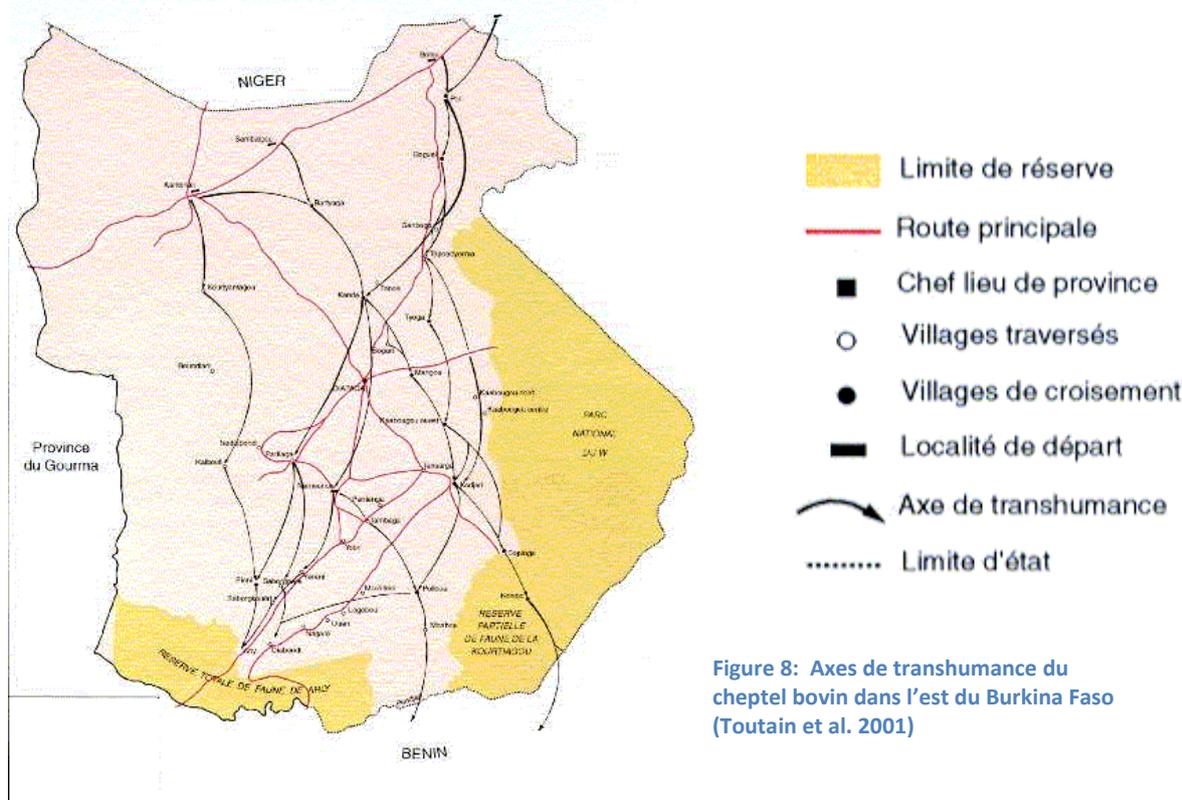


Figure 8: Axes de transhumance du cheptel bovin dans l'est du Burkina Faso (Toutain et al. 2001)

Trois systèmes coexistent dans les communes du Bénin correspondant à notre zone d'étude : l'élevage transhumant avec des bovins ou des chèvres, l'élevage extensif sédentaire (environ 1 bovin, 1 ovin et 1,5 caprin par habitant) et l'élevage fermier pour l'emboûche (GOMGNIMBOU, 2007). Les données d'enquête récoltées par le JRC au Bénin permettent de quantifier les espèces à l'échelle de la zone. On note une forte augmentation du nombre de tête en huit ans, celui-ci passant de 847 682 à 1 218 970.

Tableau 4: Estimation du nombre de tête de bétails en 2006 et 2014 (Enquêtes JRC, 2016)

Commune		Bovins	Ovins	Caprins	Porcins	Volaille	Autres	Total
Banikoara	2006	125 959	44 223	35 860	1 706	175 639	57	383 444
	2014	181 887	63 859	51 783	2 463	253 626	82	553 700
Karimama	2006	32 978	15 934	25 933	347	36 800	235	112 227
	2014	42 621	23 009	37 448	501	53 140	339	157 058
Kérou	2006	65 000	15 000	18 000	6 000	41 000	261	145 261
	2014	93 861	21 660	25 992	8 664	59 205	277	209 659
Kouandé	2006	50 400	22 800	14 200	2 500	34 950	-	124 850
	2014	72 779	32 924	20 505	3 610	50 469	-	180 287
Péhunco	2006	38 500	13 600	4 600	200	25 000	-	81 900
	2014	55 595	19 639	6 642	289	36 101	-	118 266
Mékrou	2006	312 837	111 557	98 593	10 753	313 389	553	847 682
	2014	446 743	161 091	142 370	15 527	452 541	698	1 218 970

b) Le tourisme et le parc du W

Le parc du W occupe 40 % de la surface du bassin et constitue un attrait touristique important.

Toutefois malgré son potentiel, le parc reste encore sous exploité et même si une partie des recettes revient à la population, la crise sécuritaire au Mali et dans la zone sahélienne constitue un frein à son développement. En 2007, le nombre moyen de touristes était de 500 touristes par an.

Le côté béninois de la réserve est géré par le CENAGREF, un office à autonomie financière.

Pour le Bénin, 30% des recettes d'exploitation sont distribués aux AVIGREF ; pour le Niger, 50% sont distribués aux communes. Cependant au Burkina Faso les populations riveraines sont peu associées à l'exploitation de la réserve et ne bénéficient d'à peu près aucune redistribution (source ECOPAS, 2008).

Selon le rapport de l'Ecopas en 2006, il y a un fort potentiel touristique pour le Parc qui dispose de bonnes infrastructures pourrait générer des bénéfices significatifs via un système de tarif d'entrée, de taxation des concessions hôtelières, de taxation des activités des opérateurs touristiques.

Le nombre d'entrées ainsi que les recettes du parc pour les parties Béninoises et Nigériennes sont synthétisées dans les deux tableaux ci-dessous :

Tableau 5. Nombre de visiteurs dans la partie nigérienne du parc W

Année	Nationaux	Etrangers résidents	Etrangers non résidents	Total
2010	86	1003	140	1229
2011	562	114	12	688
2012	462	259	96	817
2013	353	400	45	798
2014	607	492	90	1189
2015	482	500	16	998
Total General	2552	2768	399	5719

Tableau 6. Nombre de visiteurs dans la partie béninoise du parc W

Saison	Nbr expat	Nbr nuits expat	Nbr régionaux/nationaux	Nbr de nuits rég/nat	Riverains	Etudiants/Elèves	Recettes	Observations
2011-2012	91	-	80	-	330	564	1 709 000	
2012-2013	69	-	200	-	549	849	847 000	
2013-2014	37	-	111	-	599	852	510 000	
2014-2015	26	-	38	-	434	377	447 000	

Les recettes potentielles des activités écotouristiques du parc, et leur répartition a été estimée par l'Ecopas en 2006 et est présentée dans les tableaux ci-dessous :

Tableau 7. Grille de répartition des recettes générées par les activités écotouristiques (ECOPAS, 2006)

Catégories	Estimations CFA	PARC		ADMINISTRATION		POPULATIONS	
		%	Prélèvement estimé CFA	%	Prélèvement estimé CFA	%	Prélèvement estimé CFA
Recettes entrées	64.750.000	33,3%	21.583.333	33,3%	21.583.333	33,3%	21.583.333
Concessions hôtellerie	13.280.000	33,3%	4.426.667	33,3%	4.426.667	33,3%	4.426.667
Concessions safari	4.500.000	33,3%	1.500.000	33,3%	1.500.000	33,3%	1.500.000
Total	82.030.000	Total	27.510.000	Total	27.510.000	Total	27.510.000

Par ailleurs, les recettes reversées aux populations seraient réparties de la sorte :

Tableau 8. Recettes du tourisme pour les populations (ECOPAS, 2006)

1	Recettes entrées (33,3% des activités)	21.583.333
2	Concessions hôtelières (33,3% des activités)	4.426.667
3	Concessions safari (33,3% des activités)	1.500.000
4	Emploi du personnel	42.700.000
5	Production de biens	9.000.000
6	Artisanat	3.375.000
	Total CFA	82.585.000

c) La pêche

La pêche est une activité secondaire dans la zone d'étude. Cette activité est pratiquée de manière traditionnelle dans les cours d'eau ou les rétentions.

La pêche est une activité de distraction et de contre saison exercée par la population. A noter que des opérations d'empoisonnement peuvent être organisées localement comme dans la commune de Kouandé (rétention de Fô-Tancé) dans le but de dynamiser l'économie et d'améliorer les conditions nutritionnelles des habitants.

Le tylapia est le poisson d'eau douce le plus pêché dans les rivières et plans d'eau de la zone.

Avec l'essor de la culture du coton, certains pêcheurs utilisent des pesticides pour la pêche (Adjinacou et Onibon, 2004). Cette pratique, désastreuse pour l'homme comme pour l'environnement, est maintenant de plus en plus délaissée.

d) La chasse

On peut distinguer 2 types de chasse pratiqués dans la zone d'étude : (i) la chasse traditionnelle pratiquée par les habitants riverains et (ii) la chasse sportive ou tourisme cynégétique (Malaterre, 2013).

Les activités liées à la chasse contribuent au développement économique et social des communautés les plus pauvres. Le développement de safari de chasse contribue à la stratégie visant à intégrer les zones protégées dans le tissu socio-économique. Cependant, la gestion de la chasse varie grandement d'un pays à l'autre (ECOPAS, 2005).

La période de chasse est ouverte de décembre à mai. Elle est progressivement en déclin par faute de gibier et du fait de la disparition des organisations locales de chasse.

Ainsi le projet ECOPAS a mis en place un réseau de zones de chasse recouvrant près de 3 150 km² ce qui représente 22.5 % de la surface de l'écosystème du W (H. Boulet et al., 2004).

Au Bénin il existe 2 zones de chasse en périphérie immédiate du parc W : zone de chasse de la Mékrou et la zone de chasse de Djona. Au Burkina Faso, ces zones de chasse se situent dans la province de la Tapoa (ECOPAS, 2005)

Les revenus de ces activités de chasse proviennent de la vente de viande, de diverses taxes et de la création d'emplois directs ou indirects liés à cette activité. Si on rajoute à cela les dépenses générées par le tourisme directement ou indirectement liées à l'activité sportive de la chasse, les bénéfices écologiques, économiques et sociaux d'une utilisation adéquate de la zone de chasse sont importants.

D.3.3. Spécificités de chaque commune

Les données ci-dessous sont un aperçu de quelques particularités géographiques ou socio-économiques des communes étudiées. Ces informations proviennent principalement des Plans de Développement Communaux et monographies des communes disponibles en ligne.

Commune de Kouandé (Bénin)

La commune de Kouandé se trouve en tête du bassin. Cette commune a la particularité d'abriter 2 forêts situées dans le bassin de la Mékrou : la forêt de la Mékrou et la forêt des collines de Mandji. Un autre aspect remarquable est l'accès à l'eau potable en 2006 qui était de 82.5 %. De manière générale, l'agriculture reste l'activité prédominante (291.539 ha de surfaces cultivées en 2009 soit 87% de la superficie de la commune), même si les sols sont peu évolués et à tendance ferrugineuse.

Commune de Péhunco (Bénin)

La commune de Péhunco se situe en tête des bassins de la Mékrou et de l'Alibori. 26% seulement de la superficie de la commune est compris dans le bassin de la Mékrou. Des 1900 km² représentant sa superficie, environ 800 km² représentent les terres fertiles. En dehors de la forêt classée de la Mékrou où l'on rencontre des sols fertiles, le reste de la superficie de la commune est fait de sols gravillonnés très peu fertiles (source monographie de Péhunco).

Commune de Kérou (Bénin)

La commune de Kérou est presque intégralement comprise dans le bassin de la Mékrou qu'elle traverse de part en part. Au nord-ouest, la commune s'appuie sur la chaîne de l'Atacora et englobe l'essentiel de la zone cynégétique de l'Atacora, en périphérie du parc de la Pendjari. Comme pour la commune de Péhunco, Kérou se situe dans une pénéplaine qui s'étire dans la ligne de partage des eaux entre les bassins du Niger au nord et celui de l'Atlantique au sud. Kérou abrite également 2 rivières permanentes que sont la Mékrou et l'Alibori.

A Kérou les surfaces cultivées sont estimées à 25.114 ha soit 8,33% de la superficie de la commune en 2000. En 2014, les cultures de rentes occupaient 42 % des terres cultivées de la commune.

Commune de Banikoara (Bénin)

La commune de Banikoara est intégralement comprise dans l'aire d'influence de la Mékrou. Environ 50% de sa superficie est compris dans le bassin hydrographique de la Mékrou.

Le parc W du Niger occupe 15% de l'espace de la commune. 220.000 ha de forêt classée et les 75 Km de cours d'eau constituent un fort potentiel écologique et économique. La culture du coton est plus développée dans la commune de Banikoara où elle est la principale culture de rente de 86% des ménages. La commune de Banikoara est la première commune productrice de coton au Bénin.

Commune de Karimama (Bénin)

Hormis l'accès à la localité de Karimama, on note l'absence de pistes rurales et de routes dans cette commune. Seul le transport fluvial sur le fleuve Niger reste jusque-là prometteur. Le principal problème que rencontre la commune est le manque de terres cultivables : le parc W occupe 2/3 et les pâturages réduisent les terres cultivables à 10 % de la superficie de la commune. A Karimama, 71 % de la population n'a pas accès à l'eau potable. Comme la commune est au bord du fleuve Niger, la pêche occupe un rôle important dans l'économie locale. Karimama est le principal fournisseur de poissons d'eau douce des populations de Kandi, Banikoara et même Parakou.

Commune de Tansarga (Burkina Faso)

La commune de Tansarga n'est pas comprise dans le bassin versant de la Mékrou. L'activité économique principale de la commune est la culture du coton. La production cotonnière est passée de 746 tonnes en 1999 à 3850 tonnes en 2004, soit une augmentation de plus de 500%. Ceci a pour conséquence un exode des communes environnantes vers celle de Tansarga.

Commune de Diapaga (Burkina Faso)

La commune urbaine de Diapaga abrite une partie du parc national du W qui constitue une source importante de ressources fauniques et forestières. Dans la commune il existe trois importants cours d'eau naturels ainsi que de plusieurs bas-fonds aménageables dans chacun des villages. Ces ressources naturelles peuvent être aménagées et exploitées pour la pêche, l'élevage et les cultures de contre saison. La culture du coton est très dynamique à Diapaga et constitue l'activité économique majeure.

Commune de Botou (Burkina Faso)

La commune de Botou, enclavée, est située à la lisière des grandes étendues de réserves de faune. Cette commune n'est pas comprise dans le périmètre du bassin de la Mékrou.

Commune de Tamou (Niger)

La commune de Tamou est une zone peu accessible et dynamique. Cette commune n'est pas comprise dans le bassin de la Mékrou. Toutefois comme cette commune comprend des localités proches du parc W, les interactions avec la commune du parc W sont fortes tant sur les aspects touristiques, d'agriculture, de chasse ou de pâturage.

Commune du Parc W (Niger)

Cette commune est abrite la partie nigérienne du parc W et est essentiellement consacrée à la protection de l'environnement.

Commune de Birni Ngaouré (Niger)

La commune de Birni Ngaouré n'est pas comprise dans le bassin hydrographique de la Mékrou. Comme cette commune comprend des localités proches du parc W, les interactions avec la commune du parc W sont fortes tant sur les aspects touristiques, d'agriculture, de chasse ou de pâturage.

D.4. Reliefs, sols, végétation et faune

D.4.1. Reliefs

Les cartes ci-dessous (Atlas, JRC, 2016) mettent en évidence les reliefs et les pentes dans le bassin de la Mékrou.

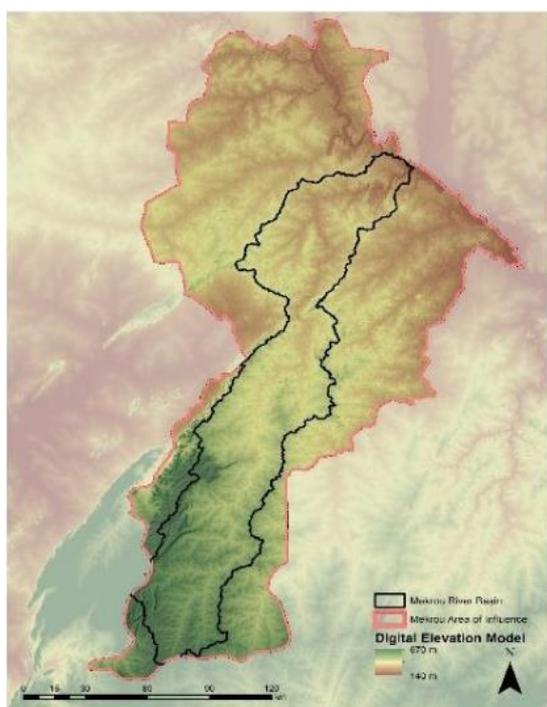


Figure 9 : Modèle numérique de terrain Carte des reliefs issu du SRTM90 (Atlas, JRC, 2016)

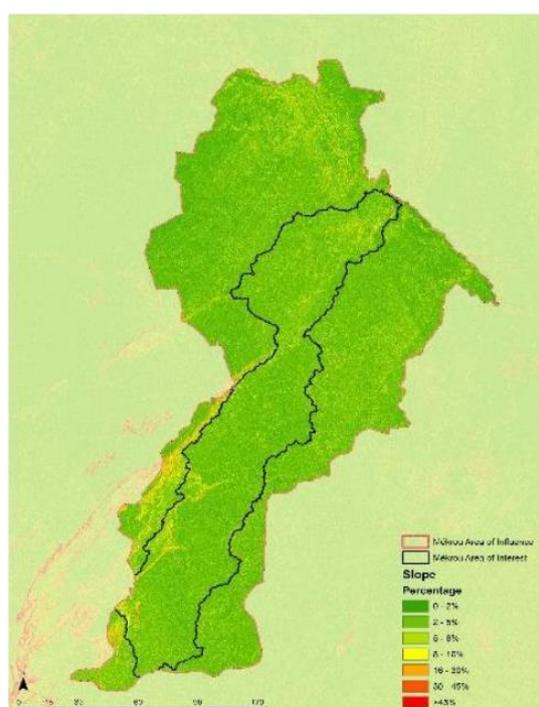


Figure 10 : Carte des pentes déterminée à partir du MNT SRTM90 (Atlas, JRC, 2016)

On constate que malgré les différences de reliefs importantes sur le bassin, de 552 à 171 mNGF, les pentes sont relativement homogènes sur l'ensemble du bassin et sont de l'ordre de 0,1%.

Ceci est confirmé par l'allure très homogène du profil en long de la rivière Mékrou présenté sur le diagramme ci-dessous :

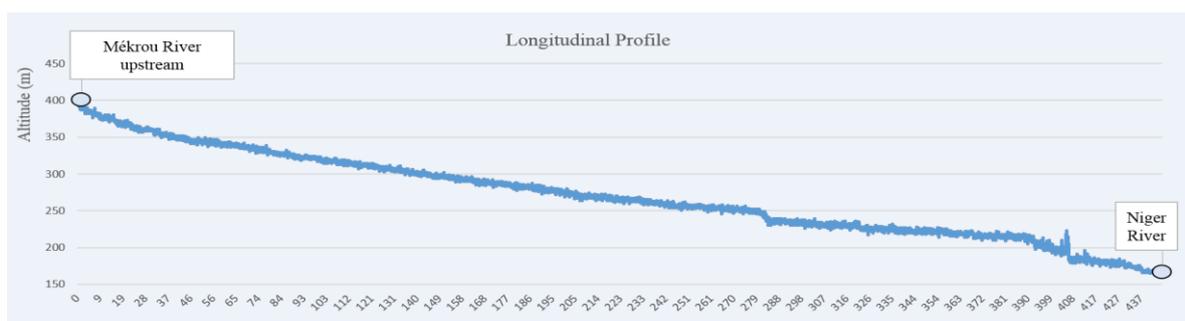


Figure 11: Profil en long de la rivière Mékrou (Atlas, JRC, 2016)

Au Bénin toutefois, les pentes plus importantes sont localisées sur les abords de la chaîne de l'Atacora. Ces pentes ainsi que le couvert végétal dégradé sont des facteurs favorisant l'érosion des sols.

D.4.2. Caractéristiques géomorphologiques du bassin

a) Indice de compacité : coefficient de Gravelius

Le coefficient de Gravelius donne une indication sur la forme du bassin versant et ainsi sur la réponse hydrologique. Celui-ci se calcule de la façon suivante :

$$K_G = 0.28 * \frac{P}{\sqrt{A}}$$

A représente la surface du bassin (km²) et P le périmètre en km

Si K_G est proche de 1, le bassin est de forme quasiment circulaire et donc compact, s'il est supérieur à 1, il est de forme allongée.

Dans le cas du bassin de la Mékrou, nous avons $A=10\ 500\ \text{km}^2$ et $P=1\ 145\ \text{km}$ d'où $K_G = 3.13$

Le bassin a donc une forme allongée très prononcée ce qui favorise des faibles débits de pointe en raison d'un temps de concentration élevé. Les crues sont peu marquées et le risque d'inondation est donc d'autant plus faible.

La valeur de ce coefficient nous permettra de comparer facilement ce bassin avec d'autres, et notamment leurs caractéristiques d'écoulement.

b) Indice de pente global et dénivelée spécifique

L'indice de pente global caractérise le relief du bassin. Il est estimé par l'expression suivante :

$$I_G = \frac{\Delta Z}{L}$$

Où, ΔZ en mètres représente la dénivelée entre les altitudes ayant 5% et 95% de la superficie du bassin versant au-dessus d'elles ;

L, en kilomètres, est la longueur du rectangle équivalent.

L'indice de pente global (I_G) est en mètres par kilomètre

Pour la partie du bassin de la Mékrou nous avons $H_{5\%} = 500\ \text{m}$; $H_{95\%} = 340\ \text{m}$.

La dénivelée D (différence d'altitudes entre $H_{5\%}$ et $H_{95\%}$) devient 160 mètres.

Ainsi l'indice global de pente du bassin est de l'ordre de $I_G = 0,80 \text{ m/Km}$ ce qui

L'indica global de pente permet ensuite de déterminer la dénivelée spécifique

$$Ds = I_G * \sqrt{S}$$

c) S étant la superficie du bassin, nous obtenons $Ds=81\text{m}$ ce qui correspond à un relief modéré (entre 50 et 100m). Courbe hypsométrique

L'hypsogramme et la courbe hypsométrique traduisent la répartition des altitudes à l'intérieur du bassin versant et permettent, en outre, de déterminer les altitudes caractéristiques suivantes :

- altitude moyenne : c'est l'abscisse moyenne de la courbe hypsométrique.

Elle nous permet également de déterminer par la méthode pondérale :

- altitude la plus fréquente : c'est le maximum de la courbe des fréquences altimétriques ou aussi c'est l'altitude de la plus grande surface élémentaire comprise entre deux courbes de niveau successives.
- altitude de fréquence $\frac{1}{2}$: c'est l'altitude correspondant au point d'ordonnée 50% de la courbe hypsométrique.

Le diagramme ci-dessous présente la courbe hypsométrique de la Mékrou et de l'Alibori.

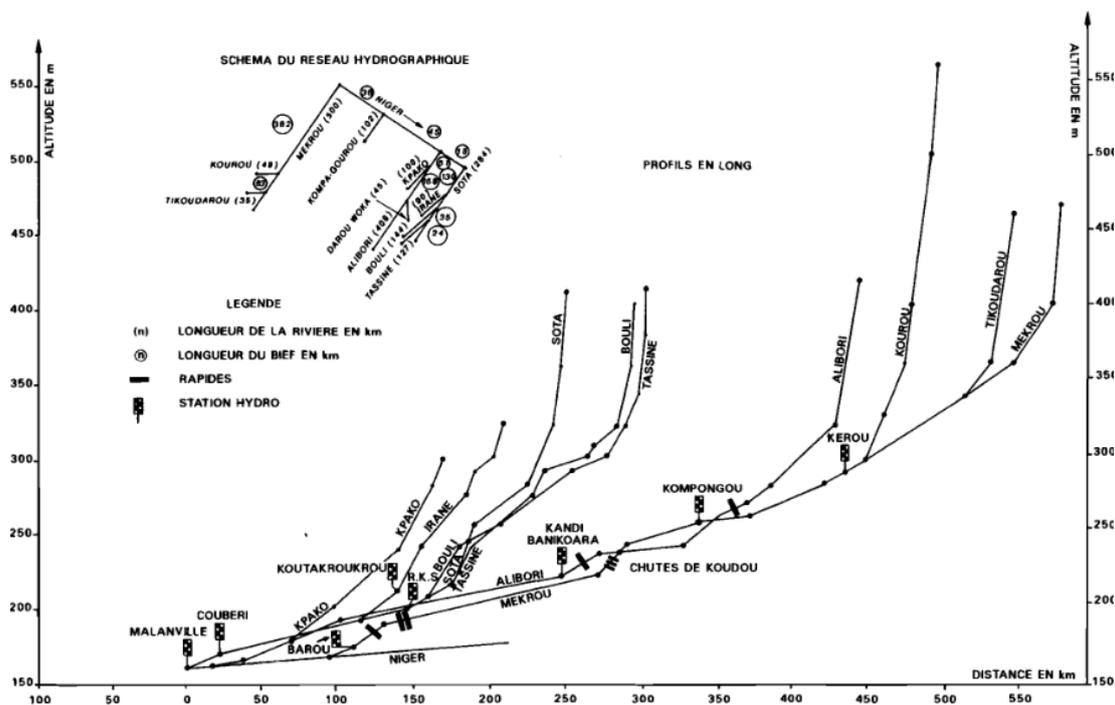


Figure 12: Courbe hypsométrique de la Mékrou et des différents affluents du Niger au Bénin (ORSTOM, 1993)

D.4.3. Sols

Les cartes ci-dessous présentent les différents types de sols et de texture rencontrés sur la zone d'étude.

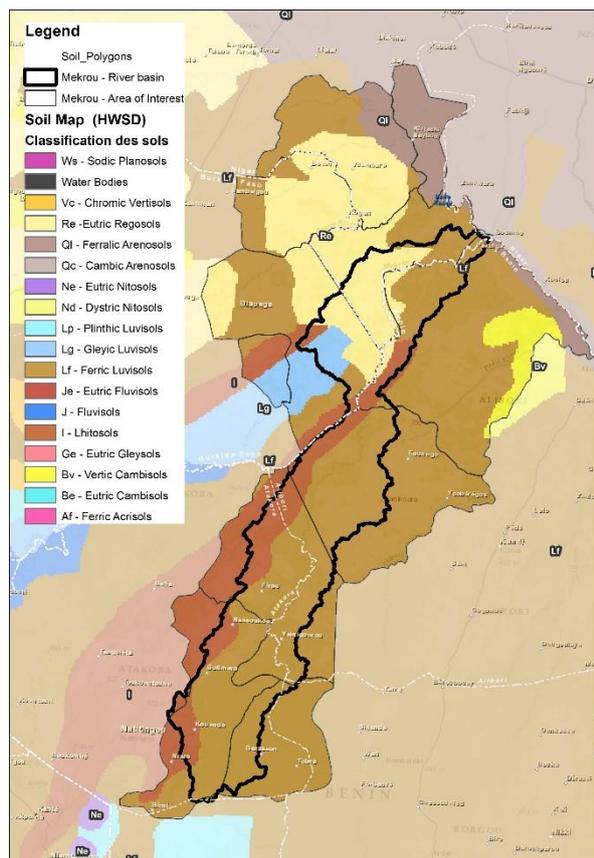


Figure 13: Type de sols rencontrés, Harmonized World Soil Database (Atlas, JRC, 2016)

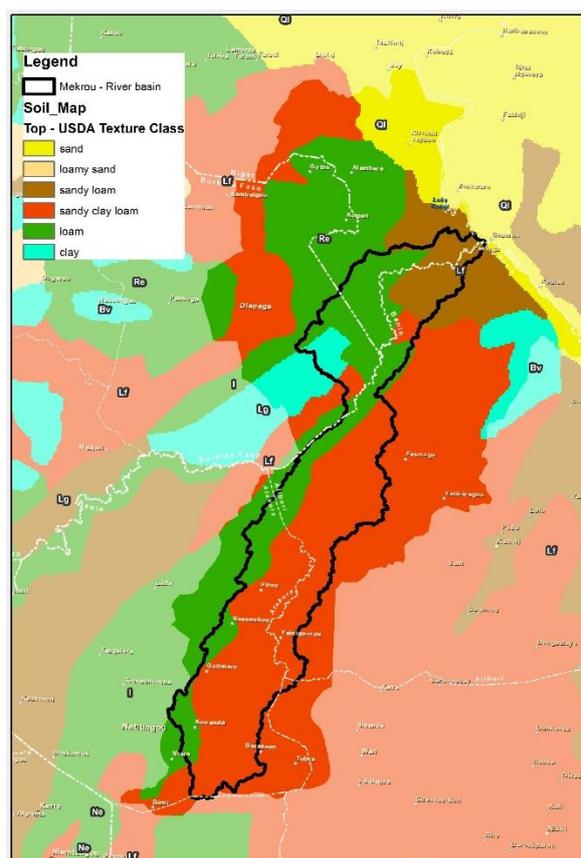


Figure 14: Texture des sols, Harmonized World Soil Database (Atlas, JRC, 2016)

Les principaux types de sols rencontrés dans le bassin sont peu évolués à tendance ferrugineuse, peu lessivés, ferrallitiques et ferrugino-tropicaux. Ces sols sont issus de la dégradation des gneiss et biotites présents sur la majorité de la zone d'étude.

Il existe toutefois dans certaines zones comme à Kérou ou à proximité de la confluence avec le Niger des sols hydromorphes au niveau des zones marécageuses et dans les bas-fonds.

D.4.4. Occupation des sols

L'occupation du sol est principalement constitué de savanes et de forêt. Comme on le voit sur la figure ci-dessous, les zones de cultures sont surtout au nord et à l'est de la zone d'influence et au Sud du bassin du Mékrou.

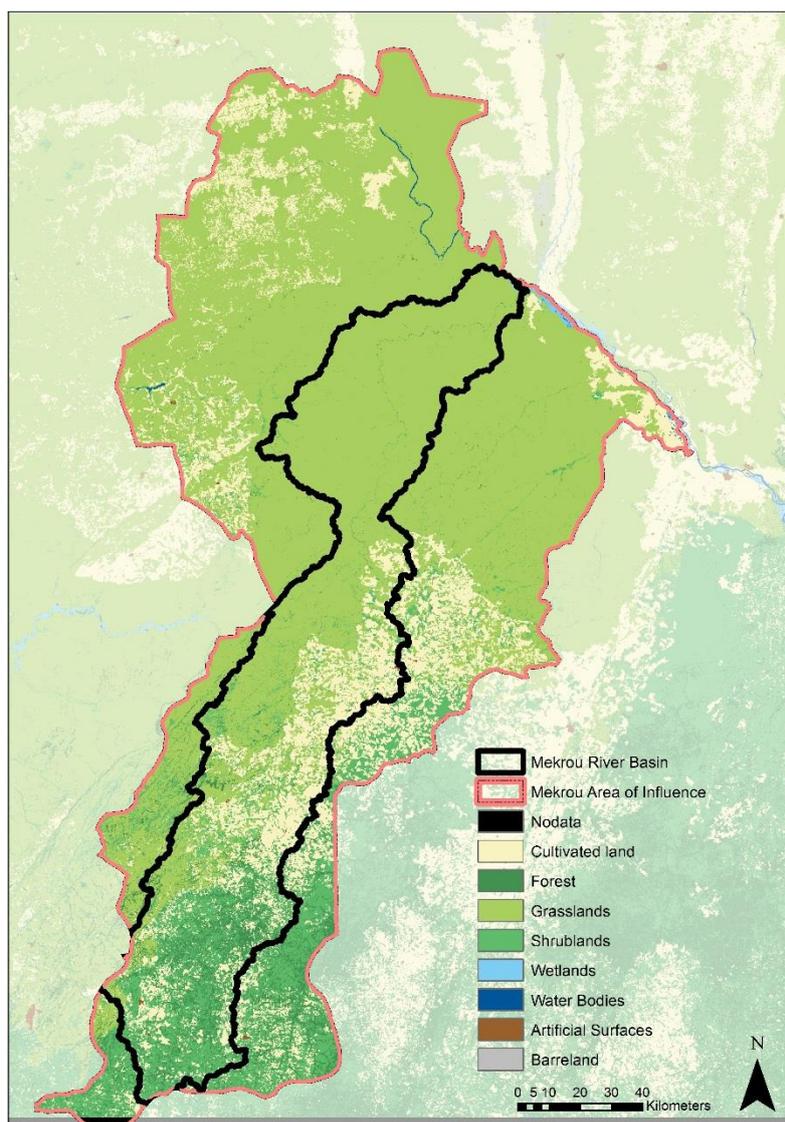


Figure 15: Carte de l'occupation du sol dans le bassin de la Mékrou (Atlas, JRC, 2016)

Le Bénin partage ses frontières au nord avec Le Burkina Faso et le Niger. En 2002, les parcs nationaux du Bénin et du Burkina Faso ont été ajoutés à celui du Niger afin de former la Réserve du Biosphère Transfrontalière du W. Ainsi, le parc national du W situé au nord-est du Bénin a pour fonction d'assurer la diversité biologique et les fonctions écologiques d'aires protégées. Malheureusement les pressions anthropiques s'y font de plus en plus intenses.

Les 2 cartes ci-dessous mettent en évidence la transformation du paysage en 1995 et 2006 avec la diminution des forêts denses au profit des savanes. L'occupation du sol se caractérise donc par une inégale répartition de la végétation humide fortement influencée par des actions anthropiques inégalement réparties au sein du paysage.

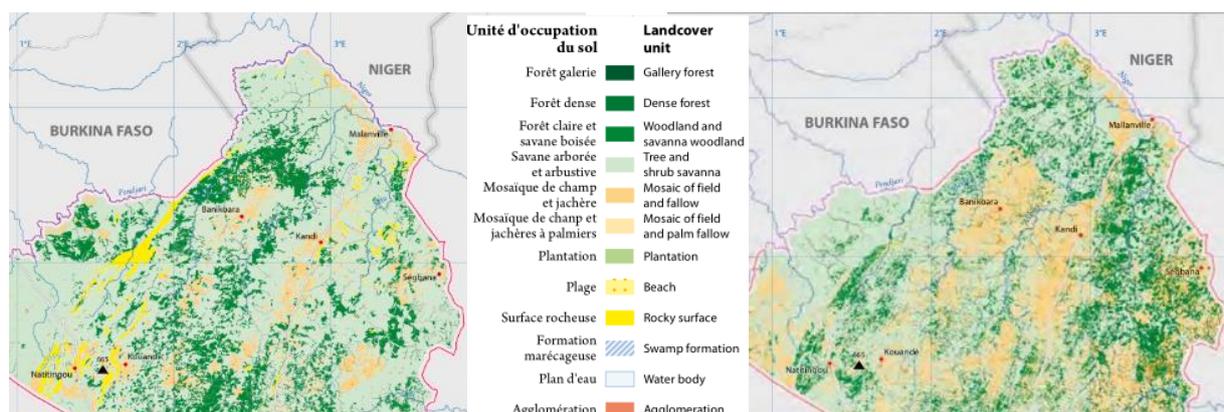


Figure 16: Unités d’occupation des sols au Bénin en 1995 et en 2006 (Université de Frankfurt, 2016)

Le tableau ci-après, la part des différentes occupations de sol dans 3 communes du nord du Bénin illustre l’évolution des paysages et l’anthropisation.

Tableau 9: Occupation des sols en % (Mama et al. 2013)

	1972	1986	2006
Forêts	25.3	13.4	25.3
Savanes	71.7	74.5	71.7
Champs-Jachères	1.6	10.3	1.6
Sols nu-Agglomération	0.2	1.5	0.2
Plantations	1.2	0.3	1.2

D.4.5. Végétation

a) Saisonnalité

Les photos aériennes de la figure ci-dessous montrent l’évolution des variabilités saisonnières en termes de végétation de cette zone africaine relativement aride qui est soumise au régime des moussons durant les mois de juin à septembre ; durant lesquels un couvert végétal important recouvre l’essentiel des terres. La saisonnalité de la zone est donc bien mise en évidence.

L’illustration ci-dessous permet de visualiser les variabilités climatiques saisonnières. On peut se rendre compte de l’aridité du milieu en période sèche et de l’importance du couvert végétal en période de pluie. En effet cette zone relativement aride est soumise au régime des moussons durant les mois de juin à septembre durant lesquels un couvert végétal important recouvre l’essentiel des terres.

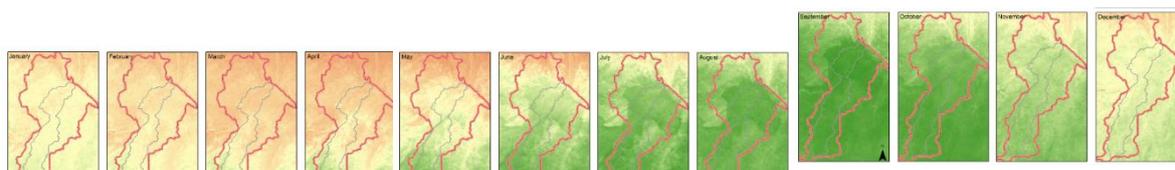
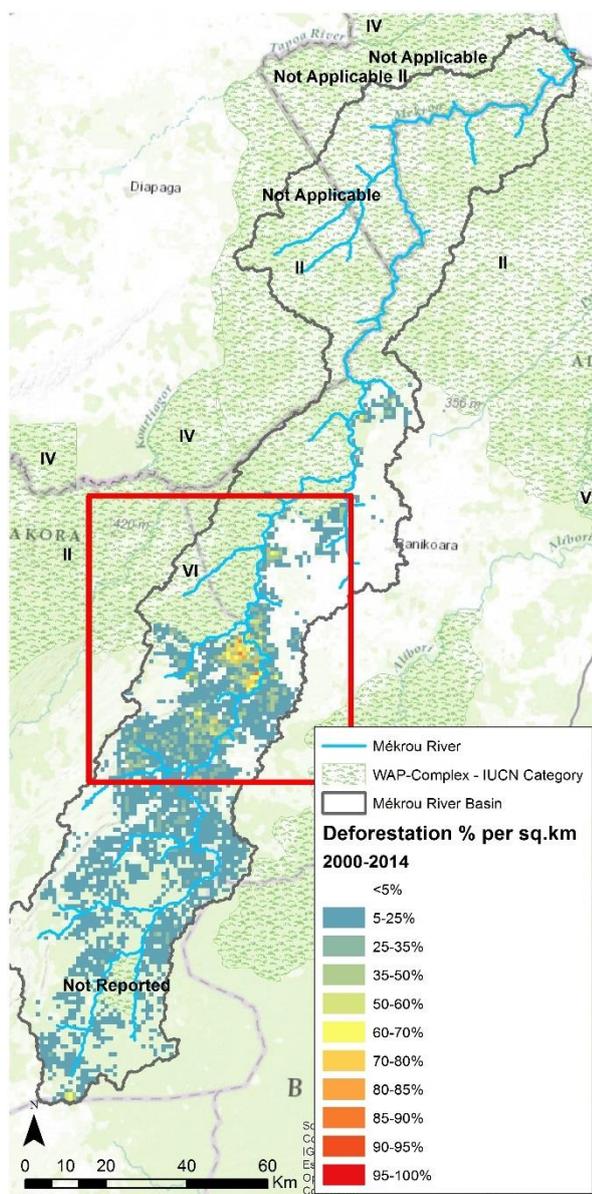


Figure 17: Photos satellite par mois (janvier à décembre) illustrant la saisonnalité dans le bassin de la Mékrou (Atlas, JRC, 2016)

b) Déforestation : feux de forêt et exploitation du charbon de bois



Durant la période sèche, les feux de brousse restent un grave problème pour l’environnement. Par l’aïlleurs, l’exploitation du charbon de bois constitue encore un moteur de déforestation majeur. On voit sur la carte ci-contre, que le Hot spot de déforestation est au niveau du Bénin, au centre du Bassin du Mékrou.

Le diagramme ci-dessous montre l’évolution croissante du phénomène de déforestation dans le bassin de la Mékrou.

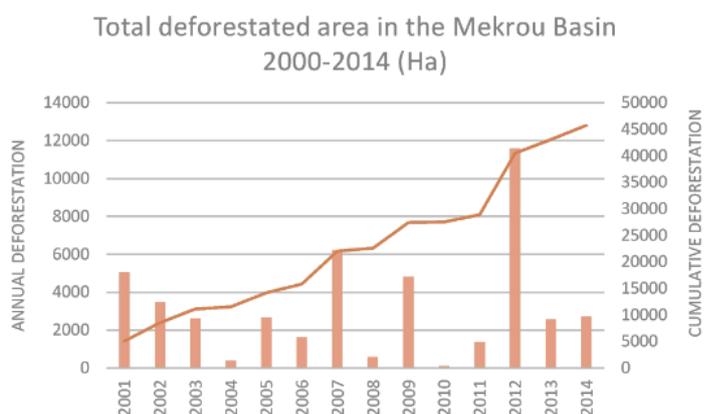


Figure 18: Carte et graphique de la déforestation dans le bassin de la Mékrou (Atlas, JRC, 2016)

c) Zones protégées

Le bassin compte plusieurs zones protégées dont la principale est celle du Parc W qui occupe 4 290 km² soit 40% de la superficie du bassin de la Mékrou.

❖ Parc du W

Cet écosystème, considéré comme le dernier grand bloc de savane de l'Afrique de l'Ouest, est pour l'heure menacé par des pressions anthropiques d'origines diverses : agriculture de rente, transhumance et braconnage.

Le programme régional du parc W/ECOPAS est actif dans les 3 pays qui se partagent le complexe écologique du parc. Le programme a émergé en 2001 suite à une volonté politique des 3 pays et est financé par la Commission Européenne pour une période de 5 ans.

En novembre 2003, l'UNESCO-MAB a pris acte de l'importance patrimoniale du W en lui donnant le statut de Réserve Transfrontalière de Biosphère.

Dans le cadre de la mise en œuvre du Projet de Conservation et d'Utilisation Rationnelle des Aires Protégées Contiguës du Bénin, du Burkina-Faso et du Niger les objectifs suivants sont visés :

- Les populations riveraines et le CENAGREF gèrent les Aires Protégées et participent aux différentes activités,
- Les populations locales et les projets d'appui au CENAGREF réalisent des micro-projets de type PCDI améliorant leur bien-être, leurs revenus et leurs maîtrises des techniques,
- Des solutions durables sont apportées aux problèmes de surpâturage dans toute la région.

Les activités prévues concernent :

1. Le contrôle de la transhumance,
2. Le suivi de la culture du coton,
3. L'organisation et la coordination des réseaux de protection et de surveillance du Parc et de ses zones cynégétiques,
4. Le suivi écologique,
5. Le tourisme dans le Parc,
6. Le tourisme cynégétique dans la ZC de la Djona,
7. La gestion du site à éléphants d'Alfakoara,
8. La sensibilisation/information des populations villageoises riveraines aux concepts de protection et d'utilisation durable des ressources naturelles.

Il ressort de ce programme l'importance de mener des activités d'IEC afin de concrétiser le changement de comportement des communautés en termes de transhumance, d'agriculture, de pêche et de déforestation.

❖ Forêt classée de la Mékrou

La forêt classée de la Mékrou est située dans la commune de Kouandé et occupe 96 km² soit 0.9 % du bassin de la Mékrou. Cette zone a le statut de forêt classée depuis 1950 et est exemptée de tout droit d'usage portant sur son sol forestier. De ce fait, toute installation sans autorisation préalable est interdite sous toutes ses formes. Cette forêt est soumise à un plan d'aménagement participatif 2013-2022 (Direction Générale des Forêts et Ressources Naturelles, 2013)

❖ Forêt des collines de Kouandé

Cette forêt, également dans la commune de Kouandé, est une forêt classée et a une superficie de 22 km² (délimitation à partir de la carte topographique).

❖ Zones cynégétiques

Outre les zones protégées, la zone cynégétique de l'Atacora, en périphérie du parc de la Pendjari, dans le bassin constitue également une réserve contrôlée. Sa superficie est de 831 km² et correspond à 7,8 % du bassin.

La carte ci-dessous montre les délimitations des différentes zones protégées et cynégétiques dans la zone d'étude.

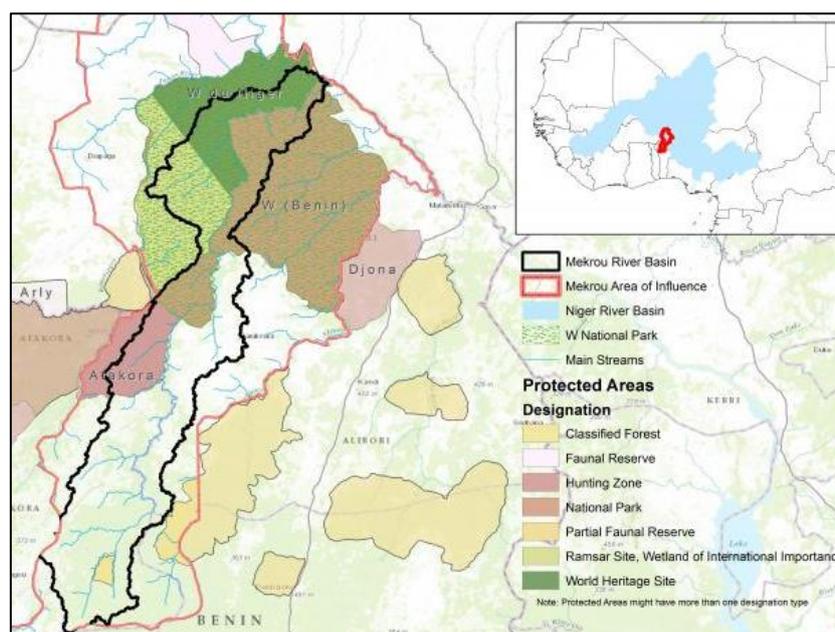


Figure 19: Zones protégées et zones cynégétiques, W Arly Pendjari (Atlas, JRC, 2016)

D.4.6. Faune

La distribution spatiale de la faune sauvage en Afrique se réduit inexorablement d'année en année. Cette raréfaction généralisée est imputable non seulement à l'anthropisation des milieux naturels, mais également au braconnage pratiqué par les populations locales, qui s'intègre dans les réseaux d'approvisionnement des grandes villes.

Le parc est réputé pour ses grands mammifères et notamment : oryctéropes du Cap, babouins, buffles, caracals, guépards, éléphants, hippopotames, léopards, lions, servals et phacochères. Il constitue un abri pour la dernière population connue de *Giraffa camelopardalis peralta*, et un habitat pour quelques-uns parmi les derniers éléphants sauvages d'Afrique occidentale.

Dans les zones humides (plans d'eau et zones d'inondation, notamment du fleuve Niger), on trouve des hippopotames, des lamantins, crocodiles, guibs harnachés, buffles, éléphants, et plus d'une centaine d'espèces de poissons. Dans les forêts-galerie, on trouve des reptiles tels des varans du Nil, des pythons, etc.

Les zones de forêt sèche abritent surtout une faune d'ongulés (céphalophes, hippotragues, damalisques, etc.) à laquelle elles fournissent subsistance et abris.

Les portions couvertes de savane buissonnante, que l'on retrouve surtout sur les sols peu fertiles des plateaux, abritent antilopes, éléphants, girafes, lycaons et guépards.

Le territoire du parc héberge également d'importantes populations d'oiseaux, et particulièrement nombre d'espèces migratrices. Plus de 350 espèces d'oiseaux ont été identifiées dans le parc. Nombreux oiseaux aquatiques dans les zones humides.

À signaler aussi une particularité botanique de la région du W du Niger, à savoir la présence d'importants peuplements de baobabs (*Adansonia digitata*). On les retrouve surtout près de ruines d'anciens villages fortifiés, ce qui pourrait signifier une origine anthropique.

Le parc, dans sa partie Nigérienne, abrite également la limite méridionale de l'extension des plateaux à brousse tigrée du Niger.

E. Cadre de gestion des ressources en eau

Les 3 pays ont en commun un certain nombre de ressources dont le parc W et ont ratifié ensemble plusieurs traités internationaux.

Même si ces pays disposent de leur propre réglementation, certains projets ou institutions tentent de rassembler les acteurs des 3 pays autour de la gestion des ressources en eau.

On peut ainsi citer le programme ECOPAS pour la gestion du parc W ou l’Autorité de Bassin du Niger qui est une organisation intergouvernementale chargée de promouvoir la coopération entre les États membres (Bénin, le Burkina Faso, le Cameroun, la Côte d’Ivoire, la Guinée, le Mali, le Niger, le Nigeria et le Tchad) autour de la gestion des ressources en eau liées au fleuve Niger.

A l’heure actuelle, le projet Mékrou tente également de mettre en place un cadre de concertation à l’échelle des 3 pays pour une meilleure gestion des ressources en eau au bénéfice des populations.

E.1. Textes réglementaires en matière de gestion des ressources en eau

E.1.1. Bénin

Le cadre juridique se rapportant à la protection et à la gestion au Bénin est constitué des textes suivants :

- la nouvelle loi portant gestion de l’eau : le document de l’avant-projet de loi portant gestion de l’eau a été validé et les démarches sont en cours en vue de son adoption et de sa promulgation ;
- la loi n°97-029 du 15 Janvier 1999 portant organisation des communes en République du Bénin ;
- la loi n°97-028 du 15 Janvier 1999 portant organisation de l’administration territoriale de la République du Bénin ;
- la loi n°98-030 du 12 Février 1998 portant Loi-cadre sur l’environnement en République du Bénin ;
- la loi n° 93-009 du 2 juillet 1993 portant régime des forêts en République du Bénin,
- la loi n°91-004 du 11 Février 1991 portant réglementation phytosanitaire en République du Bénin ;
- la loi n°87-15 du 21 Septembre 1987 portant Code de l’Hygiène Publique ;
- la loi n°87-013 du 21 Septembre 1987 portant réglementation de la vaine pâture, de la garde des animaux domestiques et de la transhumance

Par ailleurs, sur le plan des accords et conventions ratifiées, on peut citer :

- la Convention Cadre des Nations Unies sur les Changements Climatiques,

- la Convention des Nations Unies pour la Lutte Contre la Désertification,
- la Convention d'Abidjan relative à la coopération en matière de protection et de mise en valeur du milieu marin et de la zone côtière et marine,
- la Convention de Ramsar sur la gestion des zones humides,
- la Convention de Bamako sur la gestion efficace des déchets dangereux et le contrôle trans-frontalier de leurs mouvements,
- la Convention de Vienne sur les gaz à effet de serre,
- le Protocole de Montréal sur les substances qui appauvrissent la couche d'ozone,
- la Convention sur la diversité biologique,
- la Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants,
- la Convention de Rotterdam sur la procédure d'information et de consentement préalable en connaissance de cause, applicable à certains produits chimiques et pesticides dangereux qui font l'objet d'un commerce international,
- la Convention de Bâle sur le contrôle des mouvements transfrontaliers des déchets dangereux et autres déchets et leur élimination.

E.1.2. Niger

a) Le Code de l'Eau

Le texte de base actuel relatif à la gestion des ressources en eau est l'ordonnance n°2010-09 du 1er avril 2010 portant Code de l'eau complété par différents textes d'application.

L'objet et le champ d'application du code de l'eau portent sur :

- La gestion des ressources en eau,
- La gestion des services publics d'alimentation en eau potable,
- Les aménagements hydro-agricoles.

Cette loi détermine les modalités de gestion des ressources en eau et 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.

Dans le cadre de la mise en application du Code de l'eau, 10 textes réglementaires prioritaires ont été élaborés et adoptés :

- Décret n°2006-032/PRN/MHE/LCD du 03 février 2006, portant création, attributions, composition, organisation et fonctionnement de la Commission Nationale de l'Eau et de l'Assainissement (CNEA), modifiée et complétée par décret n° 2011-623/PRN/MH/E du 02 décembre 2011,
- Décret n°2011-404/PRN/MH/E du 31 Août 2011, déterminant la nomenclature des aménagements, installations, ouvrages, travaux et activités soumis à déclaration, autorisation et concession d'utilisation de l'eau,
- Décret n°2011-405/PRN/MH/E du 31 août 2011, fixant les modalités et les procédures de déclaration, d'autorisation et de concession d'utilisation d'eau,

- Arrêté n°0114/MEE/LCD/SG/DL du 13 octobre 2010, fixant les montants des contributions financières des populations bénéficiaires de la réalisation et/ou de la réhabilitation d'installation et points d'eau publics dans le domaine de l'Hydraulique Rurale,
- Arrêté n°0115/MEE/LCD/SG/DL du 15 octobre 2010, portant adoption du Guide des Services d'Alimentation en Eau Potable au Niger dans le domaine de l'Hydraulique Rurale,
- Arrêté n° 0116/MEE/LCD/DGH/DL du 15 octobre 2010, fixant les modalités d'organisation, de gestion, de suivi et du contrôle du service public d'approvisionnement en eau potable des populations et du cheptel dans le domaine de l'hydraulique rurale au Niger,
- Arrêté n°0119/MEE/LCD/DGH/DL du 18 octobre 2010, portant approbation du Contrat Type de prestations intellectuelles pour l'Appui Conseil et le Suivi du Service Public de l'Eau entre la Commune et les Structures d'Appui Conseil du Service Public de l'eau (SAC/SPE),
- Arrêté n°0120/MEE/LCD/SG/DL du 18 octobre 2010, portant approbation du Dossier Type de consultation des entreprises pour la délégation de service public de l'eau de type affermage,
- Arrêté n°0121/MEE/LCD/DGH/DL du 18 octobre 2010, déterminant les modalités et procédures de création des Associations des Usagers du Service Public de l'Eau (AUSPE) et des Comités de Gestion des Points d'Eau (CGPE),
- Arrêté n°0122/MEE/LCD/DGH/DL du 18 octobre 2010, déterminant les conditions d'exercice de la gestion communautaire des points d'eau dans le sous-secteur de l'hydraulique rurale.

b) Autres textes du secteur de l'eau

Selon les usages, d'autres textes peuvent être concernés :

- La loi n°60-28 du 25 mai 1960 fixant les règles de mise en valeur et de gestion des aménagements agricoles réalisés par la puissance publique,
- Le Décret n°69-149/MER/CGD du 19 octobre 1969 porte application de la loi n°60-28 du 25 Mai 1960 fixant les règles de mise en valeur et de gestion des aménagements agricoles réalisés par la puissance publique,
- La loi n°2000-12 du 14 août 2000, portant réorganisation de l'activité de production, de transport et de distribution de l'eau dans le sous-secteur de l'hydraulique urbaine, modifiée et complétée par l'ordonnance n°2010-091 du 23 décembre 2010.

E.1.3. Burkina Faso

a) Les textes réglementaires

Au Burkina Faso, les grands principes de la gestion des ressources en eau sont régis par la constitution et les conventions internationales tandis que le droit de l'eau burkinabé se fonde sur la loi d'orientation relative à la gestion de l'eau du 08 février 2001 qui fixe les conditions de mobilisation et d'utilisation de l'eau au Burkina Faso.

Il faut ajouter à ces textes fondamentaux, les dispositions issues des quatre codes promulgués en 1994 et 1997 qui abordent directement ou indirectement les problèmes d'eau; il s'agit (i) du code de l'environnement, (ii) du code forestier, (iii) du code minier, (iv) du code de la santé publique, (v) et de la RAF.

Il faut par ailleurs également mentionner, le document de « Politique et stratégies en matière d'eau » qui a été adopté par décret en 1998.

Concernant les eaux souterraines il existe une réglementation particulière mais dont les dispositions juridiques destinées à leur protection sont prises dans le cadre du code de l'environnement (études et notices d'impact, normes de rejets) et la loi sur l'eau avec les périmètres de protection et les infrastructures soumises à autorisation ou à déclaration.

E.2. Cadre institutionnel en matière de gestion des ressources en eau

E.2.1. Bénin

Le rôle central est joué par quatre ministères-clés à savoir :

1) le Ministère des Mines de l'Energie et de l'Eau (MMEE) / l'ancien ministère des Mines de l'Energie et de l'Hydraulique (MMEH) à travers :

- la Direction Générale de l'Hydraulique (DGH) et ses directions techniques. Créée par l'arrêté 2007-18 MERPMEDER/DC/SGM/CTJ/CTREau/DGEau/SA du 19 février 2007, la Direction Générale de l'Eau a pour mission d'assurer la gestion des ressources en eau sur toute l'étendue du territoire national, de définir les orientations stratégiques nationales en matière d'approvisionnement en eau potable et d'assainissement des eaux usées et de veiller à leur mise en œuvre en collaboration avec les autres acteurs concernés.
- le Secrétariat technique pour la promotion et la coordination de la gestion intégrée des ressources en eau (STPC-GIRE)
- les services déconcentrés du MMEH au niveau départemental : Services Hydraulique des Directions Départementales des Mines de l'Energie et de l'Hydraulique (DDMEH)
- la tutelle exercée par le MMEH sur la Société Nationale des Eaux du Bénin (SONEB).

2) le Ministère de l'Agriculture de l'Elevage et de la Pêche (MAEP) à travers :

- la Direction du Génie Rural (DGR) : ses rôles dans le secteur de l'eau sont spécifiquement liés à la maîtrise de l'eau, des aménagements hydro agricoles et hydro pastoraux
- la Direction des Pêches (DP) : avec des rôles d'Information d'Education et de Communication (IEC) et de formation des comités de pêches
- la Direction de l'Elevage (DE) : intervient dans la gestion des ressources en eau
- la Direction des Forêts et Ressources Naturelles (DFRN) : avec rôles dans la gestion des ressources naturelles et également des ressources en eau
- le Centre Régional de Promotion Agricole (CeRPA)/ ex-Centre d'Action Régional pour le Développement Rural (CARDER) : intervient dans la gestion des ressources en eau à travers le Service d'Aménagement et d'Equipement Rural (SAER) de la Direction de l'Aménagement et de la Gestion des Ressources Naturelles (DAGRN)

- le Centre National de Gestion des Réserves et de la Faune (CENAGREF) : intervient dans la protection des ressources naturelles y compris de l'eau dans les parcs et leur utilisation durable.

3) Le ministère de l'Environnement et la Protection de la Nature (MEPN)/ Ex-ministère de l'Environnement de l'Habitat et de l'Urbanisme (MEHU) à travers :

- la Direction de l'Environnement (DE) et l'Agence Béninoise de l'Environnement (ABE) pour les aspects directement liés à l'environnement : réglementation, études d'impacts, changements climatiques, désertification, biodiversité, Convention de Ramsar, police environnementale
- la Délégation à l'Aménagement du Territoire (DAT), la Direction de l'Urbanisme et de l'Assainissement (DUA), l'Institut Géographique National (IGN) pour les aspects liés à l'occupation de l'espace, au foncier, à l'élaboration et à la mise en oeuvre de schémas d'aménagement. Ces derniers doivent être adaptés aux réalités de chaque région du pays

4) Le ministère de la Santé publique : à travers la Direction de l'Hygiène et de l'Assainissement de base (DHAB) et la Police sanitaire qui assurent l'application de la politique sanitaire (promotion de l'hygiène et de l'assainissement de base).

D'autres ministères peuvent également être impliqués par le biais de leurs services techniques. On peut citer :

- le ministère chargé des transports à travers l'Agence pour la Sécurité et la Navigation Aérienne (ASECNA) pour la collecte des données agrométéorologiques
- le ministère chargé du tourisme à travers la Direction du Tourisme et de l'Hôtellerie, joue un rôle dans la gestion des plans d'eau à caractère touristique
- le ministère chargé du plan à travers son rôle de fer de lance du développement socio-économique du pays et de centralisation d'analyse perspective
- le ministère chargé de la recherche : les Universités de Parakou et d'Abomey-Calavi, les structures de recherche, et les centres de formations.

Toutes ces institutions reconnaissent la nécessité d'une coordination des actions des intervenants dans le secteur Eau. De même, il convient d'ajouter à ces structures étatiques :

- Les collectivités locales auxquelles les lois sur la décentralisation transfèrent un certain nombre de compétences liées à la gestion de l'eau,
- Le secteur privé,
- Les ONG,
- La société civile,
- Les partenaires au développement,
- Les comités de gestion des points d'eau et de AUE.

E.2.2. Niger

Les dispositions législatives et réglementaires en vigueur au Niger, structurent le SPE autour des principales fonctions suivantes :

- La fonction de maîtrise d'ouvrage (commune),
- La fonction de gestion et d'exploitation (délégataires),
- La fonction de contrôle et de régulation (Etat),
- La fonction de Suivi technique et financier (SAC/SPE),
- La fonction de représentation des usagers(AUSPE).

De manière générale, ces textes affirment le principe de la « Maîtrise d'ouvrage communale » (article 61 du code de l'eau, article 165 du CGCT). La répartition des fonctions entre l'Etat et les communes se présentent de la façon suivante :

Tableau 10: Le principe de la maîtrise d'ouvrage communale (CGCT, 2014)

Etat	Communes
Contrôle et Régulation du secteur de l'eau	- Planification
Mobilisation des financements du secteur	- Financement des investissements
Exercice de la tutelle des collectivités territoriales	- Propriété des ouvrages et installations
	- Délégation du SPE
	- Suivi de la délégation du Service Public

E.2.3. Burkina Faso

Le Ministère de l'Agriculture, de l'Hydraulique et des ressources Halieutiques est l'autorité responsable de l'eau potable et l'assainissement au Burkina Faso. Les responsabilités sont divisées entre la Direction Générale des Ressources en Eau et la Direction générale des excréta de l'assainissement et des eaux usées pour les communes rurales et semi-urbaines de moins de 10,000 habitants.

De nos jours, le cadre institutionnel du secteur de l'eau du Burkina Faso se caractérise par le rôle central du Ministère de l'Agriculture, de l'Hydraulique et des Ressources halieutiques (MAHRH) et par l'intervention dans le secteur d'un grand nombre d'autres opérateurs publics. Les autres ministères concernés par l'eau sous l'une ou l'autre de ses formes ou de ses utilisations, sont nombreux : économie et finances ; affaires étrangères ; justice ; administration du territoire ; commerce, industrie et artisanat ; énergie et mines ; enseignements secondaire, supérieur et recherche scientifique ; enseignement de base; travaux publics, habitat et urbanisme ; ressources animales ; environnement et cadre de vie ; santé ; transports et tourisme ; affaires sociales et famille.

La tutelle du secteur de l'eau est assurée depuis juin 2002 par le Ministère de l'Agriculture, de l'Hydraulique et des Ressources halieutiques (MAHRH). L'administration centrale de l'eau est représentée par deux directions générales qui sont la Direction Générale des Ressources en Eau en charge de la gestion des ressources en eau du pays et la Direction Générale du Génie rural.

L'administration déconcentrée du secteur de l'eau est intégrée dans les Directions Régionales de l'Agriculture, de l'Hydraulique et des Ressources halieutiques (DRAHRH) qui sont au nombre de treize (13.). En plus des administrations centrales et déconcentrées, la mise en œuvre de la politique nationale de l'eau est assurée par une société d'Etat (ONEA) pour l'approvisionnement en eau potable et l'assainissement des villes, et trois établissements publics à caractère administratif qui

sont : le Fonds de l'Eau et de l'Équipement Rural (FEER), l'Autorité de Mise en Valeur du Sourou (AMVS) et la Maîtrise d'Ouvrage de Bagré (MOB).

Au titre des instances importantes du cadre institutionnel des ressources en eau, il faut citer le Comité technique de l'eau (CTE) et le Conseil National de l'Eau (CNEau). Le Comité technique de l'eau, créé par la loi n°14/96/ADP du 26 mai 1996 portant réorganisation agraire et foncière (RAF) au Burkina Faso, est un cadre de coordination administrative et d'harmonisation des politiques en matière d'eau des différents départements ministériels. Il est chargé de proposer au gouvernement les options fondamentales d'aménagement des ressources en eau.

Quant au Conseil national de l'eau (CNEau), créé par décret n°2002-539/PRES/PM/MAHRH du 27 novembre 2002 et installé en décembre 2003, il est un cadre de concertation nationale regroupant les acteurs de l'eau (Etat, collectivités locales, usagers de l'eau) et consulté sur les orientations fondamentales de la politique de l'eau, la planification et la réglementation des ressources en eau, et tous les projets d'envergure ayant une incidence sur les ressources en eau.

On notera aussi l'importance croissante des collectivités locales (les communes) et la déconcentration de l'administration au niveau des régions, des provinces et, pour certains services, des départements administratifs.

Le cadre organisationnel est caractérisé par de fréquents changements de structures et leurs attributions à tous les niveaux conduisant parfois à la perte de l'information, à la diminution des capacités et aux déficits d'information des administrés sur les missions de leur administration publique.

Organisations issues de la loi sur l'eau

Les structures de Gestion prévues par la Loi n°2-2001/AN du 8 février 2001 en son article 20 à partir de décrets sont à l'initiative du gouvernement. Ainsi, suivant le PAGIRE les structure de gestion des ressources en eau sont (i) le Conseil national de l'eau, organe consultatif réunissant tous les acteurs nationaux, (ii) le Comité technique de l'eau qui est un cadre de concertation interministérielle au niveau national et le Comité inter- services sur l'eau qui est son pendant à l'échelle régionale. Au niveau des bassins hydrographiques, les structures de gestion prévus sont (i) l'agence de bassin, (ii) le comité de gestion de bassin, (iii) le comité local de l'eau. Le conseil national de l'eau et le comité technique de l'eau sont déjà fonctionnels depuis décembre 2003, pendant que les CLE sont en cours d'établissement dans les bassins hydrographiques du pays.

E.3. Politiques et stratégies

E.3.1. Les Instruments Sous Régionaux

Sur le plan régional et international, le CILSS rassemble 13 états ouest africains et agit dans le domaine de la sécurité alimentaire sur des aspects de gouvernance, de formation, de communication de l'information et de recherche-action. Le centre régional Agrhymet, qui est un acteur important du projet Mékrou dans le cadre de la création du système d'information des ressources en eau du bassin de la Mékrou, est un partenaire fort de cette institution et est spécialisé en particulier sur les problématiques hydrologiques.

Par ailleurs, nous pouvons signaler la politique agricole de l'Union (PAU) de l'UEMOA adoptée en décembre 2001, le Plan d'Action Régionale de la Gestion Intégrée des Ressources en Eau (PAR/GIRE) de la CEDEAO et le Programme Détaillé pour le Développement de l'Agriculture Africaine (PDDAA, volet agricole du NEPAD) adopté par le sommet de l'Union Africaine de Maputo en Juillet 2003. On peut également citer le Document de Politique des ressources en eau de l'Afrique de l'Ouest adopté par la CEDEAO en 2008 et Décision A/DEC.5/12/01 du 21 décembre 2001 portant création du Cadre Permanent de Coordination et de Suivi de la Gestion Intégrée des Ressources en Eau en Afrique de l'Ouest (CPCS/GIRE/AO).

E.3.2. Politique et stratégie au Bénin

a) La Stratégie de Croissance et de Réduction de la Pauvreté (SCRIP)

Au niveau national, les différents documents de politiques et stratégies portant sur les ressources naturelles et en particulier sur l'eau s'inspirent d'une part de ces orientations internationales et régionales et, d'autre part, des orientations contenues dans la Stratégie de Croissance et de Réduction de la Pauvreté (SCRIP).

Les résultats de l'étude sur la stratégie nationale de gestion des ressources en eau au Bénin réalisée de 1996 à 1997 et internalisée en 1998 et des études prospectives ont indiqué l'importance de l'eau dans les enjeux de l'humanité au 21ème siècle après la croissance démographique. En vue d'assurer la gestion durable des ressources du pays, le Gouvernement béninois s'est engagé dans le processus de planification et de mise en œuvre de la gestion intégrée des ressources en eau (GIRE) par sa déclaration de Kouhounou (1998). La stratégie proposée à l'issue de cette étude est basée sur une vision globale et intégrée de gestion des ressources en eau à l'horizon 2025. Sont abordés les aspects de gouvernance, d'amélioration des connaissances des ressources en eau, de diffusion de l'information...

Parmi les actions préconisées, figurent

- l'adoption d'un document de politique nationale de l'eau dont le but est de réorganiser la gouvernance de l'eau à l'échelle nationale,
- l'adoption d'un nouveau Code de l'eau,
- l'élaboration des textes d'application du Code de l'eau et la redéfinition des rôles pour les acteurs gouvernementaux,
- l'élaboration d'une stratégie nationale de gestion des ressources en eau en cohérence avec la promotion de l'approche de gestion par bassin d'eau,
- l'adoption et la mise en œuvre d'un important Plan d'Action National pour la GIRE (PANGIRE).

E.3.3. Politique et stratégie au Niger

Les choix stratégiques au Niger sont exprimés à travers le Plan de Développement Economique et Social (PDES 2012-2015), approuvé par le Conseil des Ministres du 1er août 2012. Le PDES constitue l'unique cadre fédérateur de référence pour l'agenda de développement du Gouvernement et l'alignement de celui-ci avec les Objectifs du Millénaire pour le Développement (OMD). Il capitalise les progrès réalisés ces dernières années et les leçons tirées dans le cadre de la mise en œuvre des

stratégies de réduction de la pauvreté, des stratégies sectorielles et des plans d'actions ministérielles.

Afin d'assurer une bonne mise en œuvre de ces choix stratégiques, il est primordial d'assurer une coordination efficace des différents programmes de développement et de pouvoir traduire les choix politiques des autorités nigériennes en des plans d'actions prioritaires, reposant sur des orientations claires et des programmes cohérents et intégrés. C'est pour répondre à ce besoin que le Ministère du Plan, de l'Aménagement du Territoire et du Développement Communautaire a été créé, en vue de relancer la fonction de planification. Cette relance se matérialise par la préparation de trois principaux documents à caractère stratégique que sont (i) la « Stratégie de Développement Durable et de Croissance Inclusive » (SDDCI NIGER 2035), (ii) le Plan de Développement Economique et Social (PDES 2012-2015) et (iii) le Programme Intérimaire de Cadrage de l'Action Gouvernementale (PICAG 2011-2012).

E.3.4. Politique et stratégie au Burkina Faso

a) Les documents clés

Le Burkina Faso a entrepris à partir des années 1990 avec l'appui de ses partenaires au développement, un processus de réforme du secteur de l'eau.

Les étapes essentielles de cette réforme sont les suivantes :

- l'adoption en 1998 par le gouvernement, du document de politique et stratégies en matière d'eau qui énonce clairement le recours à la GIRE comme approche nouvelle dans la gestion de l'eau au Burkina,
- l'adoption en 2001 par l'Assemblée Nationale de la loi d'orientation relative à la gestion de l'eau qui est une transcription juridique de la politique nationale de l'eau et des principes de la GIRE,
- l'adoption en 2003 du Plan d'Action pour la Gestion Intégrée des Ressources en Eau (PAGIRE) qui décline en actions concrètes les mesures à entreprendre pour une GIRE effective dans le pays.

b) Le document de politique et stratégie en matière d'eau

Le document de politique et stratégies en matière d'eau adopté le 10 septembre 1998 par décret n°98-365/PRES/PM/MEE a été revu et ré-adopté¹.

L'objectif général de la politique nationale de l'eau est de contribuer au développement durable du pays en apportant des solutions appropriées aux problèmes liées à l'eau, dans un environnement particulièrement affecté par les changements climatiques et dans le respect d'une gestion intégrée des ressources en eau.

Dans le cadre de la mise en œuvre de la politique nationale de l'eau, la loi n°002-2001/AN du 08 février 2001 portant loi d'orientation relative à la gestion de l'eau a été adoptée.

La gestion de l'eau telle qu'envisagée dans la loi consiste à mobiliser la ressource dans la limite des capacités du pays pour satisfaire les différents besoins physiologiques et économiques tout en assurant la préservation des écosystèmes aquatiques.

¹Le document de PNE a été validé par le CNEau

c) Le PAGIRE

Le PAGIRE couvre la période 2003-2015 en deux phases de 6 ans, respectivement de 2003- 2008 et 2009-2015. Se fondant sur le document de politique et stratégies en matière d'eau, les grandes orientations du PAGIRE ont été définies comme suit :

- Recentrer les missions de l'Etat ;
- Mettre en place le Conseil National de l'Eau (CNEau) en tant qu'organe national pour une gestion concertée de l'eau, associant l'Etat, les collectivités locales, le secteur privé et la société civile ;
- Construire de nouveaux espaces de gestion sur la base des bassins hydrographiques en tant que circonscriptions spécifiques appropriées pour la planification et la gestion de l'eau ;
- Renforcer les capacités d'intervention des collectivités locales, du secteur privé et de la société civile dans le domaine de l'eau ;
- Développer et renforcer les ressources humaines.

Le PAGIRE est piloté au niveau central par un Secrétariat Permanent constituant une structure de mission pour la politique GIRE du pays.

A ce jour l'examen des différents rapports d'évaluation du PAGIRE montre que des progrès ont été enregistrés dans la politique nationale de l'eau :

- Le socle juridique est aujourd'hui disponible, avec l'essentiel des textes d'application de la Loi d'orientation relative à la gestion de l'eau qui sont adoptés, ce qui confère une base légale à toutes les actions à mener dans le domaine de l'eau.
- Toutes les agences de gestion des bassins hydrographiques du pays appelés « agences de l'eau » sont en place. Les organes et instances de ces agences fonctionnent sous le Régime de Groupement d'Intérêt Economique.
- La Contribution Financière en matière d'Eau (CFE), qui doit contribuer à donner aux agences de l'eau les moyens de leur politique dans leurs bassins hydrographique respectifs, est adoptée.
- Un véritable système d'information sur l'eau, les usages et les risques est en cours de mise en place.

F. Ressources en eau

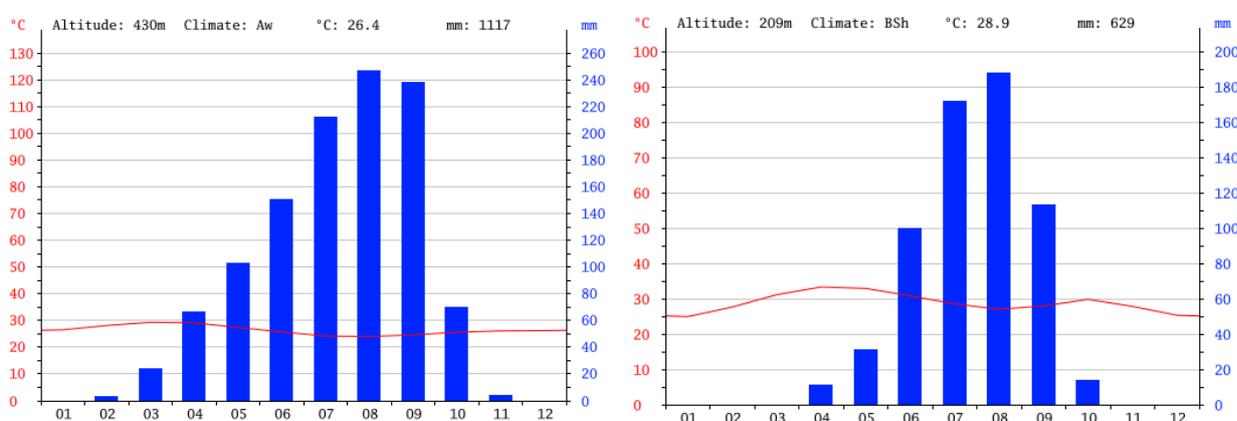
F.1. Climat et pluies

F.1.1. Climat

La zone d'étude s'étend sur environ 300 km entre les latitudes N 10° et 12,5°.

Le climat rencontré varie principalement en fonction de la latitude avec au sud un climat tropical sec de savane et au nord un climat semi-aride de steppe.

Les 2 diagrammes ci-dessous présentent les températures et précipitations annuelles pour Kouandé



et Tamou.

De manière générale, il s'agit donc d'une zone subdésertique, caractérisée par une saison sèche s'étendant sur la plus grande partie de l'année et une saison pluvieuse, avec de faibles précipitations.

❖ Indice d'aridité

Celle-ci s'exprime généralement en fonction des précipitations et de la température. Une "représentation" utile de l'aridité est l'indice d'aridité climatique suivant:

$$I = P / ETP$$

où P = précipitation

ETP = évapotranspiration potentielle, calculée par la méthode de Penman, en tenant compte de l'humidité atmosphérique, du rayonnement solaire et du vent.

Cet indice permet de définir trois types de zones arides: hyper-aride, aride et semi-aride. Les zones hyper arides ont un indice inférieur à 0,03, les zones arides ont un indice compris entre 0,03 et 0,2 tandis que les zones semi-arides ont un indice compris entre 0,2 et 0,5.

Sur la zone d'étude, l'indice d'aridité est compris entre 0,65 (tropical sec) au nord et 0,2 au sud (semi-aride) (Atlas, JRC, 2016).

F.1.2. Précipitations

Selon la carte des précipitations moyennes annuelles en Afrique de l'Ouest obtenues par télédétection réalisée par le Climate Hazard Group (CHIRPS, Remote Sensing, 2015), les précipitations moyennes annuelles de la zone d'étude se situent autour de 800 mm au nord et 1300 mm au sud du bassin, chose que l'on visualise très bien sur la carte ci-dessous tirée de l'Atlas.

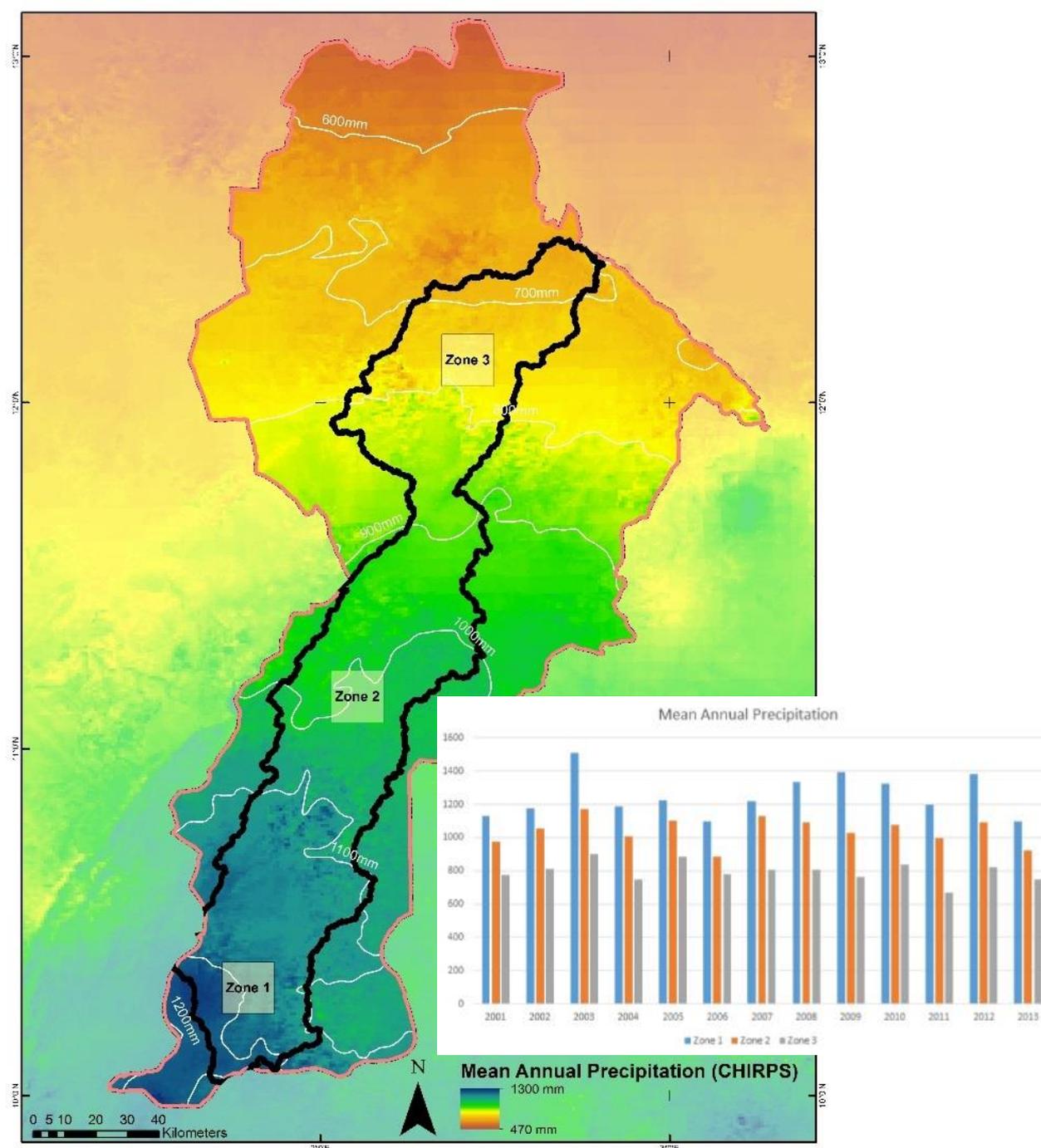


Figure 21: Carte de la moyenne annuelle des précipitations au niveau de la Mékrou (Atlas, JRC, 2016)

F.2. Géologie et hydrogéologie

La géologie rencontrée dans la zone d'étude est principalement du socle. On peut donc en déduire une très faible productivité en eau des aquifères. On peut également distinguer la présence de quelques entités sédimentaires.

F.2.1. Géologie

a) Le craton africain

L'Afrique de l'ouest est caractérisée du point de vue géologique par le craton ouest-africain qui en occupe la partie majeure. C'est un immense craton d'environ 4.500.000 km² de surface formé d'un ensemble de chaînes pénéplanées largement granitisées appartenant au précambrien ancien.

b) Le contexte local

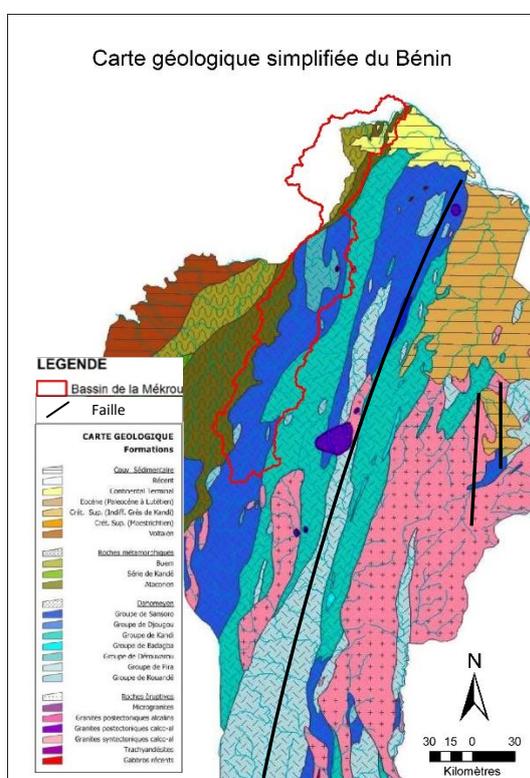


Figure 22: Géologie au Bénin (UNICEF, 2014)

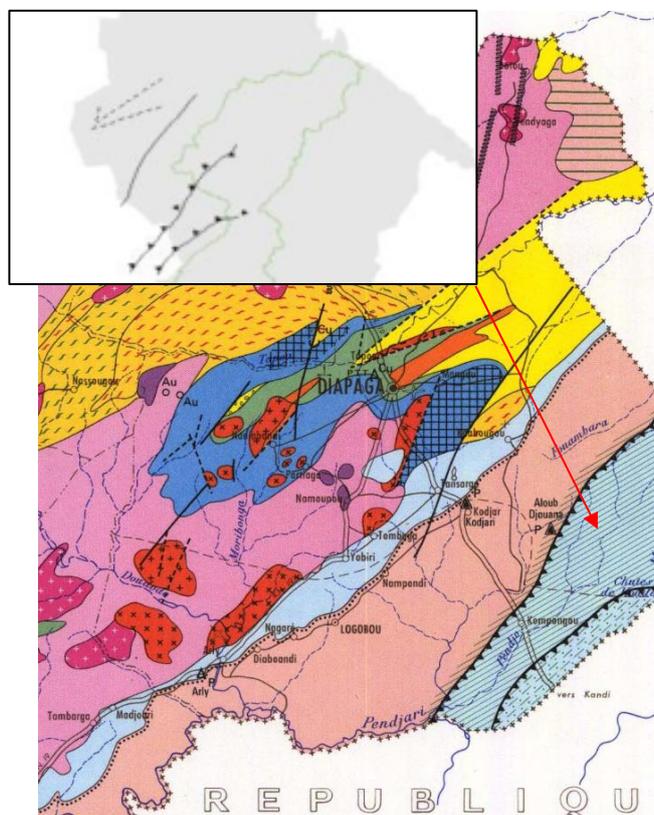


Figure 23: Géologie au Burkina Faso (En haut, Atlas JRC, 2006, en dessous, Direction de la Géologie et des Mines, 1976)

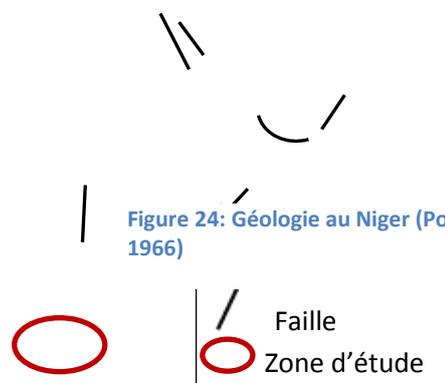
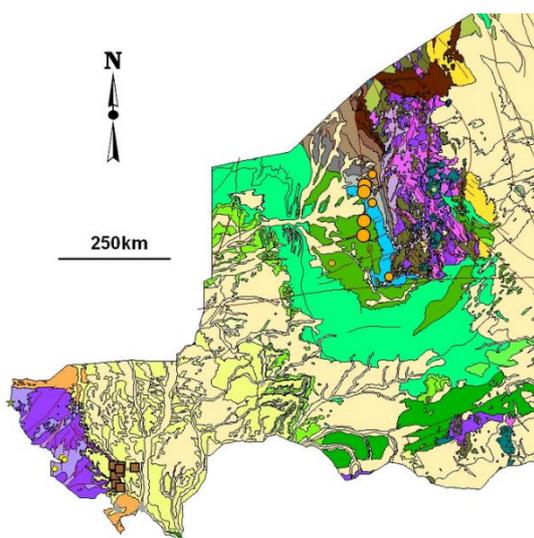


Figure 24: Géologie au Niger (Pourget et Greigert, 1966)

La géologie du bassin est du socle cristallin d'âge précambrien.

Sur la Figure 23 on constate que le socle cristallin est composé d'un ensemble de para gneissique mésozonal, des complexes migmatitiques, du complexe granulitique basique, d'orthogneiss granodioritique et granitique des micaschistes, des quartzites, des schistes, des intrusions magmatiques et des séries volcano sédimentaires.

Sur la figure 24, on observe les deux seuls linéaments du bassin, à cheval entre le Burkina Faso et le Bénin. Il n'existe pas d'autres failles dans la zone.

Les données collectées auprès du service de l'eau au Bénin (DGeau, 2012) nous donnent une indication sur la lithologie de la zone. Comme la roche de socle affleure en de nombreux endroits, la lithologie reflète souvent la géologie locale.

F.2.2. Hydrogéologie

a) Les zones de socle et les petits bassins sédimentaires

La géologie de socle offre de très mauvaises productivités en termes d'aquifères.

Nous pouvons toutefois distinguer plusieurs zones :

- Les zones d'affleurement du socle. Ces zones possèdent une faible épaisseur d'altérites qui peut constituer des aquifères peu productifs mais suffisant pour de petites communautés. Ces aquifères sont en général superficiels et vulnérables aux pollutions anthropiques (pollution agricole, latrines)
- Les zones de bas fond où des sédiments se sont accumulés pouvant donner lieu à de petits aquifères dont la productivité varie en fonction de la taille des matériaux déposés.

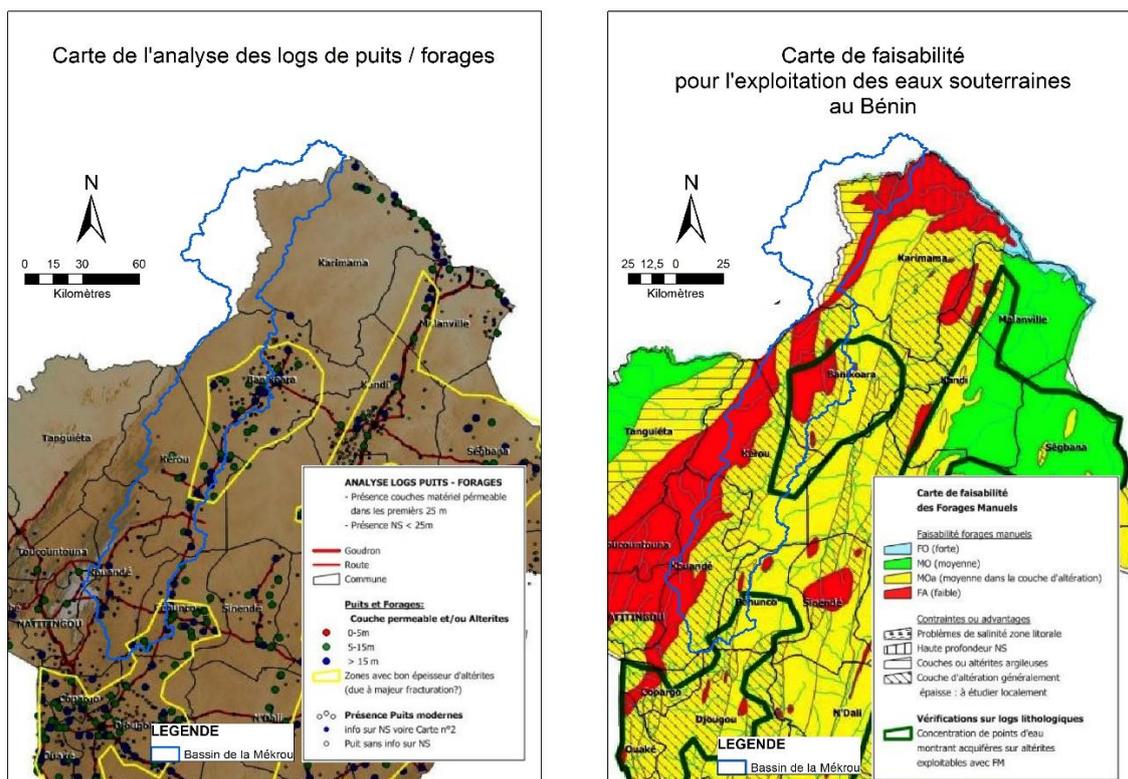


Figure 25: Carte des logs et carte de faisabilité pour l'exploitation des eaux souterraines (UNICEF, 2014)

Sur la carte ci-dessus on constate que la majeure partie de la zone d'étude est composée de socle de très faible productivité (zones rouges). D'une manière générale, les aquifères dans la zone d'étude sont caractérisés de la manière suivante :

Tableau 11 : Caractéristiques générales des aquifères dans les communes du bassin (GIZ 2010)

Situation		Formation aquifère	Position stratigraphique	Type de perméabilité	Transmissivité en m ² /s (source DGeau)	Zone non saturée		Degré de vulnérabilité
Département	Commune					Epaisseur (m)	Nature	
Alibori	Banikoara	Gneiss, granite, migmatite, mic aschiste (socle)	Précambrien	Fissuré	10 ⁻⁸ /10 ⁻⁴	35 - 45	Terre végétale, sableuse, altérites	Possibilité de pollution locale rapide par infiltration dans les fissures
	Karimama (sud)							
	Karimama (nord)	Alluvion	Quaternaire	Poreux	10 ⁻⁴ /10 ⁻³	10-30	Sable	Risque de propagation rapide
Atacora	Kerou	quartzite, gneiss migmatitique (socle)	Protérozoïque supérieur cambrien	Fissuré	10 ⁻⁸ /10 ⁻³	40-50	Argile, Argile latéritique sableuse, altérites diverses	Possibilité de pollution locale rapide par infiltration dans les fissures
	Kouande							
	Pehunco							

Du tableau ci-dessus il ressort qu'hormis les zones de type alluviale localisées sur les bords du Niger à Karimama, les perméabilités sont globalement comprises entre 10^{-8} et 10^{-4} m/s².

b) Qualité de la ressource

La Banque de Données Intégrée (BDI) au Bénin, en cours d'élaboration par la DGEau, fournit des données de qualité d'ouvrages dans la zone.

Selon les données de la BDI du DGEau, les eaux sont faiblement minéralisées et affichent des valeurs de conductivité de 10 à 900 μ S/cm pendant que les pH varient de 5 à 9. Les teneurs en fer et en nitrates sont représentées dans les 2 cartes ci-dessous :

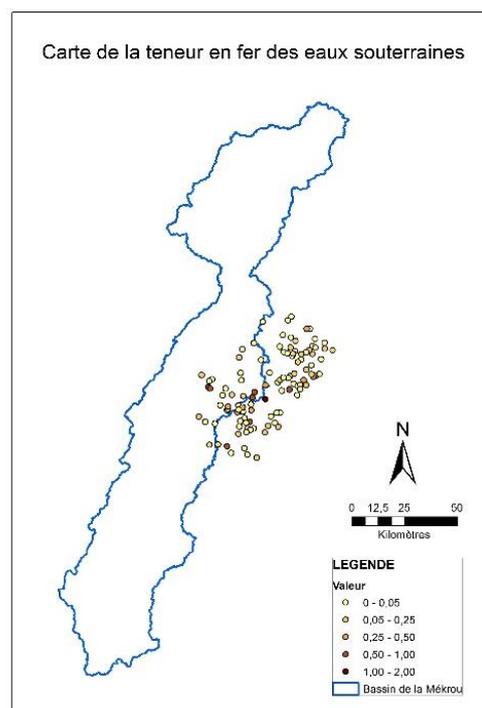
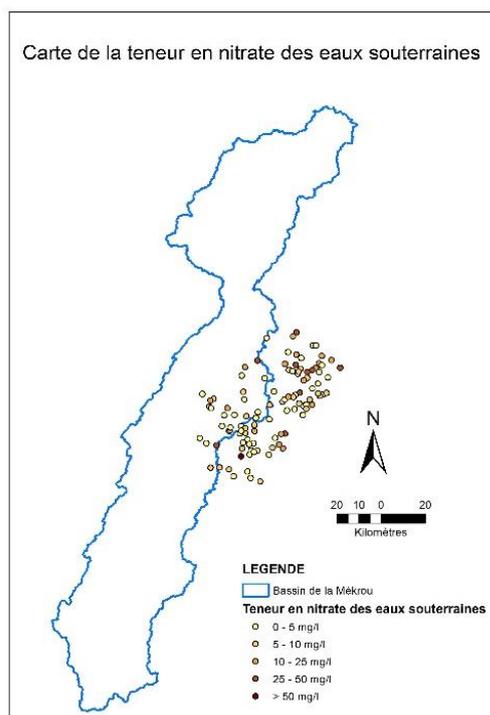


Figure 26: : Carte des teneurs en nitrate et en fer des puits / forages recensés par la DGEAU (DGeau, 2012)



F.3. Hydrographie

La rivière Mékrou fait plus de 420 kilomètres de long. La carte ci-dessous montre le découpage des sous bassin versants ainsi que leur ordre selon le découpage de Strahler.

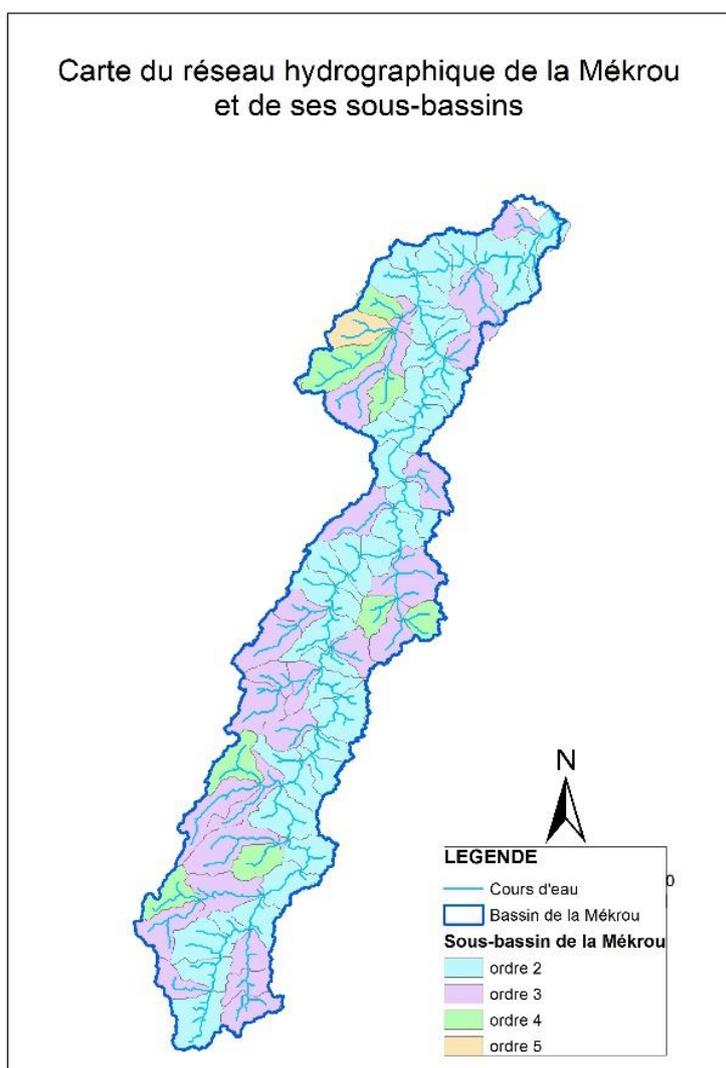


Figure 27: Carte du réseau hydrographique, procédures Hydroschedes sous-bassins de la Mékrou avec la classification de Strahlet (Atlas, JRC, 2016)

Dans le bassin de le Mékrou, sont répertorié :

- 35 affluents d'ordre 2,
- 29 affluents d'ordre 3,
- 9 affluents d'ordre 4,
- 1 affluent d'ordre 5.

G. Mécanismes de collecte et de gestion des informations sur les ressources en eau

G.1. Suivi de la pluviométrie

G.1.1. Les services nationaux de météorologie

Les services nationaux de météorologie suivent les réseaux de pluviomètres les plus denses.

La localisation de ces stations de mesure est publiée par l'Université Hydrosiences de Montpellier sur le site <http://www.hydrosiences.fr/sierem/>.

Les organismes au niveau des 3 pays sont :

- Le Service National de Météorologie au Bénin,
- La Direction de la Météorologie Nationale au Niger,
- La Direction de la Météorologie Nationale au Burkina Faso.

Tableau 12: Liste des différents pluviomètres répartis autour de la zone d'étude (HSM, SIEREM)

N°	Localisation	X	Y
1	Banikoara (Bénin)	11.300	2.4333
2	Karimama (Bénin)	12.0667	3.1833
3	Kouandé (Bénin)	10.3333	1.6833
4	Malanville (Bénin)	11.8667	3.4000
5	Birni (Bénin)	9.9833	1.5167
6	Falmey (Niger)	12.5333	2.85
7	Sambera (Niger)	12.4	3.0667
8	Koulou (Niger)	12.2167	3.0667
9	Tamou (Niger)	12.75	2.1667
10	Beylande (Niger)	12.75	2.8667
11	Bembereke (Bénin)	10.2	2.6667
12	Alfakoara (Bénin)	11.45	3.0667
13	Tapoa (Niger) / station climatologique	12.4667	2.4
14	Mahadaga (Burkina Faso)	11.7	1.75
15	Nomounou (Burkina Faso)	11.8667	1.7
16	Diapaga (Burkina Faso) / station climatologique	12.0667	1.7833

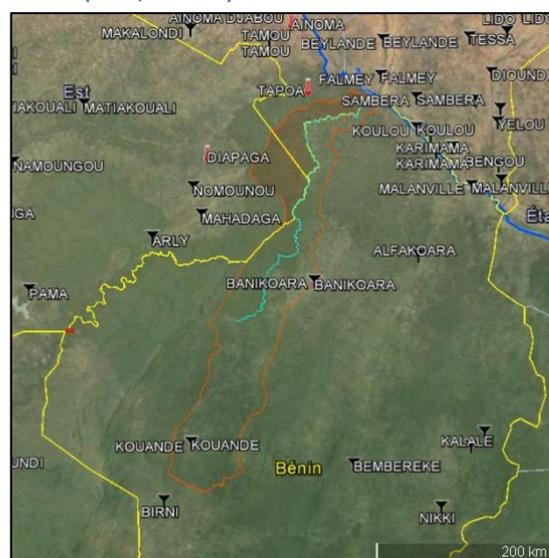


Figure 28: Localisation des différents pluviomètres (Hydrosience, 2016)

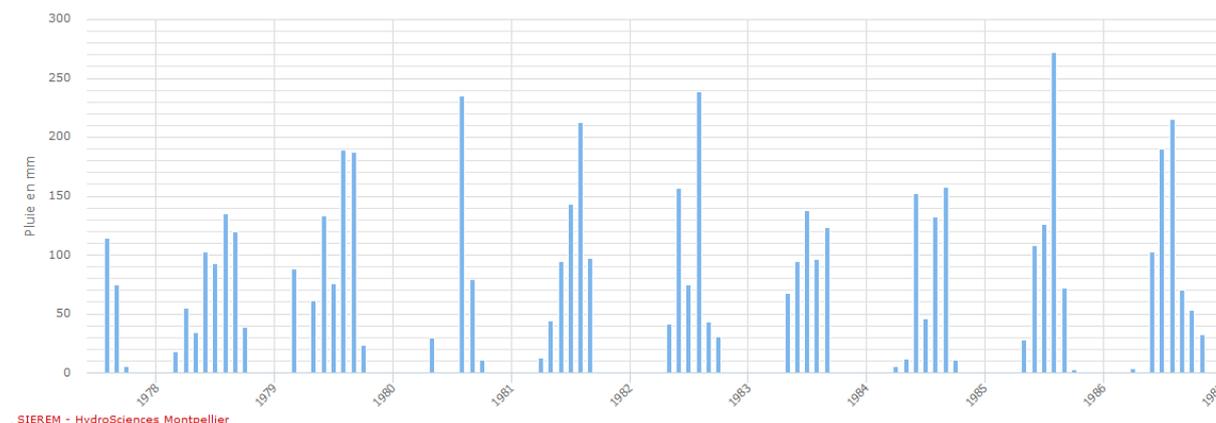


Figure 29: Exemple de données de pluviométrie disponibles sur le site de SIEREM- série mensuelle, station de Falme, Niger (Hydroscience, 2016)

G.1.2. Les services de l'agriculture

Les services déconcentrés de l'agriculture disposent également de leur propre réseau de pluviomètres. Au Bénin ce service est particulièrement organisé et dispose de nombreuses données pluri annuelles.

Ainsi le suivi des données de pluviométries pour la zone Atacora – Donga est disponible sur la période 1996 – 2015.

ATACORA-DONGA								
RECAPITULATIF DE LA PLUVIOMETRIE DES DEPARTEMENTS ATACORA-DONGA 2015								
Tableau 1:								
Mois	Janvier		Février		Mars		Avril	
	Haut. (mm)	Jours						
BOUKOMBE	-	0	34,90	2	-	0	26,39	3
COBLY	-	0	13,42	2	1,37	1	56,85	3
KEROU	-	0	30,06	2	1,33	1	-	0
KOUANDE	-	0	3,13	1	6,22	2	16,77	2
MATERI	-	0	4,80	1	-	0	1,48	2
NATITINGOU	-	0	0,46	1	3,30	1	7,34	3
PEHUNCO	-	0	16,84	2	8,54	2	-	0
TANGUIETA	-	0	2,20	1	-	0	-	0
TOUCOUNTOUNA	-	0	27,36	2	-	0	-	0
TOTAL ATACORA	-	0	14,80	2	2,31	1	12,09	1
BASSILA	1,54	1	11,19	2	25,13	2	-	0
COPARGO	-	0	55,04	2	35,24	4	35,24	4
DJOUGOU	-	0	14,43	2	32,75	2	4,55	1
OUAKE	18,25	1	7,50	1	7,50	1	5,75	1
TOTAL DONGA	4,95	1	22,04	2	25,16	2	11,39	2
ENSEMBLE	1,52	0	17,02	2	9,34	1	11,87	1

Figure 30: Exemple de données disponibles au Bénin (CARDER, 2015)

Les pluviomètres suivis par le CARDER de l'Atacora Donga sont les suivants :

Kérou	
1	KEROU
2	PIKIRE
3	BOUKOUBROU
4	BRIGNAMAROU
5	FIROU
6	MANOU
7	BAGOUBAGOU
8	FETEKOU
9	OUIBRA

Pehunco	
1	GNEMASSON
2	NASSOU
3	KIKA
4	WOKOU
5	GBEBA
6	DOH
7	TOBRE
8	PEHUNCO

Kouandé	
1	TIKOU
2	SEKOGOUROU
3	GORGOBA
4	PESSOUROU
5	NIAROSSON
6	OROUBOUSSOUKOU
7	KPAKOU
8	KABARE
9	DAMOUTI
10	NIEKENEBANSSOU
11	BIRNI
12	OROU - KAYO
13	BEKET
14	CHABI - KOUMA

Figure 31: Liste des pluviomètres à Atacora Donga (CARDER, 2015)

G.2. Information sur les écoulements de surface

Le monitoring des eaux de surface implique la mise en place de limnimètres ou limnigraphes. Ces données limnimétriques de niveau d'eau doivent ensuite être converties en données débitométriques au travers d'une courbe de tarage. Cette courbe se détermine à l'aide de campagnes de jaugeage où sont mesurés hauteurs et débits au cours de différentes périodes hydrologiques.

Le long de la rivière Mékrou, 4 limnigraphes sont répertoriés :

Tableau 13. Liste des stations hydrométriques installées sur la rivière Mékrou ou sur le Niger (Atlas, JRC, 2016)

Station	Cours d'eau	Coordonnées géographiques	
		Longitude	Latitude
Kérou	Mékrou	2.1833	10.8667
Kompongou (ancienne station)	Mékrou	2.18	11,40
Kompongou (nouvelle station)	Mékrou	2.1636	11.0404
Barou	Mékrou	2.75	12.348
Malanville	Niger	3.3958	11.8801

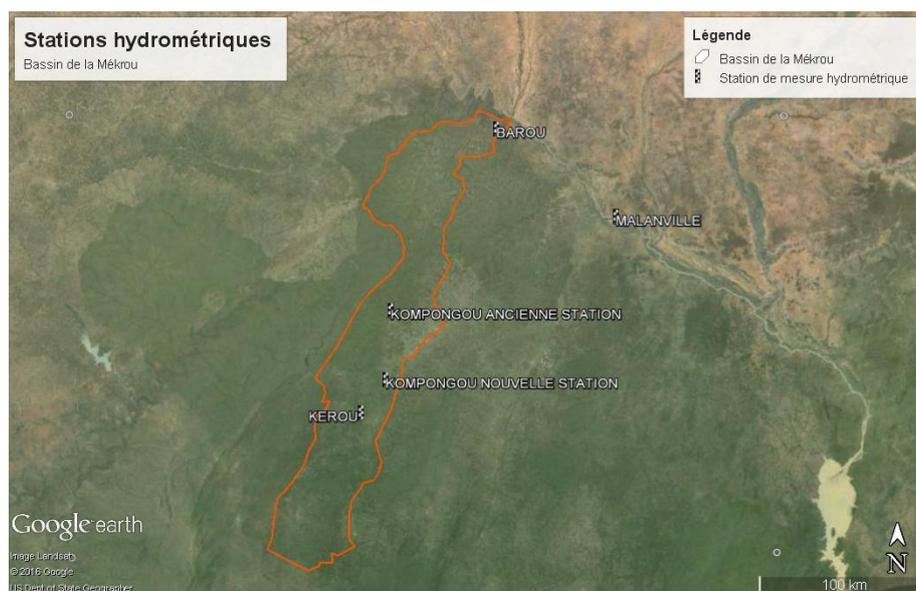


Figure 32: Carte des stations de mesure hydrométriques (HSM, SIEREM)

Au Bénin les stations de mesure sont sous la responsabilité de la DGEau.

Au Niger, c'est la Direction Générale de l'Hydraulique via la Direction des Ressources en eau qui est responsable des ouvrages.

Toutefois ces appareils sont cogérés par différents organismes comme l'Autorité de Bassin du Niger ou des organismes de recherche comme l'IRD ou le programme SIEREM de l'Université Hydrosciences de Montpellier.

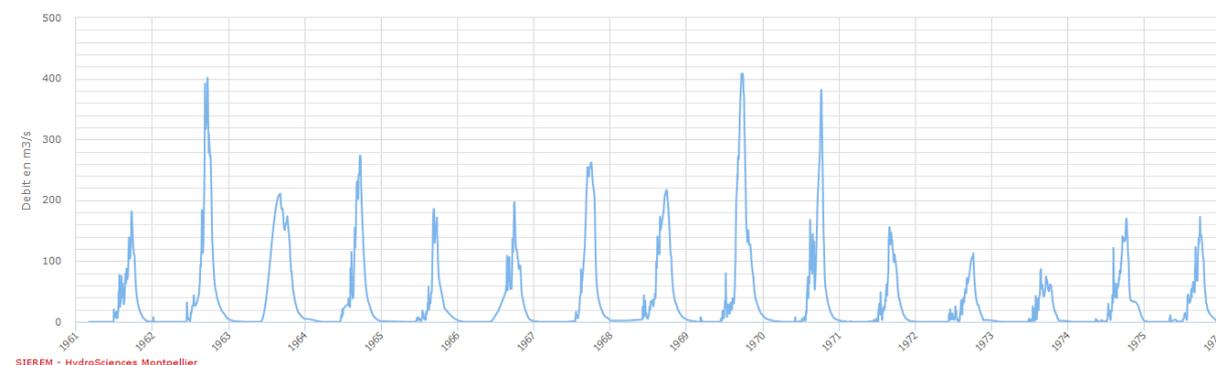


Figure 33: Débits de la Mékrou au niveau de la station de Barou au Niger (Hydroscenice, 2016)

A titre indicatif, selon les données collectées au niveau de la station de Bartou, le débit annuel en 1989 (données complètes) était de 628,5 millions de m³.

G.3. Suivi des eaux souterraines

G.3.1. Organismes responsables

Au même titre que les eaux de surface, les eaux souterraines doivent être considérées à l'échelle du bassin pour une gestion optimale des ressources.

Toutefois du fait de l'absence de grands aquifères continus dans la zone d'étude et malgré les enjeux sur la ressource, la piézométrie ne fait pas l'objet d'un suivi très régulier.

Au Bénin, la DGEau essaie de mettre en place un système d'information concernant les puits / forages réalisés. La Banque de Données Intégrée (BDI), permet de centraliser toutes les données des différents points d'eau comme les données géologiques, de niveau statique au moment de la création du point d'eau, ou les résultats des différentes campagnes d'analyses physico-chimiques.

Au Niger, c'est le Ministère de l'Hydraulique et de l'Assainissement avec la Direction des Ressources en Eau qui est en charge du suivi des eaux souterraines.

Au Burkina Faso, c'est le ministère en charge de l'eau avec la Direction Générale des Ressources en Eau qui supervise les activités liées à la ressource en eau.

G.3.2. Au niveau du bassin de la Mékrou

3 piézomètres sont suivis par la Direction Générale de l'Eau au Bénin :

Tableau 14. Liste des piézomètres à Atacora Dounga (CARDER, 2016)

COMMUNE	LOCALITE	X	Y
KEROU	CSA BRIGNAMARO	2.069695	10.75117
BANIKOARA	FOUNOUGO	2.521377	11.46235
KARIMAMA	KARIMAMA	3.194955	12.05546

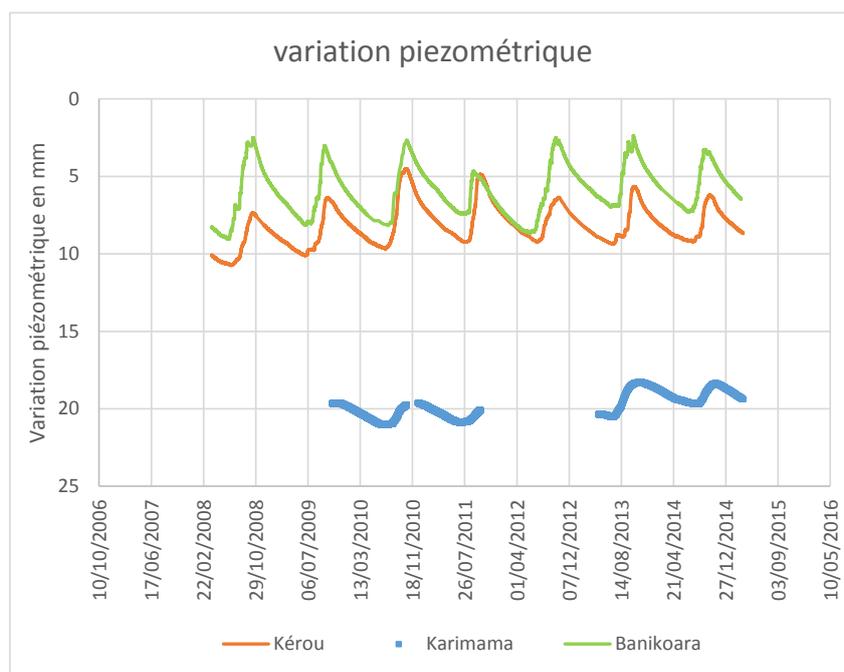


Figure 34: Variations piézométriques des 3 piézomètres à Atacora Dounga, mètres à partir de la surface (CARDER, 2016)

H. Mode d'utilisation des ressources en eau

H.1. Les prélèvements d'eau de surface

Les usages principaux de la ressource sont, par ordre d'importance, la production d'eau potable, l'agriculture et l'élevage. D'autres usages, moins importants méritent toutefois d'être cités : la pisciculture, les usages domestiques, les besoins pour la construction des habitations, les loisirs ou les usages culturels.

a) L'agriculture et l'élevage

Les céréales (sorgho, petit mil; riz et le fonio), le maïs (local et amélioré), les racines et tubercules (principalement igname et manioc) et les cultures de rente (principalement le coton) sont de cultures pluviales c'est-à-dire qu'elles se pratiquent en saison pluvieuse entre le début des pluies (avril-mai) et leur fin (fin septembre début octobre) et qu'elles ne nécessitent pas d'apport en eau supplémentaire. Les cultures de contre saison, elles, nécessitent d'être irriguées. Ce sont les cultures maraîchères (oignon, tomate, crinrin ; piment ; gombo ; choux ; etc). Cette production maraîchère est facilitée par l'exploitation de l'eau des bas-fonds, des retenues d'eau, des poches d'eau des rivières, des puits à grand diamètre. Ce sont ces mêmes ouvrages qui permettent d'abreuver le bétail.

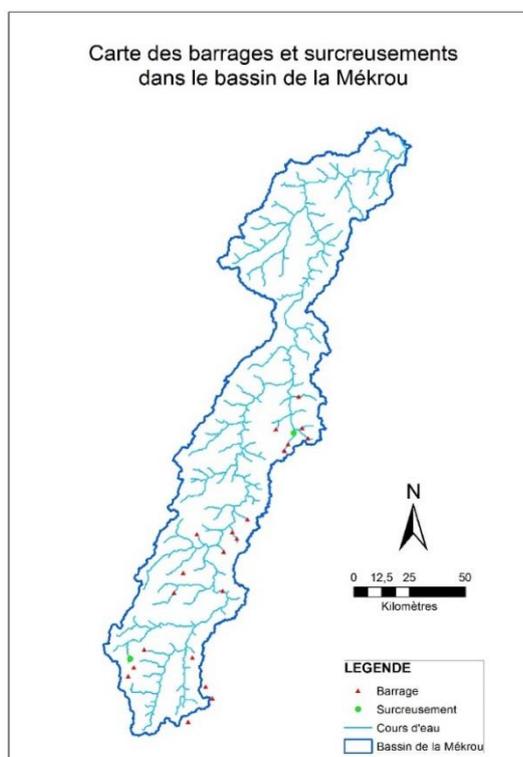


Tableau 15. Barrages et surcreusements dans le bassin de la Mékrou (Altas, JRC, 2016)

Localisation	Ouvrages		
	Barrages	Surcreusement de mares	TOTAL
Kaminrana		4	4
Banikoara	13	7	20
Kerou	9		9
Kouande	6		6
Péhunco	8	1	9
TOTAL	36	12	48

Figure 35: Carte des retenues d'eau au Bénin (Altas, JRC, 2016)

D'après la figure ci-dessus, on voit que ces retenues d'eau ne sont pas nombreuses dans le bassin de la Mékrou et celles qui existent connaissent une restriction de leurs capacités du fait des phénomènes d'érosion et de comblement. La question de disponibilité de l'eau se pose également dans la mesure où la plupart des retenues d'eau ont commencé à tarir. On peut citer le cas de la retenue de Dôh dans la commune de Péhunco qui a tari pour la première fois en 2012. L'eau des retenues d'eau ne suffit plus à satisfaire les besoins des usagers.

Il est difficile de quantifier l'eau nécessaire à l'adduction en eau agricole. On peut cependant noter qu'il y a peu d'irrigation dans la région du bassin du mékrou.

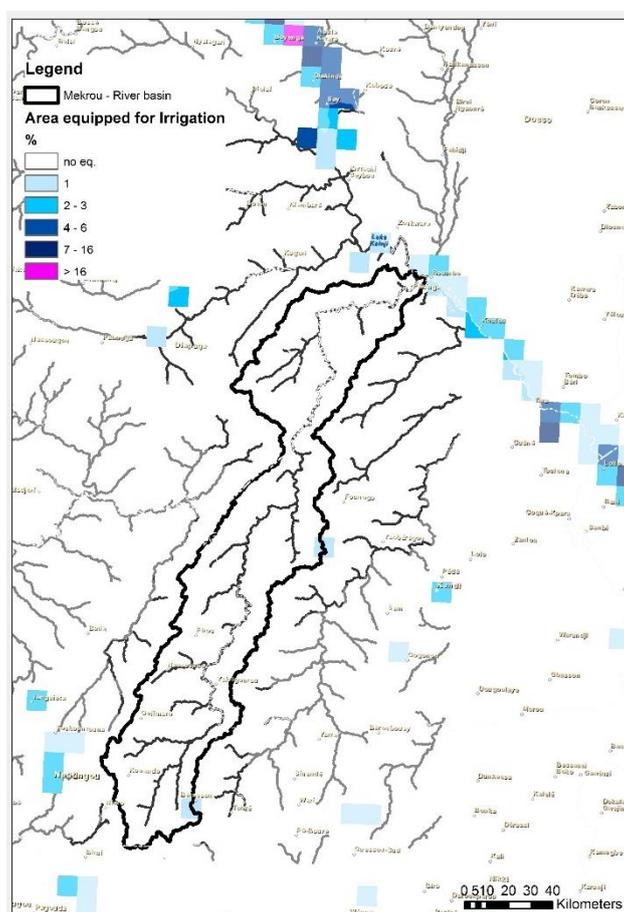


Figure 36: Zone équipée pour l'irrigation dans le bassin du Mékrou (Atlas, JRC, 2016)

Au Bénin, on estime le potentiel irrigable à 322'000 ha dont 117'000 ha de plaine inondable et 205'000 ha de bas-fonds. Cependant, au total seulement 1285,8 ha de bas-fonds aménagés ont été répertoriés en 2001 dans tout le Bénin ce qui correspond seulement à 0,62% du potentiel

hydroagricole des bas-fonds. A ce jour, les agriculteurs connaissent encore peu les potentialités des bas-fonds et y voient de nombreuses contraintes comme de possibles inondations. L'irrigation ne fait pas partie des modes traditionnels d'exploitation de la terre. Souvent, l'aménagement des bas-fonds visent plus le développement de la riziculture qui est une culture pluviale (Rupp, 2010)

Ainsi, l'agriculture du bassin versant de la Mékrou utilise principalement l'eau de surface disponible. Cependant, le fait que la plupart des points d'eau tarissent en saison sèche favorise les projets comme le Projet d'Appui au Monde Rural dans l'Atacora et la Donga (PAMRAD), le Projet d'Appui au Développement de la pêche Artisanale (PADPA) qui ont appuyé financièrement des groupements maraîchers dans la réalisation de puits tubés (PROTOS, 2012).

Les prélèvements d'eau pour le cheptel peuvent être estimés. Selon l'étude de BRL sur les prélèvements et besoins en eau dans le bassin du Niger. Les prélèvements estimés pour le cheptel sont résumés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 16. Estimation des prélèvements en eau pour le cheptel (BRL, 2007)

	2015	2025
Nombre de tête	161 443	208 685
Prélèvements en m ³ /an	1 414 239	1 828 085

Ces animaux sont en majorité élevés de manière traditionnelle (libre pâturage) et le système pastoral d'élevage prédominant est semi sédentaire, avec une petite transhumance en saison des pluies et une grande en saison sèche. Le développement de l'élevage est lié fondamentalement à l'eau. En effet, le difficile accès à l'eau est l'un des facteurs explicatifs des mouvements saisonniers des éleveurs Peulhs qui partent en transhumance. La transhumance est toujours source de graves conflits, parfois meurtriers, entre agriculteurs et éleveurs.

b) Pisciculture et pêche

La pisciculture est une activité très peu développée dans l'ensemble du bassin de la Mékrou. Le type de pêche le plus pratiqué est la pêche dans les retenues d'eau qui sont parfois empoisonnées. Cependant, le fait que la plupart de ces ouvrages hydrauliques tarissent ou ne gardent pas assez d'eau en saison sèche compromet la pêche (cas de la pêche dans les retenues d'eau de Nassou, de Somparou).

Comme on la pratique maintenant dans les vallées, les saisons de pêche sont déterminées par le mouvement des eaux du fleuve qui déterminent les déplacements des poissons d'une zone à une autre. Sur la base de ces éléments, les pêcheurs distinguent trois zones de pêche : le lit mineur du fleuve, domaine des professionnels, le lit des affluents permanents et le lit majeur.

La pêche est active de la fin du mois de février (fin saison froide) à celle du mois de juin (début de saison des pluies). Comparé à ceux des deux dernières années, le niveau actuel des prises est en baisse. Certaines espèces se font de plus en plus rares dans les captures (*Parachana obscura*, *Ahrus gigas*, *Labeo coubie* *Heterotis niloticus*, *Lates niloticus*) au profit d'autres espèces beaucoup

plus rustiques (*Clarias gairepinus*, *Oreochromis niloticus*, *mormyrops rume*) ce qui dénote la dégradation progressive du milieu. Ces baisses de captures pourraient s'expliquer par la réduction des surfaces inondées, lieu de reproduction des poissons. Ainsi, les modifications du régime du fleuve couplées à l'augmentation de la démographie ont concouru à une réduction de la production de la pêche et conduit de nombreux pêcheurs à devenir des agriculteurs.

c) Usages domestiques

Sur le plan domestique, l'eau est utilisée pour la boisson, pour la préparation des repas. Elle sert aussi à faire la lessive, la douche et à laver la vaisselle. Les habitants proches des cours d'eau se rendent généralement directement dans le lit de la rivière. Cet usage peut constituer un danger pour les cours d'eau vis-à-vis du risque d'eutrophisation lié aux phosphates contenus dans les produits de lessive. C'est une source de pollution de l'eau avec des risques non seulement pour les personnes mais aussi des menaces de disparition pour la faune et la flore aquatique.

d) Construction des habitations

L'habitat traditionnel rural est souvent constitué de briques d'argiles. L'habitat urbain constitué principalement de maisons en briques requiert d'importantes quantités de sable. Pour l'extraction de ces deux matériaux, les points d'eau sont fortement sollicités surtout en saison sèche.

e) Loisirs

Les plans d'eau ou rivières constituent des lieux de vie très fréquentés par les enfants qui aiment venir jouer et se rafraîchir.

f) Usages culturels

Il est courant que des endroits soient reconnus comme sacrés par la population qui les utilisent pour leurs cultes traditionnels. Ces usages se font de manière discrète et il peut être difficile d'en avoir connaissance pour les personnes extérieures à la communauté.

Il est toutefois important de considérer ces pratiques pour mieux comprendre les contraintes locales pouvant aller jusqu'à nuire à des projets de développement.

H.2. Les prélèvements d'eau souterraine

L'essentiel des prélèvements pour l'eau potable est concentré au Bénin du fait que les parties burkinabè et nigérienne du bassin sont occupées par le parc W et sont de ce fait exemptes d'habitations.

Au Bénin, la DGEau recense les différents ouvrages d'eau potable dans la Banque de Données Intégrée.

Tableau 17 : Liste des différentes Adductions d'Eau Villageoises dans le périmètre du bassin de la Mékrou (DGEau, 2012)

Arrondissement	Nom de l'AEV	Population desservie	BF fonctionnelles
Commune de Banikoara			
Goumori	AEV de Goumori	10 580	7/7
Ounet	AEV de Ounet A	3 311	7/7

Arrondissement	Nom de l'AEV	Population desservie	BF fonctionnelles
Toura	AEV de Toura	6 364	7/7
Banikoara	AEV de Arbonga	3 716	10/10
Founougo	AEV de Founougo	8 926	10/11
Commune de Kérou			
Kérou	AEV de Ouore	2 766	4/4
Kérou	AEV de Fetekou	6 619	7/7
Brignamari	AEV de Brignamaro	3 887	6/6
Kérou	AEV de Pikire	316	12/12
Commune de Kouandé			
Kouandé	AEV de Sekogourou	446	10/10
Fo-Tance	AEV de Tikou	5 595	11/11
Guilmaro	AEV de Guilmaro-Sinakpagourou	2 381	10/10
Commune de Pehunco			
Gnemasson	AEV de Gnemasson	897	5/5
Gnemasson	AEV de Doh	1 910	4/4
Pehunco	AEV de Soadou	2 209	15/15
Pehunco	AEV de Bouerou	102	4/4

Selon les données de la BDI du DGEau, la population totale en 2012 desservie par des AEV est estimée à 60 025 habitants.

A ceci il faut rajouter les prélèvements à partir des points d'eau autonomes en milieu rural (forages en partie recensés dans la Banque de Données Intégrée (BDI) de la DGEau.

Afin d'estimer les prélèvements de manière global, le bureau BRL, lors de son étude sur l'évaluation des prélèvements et des besoins en eau du bassin du Niger, avait préconisé d'utiliser des ratios de 20 l/j/hab en milieu rural et 40 l/j/hab en milieu urbain.

Tableau 18: Estimation des prélèvements liés à l'approvisionnement en eau potable (BRL, 2007)

	Population en 2015	Besoin en eau (l/j/hab)	Prélèvement théorique annuel (m ³ /an)
Milieu rural	439 975	20	3 211 818
Milieu urbain	60 025	40	876 365
Total	500 000		4 088 183

Au Burkina Faso, sur la province de la Tapoa, il y a 384 forages équipés, 381 puits modernes, 11 barrages et 11 MAEP pour une population de 249 802 habitants, au 31 mars 2000.

Au Burkina Faso, pour la commune de Diapaga, il est noté que près du tiers de la population s'approvisionne à partir des cours d'eau vu la mauvaise répartition des points d'eau, les infrastructures en panne ou le manque de sensibilisation aux questions d'hygiène.

On l'a vu, bien que l'eau souterraine soit principalement captée pour l'eau potable, de nouveaux, puits tubés apparaissent pour l'agriculture et l'élevage. La compétition accrue pour la ressource peut amener des situations à risques.

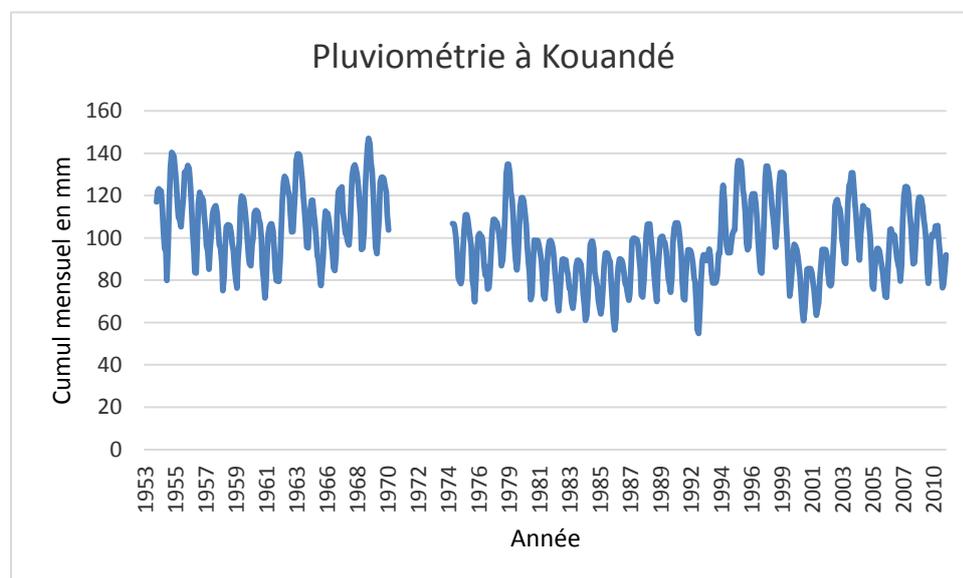
I. Menaces pesant sur la ressource et ses conséquences

Nous mettons ici en avant les différentes menaces qui pèsent sur la ressource en eau. Elles peuvent être dû aussi bien aux usages de l'eau (agriculture, activités domestiques...) qu'extérieures (changement climatique, sédimentation...). Chacune de ces menaces peut avoir des conséquences aussi bien environnementales, sanitaires que socio-économiques.

I.1.1. Changement climatique et raréfaction de la ressource

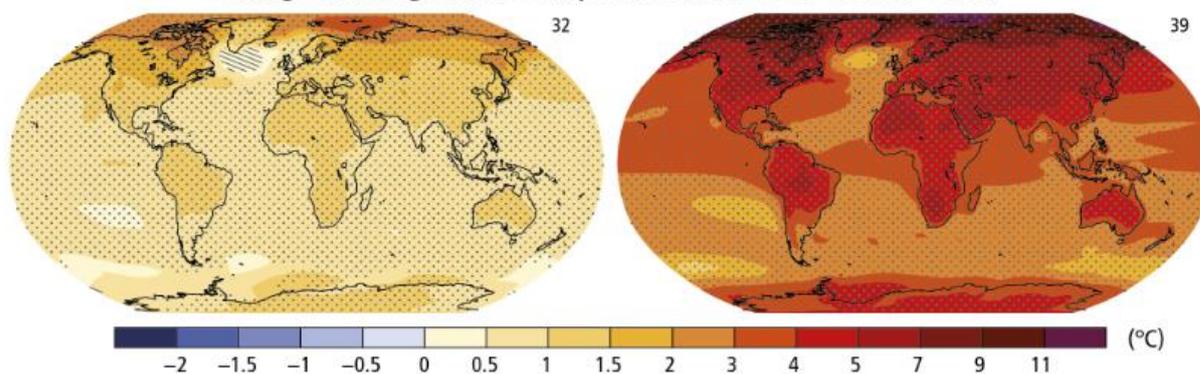
Le changement climatique est de plus en plus au cœur des débats concernant les ressources en eau. C'est particulièrement le cas dans les régions du sahel où ses rares ressources constituent le fil vital auquel s'accrochent les populations. Celui-ci se traduit par une modification des régimes pluviométriques et une augmentation des températures et notamment un accroissement de la fréquence et de l'intensité des phénomènes extrêmes (sécheresse, inondation...).

Plusieurs travaux de recherche montrent que la portion béninoise du bassin du Niger présente des signes de manifestation du changement climatique. Les données recueillies au niveau du poste pluviométrique de Kouandé de 1932 à 2010 par exemple, permettent d'observer une variabilité interannuelle.

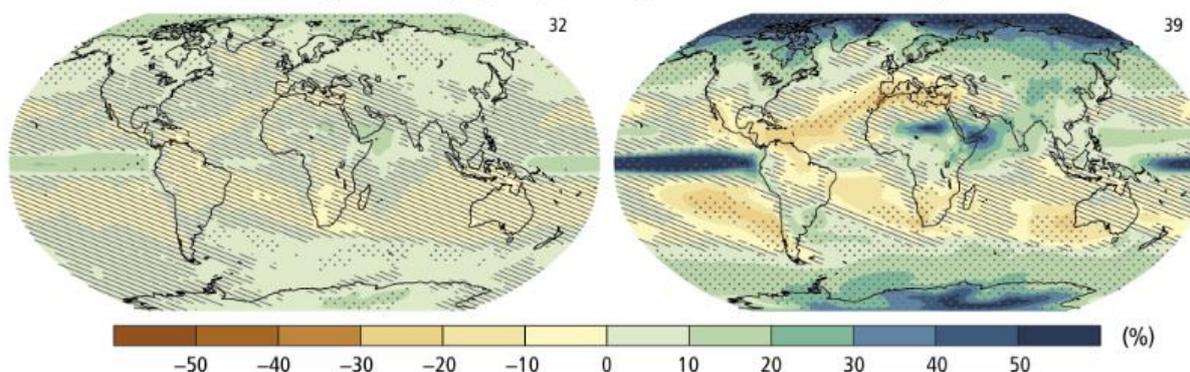


Selon les illustrations ci-dessous, ces effets négatifs devraient s'accroître même si les projections ne permettent pas des prévisions fines pour chaque région.

Change in average surface temperature (1986–2005 to 2081–2100)



Change in average precipitation (1986–2005 to 2081–2100)



Sur le plan hydrologique, on constate des modifications de comportement des rivières (diminution du débit, changement des dates d'apparition des débits de pointe...).

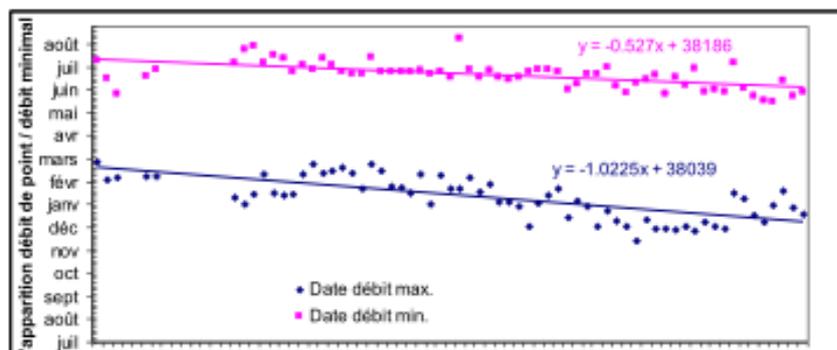


Figure 39: Estimation des précipitations futures (IPCC, 2016)

Figure 40 : Déplacement des dates d'apparition des débits de points (crue guinéenne) et minimal du fleuve Niger à Niamey (G. Panthou, 2013)

Les ressources en eau souterraines sont également très vulnérables aux changements et variabilité climatiques sur les plans quantitatif et qualitatif.

Sur le plan quantitatif, la variation des réserves des aquifères apporte des éléments intéressants qui sont intéressants de comparer avec l'évolution des prélèvements.

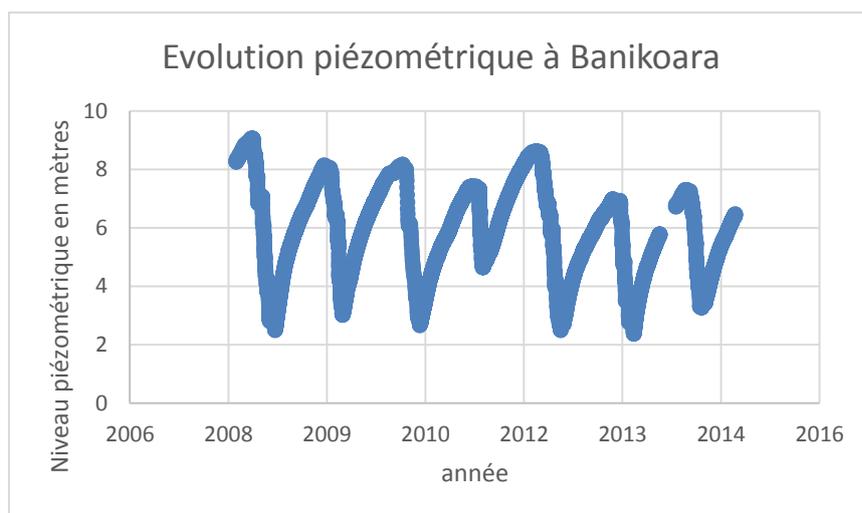


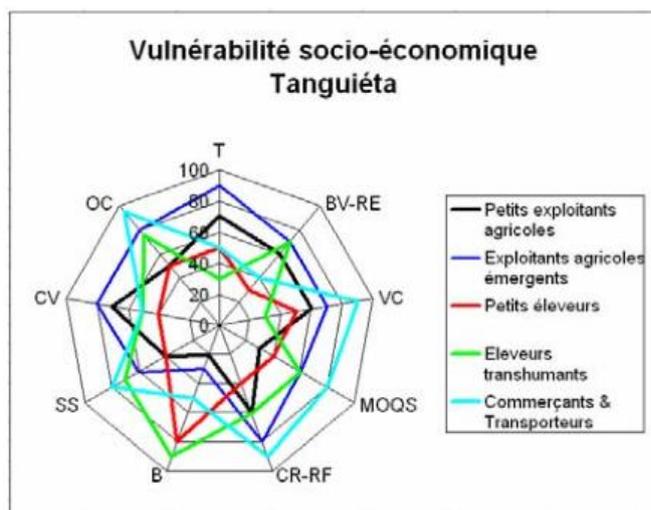
Figure 41: Variations piézométriques à Banikoara de 2008 à 2015 (CARDER, 2016)

Conséquence :

Ces différentes tendances ont des conséquences directes sur les ressources en eau et sur la vie des communautés. Les changements climatiques intervenus au Bénin ont provoqué depuis quelques années des modifications de plus en plus importantes dans la répartition des pluies bouleversant les systèmes de cultures : ainsi le maïs est surtout semé au Nord en Juillet et non plus en Mai. Au Sud, la deuxième campagne agricole n'est plus souvent réussie. Des poches de sécheresse et des pluies diluviennes sont fréquentes dans toutes les régions.

De même, la pêche principalement concentrée dans les plans d'eau le long de la Mékrou et de ses affluents est compromise car maintenant, la plupart de ces ouvrages hydrauliques tarissent ou ne gardent pas assez d'eau en saison sèche.

Dans le cadre du programme d'action nationale d'adaptation aux changements climatiques (UNDP, 2008), la vulnérabilité socio-économique de la région a été étudiée et est illustrée dans le schéma ci-dessous. On voit que les petits éleveurs sont les plus vulnérables et viennent ensuite les petits exploitants agricoles.



T = Terres ; BV-RE= Bassins versants – Ressources en eau ; VC ou R= Voies de communication ; MOQS = Main-d'œuvre qualifiée ou saisonnière ; CR-RF = Cultures de rente- Ressources financières; B = Bétail ; SS = Services sociaux ; CV = Cultures vivrières ; OC = Organisations communautaires.

Figure 42: Vulnérabilité socio-économique à Tanguéta dans le nord du Bénin (UNDP, 2008)

I.1.2. Erosion et comblement des plans d'eau

Sur la carte ci-dessous, on constate que les zones à fort risque d'érosion sont celles situées sur les abords de la chaîne de l'Atacora au sud-ouest du bassin, les zones anthropisées où la déforestation

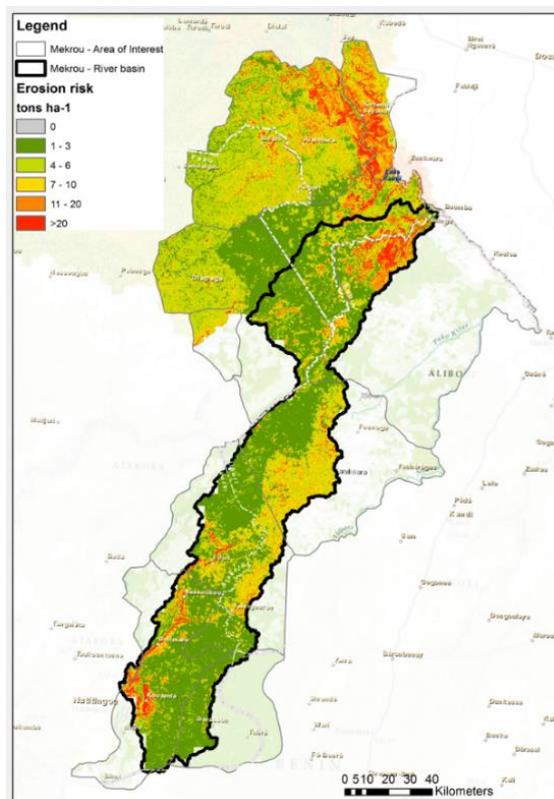


Figure 43: Carte du risque d'érosion, RUSLE model (Atlas, JRC, 2016)

accélère le phénomène (Banikoara), ou les zones proches du fleuve Niger au nord-est de la carte.

L'érosion des sols est due à plusieurs facteurs comme le relief, les conditions climatiques (précipitations, vent) ou l'occupation des sols.

Au niveau des cours d'eau, la recherche de sable dans le lit des rivières est un phénomène néfaste car il déséquilibre le comportement du cours d'eau. En effet, de par son caractère hydrologique, le cours d'eau transporte un certain nombre de matières solides qu'il dépose en fonction de sa morphologie. Le fait d'extraire ces matériaux crée un vide qui entraîne une érosion accrue en amont. Inversement, la création de barrages ralentie les écoulements qui ont tendance à déposer les matières en suspension. On assiste alors au comblement des rétentions et à une érosion plus importante en aval.

La culture sur brulis, encore largement pratiquée, a également pour conséquence d'accélérer l'érosion des sols. En effet, certaines spéculations comme l'igname par exemple nécessitent de nouvelles terres, entraînant la destruction du couvert végétal qui permettait de lutter contre l'érosion. De même, la superficie des cultures de coton augmente progressivement (section D3.2 a). On passe alors de terroirs encore lâches (présence d'anciennes jachères) à des terroirs entièrement cultivés (peu de jachères, parcelles contiguës, pas d'espaces arborés, arbres résiduels). La culture cotonnière est la cause principale des grands défrichements.

Conséquences :

Suite à l'érosion, les retenues d'eau connaissent une restriction de leurs capacités car elles se comblent petit à petit. Ceci pose la question de la disponibilité de l'eau pour les populations, les éleveurs, les agriculteurs. De plus, l'érosion appauvrit les sols et toute culture devient alors difficile. L'appauvrissement des sols est un phénomène lié aux pratiques de déforestation, de culture intensive et de culture sur brulis. Ainsi la pression économique et foncière pousse les agriculteurs à utiliser davantage de produits chimiques notamment pour les cultures de rente comme le coton.

I.1.3. Pollution agricole et problèmes environnementaux

Dans la zone d'étude, le faible couvert végétal naturel ne favorise pas la formation de sols arable. De plus, l'intensivité des cultures de coton et le non-respect des périodes de jachère accentuent l'appauvrissement des sols. Ainsi les exploitants ont de plus en plus recours à des engrais divers dont on peut trouver la liste ci-dessous.

Tableau 19: Pesticides utilisés pour le coton (Gomgnimbou, 2007)

Fertilisant	Insecticides	Matières actives	Herbicides	Matières actives	Lieux
-Fanga 500 EC	Profenofos	Gramazol	-	-NPK	
-Rocky C356 EC	Endosulfan et cypermethrine)	Glyphalm 80 wg	-	-Urée	Producteur
		Glyphalm 50 wg	-	-Compost	de coton
-Capt	-	Kallach extra	-	-Fumure	
-Cathio 10 E	endosulfan thirame	et Agrazine	glyphosate	organique	
Calriz	Propanil	Glycel 41%	Glyphosate		
Titan 25 EC	Acétomipride	Lambda super 2,5	Cyhalatine	-NPK	
Callidim 200 EC	Diméthoate	Thionex 35 C	Endosulfan	-Urée	
		Kallach 360	Glyphosate acide		
		Adwu Na Wuru	Isopropylamine salt		Marchés
		Calliherbe 2.4	Amin salt		Locaux
		Atrazine 800g	Atrazine		
		Atrazila 80 wp	-		
		Herb extra 720	-		
		Clothodim EC	-		
		Calloxone super	Paraquat dichloride		
		Callitraz 90wg	Atrazine		

Parmi la liste, on peut citer l'atrazine qui est maintenant interdite d'utilisation mais qui peut encore être acheté au marché noir dans les pays voisins comme le Nigéria.

Les produits commercialisés sont très nombreux : en 1994, 8.763 spécialités commerciales étaient homologuées, contenant 906 molécules (Ministère de l'agriculture, 2001) et utilisé dans des proportions variables selon les pays ce qui dénote souvent d'un manque de connaissance dans les conditions d'application.

Tableau 20: Consommation d'engrais chimiques en Afrique de l'Ouest (Ministère de l'agriculture, 2001)

Pays	Benin	Burkina Faso	Côte d'Ivoire	Gambie	Ghana	Guinée
Consommation d'engrais chimiques (x100g/ha) 1994-1996	146	69	224	49	43	16
Pays	Mali	Mauritanie	Niger	Nigeria	Sénégal	Togo
Consommation d'engrais chimiques (x100g/ha) 1994-1996	83	195	17	82	78	59

Source : PNUE/REDDA, 2002

Non seulement, les produits ne semblent pas être appliqué comme il faut, mais parfois, ils ne sont pas appliqués où il faut. En effet, certains produits phytosanitaires sont détournés, utilisé à des fins non prévues au départ. On pense à la pêche avec des pesticides, techniques couramment pratiquée il y a une dizaine d'année d'après les enquêtes de nos experts ou à l'utilisation des produits prévus pour le coton pour d'autres cultures.

Conséquences :

L'enquête de terrain de JRC a permis d'identifier différentes sources de risques environnementaux : une proximité des champs de coton avec les points d'eau, un faible niveau d'équipement des producteurs en matériel de protection, un nettoyage du matériel de pulvérisation aux abords des points d'eau, débordement de pulvérisation en bout de champ, mauvaise gestion des fonds de cuve, remplissage ou rinçage des pulvérisateurs ou lors de l'entreposage (fuite)...

Les produits phytosanitaires dans certaines concentrations peuvent être toxiques et avoir de forts impacts sur la faune et la santé humaine. Ils ont un processus de dégradation lent et et malheureusement l'analyse de la présence de ces substances nécessite des appareils sophistiqués peu disponibles Burkina Faso, Bénin et Niger. Il est donc difficile d'estimer la pollution des ressources.

I.1.4. Pollution des activités domestiques et problèmes sanitaires

La lessive et vaisselle, le lavage des déchets des abattoirs constituent diverses autres activités sources de pollutions physiques et chimiques des ressources en eau.

S'il est difficile de parler de pollutions industrielles dans la zone de l'étude en raison d'une absence d'industries génératrices d'importants déchets (à l'exception de l'usine d'égrenage de Coton de Pehunco), on peut cependant évoquer les conséquences de l'orpaillage dans la Mékrou à la hauteur à Kougnagou dans l'arrondissement de Gnémasson (Pehunco). Cette activité qui mobilise aussi bien les riverains que des ressortissants du Niger, du Nigéria, du Burkina, du Togo et du Ghana (aux dires des personnes rencontrées sur le site pourrait faire émerger des sédiments composés de particules minérales à la surface pour contribuer à la pollution de l'eau de la Mékrou (source Protos, 2012).

I.1.5. Raréfaction de la ressource et conflits d'intérêts

a) Raréfaction de la ressource

Bilan hydrique pour mesurer les menaces pesant sur la pérennité de la ressource.

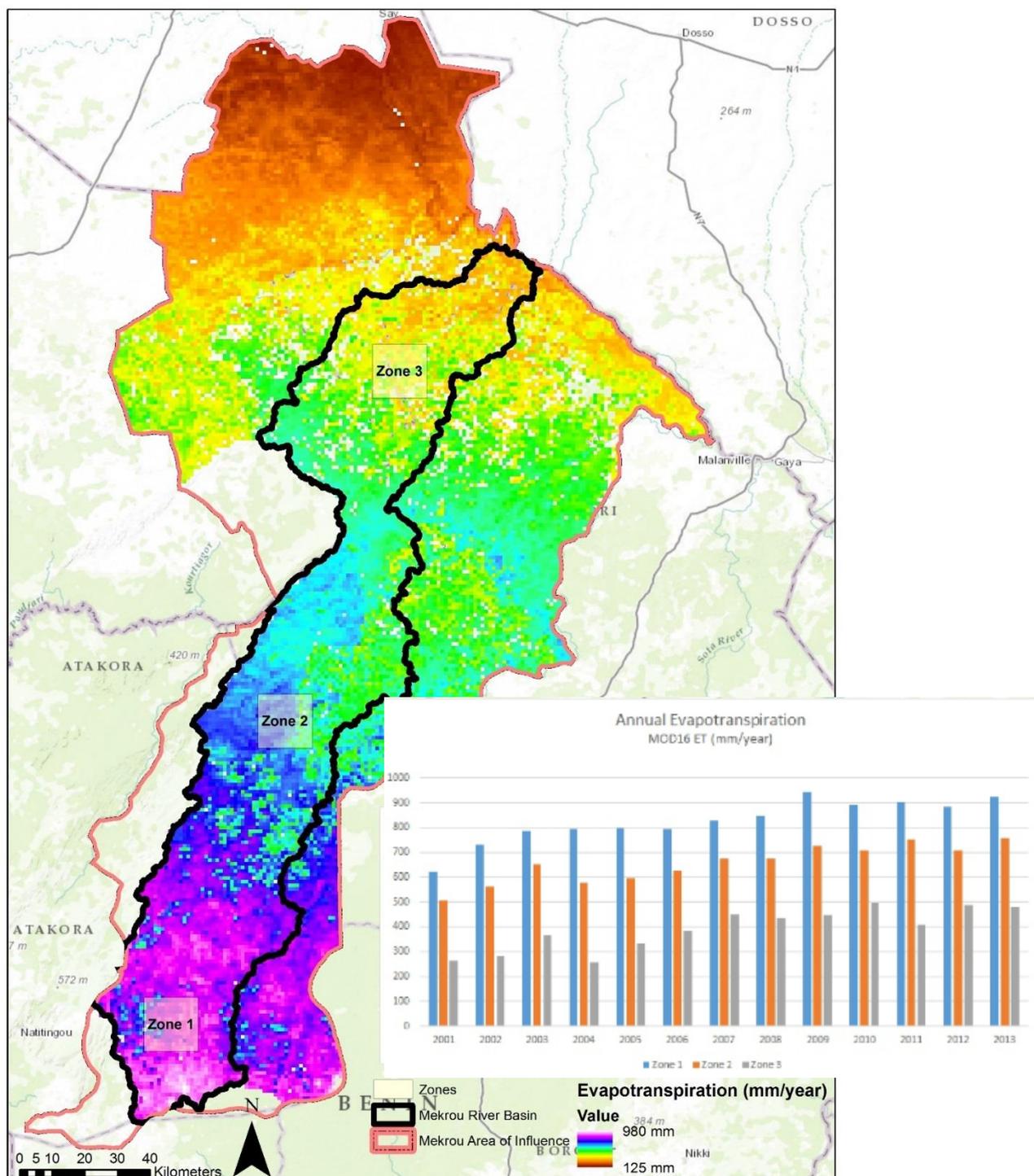


Figure 44: Carte de l'Evapo-Transpiration Potentielle (Atlas, JRC, 2016)

Une analyse des précipitations et de l'évaporation nous indique une forte variabilité selon les zones qui peut s'expliquer avec la proximité avec la région du Sahel. La zone 3 plus au Nord est 1, 6 fois moins arrosée (750 mm/an en moyenne entre 2001 et 2013) que la zone 1 au Sud (1250 mm/an en moyenne entre 2001 et 2013) et les températures y sont plus élevées. De manière logique, les évapotranspirations y sont également plus grandes (900 mm/an en moyenne entre 2001 et 2013) (source Atlas, JRC, 2016). L'évapotranspiration est plus faible que la pluviométrie mais l'eau disponible a plutôt tendance à ruisseler qu'à s'infiltrer et remplir la nappe.

En région Sahélienne, le ruissellement est de type hortonien c'est-à-dire qu'il dépassement la capacité d'infiltration du sol (Horton, 1933). Les coefficients de ruissellement et les volumes ruisselés ont augmenté. Il est possible de déterminer la part des ruissellements sur l'ensemble du bassin de la MékrouF en comparant des données de débit de la rivière au niveau de la station de Barou aux données de pluviométrie. La station de Barou, est équipée d'un limnigraphe. Le bassin en amont est de 10 500 km². Le volume ruisselé moyen annuel de la Mékrou au niveau de la station de Barou (proche de la confluence) est de 800 millions de m³ (source PNE Niger) ce qui revient à un ruissellement moyen de 76 190 m³/km² soit une hauteur d'eau équivalente de 76 mm.

Ainsi, la disponibilité en eau douce renouvelable est inférieure ou proche de la norme internationale de rareté.

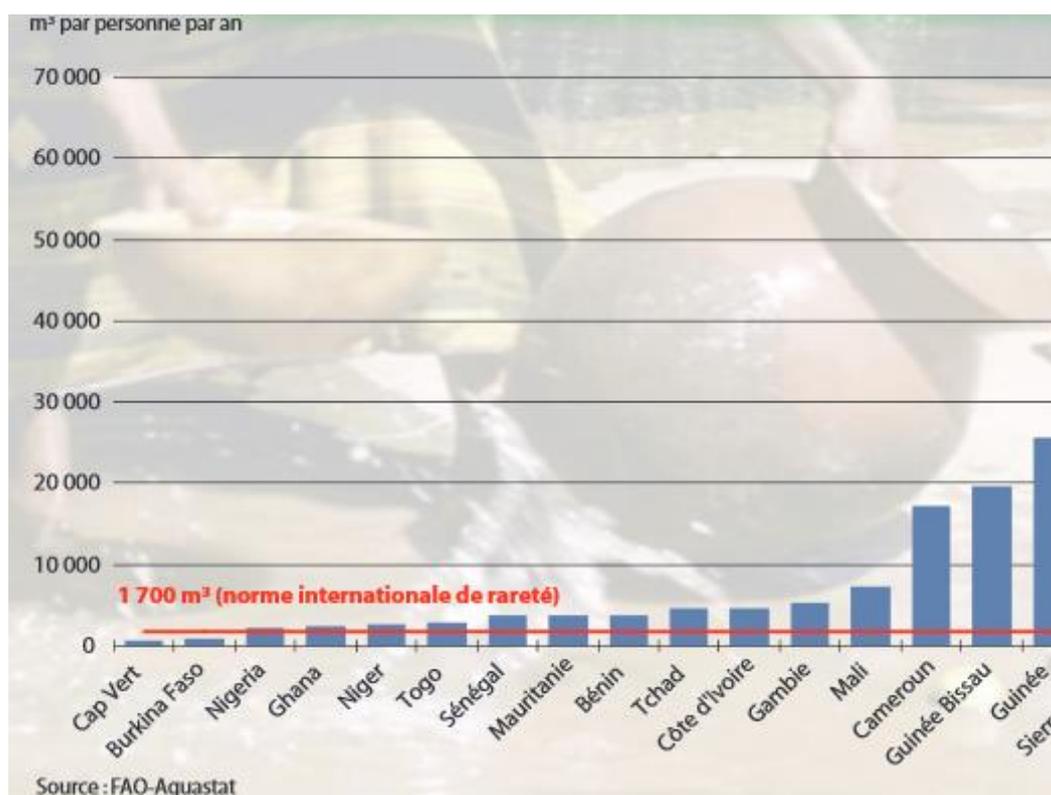


Figure 45: Disponibilité en eau douce renouvelable dans les pays de l'Afrique de l'Ouest en 2003 (FAO-Aquastat, 2015)

Ce manque de ressource et les multiples utilisations de la ressource conduisent régulièrement à des conflits entre usagers. Ceux-ci doivent se partager la ressource tout en ayant des intérêts parfois contradictoires. On peut noter dans un premier temps les conflits entre agriculteurs et éleveurs. Ces deux activités sont intimement liées dans la mesure où elles convoitent la même ressource en eau. De plus, le manque de couloirs de passage qui devraient permettre aux troupeaux de bœufs de

s'abreuver dans certaines zones, et le non-respect de ceux qui existent, constituent une cause de divagation des animaux durant les périodes de récolte, de novembre à janvier.

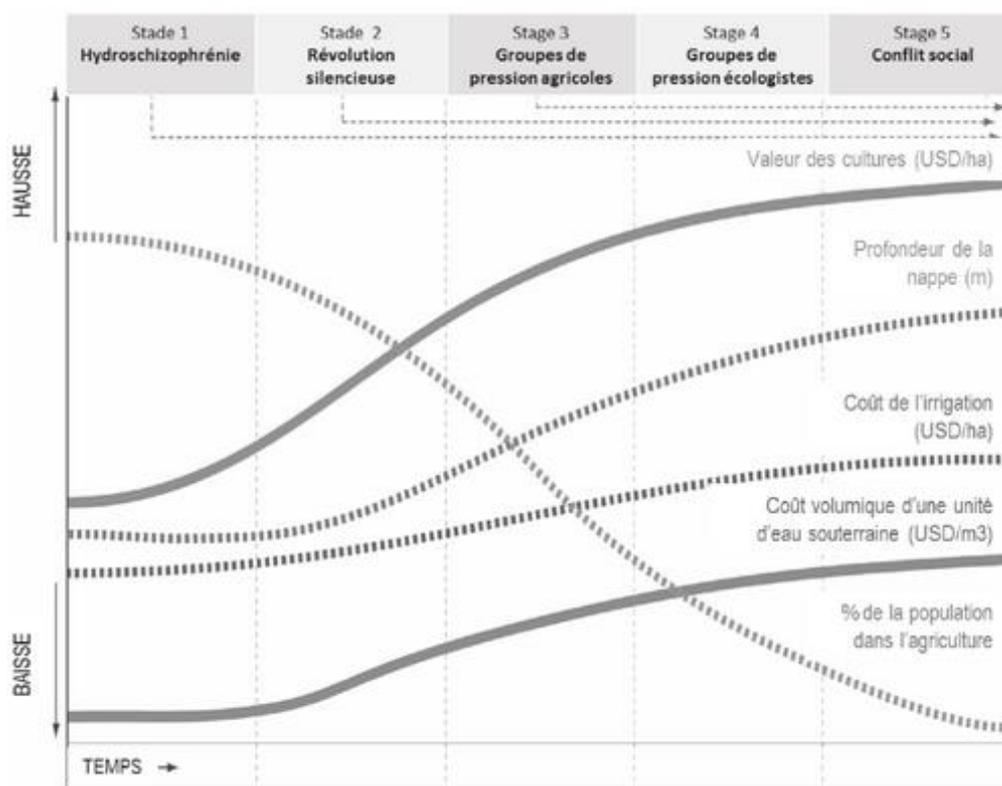


Figure 46: Risques et enjeux liés à la disponibilité de la ressource (Allomasso, 2013)

De même, un rythme de prélèvements trop important (augmentation des puits privés pour l'irrigation et l'abreuvement du bétail) serait non compatible avec la gestion durable des ressources en eau et entraînerait des conflits.

b) Conflits d'intérêts

Les ressources en eau du bassin de la Mékrou sont extrêmement vulnérables dans la mesure où les facteurs climatiques et géologiques la rendent peu accessible.

Ceci pose des problèmes de conflits d'usage.

Autour des eaux de surface, les conflits liés à l'exploitation de la ressource peuvent être de différents ordres :

- conflits entre éleveurs et agriculteurs à cause de la destruction des parcelles par les animaux,
- conflits entre éleveurs autochtones et éleveurs transhumants à cause des redevances imposées à ces derniers.
- conflits entre usagers domestiques et les autres usagers à cause de la pollution de l'eau due à la lessive et à la vaisselle.
- les conflits entre pêcheurs liés à l'utilisation d'engins de pêche prohibés,

- les conflits entre éleveurs et riziculteurs dus à la destruction des parcelles de riz par les animaux,
- les conflits entre pêcheurs et transporteurs par barque et pirogue liés à la destruction des installations fixes de pêche par les transporteurs.
- conflits entre exploitants manuels de sable et la société da SILVA qui envisage de faire une exploitation industrielle du sable lagunaire,
- les conflits qui opposent les pêcheurs et religieux aux teinturiers à cause de la pollution provoquée par les produits de teinture.
- les conflits entre pêcheurs et éleveurs transhumants à cause de la destruction des installations fixes de pêche par les animaux.
- ...

Au niveau des eaux souterraines les conflits rencontrés sont de types différents :

- les conflits entre femmes liés à l'affluence aux heures de pointe,
- les conflits entre usagers domestiques et éleveurs dus au non respect des horaires d'abreuvement des animaux de trait,
- les conflits ethniques liés par exemple à la cohabitation conflictuelle entre Bariba et Haoussa, ces derniers étant considérés comme étrangers (Protos, 2003).

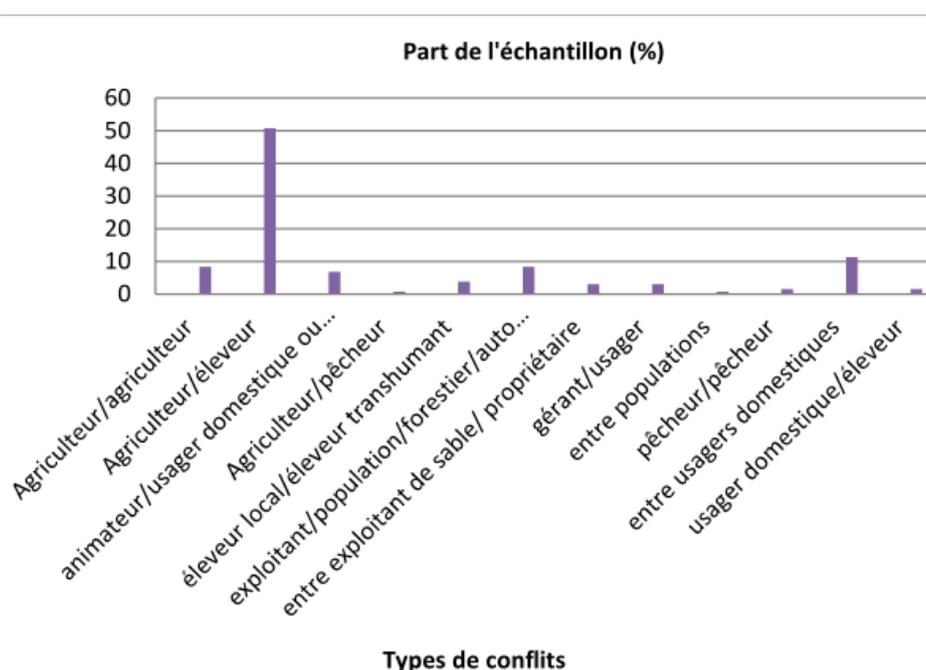


Figure 47: Fréquence des différents types de conflits dans les communes du bassin du Niger au Bénin (Allomasso, 2013)

J. Propositions pour la gestion intégrée des ressources en eau

J.1. Principes de la GIRE

La Gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE) vise le développement et la gestion coordonnés de l'eau, des terres et des ressources connexes, à travers l'application de quatre principes fondamentaux à savoir :

- principe 1 : l'eau douce est une ressource limitée et vulnérable, indispensable à la vie, au développement et à l'environnement ;
- principe 2 : le développement et la gestion de l'eau devraient être fondés sur une approche participative impliquant usagers, planificateurs et décideurs à tous les niveaux ;
- principe 3 : les femmes sont au cœur des processus d'approvisionnement, de gestion et de préservation de l'eau ;
- principe 4 : pour tous ses différents usages, souvent antagonistes ou concurrents, l'eau a une dimension économique ; elle doit être considérée comme un bien économique.

Afin de ressortir les pratiques qui sont en phase avec les principes de la GIRE, les différentes pratiques répertoriées ont été soumises à l'appréciation des acteurs. A cet effet, les principes de la GIRE ont été considérés comme les critères de classification (tableau 11).

Une pratique est jugée bonne si elle suit au moins un principe de la GIRE sans compromettre aucun des trois autres.

En considérant les quatre principes de la GIRE, trois catégories de pratiques de gestion peuvent être distinguées. Il s'agit de :

- catégorie 1 : pratiques remplissant simultanément les quatre principes de la GIRE ;
- catégorie 2 : pratiques remplissant 2 à 3 principes de la GIRE ;
- catégorie 3 : pratiques remplissant au plus un principe de la GIRE.

Les pratiques de la catégorie 1 correspondent à celles qui favorisent la GIRE dans le Bassin du Niger au Bénin. Elles sont également compatibles aux valeurs endogènes de la zone considérée. Ainsi, elles sont considérées comme étant « les bonnes pratiques locales à promouvoir dans le cadre de la GIRE ».

Les pratiques de la catégorie 2 étant compatibles avec les valeurs endogènes avant de respecter au moins deux des principes de la GIRE, alors elles peuvent être améliorées pour les rendre compatibles à l'ensemble des principes de la GIRE. Elles sont appelées « les bonnes pratiques locales à renforcer ».

La catégorie 3 regroupe les pratiques qui doivent également faire l'objet d'amélioration puisqu'elles ne respectent qu'au plus un des principes de la GIRE, ou à abandonner. Quant aux pratiques qui ne respectent aucun des quatre principes, elles sont considérées comme mauvaises par les acteurs et font partie des pratiques à abandonner.

Le tableau 12 fait le point des bonnes pratiques à promouvoir ainsi que des autres à renforcer.

Tableau 21: Appréciation des bonnes pratiques de gestion des ressources en eau selon les principes de la GIRE (GWP, 2012)

Pratiques de gestion des ressources en	Respect des principes de la GIRE			
	Protection de la ressource	Participation de tous	Implication des femmes	Economique
Usage multiple et concertées des ressources en eau facilitant l'accès des différentes couches		OUI	OUI	OUI
Gestion catégorielle des ressources en eau	OUI			OUI
Organisation en comité de gestion pour chaque ressource	OUI	OUI	OUI	OUI
Implication des acteurs locaux dans l'exploitation halieutique des eaux	NON	OUI	OUI	OUI
Délimitation de certaines zones réservées à la consommation d'eau par la population riveraine	OUI	OUI	OUI	OUI
Interdiction de l'usage d'engins de pêche	OUI			
Interdiction de toute action humaine à moins de 10 m des ressources de surface	OUI			
Usage multiple des ressources en eau (Accès des différentes couches aux ressources en eau)	OUI	OUI	OUI	OUI
Gestion déléguée des ouvrages hydrauliques	OUI	OUI	OUI	OUI
Construction des trous à poisson	OUI	OUI	OUI	OUI
Mise en défens des marres/marigots; rivières	OUI	OUI	OUI	OUI
Mise en place du comité communal de pêche (CCP)	OUI	OUI	OUI	OUI
Confection des diguettes pour la culture du riz	NON	OUI	NON	OUI
Motorisation de l'agriculture	OUI	NON	OUI	OUI
Utilisation des bouses de vaches (fumure organique)	NON	OUI	OUI	OUI
Partage des mêmes ressources en eau par les agriculteurs, éleveurs, pêcheurs et autres	NON	OUI	OUI	OUI
Interdiction d'utilisation de fertilisants chimiques sur les champs non éloignés des ressources	OUI	OUI	OUI	OUI
Interdiction de la pêche à l'hameçon	OUI			
Reboisement systématique des berges des cours d'eau				OUI
Entretien des alentours des ressources	OUI	OUI	OUI	OUI
Utilisation des ressources en eau à des fins socioculturelles (rituels)	OUI	NON	NON	NON
Interdiction d'installer des latrines et conduits d'eau de douche autour des ressources	OUI	OUI	OUI	NON
Interdiction de tuer les crocodiles présents dans la ressource	OUI			OUI

Pratiques de gestion des ressources en	Respect des principes de la GIRE			
	Protection de la ressource	Participation de tous	Implication des femmes	Economique
Interdiction d'installer des champs en amont des ressources	OUI	OUI	OUI	OUI

Tableau 22: Pratiques de gestion à promouvoir, à renforcer ou à abandonner (GWP, 2012)

	Pratiques
Pratiques locales à promouvoir	Organisation des acteurs des ressources en eau
	Mise en place d'un comité de gestion pour chaque ressource
	Affectation de certaines ressources à la consommation d'eau par la population riveraine
	Paiement d'une modique somme pour l'entretien de l'ouvrage et la pérennisation du service
	Gestion déléguée des ouvrages hydrauliques
	Mise en défens des marres/marigots; rivières
	Implication de toutes les couches sociales dans la pêche
	Usage pour maraîchage et pêche
	Entretien des alentours des ressources
	Construction des abreuvoirs près des retenues d'eau
Mise en place du comité communal de pêche (CCP)	
Pratiques locales à renforcer pour la promotion de la GIRE	Implication des acteurs locaux dans l'exploitation halieutique des eaux
	Interdiction d'installer des champs en amont des ressources
	Interdiction de toute action humaine à moins de 10m de la berge
	Interdiction de l'usage d'engins de pêche
	Confection des diguettes pour la culture du riz
	Motorisation de l'agriculture
	Utilisation des bouses de vaches pour la fumure organique
	Interdiction d'installer des latrines et conduits d'eau de douche autour des ressources
	Partage des mêmes ressources en eau par les agriculteurs, les éleveurs, les pêcheurs et autres

J.2. Défis à relever pour une gestion durable des ressources en eau

Pour lever les contraintes liées à la gestion et l'exploitation des ressources en eau dans le bassin de la Mékrou dégagées du diagnostic, quelques défis ont été proposés. Le tableau 13 résume les contraintes identifiées et les défis y afférents pour la zone :

Tableau 23: Contraintes identifiées et défis à relever pour favoriser la GIRE dans le bassin du Niger au Bénin (GWP, 2012)

Contraintes	Défis identifiés
Destruction des forêts et des berges des cours d'eau	Promotion de la politique de reboisement et de la protection des forêts
Absence de politique efficace de gestion des cours d'eau	Mise en œuvre d'un mécanisme de conservation des ressources en eau
Incitation par les anciens comités de gestion au boycott des forages au profit des puits	Sensibilisation de la population à l'importance de l'eau potable (forages) et vulgarisation des bons comportements (puits)
Changements climatiques	Mise en place des stratégies d'adaptation au changement climatique
Mauvaise gestion des AEV et FPM	Assainissement de la gestion des forages
	Maîtrise des outils de gestion économique
Hausse du prix de l'eau	Cadre de concertation et de suivi du prix de l'eau de forages
Difficulté d'accès au point d'abreuvement des animaux	Facilité d'accès au point d'abreuvement des animaux
Insuffisance d'eau potable, de forage et de puits	Construction des forages et des puits à grand diamètre
Inondation	Mise en place d'un mécanisme de lutte contre les inondations
Utilisation des produits/engins prohibés	Promotion des nouvelles techniques de pêches respectant les normes
Méconnaissance de la base juridique de l'exploitation des ressources en eau	Promotion de la base juridique de l'exploitation des ressources en eau
Pollution des ressources en eau	Réduction de l'utilisation des pesticides
Dégradation de l'écosystème local	Préservation de l'écosystème
Ensablement des retenues d'eau	Entretien régulier des retenues
Manque d'organisation des comités de gestion des ressources	Restructuration des comités de gestion
Envahissement des plans d'eau par les plantes aquatiques	Entretien régulier des retenues

J.3. Activités et acteurs à impliquer dans la réalisation des défis identifiés

Les défis proposés ci-dessus ne peuvent être levés qu'à travers des activités. La réalisation de ces actions nécessite une responsabilisation des acteurs impliqués dans la gestion et l'exploitation des ressources en eau du Bassin du Niger au Bénin. Ainsi, des activités ont été proposées pour relever chaque défi. Le tableau 14 présente les activités et les acteurs à impliquer en fonction des défis à relever.

Tableau 24: Action et acteurs responsables pour la mise en œuvre (GWP, 2012)

Défis identifiés	Actions proposées	Acteurs à impliquer
Promotion de la politique de reboisement et de la protection des forêts	Sensibilisation pour la lutte contre la déforestation	Mairie, ACU, PNE, administration forestière
	Définition d'un plan de reboisement des abords des cours d'eau	
	Vulgarisation des lois régissant la gestion des forêts	
Mise en œuvre d'un mécanisme de conservation des ressources en eau	Elaboration du mécanisme de conservation des ressources en eau	Mairie, ACU, PNE, administration forestière, direction des services d'hydraulique
	Vulgarisation et opérationnalisation du mécanisme ainsi élaboré	
Mise en place d'un cadre adéquat d'approvisionnement en eau	Sensibilisation de la population sur l'importance de l'eau potable	Mairie, ACU, PNE, administration forestière, ONG, direction des services d'hydraulique
	Définition et mise en œuvre d'un plan d'alimentation en eau de la population	
	Construction des forages	
Facilité d'accès au point d'abreuvement des animaux	Réaliser les retenues d'eau et curage des retenues d'eau existantes	Mairie, CeCPA, OP, Opérateurs économiques,
	Sensibiliser les agriculteurs et les éleveurs dans le respect de leur limite de production ou de pâturage	
	Tracer les couloirs de passage menant vers les points ou retenues d'eau	
Construction des forages et des puits à grand diamètre	Réaliser les nouveaux forages	Mairie, Service Eau, PTF, ONG, ACU, Population
	Réaliser les AEV	
	Faire du plaidoyer-lobbying auprès des autorités politico-administratives	
	Mettre sur pieds un comité de gestion de ces forages et puits	
Maîtrise d'eau pour les activités agricoles	Construire des puits tubés	Mairie, Service Eau, PTF, ONG, ACU, Population
	Appuyer les producteurs dans la dotation des motopompes	
	Réaliser des réservoirs d'eau pendant la saison des pluies	
	Curage des retenues d'eau	
Mise en place d'un mécanisme de lutte contre les inondations et l'érosion	Organiser des visites d'échanges	Mairie, CeCPA, PTF, ACU
	Désensabler le lit du fleuve	
	Sensibiliser à respecter les limites de production au bord du fleuve	
	Reboiser la berge du fleuve et des cours d'eau	
	Améliorer les techniques de labour	
	Aménager les bas-fonds et curage des retenues d'eau	
Promotion des nouvelles techniques de pêches respectant les normes	Renforcer la capacité du comité communal de pêche existant	Mairie, CeCPA, CP, ACU, PNE

Défis identifiés	Actions proposées	Acteurs à impliquer
	Sensibiliser les pêcheurs sur les nouvelles techniques de pêche	
	Organiser des visites d'échanges avec les pêcheurs	
Promotion de la base juridique de l'exploitation des ressources en eau	Sensibiliser la population par rapport aux textes juridiques relatifs à la gestion des RE	Mairie, CeCPA, ACU, Eaux et Forêts, PNE, instances juridiques
	Diffuser les textes juridiques régissant l'exploitation des ressources	
	Mise sur pieds d'un comité de veille pour l'application des textes	
Mise en place des stratégies d'adaptation au changement climatique	Organisation des visites d'échanges sur les stratégies d'adaptation au changement climatique	PNE, PTF, mairie, ACU, ANU, Bureau d'étude
	Réalisation d'une étude sur la vulnérabilité au changement climatique	
Assainissement de la gestion des forages	Mise en place de comité de contrôle des fonds issus des forages	Mairie, ONG, ACU
Cadre de concertation et de suivi du prix de l'eau de forages	Mise en place d'un cadre de concertation	
	Installation d'un comité de suivi du prix de l'eau et de gestion financière	PTF, projets, ONG, mairie, ACU
	Curage des retenues d'eau	

K. Conclusion

Au travers de cette étude de la situation de référence on a pu constater que les ressources sont peu abondantes sur l'ensemble du bassin, particulièrement en période sèche où elles deviennent rares et précieuses.

Or environ 470.000 habitants habitent en 2016 dans le bassin et tout le développement économique de la zone est lié à ces ressources en eau. Les principaux usages de la ressource sont l'approvisionnement en eau potable, l'agriculture (dont le coton représente 60% des exportations au Bénin), l'élevage ainsi que la préservation de l'environnement, en particulier pour le parc du W.

Il existe une forte pression autour de la ressource qui se traduit par beaucoup de conflits entre utilisateurs : les éleveurs qui n'arrivent pas à atteindre les zones de pâturage, les agriculteurs souhaitent avoir plus de terres arables, le Parc W se bat pour la protection de l'environnement et contre les pratiques illicites.

C'est dans le cadre que le projet Mékrou tente de rassembler les différents acteurs et usagers de la ressource pour mettre en place un plan de suivi et une réglementation adéquate.

Plusieurs initiatives d'Information sur les ressources ont déjà été initiées comme la Banque de Données Intégrée au Bénin. Par ailleurs l'ABN présent à l'échelle du bassin du Niger centralise un certain nombre d'information sur les ressources en eau et joue un rôle moteur pour une régulation des différents usages et prélèvements.

Cette présente étude a permis de faire le point sur la situation en termes d'information disponible. Sur la base de cette étude le JRC aidé par l'Agrhymet ont pour mission de mettre en place un système d'information qui permettra un suivi de la ressource en eau.

Ce suivi permettra ensuite de mettre en place un cadre de concertation et de décision permettant de réguler les différents usages de l'eau et ainsi de favoriser le développement de la zone en alliant réduction de la pauvreté et protection de l'environnement.

L. Bibliographie

Adjinacou et Onibon, 2004. Etude multisectorielle pour le développement durable dans la portion Béninoise du bassin du fleuve Niger: Analyse des opportunités et contraintes

Afrique conseil, 2006. Monographie de la commune de Karimama

Afrique conseil, 2006. Monographie de la commune de Kérou

Afrique conseil, 2006. Monographie de la commune de Kouandé

Afrique conseil, 2006. Monographie de la commune de Oussa-Pehunco

AQUASTAT 2013, Bénin, Burkina Faso et Niger. Disponible sur http://www.fao.org/nr/water/aquastat/countries_regions/bfa/indexfra.stm (Consulté le 04/04/2016)

Allomasso A. et al, 2013, Gestion intégrée des ressources en eau et conflits d'usage dans le bassin béninois du fleuve Niger en Afrique de l'Ouest, Innovative Space of Scientific Research Journal

DGeau, 2012. Base de données intégrée.

BRL, 2007. Evaluation des prélèvements et des besoins en eau pour le modèle de simulation du bassin du Niger

B. Sanou, 2006. Monographie de la commune urbaine de Diapaga en 2005

B. Sanou, 2006. Monographie de la commune urbaine de Tansarga en 2005

CARDER, 2016. Pluviométrie.

Cartogest, 2006. Schéma directeur d'aménagement de la commune de Kouandé

Climate data, 2016. Climat. Disponible sur < <http://fr.climate-data.org/location/46552/> > (Consulté le 28/02/2016)

Commune de Banikoara, 2002. Plan de développement communal de Banikoara

Commune de Kouandé, 2006. Schéma Directeur d'Aménagement de la Commune de Kouandé

Conseil municipal de Botou, 2013. Plan communal de développement de la commune de Botou 2014-2018

Conseil municipal de Tansarga, 2013. Plan communal de développement de la commune de Tansarga 2014-2018

Direction de la Géologie et des Mines, 1976. Carte géologique du Bukina Faso.

Direction des études démographiques, 2004. Cahier des villages et quartiers de ville – département de l'Alibori

Direction des études démographiques, 2004. Cahier des villages et quartiers de ville – département de l'Atacora,

Direction Générale de l'Eau, 2008. Atlas hydrographique du Bénin

Direction Générale des Forêts et Ressources Naturelles, 2013. Plan d'aménagement participatif de la forêt classée de la Mékrou 2013 – 2022

DGPER. 2012. Résultats définitifs de la campagne agricole et de la situation alimentaire et nutritionnel 2011-2012. Ministère de l'Agriculture et de l'Hydraulique, Direction Générale de la Promotion de l'Economie Rurale

ECOPAS, 2008. Résultats du programme du parc W / Ecopas, période 2001-2008. Disponible sur <https://www.cbd.int/doc/nbsap/nbsapcbw-wafr-01/nbsapcbw-wafr-01-parc-w-fr.pdf>, 2008, [ECOPAS](#) (Consulté le 17/03/2016)

ECOPAS, 2006. Proposition d'une stratégie touristique pour la RTB/W

FAO-Aquastat, 2015. Evaluation de la ressource en eau.

Gérémy Panthou, 2013. Analyse des extrêmes pluviométriques en Afrique de l'Ouest et de leur évolution au cours des 60 dernières années

GIZ & DGEAU, 2010. Mise en place d'un dispositif de protection des zones de captage d'eau potable

GIZ 2010. Guide de protection des périmètres de captage.

GWP, 2012. Problématiques et pratiques de gestion durable de la portion du bassin du Niger au Bénin

Gomgnimbou, Alain P.K. 2007. Exploitation agricole des ressources naturelles de la région de l'est du Burkina Faso : diagnostic des risques et impacts environnementaux de la culture de la région de l'est du Burkina Faso. 76 p.

H. Boulet et al., 2004. Stratégie régionale de gestion de l'activité cynégétique en périphérie du parc W, Game and Wildlife Science

Hydrosciences, 2016. Système d'Informations Environnementales sur les Ressources en Eau et leur Modélisation SIEREM <http://www.hydrosciences.fr/sierem/> (Consulté le 14/03/2016)

INERA, 2009. Usage des intrants chimiques dans un agrosystème tropical : diagnostic du risque de pollution environnementale dans la région cotonnière de l'est du Burkina Faso. Disponible sur <http://popups.ulg.ac.be/1780-4507/index.php?id=4524&format=print> (Consulté le 23/03/2016)

IPCC, 2016. Graphiques des prévisions d'évolution des précipitations et des températures. Disponible sur <http://ipcc.ch/report/graphics/index.php?t=Assessment%20Reports&r=AR5%20-%20Synthesis%20Report&f=Topic%202> (Consulté le 27/02/2016)

JRC, 2016. Atlas of thematic maps – contribution to the baseline report V.1

Landscan, 2013. Global population Database.

MAHRH, 2007. Résultats définitifs de la campagne agricole 2005/2006

Malaterre B, ID Tourism, 2013, Le tourisme cynégétique - Entre opportunités et écueils, quels modes de développement possibles ? L'exemple de la zone cynégétique de la Djona, Nord-est Bénin

MGE conseil, 2006. Schéma directeur d'aménagement de la commune de Kérou

Mama A. et al., 2013, Anthropisation et dynamique des paysages en zone soudanienne au nord du Bénin

Ministère de l'agriculture, 2001. Etude opérationnelle sur la filière des intrants au Burkina Faso. Disponible sur < http://hubrural.org/IMG/pdf/burkina_etude_filiere_intrants.pdf> (Consulté le 23/03/2016)

Pourget et Greigert, 1966. Géologie au Niger.

PROTOS, 2012. Etude portant Etat des lieux et gestion de l'information sur les ressources en eau dans le bassin de la Mékrou

Protos Bénin & PNE Bénin, 2005. Inventaire, typologie et description des pratiques liées aux divers usages de l'eau au Bénin

Rupp, 2010. Enquête sur la valorisation des bas-fonds au Bénin. Etude de cas sur les logiques paysannes et les dynamiques locales dans la commune de Djidja. Disponible sur <<http://docplayer.fr/4294653-Enquete-sur-la-valorisation-des-bas-fonds-au-benin.html>> (Consulté le 26/03/2016)

UNDP, 2008. Convention-cadre des nations unies sur les changements climatiques – Programme d'action national d'adaptation aux changements climatiques du Bénin (PANA-BENIN)

UNICEF, 2014. Etude de faisabilité des forages manuels au Bénin. Disponible sur <http://www.unicef.org/wash/files/Rapport_final_Forages_manuels_Unicef_%28final%29.pdf> (Consulté le 20/03/2016)

Université de Frankfurt, 2016. Utilisation des terres au Bénin. Disponible sur <<https://www.uni-frankfurt.de/47670919>> (Consulté le 25/03/2016)