

LES ECOULEMENTS DU CONGO A BRAZZAVILLE ET LA SPATIALISATION DES APPORTS

J.P. BRICQUET

RESUME :

Avec un module avoisinant $41\,000\text{ m}^3\text{ s}^{-1}$ pour un bassin de $3,7 \times 10^6\text{ km}^2$, le Congo est le deuxième fleuve du monde par son débit. Son régime, très régulier, montre une forte tendance à la baisse depuis une vingtaine d'années. Les études liées au programme PEGI se situent donc dans un contexte de relativement faibles ressources en eau (déficit de 10% par rapport à la moyenne).

L'hydrogramme du Congo à Brazzaville est le résultat du mélange des eaux des hémisphères austral et boréal ; on peut donc « découper » l'hydrogramme de Brazzaville pour retrouver les origines des eaux. Ainsi, le haut bassin du Congo, incluant le lac Tanganyika, ne représente que 6% des apports pour une superficie de $800\,000\text{ km}^2$, tandis que la Cuvette congolaise, avec $560\,000\text{ km}^2$, participe pour 24% à l'écoulement de Brazzaville. Le Kasai, premier affluent du Congo ($1\,000\,000\text{ km}^2$) contribue pour 23% au débit de Brazzaville et est prépondérant dans l'élaboration de l'hydrogramme, ses débits arrivant à contre temps de ceux du haut Zaïre ou de l'Oubangui.

INTRODUCTION

Le programme PEGI - GBF a comme objectif l'étude des flux de matières exportées par le fleuve Congo en s'appuyant sur un réseau assez dense de points de mesures. La station historique de Brazzaville (début des observations en 1902) a naturellement été choisie comme exutoire de ce très grand bassin. On peut donc y suivre les fluctuations climatiques du siècle et établir des bilans précis des volumes écoulés.

Les 6 années d'études du PEGI (1987 - 1992) ont été réalisées dans une période déficitaire des ressources en eau.

A Brazzaville, les variations de débit apparaissent très simples et facilement interprétables au premier abord, mais examinées dans le détail, elles se révèlent particulièrement complexes et correspondent à des arrivées de masses d'eau différentes. Il apparaît nécessaire de comprendre le fonctionnement hydrologique du bassin afin d'attribuer à divers sous - bassins la part qui leur revient dans l'écoulement de Brazzaville.

1 LE CADRE PHYSIQUE DU BASSIN VERSANT

Le Congo s'étend entre les parallèles 9°N et 14°S et les méridiens 11°E et 34°E . Il draine un bassin de $3\,691\,000\text{ km}^2$. Ce bassin très vaste couvre la plus grande partie de l'Afrique Centrale dont les eaux de ruissellement sont drainées par un réseau hydrographique de forte densité.

Il occupe la seconde place dans le monde pour sa superficie, après l'Amazone. Long de $4\,700\text{ km}$, il est caractérisé par une pente générale très faible, de l'ordre de $0,033\%$, dont l'évolution d'amont en aval est très irrégulière. Le Congo en effet traverse, comme la plupart de ses affluents, une succession de zones basses (les Pools) et de plaines envahies lors des crues. Le passage d'une zone à l'autre se fait par l'intermédiaire de rapides ou défilés dont l'existence peut être attribuée à des événements tectoniques parfois récents.

1.1 Le modelé topographique

L'expression « Bassin du Congo » s'applique bien pour définir rapidement le relief de ce fleuve. En effet, sur une carte, on peut retenir que le bassin du Congo est une vaste cuvette cernée à peu près complètement par des reliefs périphériques de faibles altitudes. L'altitude de la cuvette ne dépasse pas 400 mètres ; elle est bordée au sud - ouest et à l'ouest par la chaîne du Mayombe (800 m), du Chaillu (900 m) et par les Plateaux Téké (600 à 800 m). Viennent ensuite en remontant vers le nord, le massif de l'Adamaoua, ensemble de hauts plateaux dépassant 1500

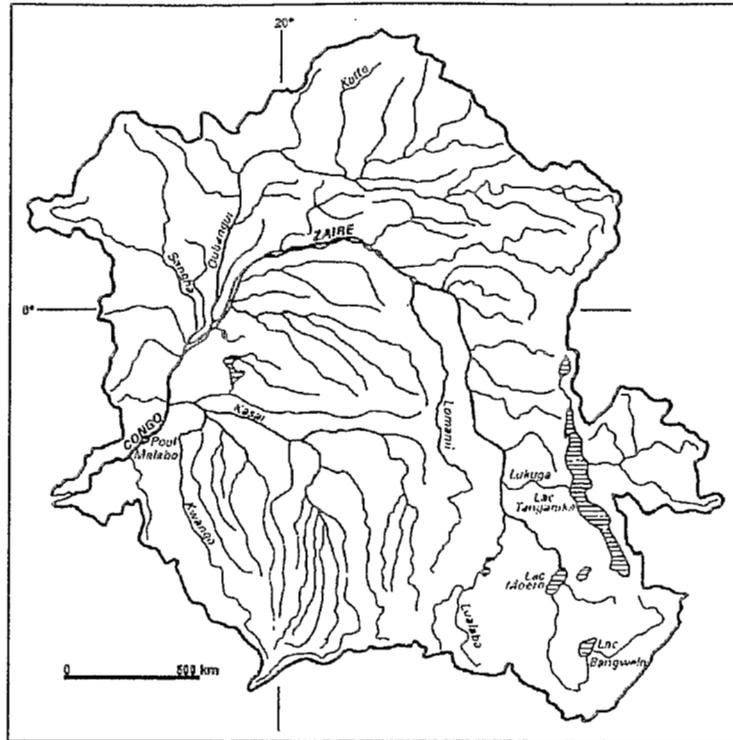


Figure n° 1
Carte de situation du bassin versant du Congo.

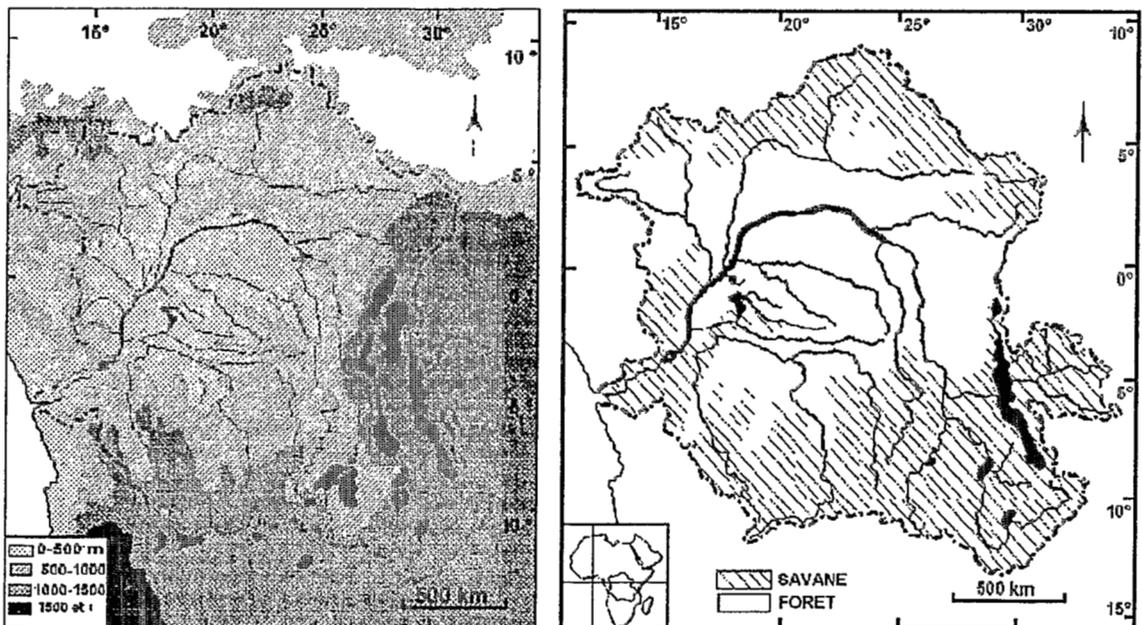


Figure n° 2
Relief et végétation du bassin congolais.

mètres puis les grands reliefs (600 à 700 m) monotones de l'Oubangui qui constituent la dorsale Congo-Tchad. Plus à l'est, se trouvent des plateaux (entre 2000 à 3000 m) qui ont été fortement relevés aux bords de la Rift Valley. Des pics volcaniques s'observent dans ces régions et notamment le Ruwenzori à plus de 5000 mètres. Enfin au sud, on retrouve les paysages du nord mais à des altitudes allant de 1000 à 2000 m. Ces plateaux forment la dorsale Congo-Zambèze et constituent aussi le château d'eau de la moitié australe de l'Afrique (Figure 2a).

Tableau n° 1 :
Répartition hypsométrique pour le bassin du Congo (d'après Robert 1942).

ALTITUDES	PART
0 à 300 m	0.51 %
300 à 500 m	26.64 %
500 à 1000 m	49.89 %
1000 à 2000 m	22.18 %
2000 à 3000 m	0.77 %
3000 à 5000 m	0.01 %

1.2 Végétation

Au centre du bassin s'étale la grande forêt équatoriale avec ses multiples faciès, tandis qu'en certains points de la périphérie, presque en dehors du bassin, apparaît la savane herbeuse du climat sahélien (Figure 2b).

Entre ces deux zones s'étend la bande végétale propre au climat soudanien. C'est le domaine des savanes boisées et herbeuses. Les faciès varient sous l'influence de l'altitude et des conditions édaphiques. Les modifications d'altitude amènent le passage à la forêt de montagne tempérée, puis à la bamboueraie et enfin aux formations subalpines et alpines. Dans le domaine des savanes boisées, on trouve des savanes herbeuses des plateaux, dont la formation et le maintien peuvent être attribués au sol et au climat.

Le domaine forestier couvre environ 35 % de la superficie du bassin (Marlier, 1973) et appartient au domaine guinéo-congolais décrit par White (1986). La forêt ombrophile s'y présente sous différentes formes selon le caractère plus ou moins caducifolié ou sempervirent des espèces qui la composent. Il existe donc de nombreuses formes de transition souvent difficilement classifiables. C'est le domaine des grands arbres (40 à 50 mètres) et on y trouve un grand nombre d'espèces.

On retrouvera la forêt dense humide sempervirente de terre ferme dans les zones de pluviométrie forte (plus de 2000 mm), souvent mélangée à la forêt inondée.

La forêt inondée occupe une grande partie de la Cuvette congolaise. Un peu moins dense que la forêt de terre ferme, les arbres y sont plus petits et adaptés aux conditions particulières des sols inondés (racines échasses, racines respiratoires aériennes ou contreforts ailés). Lors des inondations dues aux crues, on décèle une éclaircie dans le feuillage. La flore est plus pauvre en espèces mais on peut citer *Oubanguia africana* et *Guibourtia demeusii*.

Quant à la forêt dense semi-caducifoliée, elle se caractérise par le mélange d'essences à feuillage toujours vert et d'essences à feuillage caduc durant la saison sèche. La caducité des feuilles peut être variable de quelques jours à quelques mois, selon la durée de la saison sèche. Ces forêts correspondent à une pluviométrie comprise entre 1200 - 1600 mm pour les types les plus secs, et entre 1600 - 2000 mm pour les types les plus humides du centre du bassin.

1.3 Pluviométrie

On retrouve une disposition concentrique, les valeurs de précipitation augmentant au fur et à mesure que l'on s'approche du centre du bassin. Sur l'ensemble du bassin, les totaux annuels sont compris entre 640 mm à Manyoni en Tanzanie et 2500 mm sur les hauts reliefs est-zairois. Trois grands domaines pluviométriques peuvent être définis (M'Pounza et Samba Kimbata, 1990) :

a) Les secteurs fortement arrosés (recevant plus de 2000 mm an⁻¹)

C'est le centre de la Cuvette congolaise : dans la boucle du Congo, entre Opala, Lomela, Basankusu c'est-à-dire à peu près entre les longitudes 20°E et 26°E et les latitudes 4°S et 1°N, les précipitations varient entre 2000 et 2300 mm. Les fortes précipitations sont liées à la présence des basses pressions thermiques continentales qui favorisent les pluies, au séjour assez prolongé de la Zone de Convergence Inter Tropicale et à la masse forestière importante favorisant le recyclage sur place des précipitations (Monteny, 1986).

Le versant occidental des hauts reliefs de l'est du Zaïre est lui aussi abondamment arrosé puisque sur une bande de 200 km de large et 500 km de long, les pluies vont de 2000 à 2500 mm par an. L'abondance pluviométrique est ici exacerbée par les reliefs.

b) Les secteurs moyennement arrosés (de 1400 à 2000 mm an⁻¹)

Ils s'étendent sur la plus grande partie du bassin. La modération des précipitations semble résulter de l'absence de facteurs d'amplification comme pour les cas précédents.

c) Les secteurs faiblement arrosés (moins de 1400 mm an⁻¹)

Il s'agit essentiellement des dépressions intra - montagnardes de l'est du Zaïre. Ce sont des secteurs généralement orientés nord - sud où les précipitations sont réduites (Goma 1193 mm, Bukavu 1290 mm). C'est la situation d'abri par rapport au flux de mousson qui est responsable de l'indigence pluviométrique.

Les régions côtières sont elles aussi moins fortement arrosées. Les précipitations y sont inférieures à 1000 mm (Boma 906mm, Banana 825 mm). Ces faibles précipitations sont la conséquence de l'influence prolongée pendant plusieurs mois des hautes pressions subtropicales australes et du courant froid de Benguela.

La pluviométrie annuelle moyenne du bassin est estimée à 1500 mm par Leroux (1983), à 1540 mm par Bultot (1971) pour la période 1930 - 1959 et à 1560 par Mahé (1993). Cependant, pour la période d'étude du programme PEGI - GBF, Mahé (1993) donne une pluviométrie un peu plus faible estimée à 1550 mm, après la décennie 1971 - 1980 beaucoup plus déficitaire à 1515 mm. En comparaison, les années 1961 - 1970 ont connu les précipitations sans doute les plus fortes du siècle sur le bassin avec 1610 mm par an en moyenne.

2 L'HYDROLOGIE DU FLEUVE

Le bassin du Congo s'étend de part et d'autre de l'Équateur et a un régime particulièrement régulier. Cette régularité du régime est la principale caractéristique de ce bassin.

La station de référence est Brazzaville, station qui contrôle 95 % de la superficie du bassin et dont la chronique des débits remonte à 1902 (Figure 3). Le débit du Congo à cet endroit est le résultat du mélange de ses affluents d'origine australe et boréale et aucun apport notable ne vient plus en modifier le régime.

2.1 Un régime équatorial ?

L'hydrogramme du Congo à Brazzaville présente deux périodes de hautes eaux d'inégale importance et 2 périodes de basses eaux, elles aussi de valeurs différentes. Le maximum principal, courant décembre, et le secondaire en mai encadrent l'étiage majeur du mois d'août et un autre moins prononcé en mars (Olivry & al, 1988).

Cet hydrogramme n'est pas la simple transposition du régime climatique, car les mécanismes hydrologiques assignent une origine tout à fait différente aux hautes eaux que l'on observe à Brazzaville. Celles ci proviennent des précipitations solsticiales arrosant, durant l'été boréal, la partie nord du bassin drainée principalement par l'Oubangui et la Sangha, et durant l'été austral, la partie sud tributaire du Lualaba et du haut Kasai (Figure 4).

Compte tenu du temps que les hautes eaux de l'une ou de l'autre portion du bassin mettent à gagner l'aval, ce régime dépend en réalité de deux crues d'origine géographique différente, se surimposant aux apports plus réguliers issus de la bande équatoriale.

Si par hasard ce mécanisme se dérègle (pluies tombant en avance ou en retard par rapport à leur calendrier habituel) dans une quelconque partie du bassin, des apports normalement déphasés vont alors se conjuguer à leur arrivée dans le collecteur principal, tant à la hausse qu'à la baisse

du débit. Le plus fort débit enregistré en 1961 avec $76\ 500\ \text{m}^3\ \text{s}^{-1}$ correspond à ce type de conjonction d'apports de crue d'origines différentes.

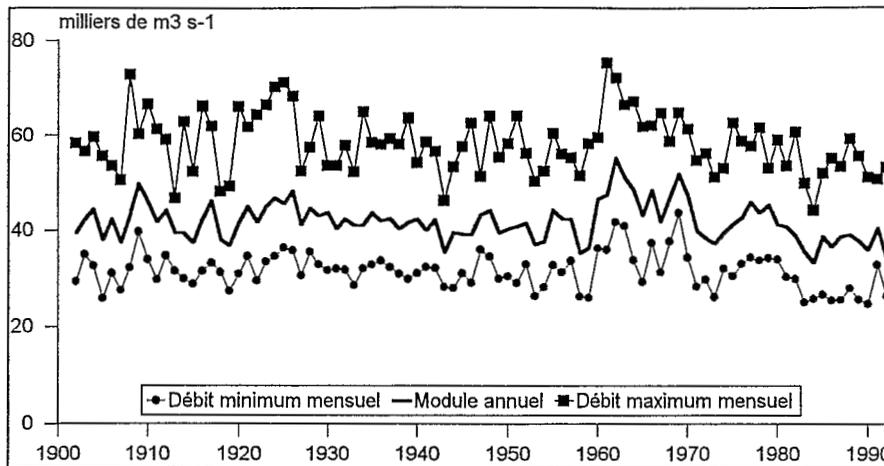


Figure n° 3

Débits minimums mensuels, modules annuels et débits maximums mensuels du Congo à Brazzville.

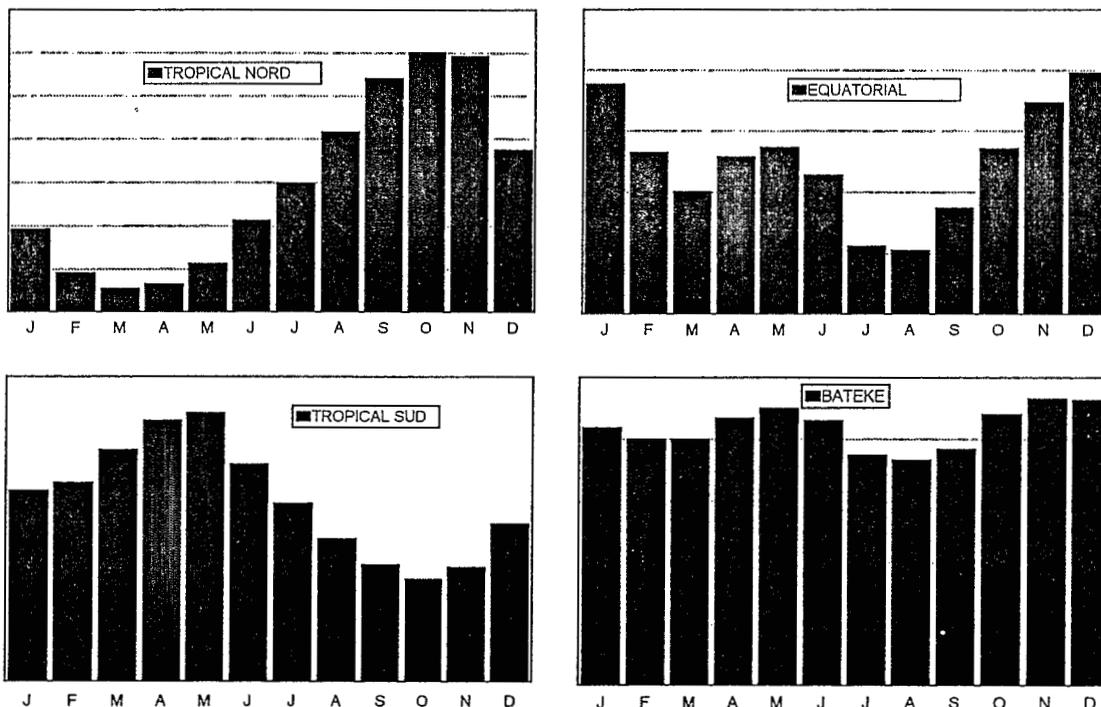


Figure n° 4

Principaux types de régimes hydrologiques sur le bassin du Congo.

2.2 Caractéristiques de l'écoulement

Les écarts importants que l'on peut noter dans la chronique des débits sont en fait à minimiser. En effet, le Congo est un fleuve très régulier car le coefficient d'irrégularité interannuelle ou K3 (rapport du débit décennal humide au débit décennal sec) est de 1,43 alors que le rapport du débit

moyen maximum mensuel au débit moyen minimum mensuel est de 1,67. Ces rapports sont de l'ordre de 3 à Kindu mais seulement de 1.1 pour la Léfini sur les plateaux Tékés.

Une autre traduction de la stabilité de ce régime hydrologique est montrée par une grande fréquence d'apparition des crues et des étiages à des dates proches d'une année à l'autre. En effet, 83 % des maxima apparaissent en décembre tandis que 65 % des minima se situent au mois d'août. Cette exceptionnelle constance est bien le reflet de la régularité du régime.

On retrouve une fois encore la régularité du régime hydrologique à travers les résultats d'une étude statistique des valeurs décennales et centennales des écoulements. Le rapport entre les valeurs centennales sèche ou humide est inférieur à 2.

Tableau n° 2

Valeurs des écoulements pour différentes périodes de retour (en $\text{m}^3 \text{s}^{-1}$).

	Centennale sèche	Décennale sèche	Module	Décennale humide	Centennale humide
Minima mensuels	23600	26800	32800	36500	41400
Modules	33300	36800	40600	47100	52000
Maxima mensuels	45000	50400	57200	66600	74700

2.3 L'hydrologie pendant la période d'étude

Étant donné le contexte déficitaire que connaît l'Afrique depuis de nombreuses années (Olivry & al, 1993), il est logique de retrouver sur le Congo des écoulements plus faibles que la moyenne pour les 6 ans d'étude (1987 - 1992) du programme.

On rappellera que la pluviométrie sur la décennie 1981/90 a été de 1550 mm au lieu de 1560 mm pour la moyenne établie par Mahé (op. cité).

Ainsi le module des 6 ans est de $37\,700 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ pour une valeur moyenne de $40\,600 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ calculée sur la période 1902/1992.

Dans le tableau 3 sont résumés les caractéristiques de l'écoulement durant ces 6 années.

Pratiquement chaque année, les valeurs d'écoulement sont inférieures aux valeurs moyennes calculées depuis 1903 (Figure 5). Ainsi, l'année 1992 a été marquée par un niveau particulièrement bas des eaux avec un module de $34\,200 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$ et un hydrogramme qui a oscillé entre février et mai autour des minima relevés sur toute la chronique d'observations.

Les débits extrêmes de la période d'étude ont été enregistrés le 27/07/1990 avec $22\,700 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, valeur très proche de minimum absolu de 1905, et le 15/12/1988 avec $59\,900 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$.

Tableau n° 3

Caractéristiques de l'écoulement pendant les années d'étude en $\text{m}^3 \text{ s}^{-1}$.

ANNÉES	Modules	R*	Minimum mensuel	Maximum mensuel
1987	38 700	2.09	25 500	53 400
1988	39 100	2.12	28 000	59 300
1989	37 900	2.17	25 600	55 600
1990	36 000	2.07	24 700	51 200
1991	40 500	1.54	32 900	50 700
1992	34 200	2.01	26 400	53 200
Moyenne 1987/1992	37 700	2.00	27 900	53 200
Moyenne 1903/1992	40 600	1.74	32 800	57 200

$R = \text{Débit maximum mensuel} / \text{Débit minimum mensuel}$

Si les variations interannuelles des débits de cette période d'étude sont plus faibles que celles portant sur les 90 années enregistrées, en revanche les variations saisonnières sont plus marquées avec R égal à 2 contre 1.74. Cela est dû à des étiages plus prononcés et proches des minima observés sur les 90 ans (Olivry et al, 1993) mais également à une puissance de la crue plus faible d'environ 8 %, puissance passant à 28.4 pour une puissance moyenne de 30.9 (Pardé, 1933). Le maximum secondaire (crue de printemps) en serait le principal responsable ; il accuse en un

déficit de -12.7 %, plus fort que le déficit mesuré pour le maximum principal (crue d'automne) qui n'est que de -7 %.

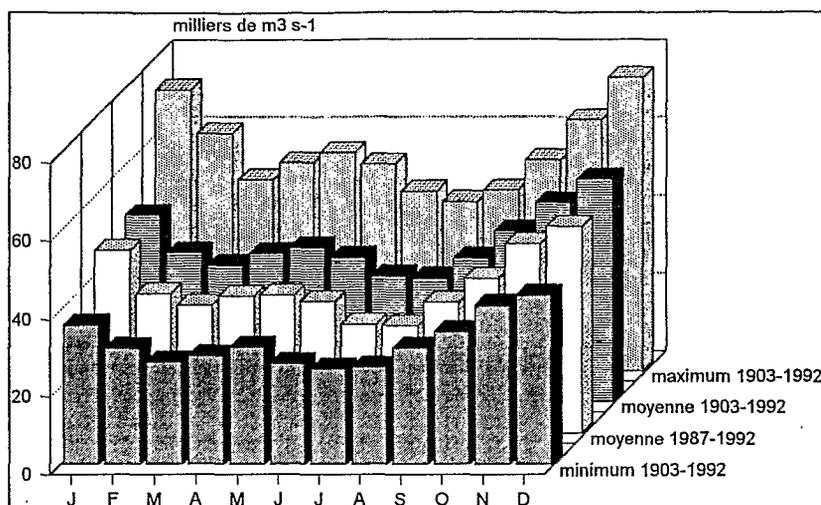


Figure n° 5

Hydrogrammes caractéristiques du Congo à Brazzaville

Durant les six premières années de déroulement du programme, avec un module de $37\,700\text{ m}^3\text{ s}^{-1}$ et un déficit d'écoulement de 7% par rapport au module interannuel, le volume écoulé moyen est passé à $1\,180\text{ km}^3$, contre $1\,230\text{ km}^3$ en moyenne.

3 LE FONCTIONNEMENT HYDROLOGIQUE DU BASSIN

3.1 Les grandes zones d'alimentation en eau

A partir de toutes les données que nous avons pu soit observer soit collecter (essentiellement au Zaïre), il nous a paru intéressant d'essayer de préciser le fonctionnement hydrologique du bassin. Une première ébauche de ce travail avait été faite en 1991 et nous avons pu aller plus loin dans l'analyse de ces données.

Nous avons ainsi rassemblé les données mensuelles pour plus de 100 stations hydrologiques, inégalement réparties sur le bassin (problème identique soulevé par Mahé pour la pluviométrie, op cité). Nous avons évidemment plus d'information récentes sur la partie rive droite du bassin (Oubangui, Sangha et rivières congolaises) que sur la partie zaïroise. Néanmoins quelques travaux récents tels Lempicka (1973), Savat (1973) ou van Frachen (1980) ont fourni une information importante.

A partir de ces stations, nous avons défini 10 zones d'alimentation du Congo (Figure 6). Les caractéristiques de ces zones sont rassemblées dans le tableau 4.

Pour chaque zone, à partir des vitesses mesurées lors des jaugeages, nous avons estimé les temps de transfert des masses d'eau jusqu'à Brazzaville.

Tableau n° 4 :
Caractéristiques des 10 zones d'alimentation du Congo.

N°	REGION HYDROLOGIQUE	SUPERFICIE	TEMPS DE TRANSFERT
1	LUALABA	800 000	2 MOIS
2	CONGO	280 000	1 MOIS
3	HAUT OUBANGUI	400 000	1 MOIS
4	OUBANGUI	260 000	15 JOURS
5	SANGHA	158 000	15 JOURS
6	CUVETTE	560 000	15 JOURS
7	KASAI	735 000	15 JOURS
8	BATEKES	45 000	IMMEDIAT
9	FIMI	130 000	IMMEDIAT
10	KWANGO	260 000	IMMEDIAT

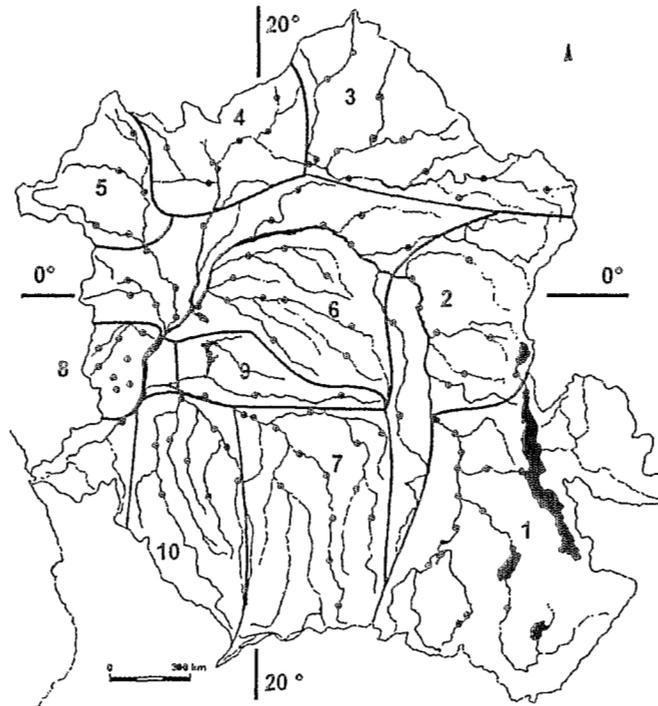


Figure n° 6

Situation des 10 zones hydrologiques du bassin du Congo (Tableau 4).
Chaque point représente une station hydrométrique.

3.2 Le découpage de l'hydrogramme de Brazzaville

Étant donné l'alimentation complexe du Congo entre les régimes tropicaux des hémisphères nord et sud et les régimes équatoriaux, nous n'avons travaillé qu'avec les dix zones préalablement définies.

Pour chaque zone, à partir des données disponibles, nous avons reconstitué les apports mensuels et annuels. Les données étant d'origines diverses et les durées d'observation n'étant pas partout identiques, nous n'avons pas procédé à une homogénéisation systématique de ces données. Néanmoins, les périodes sèches et humides ont été prises en compte. Les résultats peuvent donc être dans certains cas légèrement approximatifs. Enfin ces valeurs de débit sont comparées au débit de Brazzaville en considérant le décalage de propagation.

Les valeurs obtenues sont regroupées dans le tableau 5 et la figure 7 en donne une représentation pour les quatre principales périodes de l'hydrogramme de Brazzaville.

Tableau n° 5

Ecoulement mensuel de chaque région hydrologique, décalé du temps de propagation, et comparaison à l'hydrogramme de Brazzaville (en milliers de $m^3 s^{-1}$).

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	AN
HT ZAIRE	1.50	1.95	2.42	2.48	2.89	3.65	3.72	2.85	2.47	1.91	1.65	1.52	2.42
CONGO	8.20	6.50	5.25	5.39	6.52	6.48	4.60	3.52	4.55	5.61	6.40	8.50	5.96
MBOMOU	2.91	1.60	1.07	0.88	1.09	1.63	2.43	3.30	4.87	6.75	7.46	6.12	3.34
CUVETTE	12.60	7.89	6.36	7.70	8.75	8.72	7.71	7.90	9.40	9.95	12.60	13.80	9.45
OUBANGUI	1.76	0.89	0.60	0.48	0.51	0.73	1.12	1.62	2.65	3.35	3.82	3.58	1.76
SANGHA	1.48	0.99	0.85	0.91	1.09	1.31	1.40	1.46	1.83	2.67	3.15	2.59	1.64
KASAI	2.35	2.18	2.20	2.12	2.14	2.09	1.35	1.00	0.80	0.92	1.54	2.24	1.74
FIMI	4.25	3.90	3.90	4.64	4.11	3.60	3.00	2.90	3.05	3.60	3.98	4.95	3.82
KWANGO	11.50	10.80	11.10	12.10	11.20	7.50	5.90	6.30	6.30	7.62	8.95	12.40	9.31
BATEKES	1.45	1.40	1.35	1.40	1.40	1.49	1.27	1.25	1.28	1.42	1.45	1.50	1.39
TOTAL	48.00	38.10	35.10	38.10	39.70	37.20	32.50	32.10	37.20	43.80	51.00	57.20	40.80
BRAZZA	48.00	38.10	35.10	38.10	39.70	37.20	32.50	32.10	37.20	43.80	51.00	57.20	40.80
RATIO	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

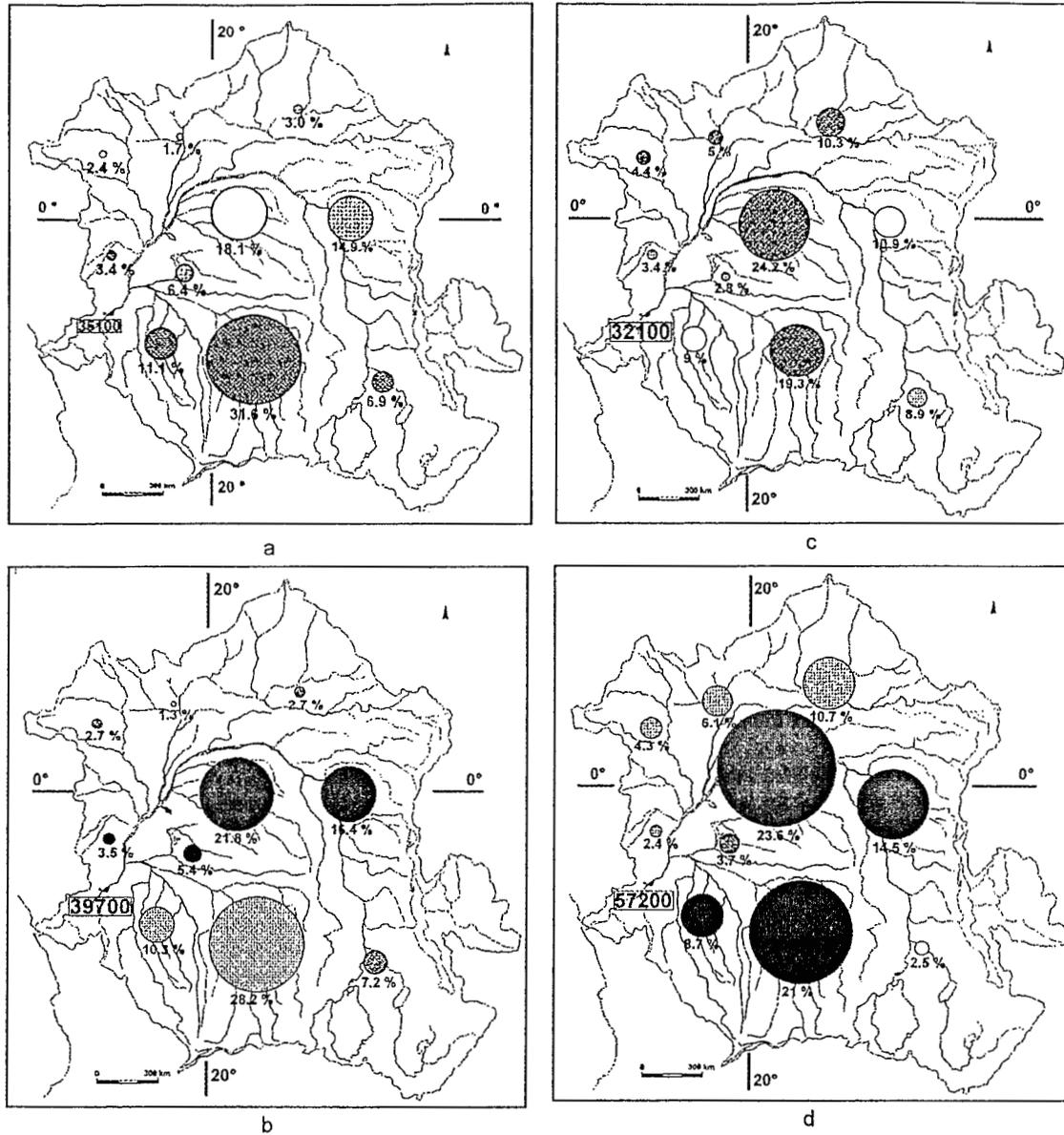


Figure n° 7

Participation des différentes zones hydrologiques du bassin du Congo à l'écoulement observé à Brazzaville en mars (a), en mai (b), en août (c) et en décembre (d). L'aire des cercles est proportionnelle au débit ; le pourcentage précise la contribution relative de chaque zone au débit de Brazzaville. Pour chaque zone, le débit retenu tient compte de son temps de transfert à l'exutoire. Enfin, les trames précisent la saison hydrologique de la contribution et son implication sur le transport de matières (plus forte érosion mécanique en montée de crue, dilution de la charge minérale dissoute en hautes eaux...)

On peut ainsi identifier les zones productives à un instant t de l'année et retrouver ce mouvement de balancier entre les deux hémisphères. A partir de ces situations hydrologiques, on note la constance des apports depuis les zones batékés mais également l'importance hydrologique de la Cuvette qui constitue en quelque sorte le bruit de fond de l'écoulement de Brazzaville. On remarque également qu'il y a toujours une région qui est en hautes eaux.

Au niveau annuel, le haut Zaïre (ou Lualaba) avec une superficie de 800 000 km², ne représente que 5,9 % du débit moyen annuel de Brazzaville, alors que la zone des plateaux Tékés (superficie de 45 000 km²) y participe pour 3,1% ; la Cuvette apporte 23,8% de l'écoulement de Brazzaville, valeur très proche de celle du Kasai (22,7%). Les faibles débits sortants de la zone haut Zaïre sont à rapprocher d'abord de la faible pluviométrie de cette zone mais surtout des pertes par évaporation qui se produisent sur le lac Tanganyika ; en effet, si le débit spécifique du bassin versant alimentant le lac est de 3,7 l s⁻¹ km⁻², il tombe à 0,6 l s⁻¹ km⁻² à l'exutoire du lac.

3.3 Les débits spécifiques

A partir de ces mêmes données hydrologiques, nous avons également calculé les débits spécifiques interannuels de chaque station.

Ces débits spécifiques vont de 0.5 l s⁻¹ km⁻² à l'exutoire du lac Tanganyika à plus de 20 l s⁻¹ km⁻² pour le bassin de la Ruki dans la Cuvette congolaise.

Les valeurs trouvées sur les zones batékés sont également très fortes, avec localement des débits spécifiques supérieurs à 35 l s⁻¹ km⁻². Sur la partie montagneuse du bassin, dans la région du Kivu zaïrois, les débits spécifiques sont là aussi forts (20 à 25 l s⁻¹ km⁻²).

Les valeurs faibles de débits spécifiques (inférieures à 10 l s⁻¹ km⁻²) se trouvent sur la partie nord du bassin (nord du bassin de l'Oubangui) et sur le haut Zaïre.

On use volontiers en climatologie de cartes fournissant un aperçu global de la répartition dans l'espace de paramètres climatiques. Nous avons repris cette idée de Bultot (1959) et l'avons transposée aux débits spécifiques suivant une méthode définie par Olivry (1986) ; on applique au centre de gravité de chaque bassin observé, ou de chaque bassin intermédiaire dans le cas de bassins emboîtés, les valeurs spécifiques du module interannuel ou de l'apport intermédiaire. A partir de chaque point, indépendamment des exutoires des bassins ou du réseau hydrographique, on détermine le dessin d'isolignes des débits spécifiques permettant une bonne représentation spatiale des écoulements. La critique généralement opposée à ce type de cartographie tient au fait que la variable « écoulement » n'est pas observable en tout point de l'espace, comme les précipitations représentées par des courbes isohyètes, mais seulement au niveau des axes de drainage, sur le réseau hydrographique. Ce type de critique pourrait également être opposée aux variables utilisées en biométrie ou en sciences sociales (économie, démographie etc...) spatialisées de façon constante suivant les mêmes méthodes largement admises. Dans le cas de l'écoulement, outre une visualisation de l'importance relative de différentes zones de contribution, la représentation spatiale permet d'estimer avec une précision acceptable le débit interannuel d'un bassin non observé, pour autant que l'on respecte quelques règles simples. Dans le cas du bassin du Zaïre, la méthode s'appliquera à des bassins dont la superficie est supérieure à 3 000 km², afin de minimiser l'incidence d'éventuelles hétérogénéités physiographiques. L'exutoire d'un bassin étant choisi, on déterminera la superficie du bassin versant (S) et son centre de gravité géographique auquel on applique alors le débit spécifique lu sur la carte : $Q = S \times q \times 10^{-3}$ (Q en m³.s⁻¹, S en km² et q en l.s⁻¹.km⁻²). Pour les bassins de grande taille, l'estimation sera meilleure en cumulant les déterminations faites sur des sous - bassins et bassins intermédiaires. La figure 8 propose une cartographie de la distribution des débits spécifiques.

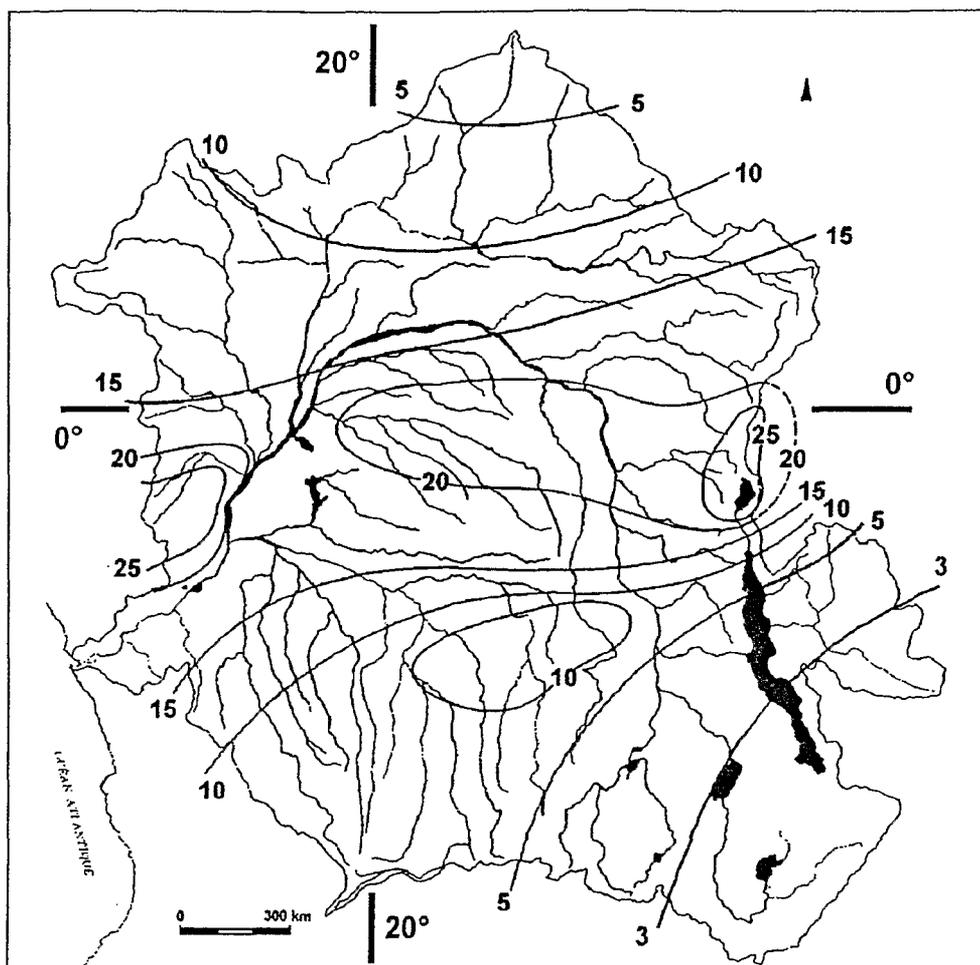


Figure n° 8

Débits spécifiques annuels sur le bassin du Congo en $l.s^{-1}.km^{-2}$.

CONCLUSION

Dans cette étude des régimes du Congo, il apparaît que le programme PEGI n'a pu travailler que sur 25 % des apports constitués par les affluents de rive droite (Oubangui, Sangha et rivières des plateaux Tékés), les « difficultés d'accès » au Zaïre ayant empêché toute coopération avec ce pays.

Cependant par la spatialisation réalisée et les mises à jour des débits mensuels, il semble maintenant envisageable de déterminer la part revenant à chaque grande région hydrologique dans les exportations de matières du bassin congolais.

BIBLIOGRAPHIE

- BULTOT F. (1959) Sur le régime des rivières du bassin congolais. Bull. des Séances. Acad. Roy. des Sci. Col. Vol 5 1959 - 2. pp. 442 - 456
- BULTOT F. (1971) Atlas climatique du Zaïre. Bull. des Séances. Acad. Roy. des Sci. Col. Vol 5 1959 - 2. pp. 442 - 456
- LEMPICKA M. (1973) Bilan hydrique du bassin du fleuve Zaïre. 1^{ère} partie : écoulement du bassin 1950 - 1959. Off. Natio. de la Rech. et du Développement. Kinshasha. 146 p.
- LEROUX M. (1983) Le climat de l'Afrique tropicale. Livre et atlas. Champion Ed.
- MAHE G. (1993) Modulation annuelle et fluctuations interannuelles des précipitations sur le bassin versant du Congo. Coll. PEGI/INSU/ORSTOM, Paris, 22 - 24 Novembre 1993, 20 p.
- MARLIER G. (1973) Limnology of the Congo and Amazon rivers. in Tropical Forest Ecosystems in Africa and South America : a comparative review, B.J. Meggers E.S. Ayensu & W.D. Duckworth Ed., Smithsonian Inst. Press., Washington, pp. 223 -238.
- MONTENY B.A. (1986) Forêt équatoriale, relais de l'océan comme source de vapeur d'eau pour l'atmosphère. Veille Climatique Satellitaire. Bull. n° 12. Mai 1986. p. 39 - 51
- OLIVRY J.C. (1986) Fleuves et rivières du Cameroun. Collection Monographies Hydrologiques n° 9. MESRES ORSTOM Paris ; 734 p.
- OLIVRY J.C., BRICQUET J.P., THIEBAUX J.P. & NKAMDJOU S. (1988) Transport de matière sur les grands fleuves de régions intertropicales : les premiers résultats des mesures de flux particuliers sur le bassin du fleuve Congo. In Sediment Budgets. Proc. of the Porto Alegre Symposium, décembre 1988. IAHS Publ. n° 174, pp. 509 -521.
- OLIVRY J.C., BRICQUET J.P. et MAHE G. (1993) Vers un appauvrissement durable des ressources en eau de l'Afrique humide ? In Hydrology of warm humid regions (J.S Gladwell Ed. Sci.). Proc. Yokohama Symp. Juillet 1993. 67-78. IAHS Publ. n° 216.
- PARDE M. (1933) Fleuves et rivières. 5^{ème} édition. Lib. A. COLIN. 241 p. PARIS
- ROBERT (1942) Le Congo physique, Ed. 4 Vaillant - Carmanne, Liège, 449 p.
- SAVAT J. (1973) Een morfologische en sédimentologisch - hydraulische indeling van de rivieren van het Zaïre bekken. Thèse de Doctorat de l'Université catholique de Louvain. 399 p.
- VAN FRACHEN T. (1980) Contribution à l'étude de l'hydrologie de surface du bassin zaïrois. Les relevés des côtes hydrométriques des années 1971 - 1978. Mém. de l'Acad. Roy. des Sci. d'Outre Mer. Bruxelles. 397 p.
- WHITE F. (1986) La végétation de l'Afrique. Mémoire accompagnant la carte de végétation de l'Afrique. UNESCO/AETFAT/UNSO. Rech. sur les Ress. Nat., ORSTOM/UNESCO, Paris, 384 p.