

Influence des activités anthropiques sur le régime hydrologique du fleuve Logone de 1960 à 2000

N. TELLRO WAÏ¹, B. NGOUNOU NGATCHA², G. MAHE³, J. C DOUMNANG⁴,
F. DELCLAUX⁵, N. GOUNDOUL⁶ & P. GENTHON⁷

¹ Ministère de l'Environnement et des Ressources Halieutiques, BP 447 N'Djamena, Tchad
nadji_tellro@yahoo.fr

² Département des Sciences de la Terre, Faculté des Sciences, Université de Ngaoundéré, PO Box 454 Ngaoundéré

³ IRD, 15 rue Abou Derr, BP 8967, Rabat-Agdal, Maroc

⁴ Département de Géologie, Faculté des Sciences Exactes et Appliquées, Université de N'Djamena

⁵ IRD, UMR HydroSciences, Université Montpellier 2, 34095 Montpellier Cedex 5, France

⁶ Société Tchadienne d'eau et d'électricité, Ministère de l'Eau, N'Djamena, Tchad

⁷ IRD, HSM, Université de Montpellier2, France

Résumé Il apparaît clairement que durant les dernières décennies du XX^{ème} siècle, l'environnement a évolué en fonction de plusieurs contraintes dont les principales sont d'ordre climatique et anthropique, affectant ainsi les systèmes naturels et humains. Notre article concerne sur l'influence des activités anthropiques sur le régime hydrologique du fleuve du Logone dont les ressources sont partagées par le Cameroun, la République Centrafricaine et le Tchad. Il ressort de l'analyse des données documentaires et numériques qu'un certain nombre d'aménagements hydrauliques, des industries de transformations agro-alimentaires et des municipalités situées le long du fleuve, prélèvent des quantités d'eau importantes directement dans le fleuve. A cette multiplication d'aménagements, un développement anarchique des pratiques de la fabrication et de la cuisson des briques ainsi que le ramassage du sable dans les lits mineurs du fleuve et de ses tributaires sont généralisés perturbant le régime hydrologique de manière qualitative et quantitative.

Mots clés activités anthropiques; socio-économie; hydrologie; ressources en eau; modification; fleuve Logone

Human activities influence on the hydrological regime of the Logone River basin from 1960 to 2000

Abstract Clearly during the last decades of the 20th century the environment has evolved according to many factors, with the link between climate and anthropogenic factors being important. The local rural population is exposed to a climate dependency and water resources for subsistence and cash, thus leading to food insecurity. This paper concerns the influence of anthropogenic activities on the hydrological regime of the Logone River. Its water resources are shared by Cameroon, Central Africa and Chad. A compilation of the main existing practices along Logone River and the factors that have a direct influence on the hydrological regime of this river was undertaken. It appears from the data analysis and digital documentary evidence that a number of water projects, industrial agro-food processing and municipalities along the river, both take and discharge into the river. Through the growth of industrial facilities, haphazard development of manufacturing and brick making, as well as sand mining in the beds of the river and its tributaries, there is a disruption to the hydrological regime both qualitatively and quantitatively.

Key words anthropogenic activities; socioeconomics; hydrology; water resources; modification; Logone

INTRODUCTION

L'environnement a évolué en fonction des contraintes d'ordre climatique dont les effets sur les écoulements des eaux de ce fleuve ont entraîné des baisses drastiques durant les quatre dernières décennies du XX^{ème} siècle dont la période de rupture reconnue date des années 70 (Mahé *et al.*, 2001, 2003, Lienou *et al.*, 2008).

Cette évolution est aussi perturbée par des activités anthropiques pratiquées le long des bassins versants d'Afrique de l'Ouest et du Centre. Dans le cas de notre bassin d'étude, le fleuve Logone, les aménagements hydro-agricoles ont été créés en petit nombre dans les années 1970 le long du cours d'eau modifiant considérablement ainsi le régime hydrologique et les ressources en eau de surface de ce fleuve.

Le bassin du fleuve transfrontalier Logone en Fig. 1 est orienté suivant un axe sud-nord et s'étend du 6°30' à 12°N et de 13°26' au 16°57' Est pour une superficie d'environ 80 000 km². Ses limites sont au nord, le Lac Tchad, à l'est, le bassin du Chari, à l'ouest, le bassin du Niger, au sud-ouest, le bassin de la Sanaga et au sud le bassin du Congo (Alainaye, 1987).

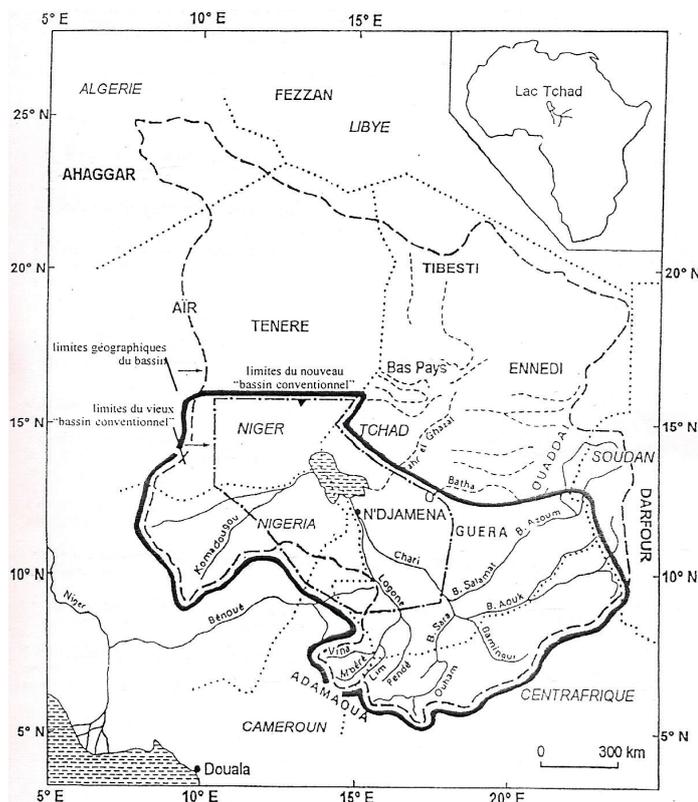


Fig. 1 Carte de localisation du fleuve dans le système Chari-Logone alimentant le Lac Tchad. Source, crédit CBLT.

Le milieu naturel du bassin du fleuve Logone est caractérisé par des conditions physiques et biologiques qui prévalent généralement dans les grands bassins de la zone soudano-guinéenne d'Afrique de l'Ouest et du Centre (Gac, 1980; Naah, 1990; Ngounou Ngatcha, 2001; Ardoin, 2004; Lienou *et al.*, 2008; Mahé *et al.*, 2013).

Les activités anthropiques sont celles qui sont pratiquées par la population riveraine du bassin du fleuve Logone répartie en différents groupes ethniques (CBLT, 2010) aux modes de vie semblables pour les trois pays riverains du fleuve Logone (Cameroun, RCA et Tchad). Il s'agit des agriculteurs, éleveurs, agro-éleveurs, pêcheurs, commerçants et artisans.

PROBLEMATIQUE

Plusieurs études ou recherches (Gac, 1980; Sircoulon, 1984; Olivry, 1986; Alainaye, 1987; Bricquet *et al.*, 1997; Paturol, *et al.*, 1997; Tellro Wai, 1998, 1999; Ardoin *et al.*, 2003; Lienou *et al.*, 2005; Baohoutou, 2007; Sighomnou *et al.*, 2007; Ardoin-Bardin *et al.*, 2009) se sont focalisées sur l'évolution du climat du bassin du fleuve mais celles relatives au volet anthropique ont moins retenu l'attention alors que les activités humaines ont connu de fortes expansions au regard de la multiplication des aménagements implantés le long de ses deux rives ainsi que le développement très rapide de la fabrication et cuisson des briques dans les lits majeurs de ce fleuve.

L'existence permanente des zones de pertes d'eau entre Bongor et Katoa sur la rive droite, et entre Yagoua et Pouss sur la rive gauche, qui leur font face, résultent de l'endiguement depuis 1955 en Fig. 2, ce qui pose aussi un problème par rapport à la régularité du régime hydrologique.

Ces aménagements prélèvent directement de l'eau du fleuve Logone par des prises ou des motopompes à des fins d'irrigation en toute saison. En termes de rejets, les eaux usées des industries et les municipalités des grandes villes du bassin sont déversées directement dans le milieu naturel, particulièrement dans le fleuve. Ainsi, le régime hydrologique se trouve perturbé quantitativement et qualitativement.

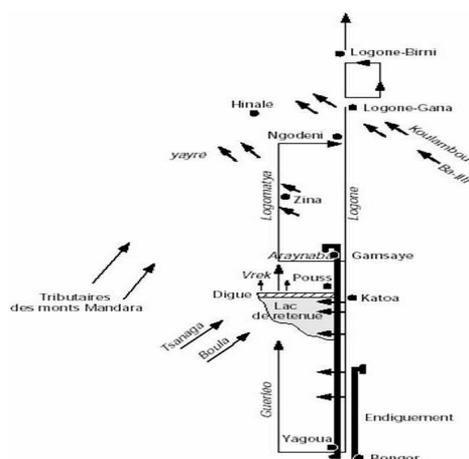


Fig. 2 Identification des zones de perte des eaux du Logone et alimentation du Yaéré (Olivry, 1986) (en trait épais les endiguements entre Yagoua et Gamsaye).

METHODOLOGIE

L'approche méthodologique adoptée consiste, entre autres, à la recherche documentaire auprès de la Commission du Bassin de la Lac Tchad (CBLT) dont le siège est à N'Djamena et auprès de la Direction Générale du Génie rural du Ministère de l'Agriculture et de l'Irrigation, les Directions techniques du Ministère de l'Environnement et des Ressources Halieutiques et auprès des ONGs.

Au niveau de la CBLT, le service de la documentation est alimenté ces dix dernières années à travers différentes études, consultations dans le cadre du Projet d'Etudes de Faisabilité de Transfert des Eaux de l'Oubangui vers le Lac Tchad, de la création de la Charte de l'Eau de la CBLT, du Plan d'Action Stratégique, de l'Inversion de la Tendence à la Dégradation des Terres et des Eaux dans le Bassin du Lac Tchad. Dans le domaine des cultures irriguées et pluviales, la Direction Générale du Génie rural du Ministère de l'Agriculture et de l'Irrigation est la mieux lotie en documentation du fait qu'elle est chargée de mener les activités y afférentes.

Enfin au niveau du Ministère de l'Environnement, il y a une bibliothèque assez riche dans le domaine des activités agro-sylvo-pastorales et halieutiques. Pour cette approche, nous avons orienté notre recherche sur les prélèvements et des rejets des eaux usées.

RESULTATS

Il ressort de l'analyse de la documentation que la question a fait récemment l'objet des travaux de recherche et de consultations par de nombreux auteurs (MINEF, 1996; Kamga-Kamdem, 2003; Mvondo-Awono *et al.*, 2003; Tarla & Mvondo-Awono, 2003a,b; Fosi-Mbantenkhu & Mahamat, 2005; Boukong & Tabi, 2006; MINFOF, 2006; UICN-BRAC, 2007a,b) surtout pour la partie camerounaise du bassin (Plaine d'Inondation Waza-Logone) et par la Commission du Bassin du Lac Tchad.

Les indicateurs sur les pratiques passées et actuelles le long du Logone et de ses tributaires après l'analyse de la documentation et la visite in-situ se résument en termes de prélèvements et des rejets.

Ainsi par le passé, en aval de Bongor et sur la rive droite du Logone, de nombreux effluents traversent les berges et rejoignent les plaines transformées en saison des pluies en un immense lac.

Pour les prélèvements actuels d'eau, les principaux usagers sont des sociétés exploitant les grands périmètres irrigués, (SEMRY au Cameroun, Casiers A et B au Tchad) et d'autres de moindre importance de petite et moyenne tailles.

Ces prélèvements se font par l'intermédiaire des grandes prises d'eau directement en contact avec la surface de l'eau, principalement par des motos-pompes installées le long du Logone par chaque communauté riveraine du Logone pour des périmètres irrigués de surfaces moyennes et pour le maraîchage.

Ces principaux captages d'eau de surface existant dans les portions nationales du Cameroun et du Tchad sont ceux qui ont de grandes capacités de prélèvement.

Ainsi, on note pour la portion camerounaise du bassin que 8 millions de m³/an d'eau du fleuve Logone sont captées par les prises d'eau aménagées, le barrage de Maga conserve sa capacité annuelle de prélèvement de 625 millions de m³ d'eau tandis que 144 millions de m³ d'eau sont prélevés pour les besoins de riziculture de la SEMRY annuellement sur le Logone dans la zone Yagoua. Il est à préciser que le volume moyen d'eau du Logone qui passe est de 17 milliards de m³ à partir de Bongor vers l'exutoire à partir du mois de septembre, mois auquel que ce fleuve déborde en apportant la masse d'eau la plus importante de 3 à 4 milliards de m³ pour chaque année hydrologique vers la plaine d'inondation. On note aussi dans le domaine de prélèvement d'eau les canaux de pêche dont leur nombre ne cesse d'augmenter. De véritables systèmes de drains à ciel ouvert aménagés à mains d'homme, ces canaux permettent un écoulement des eaux depuis un cours d'eau jusqu'à une mare à l'intérieur de la plaine où les pièges sont aménagés à leur entrée pour arrêter les poissons.

Pour la portion tchadienne du bassin, les données actuelles de manière disparate font état d'un volume de 4400 m³/h de volumes d'eau pour le casier B de Bongor.

Beaucoup d'ouvrages sont à implanter le long du Logone et ses tributaires à travers le Projet de Développement Rural Intégré Chari-Logone au profit du Tchad et du Cameroun (TURPAK, 2004) suivant la typologie des périmètres à irriguer et leurs caractéristiques d'une part, et des surfaces sélectionnées par zones agro-climatiques le long du Logone d'autre part. Les besoins mensuels futurs en eau de récolte et d'irrigation pour les différentes zones le long du Logone seront intenses pour les mois de février à mai correspondant à la période des basses eaux.

Les rejets d'eaux usées dans le bassin proviennent des municipalités situées le long du Logone et tributaires (N'Gaoundéré, Touboro, Moundou, Doba, Lai, Bongor, Yagoua et Kousseri.), des usines d'égrenage de coton et leurs dérivées (huileries et savonneries) au Tchad (Ngaram, 2011) vers le milieu naturel qui ne sont pas recyclées, ce qui laisse supposer leur impact néfaste sur les ressources halieutiques et floristiques en aval de ces zones de rejets du bassin.

DISCUSSIONS ET PERSPECTIVES

Le régime hydrologique du Logone fleuve au regard des activités humaines pratiquées le long de son cours a subi des modifications liées aux prélèvements et rejets liquides dont les conséquences sont plus importantes.

Les prélèvements du côté camerounais du Logone les importantes proviennent: (i) des prises d'eau aménagées (8 millions de m³/an), (ii) pour la conservation du barrage de Maga (625 millions de m³) et (iii) pour les besoins de la riziculture (144 millions de m³) de la SEMRY. Il faut toutefois noter que la consommation du Lac Maga correspond essentiellement à l'évaporation du Lac Tchad si on considère la surface du lac Tchad plus les zones humides au sud en le multipliant par 2 mm/an. Le volume horaire d'eau de 4400 m³ est prélevé pour les besoins de riziculture casier B de Bongor du côté tchadien du Logone. Enfin, on a noté l'effet combiné de la variabilité climatique et des activités le long du fleuve sur la diminution du volume moyen annuel d'eau à la dernière station hydrométrique du Logone (Logone Gana) avant l'exutoire de l'année 1984 de l'ordre de 3.5 milliards m³ comparé à celui de 1972 de 9.2 milliards m³ pour l'année la plus sèche qu'est connue le bassin durant les cinquante dernières années. Il est à relever que le débit moyen des 9 dernières années enregistrées (2000–2008) pour la même station de 263.7m³/s, soit un volume moyen annuel de 8.3 millions de m³. Ce volume vient réconforter l'hypothèse d'une reconstitution progressive de la période d'hydraulicité moyenne dans le bassin.

Les effets principaux des prélèvements d'eau se traduisent entre autres en termes de (a) modification morphologique du lit fluvial et de l'habitat aquatique, (b) conditions de navigation fluviale difficiles dues à la réduction du lit mineur, (c) réduction des surfaces inondables dans les plaines d'inondation, (d) tensions intercommunautaires riveraines pour les différents usages, (e) apparition de grandes surfaces des bancs de sables, (f) influence des canaux de pêche jouant sur la durée de l'inondation dans la plaine d'une part, retardant aussi l'arrivée de l'eau sur la terre ferme de la plaine d'autre part.

En matière de rejets liquides dans le fleuve Logone, les plus prédominants sont les eaux résiduaires de l'huilerie contenant de l'acide sulfurique tandis que les eaux résiduaires de la

savonnerie qui fabrique du savon de linge à partir de l'huile de coton et de la soude constituent un problème pour l'environnement car ils sont non biodégradables. Les eaux résiduaires des brasseries contiennent les matières organiques solubles et insolubles sans toutefois oublier de mentionner l'apport quantitatif d'eaux résiduaires provenant d'engrais chimiques ou de pesticides utilisés dans les rizières des deux rives du Logone. Pour chaque opération d'égrenage du coton les matières traitées sont abondamment rincées à l'eau puis déversés dans la nature. Pour l'exploitation pétrole brut dans le bassin du Logone, leurs eaux résiduaires qui contiennent généralement les produits chimiques dangereux, notamment des hydrocarbures, le phénol, l'azote ammoniacal entre autres en cas de leurs déversements ou fuites accidentels représentent un danger pour les systèmes naturels et humains pour l'ensemble du bassin.

Les principaux effets de pollution ou rejets liquides peuvent être traduits par (i) la détérioration de la qualité de l'eau, (ii) la présence de plus en plus massive des herbes aquatiques envahissantes d'origine organique sur les surfaces d'eau, ralentissent l'écoulement des eaux de surface et constituent un obstacle à la navigation, (iii) les menaces sur les réserves halieutiques et les pratiques destructrices des engins de captures (filets aux mailles fines et utilisation des pesticides) et des canaux de pêches, (iv) la modification de la flore terrestre et aquatique en périphérie du fleuve.

CONCLUSION ET SUGGESTIONS

Il a été montré dans les références citées plus haut, que le régime hydrologique et les ressources en eau du Logone comme celui d'autres bassins versants de l'Afrique de l'Ouest et du Centre ont accusé une baisse depuis le début des années 70 à nos jours si on considère par exemple les volumes d'eau enregistrés aux années 72 et 84, suite à l'évolution combinée des effets climatiques et anthropiques.

Le système Chari-Logone, un de ces bassins fluviaux qui contribue à environ 95% aux apports du Lac Tchad en eaux de surfaces subit les impacts de ces contraintes. Ces impacts se traduisent pour le lac Tchad par un rétrécissement de sa surface en eaux libres, un accroissement des zones de marécages et par l'apparition d'îlots de bancs de sable. Ces impacts sont le plus souvent pointés du doigt le plus souvent comme provenant de la variabilité climatique sans savoir quelle est la part des activités anthropiques.

Le régime hydrologique du fleuve Logone est connu depuis le début du siècle dernier à travers les travaux menés par la Commission Scientifique du Logone et du Tchad (CSLT-ORSTOM, 1947) à travers le dispositif d'observations hydrologiques. La sensibilité du régime hydrologique du Logone a été illustrée durant les sécheresses de 1972 et de 1984 par une baisse très profonde des volumes écoulés vers le Chari à destination du Tchad. La dégradation de ce régime est due aussi aux différentes activités de l'homme sur les états de surface à travers les aménagements existants ou prévus le long de ce cours d'eau. Une telle situation observée en 1985 a provoqué des tensions intercommunautaires sur les des deux rives du Logone. C'est pour éviter de tels incidents ou tensions que nous suggérons la mise en œuvre de la Charte de l'Eau de la Commission (CBLT, 2012) signée et ratifiée par tous les états riverains.

REFERENCES

- Ardoin, S., Niel, H., Servat, E., Dezetter, A., Boyer, J. F., Mahé, G. & Paturel, J. E. (2003) Analyse de la persistance de la sécheresse en Afrique de l'Ouest: caractérisation de la situation de la décennie 1990. In: *Hydrology of Mediterranean and Semiarid Regions* (ed. by E. Servat, W. Najem, C. Leduc & A. Shakeel), Proc. Conf., Montpellier, France. IAHS Publ. 278, 223–228. IAHS Press, Wallingford, UK.
- Ardoin, S. (2004) Variabilité hydroclimatique et impacts sur les ressources en eau de grands bassins hydrographiques en zone soudano-sahélienne, thèse de doctorat, université Montpellier II, sciences et Techniques du Languedoc.
- Ardoin-Bardin, S., Dezetter, A., Servat, E., Paturel, J.E., Mahé, G., Niel, & H. & Dieulin, C. (2009) Using general circulation model outputs to assess impacts of climate change on runoff for large hydrological catchments in West Africa. *Hydrological Sciences Journal* 54(1), 77–89.
- Alainaye, D. J. (1987) Reconstitution du réseau hydrologique du bassin versant du Logone. Mémoire de fin d'études d'Ingénieur des travaux en Hydrologie, Centre AGRHYMET, Niamey (Niger).
- Baohoutou, L. (2007) Précipitations en zone soudanienne tchadienne durant les quatre décennies (60-99): variabilités et impacts. Thèse de doctorat, Université de Nice Sophia Antipolis; Janvier 2007.
- Boukong, A. & Tabi, F. O. (2006) Réduction de la tendance à la dégradation des ressources en eau et en terre dans l'écosystème du Bassin du lac Tchad au Cameroun. Faculté D'agronomie et des Sciences Agricoles, Université De Dschang, Cameroun.

- Bricquet, J. P., Bamba, F., Mahé, G., Touré, M. & Olivry, J. C. (1997) Evolution récente des ressources en eau de l'Afrique atlantique. *Revue des Sciences de l'Eau*, 3, 321-337.
- CBLT (2010) Rapport de planification sur l'étude de faisabilité du Projet de Transfert d'eau de l'Oubangui au Lac Tchad, septembre 2010, CBLT, Ndjamen, Tchad.
- CBLT (2012) Charte de l'Eau du Bassin du Lac Tchad, 55 p., avril 2012, CBLT, Ndjamen, Tchad.
- CSLT-ORSTOM (1947) Notices sur les activités de la Commission Scientifique du Logone et du Tchad de l'ORSTOM présentée à l'occasion de la clôture définitive de ses travaux le 17 mai 1947, IRD Ed., France.
- Fosi-Mbantenkhu, M. & Mahamat, H. (2005) Etude de la biodiversité dans le Bassin du Lac Tchad: Cas du bassin conventionnel du Cameroun. Rapport final de Consultation. Projet FEM/CBLT RAF/00/G31/P070252, Maroua, Cameroun.
- Gac, J. Y. (1980) Géochimie du bassin du lac Tchad. Bilan de l'altération, de l'érosion et de la sédimentation. Travaux et documents ORSTOM 123, 251 p.
- IRD-UNESCO, (2012) Le fleuve Niger, de la forêt guinéenne au désert saharien. Les grands traits des régimes hydrologiques, IRD-UNESCO, 27 p, 2012.
- IUCN-BRAC (2007a) Plan de Gestion du Rivage et de la Partie Nord du Lac Tchad, du projet FEM/CBLT intitulé "Inversion des Tendances à la Dégradation des Ressources en Terres et en Eau dans les Ecosystèmes du Bassin du Lac Tchad", volume II, IUCN-BRAC, mai 2007).
- IUCN-BRAC (2007b) Projet de Gestion de la plaine d'inondation Waza-Logone, du projet FEM/CBLT intitulé "Inversion des Tendances à la Dégradation des Ressources en Terres et en Eau dans les Ecosystèmes du Bassin du Lac Tchad", IUCN-BRAC, Maroua, Maroua, Novembre 2007).
- Kamga Kamden, S. L. (2003) Possibilities for the realization of ecological sustainable tourism concepts in protected areas in Cameroon. Dissertation Goettingen Georg-August University, Verlag Dr Kessel, Remagen, Germany, 265 p. Liéou, G., Mahé, G., Olivry, J.C., Naah, E., Servat, E., Sigha-Nkamdjou, L., Sighomnou, D., Ndam Ngoupayou, J., Ekodeck, G.E. & Paturel J.E. (2005) Régimes des flux des matières solides en suspension au Cameroun : revue et synthèse à l'échelle des principaux écosystèmes ; diversité climatique et actions anthropiques. *Hydrological Sciences Journal* 50(1), 111-124.
- Lienou, G., Mahé, G., Paturel, J. P., Servat, E., Sighomnou, D., Ekodeck, G. E., Dezetter, A. & Dieulin, C. (2008) Changements des régimes hydrologiques en région équatoriale camerounaise: un impact du changement climatique en Afrique équatoriale? *Hydrological Sciences Journal* 53(4), 789-801.
- Mahé, G., L'hôte, Y., Olivry, J. C. & Wotling, G. (2001) Trends and discontinuities in regional rainfall of west and central Africa – 1951–1989. *Hydrological Sciences Journal* 46(2), 211–226.
- Mahé, G., Leduc, C., Amani, A., Paturel, J.E., Girard, S., Servat, E. & Dezetter, A. (2003) Augmentation récente du ruissellement de surface en région soudano-sahélienne et impact sur les ressources en eau. In: *Hydrology of Mediterranean and Semiarid Regions* (ed. by E. Servat, W. Najem, C. Leduc & A. Shakeel), Proc. Conf., Montpellier, France, 2003. IAHS Publ. 278, 215–222. IAHS Press, Wallingford, UK.
- Mahe, G., Lienou, G., Descroix, L., Bamba, F., Paturel, J.E., Laraque, A., Meddi, M., Habaieb, H., Adeaga, O., Dieulin, C., Chahnez Kotti, F. & Khomsi, K. (2013) The rivers of Africa: witness of climate change and human impact on the environment. *Hydrological Processes*. doi: 10.1002/hyp.9813.
- MINEF (1996) Plan National de Gestion de l'Environnement au Cameroun. Volume I Rapport Principal. Yaoundé.
- MINFOP (2006) Partie Camerounaise du Lac Tchad. Cameroun. UNESCO World Heritage Centre.
- Mvondo Awono, J. P. et al. (2003) Plan Directeur de recherche pour la plaine d'inondation du Logone. CEDC, Centre d'étude de l'Environnement et du Développement au Cameroun, Maroua, Université de Leiden, Pays-Bas, et IUCN, Gland, Suisse.
- Naah, E. (1990) Hydrologie du Grand Yaéré du Nord Cameroun, thèse de doctorat ès-Sciences, Université de Yaoundé, Cameroun, 326 p.
- Ngaram, N. (2011) Contribution à l'étude analytique des polluants (en particulier de type métaux lourds) dans les eaux du Chari lors de sa traversée de la ville de N'Djamena. Thèse de doctorat, Université Claude Bernard, Lyon I, France.
- Ngounou Ngatcha B., Murdry, J., Wakponou, A., Ekodeck, G.E., Njitchoua, R. & Sarrot-Reynauld, J. (2001) Le cordon sableux Limani-Yagoua, extrême-nord Cameroun et son rôle hydraulique. *Journal of African Earth Sciences* 32(4), 889–898, 2001, PII: S0899-5362 (02)0001-1.
- Olivry, J. C. (1986) Fleuves et rivières du Cameroun. *Monographies hydrologiques, Mesres/Orstom* Ed., n° 9, 733 p.
- Paturel, J. E., Servat, E., Kouame, B., Lubes, H., Ouedraogo, M. & Masson, J. M. (1997) Variabilité climatique et analyse des séries pluviométriques de longue durée en Afrique de l'Ouest et Centrale non Sahélienne. *Journal of Hydrology* 191, 1–15.
- Paturel, J. E., Barrau, C., Mahé, G., Dezetter, A. & Servat, A. (2007) Impact of changing climate on water resources in western and central Africa. *Hydrological Sciences Journal* 52(1), 38–48.
- Sighomnou, D., Bedimo, J. P., Ayissi, G., Nlozoa, J. & Nkoa, F. (1997) Restauration hydrotechnique de la plaine du Logone dans l'Extrême-Nord du Cameroun, 1997, Essai pilote de ré-inondation, CRH Yaounde, Cameroun.
- Sircoulon, H.J. (1984) Quinze années de sécheresse au Sahel: impacts sur les ressources en eau et moyens de lutte. 5^{ème} conférence internationale sur la planification des ressources en eau "L'eau en l'an 2000", Athènes, 1-4 octobre 1984 d'Hydrologie ORSTOM, IRD, France.
- Tellro Wai, N. (1998) Climatic variability on the hydrological regime: Behaviour of Chari-Logone river basins during 1975 and 1988 wet years after droughts of 1973 and 1984 in Chad. In: *Proceedings of the Second International Conference on Climate and Water*, Espoo, Finland, 17-20 August 1998 pp 1263–1272.
- Tellro Wai, N. (1999) Les Ressources en Eau du Bassin Supérieur du Logone (Tchad - Cameroun et RCA) en liaison avec la Variabilité Climatique de 1961 à 1990, Diplôme d'Université, 3ème cycle, Faculté des Sciences, Université Nice-Sophia Antipolis, 57 p.
- Tarla, F. N. & Mvondo, J. P. (2003a) Etude de base : Commune rurale de Maga. CACID/Waza Logone, Maroua, Cameroun.
- Tarla, F. N. & Mvondo-Awono, J. P. (2003b) Etude de base: Commune rurale de Waza. CACID/Waza Logone, Maroua, Cameroun.
- TURPAK (2004) Etude de faisabilité du projet de développement intégré du Chari-Logone (Cameroun-Tchad). TURPAK, INT-HYDROCONSULT, INT.CBLT., CBLT, Ndjamen, Tchad.