

**TROPICAL CLIMATOLOGY,
METEOROLOGY AND HYDROLOGY
*IN MEMORIAM FRANZ BULTOT (1924-1995)***

Brussels, 22-24 May, 1996

OVERDRUK -EXTRAIT - OFFPRINT



Royal Meteorological Institute
of Belgium



Royal Academy
of Overseas Sciences

Guest Editors : G. Demarée, J. Alexandre, M. De Dapper

1998

Fonds Documentaire ORSTOM



010017732

MH 81923

Deux systèmes hydrologiques mitoyens mais opposés du bassin du Congo-Zaïre : la Cuvette congolaise et les plateaux Tékés

par

Alain LARAQUE * & Jean-Claude OLIVRY *

MOTS-CLES. — Coefficient d'écoulement ; Congo ; Cuvette congolaise ; Débit spécifique ; Hydrogramme ; Module ; Plateaux Tékés ; Régime hydrologique.

RESUME. — Les affluents congolais du fleuve Congo-Zaïre se regroupent en deux systèmes hydrologiques mitoyens mais opposés : les «plateaux Tékés» et la «Cuvette congolaise». Leurs différentes dynamiques d'écoulement se caractérisent respectivement par des coefficients d'écoulement interannuel (rapport entre lame d'eau écoulée et lame précipitée) situés dans des gammes de valeurs moyennes allant de 45 à 60 % et de 20 à 30 % et par une variabilité saisonnière des débits, ou rapport dans une année hydrologique du débit mensuel maximum sur le débit mensuel minimum, variant de 1,1 à 1,5 et de 2,5 à 5,5. Cette classification hydrologique présente l'avantage d'être à la fois adaptée à ces contextes régionaux voisins, mais aussi de mettre en évidence dans son explication le rôle prépondérant des formations géologiques et de la couverture végétale sur les écoulements des cours d'eau concernés. Ces derniers s'opposent également par leurs caractéristiques biogéochimiques, induits elles aussi par les variations régionales de ces deux facteurs. Après passage au travers d'un important aquifère gréseux, dont les minéraux altérables ont été entièrement lessivés, les eaux des rivières Tékés font partie des «clear waters» remarquablement peu minéralisées mais relativement hypersiliceuses. Par contre, les «Coca Cola waters» de la Cuvette congolaise provenant du couvert forestier sont très riches en matière organique, donc très acides.

* Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération, Laboratoire d'hydrologie, B.P. 5045, F-34032 Montpellier (France).

TREFWOORDEN. — Congo ; Congobekken ; Hydrogram ; Hydrologisch regime ; Module ; Afvoercoëfficiënt ; Specifiek debiet ; Tékés plateaus.

SAMENVATTING. — *Twee nevenliggende maar tegengestelde hydrologische systemen van het bekken van de Congo-Zaire : de centrale Kuip en de Tékés plateaus.* — De bijrivieren van de Congo-Zaïrestroom groeperen zich in twee nevenliggende maar tegengestelde hydrologische systemen. Hun verschillende afvoermechanismen karakteriseren zich respectievelijk door interannuele afvoercoëfficiënten (verhouding tussen de afvoerlaag en de neerslaglaag) gelegen in de gamma's van de gemiddelde waarden gaande van 45 tot 60 % en van 20 tot 30 %, en door een seizoensvariabiliteit van de debieten, of de verhouding van een hydrologisch jaar van het maximum maandelijks debiet tot het minimum maandelijks debiet, variërende van 1,1 tot 1,5 en van 2,5 tot 5,5. Deze hydrologische klassificatie heeft het voordeel van tevens aangepast te zijn aan de regionale hydrologische toestanden, maar ook van in zijn verklaring de overwegende rol uit te drukken van de geologische formaties en de vegetatiebedekking op de beschouwde rivierafvoeren. Deze laatste onderscheiden zich tevens door hun biogeochemische karakteristieken tevens geïnduceerd door de regionale variaties van deze twee factoren. Na hun doortocht door een belangrijke zandsteenachtige watervoerende laag waarvan de verweerbare mineralen volledig uitgewassen werden, maken de waters van de Tékésrivieren deel uit van de „clear waters”, opmerkelijk weinig gemineraliseerd maar relatief hypersiliceus. Daarentegen zijn de “Coca Cola waters” van de Congolese Kuip, komende van het regenwoud, zeer rijk aan organisch materiaal en dus zeer zuur.

KEYWORDS : Congo ; Congolese Basin ; Hydrograph ; Hydrological Regime ; Module ; Run-off Coefficient ; Specific Discharge ; Teke Plateaux.

ABSTRACT. — *Two Hydrological Systems Close but Opposite of the Congo-Zaire Basin : the Congolese Basin and Teke Plateaux.* — The Congolese tributaries of the Congo-Zaire river can be gathered in two hydrological systems close but opposite : the “Teke plateaux” and the “Congolese basin”. We could make the difference between those from two hydrological criteria that we think are the most representative of their differences in their run-off dynamics. These criteria are the interannual run-off coefficient (ratio between the depth of run-off and the rainfall) and the seasonal variability of the monthly discharges, or ratio during an hydrological year of the monthly maximum and the monthly minimum discharge. In the first case, the rivers can be classified in the mean values range varying for these two parameters from 45 to 60 % and 1.1 to 1.5, and in the second group, they concern the values varying from 20 to 30 % and 2.5 to 5.5. This classification has the advantage of being adapted to these close regional contexts and to point out in its explanation the preponderant role of geological formation and vegetation on the run-off of the rivers concerned. The latter are also opposed by their

biogeochemical characteristics. After crossing an important sandy aquifer whose alterable minerals have been totally washed, the Teke rivers belong to the "clear waters", remarkably little mineralized but relatively hypersiliceous. But the "Coca Cola waters" of the Congolese Basin coming from the rain forest are very rich in organic material, therefore very acid.

1. Introduction

Les affluents congolais de la rive droite du Congo-Zaïre drainent toute la partie occidentale et septentrionale de son bassin versant. Leurs confluences se situent le long d'un tronçon de 600 km, de direction globale nord-sud, en amont de Brazzaville (fig. 1). Ils proviennent de deux régions bien individualisées dont nous présenterons les caractéristiques physiographiques avant d'aborder les particularités des régimes hydrologiques qu'elles induisent. L'étude de deux paramètres hydrologiques représentatifs de leurs différences nous permettra d'expliquer leur fonctionnement biogéohydrodynamique et la qualité de leurs eaux d'écoulement.

2. Physiographie régionale

Au nord de Brazzaville s'étend la région dite des «plateaux Tékés» dénommés aussi «Batékés», succession de collines très arrondies et de plateaux dont les reliefs inégaux avoisinent 700-800 m et sont constitués par les formations du Kalahari sablo-gréseuses du tertiaire de 200 à 400 m de puissance. Elles comprennent les deux niveaux Ba1 et Ba2 qui correspondent respectivement aux grès polymorphes (Paléogène) et aux sables ocre (Néogène) du Zaïre. Elles se prolongent dans les territoires gabonais et zaïrois pour couvrir environ 120 000 km². Elles forment un puissant aquifère à l'origine des régimes soutenus des cours d'eau qui en sont issus. Ces derniers s'écoulent au fond de vallées profondes qui entaillent ces plateaux où les écoulements superficiels sont inexistants. Leurs crues sont atténuées par le transfert des eaux d'infiltration dans l'aquifère et leurs étiages sont soutenus par la lente vidange de la nappe. Cela se traduit par des hydrogrammes particulièrement «monotones» (fig. 2a). Plusieurs auteurs déjà anciens (BABET 1947, LE MARECHAL 1966, OLIVRY 1967) et d'autres plus récents (SCHWARTZ 1988, LARAQUE *et al.* 1995) ont mentionné la remarquable régularité de leurs régimes hydrologiques.

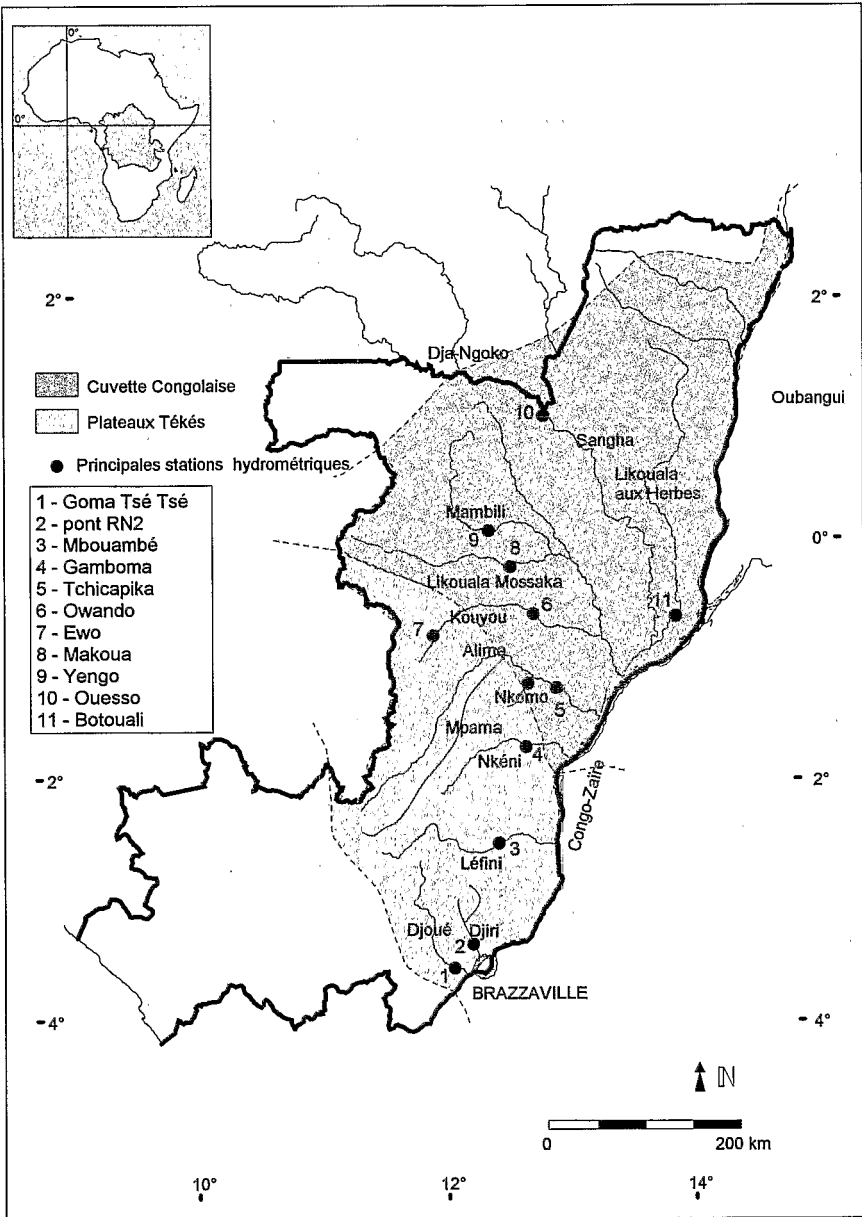


Fig. 1. — Affluents congolais du Congo-Zaire et contours (lissés) des «plateaux Tékés» et de la «Cuvette».

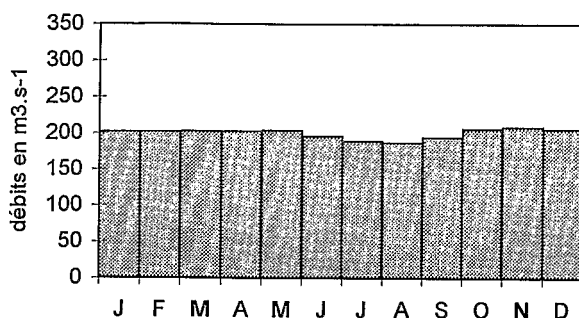


Fig. 2a. — Hydrogramme moyen de la Nkény à Gamboma (période 1953-1993).

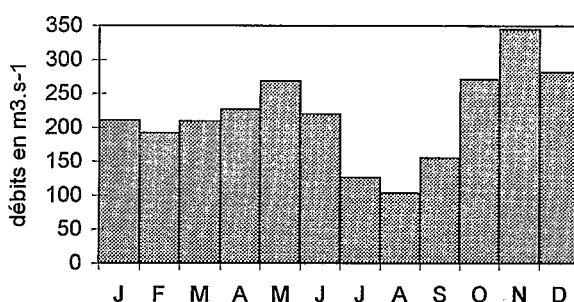


Fig. 2b. — Hydrogramme moyen de la Likouala Mossaka à Makoua (période 1953-1993).

Bien que la pluviométrie annuelle soit élevée (1 900 mm), le rôle déterminant des brûlis pratiqués par l'homme et l'infiltration facilitée par ces formations très perméables, limitent la végétation à une simple savane plus ou moins arbustive.

La région dénommée «Cuvette congolaise» s'étend autour de l'important «carrefour» de confluences entre le Congo-Zaire, l'Oubangui, la Sangha, la Likouala aux Herbes et la Likouala Mossaka qui marque son point le plus bas à environ 400 m d'altitude. Elle est le prolongement de la vaste dépression zairoise dont la seule partie inondable à 60 % couvre près de 220 000 km² selon BURGIS & SYMOENS (1987). Elle est recouverte de marécages, prairies et forêts pluviales en partie inondées en période de crue. Les cours d'eau qui sillonnent cette plaine inondable sont très sinueux, parfois anastomosés à proximité de leurs confluences et reliés entre eux par de nombreux chenaux naturels ou anthropiques,

où les courants s'inversent au gré des fluctuations de niveau des rivières qu'ils desservent. Les limites de partage des eaux entre deux bassins versants sont parfois très difficiles à établir en raison du faible relief de ce secteur. Au-delà des bourrelets de berge, il est par ailleurs difficile de différencier les eaux d'inondations du toit de la nappe alluviale qui affleure à maintes reprises et s'écoule lentement vers l'aval. POUYAUD (1970a-b) a déjà amplement décrit les particularités de ces bassins et surtout de celui très marécageux de la Likouala aux Herbes. Les formations de couverture de cette région sont constituées d'alluvions quaternaires fluviatiles argileuses ou sableuses et le climat passe du type équatorial, marqué par deux saisons de pluies à peu près identiques, à tropical humide de transition plus au nord. Excepté la présence au sud-ouest des plateaux Tékés, la Cuvette centrale est entourée d'une forêt ombrophile dense et humide recouvrant, de l'ouest au nord, des reliefs émousés et peu élevés (400-800 m) où affleure le socle continental africain composé de roches cristallines et cristallophyliennes. Au sud et à l'est, cette forêt pluviale se prolonge au-delà de la dépression zaïroise pour couvrir dans son ensemble près de 48 % de la totalité du bassin du fleuve.

Ces deux régions, mitoyennes mais très différentes, présentent des caractéristiques hydrologiques contrastées avec des coefficients d'écoulement et des débits spécifiques dans les plateaux Tékés plus de deux fois supérieurs à ceux de la Cuvette. La seule et légère baisse de la pluviométrie, des plateaux (1 800 à 2 000 mm.an⁻¹) vers la Cuvette (1 600 à 1 800 mm.an⁻¹), ne semble pas suffisante pour expliquer de tels écarts (BULTOT 1971).

3. Caractérisation hydrologique régionale

Le type de regroupement régional que nous présentons, réalisé à partir de deux critères hydrologiques, est adapté à la physiographie des bassins versant de ces cours d'eau (fig. 3).

En fonction du coefficient d'écoulement interannuel (rapport entre lame d'eau écoulee et lame précipitée) et de la variabilité saisonnière moyenne des débits calculée sur la période 1953-1993 (rapport entre le débit mensuel maximum et le débit mensuel minimum), ces deux entités hydrologiques ont été isolées. Un premier nuage de points très compact, correspondant pour chaque cours d'eau, à des valeurs moyennes respectives des coefficients d'écoulement et de variabilité saisonnière de 45-60 % et de 1,1 à 1,5, se distingue d'un deuxième

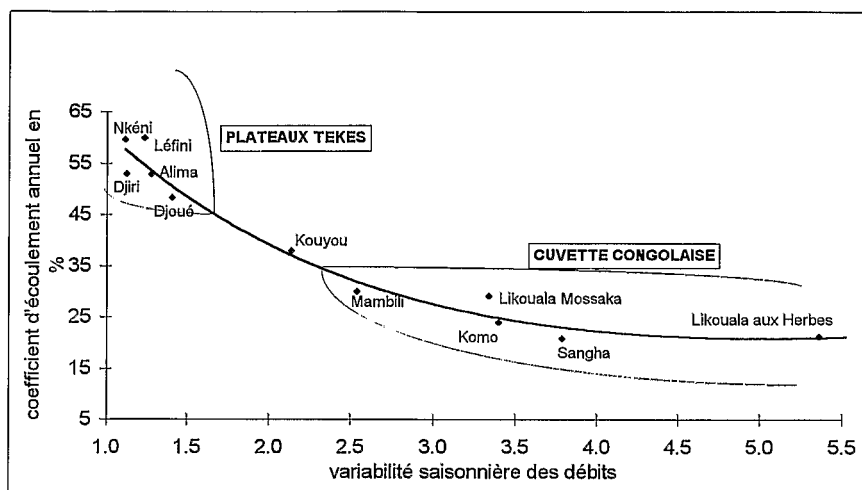


Fig. 3. — Classification hydrologique des affluents congolais du fleuve Congo-Zaire.

groupe plus allongé, où ces mêmes paramètres varient respectivement entre 20-30 % et 2,5 à 5,5. Les variations saisonnières prises année par année sur la période d'étude sont bien moins dispersées pour le premier groupe avec des valeurs extrêmes de 1,04 et 1,7 contre 1,2 et 12 pour le second.

Pour la première catégorie correspondant aux rivières Tékés (Djiri, Léfini, Nkéné, Alima, Djoué), dont les modules se situent entre 25 et 600 $\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ (LARAQUE & MAZIEZOULA 1995) pour des bassins couvrant des superficies de 1 000 à 20 000 km^2 , le rôle régulateur de l'aquifère est mis en évidence par de faibles variations saisonnières des débits de ces cours d'eau. On ne distingue en effet ni crue ni étiage dans l'hydrogramme quasi «plat» de la figure 2a. Et cela malgré une importante variabilité saisonnière de la pluviométrie sur cette région qui présente une saison sèche bien marquée de juin à août (fig. 4a). Dans ces plateaux, l'infiltration est élevée et la majeure partie des précipitations météoriques est restituée aux cours d'eau à travers l'aquifère qui pondère les débits. Leur coefficient d'écoulement, et par conséquent leurs débits spécifiques, sont ainsi élevés (25 à 30 $\text{l} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{km}^{-2}$). Les cours d'eau parmi les plus réguliers de la planète (la Nkéné et la Léfini) en sont issus. Par la régulation des débits qu'il engendre sur les rivières qui s'en échappent, le puissant aquifère des plateaux Tékés explique également l'extraordinaire constance de leurs modules

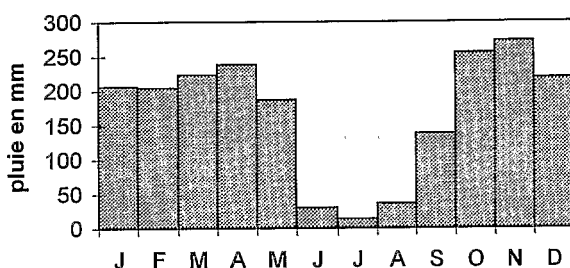


Fig. 4a. — Régime pluviométrique des plateaux Tékés.

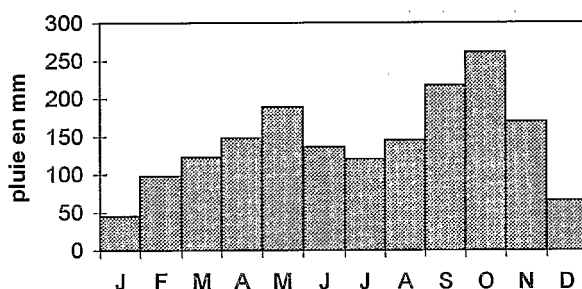


Fig. 4b. — Régime pluviométrique de la Cuvette congolaise.

annuels (fig. 5a), avec des rapports interannuels moyens n'excédant pas 1,4. L'écoulement montre en outre une certaine inertie face aux baisses des régimes pluviométriques de ces dernières années, plus modérées, il est vrai, que celles enregistrées dans la bande tropicale humide de transition de l'hémisphère nord (MAHE 1993).

C'est le contraire pour les cours d'eau du domaine forestier du deuxième groupe (Likouala aux Herbes, Komo, Likouala Mossaka, Mambili), dont les débits aux principales stations hydrométriques vont de 25 à 1 600 m³.s⁻¹ pour des superficies variant de 1 000 à 160 000 km² (LARAQUE *et al.* 1995b). Les terrains moins perméables associés à une évapotranspiration plus élevée sur le couvert forestier et à une évaporation directe sur les zones inondables aux pentes quasi nulles et à l'écoulement très lent, voire inexistant dans les marécages, entraînent un déficit hydrique important. On obtient des coefficients d'écoulement et des débits spécifiques plus faibles de l'ordre de 10-15 l.s⁻¹.km⁻². En l'absence d'importants aquifères régulateurs, leurs régimes hydrologiques reflètent plus fidèlement le régime pluviométrique de cette région (fig. 2b et 4b) et leurs débits présentent des variabilités

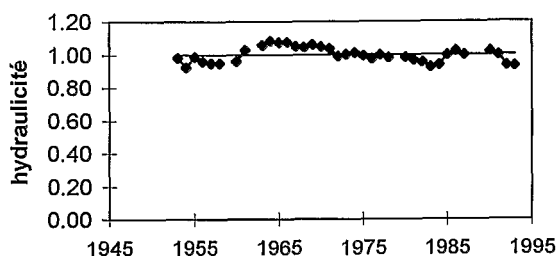


Fig. 5a. — Evolution de l'hydraulicité de la Nkénî à Gamboma.

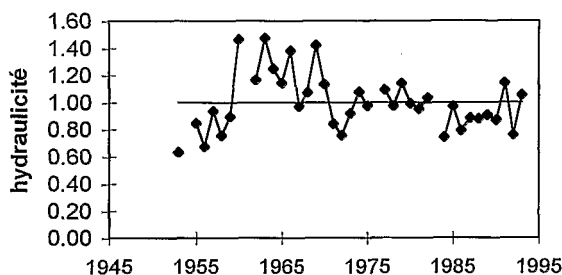


Fig. 5b. — Evolution de l'hydraulicité de la Likouala aux Herbes à Botouali.

saisonnnières plus élevées alors que la pluviométrie y est bien moins contrastée que celle des plateaux Tékés.

Les variations interannuelles des modules sont également plus importantes (moyenne de 1,6 à 2,3 suivant les cours d'eau). En outre, ils ont été influencés depuis une vingtaine d'années par la péjoration climatique qui a fortement affecté les régions soudano-sahéliennes et, dans une moindre mesure, la partie septentrionale du bassin du Congo-Zaire (fig. 5b), comme l'ont signalé SIRCOULON (1987), MAHE (1993), OLIVRY (1993), OLIVRY *et al.* (1993). Pour l'ensemble de la Cuvette congolaise, LARAQUE & OLIVRY (1996) ont calculé, à partir de la comparaison des modules des périodes 1987-1993 et 1953-1993, une baisse d'hydraulicité de 11 %.

Malgré la physiographie plus composite de son bassin amont très étendu (160 000 km²), la Sangha à Ouesso présente des comportements similaires. Ils sont dus en grande partie au sous-bassin forestier du Dja-Ngoko, affluent provenant du Cameroun et dont le cours inférieur marque la frontière avec le Congo. Il présente encore les caractéristiques hydrologiques observées dans la Cuvette avec des débits spécifiques

à sa confluence de $11,3 \text{ l.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$ pour une variabilité saisonnière des débits un peu plus élevée, de l'ordre de 6,4.

Le Kouyou, quant à lui, mérite une attention particulière. Il se détache nettement du «noyau» des rivières Tékés et présente une variabilité saisonnière (2,14), un coefficient d'écoulement (40 %) et un débit spécifique ($21 \text{ l.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$) intermédiaires avec ceux du groupe des rivières forestières. L'influence régulatrice de l'aquifère Téké sur le flanc sud de son bassin et le début de la grande forêt équatoriale se font sentir simultanément. Ce cours d'eau marque la limite entre ces deux domaines aux fonctionnements biogéohydrodynamiques différents. Les courbes de la figure 6 montrent son changement de régime hydrologique entre les parties amont et aval de son bassin. Son cours supérieur (étudié à la station hydrométrique d'Ewo) provenant des plateaux Tékés présente un régime régulier qui leur est caractéristique, puis il acquiert progressivement celui des rivières de la Cuvette avec des variations saisonnières plus importantes au fur et à mesure qu'il s'y enfonce (station d'Owando).

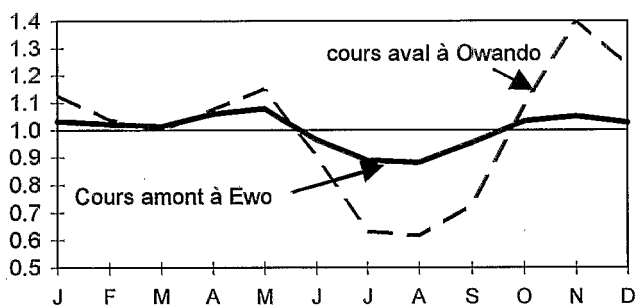


Fig. 6. — Variations saisonnières des régimes des cours supérieur et inférieur du Kouyou (période 1963-1977).

4. Typologie biogéochimique de ces eaux

Les deux groupes d'affluents précédemment individualisés par des critères hydrologiques s'opposent à nouveau, cette fois sous l'angle géochimique.

En effet, les rivières «*blanches*» à dominante siliceuse des plateaux Tékés sont très peu minéralisées (conductivités électriques de l'ordre de $5\text{--}8\ \mu\text{S.cm}^{-1}$ à $25\ ^\circ\text{C}$), tous les ions solubles ayant été pratiquement totalement lessivés. Certains éléments ont même des teneurs proches de celles des eaux de pluies. C'est le cas de la Léfini qui présente des teneurs en chlorures de 5 à $5,5\ \mu\text{moles.l}^{-1}$ (NEGREL 1992). C'est en raison de cette exceptionnelle pauvreté en ions minéraux (1 à $3\ \text{mg.l}^{-1}$!), que la proportion de silice est si élevée (75 %) alors que ses teneurs ($8\text{--}10\ \text{mg.l}^{-1}$) restent voisines de la moyenne mondiale de $10,4\ \text{mg.l}^{-1}$ (BERNER & BERNER 1987).

Ces eaux font face aux rivières de la cuvette congolaise, dites «*noires*» (ou Coca-Cola rivers) plus chargées surtout en bicarbonates. Elles présentent des pH pouvant descendre en dessous de 4, en présence des acides forestiers fulviques et humiques. Leurs teneurs en carbone organique total de $25,5\ \text{mg.l}^{-1}$ contre $4,7\ \text{mg.l}^{-1}$ (SEYLER *et al.* 1993) pour les plateaux Tékés, illustrent bien la différenciation forêt-savane de ces groupes de bassins.

La géologie plus hétérogène des bassins forestiers et la pédogenèse active sont à l'origine de leur charges ioniques plus élevées, situées en moyenne entre 11 et $28\ \text{mg.l}^{-1}$, à l'instar des conclusions de l'étude géochimique menée sur le Djoué (LARAQUE *et al.* 1996), affluent du Congo-Zaïre situé à la limite sud des plateaux Tékés et dont une partie du bassin versant est composée de formations géologiques plus variées. Par comparaison avec les cours d'eau Tékés, c'est leur plus grande richesse ionique qui explique le pourcentage plus faible (30-35 %) de silice dissoute (fig. 7).

Quant à la Sangha, de par l'extension de son bassin versant et son hétérogénéité physiographique, elle se détache quelque peu des grandeurs communément rencontrées dans la Cuvette inondable. Sa conductivité électrique moyenne est de $55\ \mu\text{S.cm}^{-1}$ à $25\ ^\circ\text{C}$ pour des pH oscillant autour de la neutralité entre 6,8 et 7,2, et ses eaux sont par conséquent bien plus riches en bicarbonates (près de 50 %).

Cependant, pour ces deux entités géographiques (Cuvette congolaise et plateaux Tékés), les différents taux d'exportations dissoutes spécifiques, tant minérales ($10\ \text{t.km}^2.\text{an}^{-1}$ contre $9,7\ \text{t.km}^2.\text{an}^{-1}$) qu'organiques ($19,3\ \text{t.km}^2.\text{an}^{-1}$ contre $13,5\ \text{t.km}^2.\text{an}^{-1}$), restent faibles et semblables malgré les importants écarts de concentrations correspondantes. Cela résulte de la compensation par les débits spécifiques élevés des plateaux Tékés (de l'ordre de $30\ \text{l.s}^{-1}.\text{km}^{-2}$).

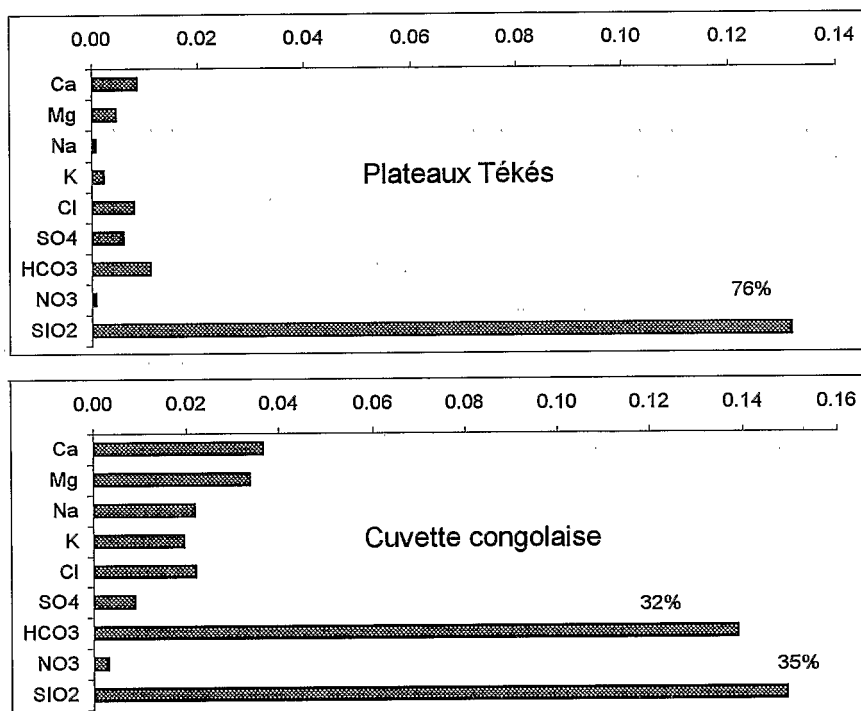


Fig. 7. — Composition des phases minérales des eaux des plateaux Tékés et de la Cuvette congolaise (concentrations moyenne en mmole.l⁻¹).

5. Conclusion

Parmi les affluents congolais de rive droite, deux familles se distinguent. Aux rivières claires très peu minéralisées des plateaux Tékés s'opposent les «Coca-Cola rivers» de la cuvette congolaise, aux eaux acides riches en matière organique. Les premières présentent des coefficients d'écoulement et des débits spécifiques particulièrement élevés avec des hydrogrammes très réguliers où les variations saisonnières des débits sont insignifiantes malgré un régime pluviométrique contrasté. C'est le contraire pour les secondes aux régimes pluviométriques et hydrométriques semblables. Formations géologiques et couvertures végétales de ces deux entités géographiques sont à l'origine de telles réponses à l'écoulement. Les rivières Tékés sont issues d'un important aquifère régulateur sablo-gréseux dénudé, tandis que les «Coca-Cola

rivers» circulent sous la dense forêt pluviale équatoriale et sur des alluvions à la lithologie plus variée, sans bénéficier d'une telle régulation hydrogéologique.

BIBLIOGRAPHIE

- BABET, V. 1947. Compte rendu de la réunion des géologues du Congo occidental, tenue à Léopoldville les 10, 11 et 12 décembre 1945. *Bull. Serv. des Mines*, Paris, (3), 72 pp.
- BERNER & BERNER 1987. The Global Water Cycle. Geochemistry and Environment. — Prentice Hall, 397 pp.
- BULTOT, F. 1971. Atlas climatique du bassin congolais (t. 2) - les composantes du bilan de l'eau. — INEAC, Bruxelles.
- BURGIS, M. J. & SYMOENS, J.-J. 1987. African Wetlands and Shallow Water Bodies — Zones humides et lacs peu profonds d'Afrique. — Orstom, Paris, 650 pp.
- LARAQUE, A. & MAZIEZOULA, B. 1995. Banque de données hydrologiques des affluents congolais du fleuve Congo-Zaïre et informations physiographiques. — Rapport interne, lab. Hydr. Orstom, Montpellier, 250 pp.
- LARAQUE, A. & OLIVRY, J.-C. 1996. Evolution de l'hydrologie du Congo-Zaïre et de ses affluents rive droite et dynamique de ses transports solides et dissous. — L'hydrologie tropicale : géoscience et outil pour le développement - Tropical Hydrology : a Geoscience and a Tool for Sustainability (Actes de la Conférence de Paris, mai 1995), IAHS Publ., n° 238, pp. 271-288.
- LARAQUE, A., PANDI, A., BERTHELOT, M. & MIETTON, M. 1995. Ecoulement et transport de matière dans le bassin versant du Djoué : affluent du fleuve Congo-Zaïre. — *Hydrologie continentale*, Orstom, Paris, 10 (1) : 153-168.
- LE MARECHAL, A. 1966. Contribution à l'étude des plateaux Batékés (géologie, géomorphologie, hydrogéologie). — Orstom, Brazzaville, 42 pp.
- MAHE, G. 1993. Les écoulements fluviaux sur la façade atlantique de l'Afrique — étude des éléments du bilan hydrique et variabilité interannuelle, analyse de situations hydroclimatiques moyennes et extrêmes. — Thèse de doctorat, Coll. Etudes et Thèses Orstom, Paris, 438 pp.
- NEGREL, P. 1992. Utilisation du Strontium, des alcalins et alcalino-terreux pour la détermination des bilans des éléments chimiques dans les fleuves : apports atmosphériques, altération des roches — exemple du bassin du Congo. — Thèse de doctorat, Univ. Paris 7, 249 pp.
- OLIVRY, J.-C. 1967. Régime hydrologique des rivières Batéké. — Rapport Orstom, Brazzaville, nov. 1967, 27 pp.
- OLIVRY, J.-C. 1993. Evolution récente des régimes hydrologiques des grands fleuves d'Afrique de l'Ouest et Centrale. — *In* : Les écosystèmes

- intertropicaux, fonctionnement et usages, journées du programme Environnement CNRS/ORSTOM, 13, 14 et 15 janvier 1993, Lyon, 9 pp.
- OLIVRY, J.-C., BRICQUET, J. P. & MAHE, G. 1993. Vers un appauvrissement durable des ressources en eau de l'Afrique humide? Hydrology of Warm Humids Regions, Proceedings of the Yokohama Symposium, IAHS, July 1993, 6 pp.
- POUYAUD, B. & GATHELIER, R. 1970a. Les rivières du bassin de la Likouala Mossaka. — Orstom, Centre de Brazzaville, 48 pp.
- POUYAUD, B. 1970b. La Likouala aux Herbes à Epéna et à Botouali. — Orstom, Centre de Brazzaville, 37 pp.
- SCHWARTZ, D. 1988. Histoire d'un paysage : le Lousséké. Paléoenvironnements quaternaires et podzolisation sur sables Batéké (Quarante derniers millénaires, région de Brazzaville, R.P. du Congo). — Thèse doctorat ès Sciences, Univ. Nancy I, Coll. Etudes et Thèses, Orstom Paris, 285 pp.
- SEYLER, P., ETCHEBER, H., ORANGE, D., LARAQUE, A., SIGHA-NKAMDJOU, L. & OLIVRY, J.-C. 1993. Contributions, fluctuations saisonnières et flux de carbone dans le bassin du Congo. — *In* : Actes du colloque PEGI, Grands bassins fluviaux periatlantiques : Congo, Niger, Amazone (Paris, 22-24 novembre 1993), Orstom, Paris, pp. 217-228.
- SIRCOULON, J. 1987. Variations des débits des cours d'eau et des niveaux des lacs en Afrique de l'Ouest depuis le 20^e siècle. — *In* : The Influence of Climate Change and Climatic Variability on the Hydrologic Regime and Water Ressources, Proceedings of the Vancouver Symposium (August, 1987), IAHS Public., **168** : 13-25.