

LES ETUDES DU PEGI SUR LE BASSIN DU CONGO-ZAIRE DANS LE CONTEXTE DEFICITAIRE DES RESSOURCES EN EAU DE L'AFRIQUE HUMIDE.

J.C. Olivry, G. Mahé, J.P. Bricquet

Résumé :

Le programme "Grands Bassins Fluviaux" avait inscrit dans la durée le suivi du régime des exportations de matières particulaires et dissoutes des grands fleuves intertropicaux, l'objectif étant d'évaluer l'incidence des fluctuations hydroclimatiques sur leur fonctionnement biogéohydrodynamique. Après huit années d'observations sur le bassin du fleuve Congo, force est de constater que celles-ci ont été faites dans un contexte déficitaire persistant.

L'évolution récente des régimes hydrologiques en Afrique intertropicale, tributaire de la façade atlantique du continent, est essentiellement marquée par un appauvrissement généralisé des ressources en eau, depuis plus de vingt ans pour l'Afrique tropicale sèche, significatif depuis les années 80 en Afrique Centrale. Les grands fleuves de l'Afrique humide des zones tropicales et équatoriales sont sérieusement affectés par des écoulements déficitaires. Une tendance quasi générale à la baisse est observée ; celle-ci va bien au-delà de l'irrégularité interannuelle observée à l'occasion de déficits pluviométriques annuels ponctuels. Ainsi, la plus grande zone forestière intertropicale du monde, après l'Amazonie, est soumise globalement à un appauvrissement notable de ses ressources en eau.

En Afrique Centrale, les débits du Congo sont connus depuis 1903 ; les observations commencent en 1930 sur l'Oubangui, 1935 sur l'Ogooué et 1948 sur la Sangha. L'évolution de l'hydraulicité de ces quatre fleuves a été étudiée à partir du rapport entre la variation d'hydraulicité et l'écart-type des hydraulicités. Ceci permet de mesurer de manière comparable l'impact du changement climatique sur des bassins dont la variabilité naturelle est différente (régime équatorial ou tropical).

L'analyse la plus intéressante concerne le fleuve Congo-Zaire, de par sa durée et sa représentativité spatiale. Le module interannuel sur l'ensemble de la période d'observation est de $41000 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ (86 ans). Les modules extrêmes sont de $55200 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ en 1962 et $33300 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ en 1984. Le fleuve a été relativement régulier sur toute la période antérieure à 1960. La période abondante entre 1960 et 1970 est marquée par les crues exceptionnelles de 1961, 1962 et 1969. La décennie 71-80 est proche de la normale avec une période largement déficitaire centrée sur 1972 et 1973. La décennie 1981-1990

connaît un appauvrissement général des écoulements notamment en 1984. Ce schéma se retrouve sur l'Oubangui à Bangui où toute la séquence est déficitaire depuis 1970 avec une accentuation du phénomène dans les années 80. L'Oubangui est à son plus bas niveau connu en 1990 avec un module de $2190 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ pour une valeur moyenne de $3970 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. Sur l'ensemble de l'Afrique intertropicale humide, tributaire de la façade atlantique du continent, l'écoulement annuel moyen sur quarante ans est de 2350 milliards de m^3 dont 1350 milliards pour le bassin du Congo-Zaïre. Les deux décennies déficitaires 1971-80 et 1981-1990 voient l'écoulement annuel tomber respectivement à 2190 et 1985 milliards de m^3 , soit -7 et -16% des apports moyens.

L'appauvrissement de la ressource en eau est pour la décennie 1971-80 de $160 \text{ km}^3 \text{ an}^{-1}$ en Afrique humide, $30 \text{ km}^3 \text{ an}^{-1}$ en Afrique sèche (rapport de 5,3). Pour la décennie 1981-90, les valeurs sont respectivement de $375 \text{ km}^3 \text{ an}^{-1}$ et $65 \text{ km}^3 \text{ an}^{-1}$ (rapport de 5,8). Cet appauvrissement a plus que doublé d'une décennie à l'autre en dépit de précipitations moins déficitaires. Le Congo-Zaïre avec plus de 50% des apports à l'Atlantique accuse à lui seul plus du 1/3 des pertes de la dernière décennie.

L'évolution des basses eaux intègre sans doute le mieux la persistance de la période déficitaire actuelle. Depuis 1972, et de manière continue depuis 1978, les débits mensuels les plus faibles de l'Oubangui sont inférieurs à la moyenne et décroissent régulièrement. Le même phénomène est observé sur la Sangha à Ouesso depuis 1978. Sur les vingt plus faibles débits mensuels d'étiage du Congo, dix ont été observés dans les vingt dernières années. Les six plus faibles valeurs de l'échantillon sont observées après 1983, le *minimum minimorum* étant celui de l'année 1990. Cette faiblesse quasi générale des étiages traduit un amenuisement croissant des réserves souterraines des bassins fluviaux résultant du cumul des déficits pluviométriques. La vidange des nappes de versant, caractéristiques de l'hydrogéologie de la plupart des bassins fluviaux étudiés, suit une loi de tarissement à décroissance exponentielle qu'il est d'autant plus facile d'étudier que la saison sèche est bien marquée. Le tarissement des fleuves soumis au régime tropical humide montre dans la période récente une accélération de la vidange des nappes, notamment à partir de 1980 sur la Sangha et l'Oubangui. Pour les fleuves équatoriaux, les débits de tarissement sont difficilement appréhendés, mais il est probable que les aquifères de ces régions sont également touchés, comme cela est d'ailleurs observé en pays Batéké (Congo).

La puissance des crues des grands cours d'eau intertropicaux d'Afrique peut être qualifiée de très médiocre à médiocre suivant la classification de M. Pardé sur la base du calcul du coefficient de crue défini par P. Myer, A. Coutagne et M. Pardé ($A : \text{Qm}^3\text{s}^{-1}/\text{S}^{0,5} \text{ km}^2$). Ainsi les valeurs extrêmes des maximums annuels de crue ont des coefficients de 20 à 8 pour l'Oubangui, 40 à 24 pour le Congo-Zaïre. Au cours des deux dernières décennies, la médiocrité de la puissance des crues n'a fait que s'accroître; par rapport aux valeurs moyennes, les coefficients de crue ont été divisés par 1,7 pour l'Oubangui et 1,2 pour le Congo où la variabilité interannuelle est moindre. Pour l'Oubangui, sur les dix

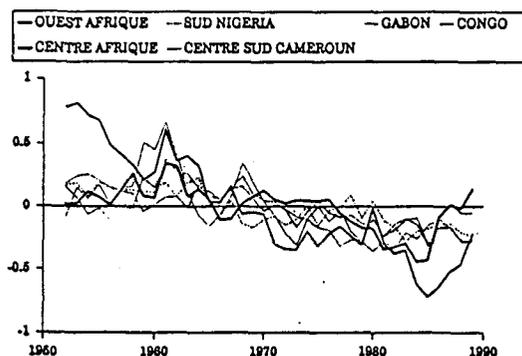
plus faibles valeurs de l'échantillon de 58 ans, huit concernent les dix dernières années, les deux autres étant celles de 1973 et 1979.

Ce qui est vrai pour l'Oubangui ne l'est plus tout à fait pour le Congo à Brazzaville. La distribution des maximums annuels reste plus aléatoire et la baisse des écoulements annuels paraît plus dépendante du déficit des maximums secondaires, dits de printemps, comme cela a été vu pour l'Ogooué. Ceci signifierait que la crue maximale du Kasaï en décembre est peu affectée par le contexte déficitaire de la région.

Que ce soit pour les étiages, l'écoulement annuel ou les maximums de crue, les observations récentes montrent une certaine durabilité du déficit hydrologique, dans le même temps où les précipitations voient leur déficit diminuer. On constate notamment que pour des saisons des pluies équivalentes le maximum de crue de la période actuelle reste nettement plus faible que dans le passé. Il faut rechercher la persistance de l'amointrissement de la puissance des crues dans une contribution réduite des apports d'origine souterraine.

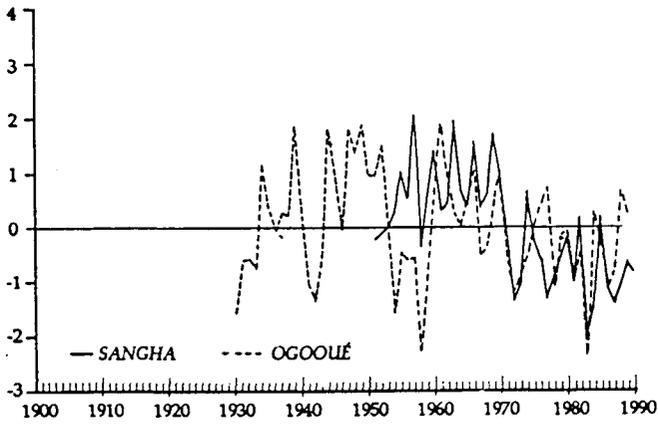
Le régime déficitaire des précipitations de la période actuelle est bien évidemment responsable de la baisse de puissance des crues. Il a d'abord un effet immédiat, avec des crues réduites en puissance et (ou) en durée suivant la saison des pluies. Il a ensuite un effet mémoire avec le cumul de déficits des années antérieures et des apports réduits des nappes phréatiques. On doit donc s'attendre à une certaine persistance des faibles maximums de crue même dans l'éventualité d'un retour à une séquence humide.

Par rapport aux thèmes d'étude du PEGI, ceci conduit à nuancer la représentativité des mesures de flux de matière dans le contexte d'une hydraulité déficitaire persistante. La contribution plus réduite des apports d'origine souterraine entraîne très probablement une exportation de matières dissoutes inférieure à ce qu'elle serait en période d'hydraulité normale. Bien que la diminution des écoulements superficiels ait eu aussi un impact sur le transport de matières en suspension, le rapport matière particulaire/matière dissoute est probablement plus élevé dans la période actuelle.



Variations hydroclimatiques.

évolution de l'écart réduit des précipitations en Afrique humide depuis 1950.



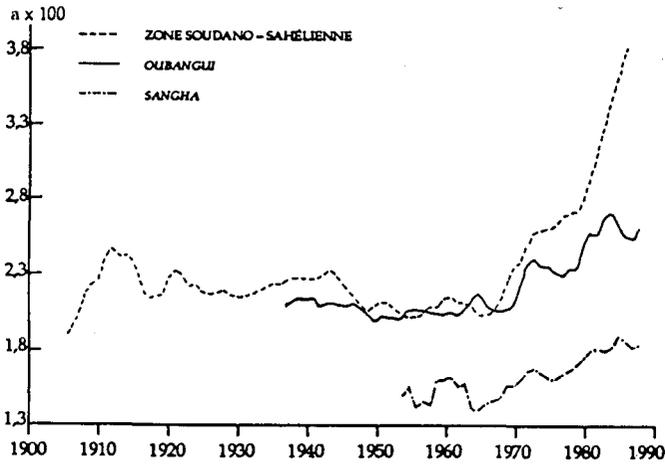
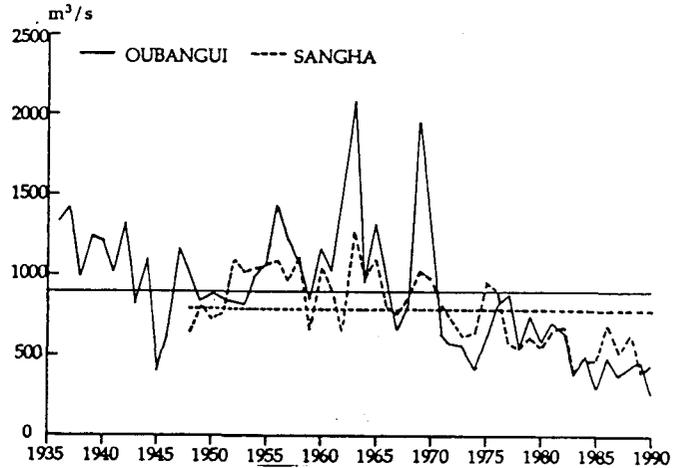
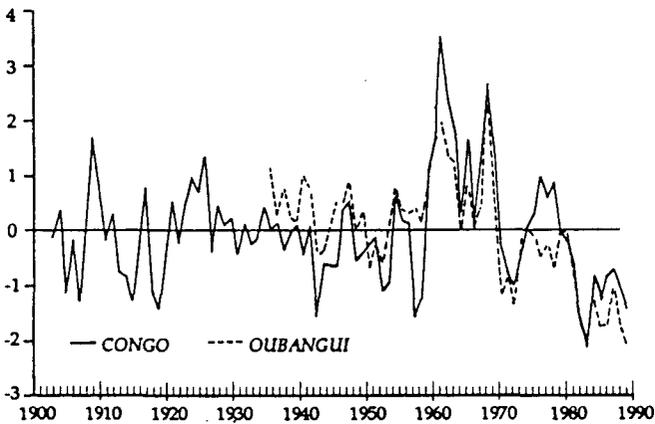
Variation de l'hydraulicité (écarts réduits) depuis l'origine des observations pour l'Afrique sèche et quatre grands bassins fluviaux d'Afrique centrale

L'écart réduit d'une variable x est la différence entre la valeur i et sa moyenne rapportée à l'écart type de cette variable

$$= \frac{x_i - \bar{X}}{\sigma_{xi}}$$

Variation des débits mensuels d'étiage depuis l'origine des observations sur deux cours d'eau d'Afrique centrale

Les valeurs moyennes respectives sont représentées par un trait horizontal



Évolution du coefficient de tarissement en Afrique soudano-sahélienne et sur deux cours d'eau d'Afrique centrale

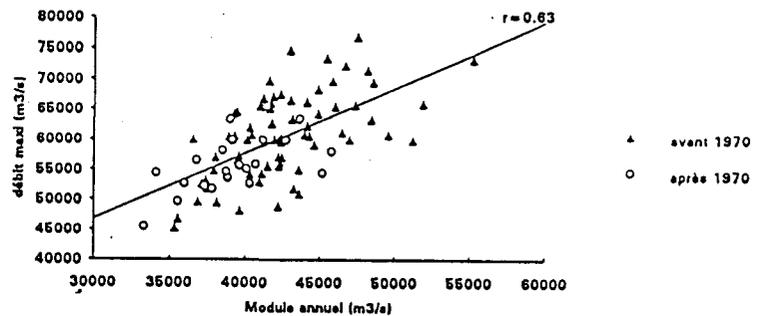
Le débit de tarissement est donné à l'instant t par l'expression :

$$Q_t = Q_0 e^{-at}$$

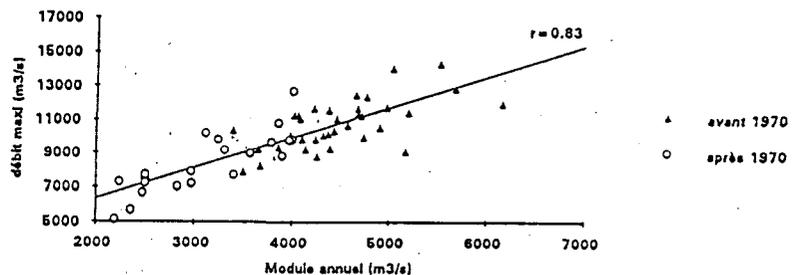
Le coefficient a est l'inverse d'un temps exprimé en jours.

Relation entre les modules annuels et les maximums annuels de crue

Corrélation Congo (1902-1992)



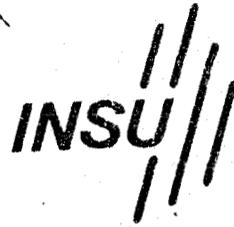
Corrélation Bangui (1935-1991)





CENTRE NATIONAL
DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

Y. Boul



INSTITUT FRANÇAIS DE
RECHERCHE SCIENTIFIQUE
POUR LE DÉVELOPPEMENT
EN COOPÉRATION

PROGRAMME ENVIRONNEMENT GEOSPHERE INTERTROPICALE
PEGI

COLLOQUE GRANDS BASSINS FLUVIAUX
PERI ATLANTIQUES : CONGO, NIGER, AMAZONE

22, 23 et 24 NOVEMBRE 1993
Au siège de l'ORSTOM
213 rue La Fayette
75010 PARIS

PROGRAMME :

- . Hydroclimatologie du bassin congolais
- . Flux de matière du Fleuve Congo
- . Oubangui, Ngoko et autres affluents du Congo
- . Le Fleuve Niger
- . Le bassin Amazonien (Amazone, Madeira, Tocantins)
- . Approches couplées "hydrologie, géochimie, géophysique"
des transferts hydriques

Organisateurs : Jacques BOULEGUE, Jean-Claude OLIVRY

Secrétariat
Renseignements
et Inscriptions

Dr Bernard HIERONYMUS - Mme Geneviève LETEMPLIER
Laboratoire de Géochimie - Casier Postal 124, UPMC,
4, place Jussieu - 75252 PARIS CEDEX 05, FRANCE
Tél. : 44 27 50 06 Fax : 44 27 51 41

cliché : J. Boulègue . Rio Negro et Rio Solimoes