



IMPACT DE LA VARIABILITE DES ECOULEMENTS SUR LA NAVIGABILITE DE L'OUBANGUI, UN AFFLUENT DU FLEUVE CONGO

PANDI A. ⁽¹⁾, IBIASSI G. ⁽¹⁾, TONDO B. ⁽²⁾, LADEL J. ⁽²⁾ et LARAQUE A. ⁽³⁾

¹. *Département de Géographie, Université Marien NGOUABI, Brazzaville*

². *Commission Internationale du bassin Congo Oubangui Sangha (CICOS), Kinshasa, RDC*

³. *Centre IRD de Fort de France, Martinique*

RESUME

L'Oubangui, principal affluent de rive droite du fleuve Congo, draine un bassin versant de 644 000 km², situé en grande partie en République Centrafricaine. Le module de l'Oubangui est de 3770 m³/s. Son régime hydrologique unimodal reflète directement celui des précipitations puisque la montée des eaux correspond à la saison de pluies, avec un léger décalage dans le temps du au ruissellement sur un bassin assez vaste constitué de sols généralement peu perméables et sous végétation de savane arborée. L'étiage se situe au mois de mars. Le déficit hydrologique observé sur l'Oubangui est responsable de la dégradation des conditions de navigation observées depuis 1975. Cette baisse des débits, matérialisée par l'apparition d'importants bancs de sables affecte le nombre de jours de navigation sur l'Oubangui.

Mots clés : *Oubangui ; Ecoulements ; Etiages ; Bancs de sables ; Navigation.*

ABSTRACT

Oubangui, main Right Bank tributary of the river Congo, drains a basin comprising 643 900 km², located to a great extent in Central African Republic. The average module of Oubangui is 3770 m³/s. His hydrologic regime directly reflects that of rainfall since rising waters relates to rainy season with a slight gap in time due to runoff on in generally little permeable soils and under vegetation of spotted savannah. The low-water level is in March. The hydrologic deficit noticed on Oubangui is responsible for the deterioration of the navigation conditions noticed since 1975. This fall of hydraulicity materialised by the appearance of important benches of sands reduces the number of days of navigation on Oubangui.

Key words: *Oubangui; Flows ; Low-water levels ; Benches of sands ; Navigation.*

INTRODUCTION

Les travaux antérieurs menés sur le bassin du Congo ont permis de décrire et de comprendre son fonctionnement hydrologique et ceux de ses différents affluents, soit par la classification des différents systèmes hydrologiques par rapport à leur fonctionnement, soit par la décomposition des régimes pluviométriques de chaque tributaire, aux différents phases de l'hydrogramme du fleuve Congo [1-5]. D'autres travaux ont permis le découpage de leurs chroniques hydro climatiques en segmentations stationnaires, au moyen des procédures statistiques de détection des ruptures, à savoir le test de « Buishand », le test de « Pettitt », la méthode Bayésienne de Lee-Heghinian et la segmentation de Hubert, qui ont été utilisées avec succès dans l'étude des séries hydro météorologiques de l'Afrique de l'ouest [2, 6-8]. Cette étude montre les variations des écoulements de l'Oubangui à la station hydrométrique de Bangui et l'impact de la variabilité des écoulements sur la navigation dans l'Oubangui.

I.- PRESENTATION DU BASSIN

L'Oubangui, qui mesure 2500 km depuis la source de l'Uele, draine un bassin d'une superficie de 488.500 km² à Bangui [9]. Le bassin présente une forme allongée d'est à l'ouest, dont la partie aval s'incurve vers le sud, un peu en amont de Bangui. La longueur du bassin est d'environ 1800 km, pour une largeur moyenne de 500 km. Il s'étend de la latitude 00°30'S à 09°16N et de la longitude 15°35'E à 30°57'E. Son relief est une vaste plaine modélisée par les phénomènes d'érosion météorique qui se sont succédés au cours des temps phanérozoïques [9]. Les hauts reliefs qui dépassent rarement 1100 mètres ne représentent que 50 % de la superficie du bassin. Le point culminant est à 1796 mètres dans les Monts Bleus, en RDC à l'interfluve Congo-Nil et à l'extrémité orientale du bassin. Les plateaux qui s'étalent de 500 à 900 mètres d'altitude constituent 70 % de la superficie et la plaine oubanguienne forment les 25 % de la superficie restante (figure 1).

Le bassin versant centrafricain de l'Oubangui est principalement constitué par le socle précambrien, à l'exception des deux

formations gréseuses mésozoïques situées au nord et à l'ouest du bassin [10, 11]. Ces formations gréseuses couvrent 10 % de la superficie du bassin. Les roches plutoniques et métamorphiques acides (du type granite, gneiss, micaschiste, et schiste) de loin majoritaires, représentent 60 % de la superficie du bassin.

On y trouve ensuite en proportions sensiblement égales des roches volcaniques et métamorphiques basiques, des roches détritiques argileuses et des roches carbonatées. Notons aussi l'existence des roches salines qui, malgré leur faible répartition sur l'ensemble du bassin (de l'ordre de 1% de la surface totale), peuvent toutefois avoir une importance non négligeable sur la qualité des exportations de matières par le fleuve du fait de leur fort indice d'érosion. Les sols sont des sols ferrallitiques plus ou moins indurés [12]. Le couvert végétal est dense et relativement uniforme sur l'ensemble du bassin, à l'exception de la zone soudano-sahélienne dominée par la savane arbustive ou arborée [13].

II.- HYDROCLIMATOLOGIE

Le climat du bassin de l'Oubangui est caractérisé par une saison sèche qui commence en octobre au nord-est et qui se généralise sur l'ensemble du bassin dès le mois de janvier ; une intersaison avant la saison des pluies qui débute dans le sud du pays en mars pour atteindre le nord en avril-mai et enfin, une saison pluvieuse qui affecte l'ensemble du bassin de juin à septembre et qui dure du sud au nord de 9 à 4 mois. La pluviosité varie de 1700 mm/an au sud à moins de 100 mm/an au nord, ce qui correspond respectivement au passage de la zone guinéenne forestière à la zone soudano-guinéenne.

Depuis le début des années 1970, cette dernière zone géographique a subi un fort déficit pluviométrique qui s'est accentué en 1983. La lame d'eau précipitée sur l'ensemble du bassin versant de l'Oubangui est passée de 1500 mm/an en 1950 à 1400 mm/an en 1980. Ceci se traduit par une perte d'écoulement de l'Oubangui à l'échelle du siècle. En effet, l'Oubangui est entrée dans une phase sèche depuis 1971, qui s'est accentuée depuis 1983

(figure 2). Avant cette date, les seules années hydrologiques ayant eu un module annuel inférieur à 3000 m³/s sont les années hydrologiques 1971/1972, avec respectivement 2890 et 2750 m³/s. Le cycle hydrologique de 1990/1991 est déficitaire avec seulement 2170 m³/s.

III.- DONNEES ET METHODOLOGIE

1. Données et sources

Les données hydrologiques utilisées proviennent de la base des données hydrologiques de l'IRD (ex ORSTOM). Les longueurs du tronçon navigable et les périodes de navigation, proviennent du Service Commun et d'Entretien des voies Navigables (SCVN) de Brazzaville en République du Congo, de Bangui, en RCA et de la Régie des Voies Fluviales (RVF) de Kinshasa, en RDC. Les précipitations utilisées proviennent de la Direction de la Météorologie de la RCA et du

Congo Brazzaville, le pas de temps utilisé est mensuel, sur une période de 1950 à 2008.

2. Méthodes d'analyse des données

L'analyse des données utilisée a été effectuée en deux étapes :

La première étape a consisté à étudier la variabilité des écoulements au moyen de la méthode des indices. Les moyennes glissantes sur 5 ans ont été calculées. Le lissage a été appliqué aux séries standardisées (centrées et réduites). Cette méthode a été préférée à celles utilisées par d'autres chercheurs [6-8], car elle nous a permis de mettre en évidence la succession des périodes sèches et humides. La seconde étape a consisté en l'analyse des relations entre la variabilité des écoulements et la navigation fluviale de l'Oubangui. Un accent est mis ici sur le volume à stocker nécessaire pour le maintien de la navigation, et sur la fréquence du nombre de jours navigables.

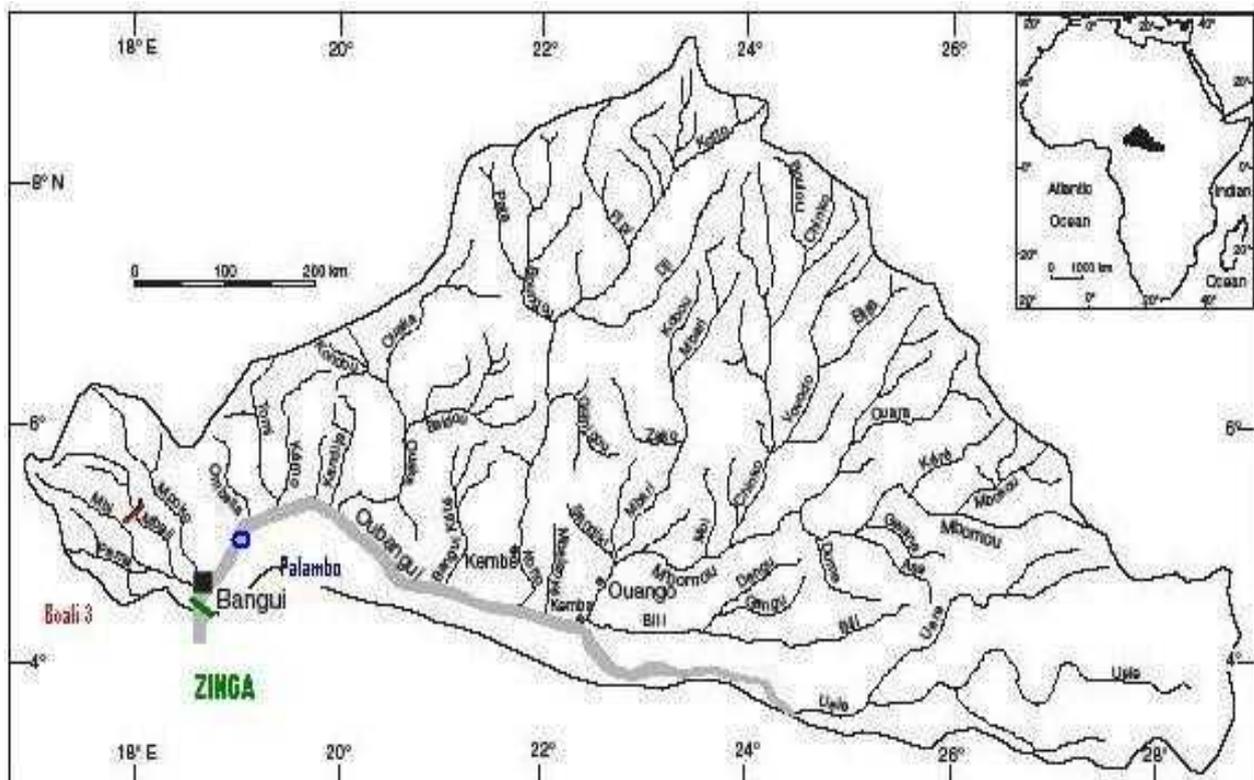


Figure 1 : Localisation et présentation du bassin de l'Oubangui contrôlée par la station de Bangui et indiquant le seuil de Zinga.

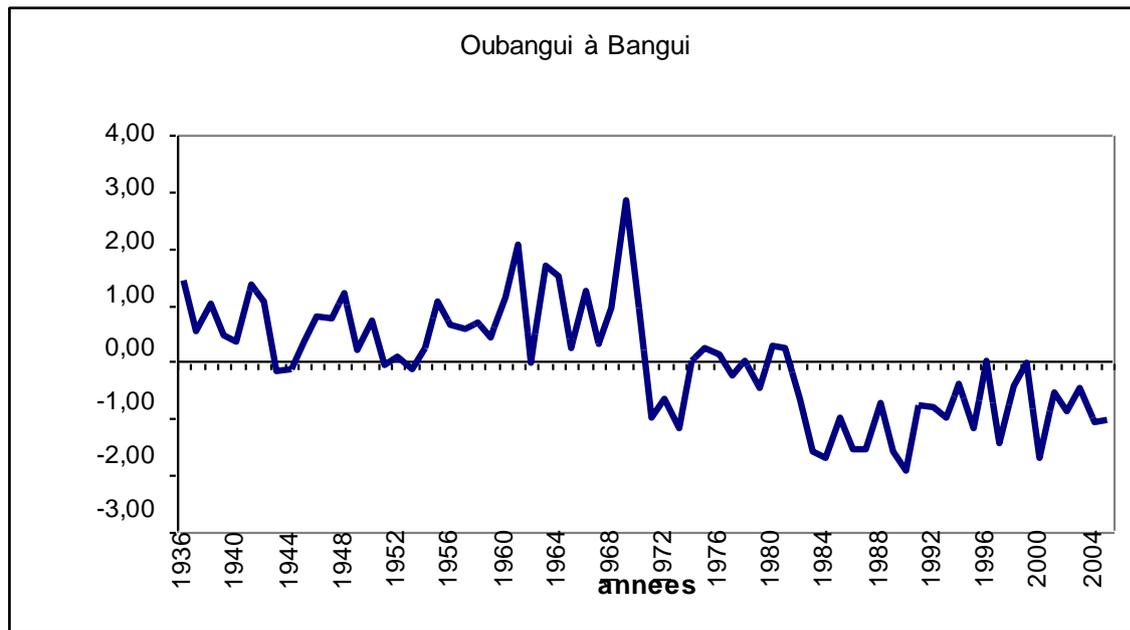


Figure 2 : Evolution des débits de l'Oubangui à Bangui (en anomalies)

IV.- VARIABILITES PLUVIOMETRIQUE ET HYDROLOGIQUE

L'évolution des écoulements de l'Oubangui à Bangui, représentée par la figure 2, montre des oscillations plus ou moins importantes qui peuvent être regroupées en deux grandes phases hydrologiques, comme l'avaient déjà souligné d'autres chercheurs [2, 14] :

- une phase humide qui s'étale de 1936 à 1970, caractérisée par des débits excédentaires, avec des crues généralisées dont les plus importantes sont celles observées en 1936 ($Q = 4957 \text{ m}^3/\text{s}$), 1941 ($Q = 4887 \text{ m}^3/\text{s}$), 1948 ($Q = 4756 \text{ m}^3/\text{s}$), 1961 ($Q = 5495 \text{ m}^3/\text{s}$), 1963 ($Q = 5170 \text{ m}^3/\text{s}$) et 1969 ($Q = 6131 \text{ m}^3/\text{s}$). Au cours de cette phase, le débit inter annuel est proche de $4397 \text{ m}^3/\text{s}$, ce qui représente un écart de 628, soit un excédent de 16 % ;
- Une période post-1970 qui est déficitaire ; le module calculé est de $3141 \text{ m}^3/\text{s}$, ce qui correspond à un déficit de -28 %, par rapport au débit inter annuel de la chronique, avec une accentuation du phénomène à partir de 1982. Le débit

d'étiage les plus bas est observé en 1990, soit $2187 \text{ m}^3/\text{s}$.

L'étude de l'Oubangui pendant les différentes phases d'écoulements qui caractérisent ce siècle, indique qu'il a subi les plus fortes variations d'hydraulicité du bassin du Congo d'après [2]. Avec une diminution record de ses écoulements (-18 %), le bassin de l'Oubangui est touché par la variabilité climatique voisine de l'Afrique de l'ouest non sahélienne, marquée par une forte tendance à la baisse depuis plus de 30 ans, à l'instar de celle encore plus intense, qui a affecté le Sahel plus au nord. La diminution des débits de l'Oubangui a entraîné de graves conséquences sur l'utilisation de ses ressources en eaux et particulièrement sur la navigation.

V.- IMPACTS DE LA VARIABILITE DES ECOULEMENTS SUR LA NAVIGATION

En principe, la navigation sur l'Oubangui pendant la période d'étiage reste possible dans la mesure où le tirant d'eau est au moins égal à 0,90 m, au passage du seuil de Zinga ; ce qui correspond à la cote +10 cm à l'échelle de la station de Bangui [15]. Dans ces

conditions, les barges de 600 tonnes chargées à 46 % de leur enfoncement maximal peuvent franchir le seuil de Zinga, (à 75 km en aval de Bangui). Depuis plus de 30 ans, en raison de conditions hydro climatiques particulières, la navigation pendant la période d'étiage sur l'Oubangui s'est notablement dégradée. Le trafic sur l'Oubangui entre Bangui et Brazzaville et/ou Kinshasa ne s'effectue plus pendant 6 mois par an comme auparavant, puisque le tirant d'eau devient insuffisant ; ce qui oblige donc l'arrêt de la navigation pendant cette période critique, et cela malgré des travaux d'entretien importants (figure 3).

Ainsi, on a pu noter l'augmentation du nombre de jours non navigables (figure 4) qui se résume comme suit :

4 jours /an de 1935 à 1971 ;
40 jours /an de 1972 à 1982 ;
107 jours /an de 1983 à 1989 ;
+ 200 jours /an depuis 2002.

Le déficit hydrologique observé sur l'Oubangui est largement responsable de la dégradation des conditions de navigation observées depuis 1975. C'est ainsi que pour la période 1935 – 1989, l'estimation du volume à stocker nécessaire pour maintenir une navigation avec un tirant d'eau minimal de 90 cm entre Bangui et Zinga correspond à un débit minimal de 920 m³/s. Garantir ce débit permettra d'améliorer la navigation sur l'Oubangui. Pour cela, il est nécessaire de passer par :

- des aménagements à courant libre du seuil de Zinga ;
- des travaux permanents d'entretien des voies navigables, assurés par le Service Commun d'Entretien des Voies navigables (SCEVN).

A l'exception d'améliorations mineures, ces actions ont permis d'atteindre une limite optimale. L'estimation du volume à

stocker nécessaire pour maintenir la navigation, nécessite la construction d'infrastructures pouvant constituer un volume utile de soutien d'étiage, compris entre 1,5 et 2 milliards de m³ [16] pour assurer une quasi-continuité de la navigation avec une charge économique, notamment par la construction d'un barrage de régulation du débit de l'Oubangui en amont de Bangui ; cet ouvrage sera associé avec une centrale hydroélectrique qui pourra être équipée progressivement en fonction de la demande, devra assurer le soutien des étiages soit en continu durant l'étiage, soit par périodes de durées déterminées (ordre de 15 jours) [17].

CONCLUSION

L'évolution récente des régimes des écoulements en Afrique occidentale et centrale, est essentiellement caractérisée par un appauvrissement généralisé des ressources en eau depuis plus de trente ans. Ce phénomène visible sur l'Oubangui, principal affluent de rive droite du fleuve Congo s'est considérablement accru lors des dernières variations de la phase sèche actuelle, au point d'expliquer à lui seul plus des trois quarts de la diminution des apports de rive droite qui représente 34 % de la baisse des débits du Congo à Brazzaville ; alors que la superficie du bassin de l'Oubangui ne représente que moins du cinquième de la totalité de la superficie du bassin du Congo. La baisse des écoulements observée dans le cours de l'Oubangui à modifier les périodes d'occurrence de la navigation sur ce cours d'eau ; celle-ci est caractérisée par l'augmentation de la durée de la navigation, avec toutes les conséquences sur les relations socio-économiques des populations riveraines entre Brazzaville et Bangui. Par conséquent, les mesures de restauration du tronçon navigable sur l'Oubangui et toutes politiques de mise en valeur des hydrosystèmes du bassin du Congo, devraient tenir compte des informations découlant de cette étude.



Figure 3: Bancs de sables sur l'Oubangui à Palambo

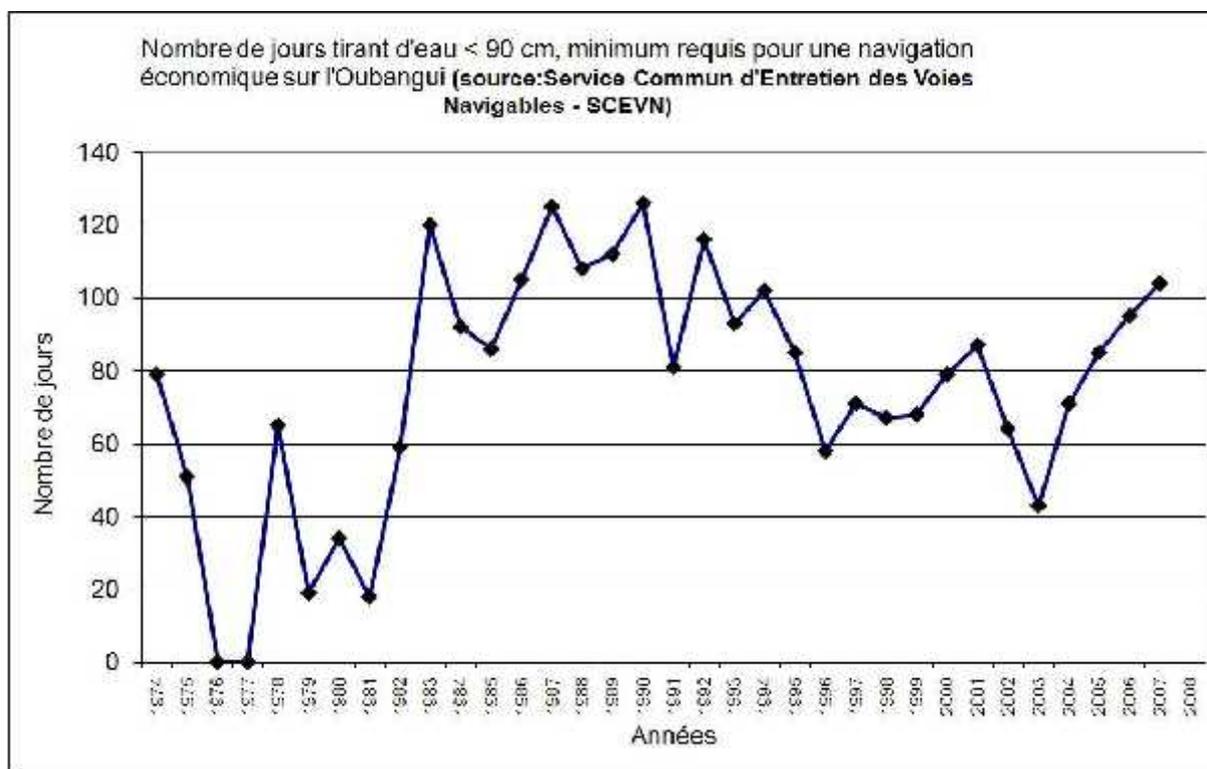


Figure 4 : Evolution du nombre de jours d'arrêt de navigation sur l'Oubangui

BIBLIOGRAPHIE

1. Laraque A., Olivry J.C., 1996. Evolution de l'hydrologie du Congo-Zaïre et de ses affluents rive droite et dynamique des transports solides et dissous. In : « L'hydrologie tropicale : géoscience et outil pour le développement ». IAHS Publ, n° 238
2. Laraque A., Mahé G., Orange D., Marieu B., 2001. Spatiotemporal variations in hydrological regimes within central Africa during the XXth century. *Journal of hydrology* ; 245 : 104-117
3. Laraque A., Pandi A., 1996. Rôle des données physiographiques dans la classification hydrologique des affluents congolais du fleuve Congo-Zaïre. *C.R. Acad. Sci. Paris* ; 323 (IIa) : 855-858
4. Orange D., Olivry J.C., Censier C., 1995). Variations et bilans de flux de matières particulaires et dissoutes de l'Oubangui à Bangui (1987 à 1992). In : Grands bassins fluviaux périatlantiques : Congo, Niger, amazone. Actes du colloque PEGI-INSU-ORSTOM, du 22 au 24 novembre 1993, éd. Orstom, Paris, France, pp. 147-158
5. Bricquet J.P., 1995. Les écoulements du Congo à Brazzaville et la spatialisation des apports. In Grands bassins fluviaux périatlantiques : Congo, Niger, Amazone. Actes du colloque PEGI-INSU-CNRS-ORSTOM, du 22 au 24 novembre 1993, éd. Orstom, Paris, France, 27-38
6. Hubert P., Carbonnel J.P., 1989. Segmentation des séries hydrométéorologiques. Application à des séries des précipitations et de débits de l'Afrique de l'ouest. *Journal of hydrologie* ; 110 : 349-367
7. Lubès H., Masson J.M., Servat E., Paturel, et al., 1995. Caractérisation des fluctuations dans une série chronologique par application des tests statistiques. Etude bibliographique. Programme ICCARE. Rapport n° 3, ORSTOM, Montpellier, juin 1994
8. Paturel J.E., Servat E., Kouame B., Boyer J.F. et al., 1996. Procédures d'identification de « ruptures » dans des séries chronologiques; modification du régime pluviométrique en Afrique de l'Ouest non sahéenne. In : « L'hydrologie tropicale : géoscience et outil pour le développement ». IAHS Publ., n°238
9. Callède J., 1994. Monographie de l'Oubangui. Paris : ORSTOM, Rapport provisoire, 350p
10. Poidevin J.L., 1985. Le Protérozoïque supérieur de la République centrafricaine, stratigraphie et structures. *Ann. Sci.Géol, Musée Royal Afr. Central, Tervuren (Belgique)*, 91, 75p
11. Censier C., 1991. Dynamique sédimentaire d'un système fluvial diamantifère Mésozoïque : la formation de Carnot (République centrafricaine). *Doc du BRGM*, 2005, 568 p.
12. Boulvert Y., 1983. Carte pédologique de la République centrafricaine à l'échelle de 1/1.000.000, avec notice explicative. *Rapport ORSTOM*, Bangui, 125p
13. Boulvert Y., 1986. Carte phytogéographique de la République centrafricaine à l'échelle de 1/1000.000 avec notice explicative. *Rapport ORSTOM*, Bangui, 131p
14. Wasselink A.J., Orange D., Feizouré C.T., 1996. Les régimes hydroclimatiques et hydrologiques d'un bassin versant de type humide : l'Oubangui (République centrafricaine). In : *L'hydrologie tropicale : géoscience et outils pour le développement – mélanger à la mémoire de Jean Rodier* (2éd. par P. Chevallier et B. Pouyaud). Actes à la conférence de Paris, mai 1995, 179-194. IAHS, n°238
15. SCEVN, 1996. Renseignements sur les conditions de navigabilité du fleuve Congo et des rivières du bassin du Congo-Oubangui-Sangha. *Rapport technique SCEVN*, Brazzaville, 17p.
16. SOGREAH, PNUD, 1986. *Projet RAF / 82/054. Etude d'amélioration de la navigation sur la rivière Oubangui. Rapport Expt*, Bangui, 1986, 82p
17. SOGREAH, CEE, 1989. *Etude de préfaisabilité d'un nouveau barrage réservoir à Palambo en République Centrafricaine. Rapport Expt*, Bangui, 70p.
18. Mahé G., Olivry, J.C., 1991. Les changements climatiques et variations des écoulements en Afrique occidentale et centrale du mensuel à l'interannuel. In: *Hydrology for the Water Management of Large Rivers Basins*. IAHS, n° 201, pp.163-172
19. Mahé 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) : 109-117