

VULNERABILITE CLIMATIQUE, VARIABILITE DES RESSOURCES EN EAU ET AMENAGEMENTS STRUCTURANTS EN AFRIQUE DE L'OUEST : QUELLE RESILIENCE ECOLOGIQUE ET SOCIETALE A PARTIR DES INFRASTRUCTURES HYDRAULIQUES DANS LES BASSINS TRANSFRONTALIERS (SENEGAL, GAMBIE, NIGER ET VOLTA) ?

Awa NIANG (UCAD Dakar, Sénégal, UMI Résiliences - IRD)

Mbayang THIAM (UCAD Dakar, Sénégal, UMI Résiliences – IRD, RWESCK)

Abdoulaye FATY (UCAD Dakar, Sénégal, UMI Résiliences - IRD)

Alioune KANE (UCAD Dakar, Sénégal, UMI Résiliences - IRD)



**VULNÉRABILITÉ
& RÉSILIENCE**

13-15 NOVEMBRE 2019

Communication au Colloque « Vulnérabilité et Résilience dans le renouvellement des approches du développement et de l'environnement » (vr2019), Université de Versailles Saint Quentin-en-Yvelines (UVSQ)

vr2019.sciencesconf.org

www.cemotev.uvsq.fr / cemotev@uvsq.fr

Thématique 7 : Gouvernance de l'eau : nouveaux modèles de gestion intégrée des ressources en eau, nouvelles pratiques

Vulnérabilité climatique, variabilité des ressources en eau et aménagements structurants en Afrique de l'Ouest :

Quelle résilience écologique et sociétale à partir des infrastructures hydrauliques dans les bassins transfrontaliers (Sénégal, Gambie, Niger et Volta) ?

Awa NIANG^{1 ()}, Mbayang THIAM^{1 2}, Abdoulaye FATY¹ & Alioune KANE¹.*

(1) Université Cheikh Anta Diop de Dakar, Boulevard Martin Luther King, BP 5005-SENEGAL & UMI 0236 Résiliences, Campus International IRD/UCAD, BP 1386, Dakar-Hann, Sénégal

(2) Kwame Nkrumah University of Science and Technology, Civil Engineering Department – Regional Water and Environmental Sanitation Centre, Kumasi (RWESCK)

(*) Corresponding Author: Awa NIANG (awa10.fall@ucad.edu.sn)

Résumé

La région ouest-africaine, et en particulier la zone sahélienne, est, depuis plusieurs décennies, soumise à une grande vulnérabilité climatique et hydrologique. Cette situation a eu des répercussions dramatiques sur les ressources en eau et en particulier sur l'hydrologie de surface dans les bassins versants transfrontaliers comme ceux du Sénégal, de la Gambie, de la Volta ou du Niger. Cette variabilité du climat et des ressources en eau, dans un contexte où l'agriculture occupe plus de 80% de la population, favorise une utilisation accrue des eaux de surface. Au-delà de l'aspect structurel de cette variabilité climatique, on observe également de nombreux effets sur les activités socio-économiques et certaines implications des pratiques socio-culturelles ayant un impact sur la disponibilité des ressources en eau pour l'homme et la nature. Pour faire face à l'urgence de la crise hydro-climatique, le choix s'est porté principalement sur la construction de barrages et d'infrastructures hydrauliques. L'objectif majeur de ces ouvrages est de renforcer les capacités de résilience des communautés locales vivant dans ces bassins versants. Il s'agit aussi d'augmenter leurs capacités de production alimentaire et d'assurer la production énergétique pour les États riverains. Malgré ces aménagements, la dégradation du potentiel des eaux de surface reste une réalité dans ces bassins versants et un vécu quotidien pour les communautés locales particulièrement affectées, avec de faibles capacités de résilience et surtout confrontées à un environnement en constante dégradation. Le Fouta Djallon, château d'eau de l'Afrique de l'Ouest en est une parfaite illustration avec la dégradation poussée de son écosystème et d'importants risques pesant sur son avenir. Le principal défi consiste désormais à développer la résilience des écosystèmes et des sociétés à partir de ces infrastructures hydrauliques. La question très pressante reste celle de l'équilibre entre un développement socio-écologique et économique durable et la nécessité de conserver et valoriser les ressources en eau.

Mots-clés : vulnérabilité climatique, variabilité des ressources en eau, bassins transfrontaliers, aménagements hydrauliques, résilience

Abstract

The West African region, and in particular the Sahel region, has been exposed to high climate vulnerability for several decades. This situation has had dramatic repercussions on water resources and in particular on surface hydrology in transboundary river basins such as Senegal, Gambia, Volta or Niger. This variability of climate and water resources, in a context where agriculture concerns more than 80% of the population, favours the use of surface water. Beyond the structural aspect of the climate variability, there are also many effects on socio-economic activities. Some implications concerning socio-cultural practices also occurred and have an impact on the availability of water resources for humans and nature (IRD, 2016). To deal with the urgency of the hydro-climatic crisis, the choice was mainly made to build dams and hydraulic infrastructures. The objectives were to make local communities within these watersheds very resilient and with high food production capacity and, to ensure energy production for the riparian States. Despite these developments, the degradation of surface water potential remains a reality in these watersheds and a daily experience for local communities. Those communities are also particularly affected by the low resilience capacities that faced with a deteriorating environment. Fouta Djallon, a water tower in West Africa, is a perfect illustration of this with the extensive degradation of its ecosystem. The main challenge now is to develop ecological and societal resilience from these hydraulic infrastructures. The very pressing issue is the balance between sustainable socio-ecological development and the need to conserve and enhance water resources.

Keywords: climate vulnerability, water resource variability, transboundary basins, water development, resilience

INTRODUCTION

Depuis le début des années 1970, l'Afrique de l'Ouest, fait face à un ensemble d'évènements climatiques qui ont engendré d'importantes mutations au niveau de ses ressources naturelles, en particulier les ressources en eau. La sous-région a en effet connu une phase de croissance exponentielle de sa population, accompagnée d'une forte urbanisation mais également d'une évolution des activités économiques. L'autre aspect qui a plus ou moins bouleversé la situation sous régionale est l'avènement du changement climatique qui s'est traduit par un cycle de sécheresses sévères marquées par une baisse de la disponibilité des ressources en eau et une augmentation de la demande.

Pour faire face à l'urgence de la crise hydro-climatique, le choix s'est porté principalement sur la construction de barrages et d'infrastructures hydrauliques (**Erreur ! Source du renvoi introuvable.**). Au-delà de la volonté de faire face à la raréfaction des ressources en eau, développer la résilience des communautés locales, en augmentant les capacités de production alimentaire, il s'agissait aussi d'assurer la production énergétique des États riverains. À cet effet, tous ces bassins versants partagés ont été aménagés pour améliorer et soutenir le stockage de l'eau et pour d'autres besoins spécifiques comme la rétention des eaux marines comme ce fut le cas en 1985 avec la mise en fonction du barrage de Diama dans le Delta du fleuve Sénégal (Kane, 1997 ; Cogels et al., 1997). Le barrage de hydro-électrique Manantali édifié en 1988 visait à soutenir les débits d'étiage dans la vallée du Sénégal mais aussi la production énergétique. Le barrage de Manantali se présente comme un ouvrage à but multiples : production énergétique – l'irrigation et la navigation. La construction du barrage a entraîné la réserve de lac de retenue d'eau de 477 Km² et contribue un apport annuel de 11,27 milliards de m³. Ces barrages font partie de la première génération d'ouvrages communs réalisés par l'OMVS (Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve Sénégal). L'ère des ouvrages de seconde génération a vu le jour avec la mise en service du barrage au fil de l'eau de Felou mis en service en 2013.

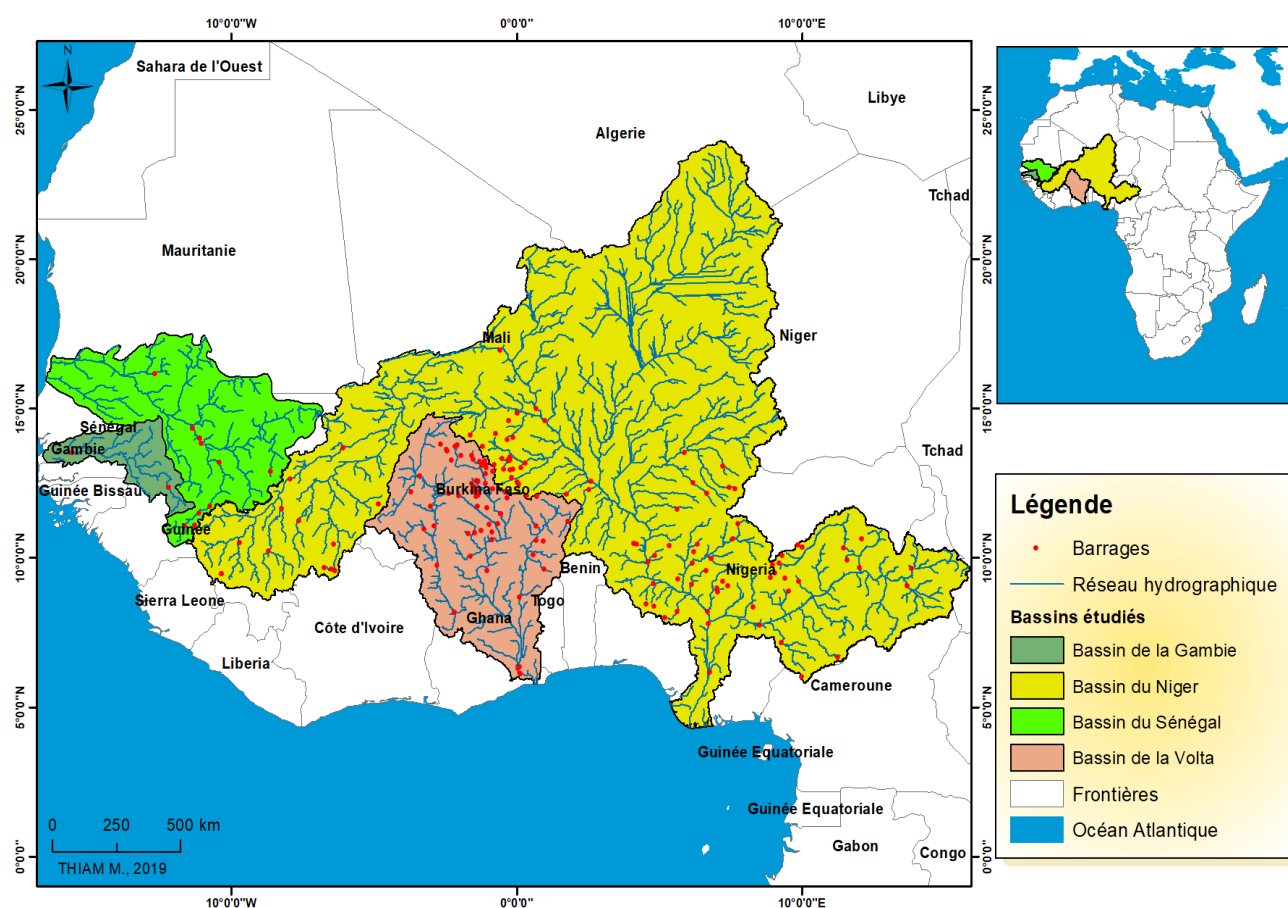
Sur la Volta, le barrage d'Akossombo est l'une des plus fameuses infrastructures hydrauliques d'Afrique de l'Ouest (Gyau-Boakye, 2001) mais aussi le plus grand aménagement dans ce bassin. Construit entre 1961 et 1965, l'objectif principal du barrage d'Akossombo était de faire face aux impacts de la variabilité du climat. La construction du barrage a entraîné la formation du lac Volta, d'une superficie d'environ 8500 km², d'une capacité de stockage de 148 000 millions de m³ avec un temps de séjour moyen de 3,7 ans dans le réservoir (Barry et al., 2005). Aujourd'hui, le lac Volta couvre environ 4% de la superficie totale du Ghana. Dans le bassin du Niger, les aménagements ont généralement porté sur l'amélioration de la production agricole (Morand et al., 2016).

Sur le cours supérieur du fleuve Niger, le plus grand bassin versant d'Afrique occidentale, plusieurs barrages ont été construits sur le cours principal et les affluents, certains depuis le début du 20^e siècle, principalement pour faire face à la variabilité et au changement climatique. Eu égard à l'étendue du Niger et le nombre important d'États riverains, la relative inopérance de l'ABN (Autorité du Bassin du Niger), la question des barrages sur cet hydro-système reste relativement complexe. Au total, on dénombre une multitude de barrages et autres ouvrages hydro-électriques sur le Niger.

La mise en service du barrage de Sambagalo couplé à la centrale de Kaléta devrait constituer pour les États riverains du bassin de la Gambie, une grande opportunité de développement de leurs ressources, de même qu'une consolidation de leurs relations.

Malgré ces aménagements réalisés ou en projet, la dégradation du potentiel des eaux de surface reste une réalité dans ces bassins versants. A cela s'ajoute l'alerte de plus en plus alarmante sur la dégradation du Fouta Djallon, château d'eau de l'Afrique de l'Ouest. Les évaluations réalisées par le PNUE sur les ressources en eau à l'échelle africaine prévoient une situation critique à l'horizon 2025, en particulier dans le Sahel où certaines situations environnementales se sont déjà avérées dramatiques.

Face à cette situation quelles sont les perspectives de résilience des écosystèmes et des populations. Les ouvrages hydrauliques seuls sont-ils de nature à permettre de faire face à des situations de plus en plus difficiles ?



Carte 1 : Présentation des bassins versants étudiés et l'affluence des barrages

1. CONTEXTE HYDROCLIMATIQUE DE LA MISE EN PLACE DES INFRASTRUCTURES HYDRAULIQUES EN AFRIQUE OCCIDENTALE

1.1. Présentation des bassins étudiés

La sous-région ouest-africaine compte environ 28 bassins versants transfrontaliers qui couvrent environ 71% de sa superficie totale. Les bassins des fleuves Niger, Sénégal et de la Volta sont les plus importants (Carte 1). Sur la côte Atlantique entre le Sénégal et le Nigéria, on dénombre plusieurs bassins de moindre envergure, souvent très artificialisés et touchés par les impacts des activités humaines. En effet, le littoral ouest africain a connu un important boom démographique suite à la crise climatique qui a poussé les communautés d'agriculteurs vers les zones côtières, en quête d'un mieux-être économique.

Le fleuve Niger, long de 4200 km, est le troisième plus grand fleuve d'Afrique après le Nil et le Congo. Il couvre le plus large bassin versant de l'Afrique Occidentale avec une surface 2 170 500 km² dont 1 500 000 km² actifs. Le bassin se situe entre les 22° et 5° parallèles Nord, de l'Algérie au Golfe de Guinée, et, entre les méridiens 11°30' Ouest et 15° Est, du Fouta Djallon jusqu'à l'Est du Tchad. La partie active du bassin dessert neuf pays : le Bénin, le Burkina Faso, le Cameroun, la Côte d'Ivoire, la Guinée, le Mali, le Niger, le Nigeria et le Tchad. Deux saisons marquent l'hydrologie du Fleuve Niger : une saison humide centrée sur le mois d'août, qui dure trois mois au Nord et six à huit mois au Sud.

Le bassin du Sénégal constitue le deuxième plus grand bassin hydrographique de l'Afrique de l'Ouest. Il se situe dans la zone tropicale à longue saison sèche entre 10°30' de latitude Nord en Guinée et 17°30' de latitude Nord en Mauritanie ; en longitude, le bassin est situé entre 7°30' Ouest et 16°30' Ouest. Il couvre quatre États : la Guinée, le Mali, la Mauritanie et le Sénégal. Le bassin, drainé par le fleuve Sénégal qui prend sa source dans le massif du Fouta Djallon en République de Guinée, couvre une superficie d'environ 300 000 km².

La Volta est un fleuve long de 1850 km coulant sur un bassin versant de 400 000 km² ; le bassin se situe en Afrique de l'Ouest dans les latitudes 5°30'N et 14°30'N et les longitudes 2°00'E et 5°30'O. La Volta est le 9^{ème} plus grand bassin d'Afrique subsaharienne, il s'étend sur six pays : le Bénin, le Burkina-Faso, la Côte d'Ivoire, le Ghana, le Mali et le Togo. Le Ghana et le Burkina Faso se partagent 85% de la superficie totale du bassin.

Le bassin versant du fleuve Gambie s'étend entre 11°22' et 14°40' latitude nord et entre 11°13' et 16°42' longitude ouest. Il est limité au sud par la bordure septentrionale du massif du Fouta Djallon, au nord par les régions sénégalaises du Sine-Saloum et du Ferlo Sud-Oriental, à l'Est par le bassin versant de la Falémé et à l'ouest par l'Océan Atlantique. Long de 1180 km, la Gambie prend sa source dans le massif du Fouta-Djallon en haute Guinée. Son cours se répartit comme suit : 205 km en Guinée, 485 km au Sénégal et 490 km en Gambie. Il couvre un bassin accidenté d'une superficie 77 054 km², répartis entre les États de la Guinée, Guinée Bissau, Gambie et Sénégal. Sur toute son étendue, le bassin présente des caractéristiques hétérogènes tant dans sa physiographie que dans les cadres climatiques et hydrographiques.

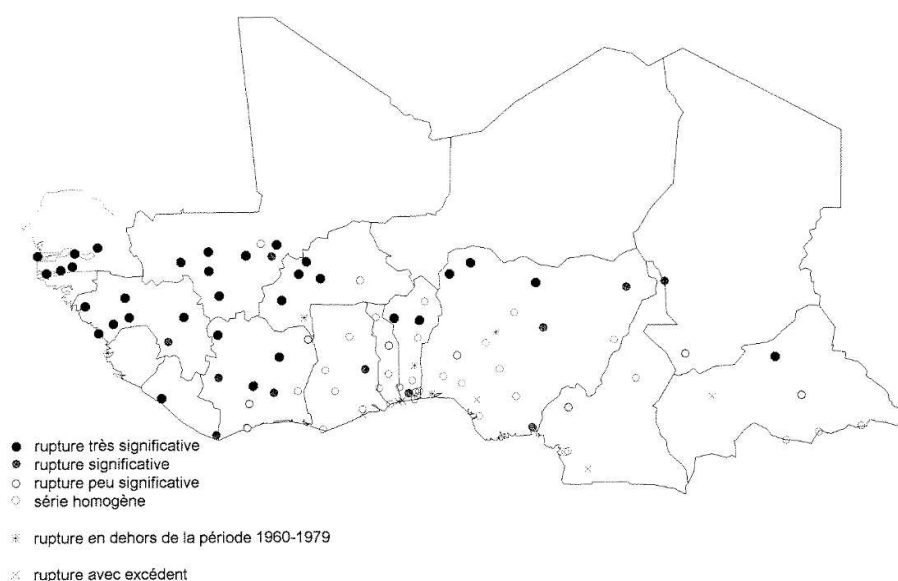
Tableau 1: Débit annuel moyen des fleuves en Afrique de l'Ouest (Niasse et al., 2004).

Fleuves	Superficie du bassin (Km ²)	Débit annuel moyen (Millions m ³)
Niger-Bénoué	1 215 000	2,215,000
Sénégal	338 000	21,800
Volta-Senchi	394 100	39,735
Gambie	77 850	5,050

1.2. Contexte hydro-climatique de la mise en place des barrages

Les variations climatiques de grande ampleur font partie intégrante de l'histoire de l'Afrique de l'ouest parce qu'elles ont généralement présidé à la formation et à la structuration des paysages (Michel, 1973). Les changements climatiques récents indiquent une tendance à l'augmentation à l'échelle mondiale et sur plusieurs années, de la température, mais aussi à une variabilité et une diminution de la pluviométrie en quantité et en durée (GIEC, 2007 et 2014).

Probabilité associée	Classe	Dénombrement
< 1 %	rupture très significative	32
1-5 %	rupture significative	10
5-20 %	rupture peu significative	11
> 20 %	série homogène	32
< 5 %	excédent pluviométrique	6
< 1 %	rupture très significative en dehors de la période 1960-1979	5

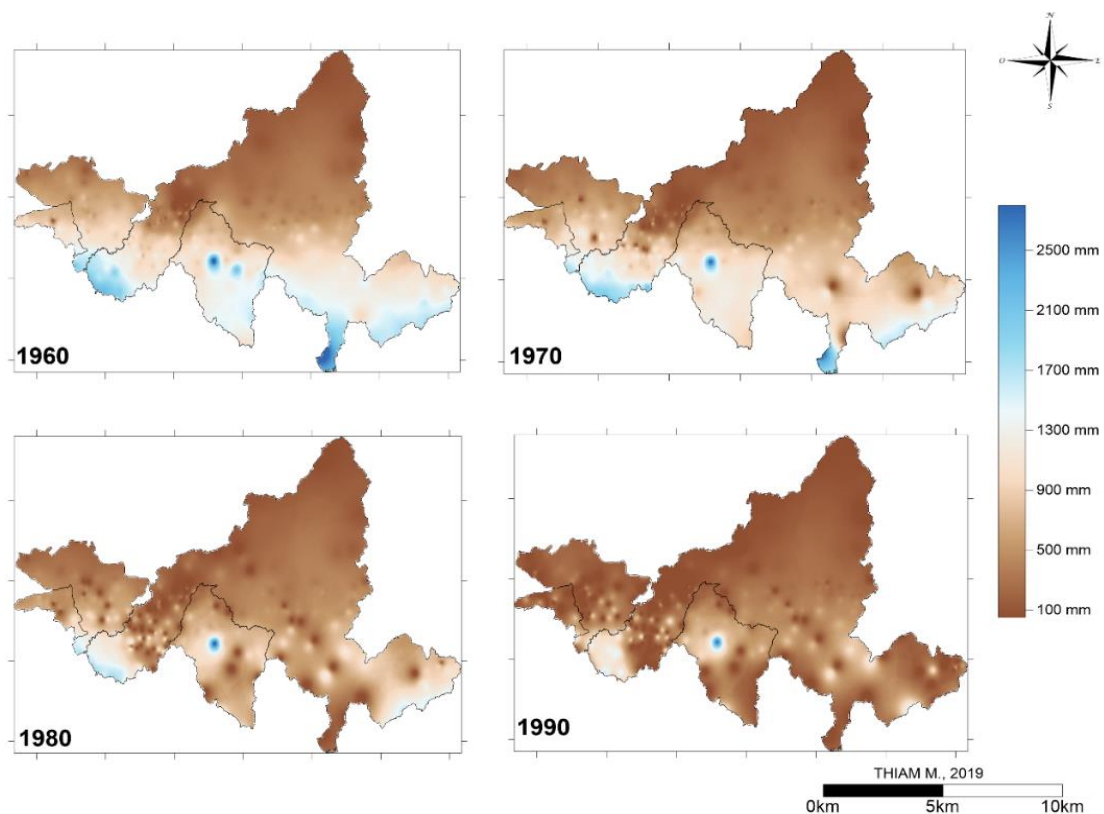


Carte 2 : Ruptures climatiques en Afrique de l'Ouest. Source : Paturel et al., (1998).

Dans la sous-région ouest-africaine, la variabilité climatique est une réalité qui s'impose et s'observe à travers plusieurs études réalisées sur le sujet (Ardoïn, 2004 ; Le Borgne, 1998 ; Paturel et al., 1997). Dans la zone sahélienne, d'importantes variabilités climatiques sont survenues à partir de la fin des années 1960. Des séries de sécheresses se sont succédées, caractérisées principalement par une baisse généralisée de la pluviométrie ; Au plan hydrologique, ces sécheresses se sont traduites par une sévère baisse des débits des fleuves et la compromission des économies agricoles débouchant sur l'insécurité alimentaire et le sous-

développement. Cette situation climatique a dicté et orienté presque toutes les grandes politiques des États ouest-africains.

L'Afrique, en particulier l'Afrique de l'Ouest est l'une des régions du monde les plus vulnérables au changement climatique. A la fin des années 60, une phase de sécheresse s'est enclenchée en Afrique Subsaharienne et c'est vers les années 70 et 80 que fut notée une accentuation de cette sécheresse (Dione, 1996). Progressivement le continent africain a connu une phase de rupture pluviométrique du nord au sud. La variabilité climatique s'est illustrée par des ruptures climatiques qui s'accroissaient au fil des années, surtout dans le Sahel. La baisse tendancielle de la pluviométrie s'est accompagnée après 1970 d'un glissement des isohyètes vers le sud. Lebel et Amani (1999) confirmaient que cette baisse de la pluviosité résultait de la diminution du nombre d'événements pluvieux mais n'identifiait pas de cause exacte au phénomène. Dans les bassins versants de la Gambie, du Niger, du Sénégal et de la Volta, entre 1960 et 1990, les données mesurées montrent une baisse conséquente de la pluviométrie (Carte 3).



Carte 3 : Variation de la pluviométrie entre 1960 et 1990 (Source des données : IRD)

Dans les années 1960, la pluviométrie totale pouvait atteindre voire dépasser le cumul de 3000 mm, surtout dans le sud. Au cours des années 1990, la détérioration climatique a touché presque toute la zone étudiée et a tendance à s'accroître avec le temps. Cette situation ne fut pas sans conséquence sur les écoulements. Plusieurs épisodes d'assèchement sont relatés dans les différents cours d'eau et leurs dépendances.

Autant que les séries pluviométriques, une variation très importante a été observée au niveau des débits moyens annuels pour la majorité des fleuves. Au niveau des grands bassins, la variation des précipitations a été la cause principale de la variation des débits même si cette

dernière est plus accentuée que celle de la pluviométrie. Selon Servat et al. (1997), la baisse des débits en Afrique de l'ouest serait de l'ordre de 40% à 60% contre 15 à 30% pour les précipitations (Paturel et al., 1997).

Le tableau ci-dessous illustre bien que la baisse des écoulements a été plus importante que celle de la pluviométrie. Au niveau du fleuve Niger, les débits ont varié de 25 à 50% à partir des années 1970. On observe également une baisse de près 60% des débits des fleuves Sénégal et Gambie entre 1971 et 1990 comparés à la ceux de la période de 1951 à 1989, avec une baisse de l'ordre de 25% de la pluviométrie moyenne annuelle dans ces deux bassins. La baisse des écoulements a particulièrement affecté le fleuve Sénégal au cours des années 1980, causant une remontée des eaux marines à plus de 300 km de l'embouchure rendant ainsi impossible toute mise en valeur agricole dans cet espace.

Dans les autres grands organismes hydrographiques de la sous-région comme le Niger, la diminution des débits est de l'ordre de 25 à 50% pour les mêmes périodes. Au cours des années 1980, les débits d'étiage les plus faibles ont été enregistrés sur certains affluents du Niger comme le Bani à Douna au Mali ou à la hauteur de Niamey. En 2002, le volume d'eau ayant transité à Koulikoro (sur le cours supérieur du Niger au Mali) a été de 29,7 milliards de mètres cube, soit une baisse de 14% par rapport à la moyenne sur la période 1971–2000 où le volume moyen annuel était de 34,4 milliards de mètres cube. Par rapport à la moyenne d'avant 1970 (plus de 49 milliards de mètres cube par an), le débit enregistré en 2002 représente une baisse de 40% (UICN, 2004).

Tableau 2 : Variations décennales de la précipitation et des débits moyens dans cinq grands ensembles hydrographiques de l'Afrique de l'Ouest: Déviation par rapport à la moyenne de 1951–1989 en %. (source : UICN, 2004)

Ensembles hydrographiques		1951-1960	1961-1970	1971-1980	1981-1989	Cumul.
Fleuves Sénégal, Gambie, Corubal et Konkouré (Nord Guinée)	Pluviométrie	+23,0	+13,0	-8,5	-16,5	-25,0
	Débits	+32,6	+23,6	-24,1	-35,7	-59,8
Fleuves du sud Guinée, Sierra Leone et Libéria	Pluviométrie	+10,3	+5,2	-3,5	-13,3	-26,8
	Débits	+19,6	+15,7	-9,3	-28,8	-38,1
Bas delta du fleuve Niger (Onitsha, Benoué)	Pluviométrie	+11,3	+3,1	-4,2	-11,2	-15,4
	Débits	+14,8	+13,4	-8,7	-21,5	-30,2
Fleuves de Côte d'Ivoire, Ghana, Togo, Bénin	Pluviométrie	+9,3	+4,6	-5,5	-9,4	-14,9
	Débits	+23,4	+21,8	-18,4	-29,9	-48,3
Fleuves côtiers du Nigéria et du centre du Cameroun : Wouri, Mungo, Sanaga	Pluviométrie	+3,1	+7,4	-1,4	-9,6	-11,0
	Débits	+10,5	+12,6	-9,3	-15,3	-24,6

Ces situations ont contribué à alarmer les décideurs sur l'importance de la question de l'eau et de sa gestion et ce, surtout dans les bassins transfrontaliers qui en plus de subir les retombées d'ordre naturel, sont également objet de compétitions au niveau des usages et même parfois de conflits latents ou ouverts. Dès lors, les États et les organismes de bassin ont développé des stratégies de gestions qui se sont le plus souvent concrétisées par la mise en place de politiques mais aussi d'infrastructures servant à contrer les conséquences de la variation du climat sur les ressources hydriques.

2. VERS UNE RESILIENCE SOCIO-ECOLOGIQUE DANS LES HYDRO-SYSTEMES OUEST-AFRICAINS ?

2.1. Contexte socio-écologique de la mise en place des infrastructures hydrauliques majeures et leurs rôles

Face à ces circonstances et à la dégradation des ressources en eau dans les différents bassins, il a fallu trouver des solutions stratégiques afin de faire face et de sauvegarder l'environnement et les activités économiques autour de la ressource en eau.

En effet, cette variation climatique et hydrologique a eu des impacts directs sur les activités économiques des États ouest-africains. Ainsi, afin de lutter contre les impacts qu'ont les variabilités climatiques sur les activités agricoles, l'installation des barrages fut choisie comme solution. L'idée était de stocker suffisamment d'eau au niveau des réservoirs afin de pouvoir développer une agriculture irriguée durable.

Les infrastructures hydrauliques telles que les barrages constituent une importante protection contre les effets de la variabilité climatique et hydrologique et en particulier contre la sécheresse. Ils permettent l'extension de la saison des récoltes et rendent possible la création d'une source d'eau domestique permanente (UNEP, 2010). Ce qui explique qu'en l'espace de quelques décennies, le monde a vu naître des milliers de barrages au niveau des fleuves, en particulier des grands fleuves.

Afin d'avoir une maîtrise des ressources en eau face à l'avènement du changement climatique et de ses impacts, au niveau du bassin du Niger, il y a eu une multiplication des projets de barrages. Depuis le début des années 1980, plusieurs barrages et retenues d'eau ont été construits sur le cours principal du fleuve et sur ses affluents. Il s'agissait principalement de développer la production céréalière et énergétique. Ceci a abouti à la signature de la Charte de l'Eau du Niger en 2008 par les pays membres de l'Autorité du Bassin du Niger (ABN).

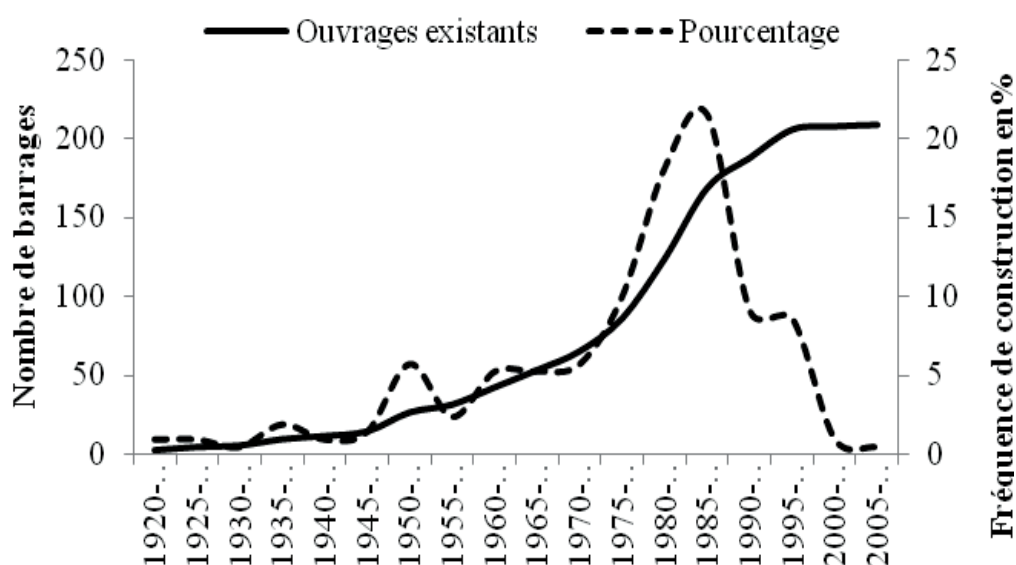


Figure 1 : Fréquence de construction des barrages sur le bassin du fleuve Niger (Lienou et al. 2014)

En Afrique de l'Ouest, le plus grand barrage est celui d'Akosombo construit sur la Volta, au Ghana, entre 1961 et 1965. La construction du barrage fut une des solutions retenues pour faire

face à la sécheresse car elle a permis la création d'un lac qui porte le nom du fleuve, le Lac Volta avec une superficie d'environ 8500 km³ et une capacité de stockage de 148.000 millions de m³ d'eau (Barry et al., 2005). Le lac couvre environ 4% de la superficie du Ghana. Le réservoir Kpong d'une superficie de 38 km² pouvant stocker 2,5 millions de m³ d'eau fut construit entre les années 1977 et 1982 en aval du lac. Au Burkina Faso, la plupart des petits réservoirs ont été construits entre 1974 et 1987, en grande partie en réponse aux sécheresses du Sahel des décennies 1970 et 1980 (Sally et al., 2011). Pendant ces deux décennies, au Ghana, la construction de réservoirs a ralenti en faveur de systèmes publics d'irrigation à moyenne et grande échelle (Venot et al., 2012). Des barrages ont contribué à régulariser les débits et ont changé des rivières saisonnières en rivières pérennes. C'est notamment le cas du Nakambé en aval de Bagré au Burkina Faso.

Dans le bassin du fleuve Sénégal, à partir de 1973, l'accent a été mis sur la construction de deux grands barrages : Diama au Sénégal et Manantali au Mali. L'objectif initial de Diama était d'arrêter l'intrusion saline puis d'assurer l'approvisionnement en eau d'un réservoir pour l'irrigation pendant la période des basses eaux ; sa construction fut achevée en 1985. L'objectif du barrage de Manantali construit sur le Bafing, était de contrôler la majeure partie des écoulements du fleuve Sénégal pour réguler le débit autour de 300 m³.s⁻¹ à la station de Bakel, ceci afin de doubler la superficie irriguée pour atteindre au moins 255 000 ha. Mis en service en 1988, le barrage de Manantali, permet donc de régulariser le cours d'eau en vue de remplir différents objectifs : irrigation, navigation, production d'électricité. (OMVS/FEM, 2008).

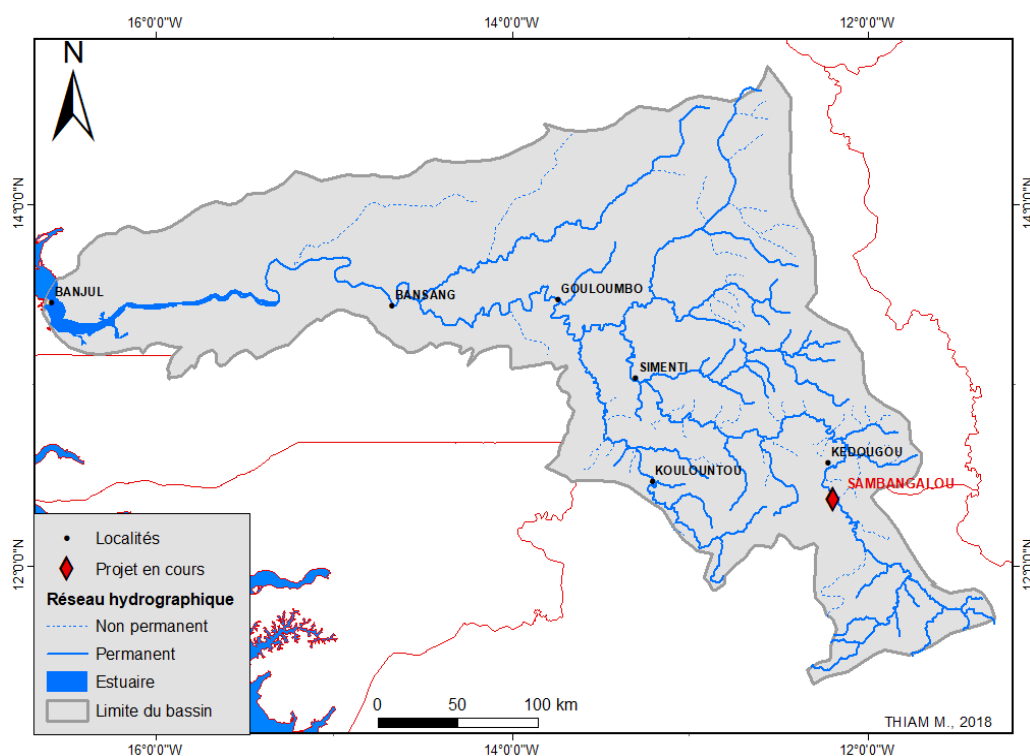


Figure 2 : Barrage de Manantali. Source : Jake Asher

Sur le fleuve Gambie, les États membres de l'OMVG (Organisation pour la Mise en Valeur du fleuve Gambie) concentrent depuis quelques années leurs actions sur le financement et la construction du barrage hydro-électrique de Sambangalou, à environ 25 km en amont de Kédougou au Sénégal et à 930 km à l'amont de l'embouchure située en république de Gambie (OMVG, 2014). Il s'agit d'un projet mis en place dans une perspective d'exploitation

rationnelle des ressources naturelles du bassin de la Gambie. Il existe un important déficit énergétique dans le bassin, qu'il est urgent de combler. Ainsi, l'aménagement du bassin offrirait une opportunité de développement du potentiel énergétique non encore vraiment exploité. D'où toutes les attentes par rapport à la centrale de Kaleta et la ligne d'interconnexion entre les pays membre de l'OMVG. L'implantation du barrage de Sambagalou constitue un procédé de gestion et de résolution de quelques limites des écoulements dans le bassin. En effet, le bief gambien, du fait qu'il est situé en aval du barrage, ne connaîtra pas de changement de son régime hydrologique. En revanche, dans la partie sénégalaise, la construction du barrage permettra un écrêtement des crues et également un relèvement du débit d'étiage à des niveaux plus élevés qu'en régime naturel tout en préservant la biosphère du Parc de Niokolo Koba¹. Suite à la construction du barrage, l'écrêtement des crues conduira à une diminution très notable des inondations le long des berges du fleuve. De ce fait, la culture de la banane pourra se pratiquer sur ces terres dans des conditions optimales. L'autre rôle du barrage, qui est de diminuer le débit d'étiage, permettra la diminution du coût des pompages pour l'irrigation des bananeraies et ainsi de réduire les risques de pénuries. Le projet de Sambagalou est actuellement le projet qui a le plus d'ampleur en termes de moyens de coopération internationale. Ses objectifs sont à la fois socio-économiques et environnementaux.

Cependant, comme pour toute politique de gestion, les conséquences ne sont pas toujours très positives. La prolifération des barrages pour lutter contre la variabilité hydro-climatique est également source de plusieurs conséquences négatives, notamment au plan environnemental, écologique, social et culturel.



Carte 4 : Situation du barrage de Sambagalou dans le bassin de la Gambie

¹ Parc national situé au Sénégal orientale et classé patrimoine mondiale de l'UNESCO

2.2. Impacts des barrages sur l'environnement et la société

Suite à la grande sécheresse des décennies 1970 et 1980, les problématiques d'environnement et de gestion durable des ressources naturelles ont pris une importance considérable dans tous les débats internationaux ainsi que dans les recherches scientifiques. A la suite des conclusions de nombreuses études et comparaisons faites dans différents bassins versants du monde et de l'Afrique, il a été dit et admis que la problématique de l'eau n'est pas seulement liée à des questions de quantité, mais aussi et surtout aux modes de prises en charge, de gestion et de partage équitable.

Bien que les barrages soient un moyen efficace pour lutter contre la sécheresse, ils sont, néanmoins, source de dégradations hydrologiques, écologiques et socio-économiques. Par exemple, en 1999 des pluies torrentielles se sont abattues sur le fleuve Niger et ses affluents, ce qui a conduit à l'ouverture des barrages de Kainji, Jebba et Shirio au Nigéria. D'énormes pertes en vies humaines et en matériel furent alors enregistrées. Au cours de la même année, dans la partie Ghanéenne de la Volta Blanche, des inondations causèrent des dizaines de morts et la destruction de centaines de maisons.

Le fleuve Volta, avant d'atteindre son embouchure en mer, traverse un estuaire d'environ 5 km de large et d'une superficie de 180 000 ha. Le bassin de ce fleuve était doté de zones humides qui allaient jusqu'à 75 km du littoral. Cependant, la construction du barrage d'Akasombo a beaucoup contribué à la modification de leur écologie. Ceci est la conséquence de la régulation du régime du fleuve qui ne permettait plus aux eaux salées de remonter l'estuaire ni aux eaux douces de la crue de couvrir la zone.

De même, pour le projet du barrage de Sambangalou (OMVG, 2014), des impacts négatifs sont attendus. Selon l'OMVG, l'environnement biophysique du fleuve Gambie fera face à une perte de ressources biologiques et d'habitats, notamment « la réduction du front salin pendant la saison sèche dont l'impact négatif est la disparition des mangroves. Ils ont également prédit la dégradation de la qualité de l'eau du réservoir et en aval du réservoir, la modification de l'équilibre morpho-sédimentaire de l'estuaire, l'épuisement progressif des mangroves dans l'estuaire central, la perte des habitats en aval du barrage pendant la saison sèche, et une modification significative de certaines populations d'espèces ».

Dans le bassin du fleuve Sénégal le débat sur le rôle des barrages sur la modification des écosystèmes est discuté depuis plusieurs années. Le rôle de Diama dans les changements morphologiques apparus dans l'estuaire du Sénégal est depuis plusieurs années au cœur du débat. Même si l'efficacité de ce barrage a été reconnue dans la résolution des problèmes de propagation des eaux marines dans le bief fluvial jusqu'à Podor à plus de 300 km de l'embouchure (Gac et al., 1981 ; Monteillet et Kane, 1993), l'absence de prise en compte de la migration des ressources halieutiques est dénoncée par les biologistes qui parlent de disparition de certaines espèces de poissons incapables de s'adapter aux nouvelles conditions environnementales dans le fleuve (Kane, 2010). A un autre niveau, la présence de l'eau douce toute l'année dans le delta du fleuve a favorisé la prolifération de la végétation aquatique source de beaucoup de nuisances. Concernant le barrage de Manantali, sa construction s'est faite au prix du déplacement des nombreuses communautés vivant auparavant à l'emplacement du lac de Manantali. Le relèvement et la pérennisation du niveau d'eau est la cause de la disparition

de la culture de décrue qui auparavant occupait une place très importante dans la sécurité alimentaire des populations de la vallée du fleuve Sénégal.

CONCLUSION

Le développement durable des ressources naturelles et des systèmes socio-écologiques renvoie à un équilibre entre les transformations naturelles nécessaires aux besoins des hommes et la capacité des décideurs à intégrer la dimension écologique dans leurs plans et projets. La sécheresse, conséquence des variabilités hydro-climatiques, a réveillé la quête d'une niche stratégique afin de sauvegarder les activités socio-économiques dépendantes de la disponibilité de l'eau. La construction des barrages fut l'un des moyens très prisés pour contourner ces situations hydriques et développer des mécanismes de résilience à la fois pour les communautés et pour les écosystèmes.

Toutefois, les grands barrages ont également eu de graves conséquences environnementales et sociales. Généralement, les bénéfices ont été apportés, presque exclusivement, aux centres urbains ou au développement de systèmes agricoles à l'échelle industrielle. Les populations locales des cours d'eau situés en aval des barrages ont généralement connu un bouleversement majeur de leurs moyens de subsistance, une perte de leur sécurité alimentaire et d'autres impacts sur leur bien-être physique, culturel et spirituel. La modification des débits des cours d'eau par les grands barrages perturbe ou détruit souvent les habitats en aval et les repères du cycle de vie des poissons et d'autres espèces fluviales, ainsi que les systèmes de pêche, de culture et de pâturage qui dépendent des écosystèmes des plaines inondables. Si les communautés tributaires des cours d'eau en aval peuvent bénéficier d'un certain degré de protection contre les inondations et de meilleures possibilités d'irrigation offertes par les barrages, les impacts négatifs sont beaucoup plus fréquents et l'emportent généralement sur les avantages pour les populations en aval, entraînant une réduction de leurs revenus et de leurs moyens de subsistance.

De ce fait cette stratégie, bien que porteuse, se révèle souvent inadaptée pour l'écologie, les territoires de l'eau et les populations. De plus, elle a tendance à perturber le cycle de l'eau. Ainsi, la nature a également été durement touchée et les évaluations réalisées sur la question ne sont pas très optimistes pour le futur, en particulier dans la zone sahélienne où certaines situations environnementales sont déjà identifiées comme catastrophiques.

L'autre conséquence de ces perturbations pourrait être d'ordre géopolitique car la variabilité et le changement climatiques se traduisent souvent par une baisse de la disponibilité de l'eau ou par une dégradation de sa qualité. Il s'agit de situations pouvant exacerber la compétition autour de l'accès aux ressources en eau. Et, compte tenu de l'interdépendance des pays sahéliens en matière d'eau, allié aux conséquences plus ou moins néfastes des stratégies mises en place par les décideurs en ce qui concerne les impacts du climat, un terrain propice aux tensions se dessine peu à peu. Et ce malgré la présence d'organismes de bassin à l'expertise reconnue comme l'est l'OMVS ainsi que, de plus en plus, d'institutions comme l'ABN, l'OMVG ou l'autorité du bassin de la Volta.

En somme, bien que la construction des barrages dans l'espace ouest-africain puisse être considérée comme une forme de résilience face aux effets néfastes du changement climatique sur les activités socio-économiques, les conséquences de celle-ci deviennent également néfastes

au développement durable du continent. Le pire, c'est que, bien souvent, la construction de ces barrages peut aggraver les effets du dérèglement climatique qu'elle était censée atténuer.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ARDOIN-BARDIN S. (2004) Variabilité climatique et impacts sur les ressources en eau de grands bassins hydrographiques en zone soudano-sahélienne. *Thèse de Doctorat – Université Montpellier II*, pp. 440.

BAD (2010) La gestion des ressources naturelles transfrontalières dans un contexte de changement climatique – Le cas des bassins versants partagés en Afrique., pp. 181.

BARRY B., OBUOBIE E., ANDREINIM., ANDAH W., PLUQUET M. (2005) The Volta river basin. Comparative study of river basin development and management. Rapport, IWMI, CAWMA.

COGELS F.-X., COLY A., NIANG A. (1997) Impact of dam construction on the hydrological regime and quality of a sahelian lake in the river Senegal basin (Lake of Guiers). *Regulated Rivers Research and Management*, vol. 13 pp. 27-41.

DIONE O. (1996) Évolution climatique récente et dynamique fluviale dans les hauts bassins des fleuves Sénégal et Gambie. *Thèse doctorat, Université LYON III Jean Moulin*, 428 p.

FAYE C. (2015) Impacts des changements de climat et des aménagements sur les ressources en eau du fleuve Sénégal : caractérisation et évolution des régimes hydrologiques de sous-bassins versants naturels et aménagés. *National Committee of Geography of Belgium, Société Royale Belge de Géographie*, pp. 26.

GAC J.-Y., FAURE H., MONTEILLET J. (1981) Variations du niveau de la mer ou crues fluviales ? Proceedings of the Symposium on "Variations in sea level in the last 15 000 years, magnitude and causes", Columbia (USA.), 6-10 avril 1981.

GIEC (2007) Changements climatiques 2007 – Rapport de synthèse. *Rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur le climat*, Édit. OMM-PNUE, Genève, 108 p.

GIEC (2008) Changements Climatiques 2008. *Rapport de synthèse*, IPCC, OMM, PNUE. ISBN 92-9169-222-0, 114 p.

GIEC (2014) Changements climatiques 2014 : Impacts, vulnérabilité et adaptation. Résumé à l'intention des décideurs, Contribution du Groupe de travail II au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, 40 p.

GLEICK P. H. (2009) Facing down the hydro-crisis. *World Policy Journal*, Vol. 26, No. 4 (Winter, 2009/2010), pp. 17-23.

GYAU-BOAKYE P. (2001) Environmental Impacts of the Akosombo Dam and Effects of Climate Change on the Lake Levels. Springer *Environment, Development and Sustainability* (2001), Volume 3, Issue 1, pp. 17-29. DOI <https://doi.org/10.1023/A:1011402116047>

IRD (2016) Étude prospective en soutien à la programmation européenne conjointe au Sénégal (contrat FED), juin 2016, 95 pp. + Annexes.

KANE A. (1997) L'après barrage dans la vallée du fleuve Sénégal : Modifications hydrologiques, morphologiques, géochimiques et sédimentologiques. Conséquences sur le milieu naturel et les aménagements hydro-agricoles. *Thèse de doctorat d'État de Géographie physique*, UCAD, 551 p.

- KANE A., FAYE S., KENNEDY K., NIANG A., KANE C. *et al.* (2015) Integrated water resources management in the Senegal River Delta. Workshop Proceedings 29-31, July 2015, EDEQUE, Cheikh Anta Diop University, Dakar Senegal, African Union (AU) Project (ACT4SSAWS) Senegal River Basin, Senegal, 87 p.
- KANE A., NIANG A. (2016) Water and Environmental Challenges in Senegal river basin after introduction of the Diama and Manantali dams. *ACT4SSAWS Deliverable SN-D14-23*, 2016. 11 p.
- KANE C. (2010) Vulnérabilité du système socio-environnemental en domaine sahélien : l'exemple de l'estuaire du fleuve Sénégal. De la perception à la gestion des risques naturels. *Thèse de doctorat*, Laboratoire Image et Ville, Université de Strasbourg, 318 p.
- LASSAILLY-JACOB V. (1983) Grands barrages africains et prise en compte des populations locales. In: *Espace géographique*, tome 12, n°1. pp. 46-58.
- LE BORGNE J. (1988) La pluviométrie au Sénégal et en Gambie. ORSTOM, pp. 96
- LEBEL T., ALI A. (2009) Recent trends in the Central and Western Sahel rainfall regime (1990-2007). *Journal of Hydrology*, 375, 1-2, pp. 52-64.
- LEBEL T., AMANI A. (1999) Rainfall estimation in the Sahel. What is the ground truth? *Journal of Applied Meteorology* 38, 555–568.
- LEROY E., ROME S., BIGOT S. (2012) Variabilité spatio-temporelle de la température de l'air (1950-2009) dans le département de la Drôme (région Rhône-Alpes, France) », Grenoble, Association Internationale de Climatologie, 25, pp. 469-474.
- LIENOU G., MAHE G., PIIH S. L., SIGHOMNOU D., PATUREL J.-E., BAMBA F. (2014) L'aménagement des barrages de retenue d'eau, une stratégie d'adaptation à la sécheresse dans le bassin du fleuve Niger ? In: *Hydrology in a Changing World: Environmental and Human Dimensions*. Proceedings of FRIEND-Water 2014, Montpellier, France, October 2014 (IAHS Publ. 363, 2014)
- MAHE G. (2009) Surface/groundwater relationships in two great river basins in West Africa, Niger and Volta. *Hydrol. Sci. J.*
- MAHE G., OLIVRY J. C. (1995) Variations des précipitations et des écoulements en Afrique de l'ouest et centrale de 1951 à 1989. *Sécheresse*, 6, 1, pp. 109-117.
- MAHE G., OLIVRY J. C., DESSOUASSI R., ORANGE D., BAMBA F., SERVAT E. (2000) Relations eaux de surface-eaux souterraines d'une rivière tropicale au Mali. *C. R. Acad. Sciences Série Ila* 330, 689–692.
- MAHE G., PATUREL J.-E. (2009) 1896-2006 Sahelian rainfall variability and runoff increase of Sahelian Rivers. *C. R. Geosciences* 341, 538–546.
- MARIKO A., MAHE G., SERVAT E. (2003) Les surfaces inondées dans le delta intérieur du fleuve Niger au Mali par NOAA/AVHRR. *Bulletin SFPT* 172, 61–68.
- MICHEL P. (1973) Les bassins des fleuves Sénégal et Gambie : étude géomorphologique. *Mémoires ORSTROM* n°63, Paris, pp. 810.
- MONTEILLET J., KANE A., SAOS J.-L. (1993) Les environnements sédimentaires du bas Sénégal après les barrages de Diama et de Mamantali. [Sedimentary environments in the lower Senegal river after the settlement of Diama and Manantali dams.] *GEOBIOS*, 26, 6 : 751-760. 31.12. 1993.

- MORAND P., SINABA F., NIANG A. (2016) Fishers, herders and rice-farmers communities of the Inner Niger Delta facing the huge challenge of adapting to weakened floods: A Social-Ecological System at Risk. *In*: Tvedt T. (ed.), Oestigaard T. (ed.): A history of water. Series III, Vol. 3: Water and food: from hunter-gatherers to global production in Africa, Chapter 17. Londres: Taurus, 2016, pp. 418-436 (ISBN 978-1-85043-447-4).
- MUL M., OBUOBIE E., APPOH R., KANKAM-YEBOAH K., BEKOE-OBENG E., AMISIGO B., YAW LOGAH F., GHANSAH B. and MC CARTNEY M. (2015) Water Resources Assessment of the Volta River Basin IWMI Working Paper. IWMI Working Papers. 166. 10.5337/2015.220
- MULLIGAN M., SAENZ CRUZ L. L., PENA-ARANCIBIA J., PANDEY B., MAHE G. & FISHER M. (2011) Water availability and use across the Challenge Program on Water and Food (CPWF) basins. *Water Int.* 36(1), 17-41.
- NIASSE M., AFOUDA A., AMANI A. (2004) Réduire la vulnérabilité de l'Afrique de l'Ouest aux impacts du climat sur les ressources en eau, les zones humides et la désertification. *Eléments de stratégie régionale de préparation et d'adaptation. UICN, Gland, Suisse et Cambridge, Royaume Uni.* xviii + 71 p. ISBN 2-8317-0783-8
- OGILVIE A., MAHE G., WARD S., LEMOALLE J., MORAND P., BARBIER B., DIOP T., CARON A., NAMARRA K., LUKASIEWICZ A., PATUREL J.-E., LIENOU G., CLANET J. C. (2010) Water, agriculture and poverty in the Niger River basin. *Water Int.* 35(5), 594–622.
- OMVG, 2014. - Étude d'impact environnemental et social du projet énergie (Revue du rapport COTECO 2008). ICD. 637 p.
- OMVS (2008) PROJET FEM/BASSIN DU FLEUVE SENEGAL (2008), Plan d'Action Stratégique de Gestion des Problèmes Environnementaux Prioritaires du Bassin du Fleuve Sénégal, Version finale, 133 p.
- OUOBA A. P. (2013) Changements climatiques, dynamique de la végétation et perception paysanne dans le Sahel burkinabè. *Thèse de Doctorat Unique*, Université de Ouagadougou (Burkina Faso), 305 p.
- OZER P., HOUNTONDI Y. C., LAMINOU MANZO O. (2009) Évolution des caractéristiques pluviométriques dans l'Est du Niger de 1940 à 2007 », *Geo-Eco-Trop*, Revue de Géographie et d'Écologie Tropicale, 33, pp. 11-30.
- PATUREL J.-E., SERVAT E., KOUAME B. (1997) Manifestations d'une variabilité hydrologique en Afrique de l'Ouest et Centrale. Sustainability of Water Resources under Increasing Uncertainty (Proceedings of Rabat Symposium S1, April 1997). IAHS Publ. no. 240, pp. 10
- PATUREL J.-E., SERVAT E., LUBES-NIEL H., KOUAME B., TRAVAGLIO M., LUBES H., MARIEU B., MASSON J. M. (1998) Variabilité des régimes pluviométriques et hydrologiques en cette fin de siècle en Afrique de l'Ouest et centrale non sahélienne. *Sud-Sciences et Technologies*, vol. 2, p. 44-52.
- SALLY H, LEVITE H., & COUR J. (2011) Local Water Management of Small Reservoirs: Lessons from Two Case Studies in Burkina Faso. *Water Alternatives*, 4(3).
- SAMBOU S., DIEME Y., TOURE A. K., BADJI A. M., MALANDA-NIMY E. N. (2009) Effet du barrage de Manantali sur les modifications du régime hydrologique du fleuve Sénégal dans le bassin amont : une approche statistique. *Science et changements planétaires / Sécheresse*, vol. 20, no 1, p. 104-111 (DOI 10.1684/sec.2009.017654(4), 704–712.

- SERVAT E., PATUREL J.-E., LUBES-NIEL H., KOUAME B., MASSON J. M. (1997) Variabilité des régimes pluviométriques en Afrique de l'Ouest et centrale non sahélienne. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, Série II, vol. 324, n° 10, p. 835-838. DOI : [10.1016/S1251-8050\(97\)82518-9](https://doi.org/10.1016/S1251-8050(97)82518-9)
- SOW A. A. (1984) Pluie et écoulement fluvial dans le Bassin du Fleuve Sénégal. *Thèse de 3ème cycle de Géographie Physique*, Université de Nancy II, 442 p.
- SOW A. A. (2007) L'hydrologie du Sud-est du Sénégal et de ses confins guinéo-maliens : les bassins de la Gambie et de la Falémé. *Thèse doctorat d'État ès Lettres et Sciences Humaines*, UCAD, FLSH, Département de Géographie, 1232 p.
- THIAM M. (2018) Gouvernance et allocation des ressources en eau dans le bassin versant du Fleuve Gambie. *Mémoire de Master RED (Ressources & Environnement – Développement)*, Département de Géographie, UCAD. 110 p.
- UICN (2004) Gouvernance de l'eau en Afrique de l'Ouest. 264 p.
- UNEP (2010) Afrique : Atlas de l'Eau". *Division of Early Warning and Assessment (DEWA). United Nations Environment Programme (UNEP)*. Nairobi, Kenya. 325 p.
- UNEP-GEF Volta Project (2012) Analyse Diagnostique Transfrontalière (Document traduit en français). *UNEP/GEF /Volta RR 4/2012*.
- VENOT J.-P., FRAITURE C., ACHEAMPONG E. (2012) Revisiting dominant notions: A review of costs, performance and institutions of small reservoirs in sub-Saharan Africa. IWMI Research Report. 144. 10.5337/2012.202. 1-31