

Hydrologie de l'Oubangui



CRSICOM
éditions

Jacques Callède
Yves Boulvert
Jean-Pierre Thiébaux

Monographie de l'Oubangui

J. Callède

Y. Boulvert

J.P. Thiébaux

AVERTISSEMENT

En différant pour un temps la publication de cette monographie, nous souhaitons associer aux travaux de synthèse des auteurs, d'une part, les recherches récentes effectuées sur l'Oubangui (notamment sur les flux de matières transportées, la qualité des eaux et la biogéohydrodynamique du bassin), d'autre part, les travaux de réhabilitation du réseau hydrométrique conduits par le Service Hydrologique de la Direction de la Météorologie Nationale du Centrafrique, avec le concours du Service des Voies Navigables du pays, le soutien technique de l'Organisation Mondiale de la Météorologie et le soutien financier du Programme des Nations Unies pour le Développement.

Si les auteurs ont bien utilisé une partie des résultats obtenus jusqu'au seuil des années 1990, il est vite apparu qu'une synthèse globale était difficile à envisager du fait de la diversité des recherches engagées dans les années récentes. Nous avons donc finalement retenu de publier un document relativement peu remanié par rapport au projet d'ouvrage préfacé par Jean Rodier, disparu en 1994 et considéré comme le père de l'hydrologie africaine, respectant en cela la démarche des auteurs, soucieux de donner une information complète sur l'histoire de l'hydrologie au Centrafrique depuis l'origine des observations. Nous avons cependant tenu à enrichir l'ouvrage de compléments et d'informations nouvelles contenus dans une postface et des annexes sur lesquelles nous revenons plus loin.

Il est bien évident que la coopération entre hydrologues intervenant sur le bassin de l'Oubangui a déjà permis d'exploiter en commun, sans attendre cette publication, une bonne partie des données de base critiquées et validées qui sont contenues dans cet ouvrage. Il n'en reste pas moins que la diffusion de cette information est restée confidentielle ou incomplète. Une forte demande de la part de la communauté des hydrologues centrafricains et des services techniques du pays, soucieux de répondre aux besoins des aménagistes, nous a conduits à cet effort de restitution de l'ensemble de l'information disponible sur le bassin de l'Oubangui. Cet ouvrage ne contient pas seulement la « mémoire de l'hydrologie » au Centrafrique mais aussi une synthèse des travaux d'analyse et d'interprétation que les ingénieurs et chercheurs de l'Orstom et du Centrafrique ont pu réaliser sur la période d'étude. L'objectif commun des auteurs et des demandeurs était donc de pérenniser les résultats de nos travaux sous la forme d'un livre facilement accessible aux spécialistes et autres utilisateurs, scientifiques ou non, susceptibles d'être confrontés dans leurs projets aux contraintes hydroclimatologiques de l'hydrosystème oubanguien.

Pérenniser la trace de travaux importants sur l'hydrologie du pays est une chose. C'en est une autre que de prétendre à la stabilité de variables hydrologiques découlant d'analyses statistiques établies sur une période donnée. Les hydrologues savent bien que rien n'est jamais figé dans les régimes hydrologiques et qu'au-delà d'une variabilité interannuelle qu'ils ont chiffrée, l'évolution climatique observée à l'échelle globale entraîne des modifications au niveau des termes du cycle hydrologique et de l'écoulement. Heureusement, qu'il s'agisse de « dérive » ou de rupture dans les séries de débits, comme pour la longue période de déficits hydropluviométriques correspondant à la sécheresse soudano-sahélienne, l'observation de stations de références, les observatoires, permet d'introduire les facteurs correctifs nécessaires à une actualisation des données publiées dans des ouvrages du type monographie.

Les hydrologues savent bien aussi que l'hydrographie et l'hydrodynamique d'un cours d'eau sont évolutives et que la validation d'observations récentes sur des stations anciennes n'est possible que si des contrôles fréquents des relations hauteurs-débits sont effectués. Cela nécessite un investissement humain et financier que les services hydrologiques ne doivent jamais négliger.

Ainsi, le retard apporté à la publication de cette synthèse a permis de prendre un peu de recul par rapport aux résultats proposés. Leur valeur historique n'est pas remise en cause, mais il nous a paru important de compléter l'information donnée par quelques éléments illustrant l'évolution récente de l'hydrologie de l'Oubangui. Une partie de ces éléments apparaît sous forme d'une postface dans laquelle nous précisons quelques aspects de l'évolution des débits de l'Oubangui à Bangui.

Des compléments plus conséquents sont disponibles sur support informatique dans un CD-ROM joint à l'ouvrage. C'est là une des grandes innovations de la collection « Monographies Hydrologiques Orstom » qui préfigure la diffusion de l'information pour les prochains ouvrages de synthèse.

Le CD-ROM comprend plusieurs parties :

- des données initialement contenues dans le premier projet de monographie particulièrement denses (et alourdissant l'ouvrage) traitant de la situation géographique et de l'historique des stations du réseau hydrométrique (nivellement et décalage des échelles), de la qualité des observations et de leur durée, des jaugeages effectués et des étalonnages successifs obtenus (courbes de tarage). Ces données, qui n'intéressent qu'un nombre limité de spécialistes, sont directement accessibles en choisissant la station désirée.
- des données de base des débits mensuels et caractéristiques de chacune des stations étudiées. Ces données sont reprises du chapitre 4 de l'ouvrage papier afin de permettre aux utilisateurs une extraction facile des fichiers pour compléments ou traitements. Ces données sont déjà des données élaborées qui n'engagent que leurs auteurs, les données brutes des banques de hauteurs limnimétriques pouvant être obtenues par ailleurs auprès des services du Centrafrique.
- différents articles récents traitant des recherches menées sur le bassin de l'Oubangui tant dans le domaine de la régionalisation des données de précipitations, de l'évolution de l'hydraulicité des cours d'eau et de leur régime, que dans le domaine de la géochimie et des transferts de matière dissoute ou de l'érosion, des transports solides et des flux de matière en suspension (avec pour principaux auteurs : J.P. Bricquet, C. Censier, C. Feizouré, A. Laraque, G. Mahé, J.C. Olivry, D. Orange et A. Wesselinck).

Jean-Claude Olivry
Directeur de recherche

PRÉFACE

Les hydrologues trouvent trop souvent, hélas, des données dont la mauvaise qualité les scandalise mais ils ont, parfois, en compensation d'heureuses surprises. La monographie de l'Oubangui en est une et nous allons le montrer dans cette préface.

Pendant environ trente ans les hydrologues de l'Orstom, aidés par leurs collègues centrafricains, se sont acharnés à exploiter un réseau hydrométrique gigantesque pour les moyens dont ils disposaient. Qu'on en juge : dans les années 1950 il n'y avait qu'un seul chercheur hydrologue, souvent sans technicien, pour couvrir les 617 000 km² de la future République centrafricaine avec un bon nombre de stations de jaugeages sur le Chari supérieur et bien davantage sur la majeure partie du bassin de l'Oubangui. On avait bien essayé de compenser cette densité extrêmement faible d'hydrologues au kilomètre carré par la qualité : on compte, parmi les fondateurs du réseau, Marcel Roche, Jacques Aimé, Jean Tixier et Roger Berthelot, dont l'efficacité est connue de tout le monde. Ceux qui les ont suivi n'ont pas démerité, mais parmi tous leurs talents, ils n'avaient pas le don d'ubiquité. Sur la rive gauche de l'Oubangui (dans le futur Zaïre) la situation n'était pas meilleure.

Pour préciser, il n'y avait à Bangui qu'un seul véhicule, les pistes interminables étaient bien imparfaites alors qu'il aurait fallu contrôler fréquemment les lecteurs d'échelle, très difficiles à trouver dans un pays peu peuplé, où le niveau scolaire n'était pas très élevé. Les rapports de tournée sont éloquentes à ce sujet. La stabilité des stations et les variations relativement lentes des débits ne compensaient que très faiblement la rareté de bons observateurs. Quand le réseau était réorganisé à une extrémité du pays, il se dégradait sérieusement à une autre et cela recommençait indéfiniment ...

Ce réseau coûtait cher, pour des résultats douteux. Vers 1958, après une enquête personnelle sur place, nous avons décidé de réduire sérieusement le nombre des stations du réseau en éliminant toutes celles qui étaient trop éloignées de Bangui, décision bien pénible à prendre pour un hydrologue.

À partir de 1967 et surtout après 1971, la situation a été reprise en main : il y a eu un peu plus d'hydrologues Orstom à Bangui, un peu plus de moyens, puis l'Administration centrafricaine a pris sa part de gestion du réseau. Il s'est produit une très nette amélioration à laquelle l'auteur de la présente monographie n'a pas été étranger, loin de là.

Mais on savait, avant toute analyse, qu'on rencontrerait des séries de données pleines de lacunes, si l'on peut dire, et un grand vide après 1958 ou 1959, parfois avant, par la mise en sommeil voulue d'un bon nombre de stations.

Inutile de dire que lorsqu'il a été question d'élaborer la synthèse, devant une telle situation, il n'y avait pas beaucoup de candidats pour la préparation de cette monographie de l'Oubangui. Quelques malheureux "volontaires" ont bien été désignés par le Comité technique d'hydrologie après une acceptation pas absolument spontanée, mais comme ils avaient d'autres tâches plus urgentes à accomplir, cette synthèse des données avait très peu de chances d'aboutir.

C'est le grand mérite de Jacques Callède d'avoir bien voulu accepter, en toute connaissance de cause, cette tâche longue et difficile et, surtout, d'avoir réussi à la mener à bon terme.

Cependant, les difficultés prévisibles dans la partie centrale de ce travail n'ont pas troublé notre auteur pour la mise au point des chapitres préliminaires où toutes les mesures ont été prises pour constituer un ensemble complet et bien adapté aux objectifs hydrologiques. Pour les parties géologie, géomorphologie, nature des sols et végétation, J. Callède a été assisté de façon brillante par son collègue et ami Yves Boulvert auquel de très nombreuses années de terrain consacrées à la carte des sols du Centrafrique et l'excellente pratique des pédologues à suivre de très près géologie, végétation et géomorphologie ont permis de résumer avec beaucoup d'expérience et de compétence les remarquables synthèses de J.L. Mestraud et J. Lepersonne sur la géologie de cet immense bassin ainsi que les ouvrages concernant la couverture végétale. La géomorphologie n'a pas été oubliée, alors qu'elle fait souvent défaut dans les grandes monographies. Quant aux sols, ils sont traités par un spécialiste qui est "chez lui" mais qui, aussi, a collaboré depuis longtemps avec ses collègues hydrologues dans un institut où le nombre de chercheurs est toujours resté modeste, de sorte qu'il a présenté les relations des divers types de sols avec l'hydrologie, souci qui témoigne d'une parfaite compréhension de ce qu'est la vraie pluridisciplinarité.

La collaboration d'Y. Boulvert ne se limite pas à ce chapitre 1. Ayant été pendant très longtemps un témoin continu, à l'esprit ouvert sur tous les phénomènes naturels qui affectaient le Centrafrique, il a pu fournir à J. Callède des informations hydrologiques précieuses.

Dans le domaine de la climatologie, chapitre 2, l'auteur n'a pas oublié qu'il a dirigé pendant plusieurs années une des stations bioclimatologiques créées par Charles Riou et installée à Bangui par Roger Chartier. Ce qui nous vaut un exposé très complet sur ce sujet si important pour l'hydrologie, notamment pour la partie pluviométrique où l'étude des intensités, par exemple, a bénéficié des données de Bangui, qui avait déjà fourni des valeurs précieuses sur l'évaporation.

L'auteur a évité de "s'enliser" dans les études pluviométriques, ce qui était tentant, mais aurait encombré inutilement cette monographie. Le chapitre climatologie est précédé d'un exposé très clair sur les facteurs généraux du climat et des circulations des masses d'air : ceci a été possible grâce aux récents travaux et publications de G. Dhonneur (Météorologie nationale) et M. Leroux (Université de Dakar).

C'est alors que commence pour J. Callède la partie la plus indigeste pour l'auteur, comme pour le lecteur, de toute grande monographie : l'équipement du bassin, chapitre 3. Y sont exposés les avatars subis par la plupart des stations, avec son historique, les problèmes d'étalonnage et la critique de la qualité des données. En général, c'est une tâche ingrate. Ici elle était pénible et décevante car on y retrouvait toutes les conséquences de ce qui a été exposé au début de cette préface.

Le travail avait été un peu facilité par une révision qui avait été faite en 1967 par G. Oberlin, mais cette révision n'était pas absolument complète et, depuis, il s'était passé bien des choses. J. Callède était très bien placé pour faire la critique des données, ayant exploité le réseau hydrométrique de juin 1968 à décembre 1972. Il connaissait bien les données anciennes et, en outre, il avait déjà montré la sévérité de son jugement sur le réseau du Chari supérieur lors de la mise au point de la monographie de ce fleuve. Nous avouons d'ailleurs, après cette première expérience, que nous craignons que peu de données puissent être épargnées par cette sélection.

Et pourtant cette sévérité est essentielle. On ne peut faire aucune analyse sérieuse sans données sûres.

L'étalonnage des stations est beaucoup plus satisfaisant. On peut dire que, pour Bangui, c'est parfait avec un jaugeage régulier de 14 000 m³/s (8,14 m) par R. Chartier en 1964 (débit maximum observé : 14 500 m³/s) et un autre de 345 m³/s (- 0,65 m) par J.P. Thiébaux en 1988 (débit minimum observé : 223 m³/s).

Le volume de ce chapitre choquera peut-être certains lecteurs. Cependant, dans quelques années seulement, il n'y aura que dans ce chapitre qu'il sera possible de retrouver les éléments nécessaires pour juger de la qualité des données hydrologiques de telle ou telle station et, peut-être même, pour les améliorer.

Le résultat de ces travaux est le chapitre des données de base, chapitre 4, qui effectivement n'est pas, à première vue, particulièrement réconfortant. Il se présente comme un vieux grimoire rongé par des insectes, qui se seraient particulièrement délectés des lignes couvrant les années 1958 à 1968. Mais ce spectacle affligeant cache une réalité beaucoup moins sombre et là est la surprise !

S'il y a peu d'espoir de reconstituer modules ou débits maximaux manquants à partir de données pluviométriques d'un réseau insuffisamment dense, on peut trouver des corrélations —très souvent acceptables— entre les données hydrologiques des stations, d'autant plus qu'elles sont parfois situées à l'aval les unes des autres. En plus, parmi ces stations, il n'en existe qu'un très petit nombre observé pendant longtemps mais un plus grand nombre avait été observé dans quelques unes des années 1960.

Ces corrélations ne sont pas parfaites et c'est tout à fait normal. Mais le grand champ de variations entre la période d'abondance extrême des années 1960 et la grande sécheresse de 1972-1990 permettait de tolérer, dans le cadre d'une analyse statistique, des imprécisions qui n'auraient pas été admises dans un autre contexte, d'autant plus que les corrélations sont bonnes, en général, pour les valeurs extrêmes. Les variations absolues des débits sont assez faibles, ce qui facilite encore les choses : on ne pourrait trouver les mêmes facilités dans les régimes sahéliens, par exemple. On pourra donc se fier aux valeurs reconstituées pour les années particulièrement humides et avoir la certitude que les valeurs voisines de la moyenne obtenue par ces corrélations ne sont pas, en réalité, des valeurs fortes ou faibles : ceci est essentiel dans l'étude d'une distribution statistique.

Il restait le problème de l'Uele, où il n'y a pas eu de jaugeages. Les modules annuels de cette rivière ont été cependant reconstitués par le bilan de l'ensemble des stations autour du confluent Mbomou-Uele pour les huit années d'observations communes, puis grâce à la corrélation des coefficients d'écoulement des deux rivières, établie pour ces 8 ans et qui est bonne. À partir des hauteurs pluviométriques, l'auteur a pu rétablir 17 valeurs annuelles supplémentaires, d'où une série de 25 modules.

En définitive, à part quelques petits bassins irréductibles, on s'est retrouvé devant des échantillons statistiques d'une vingtaine d'années en général et quelques échantillons de 30 à 40 ans, le tout épaulé par l'échantillon de l'Oubangui à Bangui : 78 ans. Cette dernière station intègre les débits de la plupart des tributaires étudiés dans la présente monographie.

Presque toutes ces séries, ainsi complétées, comportent une partie notable d'années extrêmes, sèches et humides, ce qui donne une certaine sécurité pour les lois de distribution trouvées, avec cependant le risque d'arriver à des coefficients de variation trop élevés. Dans les chapitres 5 et 6 des débits moyens et des crues, l'auteur se retrouvait donc dans une situation presque aussi confortable que s'il avait disposé partout de séries continues.

Pour les débits moyens annuels comme pour les débits maximaux annuels, on retrouve partout des lois de distribution de fréquences gaussiques ou même légèrement hypogaussiques, sauf pour les petits bassins où la distribution de Galton, nettement hypogaussique, est prédominante. C'est ce qui avait déjà été constaté pour les cours d'eau de l'est du Cameroun (Sangha, Sanaga et même Benoué) dans "Fleuves et Rivières du Cameroun", de J.C. Olivry. L'existence de plaines d'inondation n'est pas étrangère à l'extrême faiblesse ou à la nullité du coefficient d'asymétrie dans ces régions, mais c'est aussi une conséquence du régime pluviométrique.

Cependant, si cet ouvrage permet de voir plus clair dans les variations de l'écoulement, il met aussi en évidence les limites d'applications de méthodes statistiques simples aux données hydrologiques des cours d'eau de cette région. On trouve, dans les échantillons, une série humide extraordinaire de 1961 à 1969 à laquelle prélude souvent l'année 1954 ou 1955. Dans toute l'Afrique Centrale et l'Afrique de l'est, cette série a vivement ému les hydrologues. Elle était même tellement inattendue sur les formateurs du Nil et sur le Lac Victoria qu'elle a donné lieu à toutes sortes de spéculations alors qu'on ne connaissait pas encore toute l'étendue des régions affectées par ce phénomène. L'année 1964 sur le Nil, à Assouan, est comparable aux célèbres années humides observées à la fin du XIX^e siècle. De même l'année 1961, sur le Zaïre, a été considérée comme un événement tout à fait exceptionnel auquel on a, parfois, affecté la fréquence millénaire alors que la cause de la valeur tout à fait insolite du débit de 1961, à Brazzaville, doit être recherchée dans la très grande abondance des tributaires des zones les plus déshéritées du bassin, qui ont un régime à distribution fortement asymétrique. La population statistique des débits moyens ou maximaux à Kinshasa (ou Brazzaville) n'est pas homogène. On observe un autre événement tout aussi exceptionnel : la sécheresse des années 1970-1990, toute aussi sévère qu'au Sahel par ses déficits, mais avec des conséquences pratiques moins catastrophiques.

Un résultat auquel on pouvait s'attendre dans ces régions tropicales humides, c'est la très faible influence de la superficie du bassin versant sur les débits spécifiques moyens annuels ou sur les débits spécifiques maximaux. Les variations que l'on peut observer tiennent surtout à des climats légèrement différents, à des sols de perméabilités différentes, à des variations du couvert végétal ou à l'extension de zones marécageuses dans le réseau hydrographique.

Pour les basses eaux, dans le chapitre 7, J. Callède a rencontré plus de difficultés. Dans ce cas, il est beaucoup plus risqué de reconstituer des valeurs minimales manquantes que pour les crues ou les modules annuels. En plus, le choix de lois de distribution statistique des débits minimaux n'est pas évident. Cependant on arrive, dans de nombreux cas, à des valeurs assez sûres pour les fréquences médianes ou décennales.

On constate que les étiages sont assez soutenus, même dans les parties les plus sèches, avec des débits spécifiques variant de 0,4 à 1,2 l/s/km², fléchissant relativement peu pour la fréquence décennale sèche : 0,2 à 1 l/s/km². Mais le déficit est beaucoup plus grand pour des fréquences plus faibles que la décennale (voir Bangui).

Les valeurs médianes sont un peu plus faibles que ce qui était admis autrefois. Bien entendu, l'ouest et surtout le sud-ouest du bassin ont des débits d'étiage beaucoup plus élevés. De même, les débits d'étiage sur l'Uele devraient être plus forts.

Le chapitre 8 "transports solides", n'est pas très long et c'est logique. Jusqu'ici ils sont peu importants, par suite de la nature de la couverture végétale et de l'existence de nombreuses galeries forestières.

Mais ceci ne veut pas dire qu'il ne puisse pas y avoir de problèmes d'érosion dans le bassin de l'Oubangui. Des pratiques culturales, sans mesures de conservation des sols, pourraient donner en bien des points des résultats désastreux.

L'aménagement du bassin a été traité de façon complète dans le chapitre 9.

En conclusion, la monographie de l'Oubangui fournit, pour les caractéristiques hydrologiques essentielles, tous les éléments que recherchent les utilisateurs pour tout le bassin, sauf dans certains cas pour l'Uele. Les chercheurs y trouveront des bases solides. On doit en féliciter l'auteur car, avant la mise au point de cet ouvrage, il n'était pas évident qu'il arriverait à un tel résultat.

Les efforts de tant d'hydrologues, pendant plus de trente ans, n'auront donc pas été vains et c'est bien réconfortant.

Brétignolles-sur-mer, le 4 juillet 1992

Jean Rodier

AVANT-PROPOS

Avec un module annuel de l'ordre de 4 000 m³/s, l'Oubangui est, après le Kasai (7 870 m³/s), le second tributaire du fleuve Congo (ou Zaïre) dont le module à Brazzaville est de 39 500 m³/s.

C'est à partir du confluent Mbomou-Uele que commence l'Oubangui, (que l'on écrit Ubangi au Zaïre) et qui, 1 100 km plus loin, va rejoindre le fleuve Congo. Curieusement, c'est l'Uele qui a été découvert le premier par les Européens : en 1870, le botaniste allemand G. Schweinfurth, descendant d'Égypte au Soudan "rencontra un jour un ruisseau qui se dirigeait vers le Sud-Est"... « Enfin le Ouéllé m'apparut : il envoyait au couchant ses flots sombres et profonds » (SCHWEINFURTH G., 1874). Mais il fallut attendre 1884 pour que le capitaine Hanssens découvre enfin l'Oubangui.

À Bangui, c'est un grand et beau cours d'eau qui mérite bien son appellation de "fleuve" donnée par les bangouais. Jusqu'en 1940, c'était pratiquement l'unique voie de communication pour pénétrer au Centrafrique. Rappelons-nous que la mission Marchand a utilisé l'Oubangui, puis le Mbomou, pour rejoindre Fachoda. Depuis, bien sûr, la route et l'avion ont sérieusement concurrencé ce moyen de transport mais il n'en reste pas moins que pour les matières pondéreuses (coton, ciment, etc.) et le transport économique des passagers sur le trajet Brazzaville-Bangui, le bateau est toujours utilisé. Ceci a entraîné la mise en place, très tôt, de stations hydrométriques généralement bien observées afin de pouvoir effectuer les prévisions nécessaires pour une navigation sans risque. Des travaux d'aménagement ont été réalisés pour faciliter cette navigation (aménagement du seuil de Zinga, par exemple), des dragages sont effectués annuellement et le balisage remis en place deux fois par an.

Cette monographie est l'œuvre de J. Callède et de J.P. Thiébaux pour la partie hydrologique et climatologique, tandis que Y. Boulvert, qui a passé une grande partie de sa vie au Centrafrique, a bien voulu se charger de la partie géographie, géologie, végétation et pédologie, puisqu'il a fait pratiquement toute la cartographie pédologique centrafricaine. Sa grande érudition sur l'histoire du Centrafrique a également été mise à contribution.

Ce travail s'inscrit dans les activités du Département Eaux continentales (dirigé par B. Pouyaud) et plus particulièrement dans l'Unité de recherche 2A "Géodynamique de l'hydrosphère continentale" (dirigée par J.C. Olivry).

Il faut ici remercier Monsieur J. Rodier, fondateur (et ancien directeur) du service hydrologique de l'Orstom, qui a bien voulu préfacer cet ouvrage. Il nous a également fait profiter de sa parfaite connaissance de l'hydrologie africaine en nous prodiguant conseils et remarques.

Nous avons été très sensibles à l'intérêt porté par les hydrologues des Voies navigables (brigade de Dongou) à cette Monographie par leurs remarques sur l'équipement, l'historique et le tarage des stations de l'Oubangui navigable.

Les hydrologues ont travaillé très tôt sur l'Oubangui. Mais ce n'est qu'en 1951 qu'avec l'Orstom le réseau minimum d'échelles limnimétriques a été transformé en un réseau hydrométrique couvrant tout le bassin (Zaïre excepté) avec mesures systématiques des débits et qu'ont commencé les premiers travaux d'hydrologie réellement scientifique. Parmi ceux qui ont contribué à ces travaux, il faut citer, entre autres, J. Aimé, M. Roche, J. Tixier, R. Berthelot, R. Chartier, Y. Rouquerol, G. Oberlin, J. Callède, M. Gréard, S. Pieyns, J.P. Thiébaux et Y. Le Troquer. Mais ces travaux n'auraient pu être menés à bien sans l'aide des hydrométristes centrafricains de l'Orstom. Citons en premier lieu P. Mbaye, efficace compagnon de toutes nos tournées hydrométriques, sans oublier S. Yakon, J. Bétianga (un des meilleurs observateurs météorologiques d'Afrique) et J. Passy.

Les auteurs remercient Messieurs J.P. Debuiche, M. Suavin et Madame M. Djellouli, dessinateurs au Laboratoire d'Hydrologie à Montpellier.

Enfin, toujours à Montpellier, nos remerciements vont également à Mesdames C. Dieulin-Picart, N.Capitaine et J. O'Sughrue qui ont assuré la mise en forme de cette Monographie.

Dans cette monographie, nous examinerons successivement :

- les facteurs géographiques conditionnels du régime,
- la climatologie du bassin oubanguien,
- l'équipement et les mesures hydrométriques,
- les données hydrologiques de base,
- les modules annuels,
- les crues,
- les étiages,
- les transports solides à Bangui,
- les aménagements hydrauliques ou hydro-électriques.

Sommaire

	Page
Avertissement	3
Préface	5
Avant-propos	11
Sommaire	13
Chapitre premier : FACTEURS GÉOGRAPHIQUES CONDITIONNELS DU RÉGIME	15
Chapitre deux : LA CLIMATOLOGIE DU BASSIN OUBANGUIEN	75
Chapitre trois : ÉQUIPEMENT ET MESURES HYDROMÉTRIQUES	151
Chapitre quatre : DONNÉES DE BASE	175
Chapitre cinq : ÉTUDE DES DÉBITS ANNUELS	293
Chapitre six : ÉTUDE DES CRUES	319
Chapitre sept : ÉTUDE DES BASSES EAUX	355
Chapitre huit : TRANSPORTS SOLIDES ET MATIÈRES DISSOUTES	393
Chapitre neuf : LES AMÉNAGEMENTS FLUVIAUX ET HYDRO-ÉLECTRIQUES	407
Conclusions sur la monographie de l'Oubangui	417
Bibliographie	
Table des matières	

Facteurs géographiques conditionnels du régime

Chapitre 1

L'Oubangui est l'un des principaux tributaires du fleuve Congo. Il prend son nom à la jonction de deux rivières : l'Uele (appelé également Ouellé ou Makoua) et le Mbomou (dit encore Bomu ou Kengou), entre Ouango et Limassa. En ce point, l'Oubangui est à 1 100 km de son confluent avec le Congo, mais l'ensemble Uele-Oubangui dépasse 2 200 km de longueur.

Le confluent avec le fleuve Congo est à l'altitude 304 m, d'après un point coté de la carte IGN au 1/200 000, altitude déterminée très probablement par nivellement barométrique (donc à quelques mètres près).

L'Uele, dont le cours est entièrement zaïrois, est le principal tributaire de l'Oubangui. Il prend sa source vers 1 700 m d'altitude, sur l'interfluve Congo-Nil. Sa longueur est de l'ordre de 1 170 km.

Le Mbomou a une longueur de 966 km. Il prend sa source à la frontière entre le Soudan, le Zaïre et le Centrafrique, à une altitude d'environ 720 m.

1.1. Situation et cartographie

Le bassin de l'Oubangui est en majorité situé au Centrafrique (Figure 1.1). Pour une superficie totale de 643 900 km², 254 800 se situent au Zaïre (soit 39 %), 37 900 au Congo (6 %) et 352 000 au Centrafrique, soit 55 %. L'estimation des 643 900 km² est en accord tant avec une évaluation de J.P. Thiébaux (637 500 km²) qu'avec celle de l'Agence transcongolaise des communications (1973) qui indique 655 000 km². Par contre, avec ses 775 000 km², l'évaluation de P. Vennetier, en 1965, est surestimée, de même que celle donnée par l'« Annuaire hydrologique du Congo belge et du Ruanda-Urundi » et qui serait, elle aussi, de cet ordre de grandeur.

Le bassin s'étend de la latitude 00°30' sud à 09°16' nord, tandis qu'en longitude il va de 015°35' est à 030°57' est.

Pour la partie du bassin située au Centrafrique et au Congo, les documents topographiques sont :

- Cartes du Monde au 1/1 000 000, type OACI, éditées par l'Institut géographique national (IGN) :
 - Am Timan,
 - Bangui,
 - Bangassou,
 - Ouessou,
 - Lac Léopold II ;
- Cartes de l'Afrique centrale au 1/200 000, éditées par l'IGN (consulter le catalogue de l'IGN pour le découpage) ;



Figure 1.1
 Carte de situation.

- Carte oro-hydrographique au 1/1 000 000, établie par Y. Boulvert et éditée par l'Orstom (BOULVERT Y., 1985).

Pour le Zaïre, les documents disponibles sont :

- Cartes du Defense Mapping Agency Topographic Center, Washington, D.C., à l'échelle du 1/2 000 000 ;
- Cartes du Monde au 1/1 000 000 ;
- Cartes aéronautiques au 1/1 000 000 (Operational Navigation Chart), publiées par le Defense Mapping Agency Aerospace Center, St-Louis, Missouri.

Pour la détermination des facteurs physiques, nous avons employé le plus possible les cartes au 1/200 000 pour la mesure de la superficie des bassins. Les autres paramètres ont été mesurés sur la carte oro-hydrographique au 1/1 000 000 et sur les cartes au 1/2 000 000 pour la partie zaïroise.

1.2. Forme, surface, relief

Le bassin de l'Oubangui présente une forme allongée dont la partie amont est orientée est-ouest tandis que la partie aval s'incurve vers le sud un peu en amont de Bangui.

La longueur du bassin est d'environ 1 800 km tandis que sa largeur moyenne serait de l'ordre de 500 km.

Il faut noter la très nette dissymétrie entre rive gauche et rive droite. La largeur du bassin en rive gauche est bien souvent inférieure à 50 km, descendant même à 18 km au droit de Mobaye. En rive droite, cette largeur varie entre 100 et 480 km.

Le relief est peu marqué :

- 8 % se situe entre 800 et 1 000 m ;
- 67 % se situe entre 500 et 800 m ;
- 22 % se situe entre 304 et 500 m.

En fait, l'Oubangui et ses affluents drainent une succession de plateaux limités par trois zones de relief plus accentué.

La première est située en prolongement des Monts Bleus, dans la partie amont de l'Uele, le long de l'interfluve Congo-Nil. C'est l'extrémité la plus orientale du bassin, en bordure du rift africain. Là se trouve le point le plus élevé de tout le bassin oubanguien : d'après la carte aéronautique ONC-L5, son altitude

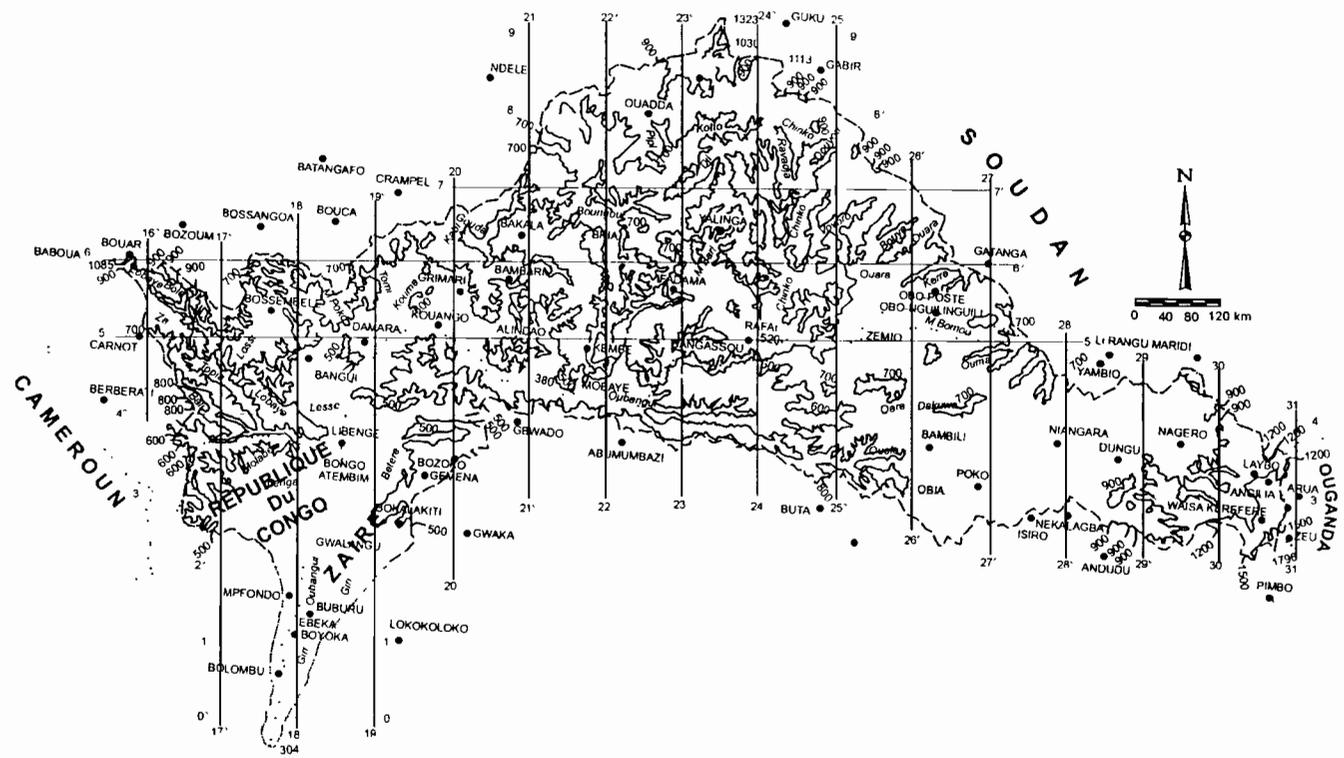


Figure 1.2

Bassin de l'OUBANGUI relief et hydrographie.

serait de 1 796 m (02°31' nord-030°45' est). Il est à noter que, sur l'Atlas universel, publié conjointement par le journal Le Monde et le Sélection du Reader's Digest, ce point culminant serait le mont Alexia, d'altitude 1 727 m (02°30' nord, 030°32' est). Mais ce sommet ne figure sur aucune autre carte ou atlas. Il est bien probable qu'il s'agisse du même culminant, l'écart entre les deux positions géographiques n'étant que de 24 km.

La seconde zone de relief se situe au nord-est du bassin, à la limite de l'interfluve Congo-Nil et Congo-Chari : c'est le massif du Dar Chala, avec quelques sommets d'altitude supérieure à 1 000 m dont le mont Ngaya (1 323 m), le Djébel Ramboukindi (1 030 m), le mont Gaouara (1 025 m) et plus à l'est le mont Abourassein (1 113 m).

La dernière zone se situe au nord-ouest, dans la région de Bouar. Elle limite le cours amont de la Lobaye (source vers 1 040 m) avec un point culminant d'altitude 1 085 m. Cette zone marque la limite est de la continuation du massif de l'Adamaoua.

Entre Bouar et le massif du Dar Chala, BOULVERT Y. (1987) signale une erreur topographique reportée d'atlas en atlas : il n'existe pas, à l'ouest du col Quijoux (route Ouadda-Birao) de "massif des Bongo culminant à 1 400 m", seulement à cet endroit un plateau d'altitude voisine de 950 m.

La prédominance des plateaux n'empêche pas l'existence, sur les rivières, de zone de rapides. Tel est le cas de l'Oubangui, du Mbomou, de la Kotto, de la Mpoko, de la Mbali, de la Lobaye, etc.

Le bassin de l'Oubangui a été décomposé en 25 bassins, chacun correspondant à une station hydrométrique de longue durée (23 années d'observation en moyenne).

Pour chaque bassin, on a calculé :

– sa superficie A km².

– son périmètre P km ;

– le coefficient de forme de Gravelius $C = \frac{0,282P}{\sqrt{A}}$;

– la longueur du rectangle équivalent $L_{\text{eq}} = \frac{C\sqrt{A}}{1,128} \left[1 + \sqrt{1 - \left(\frac{1,128}{C} \right)^2} \right]$;

– l'indice de pente de Roche $I_p = \frac{1}{\sqrt{L}} \sum_{i=1}^n \sqrt{a_i \cdot d_i}$;

(où a_i représente la portion de la surface A du bassin comprise entre les courbes de niveau cotées c_i et c_{i+1} et $d_i = c_i - c_{i+1}$) ;

- l'indice global de pente, à partir des altitudes occupant 5 et 95 % du bassin, sur la courbe de répartition hypsométrique $I_g = \frac{H_{95\%} - 5\%}{L}$ (en m / km) ;
- l'altitude moyenne.

L'ensemble des résultats est donné par le tableau 1, avec en plus les altitudes maximales et minimales.

En conclusion nous voyons que sur 25 bassins, 16 d'entre eux ont un coefficient de forme supérieur ou égal à 1,50, dont 3 supérieur à 1,80. Le coefficient de forme du bassin de l'Oubangui à son confluent avec le Congo atteint même la valeur de 2,05. Pour les 9 autres bassins un peu plus compacts, nous noterons le Mbokou à Obo, avec un coefficient de 1,20, suivi par la Bangui-Kété à Alindao (1,24).

Les altitudes moyennes sont peu élevées : elles sont comprises entre 446 m (Lessé à Bombé) et 840 m (Pipi à Ouadda). Nous avons affaire, ici, à des bassins dont la caractéristique de pente se rapproche des bassins du Chari plutôt que de ceux des rivières camerounaises. L'indice global de pente est, dans la plupart des cas, inférieur à 1 m/km. Quant à l'indice de Roche, il est toujours inférieur à 0,01.

Au vu de ces faibles pentes, les débits spécifiques de crue ne seront pas très importants.

1.3. Réseau hydrographique

Pour ce paragraphe, nous reprendrons en très grande partie le texte de BOULVERT Y. (1987) qui accompagne la notice explicative de sa carte oro-hydrographique.

Il faut distinguer dans le cours de l'Oubangui trois grandes divisions : l'Oubangui supérieur, moyen et inférieur.

L'Oubangui supérieur est représenté par le Mbomou, l'Uele et leurs affluents.

Le cours moyen commence au confluent Mbomou-Uele et se termine au confluent Oubangui-Lobaye, juste à l'aval du seuil de Zinga. Il ne reçoit presque uniquement que des affluents de rive droite dont les principaux sont la Kotto, la Ouaka, la Mpoko et la Lobaye. En aval de Zinga, l'Oubangui rejoint le Congo à travers une forêt marécageuse et un dédale d'îles : c'est le Bas Oubangui (Oubangui inférieur), sans aucun tributaire important.

Tableau 1
Caractéristiques de forme des bassins

Bassins	Superf. km ²	Per km	C	L Km	Ip	I _g m/K	Altitudes (m)		
							max	moy	min
Oubangui au confluent	643 900	5 840	2,05	2 680	0,017	0,20	1 620	627	303
Oubangui à Zinga	521 900	4 607	1,80	2 049	0,02	0,27	1 620	655	332
Oubangui à Bangui	488 500	4 175	1,68	1 819	0,021	0,29	1 620	659	345
Oubangui à Mobaye	403 800	3 701	1,64	1 594	0,021	0,29	1 620	691	383
Mbomou à Bangassou	119 050	1 896	1,55	799	0,022	0,35	1 054	650	470
Mbomou à Zémio	27 700	748	1,27	272	0,027	0,53	803	647	550
Mbokou à Obo	5 960	328	1,20	110	0,035	0,94	803	657	609
Uele	139 700	2 476	1,87	1 112	0,027	0,60	1 620	758	395
Bili	21 400	839	1,62	360	0,030	0,62	780	591	395
Ouara à Dembia	19 590	819	1,65	354	0,026	0,58	861	653	535
Chinko à Rafai	52 060	1 180	1,46	482	0,028	0,53	1 054	669	510
Mbari à Loungouba	23 600	816	1,50	338	0,028	0,56	850	577	472
Pipi à Ouadda	2 500	245	1,38	97	0,055	2,69	1 030	840	700
Kotto à Bria	60 590	1 250	1,43	505	0,029	0,58	1 114	722	555
Kotto à Kembé	77 750	1 710	1,73	752	0,026	0,48	1 114	688	415
Bangui-Kété à Alindao	4 560	296	1,24	104	0,046	1,55	708	523	426
Ouaka à Bambari	29 730	915	1,50	379	0,029	0,65	820	560	410
Tomi à Sibut	2 610	250	1,38	99	0,048	1,80	665	529	405
Ombella à Bossélé	3 020	252	1,29	94	0,057	2,93	700	517	380
Mbali à Boali (Usine)	4 410	396	1,68	172	0,036	1,10	760	657	476
Mpoko à Bossélé-Bali	10 460	558	1,54	234	0,038	1,25	720	583	355
Mpoko à Bimbo	25 630	752	1,32	287	0,039	1,33	809	613	345
Lesse à Bombé	1 300	224	1,75	99	0,054	2,31	730	446	357
Lobaye à Kédingué-Yawa	11 170	585	1,56	247	0,046	1,55	1 082	707	459
Lobaye à Mbata	30 300	1 070	1,73	471	0,036	0,96	1 082	619	338

1.3.1. L'Oubangui supérieur

■ 1.3.1.1. Le Mbomou et ses affluents

Le Mbomou est, avec l'Uele, l'affluent constitutif de l'Oubangui. Avec ses multiples méandres, il atteint une longueur de 966 km. Il prend sa source, vers 720 m d'altitude, au pied de la borne frontière 755, à la limite du Soudan, du Zaïre et du Centrafrique près de la ville soudanaise d'Ezo. Son cours est orienté est-ouest.

À Kadjéma, il reçoit en rive gauche le Mbokou, de longueur similaire : 235 km au lieu de 242 au confluent, ce qui avec une dénivelée de 144 m, représente une pente moyenne de 0,61 m/km puis la Kéré, longue de 171 km (pente moyenne 0,91 m/km), toujours en rive gauche.

Ensuite vient son confluent avec le Bakalé, en rive droite, puis le Gwane en rive gauche. Dans cette partie, le Mbomou pourrait être encore navigable pour des embarcations de faible tirant d'eau : la mission Marchand l'avait emprunté pour rejoindre le Nil à Fachoda, via le Bahr El Ghazal (Soudan).

À Dembia, il reçoit la Ouara (ou Wura), longue de 528 km, elle-même grossie de la Ngoangoa, longue de 264 km (pente moyenne 0,83 m/km). Rivières de régime temporaire dans leur partie amont, elles coulent tout d'abord en sens opposé, parallèlement à la frontière soudanaise. Jusqu'à environ 35 km du confluent avec le Mbomou, la Ouara a un profil d'équilibre presque parfait (GERARD J. ET MESTRAUD J.L., 1958) mais sa partie aval est parsemée de seuils rocheux en suite presque ininterrompue. La pente de la Ouara est de 0,58 m/km en amont de son confluent avec la Ngoangoa et seulement 0,19 m/km en aval.

En aval de Dembia, le Mbomou traverse quelques seuils rocheux, avant d'être rejoint par le Chinko, de cours nord-sud. Il importe de signaler une erreur de toponymie sur la carte IGN, qui baptise Chinko un de ses affluents. La rivière dénommée Pape correspond au véritable Chinko.

Le cours du Chinko, long de 658 km, a été en grande partie suivi en 1911 par le capitaine Jacquier qui en détermina la source permanente à environ 910 m sur l'interfluve Congo-Nil.

Le Chinko, après un parcours de 296 km, reçoit le Botou (longueur 164 km, pente moyenne 1,04 m/km) en rive droite puis le Vovodo (longueur 363 km, pente moyenne 0,70 m/km) en rive gauche. Ensuite son cours est entrecoupé de rapides jusqu'à Rafai et même jusqu'à son confluent.

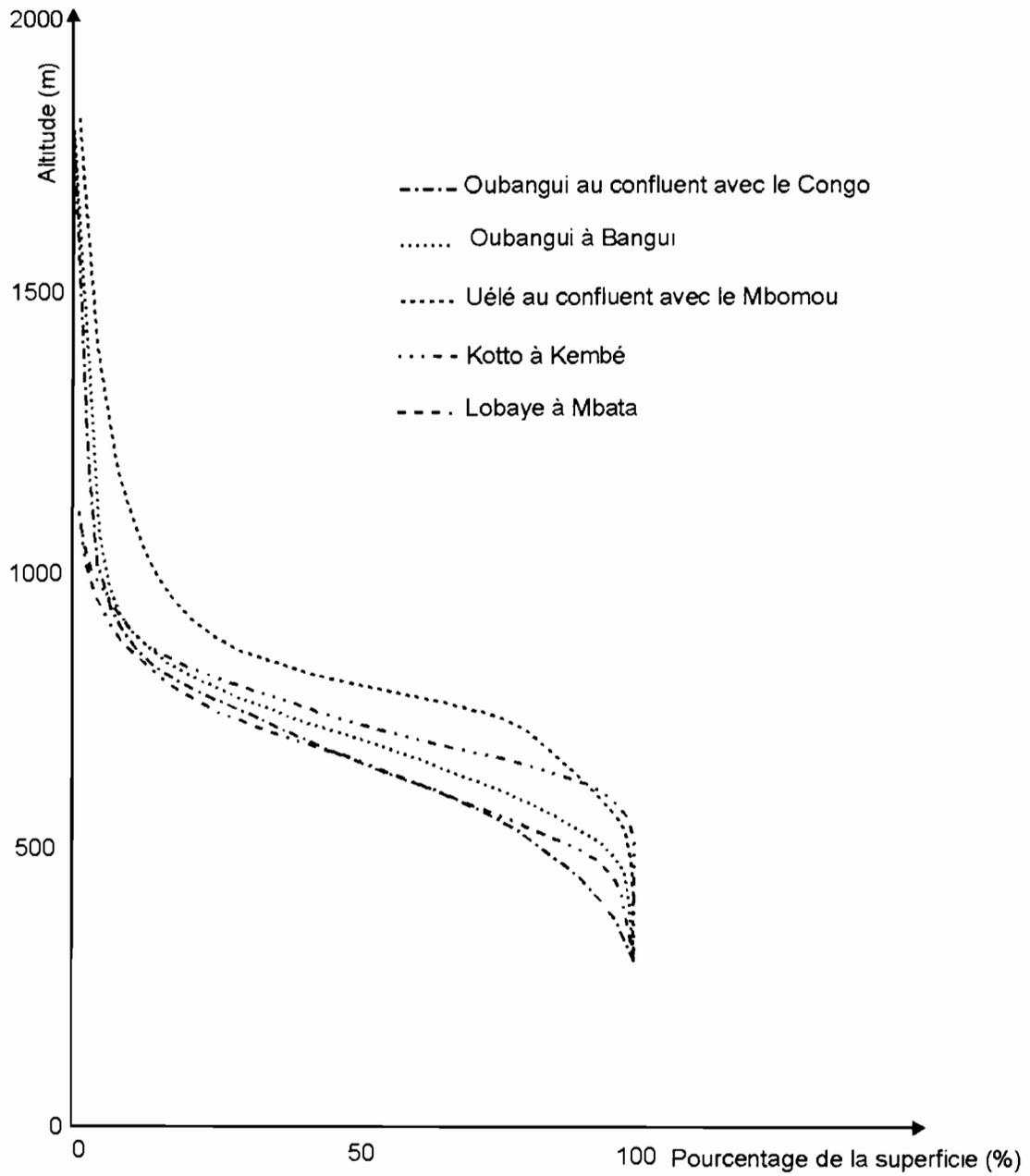
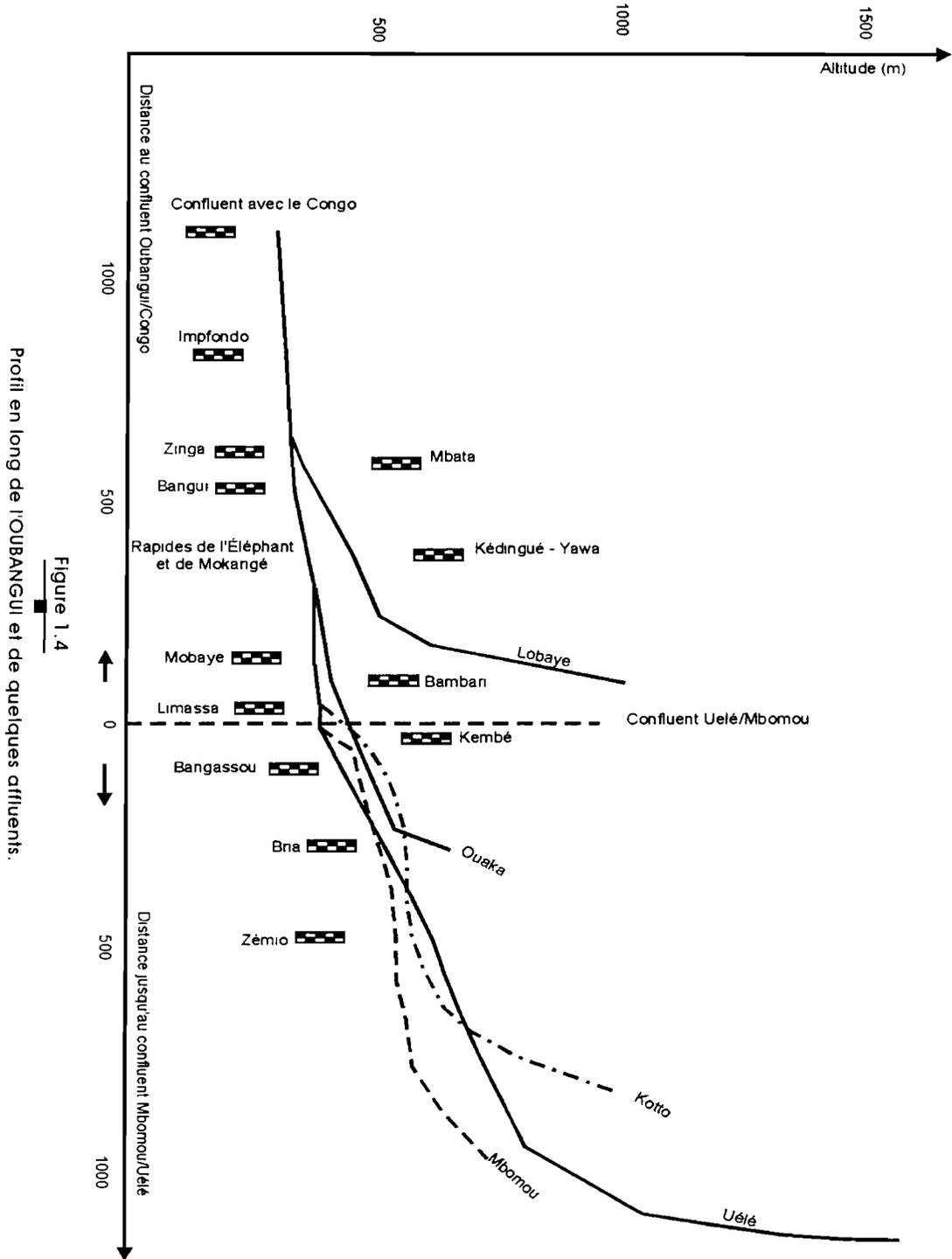


Figure 1.3

Hypsométrie de quelques bassins oubanguiens.



La pente moyenne du Chinko est de 0,64 m/km. Cette pente décroît comme suit :

Distance à la source (km)	Pente (m/km)	
0		Source
	15	
8		
	2,4	
55		
	0,38	
296		Confluent avec le Botou
	0,23	
518		Confluent avec le Vovodo
	0,25	
636		Rafaï
	0,18	
658		Confluent du Mbomou

Le Mbomou franchit ensuite quelques rapides, puis entre dans le domaine de la forêt dense dite du Mbomou et atteint la ville de Bangassou, à 870 km de sa source. Une vingtaine de kilomètres plus loin, il reçoit le Mbari, en rive droite, dont le cours est long de 426 km. Cette rivière prend sa source vers 720 m d'altitude. Elle reçoit à gauche la Ganga, à droite le Kobou puis le Zako (longueur 156 km, pente moyenne 1,08 m/km). La pente moyenne du Mbari est de 0,57 m/km.

Après le confluent du Mbari, vient une série de rapides dont l'un a été baptisé "chutes Hanssens" en 1890, du nom du premier explorateur qui découvrit l'Oubangui le 18 avril 1884.

Un peu plus loin, le Bili rejoint le Mbomou en rive gauche. Cette rivière est entièrement dans le territoire zaïrois. Elle coule est-ouest. Son cours mesure 425 km, avec une pente moyenne de 0,76 m/km.

Une vingtaine de kilomètres plus bas se situe le confluent avec l'Uele et le début de l'Oubangui proprement dit.

La pente moyenne du Mbomou est de 0,34 m/km. Elle diffère suivant les tronçons de son cours :

Distance à la source (km)	Pente (m/km)	
0		Source
	3,45	
11		
	0,45	
242		Confluent du Mbokou
	0,19	
352		Confluent du Kéré
	0,07	
488		Zémio
	0,17	
892		Confluent du Mbari
	1,46	
938		Ouango
	0,18	
966		Confluent avec l'Uele

Le profil d'équilibre paraît atteint depuis la source jusqu'au confluent du Mbari, mais il ne l'est plus en aval des rapides (Chutes Hanssens).

1.3.1.2. L'Uele

Tout comme le Bili, l'Uele est entièrement situé en territoire zaïrois. L'importance respective des débits de l'Uele et du Mbomou fut au cœur de la rivalité coloniale franco-belge (BOULVERT Y., 1985), il y a bientôt un siècle. En effet, premiers parvenus au confluent, avec Van Gele, les Belges s'efforcèrent de faire croire que le cours amont de l'Oubangui était le Mbomou et non l'Uele. L'envoyé français V. Liotard voulut démontrer qu'il n'en n'était rien en comparant les deux rivières. Les 21 et 24 avril 1892, il indique pour chaque rivière un débit de 751-758 m³/s pour l'Uele et de seulement 676-455 m³/s pour le Mbomou.

Pour V. Liotard, l'Uele est bien la branche mère de l'Oubangui.

En fait, lors de la convention franco-belge de 1894, les Belges, premiers occupants, feront admettre la frontière sur le Mbomou et on ne cherchera plus à comparer le débit des deux rivières. Nous verrons plus loin, dans cette monographie, que V. Liotard avait vu juste.

L'Uele, qui prend sa source vers 1 700 m d'altitude, a une longueur de 1 170 km. Son cours amont, jusqu'à Dungu (soit à 350 km de sa source) prend le nom de Kibali. La variation de la pente du Uele est la suivante :

Distance à la source (km)	Pente (m/km)	
0		Source
	30	
10		
	10	
30		
	3,77	
83		
	1,38	
228		
	0,49	
350		Dungu
	0,40	
450		
	0,37	
720		
	0,43	
950		
	0,48	
1170		Confluent avec le Mbomou

Le principal tributaire de l'Uele est, en rive droite, l'Uere, long de plus de 400 km. Depuis ce confluent, il présente jusqu'à sa jonction avec le Mbomou, 370 km plus loin, un bassin versant particulièrement étroit d'environ 40 km de large.

1.3.2. Le Moyen Oubangui

■ 1.3.2.1. L'Oubangui proprement dit

Comme nous l'avons déjà dit plus haut, son cours est marqué par l'inexistence d'affluents conséquents en rive gauche.

La confluence Mbomou-Bili-Uele est caractérisée par des types d'eaux totalement différents sur chacune de ces rivières. Les photographies aériennes de l'IGN (008-009 de la Mission Bangassou NB34 V-1955-1956) montrent un banc de sable, l'île Bonzo, juste en aval du confluent. On note que les eaux du Uele, d'aspect gris foncé sur la photographie, encadrent cette île et repoussent vers le nord les eaux du Mbomou d'aspect gris plus clair. Les eaux du Bili apparaissent très sombres, probablement en raison de l'abondance des suspensions organiques, son bassin étant en grande partie situé en zone forestière. Les transports en suspension sont ainsi floculés et se déposent. Ces eaux forment un liséré, de largeur décroissante 100 m, 50 m ... séparant, sur plusieurs kilomètres en aval du confluent, les eaux de l'Uele de celles du Mbomou. Nous retrouvons ici, à une échelle bien plus modeste, ce que l'on observe spectaculairement sur l'Amazone au confluent Rio Negro-Rio Solimoes où les eaux noires du premier mettent plus d'une centaine de kilomètres pour se mélanger aux eaux chargées du second.

Avant de bifurquer vers le sud à Bangui, l'Oubangui suit une direction grossièrement est-ouest. La pente est faible, sa vallée présente après le confluent avec la Kotto, à Limassa, deux importants rétrécissements aux rapides de Satéma et de Mobaye.

Il s'infléchit vers le nord-ouest, reçoit la Bangui-Kété puis la Ouaka. Bientôt son cours s'oriente au sud-est. Il laisse au nord de cette "boucle" une plaine herbeuse parsemée de quelques rôniers. Cette plaine de Diguili, large de 1 à 4 km, s'allonge sur près de 40 km, parallèlement à la rivière. Il s'agit là d'un ancien bras comblé par les alluvions sableuses ; certains ont pu y voir les traces d'un ancien lac central (lac Liba ou Fiba).

Ce brutal changement de direction de l'Oubangui fait ressortir de temps à autre l'hypothèse (BORGNEZ G., 1935) d'un ancien déversement vers le Chari ou d'une capture de l'Oubangui par un petit affluent de la Mpoko (WAUTERS A.J., 1894-1914) à travers les rapides de Bangui-Zongo.

L'Oubangui reçoit la Kémo à Possel, puis l'Ombella avant d'entrer dans une zone de défilés ; son lit se rétrécit à seulement 400 m à Palambo. Vient ensuite une série de rapides dont les plus importants sont, de l'amont vers l'aval, ceux de Mokangé, de l'Éléphant et enfin ceux de Bangui-Zongo.

C'est au droit des rapides de Bangui-Zongo qu'un poste fut fondé en juin 1889, il fut baptisé par A. Dolisie du nom de « Bangui » qui signifie, en langue bobangui : « les Rapides ».

À la sortie de Bangui, l'Oubangui reçoit la Mpoko, grossie de la Pama. Obliquant plein sud, il pénètre dans un appendice de la plaine congolaise et rencontre son ultime obstacle à Zinga. Aussitôt après, il reçoit son dernier gros affluent, la Lobaye.

Le cours du Moyen Oubangui a une longueur de 638 km. Sa pente moyenne est de 0,10 m/km, qui se décompose en divers tronçons :

Distance (km) à l'origine	Pente (m/km)	
0		Confluent Mbomou-Uele
	0,04	
45		
	0,10	
84		
	0,09	
151		Mobaye
	0,06	
327		
	0,19	
417		Possel
	0,17	
447		
	0,16	
532		Bangui
	0,03	
611		Zinga
	0,22	
638		Confluent avec la Lobaye

1.3.3. Les affluents du Moyen Oubangui

■ 1.3.3.1. La Kotto

La Kotto (appelée aussi Kouta ou Kota) a un cours de 882 km de long. Elle prend sa source à 1 000 m d'altitude dans le massif du Dar Chala, où elle n'a été localisée qu'en 1924 par la Mission Grossard-Pearson alors que son embouchure avait été repérée dès janvier 1888 par Van Gele.

Dirigé vers le sud, son cours, d'abord sinueux, se heurte à une succession de seuils.

Après les apports du Kawadjia (longueur 131 km, pente moyenne 2,37 m/km) et de la Koumou (longueur 114 km, pente moyenne 3,32 km) elle reçoit la Pipi (longueur 182 km, pente moyenne 1,76 m/km) Puis elle est rejointe par le Njii (longueur 238 km, pente moyenne 0,66 m/km) et, avant Bria, par la Boungou (longueur 282 km, pente moyenne 1,13 m/km).

Entre Bria et Ira-Banda, la vallée, orientée nord-sud, est large mais ensuite plusieurs étranglements rocheux l'entrecourent d'accidents : chutes de Ngolo, couloir du Lindiri, rapides de Mboutou et enfin chutes de Kembé, pour ne citer que les principaux. Les chutes de Kembé, avec leurs vingt mètres de dénivellation, ont fait depuis longtemps l'objet d'études pour une utilisation hydro-électrique.

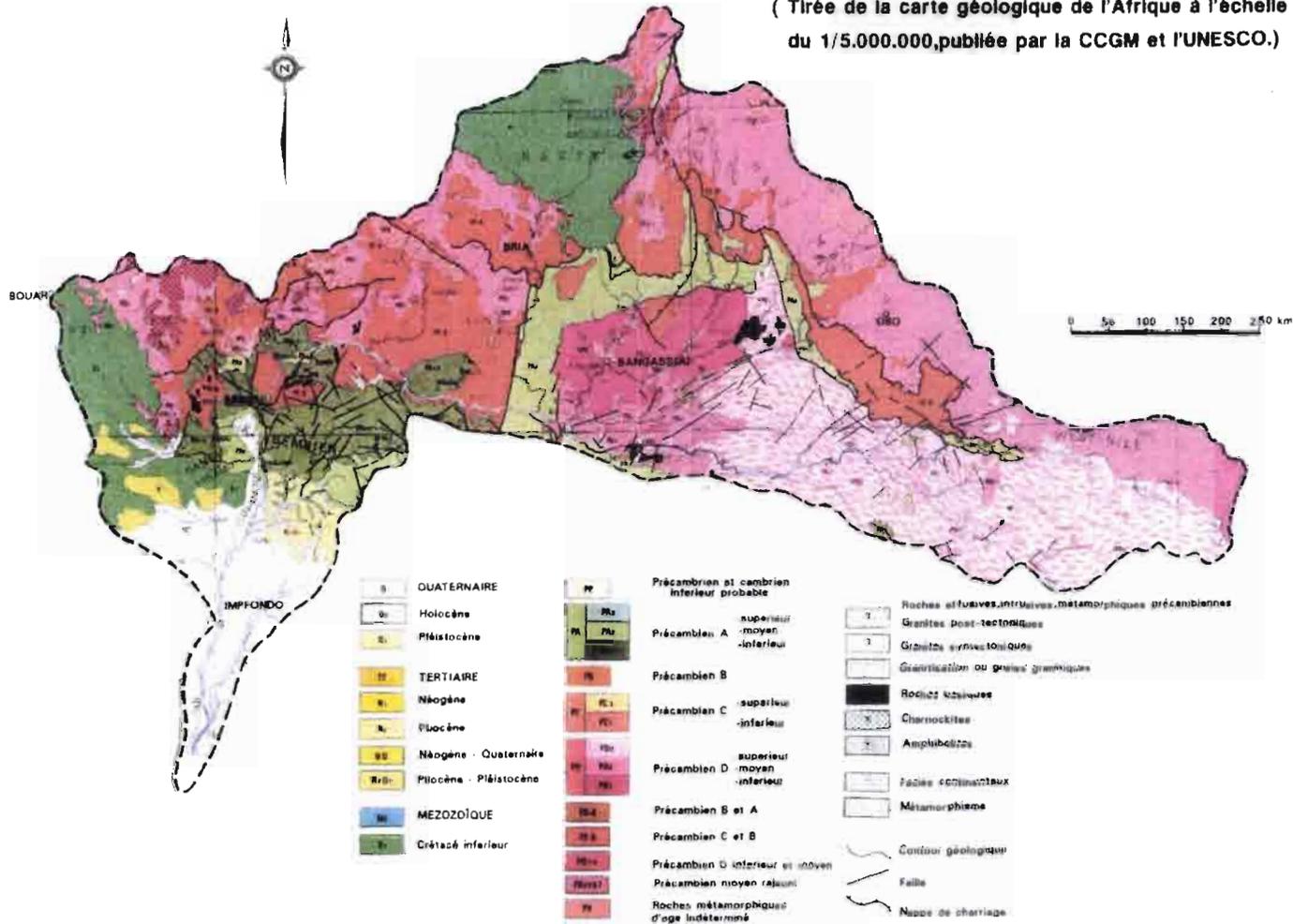
La pente moyenne, sur les 882 km, est de 0,69 m/km. En fait, elle se répartit ainsi dans les divers tronçons :

Distance à la source (km)	Pente (m/km)	Source
0		Source
	5,8	
20		
	1,39	
189		
	0,56	
257		
	0,40	
341		
	0,21	
419		
	0,51	
486		
	0,16	
596		
	0,36	
652		
	0,58	
772		
	1,37	
807		Kembé
	0,12	
882		Confluent avec l'Oubangui

Ces diverses fluctuations de pente indiquent que la Kotto convient mieux aux aménagements hydro-électriques qu'à la navigation.

GEOLOGIE DU BASSIN DE L'OUBANGUI

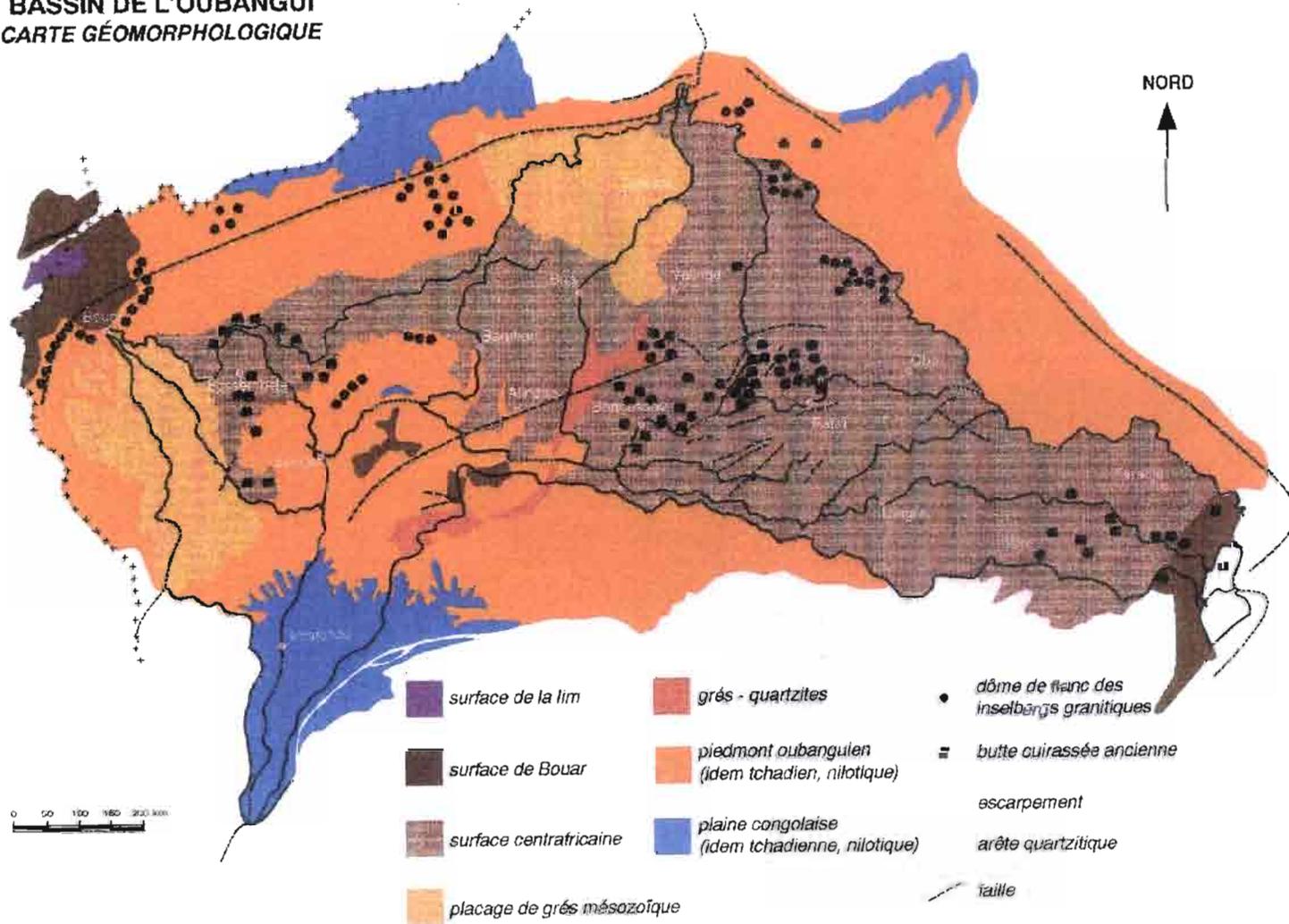
(Tirée de la carte géologique de l'Afrique à l'échelle
de 1/5.000.000, publiée par la CCGM et l'UNESCO.)



BASSIN DE L'OUBANGUI
CARTE GÉOMORPHOLOGIQUE

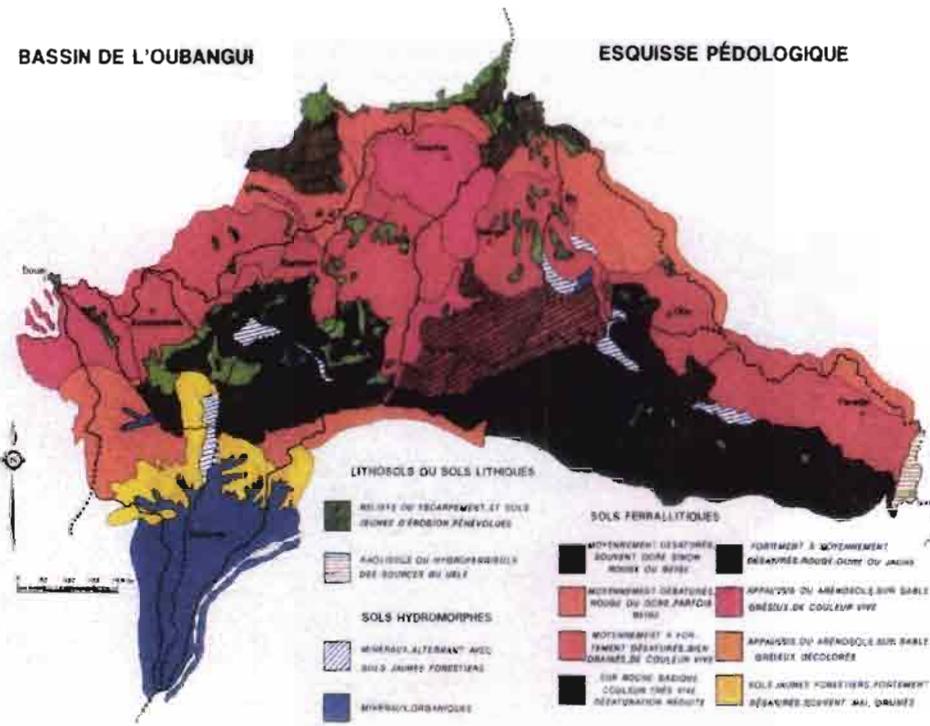
J. Calède, Y. Boulivert, J.P. Thiébaux

33

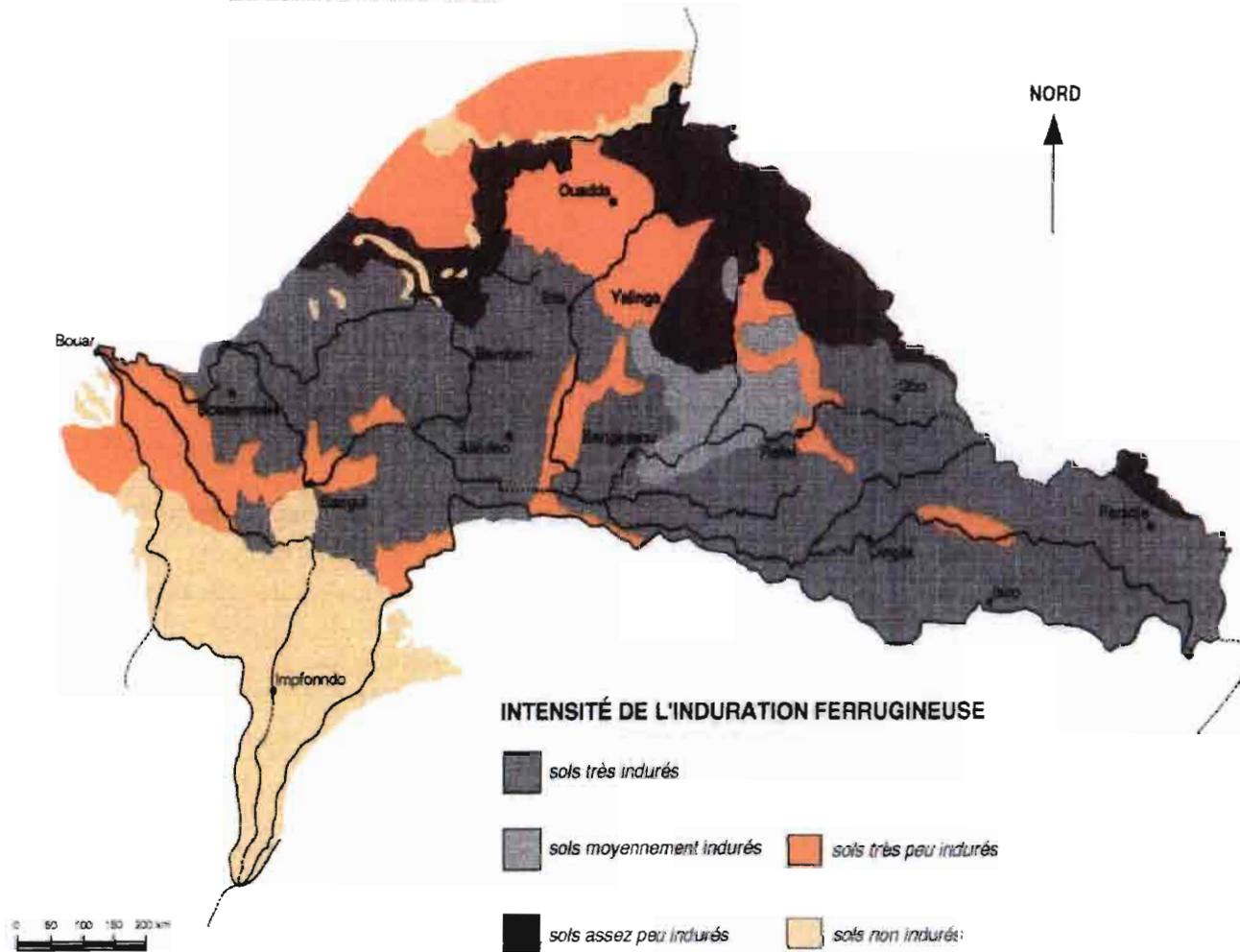


BASSIN DE L'OUBANGUI

ESQUISSE PÉDOLOGIQUE



BASSIN DE L'OUBANGUI INTENSITÉ DE L'INDURATION FERRUGINEUSE



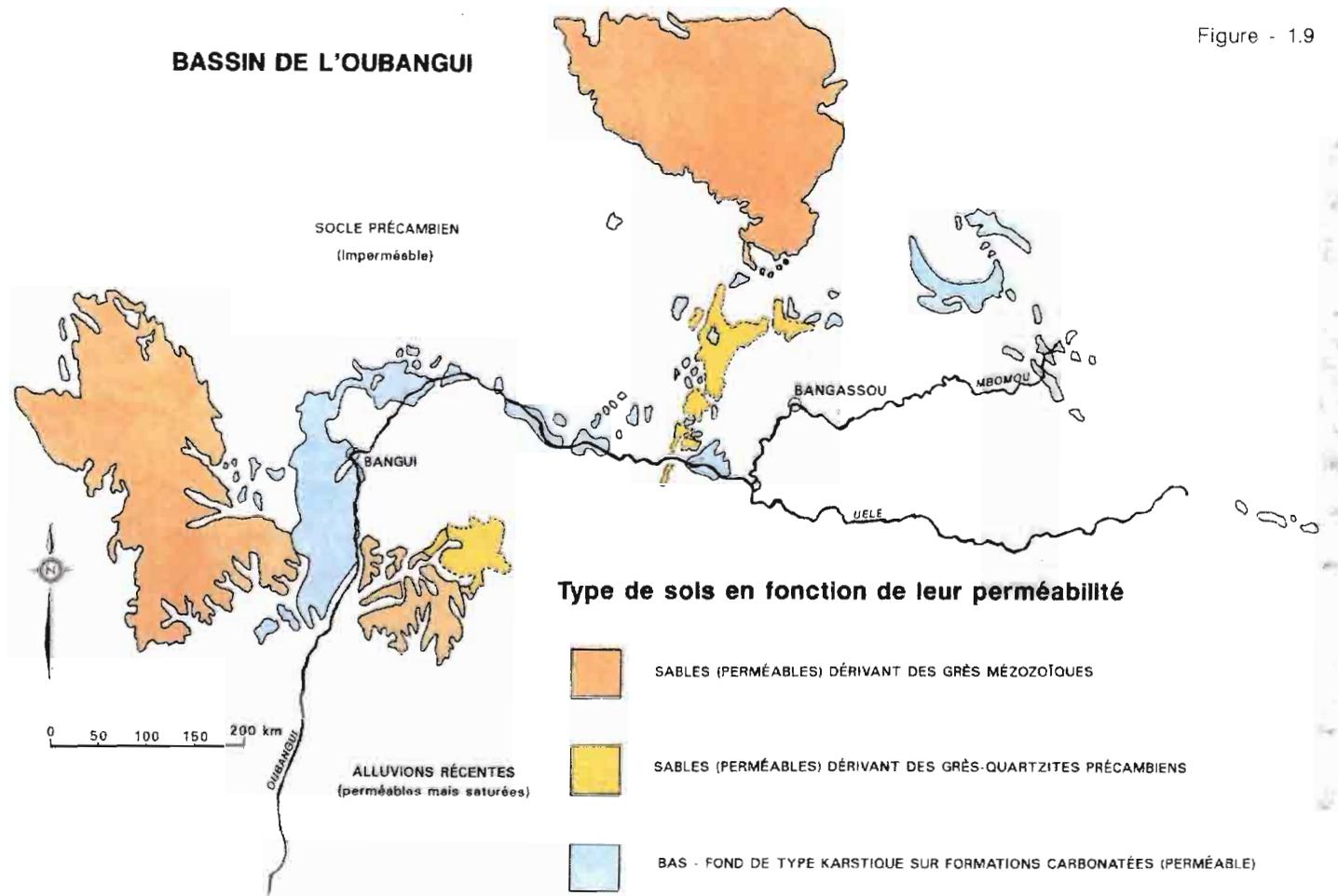


Figure - 1.9

1.3.3.2. La Bangui-Kété

La Bangui-Kété (ou Bangui-Kette ou Bangi Kette) prend sa source au nord-ouest de Mingala, vers 560 m d'altitude. Près de Gounouman, elle reçoit l'Euwou, puis traverse la ville d'Alindao, avant de rejoindre l'Oubangui après un parcours de 232 km. Sa pente moyenne est de 0,8 m/km. Son profil d'équilibre est pratiquement atteint en amont d'Alindao.

1.3.3.3. La Ouaka

La Ouaka a un cours moins long et moins complexe que celui de la Kotto. Elle prend sa source vers 650 m, au sud-ouest du plateau d'Ouadda. Coulant d'abord vers le sud-ouest, elle oblique ensuite vers le nord-nord-ouest dans la direction du Koukourou, donc du bassin tchadien. Il est possible que la Ouaka se soit autrefois déversée dans cette direction (BESSELES B., 1962), (BORGNEZ G., 1935).

Elle reçoit en rive droite la Youhamba, de 95 km de cours (pente moyenne 2,5 m/km) et se dirige ensuite vers le sud, après avoir reçu l'apport de la Baidou, de 221 km de longueur (pente moyenne 0,95 m/km). La Baidou reçoit, avant son confluent, les apports de la Kouchou puis de la Youngou.

La Ouaka traverse Bambari. Ensuite sa vallée s'élargit et elle se jette dans l'Oubangui après un cours de 611 km. Sa pente moyenne, 0,47 m/km, décroît régulièrement de l'amont vers l'aval :

Distance à la source (km)	Pente (m/km)	
0		Source
	1,6	
14		
	1,4	
46		
	0,37	
129		
	0,36	
300		Bakala
	0,40	
385		Bambari
	0,23	
611		Confluent avec l'Oubangui

1.3.3.4. La Kémo

Cette rivière est formée de la réunion de la Kouma et de la Tomi. Le cours proprement dit de la Kémo n'est que d'une dizaine de kilomètres. La Kouma est longue de 258 km. Sa source est à environ 600 m d'altitude et sa pente moyenne 1 m/km. Cette pente décroît progressivement de 5,6 m/km à 0,56 m/km.

La Tomi, qui passe à Sibut, a sa source vers 570 m. Elle est longue de 198 km, avec une pente moyenne de 1,1 m/km. La pente de cette rivière décroît régulièrement et la Tomi semble assez proche de son profil d'équilibre.

■ 1.3.3.5. L'Ombella

Appelée Yambélé dans sa partie amont, cet affluent de l'Oubangui prend sa source vers 600 m d'altitude. Elle reçoit le Bomi, traverse la route Damara-Sibut et divague dans un flat marécageux, souvent boisé, avant de rejoindre l'Oubangui. Longue de 180 km, sa pente moyenne est de 1,4 m/km. Comme la Tomi, l'Ombella est assez proche de son profil d'équilibre.

■ 1.3.3.6. La Mpoko

La Mpoko prend sa source à 80 km au nord-nord-ouest de Bossembélé, vers 690 m d'altitude. Elle coule d'abord vers le nord, en direction de l'Ouham, mais un brusque changement, d'origine structurale, l'entraîne vers l'est-sud-est. Elle reçoit l'apport du Vélembou et oblique vers le sud, puis reprend la direction sud-est, dans le prolongement de son petit affluent, le Boué. Ensuite son cours s'encaisse et se trouve entrecoupé par une succession de rapides. Après avoir franchi la route Bangui-Bossembélé, elle va recevoir l'apport de la Pama et se jeter dans l'Oubangui à l'aval immédiat de Bangui.

Longue de 350 km, la Mpoko a une pente moyenne de 1 m/km. Les variations de la pente de cette rivière sont :

Distance à la source (km)	Pente (m/km)	
0		Source
	12,5	
4	1,5	
27	0,8	
214	2,7	
239	0,16	
305	0,22	Route Bangui-Bossembélé
350		Confluent avec l'Oubangui

1.3.3.6.1. La Pama

La Pama, principal tributaire de la Mpoko (et, nous le verrons au chapitre 5, d'un débit annuel supérieur à la Mpoko), prend sa source vers 740 m, au sud de Yaloké. Elle coule d'abord vers le sud-est, puis une

succession de rapides précédés d'une première chute de 5 m la fait obliquer vers le sud. À une centaine de kilomètres de sa source, elle s'incurve vers l'est et franchit une succession d'arêtes rocheuses. Elle reçoit l'apport de la Mbi. Son cours, d'aspect très contourné en méandres, prend de l'ampleur en lisière de la forêt dense humide. Elle reçoit la Mbali puis se jette dans la Mpoko.

Son cours, long de 236 km, a une pente moyenne de 1,66 m/km. La pente de cette rivière varie comme suit :

Distance à la source (km)	Pente (m/km)	
0		Source
	7,1	
7		
	1,95	
48		
	6,7	
54		
	4,3	
76		
	1,5	
120		
	0,7	
163		Confluent de la Mbi
	0,18	
207		Confluent de la Mbali
	0,31	
236		Confluent avec la Mpoko

1.3.3.6.2. La Mbi

Elle prend aussi naissance près de Yaloké, vers 790 m d'altitude. À 110 km de sa source, elle tombe spectaculairement de 57 m. Longue de 200 km, sa pente moyenne est forte : 2,1 m/km. Les variations de la pente de la Mbi sont :

Distance à la source (km)	Pente (m/km)	
0		Source
	10,0	
7		
	0,8	
90		
	0,21	
109		Chutes (dénivelée : 57 m)
	4,55	
153		
	1,7	
200		Confluent avec la Pama

1.3.3.6.3. La Mbali

La Mbali (ou Lim) prend sa source vers 720 m. Son cours, dirigé d'abord vers le nord-est, s'infléchit progressivement vers le sud-est. À 190 km de sa source, elle tombe, en plusieurs chutes, de 120 m (Boali I et surtout Boali II). Ces chutes ont été aménagées pour la fourniture d'une bonne partie de l'électricité de la ville de Bangui. Un barrage vient d'être construit, à l'amont des chutes, pour soutenir un débit d'étiage souvent déficient.

Après un cours de 275 km, la Mbali se jette dans la Pama. Sa pente moyenne est de 1,35 m/km. La pente du cours d'eau varie comme suit :

Distance à la source (km)	Pente (m/km)	
0		Source
	3,6	
11		
	0,72	
178		
	5,0	
186		Amont des Chutes
	10,9	
195		Aval des Chutes
	0,63	
275		Confluent avec la Pama

1.3.3.7. La Lobaye

C'est la plus régulière des rivières du bassin oubanguien. L'orientation de son cours est nord-ouest-sud-est. Elle prend sa source tout près de Bouar, vers 1 040 m d'altitude et porte le nom de Bali jusqu'à Baoro. Sur ce tronçon, son cours est d'abord franchement torrentiel, puis se stabilise un peu. Après quelques rapides (à 78 km de sa source), elle coule dans une large vallée en forme de U.

La Lobaye reçoit, en rive gauche, la Toubaye (longueur 88 km, pente moyenne 5,1 m/km), la Losi (longueur 74 km, pente moyenne 3,45 m/km), puis la Topia (longueur 120 km, pente moyenne 2,4 m/km), en rive droite.

Après son confluent avec la Topia, la Lobaye présente quelques seuils rocheux avant de s'assagir à nouveau au sud du 4ème parallèle, sous couvert forestier.

Elle reçoit, en rive droite, la Mbaéré (ou Gbali), dont le cours est long de 272 km, avec une pente moyenne de 1,6 m/km. La Mbaéré est grossie du Bodingué. Ces deux rivières, ayant atteint leur profil d'équilibre, coulent dans une plaine marécageuse large de plus de 2 km.

La Lobaye, au lieu de continuer son chemin sud-sud-est pour rejoindre la Likouala-aux-Herbes (comme on le croyait au début du siècle) ou la Tokele-Ibenga, oblique brusquement vers l'est. Là commence une

succession de chutes et de rapides jusqu'au sud de Mbaiki.

Elle rentre ensuite dans la grande plaine oubanguienne et devient navigable jusqu'à l'Oubangui où elle se jette à la pointe Germanie, dont le nom évoque l'occupation allemande de 1912 à 1914.

Notons enfin une hypothèse relevée par S. Pieyns sur une publication probablement belge : autrefois la Mambéré (affluent de la Sangha) eut été un tributaire de la Lobaye. Elle aurait été capturée par la Sangha suite aux variations du niveau du fleuve Congo au Stanley Pool.

La Lobaye a un cours de 538 km, d'une pente moyenne de 1,25 m/km. La pente de ce cours se répartit comme suit :

Distance à la source (km)	Pente (m/km)	Source
0		Source
	17	
14		
	2,4	
64		
	5,8	
78		
	3,3	
90		
	0,82	
157		Zaoro-Yangua
	0,37	
278		Kédingué-Yawa
	0,57	
378		Confluent de la Mbaéré
	0,73	
460		
	0,17	
498		Mbata
	0,16	
538		Confluent avec l'Oubangui

1.3.4. Le Bas Oubangui

Peu après le confluent de la Lobaye, l'Oubangui sépara les territoires congolais et zaïrois. Il y est bientôt, vers le 2^e parallèle nord, bordé par une forêt marécageuse et entre au cœur de la cuvette congolaise. Son lit est encombré de bancs de sable qui rendent la navigation difficile surtout en basses eaux. L'équateur franchi, il se jette dans le Congo (ou Zaïre) à travers un dédale d'îles.

La longueur du Bas Oubangui est de 470 km avec une pente de 0,06 m/km.

1.4. Géologie du bassin de l'Oubangui-Uele

1.4.1. Introduction : Historique — Généralités

La géologie du bassin de l'Oubangui restait totalement inconnue il y a un siècle encore. Progressivement, des échantillons furent ramenés par des explorateurs, des officiers ou des administrateurs qui les firent examiner par des spécialistes. Citons L. LACOIN (1903), F. FOUREAU (1905), H. COURTET (1907), J. CORNET (1909) ... Du côté zaïrois, les premières explorations géologiques sont celles de J. Henry (1899-1900) puis Preumont dans l'Ituri-Uele. Les premiers essais de synthèses y sont dues à P. FOURMARIER (1932), L. CAHEN et J. LEPERSONNE (1951), J. LEPERSONNE avec G. Trottereau (1974). Des travaux complémentaires ont été effectués par le B.R.G.M. dans l'Équateur (P.M. Thibaut, 1983) et l'Uele (inédit).

De la même façon, la cartographie dans l'ex-A.E.F. a donné lieu à des approximations successives depuis E. LOIR (1918), M.E. DENAEYER et CARRIER (1928-1935), P. LEGOUX et HOURCQ (1943), M. NICKLES (1952), G. GÉRARD (1958). Pour le Centrafrique plus particulièrement, la présentation sera effectuée à partir de la synthèse de J.L. Mestraud (1963), MESTRAUD et BESSOLES (1982) complétée par le C.E.A. mais aussi J.L. POIDEVIN (1977 et à paraître), M. CORNACCHIA et L. GIORGI (1986), CORNACCHIA et al (1990) C. CENSIER (1989). À l'échelle de l'Afrique, il ne faut pas omettre de rappeler les cartes de synthèse au 1 : 5 000 000 éditées par l'Unesco en 1968 et 1982 (J. Sougy en dirigeait le comité de rédaction).

En première approximation, les parties basses du bassin de l'Oubangui constituent une portion de la cuvette congolaise formée de ceintures annulaires de dépôts sédimentaires étalées du Mésozoïque au Quaternaire. Les parties hautes du bassin reposent sur la dorsale précambrienne qui sépare les trois grands bassins africains : Congo-Tchad-Nil. Les diverses unités géologiques seront présentées régionalement à partir des synthèses de J.L. Mestraud et de J. Lepersonne, complétées des apports récents.

On peut voir qu'en un demi-siècle, les interprétations du Précambrien ont largement varié. À la conception de bouclier africain continu, s'est substituée la notion de cratons multiples séparés par des ceintures orogéniques plissées résultant de longues sédimentations dans les géosynclinaux occupant les zones mobiles intermédiaires. Citons les orogénèses éburnéenne (1850 ± 250 MA), kibarienne (1200 ± 100 MA) ou panafricaine (550 ± 100 MA). En fait il peut exister des noyaux archéens (2500 à 2800 MA) ou catarchéens (> 3000 MA) résiduels, non ou peu touchés par les orogénèses successives. Les radio-datations doivent progressivement permettre de résoudre ce problème complexe. En attendant, les méthodes de radio-datations ont évolué et il importe de bien savoir ce que l'on mesure : minéral, roche, âge du dépôt, âge du métamorphisme.

1.4.2. Géologie de la partie centrafricaine du bassin Oubanguien

■ 1.4.2.1. Formations de couverture

Dans la première synthèse géologique du Centrafrique, J.L. MESTRAUD (1963), MESTRAUD et BESSOLES (1982) évoque des dépôts quaternaires alluviaux mais n'en représente pas pour le bassin oubanguien, entièrement constitué par le socle précambrien, à l'exception de deux placages de grès mésozoïques, horizontaux et non métamorphiques. L'un formé par les grès de Carnot-Berbérati représente l'appendice septentrional de dépôts largement répandus dans la cuvette congolaise. Ces plateaux gréseux se situent à cheval sur les bassins de la Sangha et de la Lobaye, rivière profondément incisée au travers, souvent jusqu'au socle. Cette série fluvio-lacustre de grès fins à moyens, à stratifications entrecroisées, serait recouverte localement de sables et limons sableux de teinte beige et d'origine éolienne probable. La série correspondante dite des "plateaux de Bambio" se poursuivrait au nord Congo où elle serait l'homologue de la série des plateaux Batékés, reliée au Continental Terminal et par conséquent cénozoïque.

De la même façon, sur une superficie équivalente de 30 000 km², une bonne partie du bassin supérieur de la Kotto, au nord du bassin oubanguien est recouverte par les placages gréseux de Mouka-Ouadda, dont l'extrémité N.W. se rattache au bassin tchadien. Essentiellement constitués de grès blancs ou ocre, à ciment kaolineux et à stratifications entrecroisées, ces grès mésozoïques comportent également des bancs grossiers à galets de quartz ou quartzites et, au sommet, une carapace latéritique. Contrairement au plateau de Carnot, l'ensemble est massif, les rivières y sont peu incisées, même la Kotto. L'ensemble de ces grès est profondément altéré en sables, perméables par conséquent. Aussi ces deux plateaux gréseux constituent-ils deux réservoirs hydro-géologiques essentiels pour le bassin oubanguien.

■ 1.4.2.2. Socle précambrien. Groupe supérieur

J.L. Mestraud relate les interprétations successives de la constitution du socle précambrien au Centrafrique. En 1964 on reconnaissait une distinction essentielle entre un "groupe supérieur" ou Précambrien A couvrant près de 50 000 km² dans le bassin oubanguien centrafricain et un complexe de base ou précambrien D, couvrant 235 000 km² dans ce même bassin. Ce groupe supérieur se présente sous l'aspect de "bassins" relativement exigus étudiés séparément par les auteurs des diverses cartes géologiques de reconnaissances régionales au 1 : 500 000.

1.4.2.2.1. Série de Bangui-Mbaiki

La série de Bangui-Mbaiki, qui s'étend sur les bassins inférieurs de la Lobaye, de la Mpoko et de l'Ombella, a une constitution lithologique très variée. Elle comporte en toutes proportions des faciès siliceux : grès feldspathiques, grès fins, grès-quartzites (cf. collines de Bangui), des faciès argileux (argilites, schistes argileux, sèricito-schistes) et des faciès carbonatés (calcaires massifs, dolomitiques, parfois totalement silicifiés : cherts des rapides de Zinga). Des intrusions basiques très variées et des filons de quartz traversent indifféremment tous ces faciès. La stratigraphie adoptée en 1958 par G. GÉRARD : série (carbonatée) de

Bobassa surmontant la série (gréso-quartzitique) de Mbaiki rend insuffisamment compte de la complexité de cet ensemble qui se prolonge au Zaïre dans la boucle de l'Oubangui. Là, en 1950, B. ADERCA retenait au-dessus du complexe de base :

- un groupe de la Bembé (ou Liki-Bembé) avec trois systèmes :
 - système supérieur (schistes phylladeux intercalés de schistes calcaires),
 - système moyen (quartzites essentiellement),
 - système inférieur (phyllades avec poudingues, quartzites intercalés) ;
- lui-même surmonté par le groupe de l'Ubangi :
 - système supérieur (quartzito-gréseux essentiellement),
 - système inférieur (schisto-gréseu-calcaire).

La série de Bangui-Mbaiki est affectée de plissements et d'importants phénomènes de fracturation.

1.4.2.2. *Série de la Ouakini*

La série de la Ouakini (ou Wakini) du nom d'un petit affluent de la rive droite de l'Oubangui, au sud de Bianga, a été individualisée par F. FOGLIERINI et J.L. MESTRAUD (1953). Elle comporte des quartzites francs, des grès-quartzites, des quartzito-schistes, des séricito-schistes et des conglomérats. Les changements de faciès considérables compliquent l'établissement d'une stratigraphie. Outre le moindre degré de métamorphisme, cette série, à directions tectoniques est-ouest, s'individualise du complexe de base dont les structures sont sub-méridiennes.

1.4.2.3. *Séries de Fouroumbala, de la Banga, de la Tandja, de la Kosho et du Moyen-Chinko*

Cet ensemble dénommé d'abord "série faiblement métamorphique" et couvrant 20 000 km², s'étend au nord du "Groupe de l'Ubangi" (de B. ADERCA, 1950) entre Mobaye et Satéma : les grès-quartzites, faciès dominant de la série de Fouroumbala, paraissent être le prolongement du système supérieur quartzitique, tandis que les cherts de Kassa représentaient d'anciens faciès carbonatés silicifiés correspondant au système inférieur schisto-gréseu-calcaire. Des séries similaires étaient identifiées dans les années 50 dans les bassins de la Banga (au S.E. de Bria), de la Tandja (près du Nzako au S.W. de Yalinga). De même à l'est de Yalinga, était identifiée une série schistoquartzitique faiblement métamorphique, la série de la Kosho, caractérisée par la fréquence de crêtes de grès-quartzites intercalées dans les formations schisteuses. De même également plus à l'est, un ensemble pélitique, comportant des séquences arénacées et calcareuses, peu métamorphique mais fortement tectonisé : série du Moyen-Chinko. Enfin, au nord de Zémio, un bassin isolé de formations épimétamorphiques, la série de Morkia. À l'est du bassin oubanguien, cette série occupe cinq bassins couvrant près de 5 000 km². Elle est essentiellement formée de grès-quartzites plus ou moins sériciteux, les niveaux schisteux étant rares et peu épais. Le paysage en collines allongées

se relayant les unes les autres, tranche sur la pénélplanation très généralisée du complexe de base. J.L. Mestraud envisageait l'hypothèse d'une compression de dépôts de couverture dans des sillons plus ou moins subsidents. Les grès de Fouroumbala étaient notamment représentés, encadrés par un réseau de fracturation nord-sud et est-ouest.

Ainsi les formations du groupe supérieur sont constituées de sédiments détritiques arénacés ou pélitiques, secondairement carbonatés. On y relève des faciès épimétamorphiques, signes d'une recristallisation. De véritables plissements ou du moins une fracturation intense affectent cet ensemble de formations de couverture. Les seules manifestations magmatiques qui y sont signalées, sont des intrusions basiques et des filons de quartz.

■ 1.4.2.3. Socle précambrien. Complexe de base : faciès cristallophyllien

Le complexe de base occupe les deux tiers de la partie centrafricaine du bassin oubanguien. On pourrait dans un premier temps y différencier les "séries quartzo-schisteuses" ou "schisto-quartzitiques" du "complexe granito-gneissique". En pratique, les divers faciès cristallophylliens seront présentés dans l'ordre approximatif de la succession stratigraphique.

1.4.2.3.1. *Séricito-schistes et chlorito-schistes*

J.L. MESTRAUD (1963), J.L. MESTRAUD et B. BESSOLES (1982) indique en premier lieu un ensemble épimétamorphique où prédominent séricito-schistes et chlorito-schistes. De nombreuses intrusions basiques sont associées à ces formations que l'on observe au S.W. de Yalinga (vallées Mbari-Nzako) ainsi que dans les bassins moyens du Chinko-Vovodo et inférieurs de la Ouara. Bien qu'en aucun point n'ait été signalée la présence caractéristique d'une schistosité oblique sur la stratification, J.L. Mestraud relevait que l'attribution de ces faciès épimétamorphiques au complexe de base ne s'était pas faite sans hésitations. L'examen de la carte géologique montre l'étroite liaison spatiale qui existe entre les bassins du groupe supérieur et les séricito-schistes et chlorito-schistes.

1.4.2.3.2. *Quartzites*

Micaschistes et quartzites ont été cartographiés séparément bien que leur association spatiale et stratigraphique soit générale. J.L. MESTRAUD (1963) a représenté d'importants secteurs du bassin oubanguien centrafricain en quartzites. Les intercalations de micaschistes n'en sont pourtant jamais absentes et « il est probable même que l'altération latéritique a souvent conduit à sous-estimer la puissance de ces assises phylliteuses ».

Deux grandes catégories de quartzites sont distinguées :

- les quartzites à grain fin dont est faite la majeure partie de la séquence siliceuse supérieure et par conséquent les grandes aires d'affleurement (cf. séries de la Mbi, de Mobaye, étage supérieur de la Côte des Singes) ;

- les quartzites vitreux à gros éléments (cf. faciès de Kalaga), surtout représentés dans l'est oubanguien, constituent des intercalations dans la mésozone inférieure ou la catazone. Ils sont représentés dans le bassin de la Mpoko, mais surtout sur près de 50 000 km² dans celui de la Ouaka qui se prolonge (via Bria) jusqu'à Yalinga. Dans l'est, leur extension est faible mais ils se remarquent dans le paysage. Ainsi les monts Méringué constituent une véritable "lame de quartzite" à muscovite, les monts Ayebouahimi forment une grande dorsale de poudingues quartziteux à muscovite (conglomérat interstratifié). Dans le bassin supérieur de la Kotto les quartzites vitreux sont bien individualisés sous le "groupe supérieur du Bahr-Kwadja", assimilé sur la carte Unesco (1982) au Précambrien supérieur PA2, ainsi que dans le massif du Dar Chala, point de rencontre des trois grands bassins africains (Congo-Tchad-Nil) où on les observe en enclaves dans les granites syncinématiques.

1.4.2.3.3. *Micaschistes*

Les micaschistes sont caractérisés par leur texture schisteuse sans litage apparent, leur structure lépidoblastique (i.e. en lamelles empilées) et la prédominance des éléments phylliteux sur le quartz. Les micaschistes dominent le long de la bordure orientale du plateau gréseux de Carnot depuis la vallée de la Lobaye jusqu'à Bossembélé, au nord de Bangui (cf. au Zaïre complexe de l'Ubangi) et de Bogangolo vers Bouca où ils buttent vers le N.E. sur l'important massif granitique allongé S.E.-N.W. de Dékoa vers Batangafo. À l'est de Bambari, les quartzites laissent apparaître plusieurs boutonnières de micaschistes. À l'est de Mobaye, la série d'Atta s'allonge du sud vers le nord entre Kotto et Bangui-Kété. Un vaste secteur de micaschistes s'étend également dans l'Oubangui central depuis le cours du Mbari jusqu'aux sources du Mbomou. Il a été assez bien étudié par J.P. WOLFF (1960-1963) au S.E. de Yalinga, entre Mbari et Chinko. Ces formations se prolongent vers l'est entre Vovodo et Bitanga mais le sud-est très latérisé et surtout trop peu étudié n'a pas permis de préciser la limite avec le complexe gneissique de la Garamba au Zaïre.

1.4.2.3.4. *Gneiss*

Étant donné que le front de migmatitisation se situe à un niveau assez élevé dans la série cristallophyllienne, les aires d'affleurement gneissiques sont assez limitées dans les parties centrafricaines du bassin oubanguien. On les observe au nord de Boda, dans les bassins de l'Ombella et de la Tomi, ainsi qu'autour d'Ippy, Bria, Yalinga, entre Boubou et Chinko mais encore à l'est de Djéma dans les bassins Bitanga-Ouara, en direction du complexe gneissique de la Garamba.

1.4.2.3.5. *Migmatites*

Contrairement aux gneiss, l'extension des migmatites dans le bassin de l'Oubangui est considérable ; elle correspondrait à une érosion extrêmement profonde du socle. Ces migmatites sont à trame gneissique, silico-alumineuse (on parle de gneiss-granitoïdes) ; on y distingue des embréchites à texture différenciée de type œillée ou rubanée ou des anatexites à texture nébulitique (la foliation y a une allure irrégulièrement contournée et plus ou moins estompée).

Ces formations ont été identifiées au S.W. de Boda, N.E. de Bossembélé. Elles sont plus importantes autour de Grimari, depuis Bria et la Kotto, au long de la marge occidentale du plateau gréseux d'Ouadda, entre Ippy et la Baidou. Les migmatites de ce secteur ont été étudiées en détail par B. BESSELES (1962) pour sa thèse. Le plus vaste de ces ensembles s'étend à l'est du plateau gréseux d'Ouadda, depuis Yalinga jusqu'à l'interfluve Congo-Nil et au-delà. La série cristallophyllienne est ici très complète puisque l'on a pu individualiser des micaschistes, des gneiss, des embréchites, des anatexites et des granites d'anatexie.

C'est ainsi que dans les hautes vallées de la Ouara et de la Goangoa, J. GÉRARD et J.L. MESTRAUD (1958-1961) ont décrit un ensemble de migmatites qui enveloppe un important massif de granite d'anatexie. Une zone d'embréchites, puis d'anatexites, enveloppe de même le massif granitoïde de la haute Douyou. Dans sa synthèse, J. Sougy (1982) réunit gneiss et migmatites dans un vaste ensemble de "Précambrien D2 rajeuni à 500-600MA".

1.4.2.3.6. Amphibolites et amphibolo-pyroxénites

On observe dans le bassin oubanguien des roches foncées à texture massive orientée dont la hornblende est le minéral le plus fréquent. À côté des amphibolites et amphibolopyroxénites, il peut s'agir de pyroxéno-amphibolites ou de pyroxénites. Il en existe des occurrences dispersées au sud-ouest de Grimari, à l'ouest de Bambari, au nord de Bria, surtout dans les hauts bassins de la Ouara et du Chinko, au sein de gneiss et surtout de migmatites.

Le plus important bassin de ce type s'étend entre Yakoma et Zémio c'est le "complexe amphibolopyroxénique du Mbomou". Il est constitué, outre les quatre types de roches dénommées ci-dessus, de gneiss amphibolitiques, généralement à grenats, souvent à pyroxène, gneiss à biotite ou à muscovite et biotite, gneiss migmatitiques, passant au granite vers l'ouest, au niveau du confluent Mbomou-Uele. Cet ensemble gneissique du Mbomou est recoupé par des intrusions peu orientées, les unes acides granitiques, les autres basiques du type gabbrodoléritique. Mises en évidence le long des rivières, elles sont difficiles à délimiter en raison de l'important recouvrement latéritique qui masque ces formations.

1.4.2.3.7. Charnockites

Ces roches caractéristiques des boucliers précambriens occupent au Centrafrique une superficie relativement considérable. On reconnaît ces roches de caractère catazonal à l'aspect verdâtre ou bleuté du quartz et à la teinte brun-miel ou cassonade des feldspaths, à éclat gras. La structure dite granulitique est la plus commune. Parmi les pyroxènes, l'hypersthène est caractéristique. Leur composition peut varier d'un pâle acide granitique à un pâle basique noritique.

On les rencontre sur le pourtour du bassin oubanguien, sur près de 10 000 km² à l'ouest entre Yaloké et Bouca, avec des lambeaux isolés, plus à l'est, autour de Dékoa. On en retrouve également des témoins de près de 1 500 km² sur la bordure orientale du plateau gréseux d'Ouadda (cf. formation de la Voulou et du Dji).

Outre ces différents types de roches, J.L. MESTRAUD (1963) a cartographié en "formations cristallophylliennes indifférenciées, latéritisées" un secteur de roches métamorphiques variées, le plus souvent masquées sous un épais recouvrement cuirassé, situé au centre du complexe du Mbomou.

■ 1.4.2.4. Socle de base : faciès cristallins

L'extension des formations granitiques est relativement considérable dans le bassin oubanguien. En première approximation, J.L. MESTRAUD (1963), J.L. MESTRAUD et B. BESOLES (1982) distinguaient les granites hétérogènes concordants, anciens et les granites en massifs circonscrits récents. Les granites hétérogènes concordants, syncinématiques ou d'anatexie montrent des signes de recristallisation. Leur texture est hétérogène, due notamment à la présence de faciès migmatitiques sur les bordures. Leur structure est souvent grenue et leur composition variable, fréquemment calco-alcaline.

Seule la source de la Lobaye se rattache au massif granitique de Yadé, prolongement de l'Adamaoua camerounais. Un second massif granitique d'environ 1 500 km² s'étend de Bogoin vers la Mpoko au N.N.W. de Bangui. Un autre massif granitique s'allonge sur plus de 200 km de part et d'autre de l'interfluve Congo-Tchad autour de Dékoa. G. POUIT (1959) insiste sur sa « concordance presque parfaite dans le détail, bien que l'orientation générale (N.W.-S.E.) soit discordante vis-à-vis des directions (N-N.E.) des roches métamorphiques de la région. »

Plus à l'est, le granite de la Baidou présente une concordance parfaite avec l'encaissement cristallophyllien. Nous avons pu montrer qu'il se prolongeait vers le N-W, parallèlement à celui de Dékoa, au delà de Bakala et de 20°E. Il reste séparé du granite de Grivaé-Pamia par les quartzites des Mbrés. De petites intrusions granitiques s'observent également à l'est de Bambari (gr. de la Lihoua) au N.E. d'Alindao (gr. de Bago), au nord d'Ippy (gr. de la haute Bali). On signale également de nombreuses manifestations granitiques au sein du complexe amphibolo-pyroxénique du Mbomou. Outre les pointements granitiques de Yalinga, d'autres secteurs granitiques ont été évoqués au sein de l'ensemble migmatitique de l'interfluve Congo-Nil : granites de la haute Kotto, ainsi que granites d'anatexie de la Ouara-Ngoango et de la haute Douyou.

Les granites centrafricains en massifs inconscrits sont rares sur le versant oubanguien. Celui de la Libby (ou Libi, au N.-N.E. de Damara) se signale par sa morphologie en un réseau dense de dômes et de pains de sucre qui tranchent nettement sur la pénéplaine de l'Ombella. On peut citer pour mémoire les petits massifs de la Mbolen (au N.E. des chutes de Boali), de Yalinga et du Chinko-Vovodo (au N.W. de Djéma).

En liaison avec le complexe de base, on peut également rencontrer des "intrusions basiques recristallisées" ou metabasites, essentiellement représentées par des dolérites ou des gabbros. Citons les intrusions du bassin de la Pama (ortho-amphibolites à grenats), celle du massif de Goubadja sur la Baidou, celle du sud d'Alindao, de Zémio (cf. cours inférieur de la Ouara), du S.W. de Yalinga et du Chinko.

1.4.3. Géologie de la partie zaïroise du bassin oubanguien

■ 1.4.3.1. Terrains phanérozoïques

J. LEPERSONNE (1974) dans sa notice explicative de la carte géologique du Zaïre se veut beaucoup plus stratigraphe que J.L. Mestraud. Parmi les terrains phanérozoïques, cet auteur retient pour le bassin de l'Oubangui, ou plutôt Ubangi :

- des alluvions fluviales modernes holocènes occupant les bas-fonds de la cuvette ;
- les interfluves du pourtour de la cuvette (cf. couches de Yangambi, d'âge incertain probablement Plio-Pléistocène) sont occupés par des horizons plus ou moins argileux, généralement associés à des cuirasses ou à des nappes de grenailles ferrugineuses, occupant des niveaux d'aplanissement et de terrasses.

À l'Albien-Aptien (sommet du Crétacé inférieur) sont rattachés, dans la région de l'Ubangi, les affleurements des vallées peu profondes (cf. série de Bokungu), constituées d'argilites, d'alternances de calcaire clair et d'argilite rouge, de grès tendre bariolé à base conglomératique, le tout sur 70 ou 80 mètres d'épaisseur au plus.

■ 1.4.3.2. Terrains précambriens

Dans sa carte, J. Lepersonne esquisse la stratigraphie des formations précambriennes par grandes régions zaïroises, soit pour la partie septentrionale : bassin de l'Uele (région IV : Zaïre nord-oriental) ou de l'Ubangi (région V : Zaïre nord-occidental).

1.4.3.2.1. Lindien - Ubangien

Le terme d'Ubangien donné par B. ADERCA (1950) correspond à l'extension en région équateur d'une partie seulement du Lindien du Haut-Zaïre (du nom de la rivière Lindi, au nord de Kisangani). Ces formations s'allongent sur plus de 1 000 km en arc de cercle autour de la cuvette congolaise. Vers le sud, elles s'ensoufflent sous les formations tabulaires mésozoïques. Estimées entre 1300 et 645 MA par J. Lepersonne, elles ne représentent en fait qu'une période du Protérozoïque supérieur de cette région que l'on peut situer approximativement entre 950 et 707 MA, selon P.M. Thibaut (1983).

L'Ubangien englobe deux séries distinctes par leurs lithologies, leurs conditions de dépôt et leurs styles structuraux, séparées par un épisode tectonique, survenu probablement vers 760 MA. L'Ubangien inférieur (ou « Lokoma »), discordant sur le Liki-Bembien, est caractérisé par des niveaux de base détritiques grossiers, conglomératiques et plus ou moins discontinus évoquant des dépôts deltaïques (région de Libenge). Le reste de la série est constitué par une puissante formation pélitique à intercalations gréseuses

et carbonatées, ces dernières plus ou moins silicifiées secondairement (cf. vallée de l'Ebola). Dans ces dépôts, les influences marines sont fréquentes (calcaires oolithiques, concrétions algaires). L'ensemble correspond à de grands secteurs plats et déprimés. Dans bien des cas, les faciès pélitiques et carbonatés de l'Ubangien inférieur ne sont pas tellement différents des roches de même type du Liki-Bembien inférieur ou supérieur, leur attribution étant parfois difficile. Aucune trace de métamorphisme même léger n'a été relevé dans ces formations.

L'Ubangien supérieur (ou « Aruwimi »), discordant sur l'Ubangien inférieur, est uniquement constitué par des formations continentales : grès-quartzites à minces niveaux conglomératiques. Du point de vue tectonique, le style est apparemment beaucoup plus calme : couverture faiblement plissée. Contrairement à l'Ubangien inférieur, cette série affleure généralement bien et donne un modelé arrondi mais vigoureux avec localement des ruptures de pentes importantes. Elle forme de grands plis N.W.-S.E. à flancs redressés, souvent faillés et à voûtes très plates. Ce style de plissement donne naissance à des crêtes très allongées et très larges culminant à 50 ou 100 m au-dessus des collecteurs. L'Ubangien supérieur forme une grande dorsale dite de Kota Koli, de direction méridienne de part et d'autre de Satéma sur l'Oubangui. Elle correspond aux grès-quartzites de Kembé-Nakando. Ils y dessinent une structure synclinale sub-méridienne au-dessus de la série de Bougboulou. À noter que ces deux ensembles correspondent à une subdivision de l'ancienne série de Fouroumbala (cf. 2.2.3), à la suite des travaux du C.E.A. dans la cuvette uranifère de Bakouma.

De part et d'autre de l'Oubangui, le prolongement zaïrois des séries carbonatées de Bobassa (Ph. WACRENIER, 1960 et Ph. WACRENIER et J.P. WOLFF, 1964 et de Fatima (J.L. POIDEVIN 1976) se rattachent à l'Ubangien inférieur. Au Centrafrique, les grès de Kembé-Nakando sont surmontés des séries plus récentes, d'abord un épisode fluvio-glaciaire caractérisé (pélites de la Mbania, série tillitique de Bondo), auxquelles font suite : dolomies de Bakouma, calcaire de Bili et pélites de la Dialinga. Étudiées autour de Bakouma, ces séries paraissent ne pas exister dans l'Ubangui zaïrois.

Ainsi dans le Précambrien supérieur de la bordure nord du craton congolais, quatre épisodes tectono-métamorphiques ont été mis en évidence :

- l'âge de 950 ± 50 MA correspond à une déformation de la couverture lindienne (cf. zone de refoliation de Yakoma-Zémio) ;
- l'événement à 760 ± 91 MA est marqué par des couloirs de refoliation (cf. couloir de la Dungu) ; il correspondrait à la discordance reconnue entre Ubangien inférieur et supérieur ;
- l'isochrone 707 ± 11 MA représente l'âge du léger métamorphisme des séries de la Mbania et de Bakouma, le dépôt de la série de Bakouma étant antérieur à cette date et donc les dépôts de l'Ubangien supérieur ;
- l'âge conventionnel $590 + 70$ MA prédate les phases majeures de l'orogénèse centrafricaine qui a affecté toute cette région.

En 1974, J. Lepersonne attribuait au Lindien une bande de terrain relativement étroite de 300 km de longueur et 20 à 40 km de largeur s'étendant au N.E. du Zaïre de Niangara vers Zémio, entre le massif granitoïde du Haut-Zaïre et le complexe gneissique ouest-Nilien (cf. 3.2.7.). Seule la partie supérieure ou

« Système de la Rumu » est désormais considérée comme lindienne. Un premier bassin, dans lequel le cours de l'Uele s'est établi, se situe en aval de Niangara où il couvre 120 km d'ouest en est sur 12 à 20 km de largeur. On retrouve au S.E. de Zémio, dans le bassin de la Gwane des formations similaires, en grande partie latéritisées, ailleurs d'aspect de surface marécageux : quartzites sériciteux, schistes argileux, roches carbonatées et conglomérats. Le modelé crypto-karstique observé au Zaïre au S.W. de la Gwane et dans la boucle du Mbomou en avant de Zémio se retrouve au Centrafrique sur le pourtour de la série grésoschistiteuse de Zémio (cf. plaines de la Bakalé et du confluent Bita-Vovodo).

Après avoir été considéré autrefois effondré entre failles, cet ensemble est interprété aujourd'hui comme une unité chevauchante vers l'ouest (J.L. POIDEVIN, 1985). L'âge du développement de la bande de Niangara-Zémio est estimé par J. LAVREAU (1980) vers 720 MA (Néo-protérozoïque).

1.4.3.2.2. *Liki-Bembien*

Du nom de deux petits affluents de la rive zaïroise de l'Oubangui, en amont de Bangui, le Liki-Bembien s'étend entre Libenge et Mobaye. On a vu (cf. 2.2.1.) qu'en 1950, B. ADERCA l'avait subdivisé en trois systèmes.

Nettement discordant sur le complexe métamorphique de l'Ubangi qu'il ceinture vers le sud, le Liki-Bembien inférieur constitue un vaste système sédimentaire plissé, essentiellement pélitique, à intercalations gréseuses et carbonatées (sous forme de calcaires cristallins), très peu métamorphisé. Les roches sont fréquemment affectées d'une schistosité oblique sur la stratification, caractéristique des couvertures plissées. Dans la région de Bangui-Zongo, on note un style tectonique en écaillés, compliqué d'un faisceau de failles souvent inverses.

La série du Liki-Bembien moyen qui débute par des couches conglomératiques, est composée de formations grésoschistiteuses formant le haut plateau tabulaire de Lombo. La présence de séricite témoigne de l'influence d'un très léger métamorphisme dans la formation qui constitue un vaste synclinorium dont la partie axiale est occupée par le Liki-Bembien supérieur. Ce dernier est en grande partie constitué d'argilites versicolores avec des intercalations carbonatées, gréseuses et silicifiées. Nettement transgressif sur le complexe métamorphique de l'Ubangi et sur le Liki-Bembien inférieur et moyen, il forme de grands secteurs tabulaires dominant cette pénéplaine.

Au N.E. du cours de l'Oubangui, le Liki-Bembien inférieur semble correspondre à la série de la Ouakini (cf. 2.2.2.). Comme pour la série de Fouroumbala, le C.E.A (1968-72) distingue dans cette formation deux séries superposées nettement discordantes : l'inférieure schisto-gréseuse, assimilée à celle de Bougboulou (équivalente en fait de l'Ubangien inférieur) et la supérieure grésoschistiteuse (cf. série de Kembé). Selon J.L. POIDEVIN (1985) la série inférieure doit être rattachée au Liki-Bembien inférieur, comportant des intercalations carbonatées ; effectivement dans le secteur de Bianga, la même morphologie crypto-karstique s'observe de part et d'autre de l'Oubangui.

Juste à l'est de Bangui, J.L. POIDEVIN (1976) signale l'observation de la discordance de la série de Bangui-Mbaiki (équivalente du Liki-Bembien zaïrois) sur la série de la Yangana (ensemble de grésoschistes et de quartzites micacées correspondant au complexe métamorphique de l'Ubangi). On peut donc attribuer au

Liki-Bembien un âge protérozoïque moyen ou supérieur. En ce qui concerne sa position par rapport au Protérozoïque supérieur (Ubangien-Lindien), le problème est encore discuté. Faut-il attribuer comme B. ADERCA (1950) une grande importance à la discordance qui sépare le Liki-Bembien de l'Ubangien ou y a-t-il simplement (cf. coupe des rapides de Zinga-Batanga) changement brutal de style tectonique à l'intérieur d'un même ensemble d'âge précambrien supérieur ? En fait au Zaïre, toutes les observations morphologiques ou photogéologiques montrent que les formations ubangiennes recouvrent les formations liki-bembiennes. Les corrélations du Liki-Bembien avec les séries de Franceville (dont l'appartenance au Précambrien inférieur est aujourd'hui admise, cf. M. BONHOMME et F. WEBER (1969), de Sembé-Ouessou au Gabon et au Congo, du Dja au Cameroun et de Nola au Centrafrique sont assez délicates et encore discutées. Le Liki-Bembien serait donc d'âge protérozoïque moyen probable ou supérieur possible. À noter que ces formations liki-bembiennes sont littéralement criblées d'intrusions doléritiques.

1.4.3.2.3. Complexe métamorphique de l'Ubangi

Le « complexe métamorphique de l'Ubangi » (P.M. VOVODO, 1983) correspond à l'ancien système de Banzyville (ou Mobayi) de B. ADERCA (1950) ou au « complexe métasédimentaire et migmatitique de l'Ubangi », estimé par J. LEPERSONNE (1974) d'âge très ancien (entre 2700 et 3400 MA). Il affleure au long de l'Oubangui entre Satéma et Bangui-Zongo. C'est un ensemble cristallophyllien plissé d'origine sédimentaire, à dominante argilo-gréseuse avec intercalations calcaro-pélitiques et rares passées volcano-sédimentaires. Dérivant d'un flysch grése-pélitique, cet ensemble comprend une série supérieure de schistes métamorphosés dans l'épizone, surmontant une série inférieure de micaschistes à biotite et muscovite avec des quartzites associés, correspondant au sommet de la mésozone : la présence de biotite et surtout de grenat indiquerait en effet un métamorphisme légèrement plus profond. Vers le sud, le « complexe métamorphique de l'Ubangi » est recouvert en discordance par les formations liki-bembiennes du plateau de Lombo, d'âge protérozoïque moyen ou base du protérozoïque supérieur. À défaut de datations directes, on peut donc avancer un âge protérozoïque inférieur probable à cette formation.

Au Zaïre comme dans son prolongement centrafricain (cf. 2.3.2. et 2.3.3.), l'orientation générale des plis est voisine du nord-sud et les plissements peu accentués. Dans l'ancien système de la Bangui-Kété, J.L. MESTRAUD (1952) distinguait la série inférieure d'Atta, essentiellement micaschisteuse, de la série supérieure de Mobaye à composition surtout quartzitique. Idem Ph. WACRENIER et J.P. WOLFF (1964), sur Bangui-Ouest, entre la série inférieure de la Baba et la supérieure de la Yangana. Pour P.M. VOVODO (1983) la représentation de cette limite est arbitraire et artificielle, le passage de l'une à l'autre se faisant insensiblement. J.L. POIDEVIN (1985) rebaptise l'ensemble série quartzito-schisteuse.

1.4.3.2.4. Ganguen

Entre Mbomou et Uele, dans les petits bassins Bili et Gangu, le socle est recouvert par des formations épimétamorphiques, constituées de deux unités lithologiques superposées :

- séricitoschistes, talcschistes, chloritoschistes, schistes noirs ;
- quartzites sériciteux schistoïdes, quartzites sériciteux, quartzites ferrugineux.

Ces lambeaux de l'ancienne couverture sédimentaire d'âge protérozoïque inférieur présumé sont métamorphisés dans le faciès schistes verts. P.M. VOVODO (1983) note des analogies frappantes entre le Ganguen et le complexe métamorphique de l'Ubangi en région équateur et par suite avec le système de la Bangui-Kété.

1.4.3.2.5. *Système de la Bolume*

On a vu (cf. 3.2.1.) que la partie inférieure de la bande Niangara-Zémio n'était plus considérée comme lindienne ; ce « système de la Bolume », cartographié sur la carte UNESCO (1982) en Précambrien C et B non différencié, est formé d'une puissante assise quartzitique sur laquelle repose une série schisteuse (séricitoschistes et talcschistes) fortement érodée. Son degré de métamorphisme est à la limite de l'épi et de la mésozone. Le paysage est à collines tabulaires. À rapprocher du Ganguen, selon P.M. Vovodo (inédit), cette formation se prolonge au Centrafrique dans la couverture quartzito-schisteuse, vers les bassins Chinko-Vovodo. J.L. POIDEVIN (1985) lui attribue un âge protérozoïque inférieur. Elle correspondait au cycle suivant celui de l'archéen : l'éburnéen.

1.4.3.2.6. *Kibalien*

De très vastes massifs granitiques occupent une partie considérable du Zaïre septentrional ; ils comprennent des faciès post et syntectoniques. Ils renferment des enclaves de « Kibalien », estimé par J. LEPERSONNE (1974) d'âge antérieur à 2190 MA. Ce Kibalien est constitué d'amphibolites, de schistes à actinote, talcschistes, séricitoschistes et schistes albitiques avec des roches carbonatées ankéritiques, des itabirites, ...

Ces formations constituent ce que l'on dénomme désormais « greenstones-belts » ou ceintures de roches vertes dont les granites associés se sont mis en place à la limite Archéen-Protérozoïque (2,45-2,35 GA). J.L. POIDEVIN (1976-1991) a identifié au Centrafrique les prolongements de cette ceinture Nyanza-kibaliennne du N.E. Zaïre. On y retrouve un même arrangement chrono-stratigraphique, à savoir :

- un socle ante-greenstone complexe présentant des témoins plus ou moins importants de faciès granulite (daté à 3,2 MA) ;
- des greenstones belts dont les séries supracrustales, constituées de méta-basaltes, méta-andésites, associés à d'abondantes itabirites, se sont déposées vers 3,0 GA. Pour les greenstones intracratoniques des Bandas, au nord de Grimari et de Boufoyo au N.E. de Bouca, tandis que celui de Bogoin, au nord de Bangui, est plus récent vers 2,4-2,2 GA ;
- des granitoïdes post-greenstones.

1.4.3.2.7. *Complexe gneissique de la Garamba*

À l'extrémité nord-orientale de l'Uele, tout au long de l'interfluve Congo-Nil, s'étend le « complexe gneissique de la Garamba » (GA), largement étendu au Soudan et en Ouganda où il a été décrit sous le nom de Complexe Ouest Nilien. Il est constitué de gneiss, gneiss migmatitiques, gneiss amphibolitiques,

micaschistes, quartzites ... J.L. LEPERSONNE (1974) l'estimait antérieur à 2720 MA et P.M. Vovodo (inédit) l'indique à 2800 à 3000 MA et donc archéen. Il se prolonge au nord du Mbomou entre Obo et Bambouti.

1.4.3.2.8. « Complexe amphibolitique et gneissique du Bomu »

Sous cette appellation, on reconnaît facilement le prolongement zaïrois, entre Yakoma et Zémio, du « complexe amphibolo-pyroxénique du Mbomou », constitué de gneiss amphiboliques, généralement à grenat, souvent à pyroxène, gneiss à biotite ou à muscovite et biotite, gneiss migmatitiques passant au granite, accessoirement micaschistes et quartzites, parfois à disthène. Les gneiss amphiboliques passent, vers l'ouest, à un gabbro plus ou moins modifié par la granitisation. J. Lepersonne admettait pour cet ensemble un âge antérieur à 3300 MA. Des datations absolues Rb/Sr sur ces roches ont donné un âge de 3086 ± 94 MA (J. LAVREAU et D. LEDENT, 1976).

Ce noyau cratonique catarchéen s'étend sur près de 60 000 km². Selon une interprétation nouvelle (J.L. POIDEVIN, 1991) des tholéites, probablement aussi anciennes que 3,7-3,5 GA sont recouvertes par des volcanites calco-alcalines et des complexes sédimentaires alumineux. Un métamorphisme granulitique se place vers 3,2 GA.

1.4.4. Progrès et problèmes actuels de la géologie du bassin Oubanguien

La cartographie géologique de reconnaissance systématique au 1 : 500 000, brutalement interrompue en 1962, est restée inachevée au Centrafrique. Heureusement le B.R.G.M. a pu poursuivre ses travaux au nord Zaïre ce qui a entraîné une meilleure corrélation entre les interprétations trop souvent divergentes de part et d'autre de l'Oubangui. De même la découverte d'indices uranifères dans la cuvette de Bakouma a permis au C.E.A puis à Alusuisse d'approfondir la connaissance de ce secteur clé, les géologues universitaires participant à des études régionales, ainsi qu'à l'établissement du cadre géochronologie.

■ 1.4.4.1. Datations absolues

Les premières datations absolues, entreprises au Centrafrique dans les années 60, donnaient des âges compris entre 500 et 600 MA, âge correspondant à la « tectonique post-groupe supérieur » ou « remise à zéro du géochronomètre ». Le M.R.A.C. (Musée Royal de l'Afrique Centrale) a entrepris une série d'études géochronologiques qui ont permis à J. Lepersonne de donner une première estimation datée de la géologie zaïroise. Ces études se sont étendues au Centrafrique. Leur publication progressive apparaît comme une remise en question de la stratigraphie admise précédemment pour le complexe de base. Tel est, à titre d'exemple, le cas des noyaux granulitiques. En 1979 J.L. POIDEVIN les considérait comme synchrones des granulites du sud Cameroun datées à 2900 MA (M. LASSERRE et D. SOBA, 1976). En fait des datations récentes lui ont montré que l'on devait désormais distinguer au Centrafrique deux générations de granulites. Les unes archéennes (2900 MA) se rencontrent sur la marge nord du craton congolais, c'est

le cas à l'ouest de Boda. Les autres, situées plus au nord sur le pourtour de l'interfluve Congo-Tchad, s'avèrent être du protérozoïque supérieur, en liaison avec la chaîne panafricaine (cf. datation à 833 ± 66 MA, 652 ± 19 MA et 639 ± 3 MA in C. PIN et J.L. POIDEVIN, 1987).

Inversement les granites, notamment circonscrits, considérés comme panafricains peuvent être beaucoup plus anciens que prévus. Ainsi le granite de Libby, daté en 1962 à 535 ± 20 MA (échantillons Mangé sur biotite par Rb/Sr) s'avère être d'âge protérozoïque inférieur à 2200 MA (cf. LAVREAU *et al.*, 1983). De même la datation à 2,07 GA d'une granodiorite de Mbi fournit une limite supérieure à l'âge de dépôt des schistes de Boda (datation U-Pb par J.L. POIDEVIN, C. PIN, 1986).

■ 1.4.4.2. Remise en questions de la stratigraphie oubanguienne

Ainsi en trente ans, ce que l'on savait de la stratigraphie centrafricaine a été entièrement remis en question. On admettait alors un « complexe de base » très ancien (Précambrien) dont l'élément inférieur était constitué de formations charnockitiques. Puis avec les premières datations pratiquement tout le Centrafrique fut rattaché à la chaîne panafricaine « zone mobile d'Afrique Centrale » (B. BESOLES et R. TROMPETTE, 1980). En 1985 J.L. POIDEVIN envisageait un modèle de chaîne de collision (« Oubanguides ») avec remontée d'un coin de manteau, les chevauchements majeurs à la limite socle/couverture prenant valeur de paléo-suture.

Peu après M. CORNACCHIA et L. GIORGI (1986) remettaient en doute cette interprétation. Selon ces auteurs travaillant autour de Bangui, rien ne permet d'envisager dans ce secteur l'existence d'une orogénèse correspondant à une vieille chaîne... L'événement orogénique doit être recherché avant l'épisode Panafricain... Aucune synthèse historique ne peut (encore) être entreprise. En 1990 ils envisagent, comme due à la tectogenèse panafricaine, la structuration suivant deux lignes de sutures méridiennes :

- entre une zone occidentale regroupant les faciès granulitiques du Centre-Ouest centrafricain ;
- et une zone orientale de chevauchements subméridiens, reliant les massifs de Morkia et du Dar Chala. Entre ces deux domaines se développe un segment crustal partiellement remobilisé mais dont l'ossature est ancienne.

Désormais, J.L. POIDEVIN (1991) insiste sur la distinction au Centrafrique entre un domaine archéen (centre et centre-est du pays) et un fossé protérozoïque nord-sud à l'ouest du pays. La première entité chronostratigraphique de ce fossé protérozoïque est constituée par deux unités datées du Protérozoïque basal : le greenstone de Bogoin et le complexe amphibolitique de l'Ouham (daté à $2,40 \pm 0,25$ GA et $2,24 \pm 0,23$ GA).

■ 1.4.4.3. Précisions sur les formations de couverture

Dans son étude détaillée des grès de Carnot et de leur contexte, Cl. CENSIER (1989) a montré que les processus d'érosion étaient liés à l'ouverture de l'Atlantique sud et à la distension du golfe de la Bénoué.

Selon cet auteur, toutes ces formations de Carnot sont fluviales. Il confirme nos observations pédologiques : les sables de Bambio résultent non d'un apport éolien mais de simples différenciations pédologiques de surface : il souligne la grande similitude entre le matériel détritique de la formation de Carnot et le squelette sableux des sols sous-jacents.

De cette façon reste posé le problème de la liaison au Congo avec la série cénozoïque des plateaux batékés ainsi qu'au Zaïre avec la représentation conventionnelle des interfluviaux sableux de la cuvette en « alluvions, éluvions et colluvions, pleistocène et pliocène. » D'ailleurs J. Lepersonne lui-même signalait : « on a représenté conventionnellement le fond des vallées en Mésozoïque et tout le reste de la surface en Pliocène et Pléistocène. »

À l'est du Centrafrique, la découverte d'une série phosphatée uranifère dans la cuvette de Bakouma avait tout d'abord amené G. BIGOTTE et G. BONIFAS (1968) à imaginer « une extension considérable et insoupçonnée jusqu'alors de la mer des phosphates tertiaires à l'intérieur du Continent Africain ». J.D. MIAUTON (1980) devait réduire à néant cette hypothèse en démontrant que ces phosphates néoformés étaient continentaux.

La multiplication des forages sur la cuvette de Bakouma et sur les fossés tchadiens de Doséo et du Salamat devait également (cf. Y. BOULVERT, 1990) permettre d'attribuer un âge Crétacé aux formations fluviales d'Ouadda et leur donner une limite supérieure : en effet au nord de Bakouma, les forages ont rencontré, reposant sur les grès d'Ouadda, la série des lignites du Haut-Mpatou, dont l'analyse de la microflore et de la microfaune indique un milieu purement continental, d'âge Paléocène.

■ 1.4.4.4. Crypto-Karsts

Les forages de Bakouma ont recoupé d'importantes formations carbonatées : dolomies ou calcaires, dont J.D. Miauton a décrit la karstification ancienne. Quelques pointements très limités de roches carbonatées le plus souvent épigénisées étaient connus dans la vallée de l'Oubangui ; les forages hydrauliques effectués autour de Bangui en ont multiplié les indices. La photo-interprétation systématique du Centrafrique a révélé, dans le bassin de l'Oubangui et de ses affluents, l'extension des plaines ou dépressions à modeler crypto-karstique sur près de 18 000 km² (Y. BOULVERT et J.N. SALOMON, 1988). L'étude géologique de la plupart des bassins mis en évidence reste à faire ; on a vu qu'au Zaïre les niveaux carbonatés sont rapportés à des séries très diverses.

L'hydrologue retiendra surtout qu'avec ces formations, on se trouve en présence de réserves hydro-géologiques aussi importantes que celles connues au sein des grès de Carnot et de Mouka-Ouadda.

En conclusion, si l'étude lithologique de surface est assez avancée dans le bassin oubanguien, celle des formations sous-jacentes est à peine amorcée. Surtout les datations géochronologiques remettent progressivement en question ce que l'on savait sur le socle précambrien.

1.5. Géomorphologie du bassin de l'Oubangui

1.5.1. Généralités

Jusqu'à une date récente (Y. BOULVERT 1990), la géomorphologie du Centrafrique avait seulement donné lieu à quelques aperçus comme celui de J. DRESCH (1946) qui évoque, à l'occasion d'un transect entre Ngaoundéré et Bangui, des niveaux étagés : celui Crétacé du massif de Yadé (à la source de la Lobaye) nivelé granites et gneiss à environ 1 000 mètres. Le seuil séparant ces monts des reliefs de l'Oubangui oriental est recouvert dans l'Oubangui occidental par les sables du Kalahari supérieur (cf. grès de Carnot) ; il s'agirait donc bien de la surface miocène. On observe sur le versant oubanguien une nouvelle surface emboîtée, à larges vallées très mures et contact souvent brutal (cf. chutes de Boali).

Pour L.C. KING (1951,1967) la surface la plus élevée du Gondwana domine la surface Africaine I, qu'il considère début plutôt que mi-Tertiaire. Fondamentale en Afrique, elle est parfaitement aplanie et parfois cuirassée. Deux cycles cuirassés fin Tertiaire l'incisent. L'induration est un processus lent ; les cycles quaternaires ont seulement des indurations mineures.

L'étagement des surfaces est admis par les auteurs du Congo belge (L. CAHEN et J. LEPERSONNE 1948,1956, J. de HEINZELIN 1952,1954). Ils distinguent les surfaces Crétacé supérieur PI (1 900-1 700 m dans le Haut Ituri), mi-Tertiaire PII (1 500-1 400 m) et fin Tertiaire PIII (subdivisée en PIIIA : 1 250-1 200 m et PIIIB : 1 100-1 000 m), presque toujours profondément latéritisée, limonitisée. Étudiant l'Ituri au N.E. du Congo, B. RUHE (1954) distingue une surface d'érosion majeure fin Tertiaire avec des buttes résiduelles bien indurées témoins de la surface mi-Tertiaire. Les surfaces supposées antérieures n'existent pas, les étagements de terrain étant dus à des failles. Il identifie par contre six surfaces quaternaires.

1.5.2. Aplanissements de l'Ubangi-Uele

Selon R. FRANKART (1960), dans l'Uele, la surface pénéplanée supérieure, présumée fin Tertiaire (R1) forme l'élément caractéristique de la morphologie. Elle remonte de 600 à 900 m vers le nord-est et sa nappe latéritique se situe à 35-45 m au-dessus de la plaine alluviale. Un peu plus bas, un palier constitué d'une nappe graveleuse latéritique forme la surface pénéplanée intermédiaire (R2). Les surfaces pénéplanées inférieures ou basses terrasses (R3) assurent la transition à la plaine alluviale de l'Uele, dominée entre 7 et 8 m par une terrasse à galets.

Dans la région d'Isiro (ex. Paulis), sur Kibalien, la surface supérieure d'érosion est surmontée de 50 à 200 m par des collines itabiritiques avec des gravats latérisés, relictés d'un niveau d'aplanissement plus ancien. Le terme d' « inselbergs » est employé dans le sens de massif résiduel quel qu'en soit la nature. Il devrait être réservé aux seules « collines granitiques ».

Dans l'Ubangi, J.M. BERCE (1960) met en évidence plusieurs niveaux d'aplanissement successifs :

- une surface, située entre 610 et 675 m (II), comportant un recouvrement latéritique de plusieurs mètres d'épaisseur, nivelant le plateau du Bembe moyen. « Elle semble se rattacher à la surface mi-Tertiaire de l'Oubangui occidental français » ;
- une surface, située entre 450 et 550 m (III), fortement latéritisée et profondément disséquée par les érosions subséquentes. Ce niveau le plus distinct et le plus constant en Ubangi se remarque le mieux à hauteur des crêtes de partage des eaux. « Elle semble de toute évidence se rattacher à la surface fin Tertiaire d'A.E.F. » ;
- une surface, située entre 440 et 470 m (IV), latéritisée également s'intercale entre le niveau précédent et celui des replats. « Elle serait à rattacher au cycle fin Pliocène-début Pleistocène » ;
- le niveau des replats à termitières : 460 à 420 m, parsemé de débris latéritiques, constitue le fond de la topographie dans un grand nombre de secteurs de l'Ubangi.

L. CAHEN (1954) ne décèle qu'un groupe unique de surfaces dessinant un large faite orienté ouest-est, fin Tertiaire. Élargissant l'étude sur l'Ubangi de 1960, P. Jongen (1968) souligne les étroites relations entre le soubassement géologique et les grandes unités géomorphologiques dans cette région. Il différencie :

- au centre et au nord : un substratum rocheux formant un bourrelet qui ceinture la cuvette centrale congolaise (cf. secteur décrit par J.M. BERCE en 1960) ;
- au sud : des nappes de recouvrement sableux constituant la bordure naturelle de la cuvette : sables argileux ocre en larges coupoles, surmontant les dépôts alluvionnaires datés de l'Holocène. Dans le bourrelet rocheux ceinturant la cuvette, il différencie les niveaux suivants :
- parmi les *inselbergs* dominant la surface pénéplanée d'une cinquantaine de mètres, les collines du Bembe inférieur, « témoins d'une surface ancienne qui n'a pas subi l'influence d'un cuirassement » ;
- un groupe de surfaces fin Tertiaire scindées en trois cycles :
 - hauts-plateaux du Bembe moyen, 630 m, à rapporter au Pliocène supérieur,
 - collines latéritiques tabulaires, étagées de 520 à 480 m, elles constituent différents niveaux d'aplanissement du fin Pliocène-début Pleistocène,
 - nappes de concrétions ferrallitiques. Ce niveau d'aplanissement (460-470 m, période Pleistocène) est le plus constant en Ubangi,
 - niveau des replats à grandes termitières fossiles. Trait essentiel de la morphologie du paysage, cette surface 450 m prend une allure de pédiplaine à forme multiconcave et à relief mollement ondulé.

P. Jongen qui ajoute en outre des « surfaces actuelles et récentes » souligne le rôle des alternances climatiques.

Ayant procédé à une étude des cartes topographiques du N.E. Zaïre, complétée par photo-interprétation, J. MOEYERSONS (1975) distingue plusieurs secteurs d'aplanissements dont il établit les corrélations suivantes :

- collines situées le long de l'interfluve Congo-Nil (autour des sources de l'Ituri (affluent de l'Aruwimi-Zaïre)-Kibali (affluent de l'Uele-Oubangui), rattachées à la surface PI, fin Crétacé ;
- bassin 1 (hauts bassins de l'Ituri et du Kibali, à l'est de 30°) équivalent de la surface PII mi-Tertiaire ;
- bassin 2 (majeure partie du bassin de l'Uele) équivalent de PIII, groupe du Pliocène supérieur ou Pleistocène inférieur ;
- bassin 3A (majeure partie du bassin de l'Ituri-Aruwimi), équivalent de PIII, groupe de fin Pliocène ;
- terrasses, équivalent PIII, groupe de cycles subactuels.

L'intérêt de cette étude est de montrer que ces « bassins correspondent à des aplanissements différents ». Notamment entre les bassins de l'Uele et de l'Ituri-Aruwimi. « L'escarpement existe en réalité et forme sur toute sa longueur des crêtes de partage des eaux locales ». Il apparaît sous forme d'un interfluve asymétrique soit en vrai escarpement, souligné par une corniche cuirassée et en voie de dissection : entaille du bassin de l'Ituri-Aruwimi aux dépens du précédent, dont l'auteur évoque l'ancien écoulement vers le Tchad. « L'escarpement étudié ici ne coïncide certainement pas avec un gradin de failles », quoique ces bassins aient subi des mouvements : torsion, surélévation, ...

1.5.3. Aplanissements centrafricains

D'une synthèse consacrée à la géomorphologie du Centrafrique (Y. BOULVERT, 1990), on peut tirer d'une façon schématique les données suivantes : la dorsale séparant les trois grands bassins africains : congolais, tchadien et nilotique, apparaît constituée d'aplanissements étagés. Le plus important, dénommé surface centrafricaine, s'étend du sud Cameroun aux bassins du Mbomou et de l'Uele. D'une altitude voisine de 700 m, il s'affaisse au centre (région de Dékoa-les Mbrés) au voisinage de 550 m pour se relever aux extrémités nord-ouest (cf. plateau de Bouar, voisin de 1 000 m aux sources de la Lobaye, c'est le prolongement de l'Adamaoua camerounais), nord-est (cf. petit massif résiduel du Dar Chala, encadrant la source de la Kotto) et sud-est (cf. dorsale Congo-Nil, à l'est de la source de l'Uele).

Deux placages mésozoïques recouvrent partiellement cet aplanissement : cf. plateau gréseux d'Ouadda et de Gadzi-Carnot. La surface centrafricaine est également surmontée de quelques reliefs résiduels conservés en raison de leur résistance à l'érosion. Citons des crêtes appalachiennes quartzitiques (cf. quartzites du nord-ouest de Bria ou du Dar Chala), tout particulièrement des buttes résiduelles d'itabirites (cf. « greenstone des Bandas » près de Bakala, ou formations zairoises du Kibalien dans la région d'Isiro). On peut également observer des inselbergs granitiques tels ceux de la haute Douyou, ou de la Ouara-Ngoangoa. D'autres reliefs résiduels sont constitués par des grès quartzites du Précambrien supérieur tels ceux en dômes de Kembé-Nakando, ou les arêtes des grès de Kosho. Les grès de Morkia présentent ces divers aspects.

La surface centrafricaine offre également des secteurs déprimés dont on a mis récemment en évidence la relation avec des formations sous-jacentes carbonatées du Précambrien supérieur. Citons celles de la cuvette de Bakouma, de la plaine du Moyen Chinko, de celle de la Bakale. Ces dépressions karstiques se prolongent au sud-est de Zémio, au Zaïre dans les bassins de la Gwane et de la Niangara. Ces formations carbonatées sont d'âge lindien entre 600 et 1300 MA.

Dans les bassins du Mbomou et de l'Uele, la surface centrafricaine se termine de manière plus ou moins abrupte sur l'interfluve Congo-Nil qui correspond à un escarpement de pseudo-cuesta, sur une entaille, suivi de glacis cuirassés : le piémont nilotique. Un escarpement cuirassé surmontant de même un « piémont tchadien », s'étend entre le massif résiduel du Dar Chala et le plateau gréseux d'Ouadda, pour lequel l'escarpement nord, dit des Bongo, est particulièrement marqué, tandis que vers l'ouest-sud-ouest cet aplanissement du piémont tchadien apparaît seulement affaissé par rapport à la surface centrafricaine.

Par contre le « piémont oubanguien » qui se développe de part et d'autre du cours supérieur de l'Oubangui, apparaît comme un aplanissement imparfait. Cette entaille, partiellement figée par le cuirassement, laisse subsister des seuils, des étranglements (cf. rapides de Satéma, Mobaye, de l'Éléphant, de Bangui, ...), ainsi que de nombreux reliefs résiduels (cf. collines de Mobaye, de Bangui, mais aussi au Zaïre : dorsale de Kota-Koli, plateau de Lombo, cf. plateau du Bembé selon J.M. BERCE).

Au sud, dans la boucle de l'Oubangui, l'importance de l'érosion différentielle en liaison avec la lithologie semble particulièrement marquée. Ainsi selon P.M. VOVODO (1983), à l'ouest, le plateau de Lombo correspond à des niveaux de quartzite (Liki-Bembien moyen) ; il se prolonge vers l'est par des surfaces tabulaires gréso-pélimitiques du Liko-Bembien supérieur. Vers le centre-est une zone de reliefs arrondis, ondulés correspond aux grès quartzites de l'Ubangien supérieur ; elle s'allonge du sud-ouest vers le nord-est et Satéma. Vers le sud, les formations de couvertures du Mésozoïque apparaissent très aplanies. Tout au long de l'Oubangui, on relève de nombreux secteurs déprimés de type karstique : citons Zinga - Bobassa - Fatima - Possel, ... L'Oubangui semble avoir frayé son cours en liaison avec ces secteurs peu résistants, déprimés ce qui explique son tracé contourné.

1.5.4. Schéma d'évolution géomorphologique

Il a été démontré (cf. C. CENSIER 1989 in Y. BOULVERT, 1990) que les placages gréseux de Carnot et d'Ouadda étaient les témoins de deux anciennes gouttières par lesquelles les matériaux érodés du nord du craton congolais étaient entraînés, après l'ouverture de l'Atlantique, au Crétacé supérieur vers le nord-ouest tchadien et un ensemble de fossés transversaux au continent africain. La limite Crétacé-Tertiaire est marquée par des événements tectoniques ; un léger basculement de la dorsale centrafricaine suffit pour assurer un renversement des axes de drainage du nord vers le sud.

L'affaissement de la cuvette congolaise ne se manifeste guère qu'au sud de 3°30' une ride souligne la bordure méridionale du bassin oubanguien dont elle explique la dissymétrie des formes. Au niveau charnière à peine soulevé, entre 3°30' et 5°N, s'est établi au Cénozoïque un réseau hydrographique transversal drainant la portion méridionale de la dorsale oubanguienne.

Après ces réajustements de la limite Crétacé-Cénozoïque s'est ouverte une longue période de stabilité tectonique pour le Centrafrique (biostasie) permettant sous des climats chauds et humides, correspondant, selon la théorie de la dérive des Continents, au passage du Centrafrique à l'Équateur à l'Oligo-Miocène. Des climats à saisons alternées auraient permis le développement d'importants épisodes cuirassés à l'Éocène : cf. buttes résiduelles de « cuirasses anciennes » hématitiques à faible résidu quartzeux, et surtout à la fin Pliocène : « cuirasses principales de type haut glacis, goethitiques, à important résidu quartzeux ».

Il est à noter que tandis que des buttes-témoins, cuirasses anciennes cénozoïques, jalonnent la surface centrafricaine (ainsi que le piémont tchadien), ces témoins n'ont pas été observés sur les glacis indurés du piémont oubanguien dont l'origine serait donc plus récente.

1.6. Les sols du bassin de l'Oubangui-Uele

Les sols de la partie zaïroise du bassin ont été étudiés par les pédologues de l'Inec. Après une présentation très générale de P.J. LIVENS (vers 1950), C. Sys (1960) est l'auteur de la première esquisse pédologique du pays au 1/5 000 000. Cet essai de synthèse est basé sur des études régionales ou locales telles celles de R. FRANKART en Uele (1960) et celles de P. JONGUEN en Ubangi (1960-68). Parallèlement les pédologues de l'Orstom conduisaient des études sur les parties centrafricaines (P. Benoit-Janin, J. Boyer, A. Beaudou, ...) et congolaise (cf. P. de Boissezon *et al.* 1969) du bassin. Dans un premier mémoire, P. QUANTIN (1965) caractérisait les principaux types de sol centrafricain. Les premières esquisses cartographiques de C. Sys et P. Quantin ont été utilisées dans les cartes de synthèse des sols d'Afrique de J.L. D'HOORE (1964) et de la FAO-UNESCO (1974).

1.6.1. Processus de formation des sols

Les processus de formation des sols du bassin oubanguien ressortent de trois types d'action :

- la décomposition et l'altération en place des roches aboutissent à la formation d'un « complexe d'altération » ;
- le développement de la végétation sur le sol l'alimente par sa décomposition en matière organique ;
- les transferts latéraux de l'eau en surface ou dans le sol entraînent l'érosion et la migration des éléments colloïdaux ou solubles.

■ 1.6.1.1. La ferralitisation

La pluie chaude, tombant le plus souvent en abondance sur le bassin de l'Oubangui, provoque une hydrolyse des minéraux des roches avec élimination dans les eaux de percolation des bases alcalines et alcalino-terreuses et d'une partie de la silice. Il s'agit d'une hydrolyse neutre ou alcaline, les eaux d'infiltration étant pauvres en gaz carbonique et acides organiques solubles. L'hydrolyse totale des silicates libère, outre les oxydes de fer, de la silice et de l'alumine. L'écoulement hydrique évacue les bases et une partie de la silice tandis que s'accumulent relativement des produits de synthèse peu solubles alumineux ou ferrugineux.

La ferralitisation se développe sur des roches mères très variées souvent sur une grande épaisseur. Le contenu minéral des sols est lié à la nature du drainage, de plus en plus réduit vers la base du bassin. Les secteurs à bon drainage (escarpements entaillés) sont favorables à la gibbsite et à la persistance d'illite résiduelle tandis qu'aplanissements, secteurs à drainage réduit sont favorables à la formation de kaolinite.

■ 1.6.1.2. L'induration

L'induration est un processus qui vient en complément de la ferralitisation. Elle porte essentiellement sur les hydroxydes de fer et d'alumine. Dans le bassin oubanguien l'induration est ferrugineuse ou aluminoferrugineuse, pratiquement jamais bauxitique. Le cuirassement est intense sur itabirites et roches basiques (cf. complexe amphibolo-pyroxénique du Mbomou).

■ 1.6.1.3. L'accumulation de matière organique

Normalement, température élevée et pluviométrie favorisent une minéralisation rapide de la matière organique. Les teneurs en matières organiques sont en général assez élevées (3 à 6 % dans l'horizon superficiel A1) sous couvert naturel. Autour de Bangui, on a noté que la teneur moyenne en matière organique de cet horizon s'abaisse de 5,7 % sous forêt à 2,6 dans les défrichements et de 3,2 % en savane à 2,2 en jachère.

Cependant en altitude, la baisse de température peut retarder la minéralisation de la matière organique dont l'accumulation peut atteindre 10 à 15 % (cf. source de l'Uele). Surtout, dans les zones marécageuses de la cuvette congolaise, on se trouve en présence de sols tourbeux ou semi-tourbeux avec 30 à 35 % de matière organique.

■ 1.6.1.4. Le lessivage

Lorsque le drainage est convenablement assuré et la pluviosité suffisamment abondante, l'eau percolant à travers le sol entraîne silice et bases ; on dit que le sol est lixivié. À un horizon A lessivé peut correspondre un horizon B d'accumulation. Ce cas n'est pas général, il peut y avoir exportation latérale des argiles et des bases par lessivage oblique. De même sur sable dérivant des grès, l'altération est très profonde, on n'observe pas d'horizon B d'accumulation et l'on parle de « sols appauvris ».

■ 1.6.1.5. L'hydromorphie

L'hydromorphie ou engorgement par l'eau peut s'accompagner d'une accumulation de matière organique (cf. sols hydromorphes organiques, sols tourbeux), mais ce n'est pas un cas général (cf. sols hydromorphes minéraux). Le plus souvent elle se traduit par la formation d'un horizon tacheté avec des plages grises, ocre ou rouges : c'est un « pseudo-gley ». Ces taches résultent d'une succession d'engorgements hydriques puis d'aérations du sol provoquant réductions et oxydations avec mises en mouvements suivies de précipitations du fer.

Lorsque l'engorgement est total, se développe un « gley », gris bleuté (dans les gammes de couleurs Munsell 2,5 ou 5 Y). La phase réductrice est alors la plus longue, le fer réduit est mis en mouvement et peut être évacué du profil. On comprend facilement que l'hydromorphie, liée à un drainage déficient, soit d'autant plus répandue que l'on se rapproche de la base du bassin oubanguien.

1.6.2. Esquisse de classification des sols

■ 1.6.2.1. Au Congo belge, C. Sys (1960)

Les pédologues de l'Ineac (Institut National pour l'Étude Agronomique du Congo belge) utilisaient une classification de type morpho-génétique. Au premier niveau de classification (« l'ordre ») on distingue les matériaux récemment déposés (par exemple les sols tropicaux récents en grande partie hydromorphes sur alluvions de la plaine centrale congolaise, indiqués « FU » par Sys, et les matériaux altérés anciens, kaoliniques : « Kaolisols ». La subdivision en sous-ordres est en relation directe avec le pédoclimat. La loi de la zonalité horizontale et l'hydromorphie permettent de distinguer :

- sous forêt dense humide équatoriale, les « hygro-kaolisols » caractérisés par un profil bien drainé sans horizon gley, mais sans dessèchement du profil au cours de l'année, avec un taux de saturation V inférieur à 50 % dans les horizons internes B et C. On les trouve donc au sud du 4^e parallèle en Ubangi, 3^e en Uele ;

- sous savanes et forêts claires tropicales, les « hygro-xéro-kaolisols » caractérisés par un profil sans horizon gley, qui subit un dessèchement temporaire au cours de l'année, avec toujours $V < 50\%$. On les observe au nord des précédents.

Dans ces deux sous-ordres, la plupart des sols constituent le grand groupe des « ferralsols » (RF), sols très évolués, à pédogenèse actuelle fortement réduite ou arrêtée, à teneur en argile supérieure à 20 %. La kaolinite y est mélangée à d'importantes quantités d'oxydes libres.

Un cas particulier important est représenté par les « ferralsols des plateaux de Yangambi » (YF) considérés comme dépôts éoliens ; on les observe sur le pourtour de la cuvette congolaise sous forêt dense humide ; leur texture argilo-sableuse au sommet devient sablonno-argileuse en descendant vers les vallées. Ils sont peu colorés.

En raison de leur intérêt agronomique, on distingue le groupe des « ferrisols » (RS), présentant un degré de saturation du complexe absorbant inférieur à 50 % dans les horizons B et C ; ils renferment un horizon B structural à revêtements argileux sur les surfaces des agrégats, avec un rapport limon/argile supérieur à 0,20 et plus de 10 % de minéraux altérables.

Les savanes d'altitude des sources de l'Uele sont caractérisées par un type de sols particuliers les « kaolisols à horizon sombre » (RR) avec un horizon humifère de surface A1 prononcé sans horizon A2 lessivé.

Dans d'autres régions du pays, était défini le groupe des « areno-ferrals » développé dans un matériau ferralitique contenant moins de 20 % d'argile sur plus de 1 m de profondeur (cf. sols « appauvris », psammitiques sur sable dérivant des grès d'Ouadda, de Carnot, de Kembé se prolongeant au Zaïre sur la dorsale de Kota-Koli).

■ 1.6.2.2. Au Centrafrique

La classification française, utilisée par les pédologues Orstom au Centrafrique et au Congo notamment, subdivisait la grande classe des sols à sesquioxydes (Fe_2O_3 , Al_2O_3 , ...), fortement individualisés et à matière organique de décomposition rapide, en sols ferrugineux tropicaux et sols ferralitiques (ex sols latéritiques). Ils se différenciaient par l'intensité de l'altération des minéraux, celle-ci se traduisant finalement par la formation des produits argileux dont le rapport SiO_2/Al_2O_3 est au moins égal à 2 pour les sols ferrugineux, toujours inférieur à 2 pour les sols ferralitiques dont l'altération intense et profonde se produit en milieu plus chaud et plus humide. L'intensité du phénomène de ferralitisation était considérée comme limitée dans le cas des sols « faiblement ferralitiques » à rapport SiO_2/Al_2O_3 compris entre 1,7 et 2) par opposition aux sols « fortement ferralitiques » (à rapport SiO_2/Al_2O_3 toujours inférieur à 1,7).

Dans son esquisse pédologique du Centrafrique, P. QUANTIN (1965) distinguait :

- au nord d'une ligne Dékoa-Bria-Djéma (soit entre 6° et $6^\circ 50'$ N.) un domaine de sols faiblement ferralitiques avec sols ferrugineux tropicaux lessivés ;

- au nord d'une ligne Boda-Damara-Bakouma-Obo (soit entre 5° et 6° N.) un domaine à sols faiblement ferrallitiques dominants ;
- au nord d'une ligne Mbaiki-Ouango-Rafai (entre 3°30' et 5° N.) un domaine à sols faiblement ferrallitiques dominants et fortement ferrallitiques associés, ces derniers devenant dominants au sud de cette ligne. Une distinction était faite suivant la nature extrême des matériaux : roches basiques ou sables quartzeux.

■ 1.6.2.3. Au Congo

Dans leur cartographie descriptive des sols du Congo, P. de Boissezon, G. Martin et F. Gras (1969) différencient les sols ferrallitiques suivant leur degré de désaturation et la nature des matériaux. Ils distinguent ainsi parmi les sols ferrallitiques fortement désaturés en B :

- des sols remaniés (caractérisés par une « nappe de gravats » ou *stone-line* comprise entre deux niveaux meubles) sur matériau dérivant du socle ;
- des sols appauvris modaux (rouges) sur grès de Carnot ou des sols appauvris jaunes sur matériaux en dérivant sur la bordure de la cuvette. Ces derniers sont associés à des sols hydromorphes minéraux à pseudo-gley ou gley sous végétation forestière.

Enfin les sols inondables de la cuvette sont dénommés « sols hydromorphes organiques », ce sont des sols tourbeux ou semi-tourbeux, localement associés le long de la vallée de l'Oubangui à des « sols peu évolués d'apport hydromorphes, sous prairie flottante. »

■ 1.6.2.4. Cartes de synthèse

Tandis que la première carte de synthèse des sols d'Afrique établie par J. d'HOORE pour le C.C.T.A. (1964), utilisait une légende, compromis entre les institutions et pays œuvrant en Afrique, la seconde fut préparée par J. RIQUIER pour la FAO-Unesco (1976) dans le cadre de la carte mondiale des sols avec une légende internationale, celle de la FAO. Cette synthèse présente l'intérêt de donner une estimation chiffrée des superficies couvertes par les diverses unités cartographiques, malheureusement elle semble surestimée car la somme en atteint 690 000 km² pour le bassin de l'Oubangui.

La synthèse des cartes pédologiques à moyenne échelle du Centrafrique permit à Y. BOULVERT (1983) de dresser une carte détaillée de ce pays et d'en déduire une carte à petite échelle pour l'ATLAS JEUNE AFRIQUE de RCA (1984). La légende de cette carte peut être adaptée pour le bassin de l'Oubangui, en liaison avec la légende FAO.

Les reliefs rocheux résiduels surmontant la surface centrafricaine correspondent à des « lithosols » ou « sols lithiques ». Dans les entailles séparant par exemple la surface centrafricaine du piémont oubanguien, ces sols sont associés à des sols d'assez grand intérêt agronomique car érodés, proches de la roche mère,

ils ont conservé des minéraux altérables (cf. sols « ferralitiques pénévulés »). Ce sont les « cambisols » de la FAO : de *cambiare* = changer, terme évoquant les changements de couleur, structure et consistance, résultant de l'altération *in situ*.

Un premier domaine correspond à l'extrémité de la surface centrafricaine, pratiquement au nord du 8° parallèle : « sols ferralitiques moyennement désaturés, ocre, rouges ou beiges ». En effet, contrairement à l'estimation de P. Quantin, il semble que dans le bassin de l'Oubangui, les sols ferrugineux tropicaux lessivés ne doivent être cités que pour mémoire alors qu'ils se développent largement dans les bassins nilotique et tchadien. Ce domaine correspond à une pluviométrie moyenne annuelle P comprise entre 1 200 et 1 350 mm avec 4 à 5 mois de saison sèche. Ces sols assez faiblement colorés (prédominance de sols ocre) sont moyennement indurés et, mal protégés par le couvert arbustif, assez souvent érodés, leur valeur agronomique est médiocre ; ils conviendraient au coton.

Dans les hauts bassins de la Ouaka, mais aussi du Chinko à la Ngoangoa, le long de l'interfluve Congo-Nil, le plus souvent donc au nord de 7°30', s'étend le domaine des « sols ferralitiques moyennement désaturés, rouges ou ocre, parfois beiges ». On y observe le long des versants, la toposéquence classique de couleur : sols rouges sur les interfluves, puis ocre sur les versants et beiges en bas de pente. Ce domaine correspond à P entre 1 350 et 1 400 mm avec 3 à 4 mois de saison sèche.

La plus grande partie de la surface centrafricaine (bassins Uele-Mbomou mais aussi Ouaka, Mpoko) porte des « sols ferralitiques moyennement à fortement désaturés, bien drainés de couleur vive » correspondant à P entre 1 400 et 1 550 mm avec 2 à 3 mois de saison sèche. De qualité moyenne, ils permettent la plupart des cultures de savane : manioc, paddy, maïs, ... Un facteur limitant leur mise en valeur et notamment la mécanisation des cultures, réside dans la généralisation d'une nappe de gravats (gravillons ferrugineux, débris de cuirasses ou de filons quartzeux) ou « stone-line » (cf. sols « remaniés »).

Ces trois domaines pédo-climatiques sont subdivisés sur la carte FAO en deux seulement « Ferralsols orthiques » (d'*orthos* = droit, cf. type représentatif classique) au sud et « plinthiques » au nord (de *plinthos* = brique, argile tachetée durcissant irréversiblement après exposition à l'air. Il nous semble que le terme d'orthique aurait pu être réservé au deuxième domaine, le terme de « rhodique » (rouge) étant attribué au troisième.

Sur la surface centrafricaine, plusieurs types de sols doivent être mis à part, notamment en raison de l'induration moyenne en général sur roches métamorphiques, particulièrement accentuée (cf. « cuirasses » ou phase « pétroferrique ») sur roches basiques, cf. séries de Dialinga ou complexe amphibolo-pyroxénique de part et d'autre du Mbomou. Argileux et vivement colorés, ces sols, s'ils ne sont pas indurés, conviennent particulièrement au café et même au cacao avec une pluviométrie qui atteint 1 700 mm et une saison sèche inférieure à deux mois. La carte FAO rattache certaines de ces taches sur roches basiques aux « Nitosols » (de *nitidus*, évoquant les agrégats brillants, luisants).

De même en fonction du matériau, il importe de mettre à part les secteurs de « sols ferralitiques appauvris en argile » sur matériaux sableux dérivant des grès mésozoïques (d'Ouadda, de Carnot) ou des grès-quartzites du Précambrien supérieur (de Kembé et de Kota-Koli). Correspondant aux « areno-ferrals » de Sys, ils sont dénommés « Arenosols ferralitiques » par la FAO. Pauvres en éléments minéraux et fragiles, ces sols doivent être laissés sous couvert naturel, ils ne conviennent guère qu'à l'élevage extensif.

Dans certains secteurs déprimés (cf. crypto-karst) de la surface centrafricaine, on observe des sols couramment répandus sur le piémont oubanguien, aussi bien au Zaïre qu'en Centrafrique : « sols ferralitiques fortement à moyennement désaturés rouges ou ocre ». Sur les glacis assez souvent indurés de ce piémont oubanguien on retrouve une toposéquence de couleur similaire de celle qui se développe plus au nord. Dans ces savanes périforestières, la pluviométrie est voisine de 1 500 mm avec 1 à 3 mois de saison sèche.

Sous couvert de forêt dense humide, l'induration ferrugineuse est très réduite —sauf sous la forêt du Mbomou— mais ce serait un signe de son extension assez récente. Les sols sont fréquemment décolorés et fortement désaturés « sols jaunes forestiers » ou « Ferralsols xanthiques » (= jaunes). Ces sols, s'ils sont meubles, avec plus de 30 % d'argile conviennent au palmier à huile, au café et à l'hévéa. Ils sont surtout fragiles notamment quant au défrichage par les engins mécaniques, leur fertilité se trouvant concentrée sur quelques centimètres de litière organique.

Les sols résultant d'un engorgement par l'eau sont de divers types :

- des « sols peu évolués d'apport alluvial ou colluvial », le long des grands cours d'eau, cf. « fluvisols » de *fluvius* = fleuve de la FAO ;
- des sols hydromorphes minéraux (cf. « gleysols dystriques » de la FAO). Ils parsèment les dépressions karstiques de la surface centrafricaine ou du piémont oubanguien et se développent surtout dans la plaine entre Oubangui et Congo ;
- des sols hydromorphes organiques (cf. « gleysols humiques » correspondant aux étendues marécageuses de la cuvette congolaise, qu'il serait très difficile de drainer et de mettre en valeur. On peut y ajouter quelques « sols tourbeux » ou « histosols » de la FAO (de *histos* = tissu, en raison de l'abondance de matière organique fraîche ou partiellement décomposée).

Le potentiel foncier disponible du bassin de l'Oubangui apparaît considérable étant donné l'extension du couvert forestier et la faible densité de la population. L'exubérance de la végétation ne doit pas être confondue avec la fertilité des sols. On ne trouve pas dans ce bassin de riches terres volcaniques ; quant aux secteurs sur roches basiques, ce sont les plus indurés ; or une cuirasse compacte et superficielle rend les sols des lakérés inutilisables pour l'agriculture.

1.7. La végétation du bassin de l'Oubangui

La végétation constitue, avec le relief, l'élément le plus déterminant des paysages, c'est également un des facteurs les plus importants du régime des cours d'eau. La végétation est en relation étroite avec le climat qui varie avec la latitude mais également avec l'altitude. C'est ainsi que, tout comme la pluviosité, la végétation est de moins en moins humide vers le nord certes, mais également vers le nord-est et l'interfluve Congo-Nil. Il a été montré par ailleurs (BOULVERT Y. 1987b, 1990) que cet interfluve n'est pas une simple ligne de partage des eaux mais un escarpement de pseudo-cuesta qui joue un rôle important sur la morphologie, le relief, le climat et la végétation. Les explorateurs tels G. SCHWEINFURTH (1871), W. JUNKER

(1890), Dr CUREAU (1904) avaient noté le contraste entre l'escarpement nilotique à écoulement torrentiel et surtout temporaire et le versant congolais peu incliné, sur lequel le développement de galeries forestières freinait l'écoulement des eaux.

1.7.1. Facteurs affectant la végétation

Dans le bassin de l'Oubangui, l'altitude varie de 1 700 à 300 m mais très progressivement ; il n'y a pas de « formations montagnardes » plus que de reliefs accentués. La partie méridionale de ce bassin est encore très largement occupée par la forêt dense ombrophile (qui aime la pluie) ou sempervirente, c'est-à-dire toujours verte. Les influences édaphiques s'y font difficilement sentir et le sol, tout au moins en apparence, modifie peu la physionomie et la composition de la forêt. Toutefois, dans la cuvette congolaise, en amont du confluent Oubangui-Zaïre, l'excès d'eau favorise la forêt dense marécageuse.

L'influence de l'Homme sur la végétation se fait surtout sentir dans le secteur périforestier englobant la grande forêt, tout particulièrement dans les secteurs, relativement peuplés, correspondant aux grandes vallées : Oubangui, Uele, Mbomou, tout particulièrement de part et d'autres des axes routiers le long desquels la population s'échelonne. Par ailleurs, la grande région des savanes est, chaque saison sèche, traversée par des feux courants. La végétation ligneuse a dû s'adapter pour subsister, en se protégeant par exemple d'une écorce liégeuse. Les espèces les plus communes sont dites pyrophiles ou mieux pyrotolérantes. Les hauts bassins de la Kotto, du Mbomou peu peuplés, sont en voie de désertion, depuis au moins un siècle et demi. Cette diminution de la pression anthropique peut permettre à la végétation forestière de se reconstituer comme on le voit de nos jours sur le plateau gréseux d'Ouadda (Y. BOULVERT, 1990).

1.7.2. Données de délimitation phytogéographique

L'ancien Congo belge donna lieu le premier à des essais de synthèses floristiques ou phytogéographiques avec les ébauches de J. LÉONARD et W. ROBYNS (1952), suivies de l'essai de carte de végétation de R. DEVRED (1958), le tout s'appuyant sur la Flore du Congo belge et du Ruanda-Urundi, publiée par l'Ineac en fascicules de 1948 à 1963. J. HECQ et D. FROMENT (n.d.) apportent quelques précisions sur la végétation d'altitude du Haut-Uele.

Ces données seront utilisées dans les cartes de végétation d'Afrique d'A. AUBREVILLE *et al.* (1959) et F. WHITE (1981), de même que l'esquisse phytogéographique du Congo de B. Descoings (1969). Pour le Centrafrique, les territoires phytogéographiques, esquissés par R. SILLANS (1958), ont été précisés par Y. BOULVERT (1986). À noter les Atlas Jeune Afrique qui donnent par pays une présentation schématique du couvert végétal, cf. B. Peyrot (1977) au Congo, A.K. Fahem au Zaïre et J.P. Régner (1984) au Centrafrique.

1.7.3. Forêt guinéo-congolaise ombrophile

F. WHITE (1986) rattache le bassin de l'Oubangui à trois des subdivisions chorologiques principales d'Afrique : les deux centres régionaux d'endémisme : guinéo-congolais (I) au sud, soudanien (III) au nord, séparés par la zone de transition guinéo-congolaise-soudanienne (XI).

Réservant le terme de sempervirent à la forêt côtière hygrophile, F. White dénomme « forêt ombrophile semi-sempervirente humide mélangée », la forêt de la cuvette congolaise à pluviosité moyenne annuelle comprise entre 1 600 et 2 000 mm avec une courte saison sèche, inférieure à trois mois. Cette forêt se rencontre sur sols bien drainés, un peu partout dans le sud du bassin de l'Oubangui-Uele. Une espèce comme *Oxystigma oxyphyllum*, le « tchitola » des forestiers, en est significative.

Des arbres géants, présents en abondance, sont des témoins de l'ancienne forêt primaire. Citons des Méliacées :

Entandrophragma angolense (« tiama »), *E. candollei* (« kosipo »), *E. cylindricum* (« sapelli »), *E. utile* et des Sapotacées : *Austranella congolensis* (« mukulungu »), *Manilkara* sp.

1.7.4. Forêt semi-caducifoliée de bordure

Des espèces, absentes dans les types humides méridionaux, se rencontrent sur la périphérie nord de la forêt qui est de type semi-décidue ou semi-caducifoliée. D'avion ou sur les photographies aériennes on peut suivre la densité des cimes défeuillées qui apparaissent comme autant de points blancs. Citons à côté des *Celtis* : *C. mildbraedii*, *C. philippensis* (« ohia »), *C. tessmanii* (« diana »), *Azizelia africana* (« doussié »), *Aningeria altissima*, (« mijikali »), *Aubrevillea kerstingii*, *Khaya grandifoliata* (cf. acajou). À noter qu'une espèce du versant atlantique camerounais comme *Mansonia altissima* (« bété »), inconnue au Zaïre et au Congo, peut encore se rencontrer dans la partie centrafricaine du bassin.

Cette forêt de lisière est fortement secondarisée. On y rencontre des espèces caractéristiques des forêts secondaires : *Ricinodendron heudelotii*, *Pycnanthus angolensis* (« ilomba ») à côté de *Musanga cecropioides* (parasolier), *Myrianthus arboreus*, *Trema orientalis*, *Harungana madagascariensis*. Deux essences héliophiles d'exploitation commerciale à croissance rapide sont particulièrement intéressantes : *Triplochiton scleroxylon* (ayous) et *Terminalia superba* (limba). À noter qu'elles disparaissent sur les larges interfluves sableux dérivant des grès : la forêt y est peu secondarisée car, faute de points d'eau, ils étaient difficiles à défricher. En raison de l'éloignement de la mer, l'exploitation forestière se réduit à quelques espèces de haute valeur commerciale : sapelli, ayous, limba, ...

La limite nord de la forêt dense humide présente des indentations. Elle remonte un peu au-delà de Bangui-Zongo le long de l'Oubangui, redescend vers l'intérieur de la boucle de ce cours d'eau avant d'en longer la rive sud, en amont entre Mobaye et Yakoma. Toutefois, contrairement à ce qu'indique la carte de végétation de l'Afrique, un lambeau notable de ce type forestier se conserve au nord-ouest de Bangassou.

À partir du bassin du Bili demeuré boisé, la limite septentrionale du domaine forestier s'incurve vers le sud-est. En Uele elle suit l'hysoplèthe de quatre-vingts jours de sécheresse et le front d'influence des vents secs du Soudan, selon R. DEVRED (1958). Cette forêt lisière du Mbomou se distingue par la présence d'espèces arborescentes facultatives de savanes telles *Anogeissus leiocarpus* et *Azela africana* et par l'abondance du palmier à huile : *Elaeis guineensis*, espèce absente du bassin nilotique : on ne l'observe qu'au sud de l'interfluve Congo-Nil. R. DEVRED (1958) distingue des forêts denses humides sempervirentes mélangées des forêts denses humides semi-décidues subéquatoriales et guinéennes des basses vallées de l'Oubangui et de l'Uele, celles, mélangées d'essences forestières semi-décidues suborophiles, du haut-bassin du Bomokandi au-dessus de 800 m.

1.7.5. Forêt ombrophile guinéo-congolaise à une seule espèce dominante

À côté de la forêt ombrophile mélangée, hétérogène, on rencontre sur la bordure sud du bassin oubanguien de petits îlots sempervirents à une seule espèce dominante. On les observe un peu partout dans une large auréole encadrant le centre de la cuvette congolaise. Parmi les cinq espèces de légumineuses césalpinioédées qui dominent ces îlots, la plus commune dans le bassin de l'Oubangui est *Gilbertiodendron dewevrei*. La strate supérieure d'une hauteur habituelle de 35 à 45 m est uniforme et dense. Venant du fouillis végétal des forêts lisières hétérogènes, secondarisées et souvent dégradées, on est frappé par ces peuplements purs aux sous-bois clairs. Les entrelacements de lianes en sont absents et on circule aisément sur un épais tapis de feuilles mortes. C. EVRARD (1960) considère cette forêt à une seule dominante comme le climax type. *Gilbertiodendron dewevrei* croît en forêt riveraine ou marécageuse sur sol sablonneux mais aussi sur sols à argiles rouges bien drainés et bonne rétention d'eau en Ubangi-Uele. Le bilan hydrique des sols sous cette formation est toujours favorable. Au Centrafrique, on le retrouve sur grès de Carnot au sud du Bodingué. La distribution de *Julbernardia seretii* est moins étendue, on en connaît un peu dans l'Uele entre 500 et 800 m d'altitude. Inversement la forêt à *Brachystegia laurentii* s'observe dans la cuvette centrale au-dessous de 500 m d'altitude.

1.7.6. Forêts inondables et marécageuses

Une place doit être réservée à la forêt riveraine guineocongolaise et à la forêt marécageuse qui s'étend largement de part et d'autre du confluent Oubangui-Zaïre. Elle est restée pratiquement vierge en raison de ses difficultés d'accès. Les palmiers grimpants (*Ancistrophyllum*, *Eremospatha* et *Calamus*) y sont particulièrement caractéristiques à côté de *Guibourtia demeusei* (« bubinga »), *Uapaca guineensis* (« rikio »), *Mitragyna ciliata* et *M. stipulosa* (« bahia »), *Carapa procera* (« crabwood »), *Entandrophragma palustre*, *Oubanguia africana*, *Pandanusandelabrum*, *Raphia spp.* Beaucoup de ces arbres ont des pneumatophores et certains possèdent des racines-échasses. En Ubangi, selon R. DEVRED (1958), par atterrissement progressif des vallées, la composition floristique de ces forêts évolue vers une forêt à *Gilbertiodendron dewevrei*.

En première approximation, la forêt dense guineocongolaise couvrirait dans le bassin oubanguien 161 000 km² dont 133 000 km² pour la forêt de terre ferme et 28 300 km² pour la forêt marécageuse.

1.7.7. Savanes périforestières

Le domaine guinéo-congolais s'étendrait sur 345 000 km² soit un peu plus de la moitié du bassin oubanguien, les savanes périforestières et incluses en forêt avec les résidus mixtes et galeries forestières en recouvrant un peu plus de la moitié (183 500 km²). On peut les différencier suivant leur origine soit édaphique sur cuirasses ferrugineuses ou sols hydromorphes soit anthropique. Elles sont souvent parsemées d'espèces arbustives pyrotolérantes : *Bridelia ndellensis*, *Hymenocardia acida*, *Annona senegalensis* et *Terminalia glaucescens*. À côté du rônier : *Borassus aethiopum*, souvent abondant dans les plaines karstiques, on y rencontre également *Vitex madensis*, *V. doniana*, *Crossopteryx febrifuga*, *Nauclea latifolia*.

D'après la strate herbacée on distingue de la même façon trois principaux groupements végétaux. Celui à *Hyparrhenia* : *H. diplandra*, *H. familiaris* accompagné de *Urelytrum thyrstoides* et *Jardinea congoensis*. Le groupement à *Pennisetum purpureum* (« sissongo » ou herbe à éléphants) forme transition entre les savanes à *Hyparrhenia* et les recrues forestiers. Les mises en cultures répétées conduisent fréquemment à l'envahissement par *Imperata cylindrica* (« herbe-baïonnette »).

Il faut également signaler la présence tout au long de la lisière forestière des savanes d'aspect mamelonné à termitières géantes dues à *Bellicositermes bellicosus rex*. Ces édifices de plusieurs dizaines de mètres cubes s'allongent depuis les grès de Carnot jusqu'à l'Uele de part et d'autre de l'Oubangui ; ils sont particulièrement remarquables dans les environs d'Alindao.

Signalons enfin que R. DEVRED (1958) cartographie le secteur des sources de l'Uele en « savanes herbues (*Hyparrhenia* - *Themada* - *Loudetia*) et boisées remplaçant les forêts denses humides semi-décidues submontagnardes de transition à *Turraea vogeloides*, *Beilschmiedia oblongifolia*, en voie de complète disparition ».

Vers la source de l'Uele, J. Hecq et D. Froment rattachent le haut-versant sud-ouest de l'Uele au domaine périguinéen avec, à côté des lambeaux forestiers, une dominance des groupements herbeux, les uns à *Pennisetum purpureum*, les autres à *Seteria sphaelata*.

1.7.8. Domaine soudano-guinéen de transition

Limites

Exceptionnellement sur le plateau gréseux de Carnot, la forêt dense guinéenne passe, sans l'intermédiaire des savanes périforestières, aux savanes soudano-guinéennes à *Burkea-Lophira*. Plus à l'est, cette limite sud du domaine soudanoguinéen suit l'escarpement séparant la surface centrafricaine du piémont oubanguien via Boali-Bambari. Elle emprunte la limite sud du plateau gréseux de Nakando (au sud de Bakouma), puis s'infléchit vers le sud-est au travers du plateau cuirassé du Mbomou dans lequel les plateaux cuirassés se rattachent au domaine soudano-guinéen et les forêts vallicoïles à celui guinéen de la forêt dense humide. Depuis Zémio vers l'est-sud-est, cette limite rejoint la vallée de l'Uere et les sources de l'Uele.

La limite nord de ce domaine de transition se traduit par l'apparition des premières savanes boisées soudanaises à *Isobertinia-Monotes-Uapaca*, des bambousaies ou du karité. Franchissant l'interfluve Congo-Tchad, elle apparaît le long des arêtes quartzitiques des Mbrés-Bakala. Elle remonte ensuite vers le nord (une grande partie du plateau gréseux d'Ouadda s'y rattache) avant de redescendre vers le sud-est par le confluent Bita-Vovodo jusqu'au sud du mont Dangoura à partir duquel elle se prolonge dans le bassin du Nil. Des îlots du domaine soudanais situés plus au sud —parfois à 200 km— semblent correspondre à des témoins paléoclimatiques d'une ancienne extension. Citons au Centrafrique ceux de Boali, de Tilo et des grès de Nzako auxquels il faut rajouter au Zaïre les témoins du parc de la Garamba sur l'interfluve Congo-Nil. Ainsi délimité, ce domaine soudano-guinéen couvre un peu plus de 200 000 km², soit 32 % du bassin oubanguien.

Dans ce domaine de transition, on est avant tout frappé par la conservation de témoins des « forêts denses semi-humides » (BOULVERT Y., 1986) très improprement dénommées par F. WHITE (1986), « forêt claire de transition soudanienne ». Par cette appellation on veut souligner que —notamment sur le plateau gréseux d'Ouadda— subsistent tous les intermédiaires entre les forêts denses humides et sèches. Le sous-bois y est dense, sans graminées, il reste vert en saison sèche et les feux courants le contournent. À côté d'*Anogeissus leiocarpus* et *Albizia zygia*, on y relève en sous-bois *Rothmania whitfieldii*, *Anthocleista oubanguiensis*, *Allophylus africanus*, *Magnistipula butayei*, *Chaetacme aristata*, *Ochthocosmus africanus*, *Santaloides afzelii* ...

Dans le secteur des plateaux cuirassés étagés du moyen Mbomou, on observe localement une différenciation altitudinale des formations végétales, les savanes et couronnes forestières soudano-guinéennes surmontent des forêts vallicoles lisières guinéennes avec *Spathodea campanulata* (« tulipier »), *Myrianthus arboreus* ...

À côté de ces témoins forestiers qui se prolongent vers le nord en suivant les galeries forestières, on rencontre des savanes arborées à espèces dominantes : *Burkea africana*, *Lophira lanceolata*, particulièrement remarquables sur le plateau gréseux de Carnot au Centrafrique. D'autres sont à espèces mélangées, les unes d'affinités soudanaises : *Terminalia laxiflora*, d'autres guinéennes : *Terminalia glaucescens*, certaines anthropiques : *Daniellia oliveri*, sans compter les savanes arbustives banales pyrotolérantes.

Assez fortement dégradée par l'Homme, au nord de Bangui (bassin Mbi-Mpoko), la végétation de ce domaine l'est beaucoup moins dans l'est centrafricain, de même au nord-est du Zaïre.

La strate herbacée présente certaines caractéristiques comme celles de la végétation des clairières sur cuirasses subaflueurantes dites *bowe* en Afrique Occidentale, *lakéré* en Centrafrique, ou *pengbele* dans l'Uele. Seules parviennent à s'y installer des petites herbacées annuelles : *Panicum*, *Eragrostis*, *Loudetia (annua, coarctata)*, *Ctenium (elegans, newtonii)*, *Cochlospermum tinctorium*, *Bulbostylis coleotricha*. La surface de ces lakérés est souvent parsemée de termitières champignons édifiées par *Cubitermes jujubifaber*. Ces lakérés légèrement incurvés en auge, servent au rassemblement des eaux de pluies. Le ruissellement y est intense par rapport aux savanes et surtout aux forêts environnantes. Dans les bassins de l'Oubangui, les lakérés couvrent près de 15 000 km² ; ils sont particulièrement répandus sur le complexe amphibolo-pyroxénique de part et d'autre du Mbomou.

Les associations de graminées sont de meilleures indicatrices de la nature des sols que les ligneux. Ainsi *Loudetia arundinacea* affectionne les sols sableux ou gravillonnaires. *Brachiaria brizantha*, d'écologie plus stricte se cantonne sur les sols sableux. *Setaria sphaacelata* est une plante pionnière virulente tandis que *Panicum phragmitoides* est le dernier rempart contre le surpâturage, développé autour de Bambari. Sur colluvions de vallées *Hyparrhenia diplandra* prédomine. Les bordures des plaines inondables sont dominées par des graminées hautes, telles *Hyparrhenia rufa*, *Loudetia phragmitoides*, *Jardinea congoensis*, ...

Dans le haut-bassin de l'Uele (versant nord-ouest), J. Hecq et D. Froment distinguent deux grands groupements herbeux : les savanes à *Loudetia arundinacea* avec *Protea madiensis* sur les versants érodés des collines et *Brachiaria julva* avec *Hyparrhenia filipendula* sur les sols les plus profonds.

1.7.9. Domaine soudanien

Le domaine soudanien, ou plus précisément médio-soudanien selon la terminologie de R. LETOUZEY (1968) est le domaine d'élection des savanes à espèces dominantes (autrefois dénommées « forêts claires ») telles *Uapaca-Isobertinia-Monotes*, outre *Burkea-Lophira* à côté de savanes à espèces mélangées (SILLANS R., 1958) : *Terminalia laxiflora-Grewia mollis* et *Combretum hypopilinum*. L'espèce ligneuse la plus répandue est le karité : *Butyrospermum paradoxum ssp. parkii*.

Une formation particulière est également typique de ce domaine : la bambousaie à *Oxytenanthera abyssinica*, aux fourrés difficilement pénétrables. Les peuplements les plus denses s'observent à la périphérie nord du plateau gréseux de Mouka-Ouadda. À partir des arêtes quartzitiques des Mbrés, on les retrouve tout au long de l'interfluve Congo-Nil (Mt Abourassein, Mt Dangoura), jusqu'au Zaïre ou R. DEVRED (1958) les signale à l'est de la source de l'Uele. L'aire de répartition d'une cycadacée : *Encephalartos septentrionalis* présente des analogies avec la précédente. On la suit depuis les Mbrés-Ouadda tout au long et de part et d'autre de l'interfluve Congo-Nil.

Dans ces régions dépeuplées, les formations ligneuses sont bien conservées : savanes arborées ou forêts claires. À l'extrémité nord du domaine médio-soudanien qui couvre 94 500 km², soit 14,6 % du bassin oubanguien, on voit apparaître sur les contreforts du massif du Dar Chala des espèces soudano-sahéliennes telles *Boswellia papyrifera*, *Haplocoelum gallaense*, *Tricalystia djurensis*. Tandis qu'*Aframomum sp.* se raréfie dans le domaine médio-soudanien, les *Andropogonées* dominent la strate herbacée : *Hyparrhenia* (*H. rufa*, *H. diplandra*), *Andropogon gayanus* et surtout *Cymbopogon giganteus*.

Ainsi les savanes qu'elles soient arbustives périforestières ou arborées soudano-guinéennes ou médio-soudaniennes couvrent 460 000 km² soit 70 % du bassin oubanguien. Toutes sont susceptibles d'être traversées chaque année par les feux courants dont les images satellites montrent que le front de progression peut dépasser la centaine de kilomètres. Ces feux nettoient la savane et permettent une repousse de l'herbe appréciable pour les troupeaux. Dénudant le sol, ils sont par contre néfastes, surtout juste avant les premières pluies en mars-avril.

La climatologie du bassin oubanguien

Chapitre 2

Le bassin oubanguien se trouve à cheval sur les zones tropicale et équatoriale.

2.1. Les facteurs généraux du climat. La circulation des masses d'air

La météorologie tropicale, dont l'étude a été trop longtemps considérée comme réservée à de rares spécialistes, est depuis quelques décennies en pleine mutation. Il se confirme, plus particulièrement depuis la PEMG, Première Expérience Mondiale du Garp (Programme de recherche sur l'Atmosphère globale) en 1979, qu'elle a un rôle prépondérant dans l'explication des phénomènes atmosphériques à l'échelle du Globe (la plus grande partie de la troposphère se situant entre les 2 Tropiques).

Une synthèse des travaux effectués sur ce sujet, depuis 1922, a été tentée par les météorologues du bureau d'études de l'Asecna à Dakar (ANONYME, 1968). Cette synthèse a bénéficié de l'utilisation des satellites météorologiques d'observation de la Terre (Météosat, Goes, Noaa) et de l'analyse des données sur ordinateur (DHONNEUR G., s.d.)

Il en résulte que les schémas classiques des années 50 ont été un tant soit peu revus et corrigés.

2.1.1. Le front intertropical (FIT)

Le FIT est une zone de convergence séparant deux masses d'air, l'une boréale et l'autre australe. C'est en fait le nom "africain" de la zone de convergence intertropicale (ZCIT) dont la PEMG a montré qu'elle ceinturait la Terre : c'est pour cette raison qu'elle est également appelée "Équateur Météorologique". La continuation de la ZCIT sur l'Atlantique sud constitue le fameux "Pot-au-Noir".

La position en latitude de la ZCIT est conditionnée par la position de cellules anticycloniques situées au nord et au sud de cette zone.

Pour l'Afrique ces cellules sont :

- au nord : l'anticyclone des Açores, plus ou moins associé à l'anticyclone continental,
- au sud : l'anticyclone de Sainte Hélène.

2.1.2. Variations saisonnières du FIT (LEROUX M., 1983) (figures 2.1, 2.2 et 2.3)

----- CIO
—— FIT

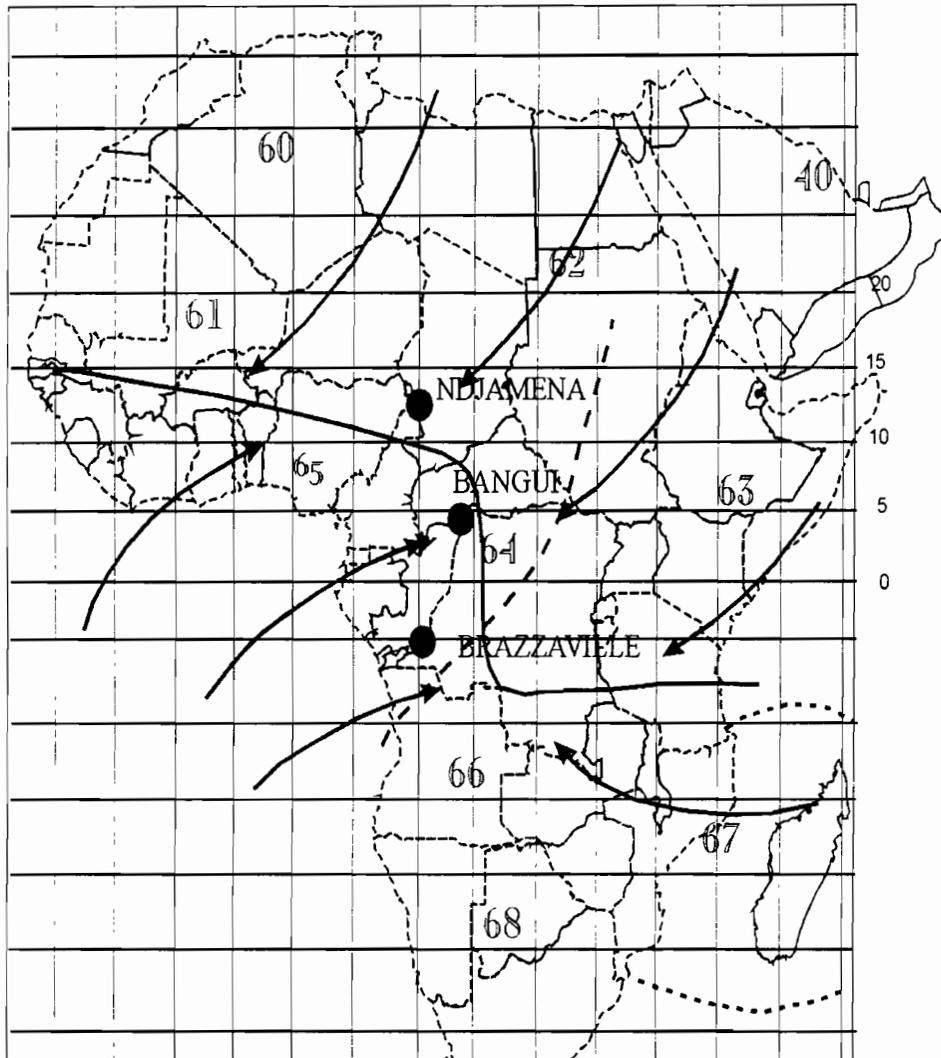


Figure 2.1

Position du FIT sur L'Afrique.

Janvier

----- CIO
——— FIT

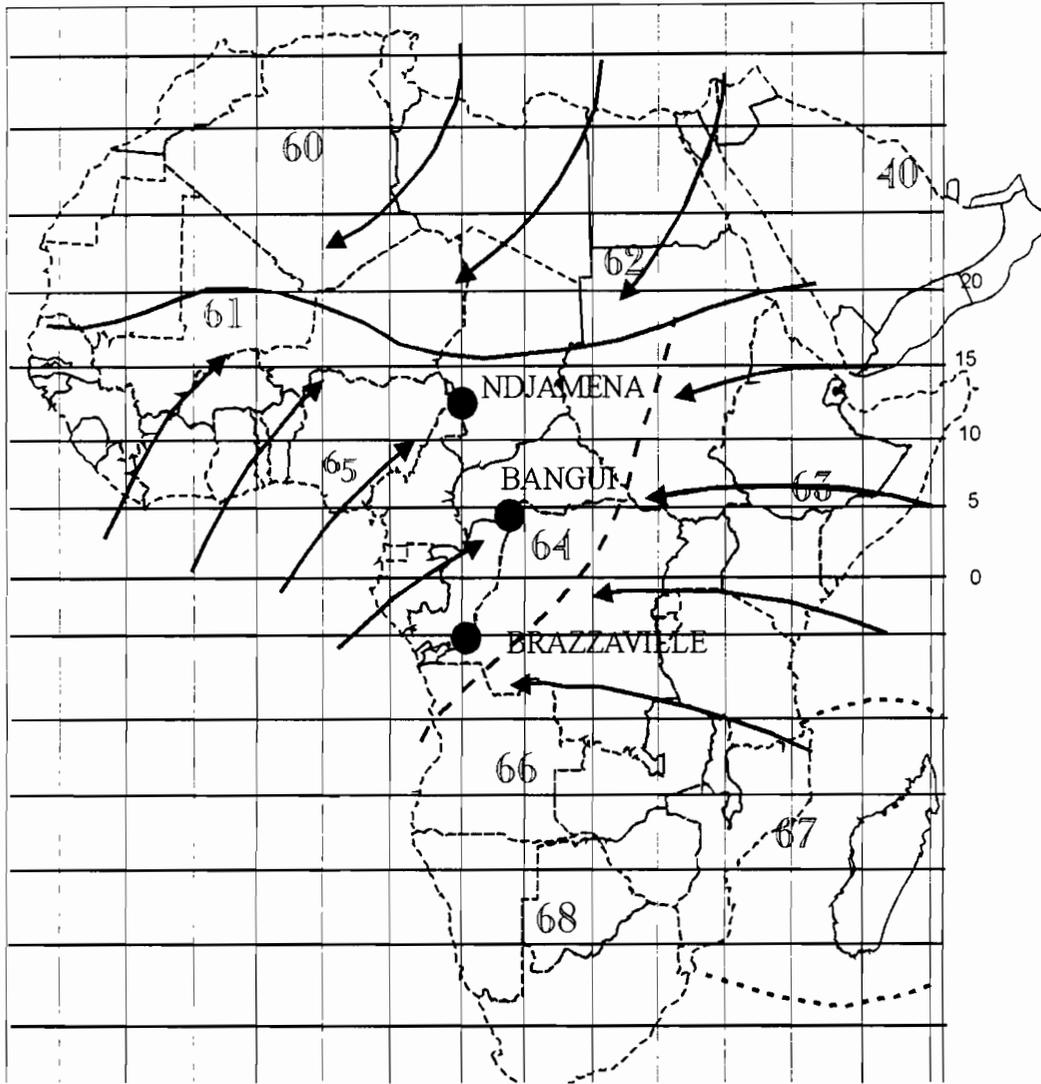


Figure 2.2

Position du FIT sur L'Afrique.

Juliet

Situation en janvier

En hiver boréal, l'anticyclone des Açores, soudé à l'anticyclone continental, est axé vers 25° nord, un peu au-dessus du Tropique du Cancer. L'anticyclone de Sainte Hélène est à sa position la plus méridionale, 21° sud, soit légèrement au nord du Tropique du Capricorne.

Le FIT est également à sa position la plus méridionale : 07 à 08° nord en Afrique occidentale, 00° vers 030° est, ensuite nette inflexion vers le sud (15° sud pour 030° est).

Situation en juillet-août

L'anticyclone des Açores s'est décalé vers le nord (40° nord), sur le Maghreb et la Méditerranée, tandis que l'Anticyclone de Sainte Hélène est également remonté vers 15° sud.

Le FIT est alors sur sa position la plus septentrionale, aux environs de 20°-22° nord.

Il existe également une variation diurne du FIT, que nous ne traiterons pas ici. Elle est très limitée géographiquement et change beaucoup d'un jour à l'autre et d'une année à l'autre.

2.1.3. La trace au sol du FIT

Le FIT, zone de discontinuité, sépare deux masses d'air de caractéristiques bien différentes.

Au sol, cette discontinuité sera caractérisée par :

- le vent,
- la température de l'air,
- la température du point de rosée.

— *le vent*

Au nord du FIT, le vent chaud et sec (harmattan) souffle du secteur nord-est à est.

Au sud du FIT, le vent frais et humide (mousson) souffle du secteur sud-ouest.

— la température de l'air

Au nord du FIT, l'amplitude nyctémérale de la température est de 13 à 16°C tandis qu'au sud elle n'est que de 4 à 7°C.

— la température du point de rosée

La température du point de rosée caractérise le degré d'humidité d'une masse d'air. C'est la température fictive d'abaissement de cet air pour qu'il y ait condensation.

Au nord du FIT, cette température est bien souvent proche de 0°C et généralement toujours inférieure à 12°C.

Au sud du FIT, elle est de l'ordre de 16 à 18°C (les météorologues ne sont pas tous d'accord sur cette valeur limite de 12°C : certains admettent 13, 15 et même 16°C).

2.1.4. Types de temps liés à la position du FIT

La figure 2.4. (Leroux, 1972) donne la coupe méridienne de la tropopause au droit du FIT :

- en zone A nous sommes au nord du FIT. Le ciel est clair ou obscurci par la brume sèche (particules très fines de sable, en provenance du Sahara, en suspension dans l'air). Pratiquement aucun risque de précipitations : nous sommes en saison sèche ;
- la zone A/B est une zone de transition, avec risque de pluies ;
- la zone B est celle du passage du FIT, avec des cumulus de beau temps et de rares cumulo-nimbus. Il y a risque de pluies orageuses : nous entrons dans la saison des pluies ;
- la zone C1 est également celle des cumulo-nimbus, des orages et des lignes de grains tandis que C2 est celle des pluies continues (pluies de mousson) ;
- en zone D l'importance des pluies diminue : nous sommes en saison sèche estivale.

Il est cependant possible d'avoir, à titre très exceptionnel, des pluies en zone A. Les 25 et 26 décembre 1960, il a plu au Tchad (Tibesti et sud du pays) avec 52 mm de pluie à Moïssala et 24 mm à Léré. Ces pluies sont liées à une invasion d'air polaire (pluies dites de heug).

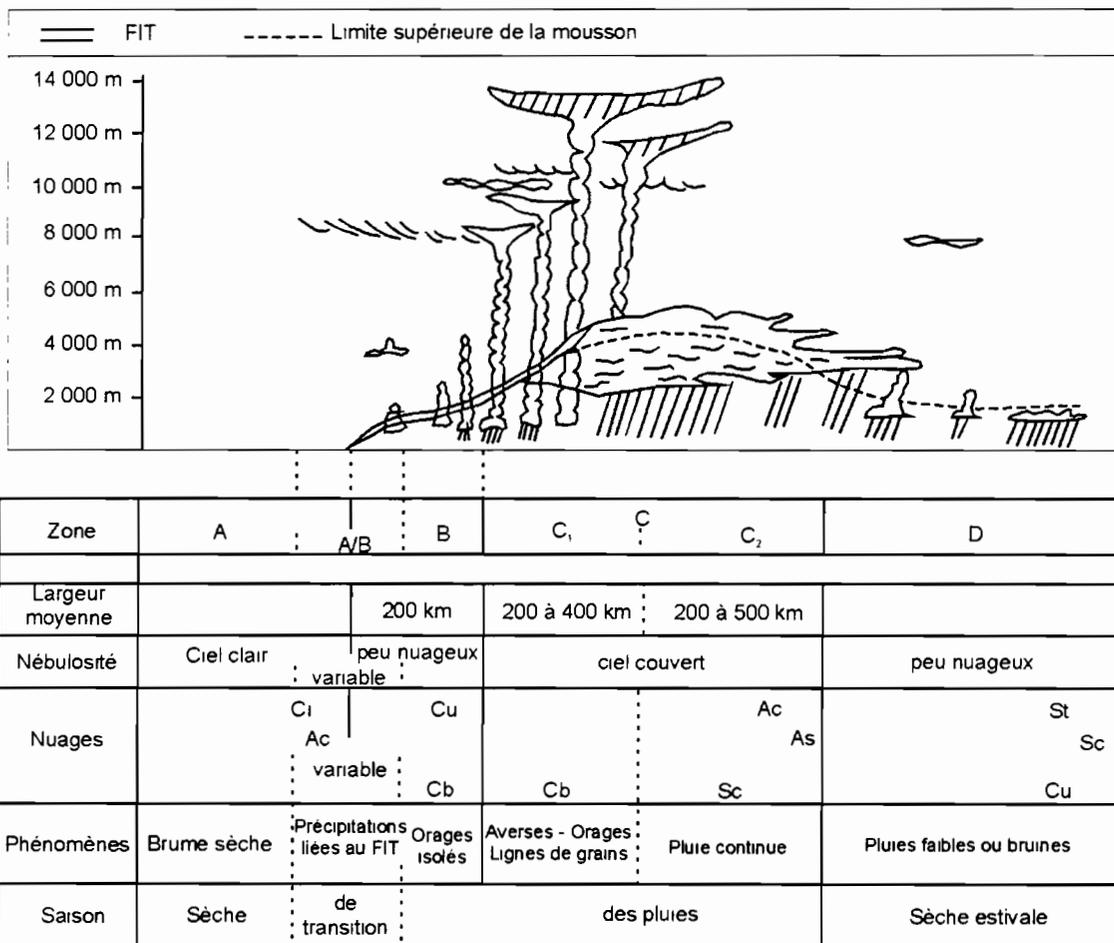


Figure 2.4

Coupe méridienne (d'après M. LEROUX).

2.1.5. La confluence interocéanique (CIO)

C'est une zone de convergence qui marque la limite d'influence des flux de mousson en provenance de l'océan Atlantique et de l'océan Indien.

Sa trace au sol n'est pas facile à déterminer.

Pour le bassin oubanguien, la mousson provenant de l'océan Indien perd beaucoup de son humidité sur les reliefs éthiopiens par effet de foehn.

Actuellement, la notion de FIT sud peut être considérée comme obsolète.

2.2. Le vent

Les résultats des observations du vent nous sont disponibles aux stations suivantes :

Au Centrafrique :

Bangui

Bambari

Bangassou

Berbérati

Birao

Bouar

Bouca

Bria

Ndélé

Obo

Yalinga

(période d'observation : 1951-1959 sauf pour Bambari, Obo et Yalinga où l'on ne dispose que des années 1958 et 1959 et de Birao où la période est 1953-1959).

Au Congo :

Impfondo (1951-1957).

Au Zaïre :

Mbandaka (période d'observation inconnue, sur 10 ans environ).

Les observations se font entre 5,5 et 12 m de hauteur au-dessus du sol, généralement (Centrafrique, Congo) avec un télévent. Cet appareil est utilisé ponctuellement à 06, 12 et 18 h : il indique la vitesse du vent et, sur une rose à 16 directions, montre la direction d'où il souffle.

2.2.1. Direction d'où vient le vent

Le tableau 2.1 donne les résultats de notre analyse.

Origine des renseignements :

- Extrait des annales des services météorologique de la France d'outre-mer
- Atlas climatique de la cuvette congolaise.

Du fait du peu de hauteur du capteur par rapport au sol, la direction d'où souffle le vent est assez souvent influencée par un effet orographique ou par un masque proche.

La figure 2.5 montre les divers diagrammes de vent en fonction de l'emplacement des stations.

Birao, Bouar et Ndélé ont une alternance des vents bien marquée : secteur nord-est en saison sèche, secteur sud à sud-ouest en saison des pluies. Nous sommes en climat tropical à deux saisons tranchées.

Ce caractère s'estompe au fur et à mesure que la latitude diminue, avec souvent une même direction du vent pour la saison sèche et la saison des pluies (Bangui, Bangassou, Berbérati, Bouca, Obo).

En zone équatoriale, le vent souffle pratiquement toujours du sud ou de l'ouest. Sur le bassin de l'Uele (BULTOT F., 1971-1977) les vents sont de secteur ouest, ouest-sud-ouest ou sud durant toute l'année.

Tableau 2.1
Direction du vent

Stations	Saison sèche		Saison des pluies		Année		Calmes
	Vent prépondérant	Quadrant	Vent prépondérant	Quadrant	Vent prépondérant	% d'observations	% d'observations
Bangui	S	SE-W	W	S-NW	S SE	8,2 4,4	58,2
Bambari	W	S-W	W	S-W	W S	5,4 4,0	74,8
Bangassou	SW	NE-SE	SW	S-W	SW W	8,9 6,0	55,9
Berbérati	W	S-W	W	S-N	W NW	11,0 5,4	56,8
Birao	E	NE-SE	W	SW-W	E SW	10,2 4,0	67
Bouar	N	N-E	SW	S-W	NE E	9,5 8,8	38,9
Bouca	NW	NW-E	SW	S-NW	N E	4,9 4,9	65,8
Bria	NE	N-ESE	SW	S-N	S SW	8,7 4,4	61
Ndélé	NE	N-ESE	SW	S-W	E NE	9,9 8,2	50,3
Obo	N	N-NE	W	SW-NW	W E	3,7 3,2	79,9
Yalinga	N	N-E	S	SE-SW	S SW	6,4 3,7	72,8
Impfondo	S	SE-SSW	S	SE-S	W SW	6,3 5,8	62,7
Mbandaka	SW	SSW-WS	W	WSW-WS	W SSW	8,3 7,3	62,6

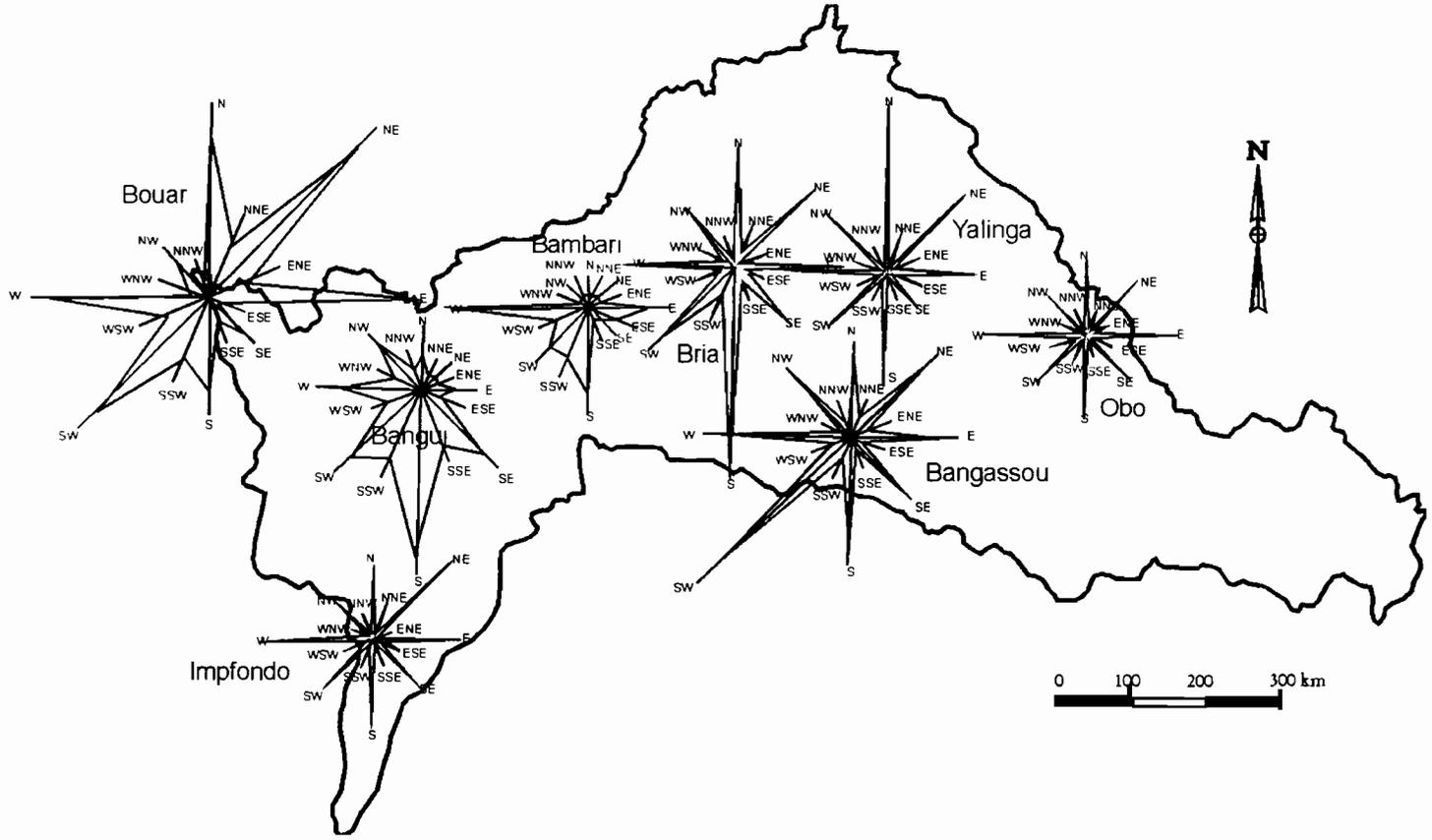


Figure 2.5

Variation dans la direction d'où souffle le vent à divers postes climatiques.

2.2.2. Force du vent

Nous n'avons pu utiliser que les résultats de l'année 1958 pour analyser la force du vent.

Dans ces conditions les résultats diffèrent quelque peu de ceux du tableau 2.2 pour ce qui concerne la fréquence des vents calmes (vitesse inférieure à 1 m/s).

Néanmoins nous pouvons voir que ces vents calmes sont très fréquents (Bambari, Birao, Bouca, Bria, Obo, Yalinga, Impfondo et Mbandaka) avec plus de 60 % des observations. C'est à Bouar que les vents sont les plus fréquents : seulement 36 % de calmes. Une explication pourrait être la situation de cette ville, à 1 000 m d'altitude, en rebord de plateau.

Tableau 2.2
Force du vent

Stations	% des observations de vitesse (en m/s)					
	< 1 m/s	1 à 4	4 à 6	6 à 14	14 à 21	> 21 m/s
Bangui	52,8	46,3	0,7	0,2	0	0
Bambari	81,7	17,5	0,5	0,3	0	0
Bangassou	53,2	44	2,8	0,3	0	0
Berbérati	40,9	50,5	7,7	0,9	0	0
Birao	64,5	29,4	4,9	1,2	0	0
Bouar	35,7	44,2	14,2	5,8	0,1	0
Bouca	43,2	56	0,7	0,1	0	0
Bria	64,2	31,7	3,1	1	0	0
Ndélé	40,6	47,4	10	2	0	0
Obo	79,9	18,1	1,8	0,2	0	0
Yalinga	79,7	19,9	0,3	0,1	0	0
Impfondo	67,8	29,6	2	0,6	0	0
Mbandaka	62,6	37,4	0	0	0	0

Au passage des grains, le vent est généralement assez violent. Il a été mesuré :

— à Bangui : 22 ou 25 m/s ;

— à Berbérati : 22 m/s.

Mais ces coups de vent ont une durée limitée, de l'ordre de la dizaine de minutes, et c'est pour cela qu'ils échappent bien souvent à l'observation synoptique.

Notons qu'à Bangui RICHARD R.(1934), signalait, pour le 27 mai 1932, un grain orageux d'une rare violence qui, sur une zone de 250 m de largeur et de 2 500 m de longueur, centrée sur l'Oubangui, a causé d'importants dégâts à la ville (vérandas projetées en l'air, tôles arrachées, piliers en maçonnerie abattus, troncs d'arbres inclinés et même déracinés).

Il a été noté à Bambessa (Zaire) (BULTOT F., 1971-1977) un vent de 26 m/s ; néanmoins, sur le bassin de l'Uele, les vents dépassent rarement (5 % maximum des observations) la vitesse de 3, 5 m/s.

2.3 La température de l'air

Les valeurs caractéristiques sont les suivantes :

T_x : moyenne mensuelle des températures maximales journalières,

T_n : moyenne mensuelle des températures minimales journalières,

$\frac{T_x + T_n}{2}$: température moyenne mensuelle,

$T_x - T_n$: écart diurne moyen mensuel.

Le tableau 2.3 résume les variations de ces paramètres pour les stations de :

Au Centrafique .

— Bangui

— Alindao

— Bambari

— Bangassou

— Berbérati

Tableau 2.3

Températures maximales, moyennes et minimales (unité : °C)

Stations	Période : 1950-1959					
	Températures					Écart
	Max. Absolu	Max. moyen	Moyenne	Mini. moyen	Mini. absolu	Diurne moyen
Bangui	39,2	31	26	20,9	12	10,1
Alindao	41,8	32,1	26	19,9	10	12,2
Bambari	41	32,2	26,1	20	9	12,3
Bangassou	39,8	31,3	25,5	19,7	10,4	11,6
Berbérati	39,6	30,5	24,8	19,1	11	11,4
Birao	44,2	34,7	26,4	18,1	3,1	16,6
Bossembélé	37,5	30,6	24,8	18,9	10,1	11,7
Bouar	37,4	29,1	23,9	18,7	12,3	10,4
Bouca	41,2	32,2	25,7	19,1	7,5	13,1
Bria	43	31,8	25,1	18,4	7,1	13,4
Ndélé	41,2	33	26,6	20,2	6,5	12,8
Obo	39,6	31,6	25,3	19	9	12,6
Yalinga	40	31,7	24,8	17,8	4,4	13,9
Impfondo	36,3	30,1	25,4	20,7	14	9,4
Bambessa	39,5	31,4	24,9	18,3	7,6	13,1
Boketa	36,8	30,5	24,9	19,2	11,8	11,3
Buta	39,6	32	25,9	19,8	9	12,2
Isiro	37	30,8	24,1	17,4	8,3	13,4
Libenge	37,4	30,8	25,4	20	10	10,8
Mbandaka	36,4	30,2	25,3	20,3	14	9,9
Nioka	32,4	27	20	12,9	7	14,1

- Birao
- Bossembélé
- Bouar
- Bouca
- Bria
- Ndélé
- Obo
- Yalinga

Au Congo :

- Impfondo

Au Zaïre :

- Bambessa
- Boketa
- Buta
- Isiro
- Libenge
- Mbandaka
- Nioka

La période d'observation a été imposée par le nombre d'années disponibles au Zaïre et nous avons dû nous contenter de 1950-1959. Ceci n'est pas trop grave pour les valeurs moyennes mensuelles, qui ne varient que de quelques dixièmes de degrés d'une année à l'autre. Ainsi, pour Bangui, nous avons :

	Période	
	1931-1971	1950-1959
T _x	31,4	31
T _n	20,5	20,9
T _{moy}	26	26

Les figures 2.6 à 2.8 montrent la variation spatiale des températures annuelles.

Les figures 2.9 à 2.13 montrent la variation mensuelle des températures à Bangui, Bria, Impfondo et Isiro.

Les températures moyennes annuelles varient très peu d'une station à l'autre (24 à 26°) sauf sur le haut bassin de l'Uele où le relief fait chuter ces moyennes jusqu'à 18°.

Ceci est également valable pour les moyennes des minima et des maxima où, excepté le haut bassin de l'Uele, l'écart d'une station à l'autre ne dépasse pas 3°.

Néanmoins l'écart diurne moyen annuel est très sensible à la position climatique de la station. Les stations au nord du bassin, en climat tropical, ont des amplitudes de l'ordre de 13° (Bouca, Bria, Yalinga). Dès que l'on descend vers le sud, cet écart diurne diminue : 11,6° à Bangassou, 10,1° à Bangui. En climat équatorial, il n'est que de 9,4° à Impfondo et 9,9° à Mbandaka. L'altitude joue un rôle : elle fait augmenter l'écart diurne (Bouar, haut bassin de l'Uele).

La variation de la température mensuelle, bien qu'ayant à peu près la même allure d'une station à l'autre, montre également l'influence de la position climatique. L'écart d'un mois sur l'autre est bien plus marqué pour Bria que pour Impfondo. Ce phénomène est encore amplifié sur les minima et les maxima absolus.

2.4. La psychrométrie

L'humidité relative est l'expression la plus connue pour caractériser la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air.

Sa définition s'écrit : $U = 100 \cdot \frac{e}{ew(t)}$

où U = humidité relative (en %),

e = tension de vapeur,

$ew(t)$ = tension de vapeur saturante, à la température t (cette définition a été modifiée en 1947 par l'Organisation météorologique mondiale : actuellement on utilise le rapport de mélange de l'air ambiant et le rapport de mélange saturant. La différence entre les 2 définitions n'est que de quelques centièmes sur U).

L'humidité relative varie donc entre 0 % (air parfaitement sec) et 100 % (saturation, donc condensation). Elle entre pour une large part dans les phénomènes et sensations physiologiques : un air trop sec ou trop humide n'est pas agréable à l'organisme humain. C'est également une caractéristique du climat.

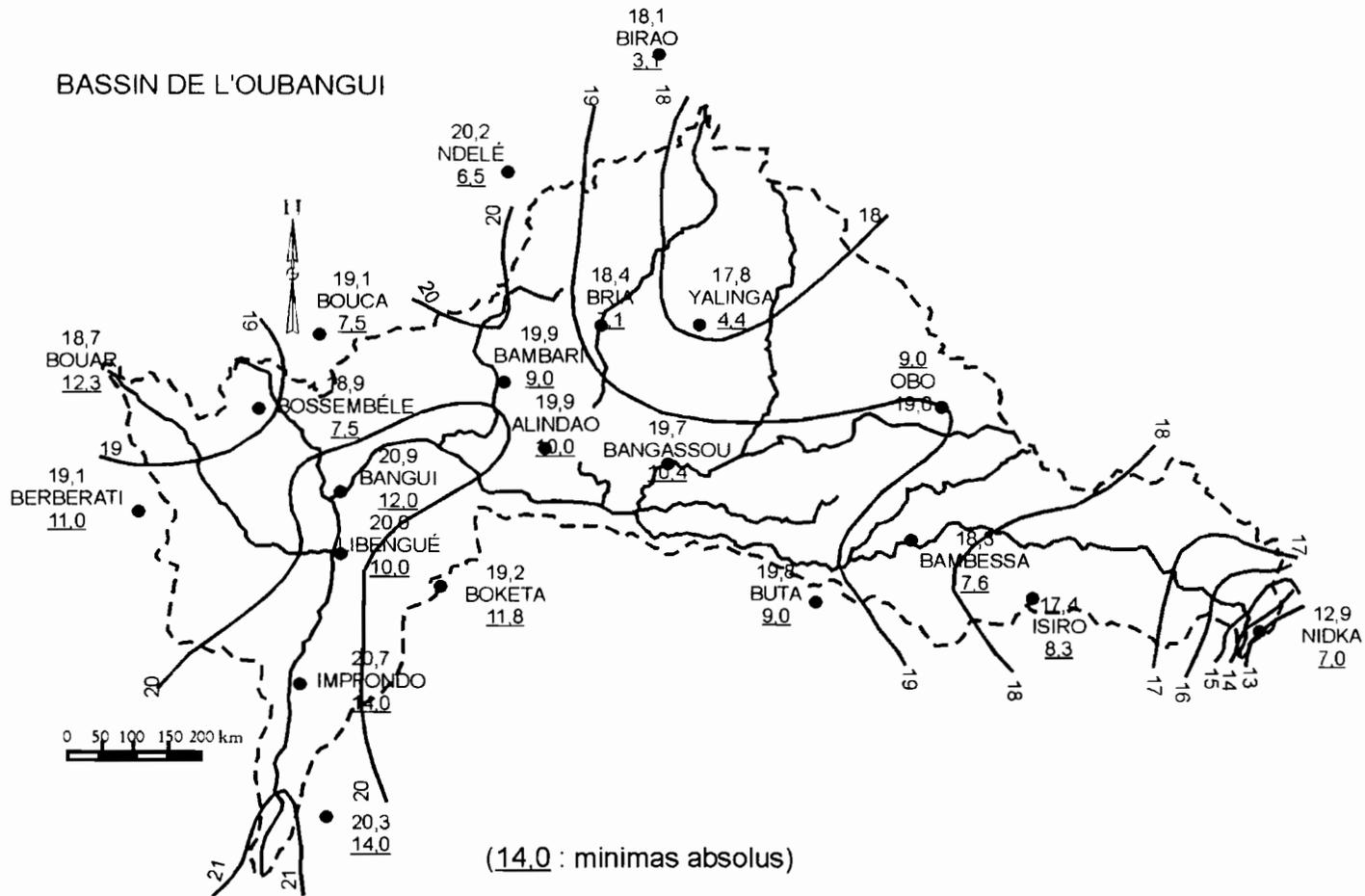


Figure 2.6
Températures minimales moyennes annuelles (°C).

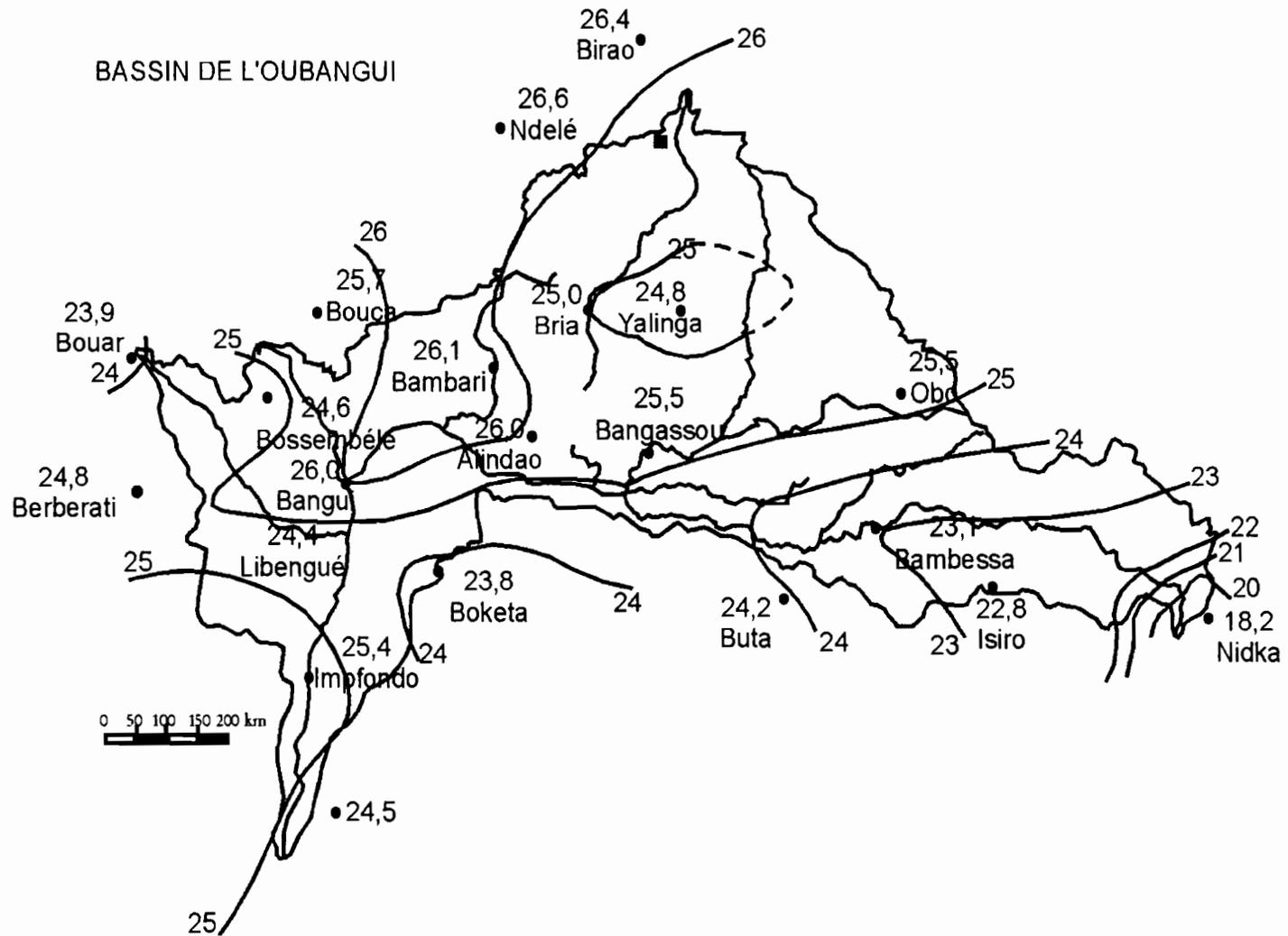


Figure 2.7

Températures moyennes interannuelles (°C).

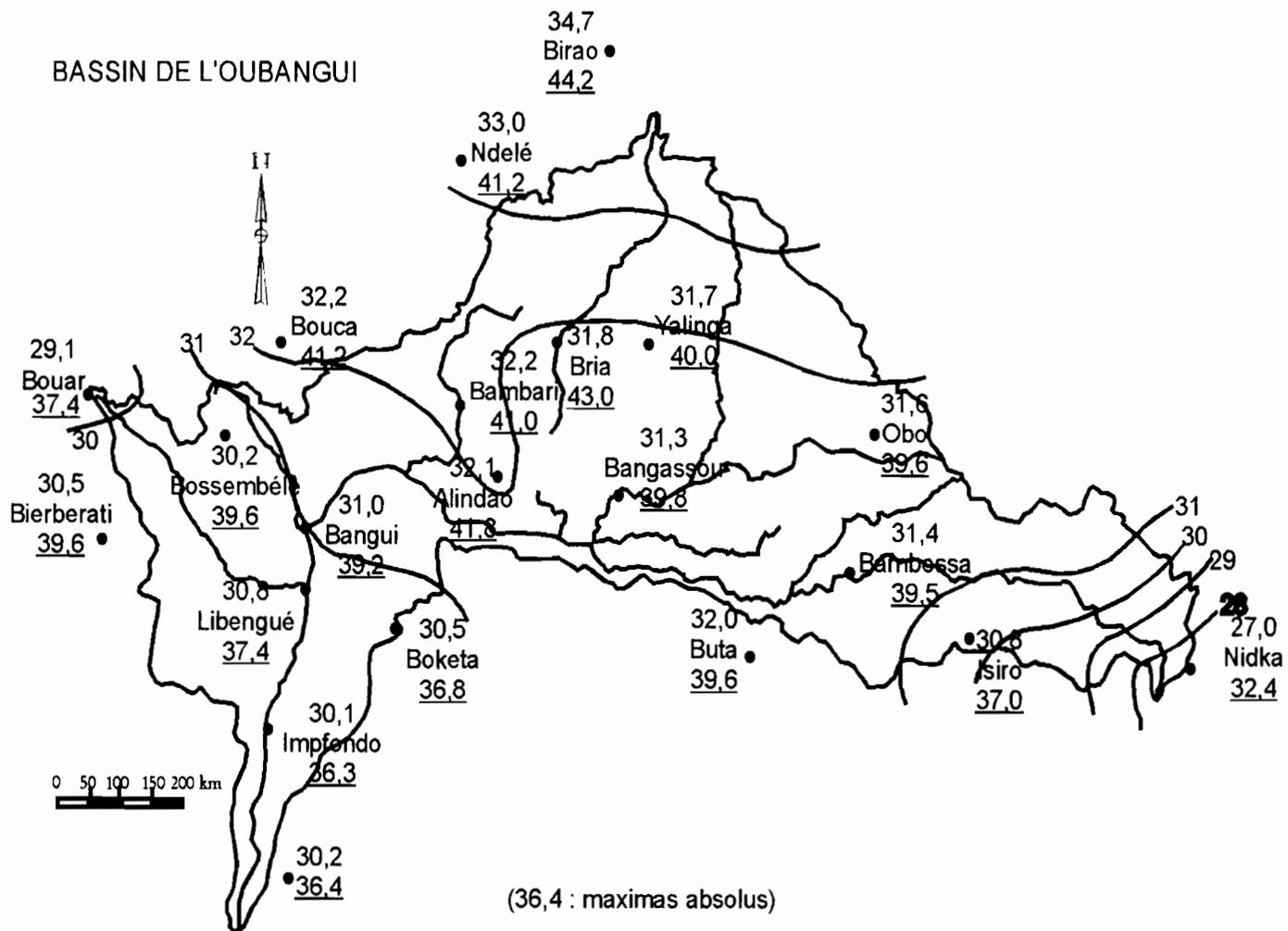


Figure 2.8
Températures maximales annuelles (°C).

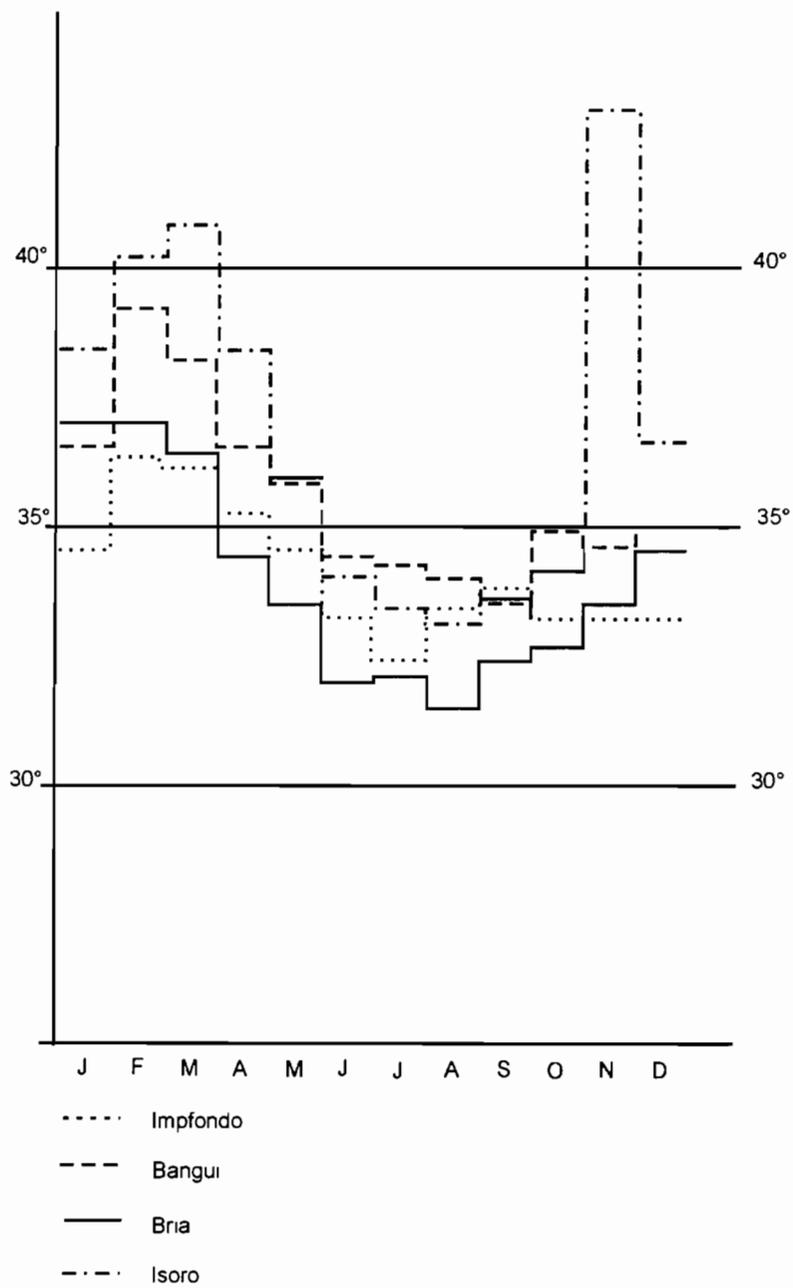
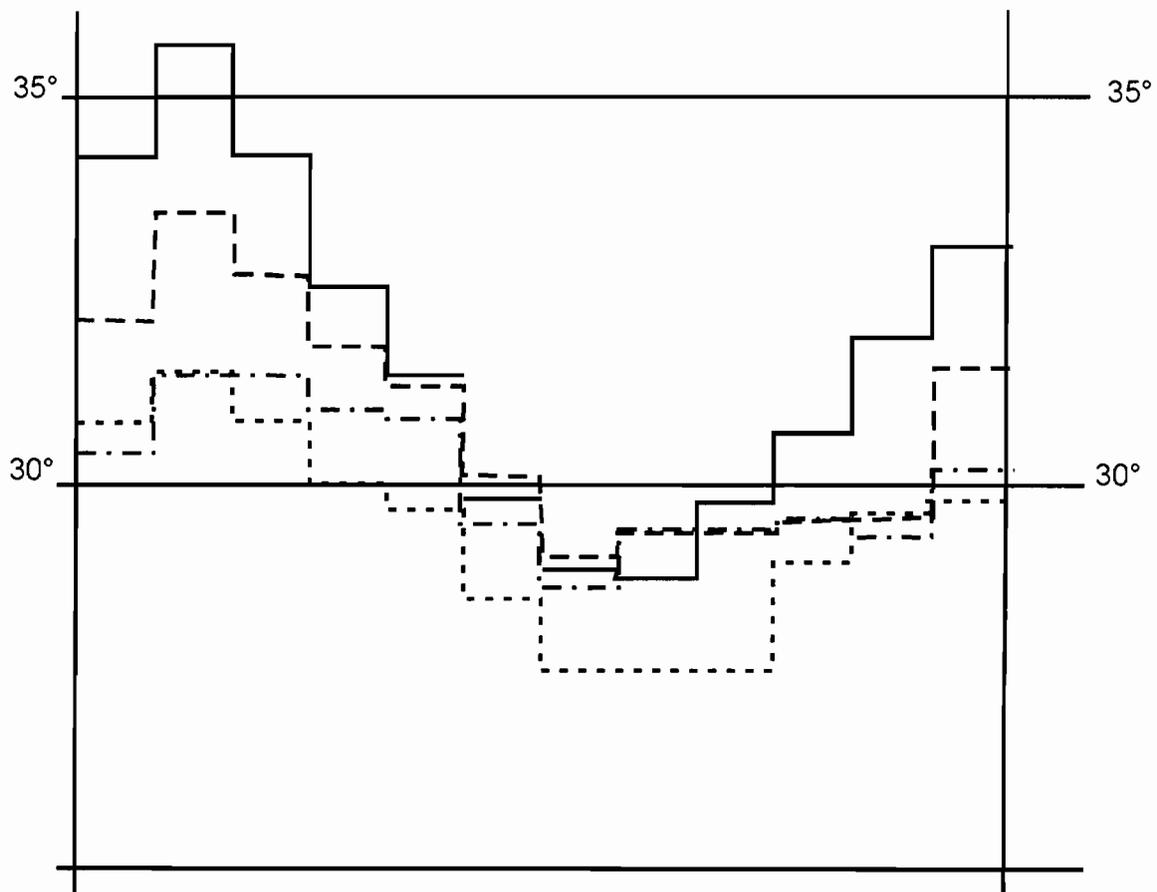


Figure 2.9
 Températures maximales absolues (°C).



- Impfondo
- - - Bangui
- Bria
- Isoro

Figure 2.10
 Températures maximales moyennes (°C).

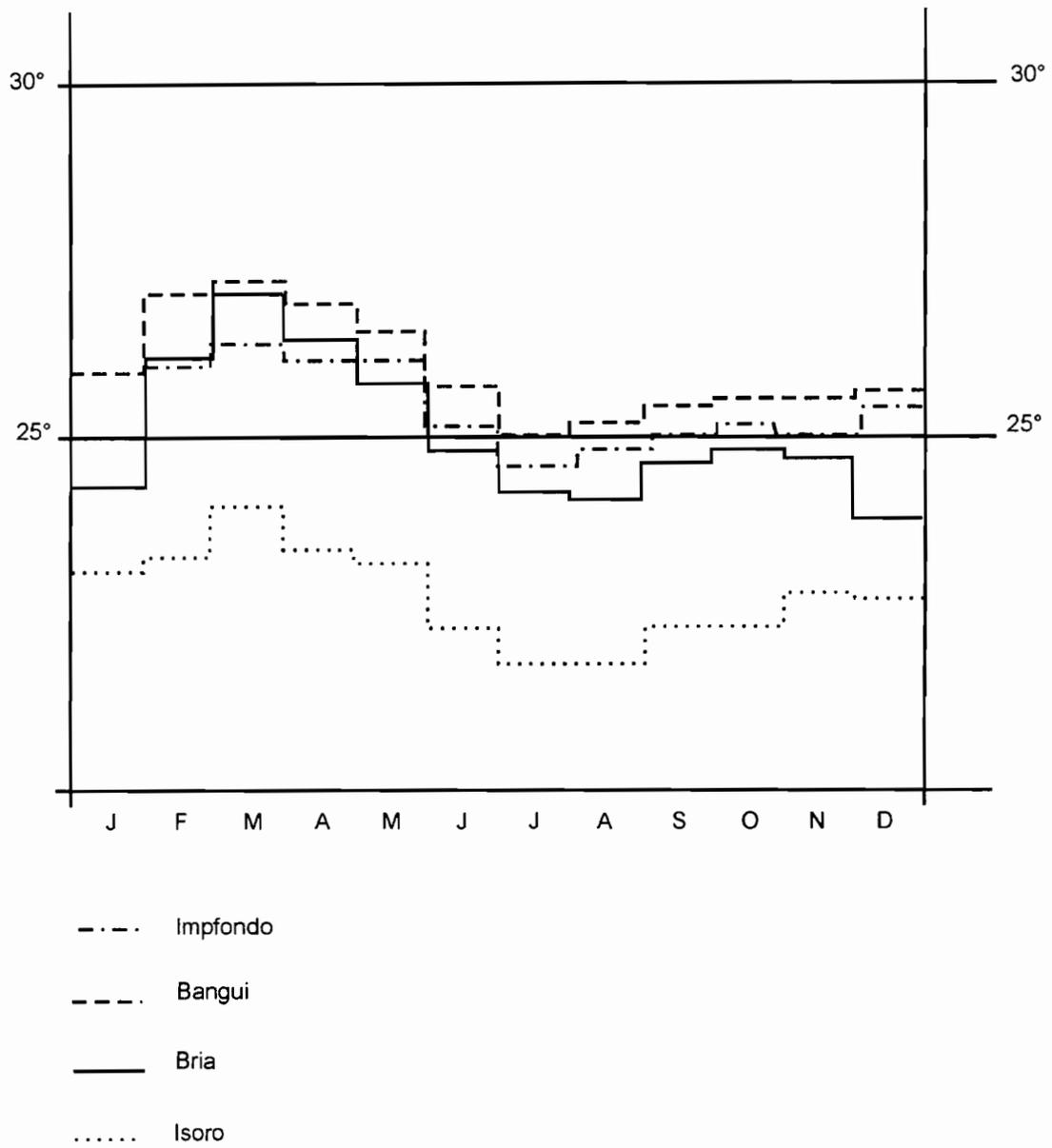


Figure 2.11
 Températures moyennes (°C).

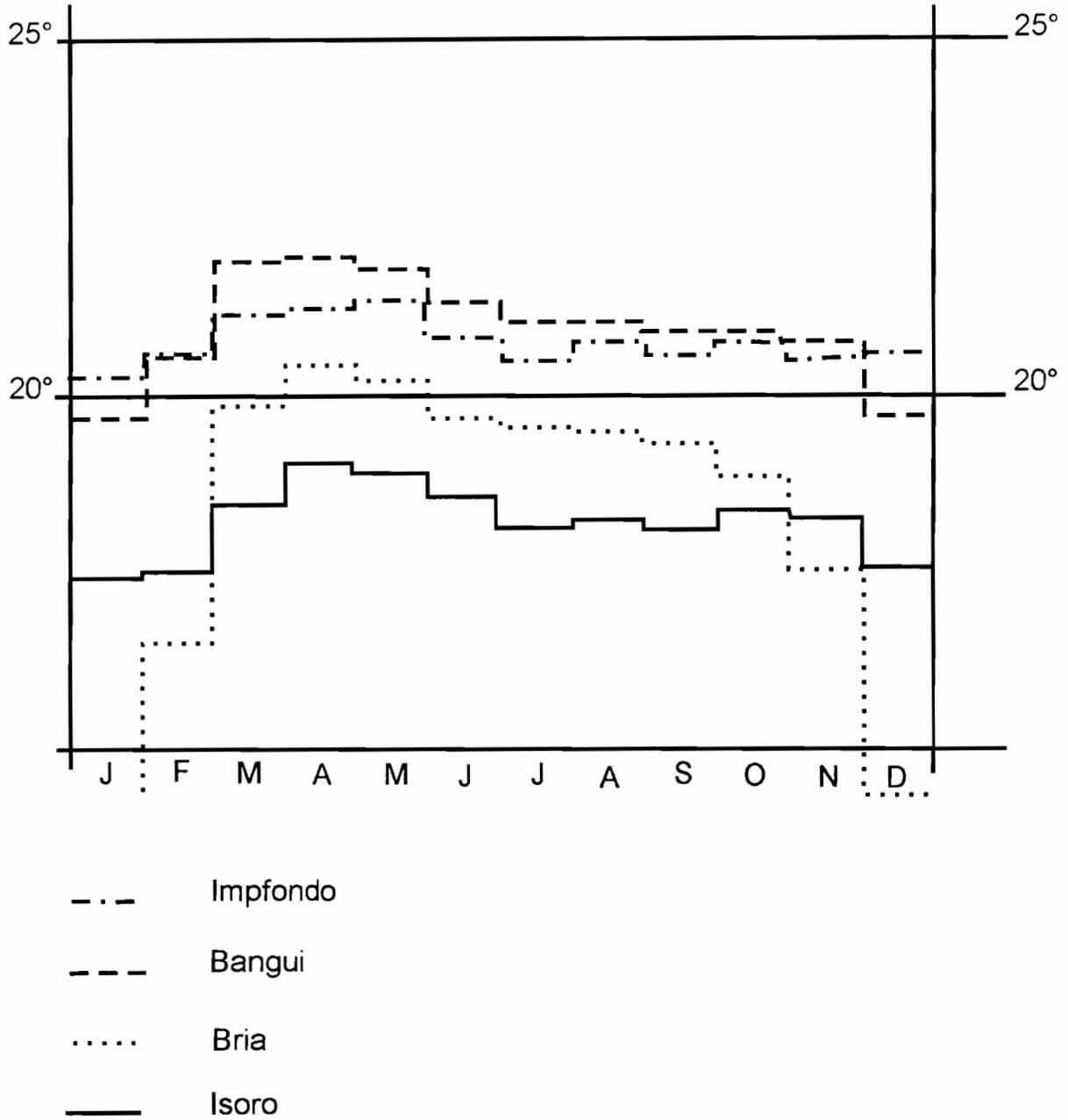


Figure 2-12
 Températures minimales moyennes (°C).

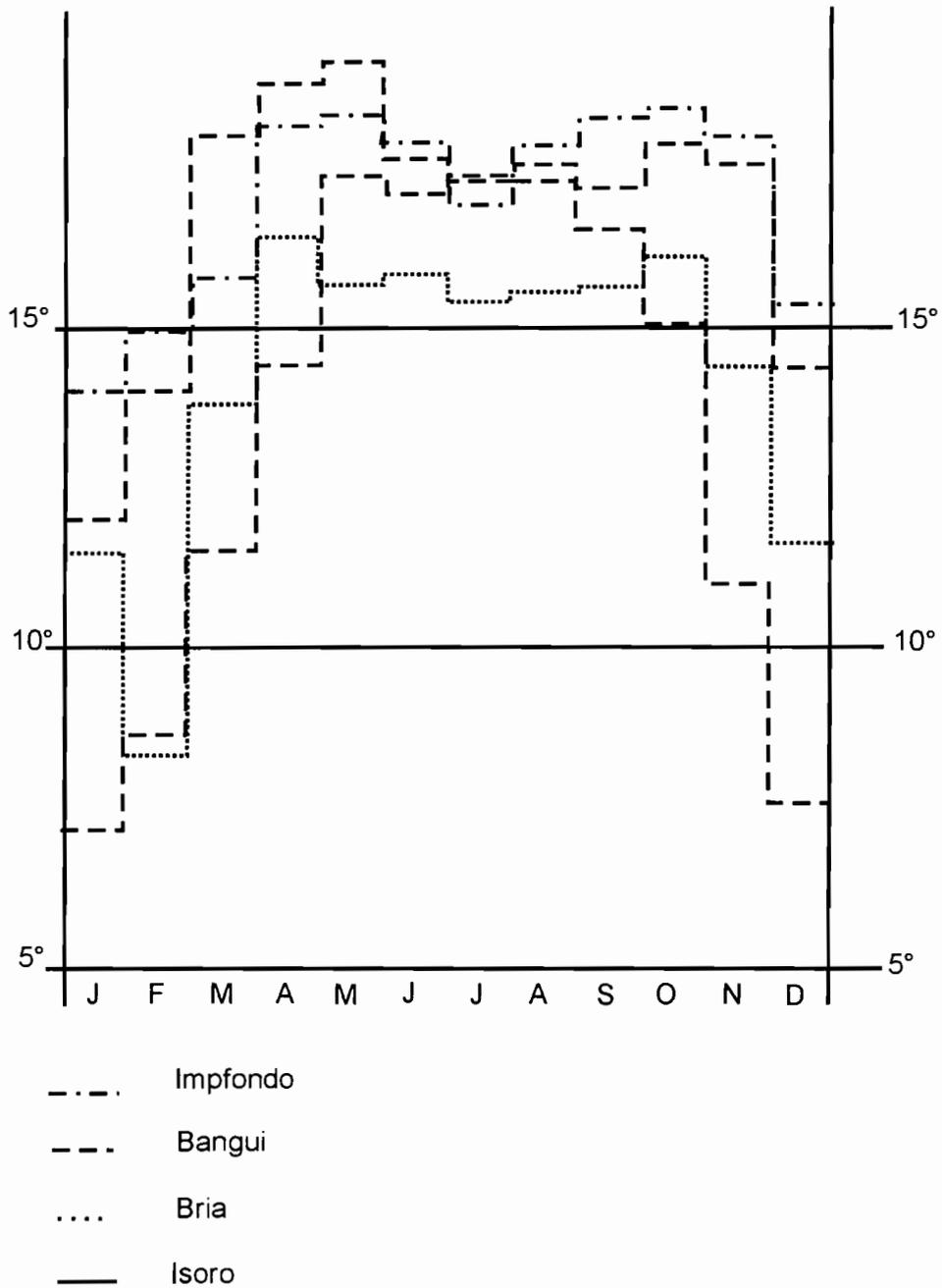


Figure 2.13
 Températures minimales absolues (°C).

Le tableau 2.4 donne, mois par mois, à 8 stations du Centrafrique et du Congo :

- l'humidité relative moyenne mensuelle (Moy),
- l'humidité relative maximale moyenne mensuelle (U_x),
- l'humidité relative minimale moyenne mensuelle (U_n),
- la différence entre U_x et U_n ,

ceci pour l'année 1959, la variation de l'humidité relative, d'une année à l'autre, n'étant pas très significative. Les données concernant le Zaïre ne sont malheureusement pas disponibles.

Ce tableau nous indique que :

- située en climat tropical pur, la station de Birao présente une humidité relative plus faible que les autres stations ;
- Obo et Yalinga sont assez comparables, tout comme Bangui, Bangassou et Bambari ;
- les 1 000 m d'altitude de Bouar ont une influence certaine sur la faiblesse de l'humidité relative à cette station ;
- en climat équatorial (Impfondo), l'humidité relative est proche de la saturation d'un bout de l'année à l'autre ;

Impfondo mis à part (à cause de son climat équatorial), les écarts ($U_x - U_n$) sont à peu près comparables d'une station à l'autre, mois par mois.

Si l'humidité relative est un facteur important pour caractériser un climat, elle varie trop au cours du cycle thermique journalier (en sens inverse de la température). Aussi préférons-nous utiliser la tension de vapeur pour caractériser l'humidité d'une masse d'air car cette tension de vapeur varie lentement au cours du cycle annuel.

Rappelons que la tension de vapeur (exprimée en hectopascals) est la pression qu'atteindrait, à l'intérieur d'un volume dans lequel on aurait préalablement fait le vide, la quantité d'eau contenue dans le même volume d'air. Si la quantité d'eau est suffisamment importante, il y a saturation : la pression est alors la tension de vapeur saturante $e_w(t)$, dépendante de la température de la masse d'air humide.

Le tableau 2.5 et la figure 2.14 donnent la variation spatiale de la tension de vapeur moyenne annuelle. Comme il fallait s'y attendre, la tension de vapeur moyenne annuelle croît régulièrement du nord vers le sud, du climat tropical vers le climat équatorial. L'altitude provoque des anomalies tant à Bouar que sur le haut bassin de l'Uele. Pour ce dernier, il y a probablement aussi un effet de fœhn, comme l'indique la figure 2.15.

Cette figure montre la variation de la tension de vapeur d'un mois sur l'autre. À Nioka, il n'y a pratiquement pas de changement de masse d'air au cours de l'année, avec des tensions de vapeur nettement plus basses que pour les autres stations. Mais Nioka est en dehors des limites du bassin.

Tableau 2.4
Humidité relative sur le bassin oubanguien
Année 1959 (en %)

Stations	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Au Centrafrique													
Bangui Moy.	71	68	70	75	80	81	82	81	82	79	81	72	77
U _x	95	92	95	94	95	95	95	95	95	95	96	94	95
U _n	45	42	47	56	63	63	65	64	65	59	62	46	56
U _x -U _n	50	50	48	38	32	32	30	31	30	36	34	48	39
Bambari Moy.	66	60	62	74	80	81	83	82	82	81	79	67	75
U _x	95	91	90	94	97	98	98	98	98	98	97	96	96
U _n	37	32	37	51	61	59	64	61	61	60	56	37	51
U _x -U _n	58	59	53	43	36	39	34	37	37	38	41	59	45
Bangassou Moy.	68	61	63	75	80	79	81	80	79	79	78	70	75
U _x	95	93	91	96	97	97	97	97	97	97	96	97	96
U _n	41	30	36	52	60	57	60	59	56	54	54	40	50
U _x -U _n	54	63	55	44	37	40	37	38	41	43	42	57	46
Birao Moy.	39	31	30	41	58	72	78	82	81	67	55	41	56
U _x	68	56	55	71	85	95	99	98	99	94	88	68	81
U _n	14	11	11	17	35	49	56	61	58	38	25	19	33
U _x -U _n	54	45	44	54	50	46	43	37	41	56	63	49	48
Bouar Moy.	46	34	53	74	78	79	84	83	82	75	67	46	67
U _x	71	64	81	93	93	94	97	95	95	93	90	70	86
U _n	24	14	28	54	59	59	69	65	63	52	42	26	46
U _x -U _n	47	50	53	39	34	35	28	30	32	41	48	44	40

Tableau 2.4b
Humidité relative sur le bassin oubanguien
Année 1959 (en %)

Stations	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Obo Moy.	55	45	54	75	76	77	79	80	79	76	73	63	69
Ux	87	83	80	96	97	97	97	97	98	97	96	95	93
Un	29	22	32	52	53	53	57	58	56	51	49	34	46
Ux-Un	58	61	48	44	44	44	40	39	42	46	47	61	47
Yalinga Moy.	59	55	59	71	79	81	83	83	82	80	77	67	73
Ux	93	91	90	95	98	98	99	99	98	99	99	98	96
Un	25	21	30	44	57	59	62	62	59	54	47	29	46
Ux-Un	68	70	60	51	41	39	37	37	39	45	52	69	50
Au Congo													
Impfondo Moy.	85	79	78	80	84	85	86	87	86	86	86	84	84
Ux	99	98	98	98	98	99	99	99	99	99	99	99	99
Un	68	57	55	59	65	66	69	71	67	65	70	64	65
Ux-Un	31	41	43	39	33	33	30	28	32	34	29	35	34

C'est la même chose à Impfondo, mais là nous restons constamment en air humide. Les plus fortes variations s'observent à Bria et Obo, où la tension de vapeur décroît nettement en saison sèche.

La température du point de rosée est un autre paramètre de la psychrométrie. C'est la température à laquelle il faut abaisser la masse d'air humide pour qu'il y ait condensation, c'est-à-dire atteindre la tension de vapeur saturante : e devient $e_w(t)$ et t représente alors la température du point de rosée. Il est évident que tension de vapeur et température du point de rosée sont intimement liées.

Tableau 2.5

**Tension de vapeur à quelques stations du bassin oubanguien
(moyenne annuelle) (Unité : hP)**

Stations	e
Bangui	24,8
Alindao	24,4
Bambari	23,9
Bangassou	23,9
Berbérati	23,6
Birao	19,6
Bossembélé	21,6
Bouar	19
Bouca	22,4
Bria	22,4
Ndélé	20,5
Obo	22
Yalinga	22,1
Impfondo	27
Bambessa	23,6
Boketa	25,4
Buta	25,9
Mbandaka	26,4
Nioka	15,4

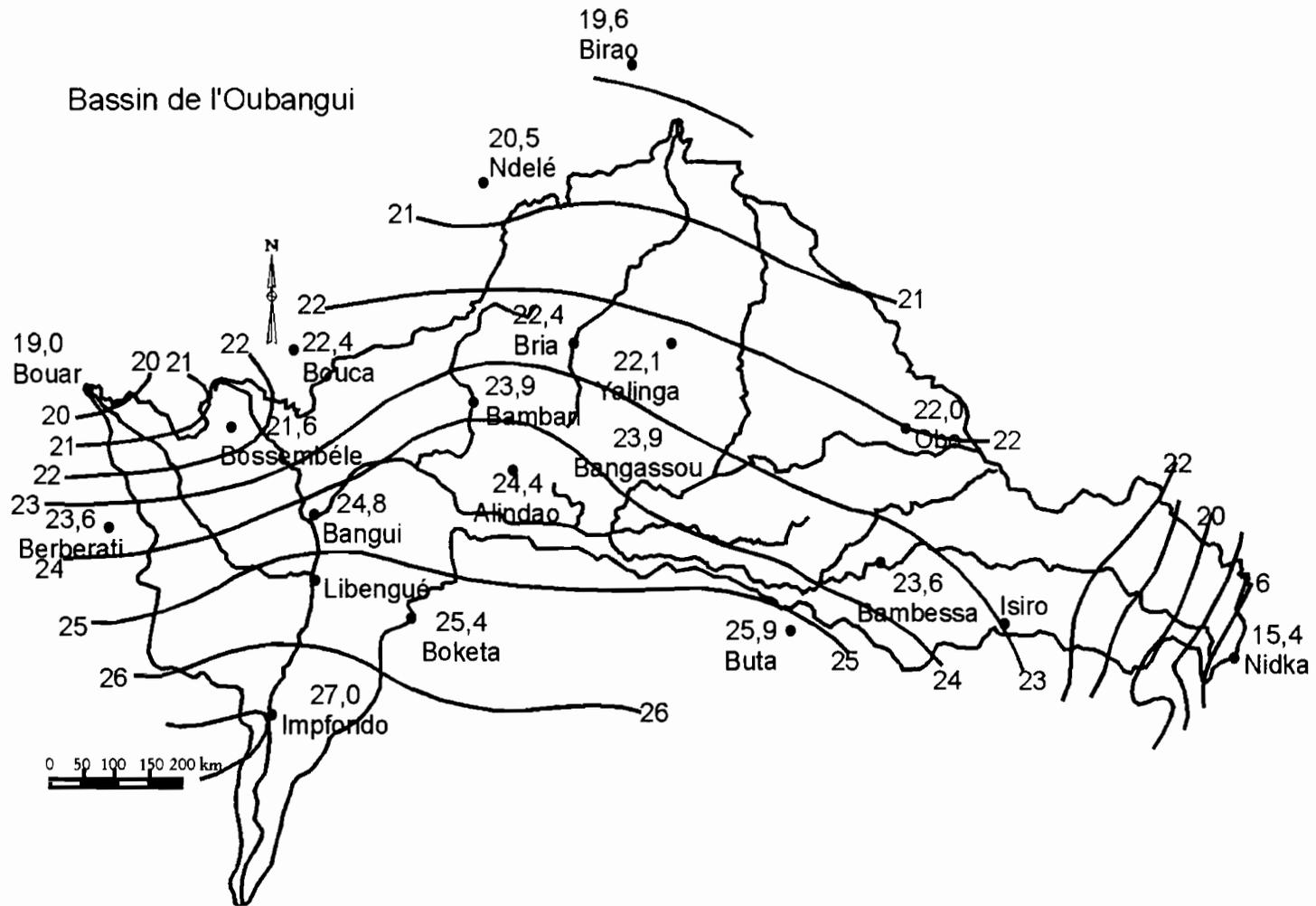


Figure 2-14
Moyenne interannuelle.

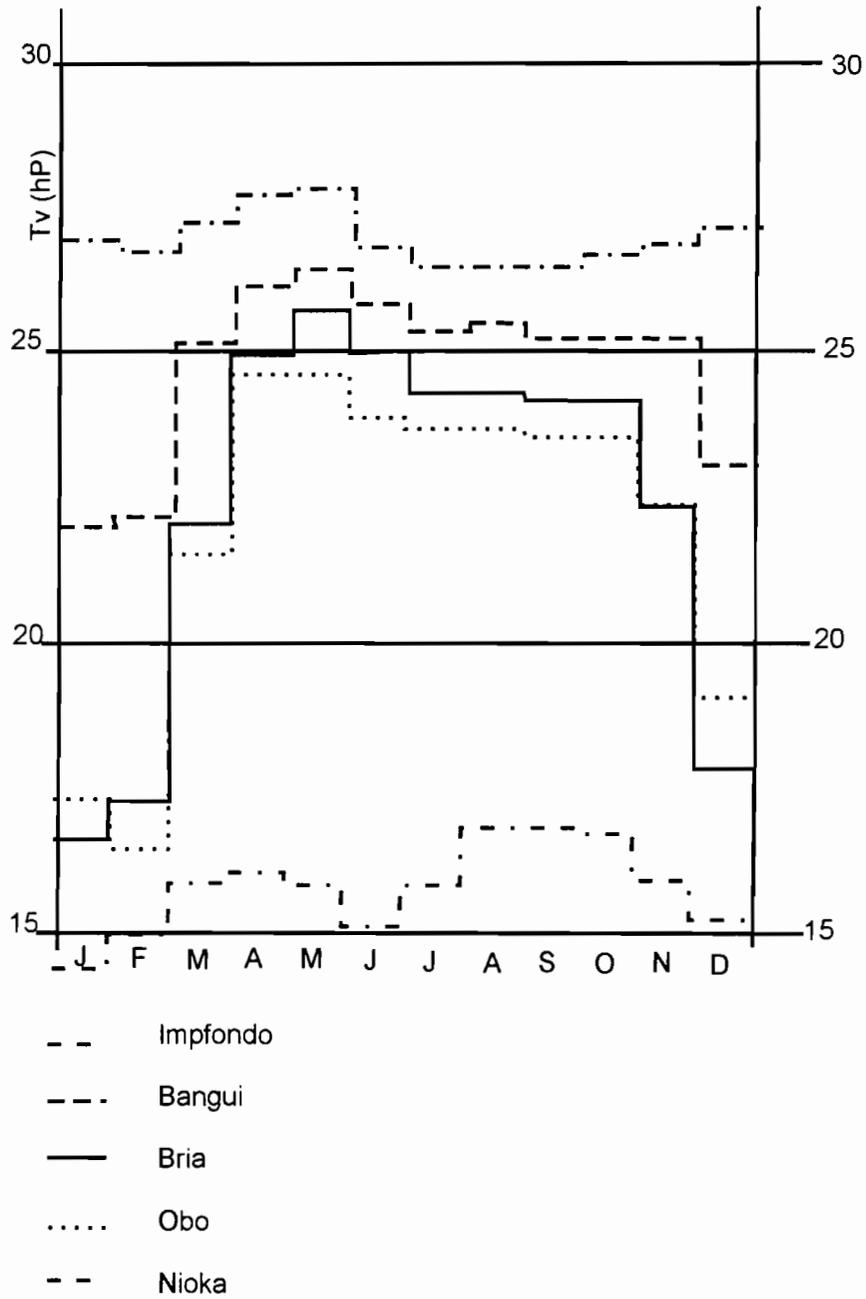


Figure 2-15
Tension de vapeur moyenne (unité :hP).

2.5. Le rayonnement solaire

À l'origine, le rayonnement solaire global était déterminé indirectement à partir de la durée d'insolation (formule d'Angström), mesurée le plus souvent avec un héliographe de Campbell-Stokes. Le dépouillement des bandes était délicat et les résultats variaient d'un opérateur à l'autre. Aussi nous ne traiterons pas la durée d'insolation sur le bassin oubanguien.

La mesure du rayonnement solaire global s'est effectuée à Bangui, Bossangoa et Bria. Sur la partie zaïroise, nous avons les observations (BULTOT F., 1971-1977) de Bambessa et de Nioka.

À Bangui, les premières mesures sont l'œuvre de C. Perrin de Brichambault pour la période 1957-1961. L'Orstom a effectué des mesures de 1968 à 1973 (CALLÈDE J., et ARQUISOU G., 1972) sans que nous disposions des relevés 1972-1973.

Sous l'égide de l'Asecna, les mesures à Bossangoa et à Bria ont commencé en 1971. Nous disposons des relevés de Bossangoa pour la période 1972-1976. Ceux de Bria sont trop fractionnaires pour pouvoir être utilisés.

Voici les résultats des mesures de rayonnement solaire global :

Tableau 2.6
Rayonnement solaire global moyen journalier (en Joules par cm²)

Stations	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Bangui (1958-1971)	1534	1788	1986	2010	1919	1714	1533	1636	1778	1798	1709	1612	1751
Bossangoa (1972-1976)	1692	1873	1973	1999	1863	1860	1726	1574	1915	1909	1880	1646	1826
Bambessa	1839	1986	1940	1956	1965	1785	1605	1764	1948	1914	1944	1843	1873
Nioka	2107	2153	1998	2065	1973	1793	1526	1576	1818	1860	2169	2165	1931

(nous ignorons la manière dont ont été effectuées les mesures du rayonnement global à Bambessa et à Nioka, les valeurs paraissant un peu élevées).

La variation mensuelle pour Bangui est représentée sur la figure 2.16.

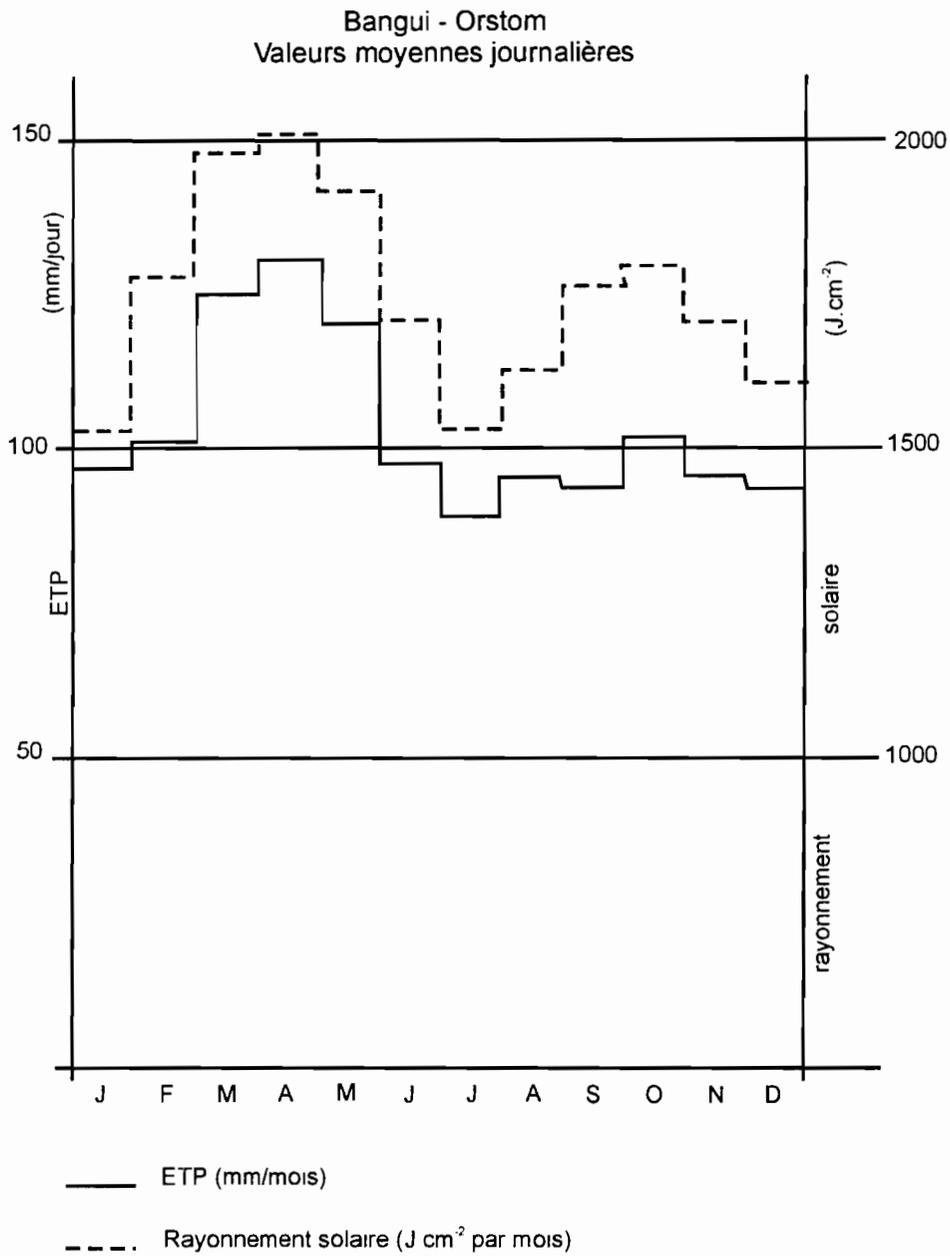


Figure 2-16
 Variations de l'évapotranspiration potentielle
 (sur gazon coupé ras) et du rayonnement solaire global.

Le rayonnement, à Bossangoa, est légèrement plus fort (4 %) qu'à Bangui. Ceci est normal : d'une part nous ne travaillions pas sur la même période d'observation (bien que d'une année à l'autre, les écarts ne soient pas significatifs vu la constance du rayonnement) et, d'autre part, Bossangoa est 250 km plus au nord que Bangui. L'Atlas climatique du bassin congolais (BULTOT F., 1971-1977) indique que le rayonnement solaire global varie de 1 550 J.cm² (au confluent Oubangui-Congo) à 2 200 J.cm² pour l'extrémité nord du bassin.

2.6. L'évaporation

Dans l'étude du cycle de l'eau, l'évaporation tient une grande place.

Il faut distinguer :

- l'évaporation d'une grande nappe d'eau libre,
- l'évapotranspiration du couvert végétal (évapotranspiration potentielle —ETP— et évapotranspiration réelle —ETR—).

L'évapotranspiration potentielle se mesure, généralement, sur un lysimètre de Thornthwaite. C'est un appareil peu onéreux à construire et à exploiter, mais qui demande un anneau de garde de bonne dimension (400 m² pour un appareil de 4 m²) et un entretien soigné.

Ensemencé en gazon qui sera ensuite coupé ras, ce lysimètre donne théoriquement des valeurs de l'ETP identiques à celle de l'évaporation d'une grande nappe d'eau. Les hydrologues de l'Orstom l'ont confirmé, dans la pratique, par le bilan du lac Tchad (TOUCHEBEUF DE LUSIGNY P., 1969) (ROCHE M.A., 1973) et par celui du lac de Bam (POUYAUD B., 1986).

Pendant de nombreuses années, il avait été admis que l'ETP était indépendante du couvert végétal mais, en réalité, ce couvert a une influence certaine (CALLÈDE J., 1977). Au Zaïre, E.A. BERNARD (1953) a mesuré diverses ETP et a trouvé les coefficients multiplicateurs suivants :

- ETP d'un gazon coupé ras : 1
- ETP d'un gazon développé : 1,10
- ETP de la forêt zaïroise : 1,15

Dans la région de Bruxelles, F. BULTOT et G.L. DUPRIEZ (1974) ont déterminé :

- ETP d'un gazon coupé ras : 1
- ETP des feuillus : 1,06
- ETP des résineux : 1,15

Dans le sud de la France, J. de BOISSON *et al.* (1971) ont trouvé :

- ETP de la fétuque (gazon) coupée ras : 1
- ETP de la fétuque fourrage : 1,11 à 1,20
- ETP de la luzerne fourrage : 1,04 à 1,20
- ETP de la luzerne graine : 1,25 à 1,50
- ETP du maïs : 0,85
- ETP du sorgho grain : 1,0

Une autre méthode pour déterminer l'ETP consiste à utiliser des formules. Certaines sont strictement empiriques et ne s'appliquent que dans un périmètre bien précis, le plus souvent pour la détermination de l'ETP du couvert naturel. D'autres, plus élaborées, se réfèrent à des concepts physiques : la plus précise et la plus générale est la formule de Penman, basée sur le bilan énergétique et sur la loi de Dalton.

Les agroclimatologues utilisent cette formule telle quelle tandis que C. RIOU (1975) y introduit un facteur de réduction (de l'ordre de 0,8) pour rester en concordance avec ses mesures de l'ETP d'un gazon coupé ras, c'est-à-dire pour déterminer l'évaporation d'une grande nappe d'eau.

C. RIOU (1975) a également établi, pour l'axe Ndjaména-Brazzaville (donc éventuellement pour le bassin oubanguien) une formule empirique basée sur la température maximale moyenne de l'air :

$$E = 0,30 T_x - 5,9 ;$$

où E = ETP journalière en mm d'un gazon coupé ras (donc évaporation d'une grande nappe d'eau) ;

T_x = température maximale moyenne de l'air (en °C).

L'expérience nous a montré que cette formule n'est plus valable en région d'altitude (Bouar, haut bassin de l'Uele).

Sauf dans quelques jardins d'agrément, le gazon coupé ras ne se rencontre pas en Afrique et plus précisément sur le bassin oubanguien. La détermination de l'ETP du couvert naturel a été effectuée par P. FRANQUIN, R. DIZIAIN, J.P. COINTEPAS et Y. BOULVERT (1988) pour le Centrafrique en utilisant la formule de Penman sur 75 stations.

Le tableau 2.7 donne les valeurs suivantes :

- ETP calculée par P. FRANQUIN *et al.*, d'après Penman, pour le couvert naturel,
- ETP calculée par la formule empirique de C. Riou, c'est-à-dire relative à l'évaporation d'une grande nappe d'eau ;
- ETP Penman de P. FRANQUIN *et al.*, corrigée par un facteur réducteur de 0,82 et donnant également l'évaporation d'une grande nappe d'eau.

Tableau 2.7

**Évapotranspiration potentielle pour quelques stations du bassin oubanguien
(mm par an)**

Stations	ETP Penman couv. natur.	ETP Riou gazon ras	Penman corr. pour gazon	ETP Zaïre gazon ras
Bangui	1533	1243	1257	
Alindao	1618	1361	1327	
Bambari	1612	1372	1322	
Bangassou	1576	1274	1292	
Berbérati	1466	1186	1202	
Birao	1861	1646	1526	
Bossembélé	1595	1153	1308	
Bouar	1714	1033	1405	
Bouca	1670	1372	1369	
Bria	1610	1329	1320	
Ndélé	1776	1460	1456	
Obo	1559	1307	1278	
Yalinga	1594	1318	1307	
Impfondo	1334	1142	1094	
Bambessa	1359	1285		1322
Boketa		1186		
Buta		1351		
Isiro		1219		
Libenge	1394	1219	1143	
Nioka				1146

Y figurent également des valeurs tirées de l'Atlas climatologique du bassin congolais (BULTOT F., 1971-1977) et qui sont en accord avec les mesures de C. RIOU (mesures sur gazon coupé ras).

Les ETP Riou et Penman corrigé sont très proches, sauf en variante d'altitude comme nous l'avons dit plus haut.

Les mesures sur lysimètre de Thornthwaite donnent les résultats suivants :

Bangui : 1 243 mm (période 1966-1971) ;
Bouar (Sarki) : 1 400 mm (année 1972).

Ces valeurs sont en parfait accord avec le tableau ci-dessus et correspondent à l'évaporation d'une grande nappe d'eau et non au couvert végétal naturel.

La figure 2.17 montre la variation spatiale de l'évaporation d'une grande nappe d'eau.

La figure 2.18 montre la variation spatiale de l'évapotranspiration potentielle calculée avec la formule de Penman pour un couvert naturel.

La variation mensuelle de l'ETP d'un gazon coupé ras, à Bangui (évaporation d'une grande nappe d'eau) est la suivante :

Évapotranspiration potentielle (sur gazon) mesurée à Bangui

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
97	101	125	131	121	98	89	95	94	102	96	94	1243

Cette variation est également représentée figure 2.16. Elle est en bonne corrélation avec celle du rayonnement solaire global.

La détermination de l'évapotranspiration réelle (ETR) ne peut se faire que :

- par des mesures effectuées sur d'onéreux et délicats évapotranspiromètres à pesée ;
- plus simplement, par le biais du bilan hydrologique (voir chapitre 4).

2.7. La pression atmosphérique

Pour l'hydrologue, la pression atmosphérique est un paramètre sans grand intérêt en zone intertropicale.

Elle est d'une très grande régularité d'un jour à l'autre. Les accidents de pression (au passage des lignes de grain, par exemple) ont une valeur inférieure à celle de la marée barométrique journalière (de l'ordre de 5 hectopascals).

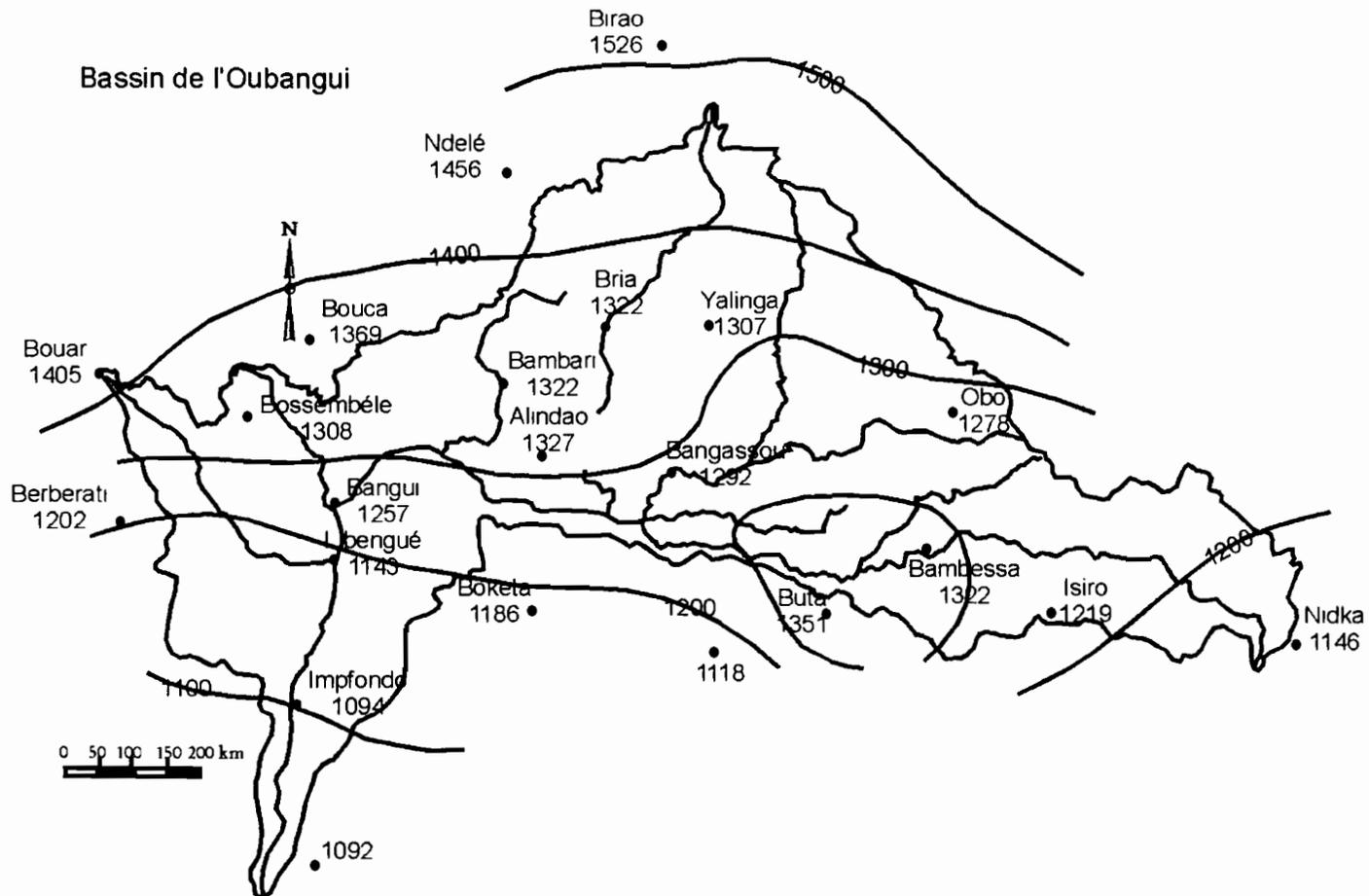


Figure 2-17

Évapotranspiration potentielle (mm/an) d'un gazon coupé ras
(évaporation d'une grande nappe d'eau).

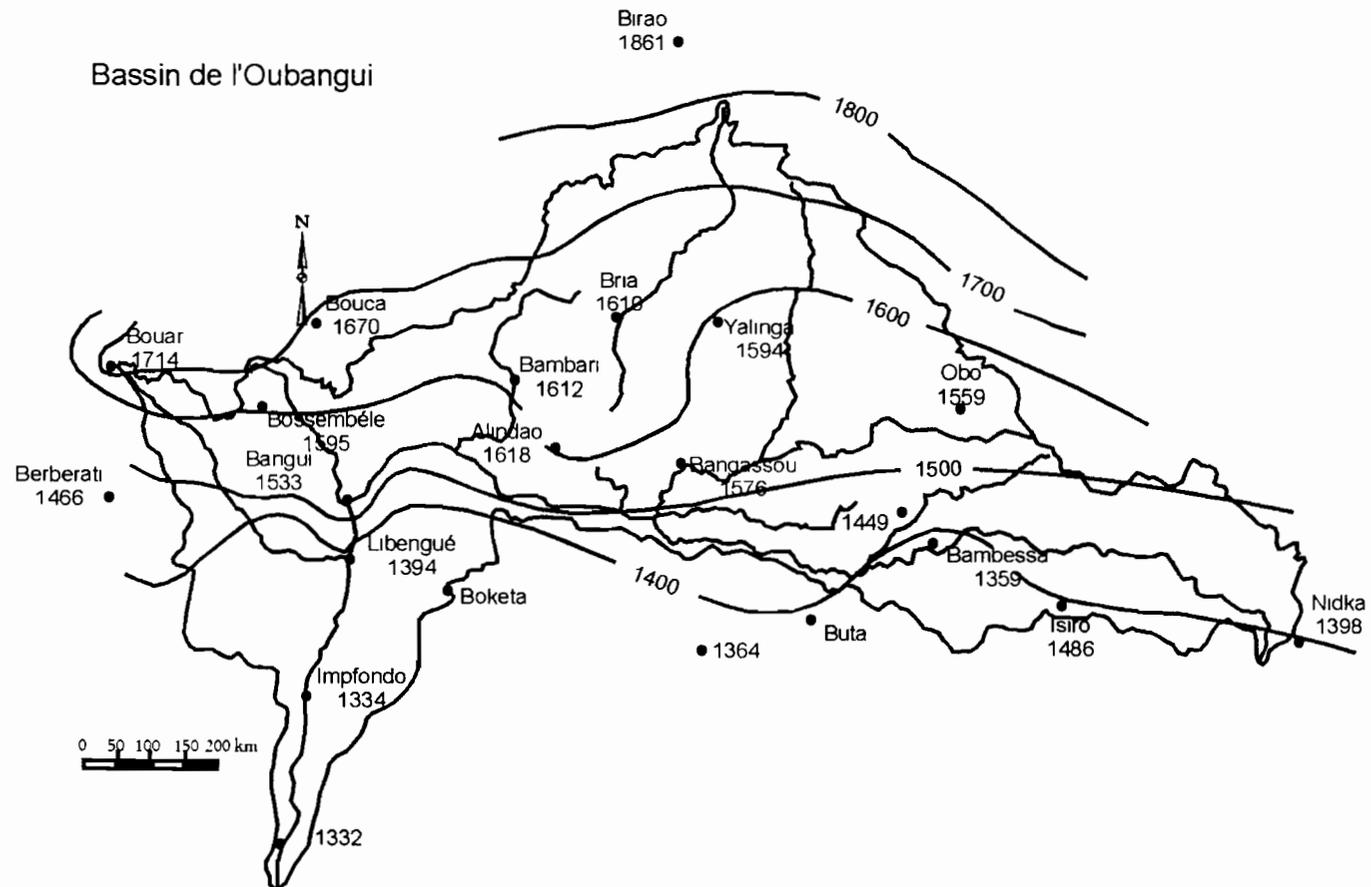


Figure 2-18

Évapotranspiration potentielle (mm/an)

(d'après FRANQUIN *et al.*).

2.8. La pluviométrie

La pluviométrie reste, pour l'hydrologue, le facteur climatologique primordial du cycle de l'eau.

2.8.1. Divers aspects des précipitations

Sur le bassin oubanguien, les précipitations sont essentiellement le fait de nuages à grand développement vertical (cumulus congestus et cumulo-nimbus) qui donnent lieu à des orages pouvant prendre 2 formes :

- des orages convectifs isolés ;
- des lignes de grains.

Le sommet des cumulo-nimbus peut atteindre le niveau de la tropopause, soit en France, 11 km d'altitude. En zone intertropicale, la tropopause est plus élevée : elle se situe entre 13 et 18 km d'altitude (VIAUT A., 1964).

Il existe aussi, au plus fort de la saison des pluies, des précipitations non orageuses, à caractère continu, liées à la mousson.

■ 2.8.1.1. Orages convectifs isolés

Lorsque l'air humide (mousson) arrive au contact d'un sol surchauffé, des phénomènes convectifs se déclenchent.

Il y a tout d'abord formation de cheminées d'ascendance. Si la température du sol est suffisante pour que ces mouvements ascendants aient une assez longue durée et si l'air est suffisamment humide, alors la condensation se produit et des cumulus apparaissent (LEROUX M., 1972).

Si la température du sol augmente, ces cumulus évoluent en cumulo-nimbus.

C'est pour cette raison que les orages isolés n'éclatent que vers 15 heures, soit 2 à 3 heures après l'heure du maximum de température. Cette activité peut se poursuivre en fin de soirée ou en début de nuit.

Le facteur orographique joue également un rôle en favorisant la formation des cumulus par effet de fœhn.

En début de saison des pluies, quand le sol est surchauffé, ce type d'orage peut occasionner des averses à très fortes intensités de précipitations.

2.8.1.2. Lignes de grains

« Les lignes de grains constituent les plus spectaculaires phénomènes météorologiques de l'Afrique dont elles contribuent à caractériser le climat » (LEROUX M., 1972).

Appelée improprement tornade, la ligne de grains se présente comme une ligne, plus ou moins continue, de cumulo-nimbus. Orientée nord-sud, cette ligne se déplace de l'est vers l'ouest, en contre-courant avec le vent au sol qui est généralement du secteur sud-ouest. Cette ligne peut avoir des dimensions considérables, pouvant atteindre 1 500 km.

Le passage d'une ligne de grains (figure 2.19) se présente de la façon suivante :

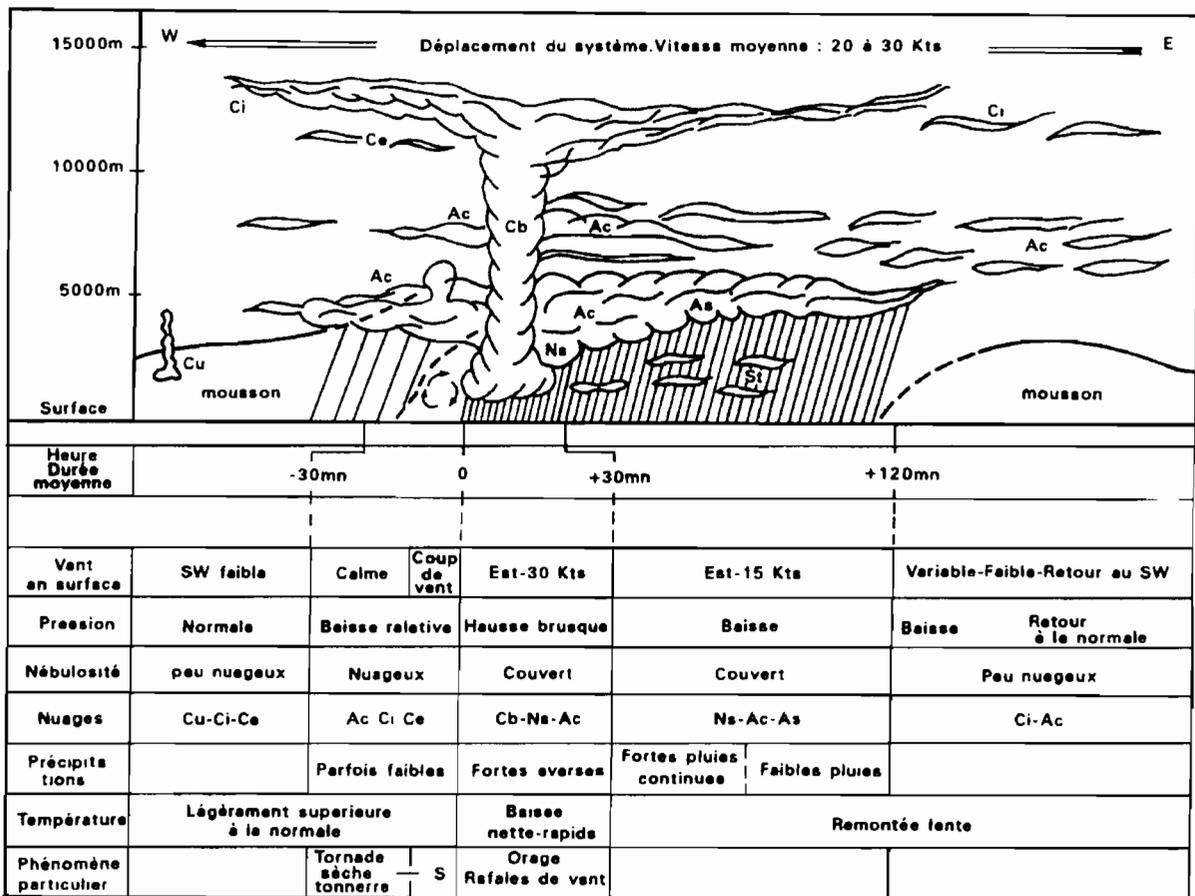


Figure 2-19

Coupe schématique ouest-est d'une ligne de grains (d'après M. LEROUX).

- le ciel, clair ou peu nuageux, se couvre progressivement : cirrus, cirro-cumulus, altocumulus ;
- le vent en surface, de secteur généralement sud-ouest, se calme ;
- apparaît alors la ligne soudée des cumulo-nimbus. Le vent se lève et souffle de secteur est en rafales turbulentes, le tout accompagné d'averses à forte intensité, d'éclairs, de tonnerre, de rafales de poussière et d'eau ;
- puis le ciel s'éclaircit progressivement. La pluie cesse, le vent se calme et repasse au secteur sud-ouest.

La genèse des lignes de grains est très controversée. Nous citerons plus particulièrement les travaux de G. DHONNEUR (1970) et de G. TSCHIRHART (1959). Pour sa part J. CALLÈDE (1981), lors d'une mission hydrologique en saison des pluies dans le delta intérieur du Nil blanc (le Sudd) au sud Soudan et suite à enquêtes auprès des météorologues et pilotes d'avions soudanais, estime que les lignes de grains ne sembleraient pas exister à l'est de cet immense marécage.

■ 2.8.1.3. Pluies de mousson

Elles sont le fait de masses d'air très humide, en provenance du secteur sud-ouest ou ouest. La température du point de rosée de ces masses est suffisamment élevée pour que, durant le cycle thermique journalier, elle soit atteinte et qu'il y ait condensation. La durée de ces pluies est de plusieurs heures, avec des intensités relativement faibles (10 mm/heure au maximum).

2.8.2. Les postes pluviométriques

Nous disposons, dans la banque de données Pluviom de :

- 144 stations pluviométriques au Centrafrique, tous bassins confondus ;
- 1 station au Congo.

Nous avons saisi sur support informatique :

- 5 stations au Soudan,
- 24 stations au Zaïre.

Nous n'avons conservé, tout d'abord, que les stations intéressant le bassin oubanguien (ou suffisamment proches). Ensuite un traitement par le vecteur régional (voir plus loin en 2.8.3.) a permis de ne garder que les stations de qualité acceptable. Lorsque plusieurs postes existaient dans une même ville, ils ont été regroupés en un seul, après analyse par ce même vecteur.

Ceci nous a amené à ne prendre en compte que :

- 49 stations au Centrafrique ;
- 1 station au Congo ;
- 3 stations au Soudan ;
- 22 stations au Zaïre.

La figure 2.20 donne l'emplacement de ces postes pluviométriques tandis que le tableau 2.8 en donne la liste avec leurs coordonnées géographiques.

2.8.3. Pluviométrie annuelle

En préalable à l'étude statistique, l'ensemble des pluviométries annuelles a été traité par le vecteur régional en vue d'homogénéiser l'échantillon et de déceler les observations manifestement erronées.

Cette méthode, imaginée par G. Hiez et mise au point par Y. BRUNET-MORET (1979), consiste à traiter un ensemble de postes pluviométriques situés dans une même zone climatique. Il est alors calculé un vecteur qui représente la valeur la plus probable de la pluviométrie. Ensuite chaque station est comparée (méthode des doubles cumuls) à ce vecteur : les variations dans la pente de la droite des doubles cumuls représentent soit une modification de l'emplacement de la station, soit une erreur d'appareillage, soit une erreur d'observation.

Nous avons travaillé sur la période 1940-1975. Malheureusement les observations sur le Zaïre s'arrêtent en 1961, tandis que celles sur le Soudan ne sont disponibles que de 1951 à 1976.

Dans ces conditions, l'étude des pluviométries annuelles et mensuelles ne portera que sur la période 1940-1961.

Le tableau 2.9 donne les résultats de l'analyse sur 48 postes pluviométriques pour lesquels nous disposons des 22 années d'observations de la période 1940-1961.

Le coefficient $K3$ est le rapport entre l'année décennale humide et l'année décennale sèche. Boda (Poste) mis à part ($K3 = 1,76$), ce coefficient varie entre 1,3 et 1,5 ce qui dénote une faible irrégularité interannuelle.

Les isohyètes interannuelles sont représentées sur la figure 2.21.

L'examen de cette figure amène les commentaires suivants :

- la pluviométrie croît du nord vers le sud, du climat tropical vers le climat équatorial, ce qui est tout à fait normal. La progression dans l'extrême sud est peu marquée : 1 605 et 1 684 mm pour Mongoumba et Libenge (même latitude : $03^{\circ}38'N$ et distance 5 km entre les 2 stations !), 1 783 mm pour Impfondo ($01^{\circ}17'N$) et 1 772 mm pour Mbandaka ($00^{\circ}03'N$), le confluent étant à la latitude $00^{\circ}30'S$,

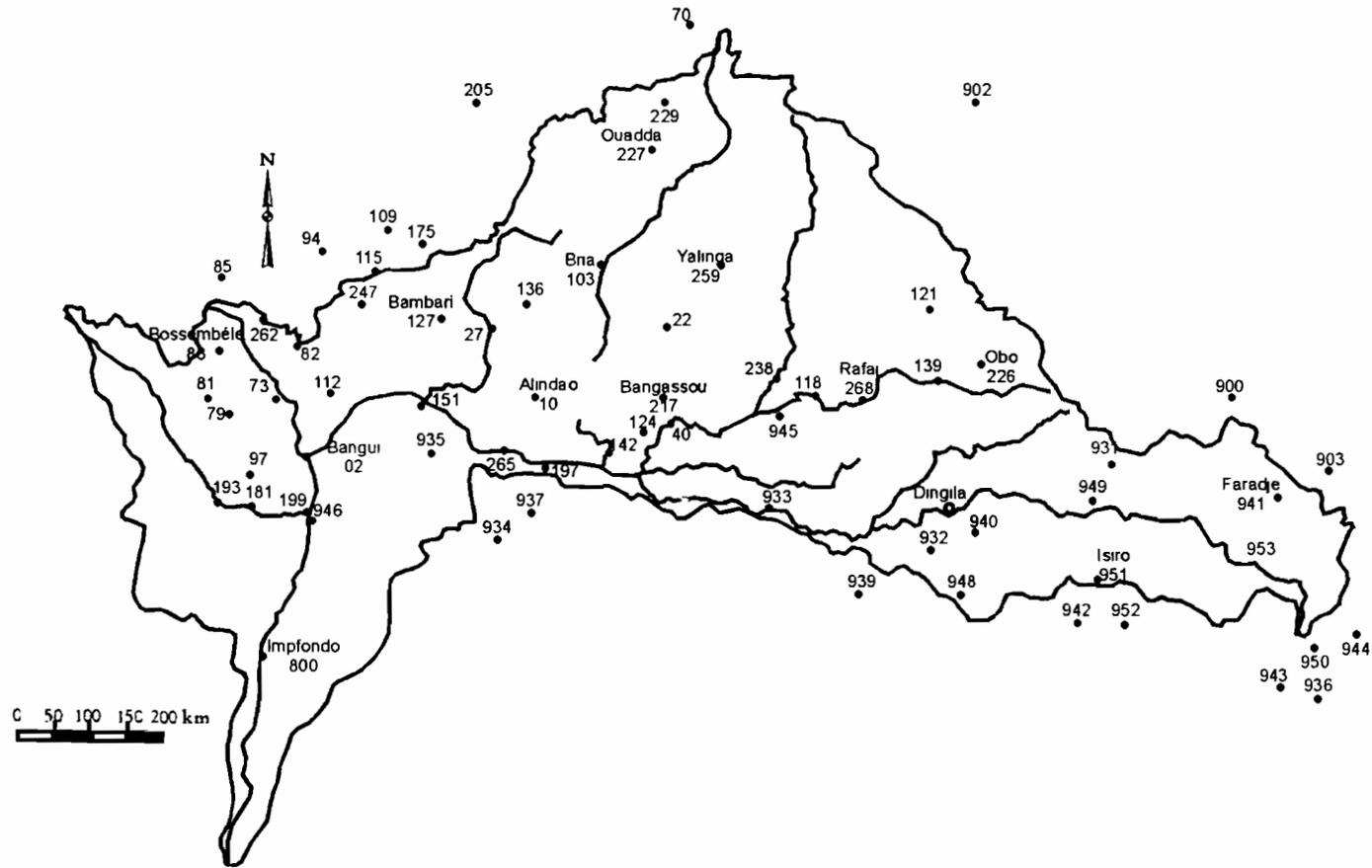


Figure 2-20

Emplacement des postes pluviométriques.

(numérotation Orstom)

Tableau 2.8**Postes pluviométriques du bassin de l'Oubangui**

Numéro	Stations	Latitude nord	Longitude est
Centrafrique			
2	Bangui (Direction)	04°22'	018°34'
10	Alindao (Météo)	05°03'	021°12'
22	Bakouma	05°42'	022°47'
27	Bambari (Ville)	05°45'	020°40'
40	Bangassou	04°44'	022°50'
49	Bayanga-Didi	05°17'	015°47'
55	Berbérati	04°13'	015°43'
70	Birao (Météo)	10°17'	022°47'
73	Boali (Mission)	04°50'	018°05'
79	Boda Poste	04°19'	017°29'
81	Boganangone	04°41'	017°11'
82	Bogangolo	05°34'	018°15'
85	Bossangoa (Météo)	06°29'	017°26'
88	Bossembélé	05°16'	017°39'
91	Bouar (Aéro)	05°58'	015°47'
94	Bouca	06°30'	018°16'
97	Boukoko	03°55'	017°56'
100	Bozoum	06°19'	016°22'
103	Bria	06°32'	021°59'
106	Carnot	04°56'	015°52'
109	Kaga-Bandoro (ex Crampel)	06°59'	019°11'
112	Damara	04°58'	018°42'
115	Dekoa (Poste)	06°19'	019°04'
118	Dembia	05°07'	024°25'
121	Djéma	06°03'	025°19'
124	Gambo	04°48'	022°13'
127	Grimari	05°42'	020°04'

Tableau 2.8

Postes pluviométriques du bassin de l'Oubangui (suite)

Numéro	Stations	Latitude nord	Longitude est
Centrafrique			
136	Ippy (Poste)	06°15'	021°12'
139	Kadjema	05°15'	026°12'
142	Kembé	04°35'	021°54'
151	Kouango	05°00'	019°58'
175	Les Mbrès	06°40'	019°48'
181	Loko Safa	03°42'	018°05'
193	Mbaiki (Poste)	03°53'	018°00'
197	Mobaye	04°19'	021°11'
199	Mongoumba	03°38'	018°35'
205	Ndélé	08°24'	020°39'
217	Niakari	04°50'	022°45'
223	Nola	03°31'	016°04'
226	Obo	05°24'	026°30'
227	Ouadda	08°04'	022°26'
229	Ouanda-Djallé	08°53'	022°45'
238	Rafai	04°58'	023°55'
241	Salo	03°11'	016°08'
247	Sibut	05°43'	019°04'
259	Yalinga	06°30'	023°16'
262	Yaloké	05°29'	017°05'
265	Zangba	04°26'	020°58'
268	Zémio (Poste)	05°02'	025°09'
Congo			
800	Impfondo	01°37'	018°04'
Soudan			
900	Maridi	04°55'	029°28'
902	Raga	08°28'	025°41'

Tableau 2.8**Postes pluviométriques du bassin de l'Oubangui (suite)**

Numéro	Stations	Latitude nord	Longitude est
Soudan			
903	Yei	04°05'	030°40'
Zaïre			
931	Bafuka	04°15'	027°57'
932	Bambésa	03°27'	025°43'
933	Bondo	03°48'	023°49'
934	Bongabo	03°06'	020°32'
935	Bosobolo	04°12'	019°50'
936	Bunia	01°30'	030°13'
937	Businga	03°15'	020°58'
939	Buta	02°47'	024°47'
940	Dingila	03°36'	026°05'
941	Faradjé	03°44'	027°42'
942	Ibambi	02°24'	027°35'
943	Irumu	01°27'	029°52'
944	Mahagi	02°18'	030°59'
945	Lebo	04°29'	023°58'
946	Libenge	03°38'	018°38'
948	Nebanguma	02°58'	026°00'
949	Niangara	03°42'	027°54'
950	Nioka	02°07'	030°38'
951	Isiro (ex Paulis)	02°46'	027°39'
952	Wanba	02°09'	028°00'
953	Watsa	03°04'	029°30'
955	Mbandaka	00°03'	018°17'

Tableau 2-9a

Résultat de l'analyse sur 48 postes pluviométriques
(22 années observations 1940-1961)

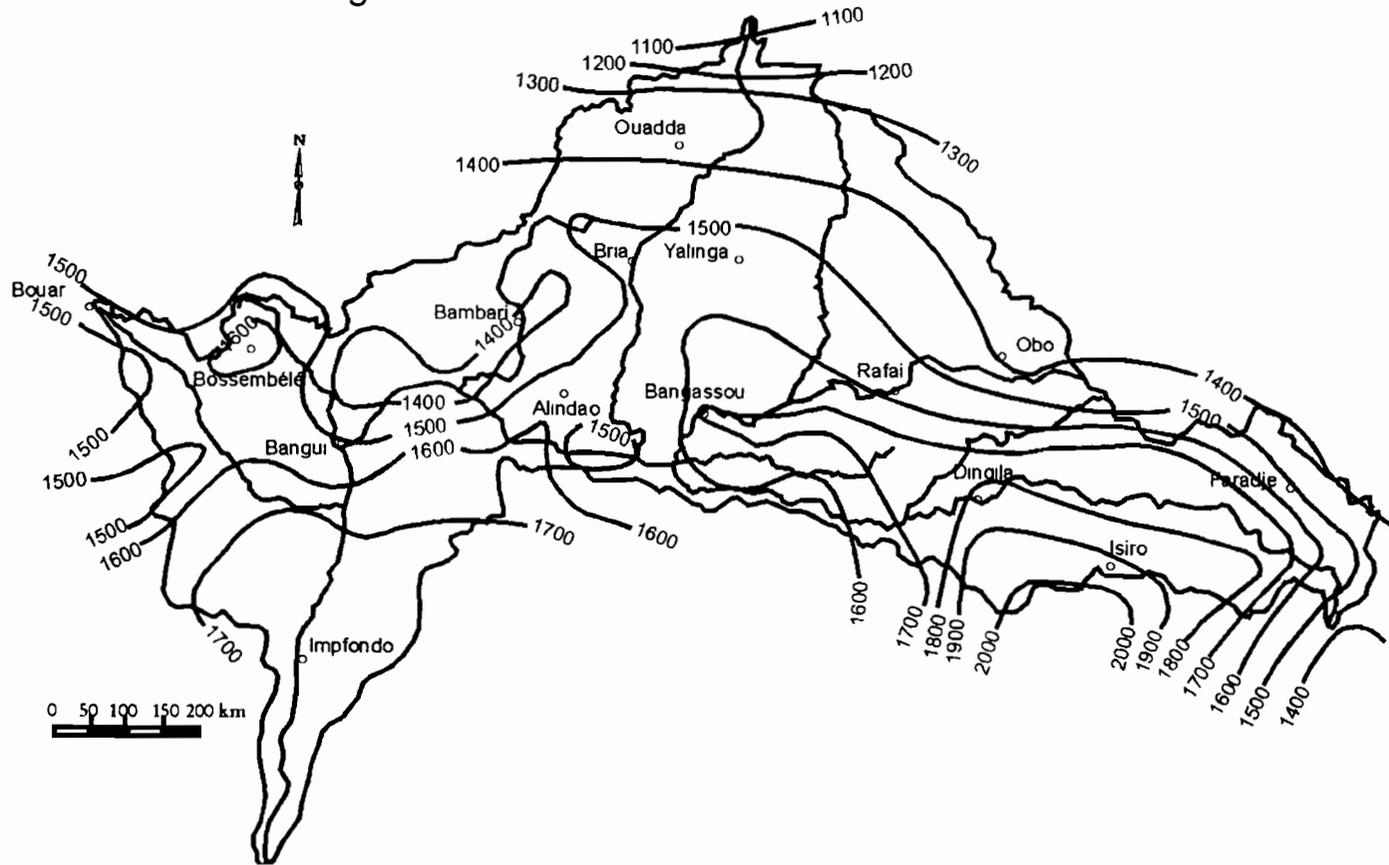
STATION	MOYENNE (mm)	ECART-TYPE (mm)	DECENNALE		K3
			SECHE (mm)	HUMIDE (mm)	
CENTRAFRIQUE					
BANGUI (Direction)	1524	151	1330	1717	1,29
ALINDAO (Météo)	1564	171	1344	1783	1,33
BAKOUMA	1603	216	1326	1880	1,42
BAMBARI (Ville)	1390	211	1119	1660	1,48
BANGASSOU	1707	261	1374	2041	1,49
BERBERATI	1550	174	1328	1773	1,34
BIRAO (Météo)	853	112	710	996	1,4
BODA (Poste)	1344	289	974	1714	1,76
BOSSANGOA (Météo)	1453	217	1180	1725	1,46
BOUCA	1418	169	1203	1634	1,36
BOUKOKO	1706	210	1438	1974	1,37
BOZOOM	1414	229	1121	1708	1,52
BRIA	1567	166	1354	1779	1,31
CARNOT	1414	202	1156	1672	1,45
KAGA-BANDORO (ex CRAMPEL)	1376	178	1151	1602	1,39
DAMARA	1344	118	1193	1495	1,25
GAMBO	1534	190	1291	1777	1,38
GRIMARI	1497	220	1216	1779	1,46
IPPY (Poste)	1372	142	1191	1554	1,3
KOUANGO	1391	169	1175	1606	1,37
MBAIKI (Poste)	1690	226	1400	1980	1,41
MOBAYE	1460	186	1222	1699	1,39
MONGOUMBA	1605	156	1406	1805	1,28
NDELE	1300	189	1059	1542	1,46
NIAKARI	1584	231	1289	1879	1,46
NOLA	1460	195	1210	1710	1,41
OBO	1397	147	1209	1585	1,31
OUADDA	1377	147	1188	1565	1,32
RAFAI	1682	251	1361	2003	1,47
SIBUT	1404	194	1156	1651	1,43
YALINGA	1548	190	1304	1791	1,37
ZEMIO (Poste)	1591	169	1375	1808	1,32

Tableau 2-9b

**Résultat de l'analyse sur 48 postes pluviométriques
(22 années observations 1940-1961)
(suite)**

STATION	MOYENNE (mm)	ECART-TYPE (mm)	DECENNALE		K3
			SECHE (mm)	HUMIDE (mm)	
ZAÏRE					
BAFUKA	1725	213	1453	1997	1,37
BONDO	1530	168	1316	1745	1,33
BOSOBOLO	1618	128	1454	1782	1,23
BUTA	1640	200	1385	1896	1,37
DINGILA	1836	164	1626	2046	1,26
FARADJE	1432	253	1109	1755	1,58
IBAMBI	2057	175	1833	2281	1,24
LEBO	1710	234	1411	2010	1,42
LIBENGE	1684	193	1437	1930	1,34
MAHAGI	1472	252	1150	1794	1,56
MBANDAKA	1772	170	1555	1989	1,28
NEBANGUMA	1922	189	1680	2164	1,29
NIANGARA	1725	210	1456	1994	1,37
WAMBA	1946	224	1660	2233	1,35
WATSA	1780	319	1372	2189	1,6
CONGO					
IMPFONDO	1783	233	1485	2082	1,40

Bassin de l'Oubangui



J. Callède, Y. Boulyvert, J.P. Thiébaux

125

Figure 2-21
Isohyètes interannuelles
(période 1941 - 1961).

- il y a un surcroît de pluviométrie dans la région de Bossembélé (phénomène remarqué depuis longtemps par les météorologues centrafricains, probablement dû à des orages convectifs isolés plus nombreux là qu'ailleurs) et un déficit sur l'axe Damara-Bambari et dans la région de Mobaye (cf. la région déprimée de Possel-Kouango) ;
- le maximum de la pluviométrie est observé au Zaïre, dans la région Nébanguma-Ibambi-Wamba, avec 2 000 mm annuel. Cette région coïncidant avec les premiers reliefs à 600—700 m d'altitude, le surcroît de pluviométrie serait probablement dû à un effet de fœhn, d'autant plus qu'à l'est de cette région le total annuel chute rapidement ;
- l'axe Bangassou-Dingila présente, lui aussi, un surcroît de pluviométrie.

La place de l'échantillon 1940-1961 dans la série chronologique de Bangui et des stations synoptiques du Centrafrique

Il est intéressant de voir comment se place l'échantillon 1940-1961 dans la série des pluviométries observées à Bangui (période 1931-1988) et aux stations synoptiques centrafricaines (1940-1988).

À cet effet, nous avons calculé les moyennes mobiles sur 3, 5 et 10 ans :

- pour la pluviométrie annuelle de Bangui ;
- pour la pluviométrie moyenne annuelle sur le bassin de l'Oubangui limité à Bangui.

La figure 2.22 donne le résultat de ces moyennes mobiles :

- à Bangui, la pluviométrie annuelle est supérieure à la normale de 1931 à 1943 et reste à peu près égale à la normale de 1944 à 1953. Elle est nettement inférieure de 1954 à 1964, mais devient excédentaire de 1965 à 1970. Ensuite il y a chute de la pluviométrie annuelle de 1971 à 1973, reprise d'une pluviométrie excédentaire de 1974 à 1980, et rechute sévère à partir de 1981 ;
- sur le bassin de l'Oubangui à Bangui, nous retrouvons la même allure jusqu'en 1954 mais 1955-1969 sont des années excédentaires. Il y a toujours chute de la pluviométrie à partir de 1970. Jusqu'en 1988 la pluviométrie annuelle est inférieure à la moyenne.

Cette analyse est en accord avec la variation des débits annuels de l'Oubangui à Bangui (voir chapitre 5).

Nous pouvons admettre, pour la pluviométrie 1940-1961, un léger déficit pour la période 1940-1954 et un petit excédent de 1955 à 1961. Finalement la pluviosité, sur l'ensemble de la période 1940-1961, est proche de la "normale", telle qu'elle apparaît sur des périodes plus longues à Bangui (58 ans) ou aux stations synoptiques (49 ans).

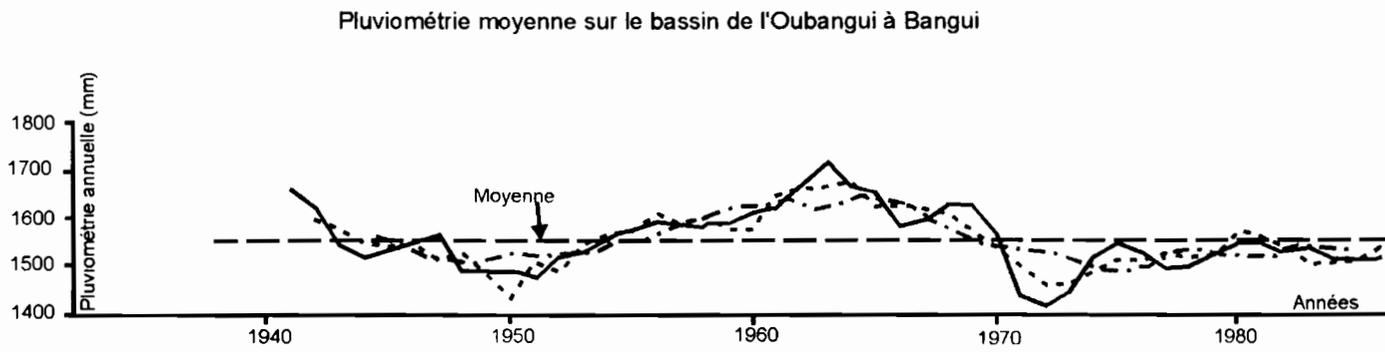
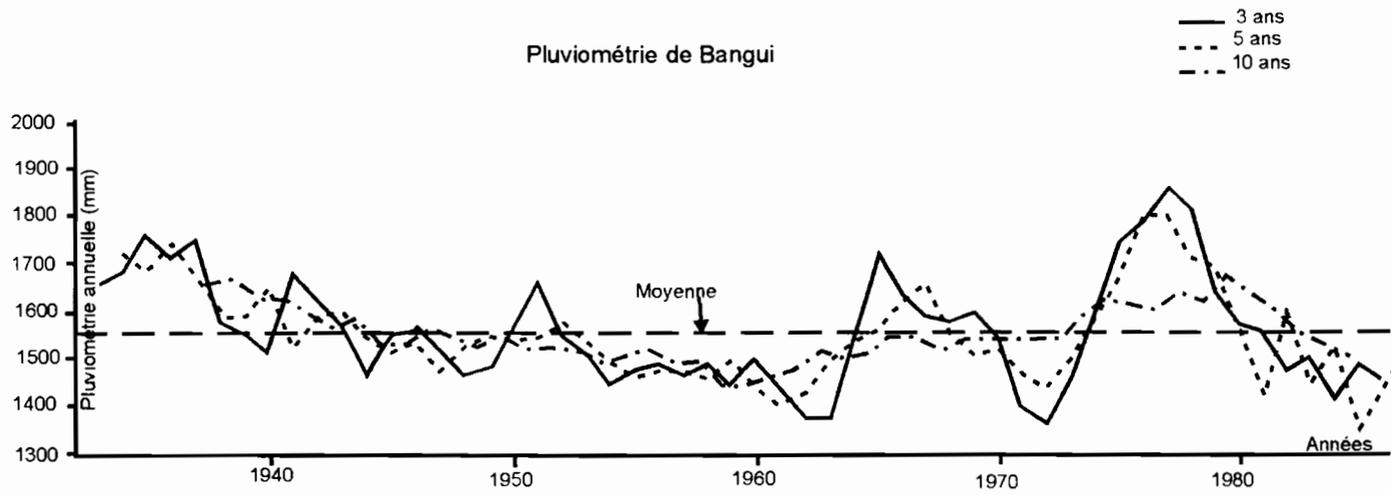


Figure 2-22

Moyennes mobiles de la pluviométrie annuelle.

2.8.4. Pluviométrie mensuelle

Le tableau 2.10 donne la pluviométrie mensuelle moyenne (période 1940-1961) pour 24 postes pluviométriques, tandis que la figure 2.23 représente cette même pluviométrie pour 10 postes.

La répartition des mois pluvieux varie du nord vers le sud, c'est-à-dire du climat tropical (une seule saison sèche) vers le climat équatorial (deux saisons sèches).

Nous avons repris l'idée de G. Dhonneur et reporté, sur la figure 2.24, la répartition des mois pluvieux en fonction de la latitude. Nous y voyons que la petite saison sèche commence vers le 06° nord.

Ce n'est pas tout à fait en concordance avec le schéma classique de E. de MARTONNE (1909) qui date du début du siècle, donc avec un nombre restreint de postes d'observations. Notons que la saison sèche principale ne commence à être sérieusement sèche qu'au nord de Bria et d'Ippy, tandis qu'elle ne dure jamais plus de deux à trois mois au sud. Une saison sèche correspond à un échantillon avec beaucoup de 0 et, de temps en temps, un mois à 40 mm. En plus il y a l'effet de la coupure à l'échelle du mois qui réduit artificiellement la durée de la saison sèche.

2.8.5. Pluviométrie journalière

L'étude de la pluviométrie journalière a porté sur 28 stations dont la plupart avaient plus de 20 années d'observations.

Le tableau 2.11 donne les résultats de cette analyse. Les figures 2.25 et 2.26 donnent l'allure des isohyètes pour des averse de période de retour de 1 et 10 ans.

Nous avons également utilisé les résultats donnés par les publications (ANONYME., 1950-1958) (BULTOT F., 1971-1977) concernant le Zaïre. Pour Bambessa nous avons 2 sources d'information qui donnent des valeurs très voisines.

Il est apparu que le nombre d'années d'observations n'avait que peu d'importance sur les résultats, comme l'indique le tableau 2.12.

L'analyse statistique a été faite en utilisant les programmes de traitement écrits par Y. Brunet-Moret vers 1974 et qui ont fait leurs preuves. Deux lois sont utilisées :

- la loi Gamma incomplète ;
- la loi exponentielle généralisée.

Le seuil de troncature a été fixé à 5 mm.

Tableau 2.10

Pluviométrie mensuelle moyenne à quelques stations du bassin versant de l'Oubangui

Stations	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Centrafrique													
Bangui	25	43	106	133	172	133	180	218	186	194	103	31	1524
Bambari (Ville)	11	32	76	94	167	141	212	223	175	187	56	16	1390
Bangassou	17	38	117	146	226	188	186	204	193	260	94	38	1707
Berbérati	23	51	87	143	167	153	140	188	222	258	94	24	1550
Birao (Météo)	0	1	2	19	95	110	212	208	166	39	1	0	853
Boda (Poste)	20	44	68	118	149	119	144	208	196	169	79	30	1344
Bossangoa (Météo)	1	7	48	85	146	144	235	310	253	200	23	1	1453
Boukoko	23	51	129	156	180	165	197	243	207	216	95	44	1706
Bria	7	15	70	105	182	179	222	312	235	185	50	5	1567
Kaga-Bandoro (ex Crampel)	2	10	33	72	140	172	243	237	268	166	26	7	1376
Gambo	18	36	114	120	181	173	191	181	189	209	92	30	1534
Grimari	11	29	81	117	167	160	177	227	220	212	70	26	1497
Ippy (Poste)	5	22	82	102	142	175	181	232	212	162	50	7	1372
Mbaiki (Poste)	28	53	130	146	173	156	179	232	202	215	134	42	1690
Mobaye	18	49	110	144	169	146	163	182	186	169	104	20	1460
Mongoumba	35	45	128	133	164	156	168	229	189	195	121	42	1605
Ndélé	1	8	30	50	142	147	205	261	272	168	13	3	1300
Nola	31	41	102	143	149	159	136	172	200	178	116	33	1460
Sibut	5	29	69	82	150	154	208	209	215	209	57	17	1404
Zémio (Poste)	16	29	83	137	178	178	184	226	235	232	70	23	1591
Zaire													
Buta	21	65	125	166	178	128	175	174	193	237	134	45	1640
Mbandaka	116	130	152	152	146	114	97	119	199	211	206	130	1772
Watsa	40	56	129	196	202	192	186	226	167	207	139	40	1780
Congo													
Impfondo	73	78	155	167	187	149	137	172	173	215	173	104	1783

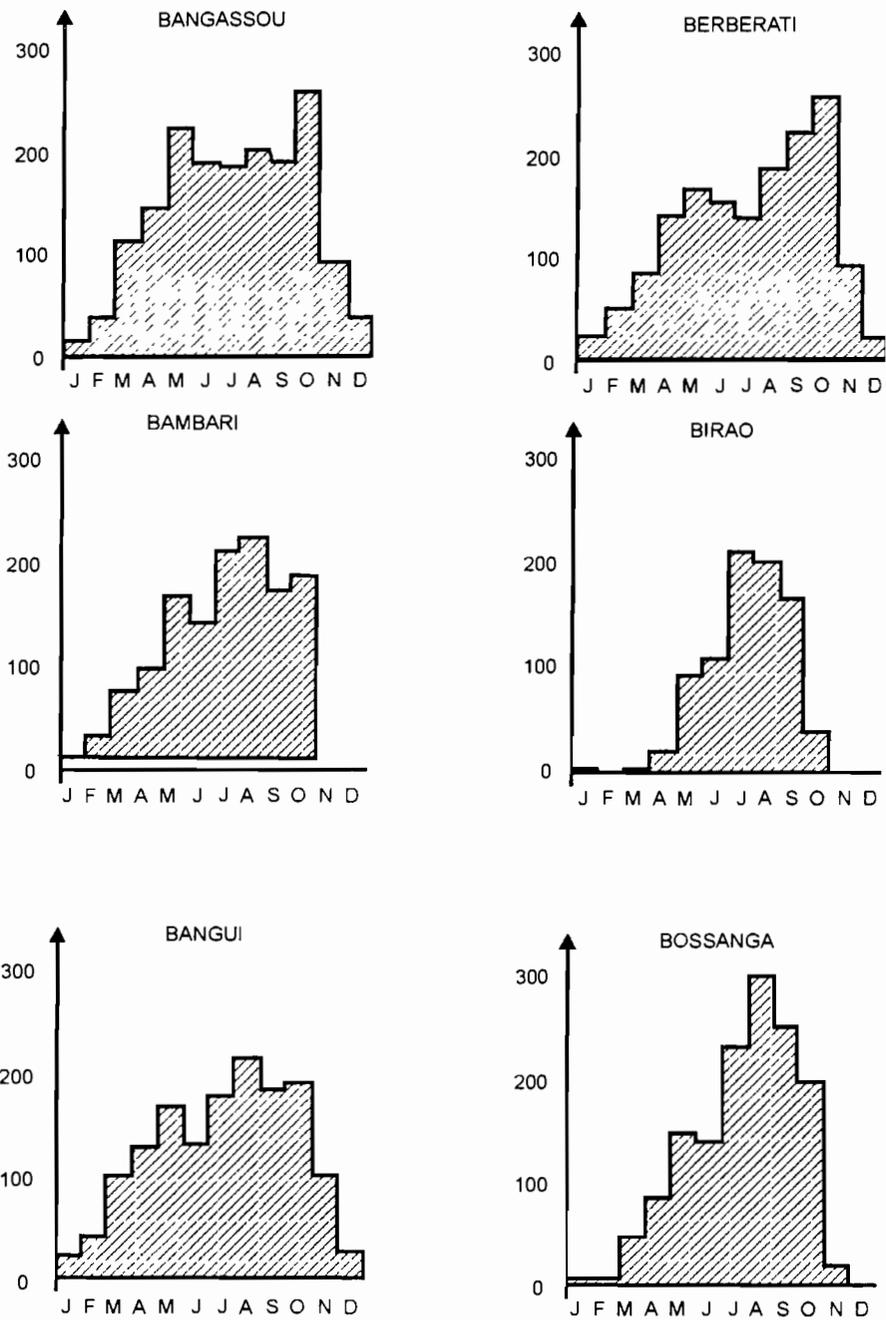


Figure 2-23

Variation de la pluviométrie mensuelle (période 1940 - 1961).

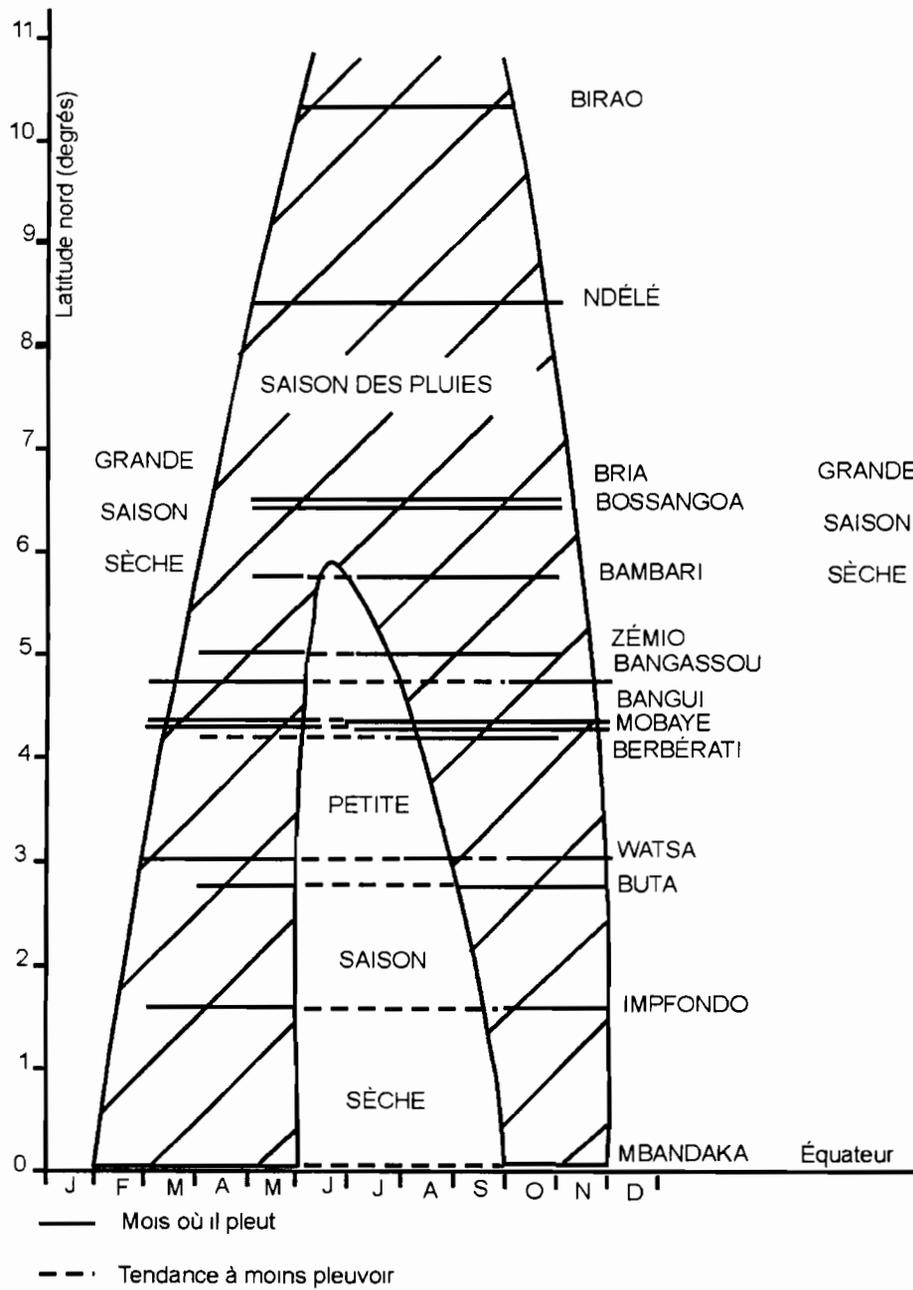


Figure 2.24

Répartition de la saison des pluies en fonction de la latitude.

Tableau 2.11
Pluies journalières sur le bassin oubanguien

Stations	Nombre d'années	Période de retour					
		1 an	2 ans	5 ans	10 ans	20 ans	50 ans
Centrafrique							
Bangui	44	80	93	112	126	140	159
Alindao	40	72	83	99	111	122	138
Bakouma	30	80	93	110	122	135	153
Bangassou	48	80	93	109	122	135	152
Bambari	27	74	87	103	116	129	146
Berbérati	30	71	82	98	110	122	138
Birao	37	61	72	88	100	113	130
Bossangoa	34	74	86	103	115	128	144
Bossembélé	28	74	86	102	114	126	142
Bouar	10	66	77	92	103	115	130
Boukoko	31	78	90	106	118	130	146
Bozoum	41	74	86	103	115	128	144
Bria	40	73	85	101	113	125	141
Ippy	36	75	86	101	112	123	138
Kaga-Bandoro	41	79	92	110	123	137	154
Kembé	26	83	97	115	129	143	161
Kouango	27	75	88	104	117	129	146
Mobaye	37	83	97	115	129	143	161
Ndélé	43	69	80	96	108	120	136
Obo	29	71	83	99	111	123	140
Ouanda-Djallé	15	61	71	85	95	106	119
Rafai	35	76	87	102	113	125	140
Salo	22	79	92	109	122	135	152
Yalinga	29	74	87	103	116	129	147
Zémio	42	77	89	105	117	129	145
Congo							
Impfondo	49	80	93	110	124	137	155
Zaire							
Bambessa		72	81	90	97	103	110
Bambessa					98	105	117
Nioka		50	56	64	70	76	85

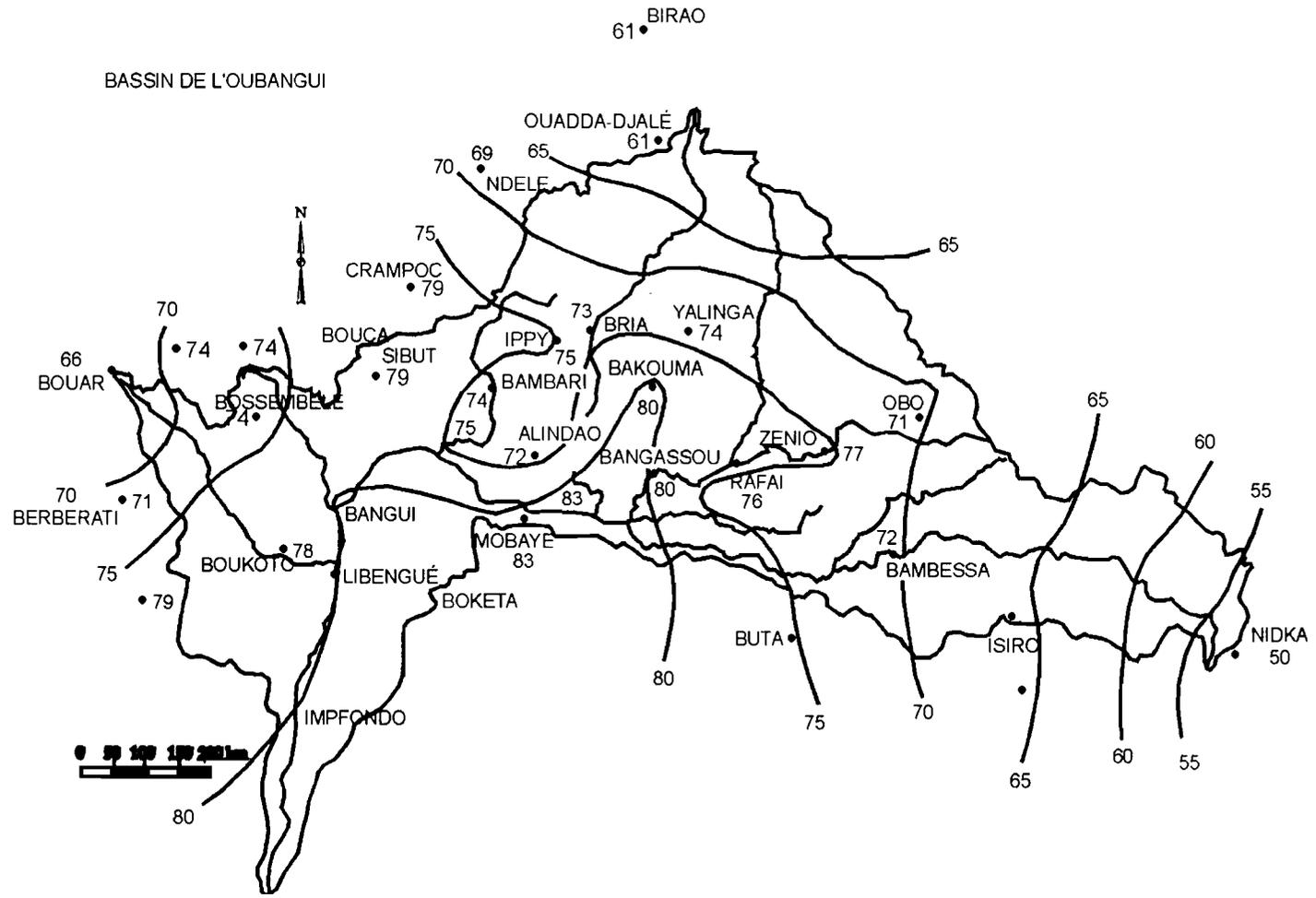


Figure 2-25
Averse annuelle (mm).

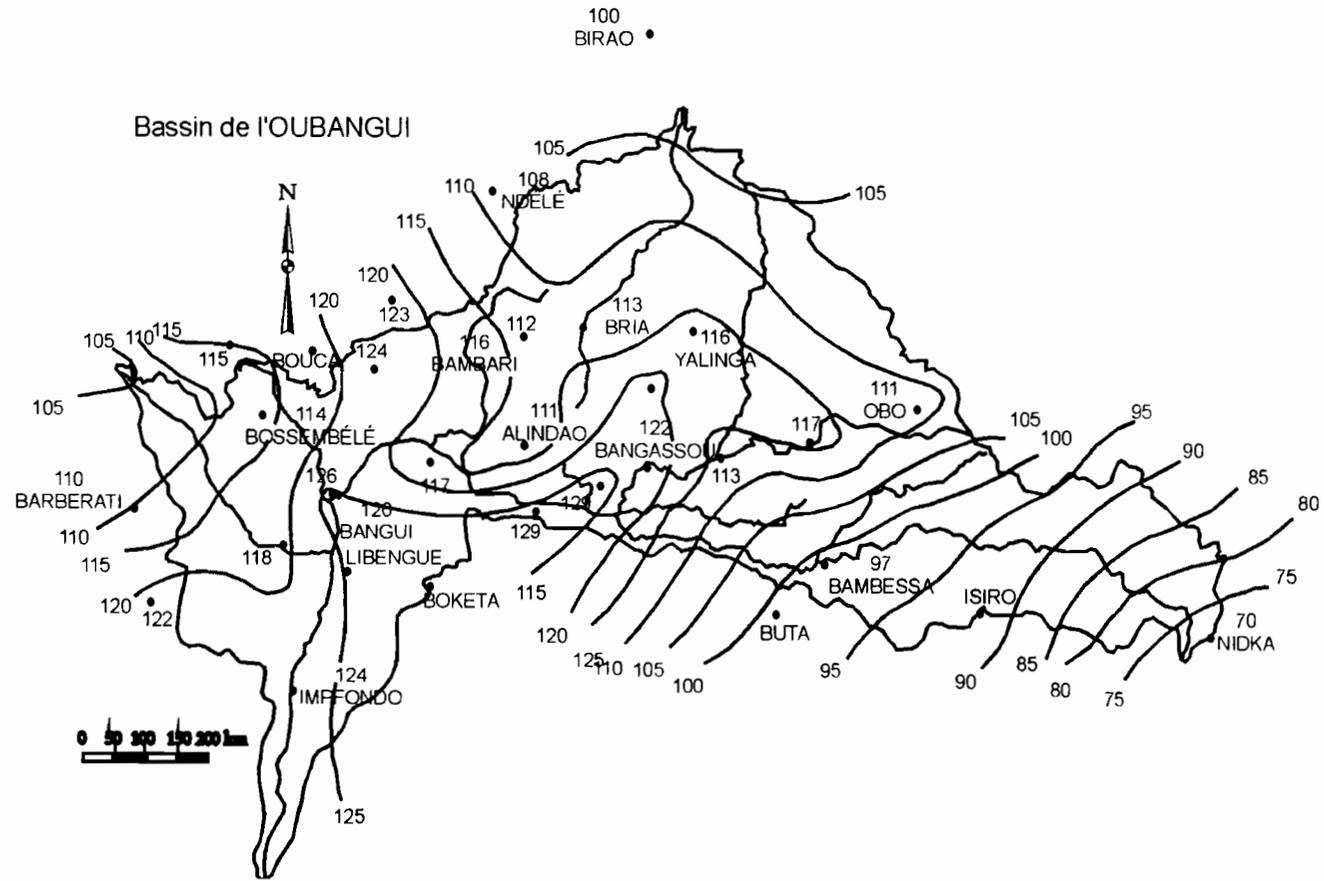


Figure 2-26
Averse décennale (mm).

Tableau 2.12

**Influence de la durée d'observation sur les pluies journalières
(loi Gamma incomplète)**

Stations	Nombre d'années	Période de retour			
		1 an	10 ans	20 ans	50 ans
Bangui					
1931-1980	44	79	124	137	156
1950-1975	21	74	115	127	143
Alindao					
1935-1980	40	72	110	121	136
1950-1980	29	72	109	120	135
1950-1975	24	70	107	117	132
Bangassou					
1928-1980	48	80	122	134	151
1950-1975	26	76	116	128	144
Birao					
1939-1980	37	60	99	111	127
1950-1975	26	59	96	107	122
Zémio					
1927-1980	42	77	117	130	146
1950-1975	24	78	118	130	146
Impfondo					
1932-1980	49	80	124	137	154
1950-1975	26	82	126	139	157

Les résultats de ces 2 lois étant identiques, à quelques pour cent près, nous avons adopté leur valeur moyenne.

L'examen des isohyètes des averses montre un phénomène qui avait été découvert lors de l'élaboration de la monographie de la Sangha (DUBREUIL P. *et al.*, 1975) : les averses en zone climatique d'altitude (Bouar, haut bassin de l'Uele) sont plus faibles que les autres.

Dans la zone d'altitude 300-500 m, les averses sont remarquablement constantes d'un poste à l'autre, avec cependant une croissance générale de la pluie décennale du nord vers le sud (altitude et exposition mises à part).

Enfin il faut indiquer l'averse exceptionnelle du 22 août 1967 à Bangui, où il est tombé 171,5 mm. Cette averse, de période de retour d'ordre de grandeur centenaire, est à rapprocher des averses mémorables de Bamako (163,3 mm le 27 août 1954) et de Ndjamena (181 mm le 12 août 1950).

2.8.6. Intensité des précipitations

L'analyse de l'intensité des averses n'a été effectuée qu'à Bangui, en utilisant les 7 années d'observations pluviographiques de la station bioclimatologique de l'Orstom (CALLÈDE J., et ARQUISOU G., 1972), complétées par 3 années provenant du pluviographe de la station météorologique officielle de Bangui-Mpoko (méthode des stations-années).

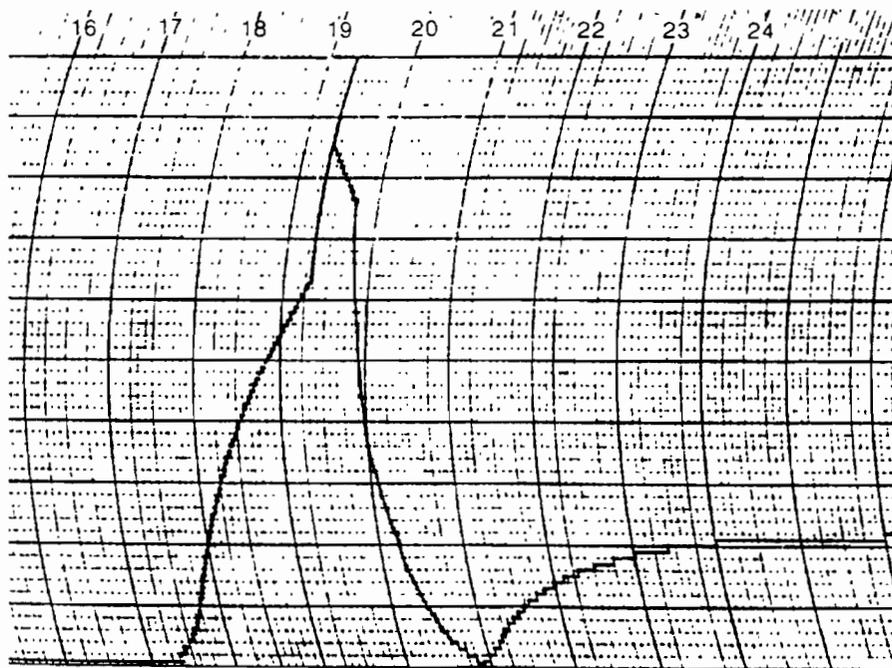
41 averses ont été analysées : elles étaient toutes supérieures à 50 mm et 6 dépassaient les 100 mm. Ce nombre d'averses est bien faible pour une étude statistique valable. Cependant, grâce à 2 averses exceptionnelles (22 août 1967 et 11 mai 1969) il a été possible d'enregistrer des intensités remarquables, de période de retour au moins cinquantenaire.

Bien que le pluviographe ait eu des ennuis de fonctionnement, il a quand même été possible de tracer la courbe intensité-durée de l'averse du 22 août 1967 (171,5 mm).

La pluie du 11 mai 1969 (CALLÈDE J., 1969) n'avait pas cette importance (118,2 mm seulement) mais sans aucun doute possible (figure 2.27) cette averse a présenté des intensités extrêmement importantes :

- 600 mm/h en 3 mn ;
- 420 mm/h en 5 mn ;
- 270 mm/h en 10 mn ;
- 200 mm/h en 15 mn.

De telles intensités sont très rares : il a quand même été signalé, à la Guadeloupe, 516 mm/h en 5 mn et 220 mm/h en 15 mn (KLEIN J.C., 1971).



2 000 cm² un trait fort, tous les millimètres de pluie

Figure 2-27

Pluviogramme à augets basculeurs (modèle M.N.).

(Pluviogramme de l'averse du 11 mai 1969 à Bangui).

Les 41 averses ont été réparties en 4 classes :

- 50-70 mm (24 averses) ;
- 70-90 mm (5 averses) ;
- 90-110 mm (9 averses) ;
- 110-130 mm (2 averses).

L'averse du 22 août 1967 a été classée à part. Dans chaque classe, les courbes intensité-durée de chaque averse ont permis de déterminer une valeur moyenne pour chaque pas de temps. Le tableau 2.13 donne les résultats de cette analyse, tandis que la figure 2.28 représente ces courbes.

Tableau 2.13
Intensité des précipitations à Bangui
(unité : mm/h)

Hauteur de l'averse (mm)	Durée										
	Minutes					Heures					
	5	10	15	30	45	1	1.30	2	3	4	5
60	115	100	88	68	55	45	33	27	19	15	12
80	135	115	100	78	65	55	42	34	24	18	15
100	150	130	115	90	75	63	50	40	27	22	18
120	190	165	145	115	93	80	63	51	37	29	23
171,5	250	210	185	146	117	100			45	41	34

2.8.7. Écarts dans la mesure de la pluie

La station bioclimatologique de l'Orstom, à Bangui, était équipée d'un bon nombre de pluviomètres afin de corriger, en cas de pluie, les relevés des bacs d'évaporation (CALLÈDE J., et ARQUISOU G., 1972).

Sur une centaine de mètres carrés (superficie suffisamment faible pour pouvoir admettre une pluie homogène sur cette surface) il existait, en 1972 :

- un classique pluviomètre Association, 400 cm², installé en septembre 1968 à 1,50 m au-dessus de la pelouse (suivant les normes en vigueur à cette époque) ;
- un pluviomètre S.P.I.E.A modifié Météorologie nationale, à lecture directe, situé à 1,00 m au-dessus de la pelouse (août 1971) ;
- un pluviomètre au sol, avec grille antirebonds, installé en conformité avec la recommandation de l'Organisation météorologique mondiale du 17 février 1971 (juillet 1971) ;
- trois pluviomètres Association, au sol, destinés aux corrections de bac : l'un était à 5 cm au-dessus de la pelouse, les deux autres à 10 cm. Un de ces deux pluviomètres était au milieu d'une petite fosse de 60 cm de diamètre, destinée à éviter les rebonds. Ces pluviomètres ont été installés de 1962 à 1967.

De 1967 à 1971, on a cherché à comparer, entre eux, les relevés effectués sur ces différents instruments, pour une même averse.

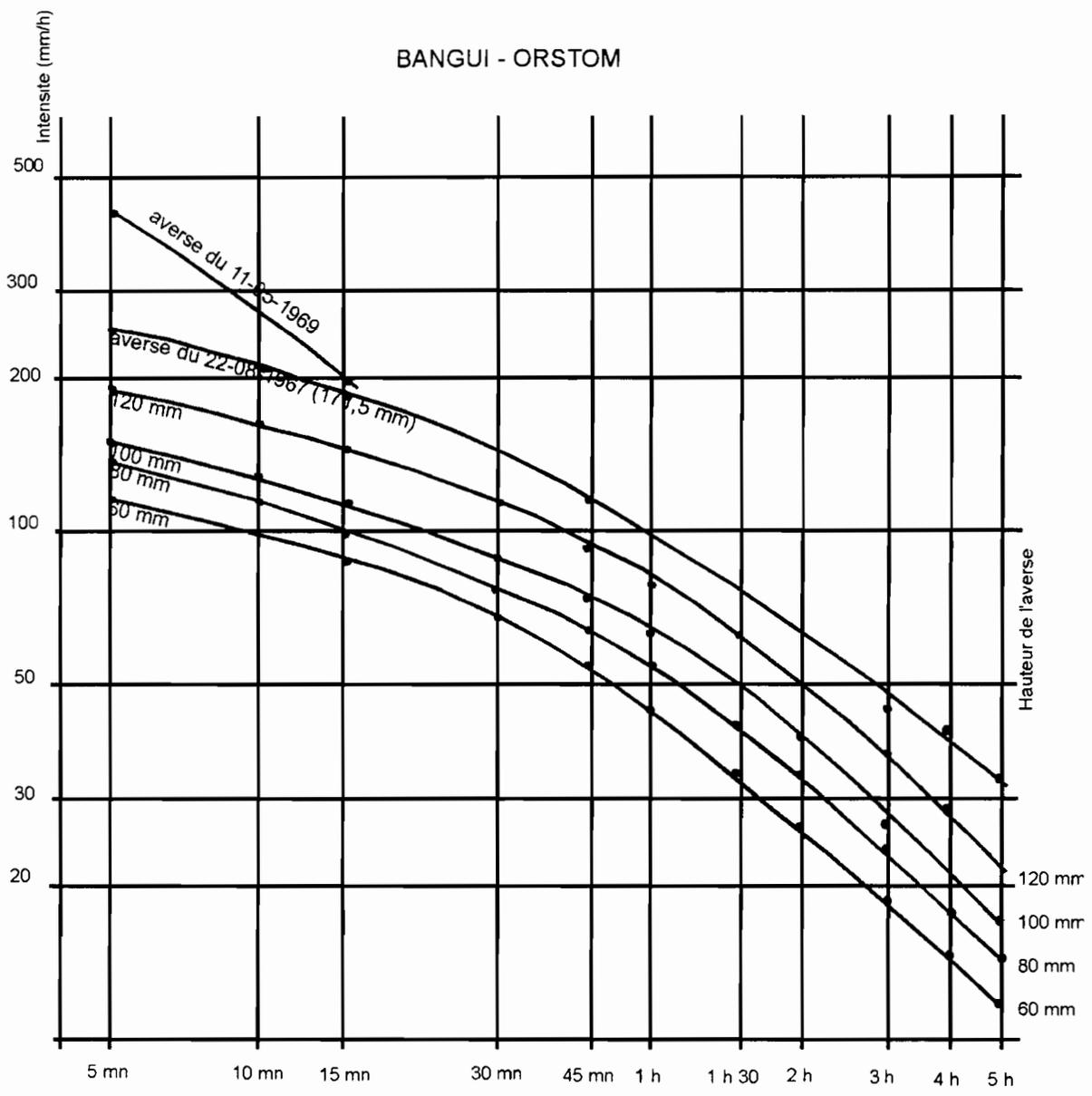


Figure 2-28
Courbes intensité-durée des précipitations.

Chaque averse avait été classée dans une des tranches : 0-5, 5-10, 10-20, 20-30, 30-50, 50-80, > 80 mm et l'analyse faite tranche par tranche (CALLÈDE J., et ARQUISOU G., 1972). Nous ne donnerons ici que les résultats globaux, pluviomètre par pluviomètre. Le pluviomètre de référence est le pluviomètre Association situé à 1,50 m au-dessus de la pelouse.

<ul style="list-style-type: none"> — Pluviomètre au sol (à 5 cm) : — Nombre total d'averses : 545 — Coefficient de corrélation : entre 0,86 et 1 — Rapport avec le pluviomètre Association : 	<p>Valeur moyenne : 0,95 entre 0,93 et 0,98 (moyenne : 0,97)</p>
<ul style="list-style-type: none"> — Pluviomètre au sol (à 10 cm, sans fosse) : — Nombre total d'averses : 527 — Coefficient de corrélation : entre 0,82 et 1 — Rapport avec le pluviomètre Association : 	<p>Valeur moyenne : 0,95 entre 0,95 et 0,98 (moyenne : 0,97)</p>
<ul style="list-style-type: none"> — Pluviomètre au sol (à 10 cm, avec fosse anti-rebonds) : — Nombre total d'averses : 528 — Coefficient de corrélation : entre 0,82 et 1 — Rapport avec le pluviomètre Association : 	<p>Valeur moyenne : 0,95 entre 0,94 et 0,98 (moyenne : 0,97)</p>
<ul style="list-style-type: none"> — Pluviomètre au sol, type Organisation météorologique mondiale, avec grille anti-rebonds : — Nombre total d'averses : 54 — Coefficient de corrélation : entre 0,93 et 1 — Rapport avec le pluviomètre Association : 	<p>Valeur moyenne : 0,98 entre 0,92 et 1,05 (moyenne : 0,99)</p>
<ul style="list-style-type: none"> — Pluviomètre installé à 1,00 m au-dessus de la pelouse : — Nombre total d'averses : 55 — Coefficient de corrélation : entre 0,95 et 1 — Rapport avec le pluviomètre Association : 	<p>Valeur moyenne : 0,99 entre 0,92 et 1,01 (moyenne : 0,96)</p>

L'analyse des 2 derniers pluviomètres porte sur un nombre insuffisant d'averses (plus de la moitié sont inférieures à 5 mm) pour que les résultats, à ces 2 instruments, puissent être considérés comme significatifs.

Nous pouvons dire (CALLÈDE J., et ARQUISOU G., 1972) que le pluviomètre Association, situé à 1,50 m au-dessus de la pelouse, capte 3 % de plus que les 3 premiers pluviomètres au sol. L'écart entre les mesures effectuées sur ces 3 pluviomètres au sol est pratiquement nul.

Ces résultats sont en accord avec ceux de C. RIOU (1975) concernant Ndjaména et Brazzaville. Là aussi le pluviomètre à 1,50 m capte un peu plus que le pluviomètre au sol. C. Riou indique que « la comparaison des pluviomètres [...] a été l'objet d'un grand nombre de travaux et il est traditionnel d'affirmer qu'un pluviomètre placé près du sol reçoit plus d'eau que le pluviomètre standard par suite de la moindre turbulence. Ceci n'a, en fait, été vérifié que pour le pluviomètre placé dans la fosse (60 cm de diamètre) au milieu d'une parcelle de sol nu » (RIOU C., 1975).

2.9. Le climat du bassin oubanguien

Le climat du bassin de l'Oubangui varie depuis le tropical (au nord) jusqu'à l'équatorial (au sud).

Plusieurs classifications peuvent être utilisées.

2.9.1. La classification de W. Köppen (KÖPPEN W., ET GEIGER R., 1936)

Bien qu'à l'échelle du bassin oubanguien la classification de W. Köppen n'ait pas la souplesse requise pour différencier les sous-climats, elle demeure la base de référence pour les agronomes dans la détermination des écoclimats.

L'ensemble du bassin oubanguien est classé en zone A, caractérisée par une température moyenne du mois le plus froid supérieure à 18°C. Seule, la station de Nioka (à l'est du bassin) est classée en zone C mais elle se situe hors de la limite du bassin oubanguien.

La classe A des climats de W. Köppen comprend (figure 2.29) comme sous-divisions :

- le climat de type Af, auquel appartiennent les régions dont la hauteur mensuelle des pluies du mois le plus sec reste supérieure à 60 mm. Ce climat est celui de la cuvette congolaise (cf. stations d'Impfondo et de Mbandaka) ;
- le climat de type Aw auquel appartiennent les régions où la hauteur mensuelle des pluies du mois le plus sec descend au-dessous de 60 mm. L'indice w signifie que la saison sèche survient durant l'hiver de l'hémisphère dans laquelle la région est située. C'est le cas du cours moyen de l'Oubangui et de toute la partie centrafricaine du bassin ;
- enfin le climat de type Am, climat de transition entre Af et Aw. La pluviométrie mensuelle du mois le plus sec est inférieure à 60 mm mais supérieure à $(100 - P/25)$ où P est la pluviométrie annuelle.

En 1955, F. Bultot a utilisé la classification de W. Köppen pour sa carte des zones climatique du Congo et ensuite pour son Atlas climatique du bassin du Congo (BULTOT F., 1971-1977).

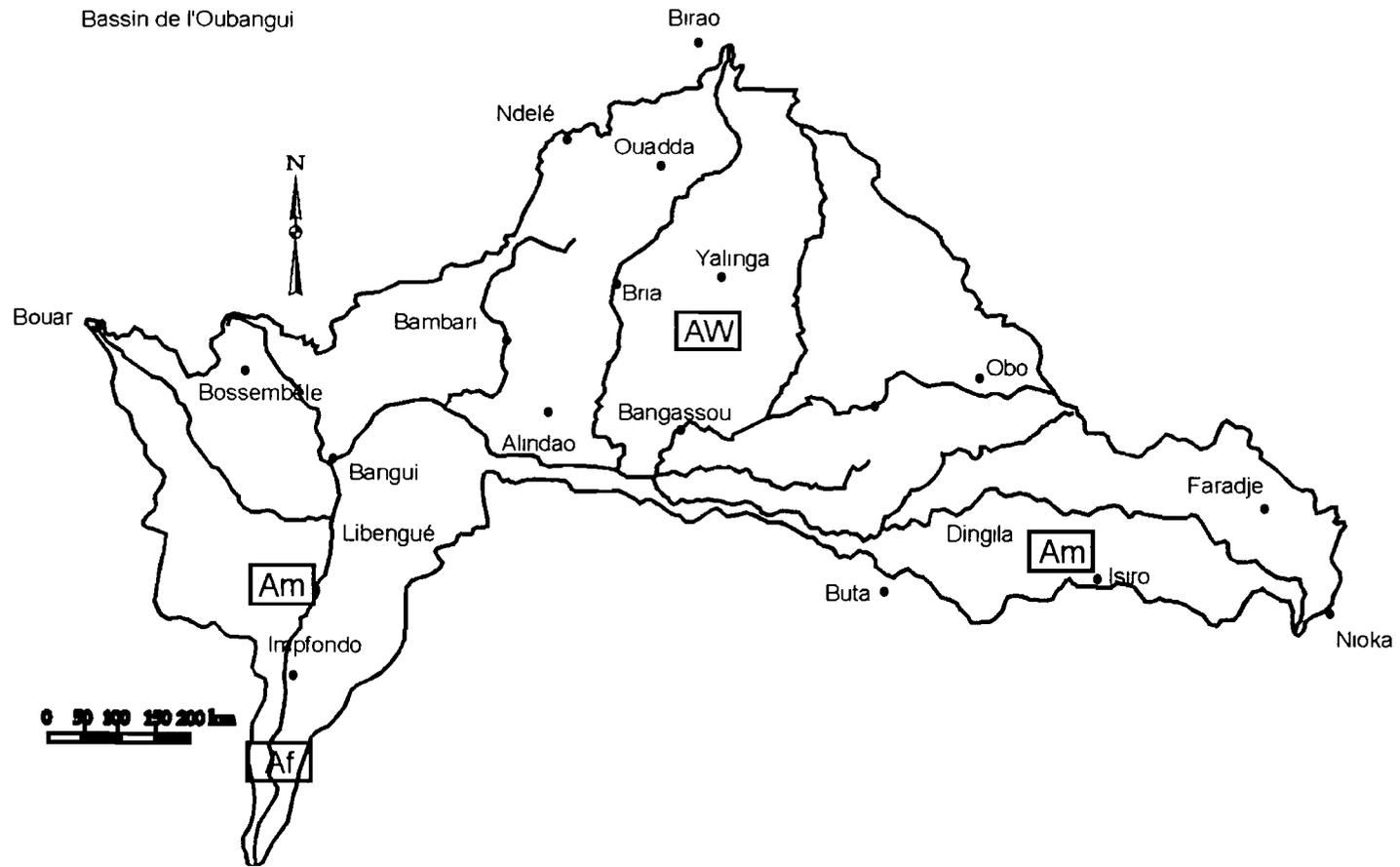


Figure 2-29
Classification climatique (selon W. KÖPPEN).

2.9.2. La classification d'A. Aubreville (AUBREVILLE A., 1950)

Selon A. Aubreville les climats écologiques tropicaux sont caractérisés fondamentalement par la longueur des saisons sèches et pluvieuses. Cet auteur a donc proposé de définir commodément, par un groupe de trois chiffres, le régime pluviométrique d'un climat : nombre de mois très pluvieux (pluviométrie supérieure ou égale à 100 mm), nombre de mois intermédiaires, nombre de mois secs (pluviométrie inférieure ou égale à 30 mm). C'est l'indice pluviométrique.

On peut établir, avec cet indice, une carte (figure 2.30) de corrélation climat-formations végétales.

Les stations avec moins de 2 mois secs correspondent au climat guinéen forestier avec les subdivisions suivantes :

- forêt dense sempervirente (0 mois sec) cf. Impfondo (10.2.0) et, *a fortiori*, Mbandaka (11.1.0),
- forêt dense semi-caducifoliée de lisière (1 mois sec) cf. Bambessa ou Mbaiki (9.2.1),
- savane guinéennes périforestières (2 mois secs) cf. Mobaye (9.1.2) ou Rafaï (8.2.2).

Le climat soudano-guinéen correspond au domaine des savanes boisées. Il présente plusieurs variantes autour de l'orthotype des savanes à *Burkea-Lophira* cf. Bossembélé (6.3.3). Les unes sont plus humides, cf. variante soudano-oubangienne des forêts semi-humides à *Anogeissus-Albizia* comme à Yalinga (7.2.3). Les autres plus sèches cf. sous-domaine médio-soudanais, comme à Ouadda (6.2.4), des savanes à *Monotes-Isobertinia-Uapaca* que l'on retrouve au Zaïre sur l'interfluve Congo-Nil : Aba (8.0.4).

On relève qu'à l'extrémité septentrionale du bassin, le nombre de mois secs est équivalent au nombre de mois humides.

2.9.3. La classification hydrologique de J. Rodier

Cette classification (RODIER J., 1964) se base surtout sur la grandeur de la pluviométrie annuelle.

- climat tropical pur, avec une pluviométrie comprise entre 750-800 mm et 1 200-1 300 mm. Il correspond à la limite septentrionale du bassin oubangien ;
- climat tropical de transition, avec une pluviométrie annuelle supérieure à 1 200 mm. Il s'étend jusqu'à la limite sud du FIT (soit, *grosso modo*, le parallèle 04°N). Ce type de climat englobe le nord des bassins de l'Oubangui et du Mbomou ;
- climat équatorial de transition, qui s'étend depuis le parallèle 04°N jusqu'au parallèle 01°N. Il caractérise la plus grande partie du bassin de l'Uele et tout l'Oubangui au sud de Bangui ;
- climat équatorial pur. Situé au sud du parallèle 01°N, c'est le climat de l'extrême aval de l'Oubangui.

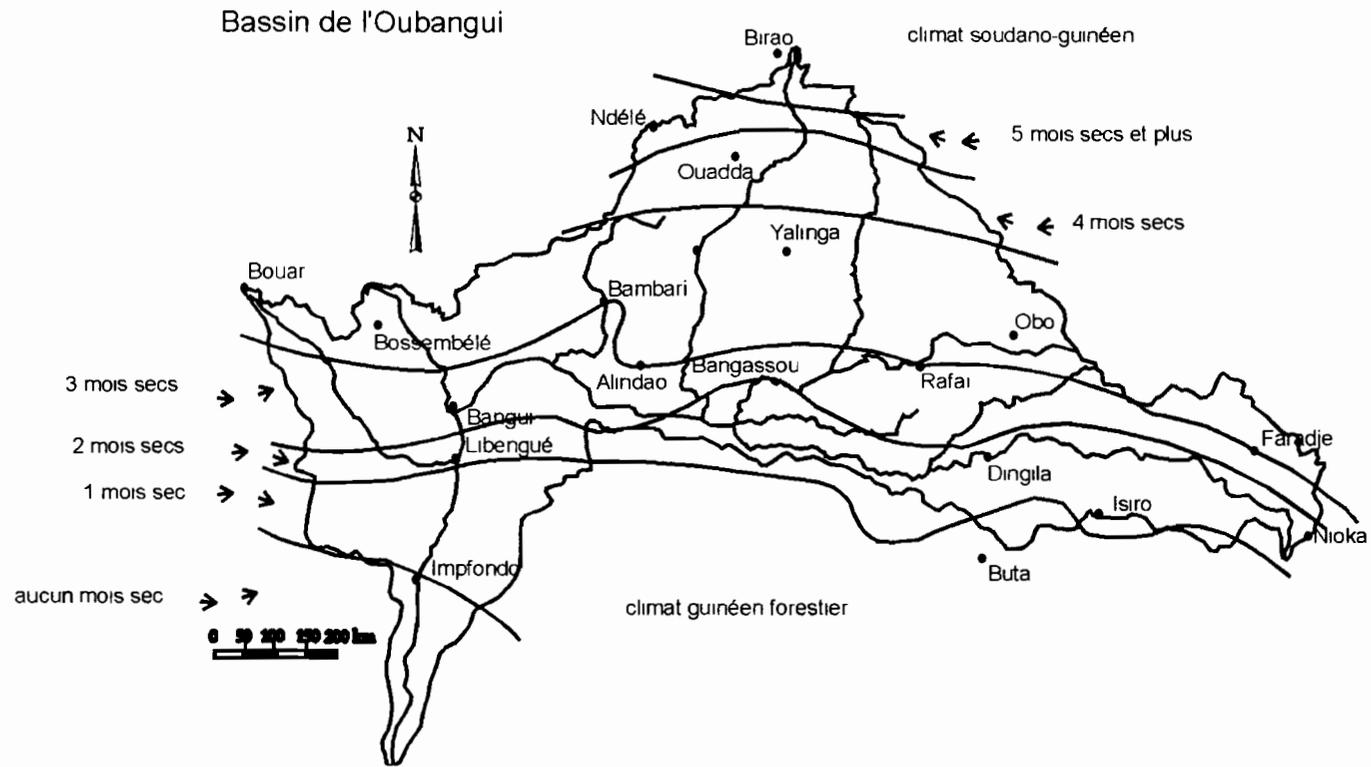


Figure 2-30
Classification climatique
selon l'indice pluviométrique de A. AUBERVILLE.

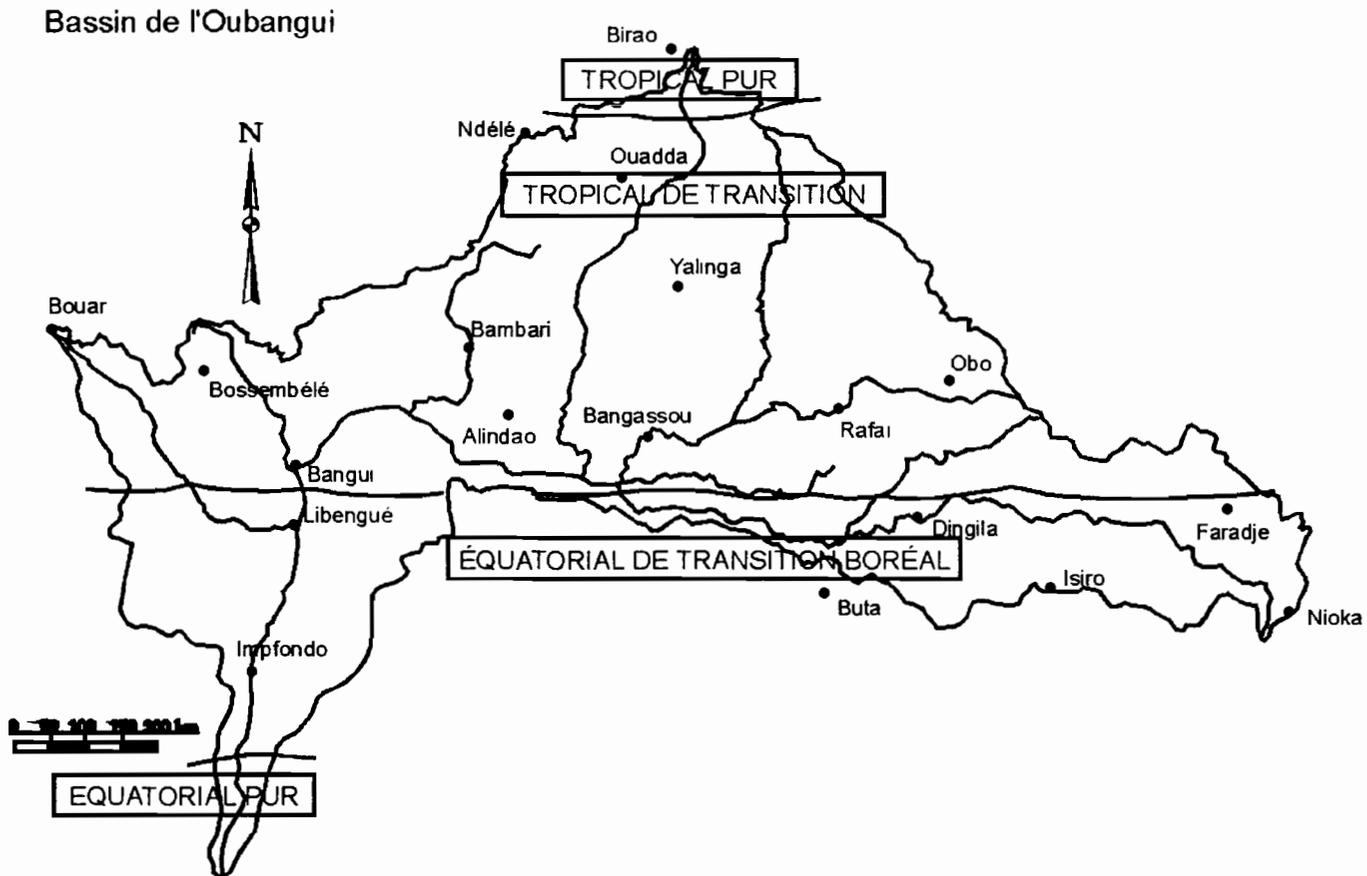


Figure 2-31
Le climat du bassin de l'Oubangui
(classification hydrologique de J. RODIER).

La figure 2.31 donne les limites de ces classes de climat.

2.9.4. La classification des atlas Jeune Afrique (ANONYME., 1977, 1980, 1984)

Elle a été réalisée par C. Bouquet (Centrafrique), P. Vennetier (Congo) et M. Pain (Zaïre). La classification est très proche de celle de A. AUBREVILLE (1950).

La figure 2.32 donne les limites des diverses classes.

2.9.5. Types de climats hygrothermiques d'Afrique (W. LAUER et P. FRANKENBERG)

La carte de W. Lauer et P. Frankenberg (figure 2.33) est plus sommairement basée sur la combinaison entre deux échelles : température et nombre de mois humides. La plus grande partie du bassin oubanguien (dont la totalité de la partie centrafricaine) se rattache au groupe II (à température moyenne comprise entre 24 et 27°C) avec un nombre de mois humides croissant de 5 (à l'extrémité septentrionale : source de la Kotto) jusqu'à 11-12 au sud : cuvette congolaise. L'altitude induit un rafraîchissement de la température moyenne annuelle qui serait sensible, selon ces auteurs, pour le seul haut bassin de l'Uele, rattaché au groupe III à température annuelle comprise entre 18 et 24°C, avec 8 à 10 mois pluvieux. Un domaine similaire s'observe dans l'Adamaoua camerounais ; il n'apparaît que sur la frontière Centrafrique-Cameroun ; en fait la température moyenne annuelle de Bouar (23,9°C) est déjà légèrement inférieure à 24°C.

Il doit en être de même à la source de la Kotto et pour les sommets du massif du Dar Chala pour lesquels nous ne disposons évidemment pas de stations météorologiques.

2.9.6. Régions climatiques du bassin de l'Oubangui selon M. LEROUX (1983)

M. Leroux fonde les délimitations des domaines et régions climatiques à partir de tonalités physiologiques résultantes : tonalités hygrométrique, thermique et pluviométrique.

Dans les cartes climatiques d'Afrique de cet auteur, le bassin de l'Oubangui se répartit sur quatre domaines.

Au sud le domaine de la mousson atlantique permanente correspond, pour l'essentiel, à l'espace couvert par la forêt dense (et les savanes périforestières). Sa définition aérologique nécessitera quelques réajustements dans l'est de la cuvette congolaise, qui demeure l'archétype du climat forestier (cf. Mbandaka). L'amplitude annuelle est de l'ordre de 1 à 2°C, la température modérément chaude avoisine 25 à 23°C, les écarts diurnes n'excèdent pas 10°C, les températures maximales dépassent rarement 30°C, les températures minimales sont peu fréquemment inférieures à 20°C et uniquement sur les pourtours ; les précipitations sont, dans l'ensemble, supérieures à 1 500 mm par an, de régime bimodal soutenu, aucun mois n'étant véritablement non pluvieux ; l'humidité relative est constamment supérieure à 80 %, excepté sur les marges où elle reste toutefois proche de cette valeur.

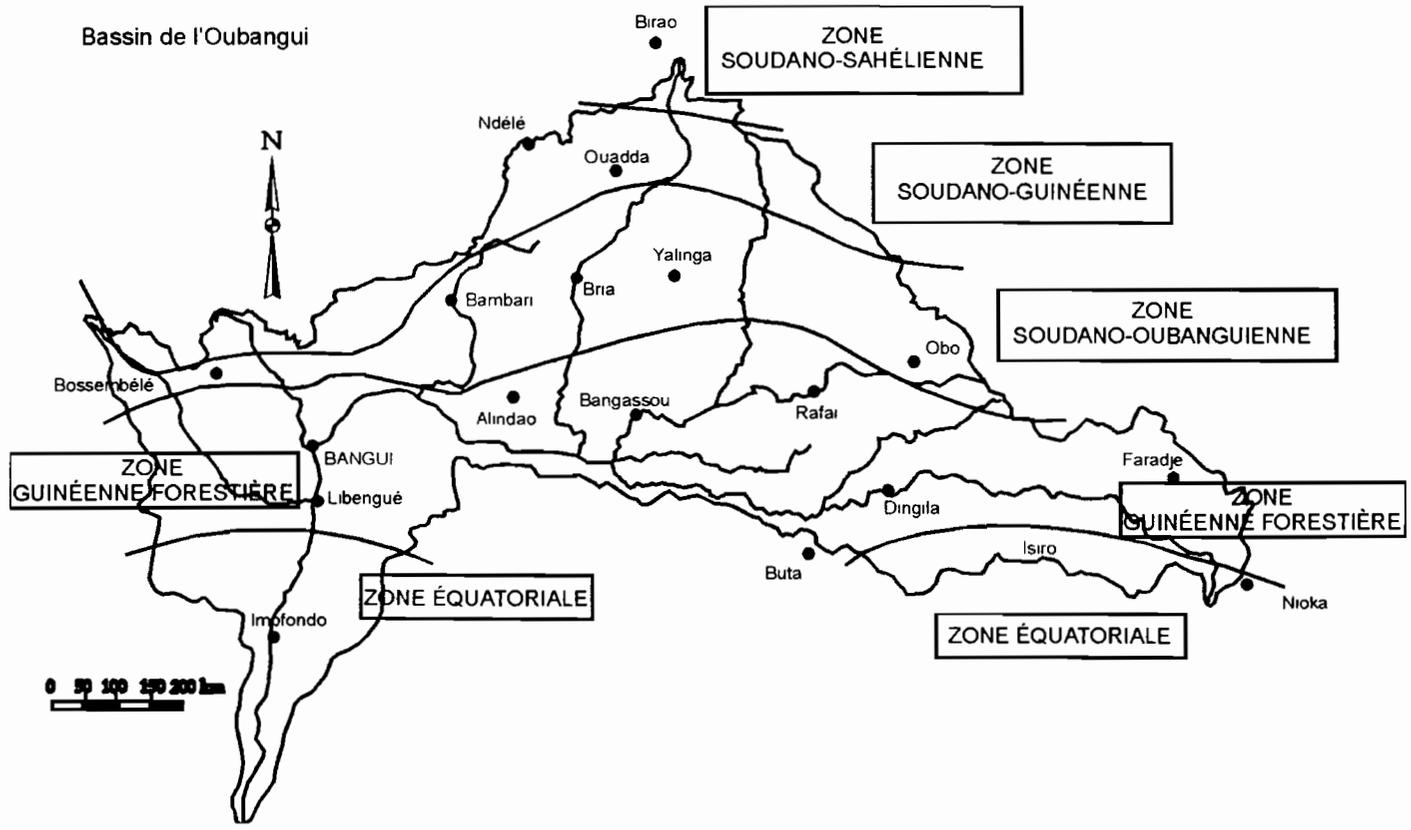


Figure 2-32
Le climat du bassin de l'Oubangui
(d'après les atlas Jeune Afrique).

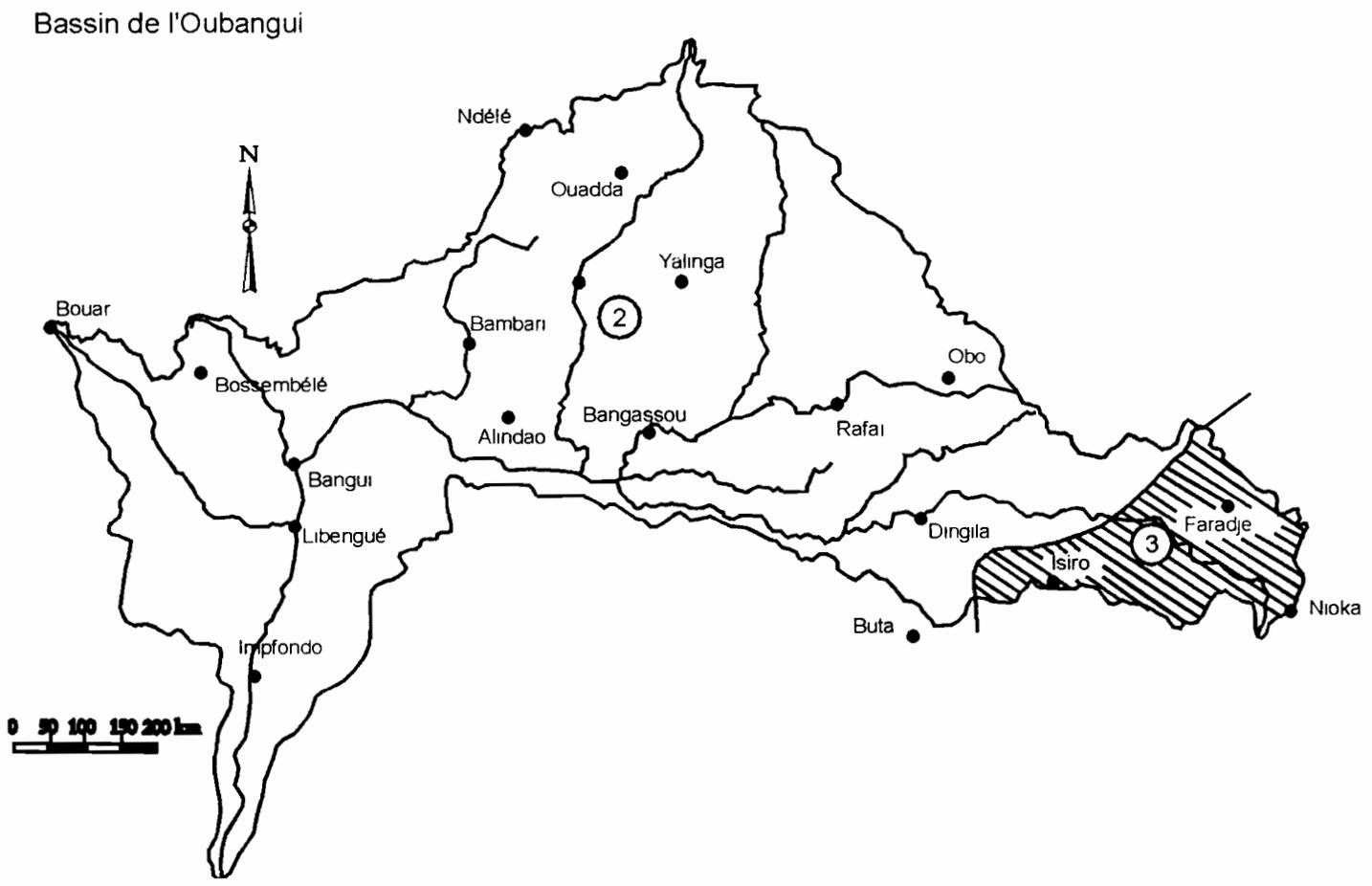


Figure 2-33
Types de climats hygrothermiques
d'après W. LAUER et P. FRANKERBERG.

Les contreforts orientaux de la cuvette (cf. Niangara), où le relèvement de l'altitude maintient la faiblesse de l'amplitude annuelle et entraîne une tonalité thermique fraîche, disposent de pluies annuelles supérieures à 2 000 mm. Le rebord occidental de la cuvette congolaise (cf. Aba), limité par l'isotherme annuelle 25°C, est scindé en deux parties par la vallée de l'Ogoué dans laquelle s'insinue la région côtière gabonaise ; l'altitude, quoique modeste, conduit à un véritable rafraîchissement.

À l'intérieur du domaine de l'Afrique orientale, les hautes terres du Rift occidental (cf. Nioka) ont des températures moyennes inférieures à 20°C, particulièrement représentatives avec une amplitude voisine de 2°C ; la tonalité froide est associée à de fortes précipitations supérieures à 2 000 mm sur le versant occidental qui se rattachent au domaine du flux atlantique permanent, décroissant ensuite vers l'est ; le même gradient organise l'hygrométrie.

Bordé au sud par le domaine de la mousson permanente, le domaine sud-soudanien possède une tonalité humide grâce à la présence du flux d'origine austral pendant plus de huit mois, avec des précipitations supérieures à 1 000 mm par an. L'abondance de la pluviométrie estivale explique l'entretien, sur l'essentiel du domaine austral, du régime thermique bimodal ; l'iso-amplitude annuelle est en moyenne de 5°C et les écarts diurnes sont modérés, la tonalité thermique est encore chaude mais principalement due à la saison non pluvieuse. À l'ouest, la dorsale camerounaise (cf. Bouar), cernée au nord par l'isotherme annuel 25°C, est fraîche. Le régime pluviométrique y est unimodal avec un maximum en août-septembre. Il en est de même des régimes thermiques.

Le domaine septentrional (nord-soudanien) représente la partie nord du domaine aérologique de la mousson atlantique ; il est bordé au sud par l'isohyète 1 000 mm qui correspond, pour l'essentiel, à la limite nord des aires baignées pendant huit mois par la mousson. Il est à noter que cette caractérisation, qui correspond bien à la région de Birao au nord-est du Centrafrique, ne semble pas en fait s'étendre jusqu'à la source de la Kotto (extrémité septentrionale du bassin oubanguien) en raison des reliefs correspondant au massif du Dar Chala, qui entraîne localement un accroissement de la pluviosité.

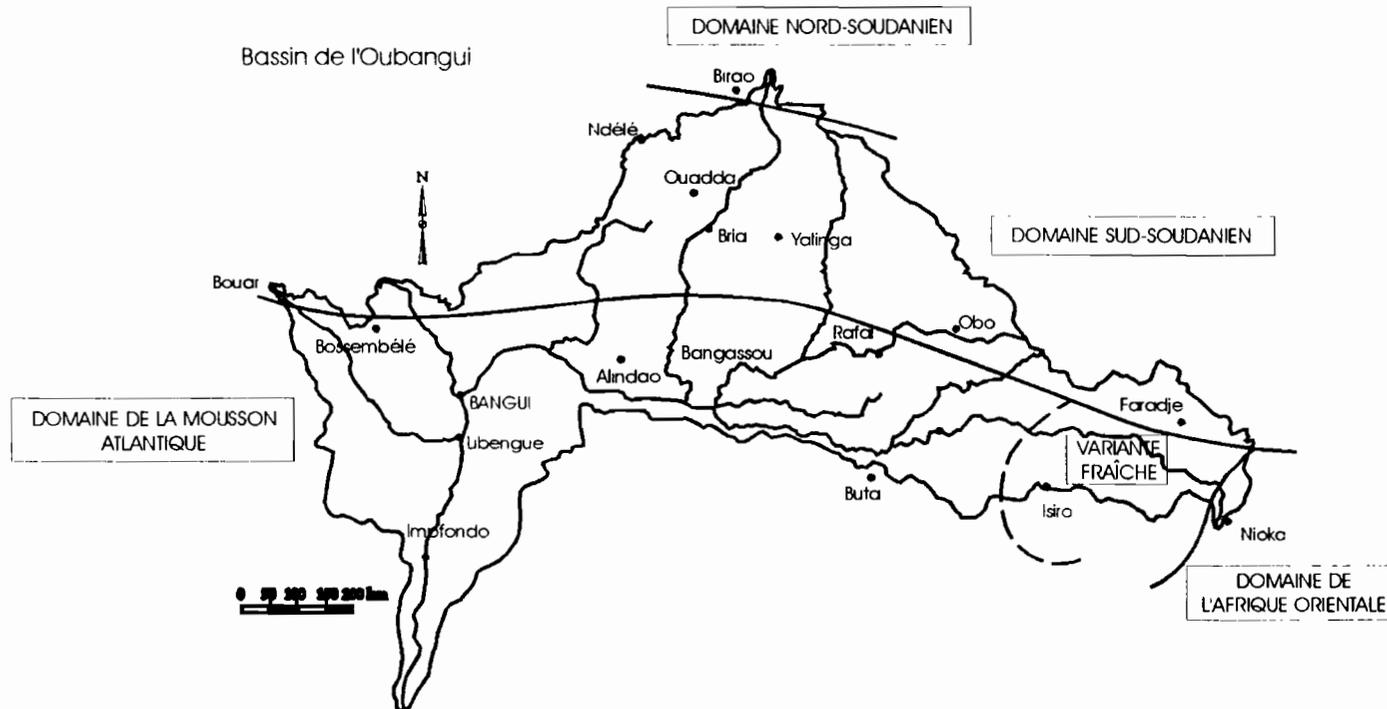


Figure 2-34
Régions climatiques (selon M. LEROUX).

Équipement et mesures hydrométriques

Chapitre 3



1. Généralités

Les renseignements figurant ci-après concernent des stations de réseau où ont été effectués soit des relevés de hauteur d'eau, se référant à une ou plusieurs échelles, soit des jaugeages généralement réalisés pour l'étalonnage de ces stations.

La description sommaire du bassin contrôlé a sa place à côté de celles des échelles et des mesures de débit, car cela permettra au lecteur de vérifier la vraisemblance des caractères du régime hydrologique pouvant être évoqués, au moins dans leurs grandes lignes, à travers les raisonnements qui conduisent à l'établissement des étalonnages et à la critique des lectures d'échelle.

On peut faire les remarques générales suivantes sur le contenu des divers paragraphes pouvant être rencontrés dans l'étude d'une station :

1.1. Aspect géographique

Sous ce titre, on a groupé parfois quelques renseignements qui constituent un commentaire de la carte générale du bassin. Autant que possible, nous avons évité de répéter plusieurs fois ce qui avait été écrit au sujet d'une station déjà étudiée.

Les superficies des bassins versants secondaires ont été déterminées suivant les mêmes règles que celles des bassins principaux, comme indiqué dans la première partie « Facteurs conditionnels du régime ». Les cartes à l'échelle du 1/200 000 ont été employées systématiquement, sauf pour le Zaïre car non disponibles.

J.P. Thiébaux, qui a fait ce travail, a trouvé dans quelques cas des écarts avec les valeurs déterminées précédemment. Ce sont ses valeurs qui, généralement, ont été prises en compte.

La figure 3.1 représente le réseau hydrographique, avec l'emplacement des stations hydrométriques. La liste de ces stations, classées suivant les critères du chapitre 1, est donnée par le tableau 3.1.

Les altitudes ont été indiquées chaque fois que cela était possible. Elles ont été déterminées par rapport aux repères du nivellement général (effectué par l'Institut géographique national français), dont les altitudes de références sont données soit dans le système IGN 1957, soit dans le système IGN 1959.

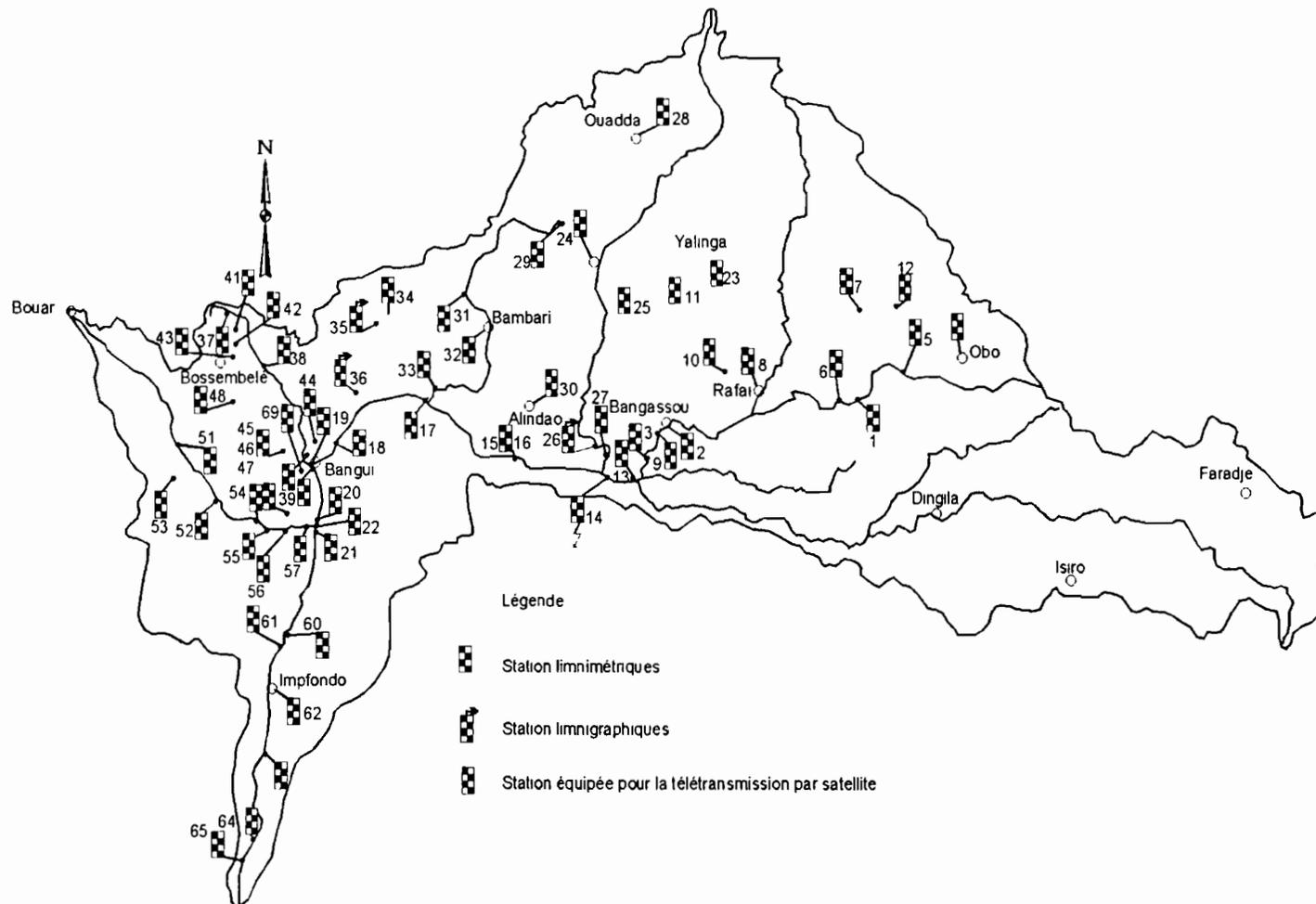


Figure 3-1
Emplacement des stations hydrométriques.

Tableau 3.1

Liste des stations hydrométriques du bassin de l'Oubangui

Numéro	Station	Rivière	Latitude nord	Longitude est	Superficie km2
Haut Oubangui					
1	1060700220 Zémio	Mbomou	05°02'	025°09'	27 700
2	1060700205 Bangassou	Mbomou	04°43'	022°49'	119 050
3	1060700215 Ouango	Mbomou	04°19'	022°34'	141 000
4	1060702305 Obo	Mbokou	05°24'	026°30'	5 960
5	1060701605 Kéré	Kéré	05°21'	025°45'	3 790
6	1060702805 Dembia	Ouara	05°06'	024°29'	19 590
7	1060702802 Bogou	Ouara	05°53'	025°21'	7 330
8	1060701310 Rafai	Chinko	04°58'	023°55'	52 060
9	1060702210 Loungouba	Mbari	04°44'	022°41'	23 600
10	1060702205 Fodé	Mbari	05°29'	023°19'	13 900
11	1060707305 Pascale (Bakouma)	Mpatou	05°43'	022°48'	365
12	1060704005 Djéma	Ngoangoa	06°03'	025°18'	7 580
Moyen Oubangui					
13	1060700108 Kemba	Oubangui	04°08'	022°26'	315 000
14	1060700112 Limassa	Oubangui	04°14'	022°02'	398 500
15	1060700114 Mobaye (Aval)	Oubangui	04°18'	021°11'	403 800
16	1060700115 Mobaye (Amont)	Oubangui	04°18'	021°11'	403 800
17	1060700110 Kouango	Oubangui	05°00'	019°59'	435 000
18	1060700118 Palambo	Oubangui	04°42'	018°57'	484 500
19	1060700105 Bangui	Oubangui	04°22'	018°35'	488 500
20	1060700120 Zinga	Oubangui	03°43'	018°35'	521 900
21	1060700116 Mongoumba	Oubangui	03°38'	018°36'	553 900
22	Libenge	Oubangui	03°38'	018°38'	553 900

Tableau 3.1

Liste des stations hydrométriques du bassin de l'Oubangui (Suite)

Numéro	Station	Rivière	Latitude nord	Longitude est	Superficie km ²
Affluents du Moyen Oubangui					
23	1060701820 Bac Yalinga	Kotto	07°10'	022°46'	29 700
24	1060701804 Bria	Kotto	06°32'	022°00'	60 590
25	1060701807 Ira-Banda	Kotto	05°56'	022°08'	70 430
26	1060701810 Kembé	Kotto	04°36'	021°55'	77 750
27	1060701815 Nganda	Kotto	04°19'	022°04'	81 000
28	1060705505 Ouadda	Pipi	08°04'	022°24'	2 500
29	1060705810 Mahamat	Boungou	06°44'	021°58'	16 800
30	1060701103 Alindao	Bangui-Kété	05°03'	021°12'	4 560
31	1060702703 Bakala	Ouaka	06°12'	020°23'	15 700
32	1060702705 Bambari	Ouaka	05°06'	020°40'	29 730
33	1060702707 Bambala	Ouaka	05°13'	020°11'	39 200
34	1060701505 Ngriko	Kémo	05°45'	019°25'	5 180
35	1060705705 Sibut	Tomé	05°44'	019°05'	2 610
36	1060705303 Bossélé (km 105)	Ombella	05°10'	018°52'	3 020
37	1060702505 Balla-Kété (Togbo)	Mpoko	06°02'	017°28'	200
38	1060702520 Boudélé	Mpoko	05°38'	017°50'	3 670
39	1060702515 Bossélé-Bali	Mpoko	04°32'	018°28'	10 460
40	1060702510 Bangui (Bimbo)	Mpoko	04°22'	018°29'	25 630
41	1060703605 Ouda Kota	Kokoué	05°49'	017°33'	575
42	1060705005 Bodoupa	Njo	05°42'	017°36'	387
43	1060703203 Bomassana	Boué	05°35'	017°36'	87
44	1060705905 Yangana	Yangama	04°38'	018°33'	169

Tableau 3.1

Liste des stations hydrométriques du bassin de l'Oubangui (Suite)

Numéro	Station	Rivière	Latitude nord	Longitude est	Superficie km2
45	1060704603 Boali (Poste)	Mbali	04°49'	018°07'	4 596
46	1060704604 Boali (I.C.O.T)	Mbali	04°53'	018°02'	4 410
47	1060704605 Boali (Pirogues)	Mbali	04°53'	018°02'	4 410
48	1060707505 Bodanga	Mbi	04°55'	017°38'	2 260
49	1060703905 Bombé	Lessé	04°06'	018°14'	1 300
50	1060706505 Bimo	Kapou	04°184	018°17'	
51	1060702026 Zaoro-Yanga	Lobaye	05°10'	016°37'	5 280
52	1060702012 Kédingué-Yawa	Lobaye	04°21'	017°04'	11 170
53	1060702021 Ngotto	Lobaye	04°03'	017°21'	15 480
54	1060702023 Safa (Terres rouges)	Lobaye	03°39'	018°06'	29 600
55	1060702016 Mbata	Lobaye	03°40'	018°18'	30 300
56	1060702008 Batalimo	Lobaye	03°41'	018°27'	30 700
57	1060702020 Mongoumba	Lobaye	03°41'	018°32'	31 100
58	1060704505 Bambio	Mbaéré	03°57'	017°00'	4 930
59	1060704203 Boda	Louame	04°19'	017°28'	510
Bas Oubangui					
60	Dongo	Oubangui	02°43'N	018°24'	
61	Dongou	Oubangui	02°02'N	018°04'	
62	Impfondo	Oubangui	01°37'N	018°03'	
63	Mobenzélé	Oubangui	00°54'N	017°50'	
64	Lilanga	Oubangui	00°14'N	017°51'	
65	Ndjoundou	Oubangui	00°19'S	017°42'	

1.2. Étalonnage. Fichiers hydrométriques

Les programmes de calcul automatique du logiciel Hydrom ont été utilisés dans la quasi-totalité des cas pour la détermination des débits journaliers (COCHONNEAU G *et al.*, 1989). Seule la station de la Mpoko à Bangui, non-univoque, a nécessité un traitement spécial au vu de la forme particulière de sa fonction dénivelée normale (JACCON G., 1986). Dans les tableaux, les jaugeages sont, sauf exception signalée dans le texte, rattachés à la cote de la station existante au moment de la mesure.

Les fichiers hydrométriques utilisés sont ceux de la banque de données Hydrom disponible à Montpellier, à savoir :

- fichier d'identification des pays et des stations ;
- fichier des jaugeages ;
- fichier des étalonnages ;
- fichier des cotes instantanées ;
- fichier des débits instantanés ;
- fichier des débits moyens journaliers.

Les courbes d'étalonnage ont été présentées dans la plupart des cas.

1.3. Présentation et critique des relevés de hauteur d'eau

Il n'est pas fait allusion, en général, à la fréquence des relevés, sauf dans des cas où elle n'est pas uniformément d'un relevé par jour.

Les contrôles des relevés du lecteur d'échelle n'ont pas été signalés ici. Nous n'avons signalé que les lacunes les plus importantes. Il y en a beaucoup. Il faut bien réaliser que, durant un certain nombre d'années, l'hydrologue Orstom en poste à Bangui avait à contrôler les stations hydrométriques sur une superficie de 617 000 km² (1,12 fois la France) en utilisant des pistes souvent difficiles, surtout en saison des pluies. Il devait également se préoccuper des stations du sud du Tchad, inaccessibles en saison des pluies depuis Ndjamena (cuvette de Doba, Bahr Aouk, etc.). En outre, il était souvent peu facile de trouver un lecteur d'échelle. Quant à en trouver un bon, c'était un problème souvent impossible à résoudre. C'est au point qu'à certaines époques, en particulier pendant les années 1960, c'est délibérément que l'exploitation de certaines stations a été arrêtée. On aboutit au paradoxe qu'en général l'étalonnage est

bon alors que la qualité des observations est trop mauvaise pour obtenir des données hydrométriques convenables. L'équipement des stations avec télétransmission était la solution. Mais le matériel n'existait pas encore et les moyens financiers pour l'acheter étaient, de toute façon, tout à fait insuffisants.

1.4. Période d'observation

D'une façon générale, la période d'observation commence à la mise en route de la station (installation) et se termine en décembre 1975, dernier mois de fonctionnement du réseau hydrométrique de l'Orstom.

Concernant l'Oubangui à Bangui, nous disposons des relevés effectués par les Voies navigables jusqu'en mars 1991 et de nombreux jaugeages complémentaires.

La Lobaye à Mbata et la Mbali à Boali sont deux rivières dont, heureusement, nous disposons des relevés jusqu'en décembre 1989.

Pour les jaugeages, nous avons utilisé tous les résultats qui nous sont parvenus à Montpellier jusqu'en juin 1991, de façon à éventuellement mieux définir les étalonnages, surtout en basses eaux, les années entre 1975 et 1991 étant fortement déficitaires.

2. L'information

Traitées suivant le plan indiqué dans le paragraphe précédent, les informations concernant chaque station ont permis de valider ou non les descriptions limnimétriques effectuées depuis l'origine des stations. Leur importance est fondamentale et le travail d'analyse des archives, de contrôle sur le terrain d'anciennes implantations, de calage entre stations successives a constitué une démarche préliminaire longue et fastidieuse qui n'a pas découragé les hydrologues en charge du dossier des stations limnimétriques.

Il était donc important de sauvegarder la mémoire de ce travail sur l'historique du réseau centrafricain qui appartient au capital de l'hydrologie dans ce pays et qui a été largement utilisé dans les projets récents de réhabilitation de ce réseau conduits par le service hydrologique de la Direction de la Météorologie Nationale et l'aide internationale.

Ceci étant, le volume considérable de cette information, qui n'est pas fondamentale pour la lecture et la compréhension de cette monographie, risquait de déséquilibrer l'ouvrage par rapport aux autres chapitres. Nous avons donc reproduit l'intégralité du chapitre 3 en annexe sur support informatique.

À titre d'exemple, nous donnons ici les informations relatives à la station de Bangui sur l'Oubangui.

3. L'Oubangui à Bangui (BOULVERT Y., 1989)

Cette station est l'une des stations hydrométriques de référence internationale pour l'hydrologie africaine.

Aussi en détaillerons-nous davantage ses caractéristiques.

3.1. Aspect géographique

La station, implantée à l'aval immédiat des rapides de Bangui, contrôle un bassin versant de 488 500 km².

Ses coordonnées géographiques sont :

- 04°22' de latitude nord ;
- 018°35' de longitude est.

La référence altimétrique est le repère de nivellement général, matricule T.1, installé sur le soubassement du bâtiment du commissariat spécial du port de Bangui. Son altitude est 345,133 m (IGN 1957).

Remarque :

En plus du système IGN 1957, il existait un réseau de repères installés par le service du cadastre de la ville de Bangui. Dans ce système le repère de nivellement général, matricule T.1, serait à l'altitude 360,803 m, donc dans un autre système de référence altimétrique. Actuellement, ce réseau de repères aurait disparu.

3.2. Historique (YAYER J., 1951)

Une première station a fonctionné de 1890 à 1897 (au moins), observée par MM. Ponel, Bobichon, Fraisse, Jonlia et Sambuc (BRUEL G., 1899), sans que l'on connaisse l'altitude de son zéro.

En février 1911, la mission Roussilhe installait une station dite de l'Intendance ou de l'Artillerie à l'aval immédiat du promontoire rocheux où s'élève actuellement l'hôtel Sofitel (ex-hôtel Safari). Cette station a été soigneusement installée, scellée dans le roc et nivelée par rapport à des repères immuables (qui ont quand même disparus vers 1942) (ROUSSILHE H., 1913).

Le zéro de cette station est à l'altitude 336,103 m (IGN 1957).

Elle a été remise en état en 1928 par la mission des forces hydrauliques (mission Darnault) toujours avec un zéro à l'altitude 336,10 m (DARNAULT P., 1947).

En 1933, la mission d'étude du port de Bangui (mission Pétrোকokino) restaure la station, toujours avec un zéro à 336,10 m.

Une deuxième station fut installée sur l'amont du wharf du port amont, tout près du repère de nivellement général T.1, soit à 1 080 m en aval de la station de l'Intendance. Elle est calée de telle sorte que les relevés y soient identiques à ceux de l'Intendance.

Le zéro de la station du Port est à l'altitude 336,06 m (IGN 1957).

Cette station du Port n'a jamais été utilisée ni par les hydrologues de l'Orstom, ni même par l'observateur des Voies navigables qui faisait ses observations à la station de l'Intendance et ensuite à la Prise d'eau. C'est pour cela qu'en février 1950, elle a été déplacée accidentellement par un bateau et que son zéro s'est retrouvé 10 cm plus bas (335,96 m), sans aucune conséquence pour les observations.

Enfin une troisième station Prise d'eau a été installée à la station de pompage des eaux de la ville, à environ 600 m en aval de la station de l'Intendance. Elle a été calée, elle aussi, de manière à donner des relevés identiques à ceux de l'Intendance. L'altitude de son zéro est 336,118 m (IGN 1957). 2 nivellements, l'un le 18 juin 1966, l'autre le 15 novembre 1969, indiquent que la Prise d'eau, bien qu'étant en aval de l'Intendance a son zéro calé 15 mm plus haut ! On aboutit donc à une pente d'eau légèrement négative, qui ne peut s'expliquer que par l'existence de contre-courants violents à la sortie des rapides.

Le 31 mars 1967, des éléments d'étiage (0-1 m et 1-2 m) sont installés à la Prise d'eau. Un élément négatif a dû être installé ces dernières années mais à une date qui nous est inconnue.

En 1990, J.P. Thiébaux retrouve une borne hydrologique, qui daterait de 1945, sur laquelle est inscrit : « Repère hydro Roussilhe. Zéro échelle à - 8,69 m ». Un nivellement lui permet de déterminer que, par rapport à cette borne, le zéro de l'Intendance serait à 1 cm en dessous du zéro actuel, ce qui prouve que la station n'a pratiquement pas varié en altitude (c'est peut-être la borne qui a bougé).

Le service des Voies navigables a également effectué un nivellement de station de l'Intendance en 1989 : le zéro de chaque élément varierait entre 336,07 m et 336,11 m.

Il convient de signaler que les annuaires hydrologiques de l'Orstom indiquent, pour la station de Bangui, un zéro à 349,86 m, donc probablement dans un autre système de référence.

G. Chalandon doute un peu que le zéro de l'échelle limnimétrique n'ait jamais varié « puisque le levé hydrographique de Roussilhe de 1912 indique le sommet des roches aux environs de l'échelle, avec des cotes différentes de 0,60 à 0,80 m, avec le relevé de 1990 du SCEVN ». Mais tous les nivellements concordent pour confirmer l'inamovibilité du zéro de l'échelle au moins depuis 1945, fait hautement rarissime en hydrométrie.

3.3. Relevés de hauteur d'eau. Qualité des observations

La banque de données Hydrom possède les relevés limnimétriques de 1911 à 1990, comme l'indique le tableau 3.2.

Depuis 1935, les observations sont faites par les Voies navigables, qui, actuellement, les communiquent chaque jour par radio BLU aux Voies navigables de Brazzaville.

J. YAYER, dans sa publication de 1951 indique :

- que les observations ont été effectuées très soigneusement de février 1911 à novembre 1920 ;
- que les relevés reprurent en mars 1928 (mission Darnault) et durèrent jusqu'en novembre 1933. « Malheureusement dès que les ingénieurs de la mission Darnault quittèrent Bangui, les observateurs perdirent rapidement tout contact avec la réalité et leurs "observations" devinrent de la fantaisie pure : elles sont inexploitable » ;
- que depuis mars 1935 (mission Pétrrocokino) les observations ont été faites très consciencieusement par les Voies navigables, les seules interruptions ayant eu lieu au moment des plus hautes eaux de 1947, 1948 et 1949 à cause du mauvais état du haut de la station de l'Intendance.

Nous sommes pleinement d'accord avec cette analyse.

Les quelques lacunes qui existent sont dues au fait que l'observateur ne fait généralement aucun relevé les dimanche et jours fériés (ce qui n'est pas bien important, la variation de la hauteur d'eau, d'un jour à l'autre, n'étant que de quelques centimètres seulement).

Pour les périodes 1890-1910 et 1921-1935, J. YAYER., 1951 a retrouvé un certain nombre de hauteurs d'eau correspondant annuellement à l'étiage absolu et au maximum de crue. Mais ces valeurs sont bien souvent notées "douteuses".

Tableau 3.2

Inventaire des cotes instantanées

Station : 1060700105-1 Bangui

Rivière : Oubangui

Pays : Centrafrique

Année	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1911	*	-	*	C	C	C	C	C	C	C	C	C
1912	C	C	C	C	C	-	-	-	-	-	-	*
1913												
1914	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	*
1915	*	-	-	-	-	-	-	-	-	C	C	C
1916	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
1917	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
1918	C	-	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
1919	*	-	-	-	-	-	C	C	C	-	C	C
1920	C	C	C	C	C	C	C	C	C	*	-	*
1921												
1922												
1923												
1924												
1925												
1926												
1927												
1928												
1929												
1930												
1931												
1932												
1933												
1934												
1935	*	-	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
1936	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
1937	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C

Tableau 3.2

Inventaire des cotes instantanées (Suite)

Année	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1938	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
1939	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
1940	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
1941	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
1942	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
1943	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
1944	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
1945	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
1946	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
1947	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
1948	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
1949	C	C	C	C	*	C	C	C	*	*	C	C
1950	C	C	C	*	C	C	C	C	C	C	C	C
1951	C	C	C	C	C	C	C	C	*	C	C	C
1952	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
1953	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
1954	C	C	C	C	C	C	C	C	C	*	*	C
1955	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
1956	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	*	C
1957	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
1958	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1959	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1960	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1961	*	C	C	*	*	*	*	*	*	C	*	*
1962	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1963	*	*	*	*	*	C	*	C	C	C	*	*
1964	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1965	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1966	C	C	*	C	C	C	*	*	C	C	*	C
1967	*	C	C	C	C	C	*	C	C	C	C	*

Tableau 3.2

Inventaire des cotes instantanées (Suite)

Année	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1968	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1969	C	*	C	*	C	C	C	C	C	C	*	C
1970	*	*	*	*	*	*	*	*	C	*	*	*
1971	C	C	C	*	*	C	C	C	C	C	C	C
1972	C	*	C	C	C	*	*	*	C	C	*	C
1973	C	*	*	*	*	*	*	*	*	C	C	*
1974	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
1975	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
1976	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
1977	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
1978	*	*	*	*	*	*	*	*	C	*	*	*
1979	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
1980	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
1981	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
1982	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
1983	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
1984	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
1985	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
1986	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
1987	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
1988	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
1989	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
1990	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C

La station de Bangui a bel et bien un échantillon limnimétrique très important et de bonne qualité.

3.4. Jaugeages et étalonnages

Une telle station demandait à être correctement étalonnée. Aussi 95 jaugeages y ont été réalisés par l'Orstom, de 1951 à 1988, et par l'Orstom et les Voies navigables en 1989 et 1990.

Le tableau 3.3 donne les résultats de ces mesures.

Tableau 3.3
Liste des jaugeages

Station : 1060700105-1 Bangui

Rivière : Oubangui

Pays : Centrafrique

Ordre chronologique

Numéro	Date	Cote (cm)	Débit (m ³ /s)	Auteur
1	27/01/1951	106	1440	Roche
2	26/09/1951	393	5320	Roche
3	18/10/1951	531	7730	Roche
4	01/11/1951	633	9480	Roche
5	07/11/1951	665	10200	Roche
6	14/11/1951	600	9190	Roche
7	20/11/1951	570	8570	Roche
8	27/11/1951	532	7700	Roche
9	26/06/1952	239	3210	Roche
10	17/03/1953	51	980	Tixier
11	12/04/1953	32	920	Tixier
12	22/03/1954	42	975	Tixier
13	06/04/1961	20	751	
14	21/03/1964	42	806	Rouquerol
15	06/11/1964	814	14000	Chartier
16	11/10/1966	584	8900	
17	13/03/1967	19	653	Ranc
18	25/03/1967	29	712	Ranc
19	28/04/1967	3	541	Oberlin
20	30/05/1967	90	1410	Oberlin
21	13/06/1967	156	2110	Ranc
22	05/12/1968	484	7180	Callède
23	24/12/1968	419	5850	Callède
24	30/12/1968	347	4780	Callède
25	03/01/1969	301	3940	Callède
26	10/10/1969	731	11900	Callède
27	17/10/1969	698	10800	Callède

Tableau 3.3
Liste des jaugeages (Suite)

Numéro	Date	Cote (cm)	Débit (m ³ /s)	Auteur
28	24/10/1969	686	10800	Callède
29	16/03/1971	14	685	Callède
30	08/12/1971	244	2960	Callède
31	08/03/1972	0	645	Callède
32	14/03/1972	- 11	535	Callède
33	28/06/1972	183	2500	Mailhac
34	17/04/1973	- 9	521	Gréard
35	07/03/1974	- 22	487	Mailhac
36	19/03/1977	25	822	
37	24/03/1977	23	875	
38	27/10/1977	583	8660	
39	04/04/1978	- 15	681	
40	18/04/1978	- 16	660	
41	14/10/1978	578	8610	
42	28/03/1985	- 65	340	
43	03/04/1985	- 55	399	
44	26/01/1987	- 5	814	Thiébaux
45	28/01/1987	- 1	799	Thiébaux
46	03/02/1987	- 9	740	Thiébaux
47	10/02/1987	- 19	615	Thiébaux
48	23/02/1987	- 41	498	Thiébaux
49	09/03/1987	- 50	430	Thiébaux
50	18/03/1987	- 59	360	Thiébaux
51	31/03/1987	- 44	429	Thiébaux
52	20/04/1987	- 33	520	Thiébaux
53	28/04/1987	0	865	Thiébaux
54	02/06/1987	45	1220	Thiébaux
55	17/06/1987	100	1750	Thiébaux
56	24/06/1987	144	2190	Thiébaux
57	03/02/1988	12	945	Thiébaux
58	04/02/1988	8	957	Thiébaux

Tableau 3.3
Liste des jaugeages (Suite)

Numéro	Date	Cote (cm)	Débit (m3/s)	Auteur
59	04/02/1988	8	954	Thiébaux
60	05/02/1988	4	918	Thiébaux
61	06/02/1988	0	852	Thiébaux
62	08/02/1988	- 6	818	Thiébaux
63	08/02/1988	- 6	822	Thiébaux
64	01/03/1988	- 45	524	Thiébaux
65	12/04/1988	- 65	345	Thiébaux
66	18/05/1988	36	1110	Thiébaux
67	04/02/1989	18	946	Thiébaux
68	30/03/1989	- 43	554	Thiébaux
69	03/11/1989	473	6660	Thiébaux
70	17/11/1989	348	4500	Thiébaux
71	24/11/1989	254	3320	Thiébaux
72	28/11/1989	224	2900	Thiébaux
73	04/12/1989	202	2820	V. navigables
74	06/12/1989	202	2820	Thiébaux
75	23/12/1989	143	2120	V. navigables
76	26/12/1989	143	2120	Thiébaux
77	05/01/1990	81	1480	Thiébaux
78	22/01/1990	40	1060	Thiébaux
79	05/02/1990	3	690	Thiébaux
80	08/06/1990	- 2	773	V. navigables
81	20/06/1990	49	1200	V. navigables
82	15/10/1990	360	4710	V. navigables
83	25/10/1990	341	4440	V. navigables
84	10/11/1990	368	4850	V. navigables
85	17/11/1990	356	4630	V. navigables
86	03/12/1990	290	3740	V. navigables
87	07/12/1990	254	3320	V. navigables
88	14/12/1990	220	2950	V. navigables
89	07/01/1991	167	2380	V. navigables

Tableau 3.3
Liste des jaugeages (Suite)

Numéro	Date	Cote (cm)	Débit (m ³ /s)	Auteur
90	12/01/1991	123	1890	V. navigables
91	18/01/1991	100	1620	V. navigables
92	25/01/1991	70	1420	V. navigables
93	30/01/1991	46	1180	V. navigables
94	06/02/1991	24	1000	V. navigables
95	14/02/1991	- 2	776	V. navigables

Sauf en très basses eaux, où un câble a pu être traversé d'une rive à l'autre, la méthode du cercle hydrographique est de règle.

D'une façon générale, la vitesse moyenne de l'Oubangui autorise l'emploi d'un saumon de 25 kg sur un Zodiac MkII.

En très hautes eaux, il est nécessaire d'utiliser des embarcations plus importantes. Lors du jaugeage du 6 novembre 1964 (h = 8,14 m, le plus fort jaugeage réalisé à Bangui), R. Chartier a utilisé un bateau des Voies navigables et un saumon de 100 kg. J. Callède a fait de même les 10 et 17 octobre 1969 (h = 7,31 m et 6,98 m) mais, vu la vitesse de l'eau inférieure à 1,50 m/s, le jaugeage du 24 octobre 1969 (h = 6,86 m) a été réalisé avec un saumon de 25 kg et un Zodiac MkII. Ce dernier jaugeage a mis un terme définitif à la carrière d'un ensemble "Zodiac remorqueur + Zodiac remorqué" qui ne manquait pas d'originalité.

Les sections de jaugeage ont été :

- de part et d'autre de l'Île Longue (premiers jaugeages de 1951 par M. Roche), indiquée A sur la figure 3-15 (il y a eu plusieurs emplacements) ;
- en amont immédiat de l'Île Longue (jaugeage du 6 novembre 1954), B ;
- en amont des rapides, un peu en amont de la Résidence de l'Ambassadeur de France (jaugeages M. Roche, G. Oberlin, puis J.P. Thiébaux), indiquée C sur la figure 3-15 ;
- un peu en amont de l'Île Longue (jaugeages J. Callède) avec un balisage permanent (angles de bâtiments), D. Cette section, choisie après une reconnaissance aérienne, s'est avérée correcte en moyennes et hautes eaux ;

3.2

Figure 3-15

■
Emplacement des stations hydrométriques.

- 10 km en amont de la station de l'Intendance, à Mboko (anciennement Chez Armando) pour les étiages de 1971 et 1972 (section choisie par J. Callède à l'issue d'une reconnaissance aérienne).

Ces 95 jaugeages indiquent une station stable en moyennes et hautes eaux (figure 3-16) lorsque le débit est supérieur à 3 000 m³/s (hauteur d'eau supérieure à 3,00 m).

La qualité et l'importance de la station impliquaient une étude approfondie des étalonnages en basses eaux où un détarage était apparu en 1987. Ce travail a été effectué en s'appuyant sur la chronologie des jaugeages et de la pente de la droite de tarissement (figures 3-17 et 3-18).

5 étalonnages ont été adoptés :

- l'étalonnage n° 1 est valable du 1^{er} janvier 1911 jusqu'au 31 octobre 1963 ;
- l'étalonnage n° 2 va du 1^{er} novembre 1963 au 1^{er} novembre 1971 ;
- l'étalonnage n° 3 (identique au n° 1) est valable du 2 novembre 1971 jusqu'au 31 octobre 1981 ;
- l'étalonnage n° 4 a une validité s'étendant du 1^{er} novembre 1981 au 1^{er} novembre 1987 ;
- enfin l'étalonnage n° 5 est valable depuis le 1^{er} novembre 1987.

L'extrapolation des hautes eaux est faible : le plus fort jaugeage a été effectué à la cote de 8,14 m et les barèmes vont jusqu'à 9,00 m seulement. D'autre part les très basses eaux de la récente période de sécheresse ont été suivies avec un nombre suffisant de jaugeages.

Cette station ne pouvait être mieux étalonnée.

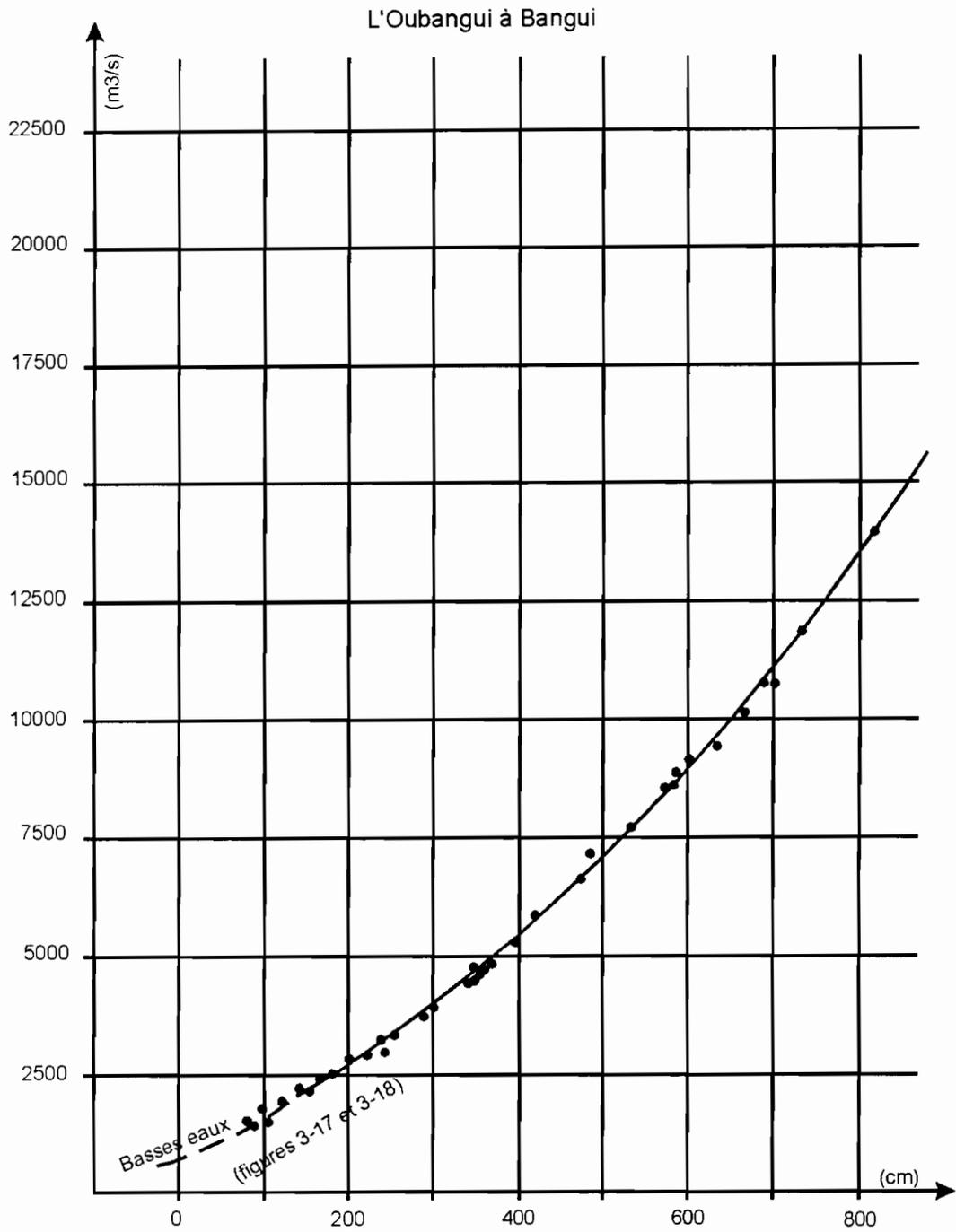
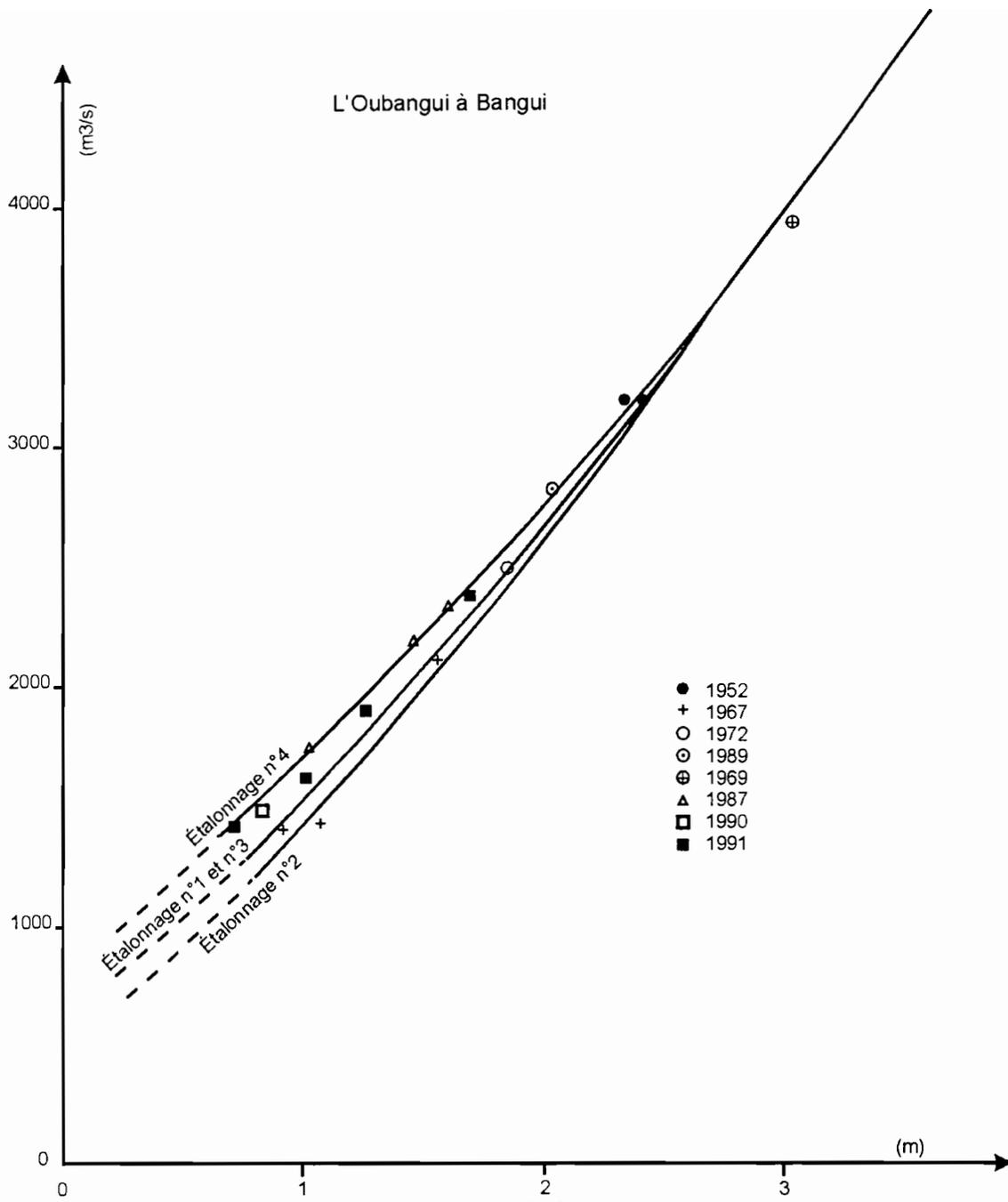


Figure 3-16
 Courbe de tarage en hautes et moyennes eaux.



Courbes de tarage en basses eaux.

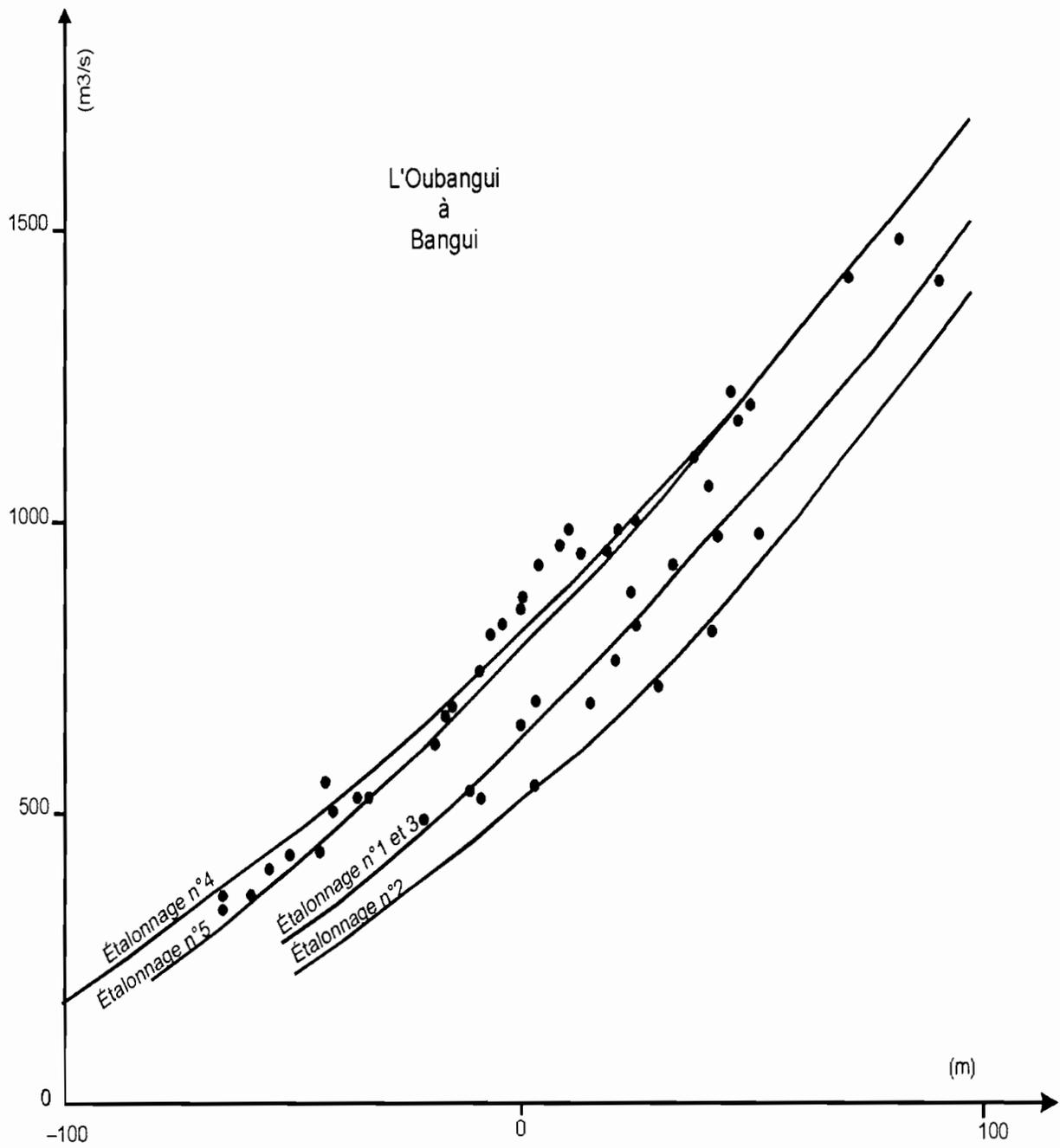


Figure 3-18

 Courbes de tarage en très basses eaux.

Données de base

Chapitre 4

Les données de base présentées, station par station, dans ce quatrième chapitre sont des données observées ou reconstituées qui permettent le calcul des principaux éléments du régime du cours d'eau à la station considérée. Ce sont elles qui sont à la base des travaux d'interprétation présentés dans les chapitres 5, 6 et 7.

Une nouvelle fois, nous remercierons Monsieur J. Rodier pour l'aide apportée à la critique des débits et à la reconstitution de certaines valeurs manquantes. Sa grande expérience en hydrologie africaine a été précieuse.

Ces données se rapportent à l'année hydrologique qui, pour l'ensemble des stations, commence le 1^{er} avril et se termine le 31 mars de l'année suivante.

Pour chaque station, elles sont rassemblées en trois tableaux.

Le premier concerne les débits moyens mensuels et annuels (module) avec leurs moyennes interannuelles sur la période d'observation. En ce qui concerne la moyenne interannuelle des modules, elle a été calculée à partir des moyennes de ces modules. Lorsqu'il y a des lacunes, cette moyenne interannuelle des modules, ainsi calculée, ne correspond pas exactement à la moyenne interannuelle des débits mensuels. Dans certains cas, les débits moyens mensuels ont été reconstitués, soit par interpolation, soit par comparaison avec une autre station. Ces valeurs reconstituées sont mises entre parenthèses. Les valeurs fausses sont omises.

En ce qui concerne les modules annuels pour les années où manquent un ou plusieurs mois complets, la régularité des hydrogrammes à l'échelle mensuelle et la bonne corrélation entre les débits de rivières voisines ont permis des reconstitutions assez sûres : les débits mensuels croissent régulièrement de mai à septembre et décroissent encore plus régulièrement de novembre à février. Pour mars et avril, si nous n'avons aucune indication, nous pouvons prendre les valeurs médianes mensuelles. Dans des cas exceptionnels, il a même été possible de reconstituer octobre ou novembre. Si chacun des mois reconstitués n'est parfois qu'un ordre de grandeur, le module annuel reconstitué ne s'écarte, en général, que de 2 à 5 % du module réel ; parfois même 10 % dans des cas hasardeux qui n'ont de justification que leur grand intérêt.

Ces modules sont entre doubles parenthèses : ils faciliteront singulièrement l'étude statistique qui fait suite à ce chapitre.

Le second tableau concerne les débits caractéristiques dont nous donnons ci-après la liste et la signification :

- **m.Ins** (étiage absolu) : c'est le débit instantané le plus faible de l'année hydrologique ;
- **m.Jou** (étiage absolu journalier) : c'est le débit moyen journalier le plus faible de l'année hydrologique ;
- **DCE** : débit caractéristique d'étiage, c'est-à-dire débit moyen journalier non dépassé pendant 10 jours de l'année hydrologique, consécutifs ou non ;
- **DCn** : débit moyen journalier dépassé pendant n mois de l'année, c'est-à-dire n fois 30 ou 31 jours consécutifs ou non ;

- **DCC** : débit caractéristique de crue, c'est-à-dire le débit moyen journalier dépassé pendant 10 jours de l'année hydrologique, consécutifs ou non ;
- **M.Jou** : débit moyen journalier maximum de l'année hydrologique ;
- **M.Ins** : débit maximum instantané de l'année hydrologique.

Lorsqu'il y a des lacunes dans la série des débits moyens journaliers, certains (ou même la totalité) débits caractéristiques ne peuvent pas être déterminés.

Enfin le troisième tableau concerne le déficit d'écoulement et le coefficient d'écoulement.

Le module annuel a été converti en lame équivalente : c'est la hauteur (E en mm) d'une nappe d'eau répartie uniformément sur toute la surface du bassin versant et de volume égal au volume écoulé durant l'année hydrologique.

La pluviométrie moyenne (P) sur le bassin a été calculée en se servant des postes pluviométriques décrits au chapitre 2. Après traitement par le vecteur régional d'Y. Brunet-Moret (pour homogénéisation, recherche des erreurs et compléments éventuels) (BRUNET-MORET Y., 1979) les pluies annuelles ont permis de calculer, sur micro-ordinateur, la valeur moyenne annuelle sur le bassin en effectuant une pondération par la méthode de Thiessen.

Le déficit d'écoulement est la différence entre la pluie annuelle moyenne sur le bassin et la lame équivalente. En supposant négligeables les pertes par infiltration profonde, ce déficit devrait être égal à l'évapotranspiration réelle (ETR).

Le coefficient d'écoulement (exprimé en %) représente la part de pluie qui alimente la rivière :

$$R (\%) = \frac{E}{P} 100$$

Bon nombre de stations, décrites au chapitre 3, ne seront pas traitées. Ce sont celles pour lequel nous n'avons aucune traduction des hauteurs d'eau en débits, d'une part, ou celles où la chronique des débits est insuffisante pour déterminer un seul module annuel.

Pour quelques stations, nous avons représenté graphiquement l'hydrogramme d'une année dont la pluviométrie se rapprochait d'une pluviométrie décennale humide et un autre correspondant à une année de pluviométrie décennale sèche. Dans certains cas l'hydrogramme correspond à une année de pluviométrie normale (moyenne).

Remarque

Dans le chapitre 5, consacré à l'étude des modules, ceux-ci seront recalculés soit par analyse statistique de l'échantillon, soit par corrélation hydro-pluviométrique. Le même travail sera effectué au chapitre 6 pour les crues et au chapitre 7 pour les étiages.

Dans ce qui suit, nous adopterons la même classification que pour les chapitres 1 et 3, à savoir :

- Oubangui Supérieur ;
- Moyen Oubangui ;
- affluents du Moyen Oubangui ;

et nous terminerons par une tentative de reconstitution des modules de l'Uele.

Il n'y a aucune donnée de base pour le Bas Oubangui.

4.1. L'Oubangui Supérieur

Les données de base concernent les stations suivantes :

- sur le Mbomou :
 - le Zémio,
 - le Bangassou,
 - le Mbokou à Obo,
 - la Kéré à Kéré,
 - la Ouara à Dembia,
 - le Chinko à Rafaiï,
 - la Mbari à Loungouba.

4.1.1. Le Mbomou à Zémio

Bien qu'observée depuis 1951, cette station présente de nombreuses lacunes dans les relevés : 12 années seulement sont complètes ou reconstituées (tableau 4.1).

Le module interannuel est de 201 m³/s, soit un module spécifique de 7,26 l/s/km².

Tableau 4.1

Débits moyens mensuels et annuels (en m³/s)

Station : 1060700220 Zémio

Rivière : Mbomou

Pays : Centrafrique

Aire : 5 960 km²

Année	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	Annuel
1952/53	-	-	-	-	229	402	513	348	145	-	-	-	-
1953/54	-	-	-	-	216	274	293	258	100	52,2	33,3	33,3	-
1954/55	39,5	56,8	152	218	282	512	659	409	159	81	46,9	41,6	221
1955/56	74	60,7	105	207	261	342	561	525	163	78,5	43,8	41,6	205
1956/57	47,9	53,5	116	113	143	225	326	300	121	61,1	41,1	56,9	134
1958/59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1959/60	-	-	-	-	-	258	371	-	-	-	56,4	47,3	-
1960/61	56,3	57,9	108	-	-	-	-	-	-	-	-	51	-
1961/62	74,8	98	137	149	256	-	-	-	257	-	-	-	-
1967/68	41,6	50,7	81,2	147	261	392	506	427	166	95,9	52,4	45,2	189
1968/69	45,2	63,1	162	223	278	293	285	280	187	130	93,8	99,5	178
1969/70	108	180	374	595	593	-	-	-	318	156	91,1	76,4	((350))
1970/71	83,4	85,3	120	143	267	483	577	504	195	104	63	46,5	223
1971/72	64,4	57,8	107	188	271	310	404	272	131	63,3	34,1	20,7	160
1972/73	26,5	34,4	120	239	310	332	418	417	149	66,2	32,1	19,7	180
1973/74	25,4	86,2	132	180	234	238	374	307	110	54,7	26,5	23,2	149
1974/75	21,9	85,8	174	285	361	475	542	279	100	43,8	22	20,3	201
1975/76	17,3	39,7	64	151	276	424	424	333	126	-	-	-	((216))
Moy.	51,9	72,1	139	218	283	354	447	358	162	82,2	49	44,5	(201)

Tableau 4.2

Débits extrêmes et caractéristiques (en m³/s)

Station : 1060700220 Zémio

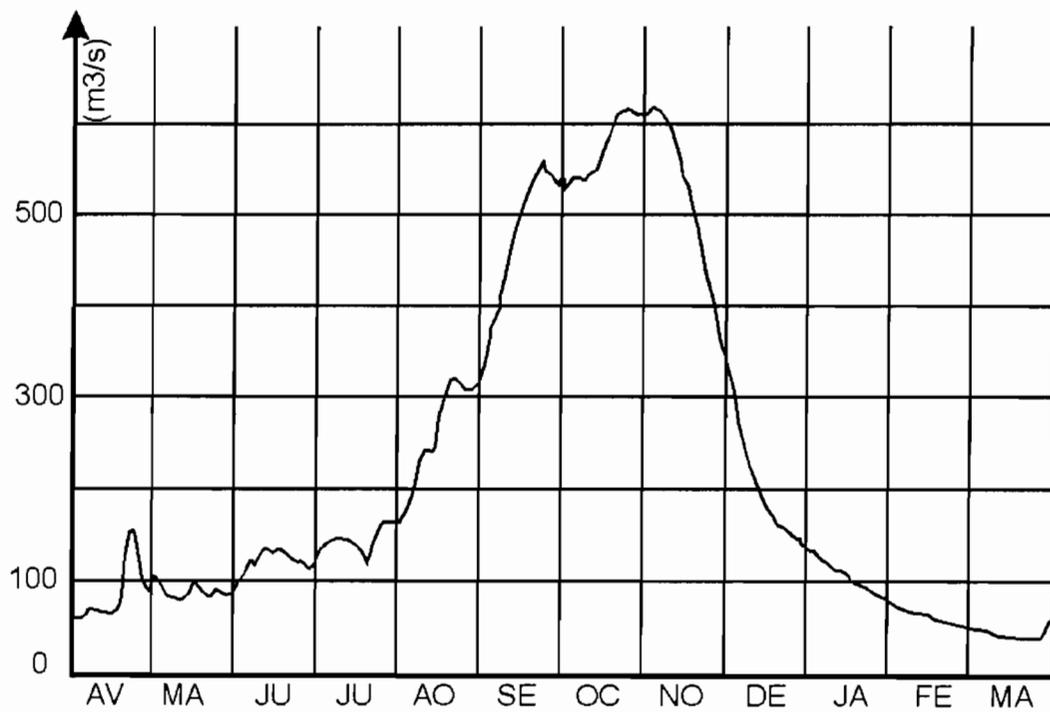
Rivière : Mbomou

Pays : Centrafrique

Aire : 27 700 km²

Début de l'année hydrologique en avril

Année	m.Ins	m.Jou	DCE	DC11	DC9	DC6	DC3	DC1	DCC	M.Jou	M.Ins
1952/53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	540	541
1953/54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	360	361
1954/55	27	29	33,1	39,3	48,1	151,	344	612	671	681	681
1955/56	37,2	37,8	39,9	42	58,9	131	287	571	594	669	671
1956/57	26,4	27,1	32,4	41,9	54	109	193	327	347	360	361
1958/59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1959/60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1960/61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1961/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1967/68	29,4	29,6	33,6	41,2	52,2	122	319	489	548	565	565
1968/69	27,5	27,7	32,5	56,7	93,6	165	263	313	335	348	348
1969/70	56,7	57,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1970/71	40,4	40,7	42,6	54,1	82,4	133	327	558	611	617	617
1971/72	16	16,2	18,9	24,2	54,5	114	277	376	427	459	460
1972/73	11	11,1	14,6	21,7	34,3	130	321	400	510	534	536
1973/74	13,6	13,6	18,4	21,3	41,8	120	227	348	429	459	461
1974/75	12	12,2	14,6	18,2	32	135	336	502	583	592	592
1975/76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	458	458



Année de pluviométrie normale (1970-1971)

Figure 4-1
 Le Mbomou à Zémio

Le débit maximal pour la période 1951-1975 est de 809 m³/s, soit 29,2 l/s/km² (observation d'un délaissé de crue en octobre 1969).

Le débit minimal observé est, en 1973, de l'ordre de 11 m³/s, soit 0,4 l/s/km². Il convient de noter que le cours amont du Mbomou (et de son affluent, la Bakale) se déroule sur des terrains carbonatés.

Les déficits d'écoulement sont compris entre 1 043 et 1 517 mm, cette dernière valeur correspond à l'année 1969-1970, où le module a été estimé à 350 m³/s. Sur ce bassin la grandeur de l'ETP est de l'ordre de 1 500 mm : les valeurs des déficits (année 1969-1970 éventuellement exceptée) caractérisent bien la grandeur de l'ETR.

Les coefficients d'écoulement ne varient guère d'une année à l'autre. Ils sont compris entre 11,1 et 20,8 %, pour les valeurs extrêmes.

L'année 1973-1974 (tout comme 1956-1957) peut paraître bien déficitaire. D'une part la pluviométrie moyenne n'est calculée, sur 27 700 km² qu'avec seulement 5 postes pluviométriques (et Obo a un coefficient de pondération de 0,525 !) et , d'autre part, cette année-là est globalement déficitaire sur l'ensemble du bassin oubanguien.

Tableau 4.3

Déficit et coefficient d'écoulement

Station : Zémio

Rivière : Mbomou

Superficie du bassin versant : 27 700 km²

Année	Module annuel (m ³ /s)	Lame équivalente (mm)	Pluviométrie moyenne (mm)	Déficit d'écoulement (mm)	Coefficient d'écoulement (%)
1954/55	221	252	1295	1043	19,5
1955/56	205	233	1530	1297	15,2
1956/57	134	153	1354	1201	11,3
1967/68	189	215	1367	1152	15,7
1968/69	178	203	1576	1373	12,9
1969/70	(350)	398	1915	1517	20,8
1970/71	223	254	1522	1268	16,7
1971/72	160	182	1286	1104	14,2
1972/73	180	205	1361	1156	15,1
1973/74	149	170	1535	1365	11,1
1974/75	201	229	1426	1197	16,1
1975/76	(216)	246	1377	1131	18,4

L'année 1969-1970 accuse un déficit d'écoulement assez élevé par rapport aux autres années.

4.1.2. Le Mbomou à Bangassou

Les observations à la station de Bangassou commencent, elles aussi, en 1951. Mais les nombreuses lacunes font que 11 années seulement sont complètes ou ont été complétées.

Tableau 4.4

Débits moyens mensuels et annuels (en m³/s)

Station : 1060700205 Bangassou

Rivière : Mbomou

Pays : Centrafrique

Aire : 119 050 km²

Année	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	Annuel
1952/53	(70.)	131	403	729	1120	1670	1870	1160	518	295	112	56,5	(678.)
1953/54	56,1	142	357	699	1270	1850	1880	1190	505	201	114	92,7	696
1954/55	131	164	549	1150	1310	2020	2940	1630	682	349	161	126	934
1955/56	275	356	500	1080	965	1960	2590	2170	778	374	216	129	949
1956/57	186	144	492	442	692	-	-	-	616	-	-	-	-
1957/58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	352	-	-	-
1958/59	-	-	-	850	1740	2530	2540	-	-	-	-	-	-
1959/60	-	-	459	-	1480	1690	1810	1480	552	124	39,8	-	((746))
1960/61	-	143	603	-	1730	2080	2060	1530	-	-	-	43,1	-
1961/62	94,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1966/67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	127	-
1967/68	94,4	144	437	891	1240	1920	2550	1560	587	257	98,2	109	824
1968/69	102	-	-	-	-	2510	-	-	-	-	-	-	-
1969/70	-	-	-	1650	2130	-	-	2570	1180	650	367	267	((1300))
1970/71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	217.	-	-
1971/72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1972/73	(124.)	(266.)	584	981	1450	(1790.)	2160	1390	565	327	189	83,5	(826.)
1973/74	89,5	319	496	662	1010	1260	1640	1280	500	255	110	78,4	642
1974/75	80,5	372	812	1350	1740	2240	2340	1280	550	277	147	104	941
1975/76	104	239	348	600	1280	2200	2670	1590	713	-	-	-	((860.))
Moy.	(117.)	215	503	924	1370	1990	2250	1570	646	315	161	111	(854.)

Le module interannuel, tiré du tableau 4.4, est de 854 m³/s, ce qui représente un module spécifique de 7,2 l/s/km².

Le débit maximal observé est de 3 550 m³/s, soit 29,8 l/s/km², en 1954 mais le maximum de 1969 n'a pas été observé.

En étiage, le plus faible débit observé est de 40,6 m³/s, soit 0,3 l/s/km², en 1954.

Tableau 4.5

Débits extrêmes et caractéristiques (en m³/s)

Station : 1060700205 Bangassou

Rivière : Mbomou

Pays : Centrafrique

Aire : 119 050 km²

Début de l'année hydrologique en avril

Année	m.Ins	m.Jou	DCE	DC11	DC9	DC6	DC3	DC1	DCC	M.Jou	M.Ins
1952/53	45,1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1970
1953/54	40,6	40,7	46,6	60,6	136	365	1260	1880	2150	2330	2340
1954/55	78,1	81,1	95,1	113	163	604	1380	2450	3190	3520	3550
1955/56	83,4	84,1	105	156	303	601	1440	2600	2830	3070	3080
1956/57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1957/58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1958/59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2990	3000
1959/60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2150	2160
1960/61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2720	2720
1961/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1966/67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1967/68	47,6	47,8	60,6	84,4	130	465	1390	2180	2760	3150	3150
1968/69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1969/70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1970/71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1971/72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1972/73	42,3	42,3	-	-	-	-	-	-	-	2420	2440
1973/74	42,3	42,5	60,3	77,8	180	502	1090	1630	1740	1810	1810
1974/75	50,7	50,9	53,6	84,7	190	618	1720	2200	2830	3070	3080
1975/76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	3110	3250

Les déficits d'écoulement sont tout à fait cohérents : ils sont compris entre 1 158 et 1 362 mm. Les coefficients d'écoulement varient entre 11,7 et 21,2 %.

Tableau 4.6

Déficit et coefficient d'écoulement

Station : Bangassou

Rivière : Mbomou

Superficie du bassin versant : 119 050 km²

Année	Module annuel (m ³ /s)	Lame équivalente (mm)	Pluviométrie moyenne (mm)	Déficit d'écoulement (mm)	Coefficient d'écoulement (%)
1952/53	(678)	180	1505	1325	12
1953/54	694	184	1358	1174	13,5
1954/55	934	247	1405	1158	17,6
1955/56	949	251	1460	1209	17,2
1959/60	(746)	198	1383	1185	14,3
1967/68	824	218	1385	1167	15,7
1969/70	(1300)	344	1706	1362	20,2
1972/73	(826)	219	1400	1181	15,6
1973/74	642	170	1452	1282	11,7
1974/75	941	249	1425	1176	21,2
1975/76	(860)	228	1425	1197	16

4.1.3. Le Mbokou à Obo

Bien qu'observée depuis 1952, la station d'Obo n'a que 7 années de mesures complètes ou complétées.

Le module interannuel, déterminé avec les valeurs du tableau 4.7, est de 18,2 m³/s, ce qui correspond à un module spécifique de 3,1 l/s/km².

Le débit maximal observé, en 1954, est de 131 m³/s (22,0 l/s/km²) tandis que le plus faible n'est que de 0,504 m³/s (0,08 l/s/km²), en 1957.

Les 7 déficits d'écoulement sont cohérents : ils sont compris entre 1 031 et 1 452 mm. Les coefficients d'écoulement varient entre 4,5 et 11,5 %. Celui de l'année 1973-1974 est très faible, à cause de la sécheresse.

Tableau 4.7

Débits moyens mensuels et annuels (en m³/s)

Station : 1060702305 Obo

Rivière : Mbokou

Pays : Centrafrique

Aire : 5 960 km²

Année	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	Annuel
1953/54	-	-	-	-	23,4	25	-	-	-	0,848	-	-	-
1954/55	-	-	17,1	25,5	30,8	86,1	79	41,1	10,7	3,38	0,928	-	(25,4)
1955/56	(4,97)	3,62	5,78	15,5	24,6	31,9	58,3	55,4	11	3,88	1,66	1,53	(18,2)
1956/57	2,94	2,80	10,2	13	23,8	41	52,5	34,3	10,3	3,48	1,93	1,76	16,5
1957/58	5,88	9,78	22,5	22,7	39,2	58,7	31,4	34,8	22,4	8,70	33	1,47	21,7
1958/59	-	7,17	6,55	20,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1959/60	-	-	-	17,5	34,2	39,9	-	-	-	-	-	-	-
1970/71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1971/72	-	-	-	19,6	40	35,3	33,8	13,4	4,83	2,94	22	1,81	(14,6)
1972/73	1,58	1,78	10,1	18,8	37,3	45,5	46,5	35,7	7,66	3,34	27	1,70	17,7
1973/74	2,78	8,37	14,8	24,1	16,1	19,5	37	23,9	4,35	2,54	1,64	1,26	13
1974/75	2,76	4,51	16,9	28,9	-	-	-	-	-	6,42	-	-	-
1975/76	-	-	-	1,11	3,88	-	-	-	-	-	-	-	-
Moy.	(4,18)	5,43	13	18,9	27,3	42,5	48,4	34,1	10,2	3,95	1,90	1,59	(18,2)

Tableau 4.8

Débits extrêmes et caractéristiques (en m³/s)

Station : 1060702305 Obo

Rivière : Mbokou

Pays : Centrafrique

Aire : 59 600 km²

Début de l'année hydrologique en avril

Année	m,Ins	m,Jou	DCE	DC11	DC9	DC6	DC3	DC1	DCC	M,Jou	M,Ins
1953/54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1954/55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	131	131
1955/56	13	15	-	-	-	-	-	-	-	85,9	86,5
1956/57	0,504	,522	,702	1,17	2,66	9,69	26,2	45,9	55,6	61,9	61,9
1957/58	0,552	,558	1,33	21	5,68	21,5	32,9	49,6	65,7	68	68,1
1958/59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1959/60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1970/71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1971/72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	44,9	44,9
1972/73	0,964	0,964	1,20	1,37	27	7,10	39,7	47,3	50	52,4	52,4
1973/74	0,964	0,972	1,14	1,38	2,47	9,18	19,3	34,9	46,1	47,7	47,8
1974/75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1975/76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tableau 4.9

Déficit et coefficient d'écoulement

Station : Obo

Rivière : Mbokou

Superficie du bassin versant : 5 960 km²

Année	Module annuel (m ³ /s)	Lame équivalente (mm)	Pluviométrie moyenne (mm)	Déficit d'écoulement (mm)	Coefficient d'écoulement (%)
1954/55	(25,4)	134	1165	1031	11,5
1955/56	(18,2)	96	1495	1399	6,4
1956/57	16,5	87	1395	1308	6,2
1957/58	21,7	115	1420	1305	8,1
1971/72	(14,6)	77	1267	1190	6,1
1972/73	17,7	94	1339	1245	7
1973/74	13	69	1521	1452	4,5

4.1.4. La Kéré à Kéré

Observée depuis 1953, la station de Kéré présente de si nombreuses lacunes qu'une année, seulement, est complète : 1969-1970, année très forte dans toute la région.

Le module serait de l'ordre de 26 m³/s, soit un module spécifique d'environ 6 à 7 l/s/km², certainement supérieur de beaucoup à un module sur une longue période.

Le plus fort débit serait de l'ordre de 100 m³/s (26 l/s/km²), en 1969, tandis que l'étiage atteint 0,7 m³/s (0,2 l/s/km²) en 1954.

L'unique déficit d'écoulement est aberrant (1 688 mm) car nettement supérieur à l'ETP de la région.

4.1.5. La Ouara à Dembia

La station est observée depuis 1952 mais il n'y a que 13 années qui soient disponibles. De plus, l'écoulement est perturbé par le niveau du Mbomou, comme nous l'avons signalé déjà au chapitre 3 : c'est probablement la cause de la faiblesse des basses eaux de 1954-1955, par rapport à la période de sécheresse 1972-1974.

Le module interannuel ressort à 140 m³/s, ce qui correspond à un module spécifique de 7,1 l/s/km².

Le plus fort débit observé est 552 m³/s, soit 28,2 l/s/km², en 1958.

L'étiage absolu est de 4,0 m³/s, soit 0.20 l/s/km². Il a été observé en 1954 et 1955.

Tableau 4.10
Débits moyens mensuels et annuels (en m³/s)

Station : 1060701605 Kéré
Rivière : Kéré
Pays : Centrafrique
Aire : 3 790 km²

Année	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	Annuel
1953/54	-	-	-	-	29	-	-	-	-	-	-	-	1,47
1954/55	2,37	4,01	11,1	21,8	21,7	57,4	51,9	-	-	-	-	-	-
1956/57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1957/58	-	-	-	-	-	19,5	19,7	30,6	17,7	8,52	5,84	4,99	-
1958/59	-	-	-	-	-	-	24	35,2	-	-	-	-	-
1967/68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1968/69	-	-	-	-	-	21,4	20,1	21,5	8,81	3,69	2,43	2,80	-
1969/70	2,58	9,73	23,6	36,2	59,6	68,9	52,8	34,1	11,7	5,57	3,48	3,15	26
1970/71	-	5,12	-	-	-	-	-	-	-	3,81	2,27	-	-
1971/72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Moy.	2,48	6,29	17,4	29	36,8	41,8	33,7	30,4	12,7	5,40	3,51	3,10	26

Tableau 4.11

Débites extrêmes et caractéristiques (en m³/s)

Station : 1060701605 Kéré

Rivière : Kéré

Pays : Centrafrique

Aire : 3 790 km²

Début de l'année hydrologique en avril

Année	m.Ins	m.Jou	DCE	DC11	DC9	DC6	DC3	DC1	DCC	M.Jou	M.Ins
1953/54	0,74	0,74	-	-	-	-	-	-	-	36,1	36,2
1954/55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	83,3	83,3
1956/57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1957/58	2,49	2,49	-	-	-	-	-	-	-	35	35,1
1958/59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	40,1	40,2
1967/68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1968/69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	27,6	29,9
1969/70	1,84	1,93	2,24	2,57	4,23	17,9	46,9	64,6	81,4	97,8	101
1970/71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1971/72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tableau 4.12

Déficit et coefficient d'écoulement

Station : Kéré

Rivière : Kéré

Superficie du bassin versant : 3 790 km²

Année	Module annuel (m ³ /s)	Lame équivalente (mm)	Pluviométrie moyenne (mm)	Déficit d'écoulement (mm)	Coefficient d'écoulement (%)
1969/70	97,8	217	1905	1688	11,4

Tableau 4.13

Débits moyens mensuels et annuels (en m³/s)

Station : 1060702805 Dembia
 Rivière : Ouara
 Pays : Centrafrique
 Aire : 19 590 km²

Année	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	Annuel
1953/54	-	-	-	-	170	217	262	189	68	19,6	4,21	4,54	-
1954/55	7,13	20,8	93,6	181	224	374	479	347	159	56,7	13,7	7,31	164
1955/56	31,7	39,9	81,1	157	201	267	403	366	145	49,3	19,5	12,4	148
1956/57	11,5	11,8	63,6	73	109	220	290	227	86	24,4	37,1	56,2	101
1957/58	-	-	-	114	189	176	227	226	147	74,5	46,3	35,1	-
1958/59	40,3	53,8	110	169	315	460	520	393	187	104	61,1	27,8	203
1959/60	30,5	89,3	94,2	204	296	309	352	288	153	55,8	21,6	18	159
1960/61	-	-	-	189	294	-	400	399	206	71,5	38	18	<200
1961/62	30,1	46	68,2	111	222	301	-	-	161	60,9	29,8	-	-
1962/63	33,7	40,2	69,3	115	154	257	-	-	149	64,2	38,7	29,5	-
1963/64	-	41,5	102	166	212	216	248	165	82,4	44,4	-	-	-
1964/65	-	40,8	130	183	209	302	439	414	152	56,8	-	-	((166))
1965/66	-	-	41,1	72,6	170	209	298	246	92,7	39,3	24,8	17,5	-
1966/67	16,6	68,9	88	100	155	236	250	212	118	42,3	22	13,3	110
1967/68	10,8	16,3	41,1	83,7	158	248	-	-	-	33,1	16,9	13,4	-
1968/69	12,1	19,3	64,6	143	176	225	262	217	119	57,5	31,5	35,5	114
1969/70	41,7	70,6	187	313	321	346	401	417	174	-	-	-	((200))
1971/72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14,5	10,3	-
1972/73	13,1	21,2	58,1	121	-	219	313	235	70,5	31,6	17,2	11,8	((106))
1973/74	14,1	39,5	65,4	90,5	145	173	273	194	60,5	32	16,4	14,5	93,2
1974/75	12,8	42,2	98,4	166	215	322	340	178	60,1	28,9	16,9	13,1	125
1975/76	13,7	25,2	36,1	66,7	-	-	-	220	70,9	-	-	-	-
Moy.	21,3	40,4	82,9	141	207	267	339	274	123	49,8	26,1	19,9	(140)

Tableau 4.14

Débits extrêmes et caractéristiques (en m³/s)

Station : 1060702805 Dembia

Rivière : Ouara

Pays : Centrafrique

Aire : 19 590 km²

Début de l'année hydrologique en avril

Année	m.Ins	m.Jou	DCE	DC11	DC9	DC6	DC3	DC1	DCC	M.Jou	M.Ins
1953/54		-	-	-	-	-	-	-	-	313	314
1954/55	4	4,25	4,25	4,55	15,5	130	259	458	499	506	508
1955/56	4	4,25	8,86	15,5	28,1	115	228	404	427	436	436
1956/57	4,40	4,55	6,80	10,8	26,5	68,2	168	282	295	317	319
1957/58		-	-	-	-	-	-	-	-	258	259
1958/59	22,2	23,2	24,9	33,4	55,7	142	357	501	525	551	552
1959/60	15,8	16	17,5	19,1	33,6	116	283	346	362	368	369
1960/61	11,6	11,7	-	-	-	-	-	-	-	436	436
1961/62		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1962/63		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1963/64		-	-	-	-	-	-	-	-	283	285
1964/65		-	-	-	-	-	-	-	-	519	523
1965/66		-	-	-	-	-	-	-	-	381	384
1966/67	9,20	9,25	11,3	14,4	30,4	87	174	246	253	265	265
1967/68	7,54	7,93	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1968/69	7,93	7,98	8,98	16,6	31,4	78	196	244	295	309	310
1969/70		-	-	-	-	-	-	-	-	499	500
1971/72		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1972/73	6,75	73	-	-	-	-	-	-	-	346	346
1973/74	7,93	82	12	13,8	23	66,3	156	262	291	306	308
1974/75	11	11	11,6	12,7	19,5	72,9	201	328	363	371	373
1975/76		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Les déficits d'écoulement paraissent corrects, à l'exception de l'année 1968-1969 où l'on obtient 1 504 mm, valeur un peu forte. Pour cette année-là, les pluviométries sur le bassin sont élevées : 1 766 mm à Dembia, 1 631 mm à Djemah, 1 777 mm à Ngouyo, 1 423 mm à Obo et 2 108 mm à Zémio. Là aussi nous devons avoir une erreur sur le module, à cause de l'écoulement perturbé par le Mbomou.

Les coefficients d'écoulement vont de 9,8 à 21,7 %.

Tableau 4.15**Déficit et coefficient d'écoulement**

Station : Dembia

Rivière : Ouara

Superficie du bassin versant : 19 590 km²

Année	Module annuel (m ³ /s)	Lame équivalente (mm)	Pluviométrie moyenne (mm)	Déficit d'écoulement (mm)	Coefficient d'écoulement (%)
1954/55	164	264	1339	1075	19,7
1955/56	148	238	1482	1244	16,1
1956/57	101	163	1270	1107	12,8
1958/59	203	327	1504	1177	21,7
1959/60	159	256	1321	1065	19,4
1960/61	(200)	322	1528	1206	21,1
1964/65	(166)	267	1253	986	21,3
1966/67	110	177	1403	1226	12,6
1968/69	114	184	1688	1504	10,9
1969/70	(200)	322	1746	1424	18,4
1972/73	(106)	171	1474	1303	11,6
1973/74	93,2	148	1516	1368	9,8
1974/75	125	201	1411	1210	14,2

4.1.6. Le Chinko à Rafai

La station est observée depuis 1951 et 14 années sont utilisables pour les modules.

Le module interannuel est de 404 m³/s soit 7,8 l/s/km² comme module spécifique.

Le plus fort débit observé est de 1 890 m³/s, soit 36,3 l/s/km², en 1955.

Le plus faible débit observé serait de 11,3 m³/s (0,22 l/s/km²), en 1956.

Les déficits d'écoulement sont corrects : ils sont compris entre 1 065 et 1 449 mm. Le coefficient d'écoulement varie entre 10,2 et 22,0 %.

Tableau 4.16

Débits moyens mensuels et annuels (en m³/s)

Station : 1060701310 Rafai
 Rivière : Chinko
 Pays : Centrafrique
 Aire : 52 060 km²

Année	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	Annuel
1952/53	-	-	-	-	627	-	-	-	-	-	-	-	-
1953/54	-	-	-	-	490	892	957	666	145	69	53,5	50,3	-
1954/55	65,2	69,3	227	544	622	1000	1270	-	-	-	-	-	-
1955/56	-	-	-	532	623	1270	1740	1040	190	44,4	34,8	36,6	((496))
1956/57	14,6	22,5	97,3	152	159	550	822	910	483	34,1	-	30,6	-
1957/58	62,7	101	187	320	600	785	849	594	-	-	-	58,5	-
1958/59	73,3	159	381	477	989	1360	1110	583	268	155	109	75,1	478
1959/60	64,3	145	294	274	721	1090	868	474	201	114	81,3	57,5	365
1960/61	69,1	151	306	623	880	1150	1360	824	377	224	123	76	514
1961/62	101	109	149	474	681	1110	1340	620	244	139	86,6	64,9	427
1962/63	74,6	72,7	167	439	684	1110	1380	778	338	177	105	78,7	450
1963/64	132	141	157	399	945	1090	1040	438	214	129	74,5	49,3	401
1964/65	92,9	114	374	398	362	813	1040	707	238	127	86	65,9	368
1965/66	62,4	60,2	139	280	614	751	1020	423	168	97,9	59	48,2	310
1966/67	101	279	571	685	801	1330	1050	659	256	133	83,3	59,9	501
1967/68	50,3	114	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1968/69	-	-	-	-	1030	931	566	252	138	89,9	115	-	-
1969/70	146	123	311	531	940	1180	1150	726	291	171	98,5	73,5	478
1970/71	82,4	138	219	299	630	1280	1070	534	206	119	73,9	48,9	392
1971/72	75,2	60,3	100	248	506	932	694	236	118	62,2	41,4	25,9	258
1972/73	67,2	94	326	549	-	-	1030	394	142	77,7	44,6	29,2	-
1973/74	46,1	116	150	201	358	469	645	397	123	59,5	32,6	24,3	219
1974/75	48,7	125	425	719	-	1120	-	-	-	-	57,4	-	-
Moy.	75,2	116	255	429	644	1020	1070	609	236	115	74,1	56,2	(404)

Tableau 4.17

Débits extrêmes et caractéristiques (en m³/s)

Station : 1060701310 Rafaï

Rivière : Chinko

Pays : Centrafrique

Aire : 52 060 km²

Début de l'année hydrologique en avril

Année	m.Ins	m.Jou	DCE	DC11	DC9	DC6	DC3	DC1	DCC	M.Jou	M.Ins
1952/53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1953/54	35,1	35,5	-	-	-	-	-	-	-	1320	1430
1954/55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1580	1590
1955/56	11,3	11,7	-	-	-	-	-	-	-	1880	1890
1956/57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	992	997
1957/58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	948	957
1958/59	36	37	55,5	71,9	112	287	809	1280	1430	1520	1530
1959/60	50,3	51,6	53,4	57,1	90,6	221	597	950	1240	1310	1320
1960/61	51,2	51,7	56,6	71,9	124	355	833	1290	1510	1600	1600
1961/62	53,1	53,2	61,9	70,7	97,2	194	669	1220	1400	1560	1560
1962/63	47,4	48	58	63,3	97,1	252	753	1370	1430	1470	1480
1963/64	42,7	43,3	47,4	54,1	110	187	716	1120	1190	1300	1310
1964/65	45,5	45,5	54,5	69,5	97,2	271	510	989	1090	1190	1190
1965/66	36	36,4	40,8	51,8	64,1	154	486	956	1110	1200	1200
1966/67	45,5	46	53	65	122	419	794	1150	1430	1480	1480
1967/68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1968/69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1500	1500
1969/70	59,5	60,5	70,5	80,2	131	288	843	1170	1290	1350	1320
1970/71	38,9	39,3	43,7	51,2	93,7	213	575	1190	1380	1470	1470
1971/72	15,4	15,4	20,4	31,5	57,7	104	344	813	1100	1200	1200
1972/73	17,5	17,7	-	-	-	-	-	-	-	1230	1230
1973/74	16,8	17,1	22,4	26,8	54,6	146	346	620	690	836	844
1974/75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tableau 4.18

Déficit et coefficient d'écoulement

Station : Rafai

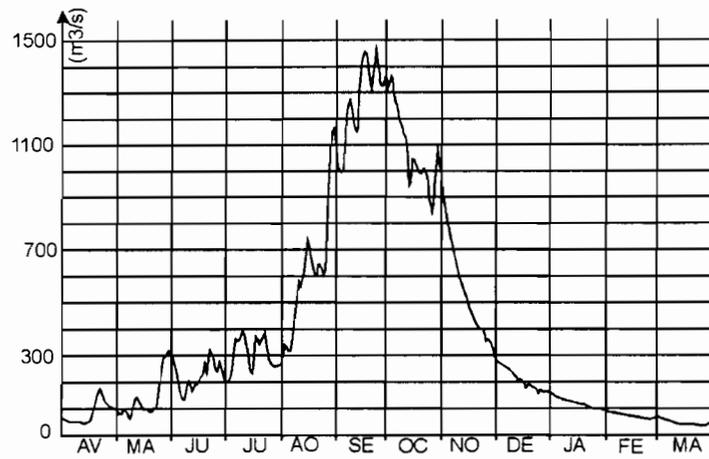
Rivière : Chinko

Superficie du bassin versant : 52 060 km²

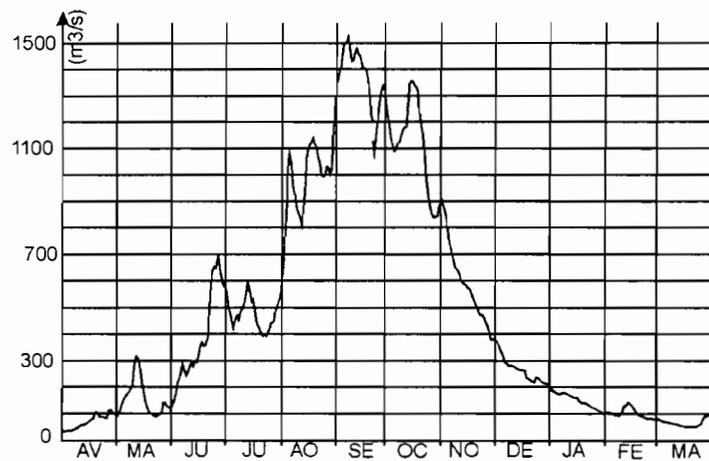
Année	Module annuel (m ³ /s)	Lame équivalente (mm)	Pluviométrie moyenne (mm)	Déficit d'écoulement (mm)	Coefficient d'écoulement (%)
1955/56	(496)	300	1365	1065	22
1958/59	478	290	1532	1242	18,8
1959/60	365	221	1396	1175	15,8
1960/61	514	311	1514	1203	20,5
1961/62	427	259	1432	1173	18,1
1962/63	450	273	1722	1449	15,9
1963/64	401	243	1425	1182	17,1
1964/65	368	223	1540	1317	14,5
1965/66	310	188	1559	1371	12,1
1966/67	501	304	1594	1290	19,1
1969/70	478	290	1524	1234	19
1970/71	392	238	1409	1171	16,9
1971/72	259	157	1407	1250	11,2
1973/74	219	133	1303	1170	10,2

4.1.7. Le Mbari à Loungouba

Bien qu'observée depuis 1951, la station présente un nombre important de lacunes de relevés. Aussi seulement 9 années sont complètes ou ont pu être complétées.



Année de pluviométrie décennale humide (1970-1971)



Année de pluviométrie décennale sèche (1958-1959)

Figure 4-2

Le Chinko à Rafai

Tableau 4.19

Débits moyens mensuels et annuels (en m³/s)

Station : 1060702210 Loungouba

Rivière : Mbari

Pays : Centrafrique

Aire : 23 600 km²

Année	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	Annuel
1952/53	-	-	-	-	200	232	256	239	149	70,8	7,50	4,62	((125))
1953/54	8,39	33,8	52,5	135	258	357	358	265	91,6	31	27,7	30,6	137
1954/55	30,3	36,6	109	154	271	452	390	336	146	67,6	45,4	41,3	173
1955/56	63,1	(80)	116	175	251	(370)	382	286	115	68,9	44,9	44,3	(168)
1958/59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1959/60	22	69,9	76,5	82,8	183	319	379	223	-	-	-	-	-
1962/63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1963/64	-	-	-	-	-	-	-	198	-	-	-	-	-
1966/67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1967/68	25,6	54,5	66,4	158	189	342	553	364	113	55,2	36,6	40,2	167
1968/69	(50)	69	188	275	399	399	542	530	203	116	69,4	97,7	(245)
1969/70	110	108	154	220	363	534	602	510	188	107	55,1	69,6	252
1970/71	88,5	90,2	136	171	223	494	612	404	231	94,8	30,6	(30)	(217)
1971/72	-	-	-	-	-	-	254	176	-	-	-	-	-
1972/73	(35)	(40)	100	111	167	(255)	271	179	51,7	28,4	16,6	10,5	(108)
Moy.	48,1	64,7	111	165	250	375	418	309	143	71,1	37,1	41	(178)

Le module interannuel est estimé à 178 m³/s, ce qui représente un module spécifique de 7,5 l/s/km².

En hautes eaux, le plus fort débit est de 745 m³/s (31,6 l/s/km²), en 1969, tandis qu'en étiage il a été observé seulement 3,7 m³/s, soit 0,16 l/s/km², en 1954.

Tableau 4.20

Débits extrêmes et caractéristiques (en m³/s)

Station : 1060702210 Loungouba

Rivière : Mbari

Pays : Centrafrique

Aire : 23 600 km²

Début de l'année hydrologique en avril

Année	m.Ins	m.Jou	DCE	DC11	DC9	DC6	DC3	DC1	DCC	M.Jou	M.Ins
1952/53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	263	264
1953/54	3,70	4,85	5,07	14,3	32,1	56,1	263	358	386	401	401
1954/55	15,9	16,8	22,2	29,9	47,1	125	315	424	482	513	518
1955/56	22,2	23,1	-	-	-	-	-	-	-	420	423
1958/59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	468	470
1959/60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1962/63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1963/64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1966/67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1967/68	18,3	18,5	22,2	30,7	41,4	92,9	206	522	600	622	622
1968/69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	709	712
1969/70	41,8	41,8	45,9	58,7	96,4	160	403	613	682	743	745
1970/71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	644	644
1971/72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1972/73	6,79	6,79	-	-	-	-	-	-	-	339	341

Les déficits d'écoulement semblent cohérents : ils vont de 1 217 à 1 498 mm. Le coefficient d'écoulement varie entre 9,3 et 20,2 %.

Tableau 4.21

Déficit et coefficient d'écoulement

Station : Mbari

Rivière : Loungouba

Superficie du bassin versant : 23 600 km²

Année	Module annuel (m ³ /s)	Lame équivalente (mm)	Pluviométrie moyenne (mm)	Déficit d'écoulement (mm)	Coefficient d'écoulement (%)
1953/54	137	183	1400	1217	13,1
1954/55	173	231	1729	1498	13,4
1955/56	(168)	224	1578	1354	14,2
1967/68	167	223	1623	1400	13,7
1968/69	(245)	327	1615	1288	20,2
1969/70	252	337	1666	1329	20,2
1970/71	(217)	290	1559	1269	18,6
1972/73	(108)	144	1543	1399	9,3

4.2. Le Moyen Oubangui

Seront traitées les stations de :

- Mobaye ;
- Bangui ;
- Zinga.

4.2.1. L'Oubangui à Mobaye

La banque de données Hydrom dispose des observations depuis 1938 mais de nombreuses lacunes, de 1960 à 1970, font que nous ne disposons que de 24 années complètes ou complétées. Nous avons vu, au chapitre 3, que des relevés avaient été effectués par G. Bruel de 1897 à 1898 sans que nous connaissions le calage de l'échelle limnimétrique. Ils sont donc inutilisables (BRUEL G., 1899).

Le module interannuel est de 3 330 m³/s, ce qui donne un module spécifique de 8,3 l/s/km².

La plus forte crue est de 11 200 m³/s, en 1962, soit 27,7 l/s/km².

L'étiage le plus sévère est de 324 m³/s, en 1945, soit 0,8 l/s/km² mais 1973-1974 manquent.

Tableau 4.22

Débits moyens mensuels et annuels (en m³/s)

Station : 1060700113 Mobaye

Rivière : Oubangui

Pays : Centrafrique

Aire : 403 800 km²

Année	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	Annuel
1938/39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1160	1090	-
1939/40	1750	1960	2630	3310	4060	5350	5700	7160	3330	1760	1320	1120	3290
1940/41	1090	1800	2070	3000	5210	7160	7220	5630	3020	1720	1040	937	3330
1941/42	1050	1790	3480	4640	4990	7450	7390	7550	4390	1990	1400	1400	3960
1942/43	1240	1870	3000	4060	6100	8180	6830	4510	2510	1540	1000	711	3460
1943/44	881	1120	1840	2900	4630	5270	6740	5060	2520	1610	1040	1020	2890
1944/45	1400	2110	2330	2470	4120	5520	5570	5130	2140	1380	798	485	2790
1945/46	488	1100	2170	3220	4820	7100	8790	6610	3490	1650	1050	651	3430
1946/47	672	1140	2360	3050	5100	8070	8510	7520	3460	1700	1080	820	3620
1947/48	1410	2170	2880	3770	6080	7760	7460	3870	2340	1300	901	1020	3410
1948/49	746	1300	2280	3810	6400	9780	8580	6240	2560	1490	972	637	3730
1949/50	940	895	1940	2340	4200	5690	8170	6020	2500	1310	738	655	2950
1950/51	880	1690	2470	3040	5100	7360	8200	5230	2160	-	-	-	-
1951/52	1080	(1220)	1360	1700	2820	3530	6020	7000	3230	1400	883	709	(2580)
1952/53	971	1440	2270	2790	4500	6760	6840	4750	2370	1480	819	754	2980
1953/54	595	1540	2010	2740	3940	5740	5450	4910	2510	(1550)	(1000)	(780)	(2730)
1954/55	(710)	1250	2380	3380	4570	6350	7610	5830	2520	(1620)	(1050)	(1000)	(3190)
1955/56	1550	1760	1940	3340	(4600)	6490	8510	6760	3080	(1750)	(1000)	(950)	(3480)
1956/57	1340	2090	3020	3410	4260	7010	7740	6250	2950	1720	1070	1180	3500
1957/58	1770	1850	2480	3260	5020	5410	6090	6650	4290	2120	1170	889	3420
1958/59	1060	1980	2280	3650	5950	7530	8280	6040	3420	2020	-	-	((3680))
1959/60	-	-	2360	2690	4040	6290	8500	6510	3460	-	-	-	-
1960/61	-	-	-	3550	5650	7540	-	-	-	-	-	-	-
1961/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2510	1860	-
1962/63	2950	3550	4030	4620	5720	7390	10100	9700	-	-	-	-	-

Tableau 4.22

Débites moyens mensuels et annuels (en m³/s) (Suite)

Année	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	Annuel
1965/66													
1966/67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1967/68	-	-	1840	3380	4840	-	-	-	-	-	-	-	-
1968/69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1969/70	-	-	4960	6590	8290	9290	9940	9500	5550	2940	2110	1570	((5630))
1970/71	1250	1670	2440	2970	5220	8140	8130	6830	2630	1540	990	(650)	(3540)
1971/72	-	-	-	-	3790	5710	5510	3990	2030	1060	859	599	-
1972/73	714	1240	1940	3070	4400	5330	6160	6160	2440	1150	658	597	2820
1973/74	550	1330	1780	1910	2950	4490	5260	4440	1800	(980)	(550)	(420)	(2200)
1974/75	436	1360	2330	4260	5410	7270	8220	5420	2200	1220	717	595	3290
1975/76	711	1170	1620	2020	4120	7430	8680	6170	2630	-	-	-	-
Moy.	(1090)	(1630)	2430	3300	(4870)	6750	7460	6120	2910	(1600)	(1070)	(881)	(3330)

Les 23 déficits d'écoulement sont très cohérents (sauf 1949-1950 qui paraît suspect) : ils sont compris entre 1 094 et 1 430 mm. Le coefficient d'écoulement varie entre 11,4 et 24,9 %.

Tableau 4.23

Débites extrêmes et caractéristiques (en m³/s)

Station : 1060700113 Mobaye

Rivière : Oubangui

Pays : Centrafrique

Aire : 403 800 km²

Début de l'année hydrologique en avril

Année	m.Ins	m.Jou	DCE	DC11	DC9	DC6	DC3	DC1	DCC	M.Jou	M.Ins
1938/39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1939/40	942	944	1030	1180	1760	2850	4730	6850	7690	7920	7940
1940/41	848	848	865	940	1360	2170	5430	7260	7610	7830	7860
1941/42	848	866	993	1150	1540	3650	6850	7720	7940	8080	8090
1942/43	608	609	642	822	1460	2790	5170	7310	8740	9140	9150
1943/44	702	705	798	876	1140	2020	4540	6430	6870	7460	7490
1944/45	324	328	449	604	1360	2350	4460	5650	6290	6720	6730
1945/46	375	375	475	559	1070	2380	5830	8180	9090	9420	9460

Tableau 4.23

Débits extrêmes et caractéristiques (en m³/s) (Suite)

Année	m.Ins	m.Jou	DCE	DC11	DC9	DC6	DC3	DC1	DCC	M.Jou	M.Ins
1946/47	557	557	630	720	1110	2560	6170	8460	8930	9320	9370
1947/48	732	734	830	921	1360	2470	4760	7690	8360	8550	8590
1948/49	593	596	610	685	1060	2440	6530	9390	10000	10200	10200
1949/50	586	587	603	687	899	1960	4470	7710	8360	8640	8660
1950/51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8790	8810
1951/52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7770	7770
1952/53	630	636	665	733	1170	2160	4370	6810	7120	7460	7490
1953/54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6650	6680
1954/55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8120	8130
1955/56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8960	8960
1956/57	862	867	877	1110	1610	3020	5100	7570	7860	8400	7280
1957/58	862	865	878	924	1740	2980	5190	6640	7000	7330	7340
1958/59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8840	8870
1959/60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8790	8790
1960/61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1961/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1962/63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11200	11200
1966/67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1967/68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1968/69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1969/70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10600	10600
1970/71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9010	9010
1971/72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6570	6580
1972/73	441	453	535	593	981	2000	4710	6180	7360	7830	7840
1973/74	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5870	5950
1974/75	346	347	371	535	860	2270	5280	7660	8530	9080	9090
1975/76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9520	9540

Tableau 4.24

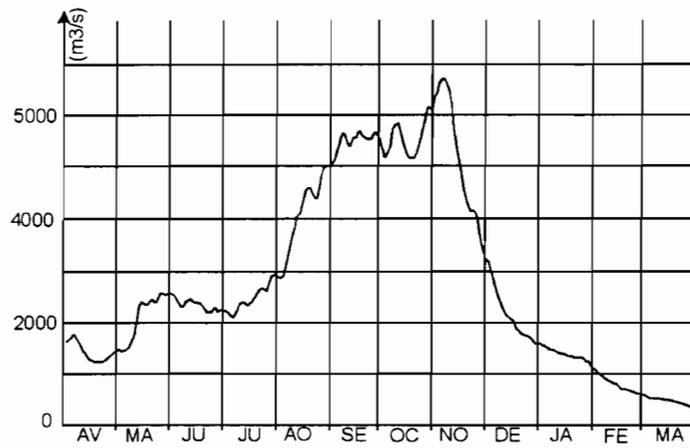
Déficit et coefficient d'écoulement

Station : Mobaye

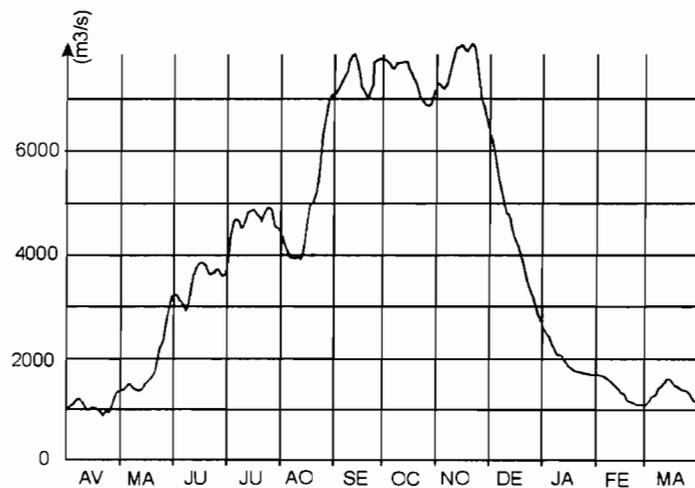
Rivière : Oubangui

Superficie du bassin versant : 403 800 km²

Année	Module annuel (m ³ /s)	Lame équivalente (mm)	Pluviométrie moyenne (mm)	Déficit d'écoulement (mm)	Coefficient d'écoulement (%)
1940/41	3330	265	1695	1430	15,6
1941/42	3960	315	1718	1403	18,3
1942/43	3460	276	1605	1329	17,2
1943/44	2890	230	1555	1325	14,8
1944/45	2790	222	1504	1282	14,8
1945/46	3430	273	1536	1263	17,8
1946/47	3620	288	1582	1294	18,2
1947/48	3410	272	1565	1293	17,4
1948/49	3730	297	1605	1308	18,5
1949/50	2950	235	1329	1094	17,7
1951/52	(2580)	205	1417	1212	14,5
1952/53	2980	237	1597	1360	14,8
1953/54	(2730)	217	1539	1322	14,1
1954/55	(3190)	254	1579	1325	16,1
1955/56	(3480)	277	1658	1381	16,7
1956/57	3500	279	1556	1277	17,9
1957/58	3420	272	1689	1417	16,1
1958/59	(3680)	287	1628	1341	17,6
1969/70	(5600)	437	1758	1321	24,9
1970/71	(3540)	282	1568	1286	18
1972/73	2820	225	1470	1245	15,3
1973/74	(2200)	175	1528	1353	11,4
1974/75	3290	262	1545	1283	17



Année de pluviométrie décennale sèche (1944-1945)



Année de pluviométrie décennale humide (1941-1942)

Figure 4-3
L'Oubangui à Mobaye

4.2.2. L'Oubangui à Bangui

La station de Bangui est une des mieux observées d'Afrique. Les premières observations disponibles remontent à 1911. Il y eut des limnigrammes de 1890 à 1897 mais, hélas, sans aucune indication sur le calage du zéro de l'échelle hydrométrique (BRUEL G., 1899). Nous disposons d'une série complète, sans la moindre lacune, de 1935 à 1991 (57 années d'observation). Au total, avec la période antérieure, l'échantillon se compose de 61 modules annuels.

Le module interannuel est de 3 980 m³/s (avec la série des 57 années successives), soit 8,1 l/s/km², ou de 4 037 m³/s (sur toute la période), ce qui correspond à un module spécifique de 8,3 l/s/km².

La plus forte crue, dans notre série, est de 15 800 m³/s en 1916 soit 32,3 l/s/km². La seconde valeur est de 14 500 m³/s, en 1961.

L'étiage le plus sévère est de 223 m³/s, en 1990, soit 0,46 l/s/km². Il peut paraître bizarre que ce débit de basses eaux soit deux fois plus faible que celui de Mobaye ou de Zinga : ceci provient du fait que nous ne travaillons pas sur la même période de référence.

Par exemple, en 1973, nous avons, comme étiage absolu :

- Bangui : 640 m³/s ;
- Mobaye : 441 m³/s ;
- Zinga : 551 m³/s (station probablement déjà détannée).

Les valeurs entre parenthèses sont issues de la publication de J. YAYER (1951) : certaines sont données par l'auteur comme douteuses. En particulier les valeurs minimales dépassant 1 000 m³/s sont beaucoup trop nombreuses pour cette période, alors que depuis 1953 de multiples jaugeages de très basses eaux évitent les sous-estimations.

Il faut noter la bonne hydraulicité de l'année 1916-1917, en accord avec des renseignements qui avaient été donnés autrefois pour la Bénoué, concernant cette année-là.

Les déficits d'écoulement ont été calculés sur la période 1940-1988, soit 49 années hydrologiques. Ils varient entre 1 089 et 1 413 mm : ces valeurs sont très convenables. Le coefficient d'écoulement se situe dans la fourchette allant de 9,9 à 23,0 %, les dernières années ayant une hydraulicité particulièrement basse.

Le calcul de la pluviométrie moyenne sur le bassin a été effectué comme suit :

- calcul de la pluviométrie moyenne, de 1940 à 1961, en utilisant les stations du Centrafrique et du Zaïre,
- calcul de la pluviométrie, pour la même période 1940-1961, en n'utilisant que les stations centrafricaines et en effectuant un second tracé des polygones de Thiessen. Les résultats ont été corrélés avec les précédents et nous avons trouvé un coefficient de corrélation égal à 0,874 ce qui paraît convenable.

— la période 1962-1988 a été calculée avec les seules données du Centrafrique mais en utilisant la régression linéaire liant les calculs précédents :

Pluie moyenne = (0,843.pluie moyenne du Centrafrique) + 316 mm.

Tableau 4.25

Débits moyens mensuels et annuels (en m³/s)

Station : 1060700105 Bangui
 Rivière : Oubangui
 Pays : Centrafrique
 Aire : 488 500 km²

Année	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	Annuel
1911/12	1170	2570	3950	5410	6900	8880	9000	8700	5620	2860	1720	1110	4820
1912/13	1070	1210	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1913/14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1200	737	550	-
1914/15	879	1030	2420	3420	5520	8010	11300	11300	7570	-	-	-	((4870))
1915/16	-	-	-	-	-	-	8490	8610	5050	2390	1400	980	-
1916/17	1190	2000	2770	4390	6250	9300	14100	10400	5600	2750	1640	1240	5140
1917/18	1610	2170	3480	4450	5320	7980	12000	11200	5060	2780	1430	1120	4880
1918/19	1560	2120	2910	3800	6010	6960	6630	5910	4500	-	-	-	((3800))
1919/20	-	-	-	4620	6430	8270	-	8370	5360	2880	1650	1020	-
1920/21	1100	1940	3610	5020	8010	9080	-	-	-	-	-	-	-

Tableau 4.25

Débits moyens mensuels et annuels (en m³/s) (Suite)

Année	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	Annuel
1934/35	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1460	-
1935/36	2320	2380	3620	5550	6680	8040	9890	7660	4190	2280	1420	1340	4610
1936/37	1330	2460	3850	5330	7610	9340	10700	9050	4780	2610	1920	1430	5030
1937/38	1500	2250	3130	4110	6240	6590	8470	8000	4480	2480	1400	1090	4150
1938/39	988	1820	3080	4510	7140	8280	11100	9370	4230	2480	1580	1250	4650
1939/40	1960	2270	2930	3820	5160	6760	7440	10100	4790	2420	1700	1290	4220
1940/41	1220	1870	2570	3600	6110	8090	8690	7550	3960	2240	1270	1020	4020
1941/42	1130	1930	4360	5590	6500	9670	9290	9770	5880	2770	1840	1600	5030
1942/43	1340	2130	3810	5120	7820	10200	9360	6090	3780	2140	1240	821	4490
1943/44	1020	1110	2210	3550	5910	7070	8370	6680	3540	2080	1200	1130	3660
1944/45	1600	2500	3000	3310	5160	6970	7210	6730	3080	1720	953	526	3560
1945/46	407	987	2580	4070	5670	8330	10500	8340	4670	2250	1290	828	4160
1946/47	658	1110	2590	3640	6160	9380	10700	9770	4880	2450	1510	1180	4500
1947/48	1420	2740	3770	4710	7090	9200	9370	5920	3590	1940	1240	1200	4350
1948/49	990	1440	2940	4690	7300	11700	11000	8590	4040	2180	1330	841	4750
1949/50	1100	1050	2550	3240	5860	7380	10400	8210	3920	1950	1130	895	3970
1950/51	996	1900	3250	4200	6610	9210	10900	7710	3520	1980	1220	886	4370
1951/52	875	865	1770	2400	3920	5300	7540	9010	4740	2120	1230	848	3390
1952/53	1070	1650	2770	3560	5550	8260	8690	6830	3650	2090	1210	1040	3860
1953/54	831	1720	2580	3590	4800	7150	6950	6760	3120	1580	1020	1010	3430
1954/55	1020	1410	2740	4300	5450	7840	9460	7820	3850	2030	1400	1070	4030
1955/56	1890	2230	2600	4510	6030	8520	10900	10100	4610	2560	1500	1450	4740
1956/57	1590	2510	3640	4270	5220	8010	9140	7710	4190	2290	1280	1220	4260
1957/58	2130	2150	2980	4040	5990	6780	7710	8430	5790	3050	1560	1080	4310
1958/59	1150	2540	2710	4160	6020	8170	9400	7910	4480	2700	1420	845	4290
1959/60	949	2040	2930	3370	5570	7860	8830	8290	4650	2280	1380	1180	4110
1960/61	1470	2250	2850	4590	6790	8260	10700	9890	4760	2980	1860	1020	4790
1961/62	1030	1740	2180	4060	6880	11400	13100	12300	7390	3610	2110	1520	5610
1962/63	2200	2850	3900	5190	7340	9550	11800	11500	6440	3580	2520	2110	5750
1963/64	2330	4410	4440	5320	7570	8080	8610	7530	5540	3020	1570	946	4950
1964/65	1460	2230	3530	4230	5530	8960	11800	11700	5400	2840	1770	1330	5070

Tableau 4.25

Débits moyens mensuels et annuels (en m³/s) (Suite)

Année	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	Annuel
1965/66	1440	1630	2070	2940	5410	6960	8670	8000	4520	2270	1440	978	3860
1966/67	1570	3130	3980	4790	6770	9150	9220	8770	4610	2190	1260	841	4690
1967/68	660	893	2050	3910	5200	7860	10300	9110	4200	2100	1080	837	4020
1968/69	811	1430	2970	4880	7030	8110	8680	8450	6180	3280	1970	2290	4670
1969/70	3150	3730	5060	6670	9150	10200	11400	10700	5970	3280	2050	1480	6070
1970/71	1250	1840	2950	3710	6120	9730	9970	8660	3760	1880	1030	647	4300
1971/72	813	834	1270	2440	4540	6960	6960	5290	2830	1240	906	587	2890
1972/73	640	1130	2130	3350	4950	6300	7230	7560	3550	1570	880	582	3320
1973/74	571	1380	2190	2620	3940	5680	6280	5710	2470	1150	624	432	2750
1974/75	446	1320	2680	4550	6190	8440	9920	7130	3140	1510	835	621	3900
1975/76	679	1170	1770	2560	5130	9600	11500	8410	3990	1970	1100	836	4060
1976/77	1200	1340	3130	4000	5910	7080	7360	8120	4630	2640	1500	895	3980
1977/78	1000	1140	1920	3370	5440	7650	8440	5570	3050	1420	778	576	3360
1978/79	557	1670	2100	3950	5350	7880	8790	8440	3730	1830	1000	830	3840
1979/80	764	1390	2610	3690	5330	6640	6490	6740	3330	1540	863	601	3330
1980/81	979	1620	2520	4350	5900	7040	8770	8780	4940	2270	1170	723	4090
1981/82	873	1560	2620	3520	6050	8950	9160	7310	3260	1880	1150	826	3930
1982/83	658	1040	2220	2840	4130	5230	7490	8080	3190	1520	763	426	3130
1983/84	389	555	1130	1980	3190	5110	6060	5310	3160	1460	733	522	2470
1984/85	594	1040	1750	2510	3930	4940	5030	3770	1960	962	577	306	2280
1985/86	713	1620	2390	3250	4580	6190	6670	5760	2540	1210	683	510	3010
1986/87	632	894	1340	2470	3640	4520	6360	5070	2590	1130	579	391	2470
1987/88	526	749	1680	2700	2740	4650	6560	5150	3080	1280	674	456	2520
1988/89	445	1050	1770	2180	3990	6580	8980	6320	3540	1730	765	480	3150
1989/90	525	739	1510	2020	3380	5050	6390	4850	2470	1290	630	393	2440
1990/91	266	685	1020	1480	2940	4520	4750	4890	3380	1950	834	510	2270
Moy. A	1120	1730	2740	3880	5730	7780	8980	7960	4270	2160	1270	953	(4037)
Moy. B	1110	1720	2690	3810	5650	7700	8850	7810	4110	2130	1250	939	3980

Tableau 4.26

Débits extrêmes et caractéristiques (en m³/s)

Station : 1060700105 Bangui

Rivière : Oubangui

Pays : Centrafrique

Aire : 488 500 km²

Début de l'année hydrologique en avril

Année	m.Ins	m.Jou	DCE	DC11	DC9	DC6	DC3	DC1	DCC	M.Jou	M.Ins
1911/12	962	965	1020	1100	1840	4360	7690	9060	9780	10300	10300
1912/13	(824)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1913/14	480	480	-	-	-	-	-	-	-	-	(6420)
1914/15	(495)	-	-	-	-	-	-	-	11900	11900	
1915/16	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9220	9220
1916/17	792	792	851	1160	1770	3740	7720	12500	15400	15800	15800
1917/18	1030	1030	1060	1150	1860	3870	6640	12300	13200	13500	13500
1918/19	(1030)	-	-	-	-	-	-	-	-	7330	7330
1919/20	(891)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(9440)
1920/21	(935)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1921/22	(998)									(8440)	
1922/23	(1200)									(11700)	
1923/24	(1340)									(11400)	
1924/25	(1100)									(11900)	
1925/26	(541)									(10200)	
1926/27											(12000)
1927/28	(511)									(7700)	
1928/29	(1040)									(9480)	
1929/30	(909)									(11600)	
1930/31	(918)									(10400)	
1931/32	(759)									(9630)	
1932/33	(1280)									(11400)	
1933/34	(1250)									(11900)	
1934/35	(1130)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	(10000)
1935/36	1240	1240	1270	1380	2240	3740	6570	9260	10900	11500	11600

Tableau 4.26

Débits extrêmes et caractéristiques (en m³/s) (Suite)

Année	m.Ins	m.Jou	DCE	DC11	DC9	DC6	DC3	DC1	DCC	M.Jou	M.Ins
1936/37	1040	1050	1140	1350	1950	4330	7940	10600	11400	11800	11800
1937/38	783	783	977	1250	1710	3410	6500	8120	9430	9840	9850
1938/39	775	777	913	1160	1620	3310	7250	10700	12000	12500	12500
1939/40	1070	1070	1160	1420	2190	3360	6480	8680	10600	11700	11700
1940/41	918	922	972	1030	1570	2810	6770	8480	9220	9900	10000
1941/42	1010	1020	1080	1240	1800	4730	8580	9780	10200	10600	10600
1942/43	710	712	747	1000	1630	3780	6870	9510	11100	11400	11400
1943/44	840	842	893	1000	1220	2580	5970	7960	8540	9240	9270
1944/45	389	389	474	676	1590	2960	5750	7220	7900	8220	8230
1945/46	350	352	376	510	1160	3060	6980	9800	10900	11100	11100
1946/47	580	584	626	883	1350	3170	7540	10800	11000	11100	11100
1947/48	935	938	1080	1180	1650	3580	6490	9350	10100	10400	10400
1948/49	718	722	772	922	1300	3380	8060	11700	12300	12400	12400
1949/50	775	787	840	944	1140	2890	6170	9890	10900	11200	11200
1950/51	840	846	871	909	1390	3290	7000	10500	11100	11700	11700
1951/52	695	697	755	794	1050	2320	5330	8290	9780	10400	10400
1952/53	743	745	788	1030	1430	2860	5800	8580	8860	9420	9480
1953/54	679	684	781	893	1100	2660	6130	7080	7570	7910	7910
1954/55	891	896	942	1020	1390	3230	6380	9010	9790	10100	10100
1955/56	1280	1290	1310	1370	1950	3230	7060	10900	11400	11700	11700
1956/57	944	946	1000	1280	1870	3870	6060	8770	9600	10100	10100
1957/58	974	976	1070	1170	2090	3800	6490	8480	8660	8810	8820
1958/59	664	670	777	979	1730	3380	6810	9060	9810	10200	10200
1959/60	664	802	900	1060	1480	3100	7030	8900	9060	9240	9270
1960/61	751	755	818	1150	1970	3670	7750	10600	11000	11300	11300
1961/62	767	769	859	1330	1840	3680	9550	12900	13800	14500	14500
1962/63	1740	1750	1810	2040	2700	4500	8560	11800	12500	12900	12900
1963/64	827	827	871	1260	2860	4580	7430	8440	9030	9130	9160
1964/65	915	920	1200	1320	1990	3630	7500	11600	13900	14100	14100
1965/66	871	876	935	1180	1560	2580	6220	8470	9470	9570	9790
1966/67	739	742	765	1040	1800	4060	7520	9460	9790	9980	10000

Tableau 4.26

Débîts extrêmes et caractéristiques (en m³/s) (Suite)

Année	m.Ins	m.Jou	DCE	DC11	DC9	DC6	DC3	DC1	DCC	M.Jou	M.Ins
1967/68	510	512	587	687	987	2680	6230	10100	11100	11300	11300
1968/69	721	721	757	953	2070	4000	7640	8800	9050	9290	9290
1969/70	1250	1260	1400	1610	3070	5140	9320	11500	11800	12000	12000
1970/71	584	587	607	765	1500	3090	7070	10200	10600	10800	10800
1971/72	518	522	552	660	915	1730	4750	7210	7630	7900	7910
1972/73	495	497	550	603	1020	2510	5600	7470	8620	9170	9180
1973/74	376	379	416	480	855	2250	4610	6270	6650	7020	7030
1974/75	376	376	394	589	941	2840	6330	9200	10300	10800	10800
1975/76	572	574	618	774	1110	2320	6780	10700	12100	12700	12700
1976/77	775	776	825	958	1420	3320	6820	7820	8430	8830	8840
1977/78	495	496	559	645	1050	2340	5650	8370	8680	8990	8990
1978/79	488	489	514	694	1170	2490	6060	8890	9450	9690	9700
1979/80	526	529	569	633	1080	2760	6130	6830	7280	7720	7720
1980/81	633	646	678	812	1430	2930	6600	8820	9550	9840	9850
1981/82	618	628	719	814	1210	2830	6200	9170	9510	9780	9800
1982/83	333	333	359	585	826	2470	4980	7680	9310	9800	9800
1983/84	273	273	316	409	642	1860	4000	5920	6390	6650	6670
1984/85	232	232	265	427	801	1750	3920	4930	5510	5670	5670
1985/86	279	308	461	532	967	2410	4900	6650	7010	7220	7250
1986/87	340	340	354	457	696	1660	3890	6100	6870	7480	7510
1987/88	394	394	436	464	728	2220	4210	5750	7040	7700	7720
1988/89	353	353	389	460	779	1930	5150	7800	9580	10200	10200
1989/90	324	323	388	432	691	1630	3800	5980	6910	7250	7250
1990/91	223	225	259	338	779	1570	4270	4850	5030	5140	5150

Tableau 4.27

Déficit et coefficient d'écoulement

Station : Bangui

Rivière : Oubangui

Superficie du bassin versant : 488 500 km²

Année	Module annuel (m ³ /s)	Lame équivalente (mm)	Pluviométrie moyenne (mm)	Déficit d'écoulement (mm)	Coefficient d'écoulement (%)
1940/41	4020	260	1652	1392	15,7
1941/42	5030	325	1698	1373	19,1
1942/43	4490	290	1612	1322	18
1943/44	3660	236	1529	1293	15,4
1944/45	3560	230	1500	1270	15,3
1945/46	4160	269	1521	1252	17,7
1946/47	4500	291	1566	1275	18,6
1947/48	4350	281	1558	1277	18
1948/49	4750	307	1561	1254	19,7
1949/50	3970	256	1345	1089	19
1950/51	4370	282	1552	1270	18,2
1951/52	3390	219	1400	1181	15,6
1952/53	3860	249	1570	1321	15,9
1953/54	3430	221	1488	1267	14,9
1954/55	4030	260	1566	1306	16,6
1955/56	4740	306	1625	1319	18,8
1956/57	4260	275	1526	1251	18
1957/58	4310	278	1651	1373	16,8
1958/59	4290	277	1584	1307	17,5
1959/60	4110	265	1551	1286	17,1
1960/61	4790	309	1593	1284	19,4
1961/62	5610	362	1571	1209	23
1962/63	5750	371	1763	1392	21
1963/64	4950	320	1650	1330	19,4
1964/65	5070	327	1740	1413	18,8
1965/66	3860	249	1602	1353	15,5

Tableau 4.27

Déficit et coefficient d'écoulement (Suite)

Année	Module annuel (m ³ /s)	Lame équivalente (mm)	Pluviométrie moyenne (mm)	Déficit d'écoulement (mm)	Coefficient d'écoulement (%)
1966/67	4690	303	1627	1324	18,6
1967/68	4020	260	1513	1253	17,2
1968/69	4670	301	1641	1340	18,3
1969/70	6070	392	1718	1326	22,8
1970/71	4300	278	1521	1243	18,3
1971/72	2890	187	1445	1258	12,9
1972/73	3320	214	1446	1232	17,4
1973/74	2750	178	1470	1292	12,1
1974/75	3900	252	1518	1266	16,6
1975/76	4060	262	1552	1290	16,9
1976/77	3980	257	1570	1313	16,4
1977/78	3360	217	1451	1246	15
1978/79	3840	248	1463	1215	17
1979/80	3330	215	1585	1370	13,6
1980/81	4090	264	1525	1261	17,3
1981/82	3930	254	1600	1346	15,9
1982/83	3130	202	1559	1357	13
1983/84	2470	159	1469	1310	10,8
1984/85	2280	147	1484	1337	9,9
1985/86	3010	194	1562	1368	12,4
1986/87	2470	159	1506	1347	10,6
1987/88	2520	163	1535	1372	10,6
1988/89	3150	203	1476	1273	13,8

4.2.3. L'Oubangui à Zinga

Cette station est observée depuis 1946 mais nous ne disposons que de 16 modules. Sa valeur interannuelle est de 4 330 m³/s, soit un module spécifique de 8,3 l/s/km².

La crue maximale observée est de 14 000 m³/s, en 1975, soit 26,8 l/s/km². Mais G. Chalandon nous indique que le maximum —inconnu dans la banque de données Orstom— serait en réalité de 14 700 m³/s le 4 novembre 1961, ce qui est sûrement vrai. À l'opposé, l'étiage le plus sévère est de seulement 430 m³/s, soit 0,82 l/s/km² (en 1975) mais nous n'avons pas les données de 1990.

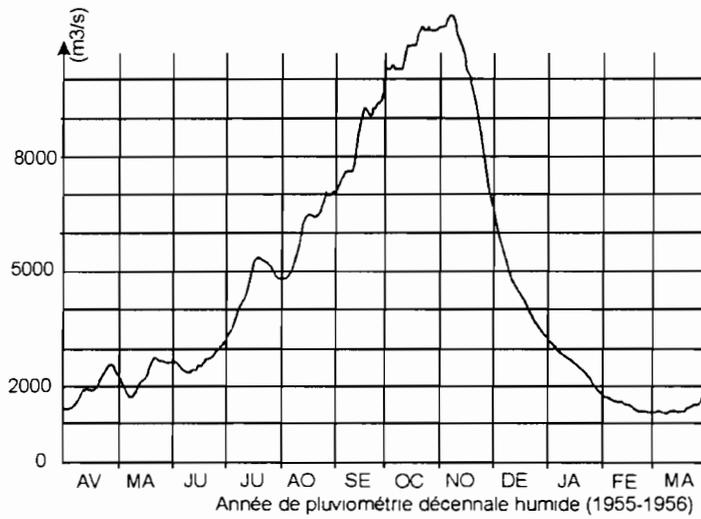
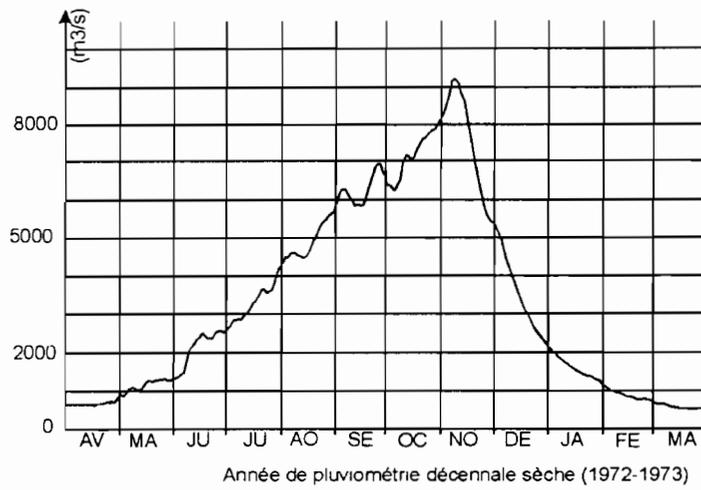


Figure 4-4
 L'Oubangui à Bangui

Les déficits d'écoulement sont très homogènes : ils sont compris entre 1 234 et 1 373 mm, tandis que le coefficient d'écoulement varie entre 11,8 et 22,8 %.

4.3. Les affluents de l'Oubangui

Seront traitées les stations suivantes :

- la Kotto : Bria et Kembé ;
- la Pipi à Ouadda ;
- la Bangui-Kété à Alindao ;
- la Ouaka à Bambari ;
- la Tomi à Sibut ;
- l'Ombella (pont-route au km 105) ;
- la Mpoko : Bossélé-Bali, Bangui et la Mbali à Boali ;
- la Lessé à Bombé ;
- la Lobaye : Zaoro-Yanga, Kedingué-Yawa, Loko-Safa et Mbata.

4.3.1. La Kotto à Bria

La station donne des résultats de débit depuis 1953.

15 modules annuels ont été déterminés. Nous nous sommes servi de la corrélation existante entre Bria et Kembé pour reconstituer quelques données mensuelles manquantes.

Le module interannuel est de 252 m³/s, soit un module spécifique de 4,2 l/s/km².

Le débit maximal observé est de 1 050 m³/s (soit 17,3 l/s/km²), en 1959, tandis que l'étiage le plus sévère est quand même, en 1974, de 68,6 m³/s (soit 1,1 l/s/km²) : nous retrouvons là le rôle de réservoir hydrogéologique important que jouent les grès du bassin versant pour le soutien du débit d'étiage. Il manque cependant l'étiage sévère de mars 1973.

Tableau 4.28

Débits moyens mensuels et annuels (en m³/s)

Station : 1060700120 Zinga

Rivière : Oubangui

Pays : Centrafrique

Aire : 521 900 km²

Année	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	Annuel
1946/47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2380	1420	1090	-
1947/48	1290	2600	3760	-	-	-	-	-	3810	1910	1190	1150	-
1948/49	979	1340	-	-	-	-	-	-	-	2050	1210	800	-
1949/50	994	948	2420	-	-	-	-	-	-	1780	1060	848	-
1950/51	922	1750	3070	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1951/52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1952/53	-	-	-	3650	6000	8880	9350	7460	-	-	-	1060	-
1953/54	881	1690	2590	3740	5010	7590	7430	7320	3260	1520	983	973	3580
1954/55	1000	1380	2710	4540	5800	8510	10300	8680	4250	2010	1340	1030	4300
1955/56	1860	2180	2550	4780	6720	-	-	-	5100	2600	1470	1480	-
1956/57	1580	2440	3710	4480	5620	8570	9910	8380	4440	2220	1250	1160	4480
1957/58	-	2080	3070	4300	6390	7510	8460	9260	6410	3180	-	-	((4600))
1958/59	2050	2510	-	4250	6290	8650	10000	8660	4880	2740	1360	863	((4650))
1959/60	960	1990	2930	3550	6020	8590	9710	9260	5100	2300	1370	1160	4410
1960/61	1420	2110	2790	-	-	-	-	-	-	2970	1740	1130	-
1961/62	1050	1730	2080	4110	-	-	-	-	8180	3560	1940	1370	-
1962/63	2020	2680	3870	5350	7630	-	-	-	6740	3470	2290	1410	-
1963/64	1010	-	-	3950	6220	9480	-	-	-	-	-	-	-
1964/65	-	-	3410	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1965/66	5630	-	2190	2900	-	-	9270	8610	4770	2210	1360	954	-
1966/67	1490	3070	4060	5020	7310	9910	10100	9730	5070	2240	1340	905	5020
1967/68	755	928	2100	4130	5670	8510	10800	9760	4590	2100	1100	907	4280
1968/69	876	1440	2940	5190	7510	8760	9350	9160	6710	3370	1920	2270	4960
1969/70	3220	3730	5340	7130	9830	11000	12700	11800	6450	3300	1960	1400	6490
1970/71	1230	1780	2820	3770	6490	10400	10800	9430	3900	1860	1080	766	4530
1971/72	924	932	1310	2400	4850	7630	7710	5910	2870	1170	860	704	3110
1972/73	684	1050	1980	3310	5370	6820	7960	8300	3690	1470	828	599	3510
1973/74	591	1250	2030	2470	4180	6270	6890	6240	2360	1020	615	470	2870
1974/75	500	1210	2550	4710	6650	9180	10900	8050	3240	1360	745	606	4140
1975/76	631	1040	1560	2430	5570	10400	12400	9030	4250	-	-	-	((4280))
Moy.	1380	1830	2830	4100	6260	8700	9670	8610	4770	2280	1320	1050	(4330)

Tableau 4.29

Débits extrêmes et caractéristiques (en m³/s)

Station : 1060700120 Zinga

Rivière : Oubangui

Pays : Centrafrique

Aire : 521 900 km²

Début de l'année hydrologique en avril

Année	m.Ins	m.Jou	DCE	DC11	DC9	DC6	DC3	DC1	DCC	M.Jou	M.Ins
1946/47	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1947/48	830	831	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1948/49	667	667	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1949/50	786	786	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1950/51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1951/52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1952/53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9830	9840
1953/54	752	766	813	919	1020	2680	6540	7650	8090	8380	8380
1954/55	917	917	924	971	1340	3260	6890	9890	10700	10900	10900
1955/56	1240	1240	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1956/57	926	927	994	1210	1780	3940	6560	9420	10500	11000	11000
1957/58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9540	9540
1958/59	735	738	-	-	-	-	-	-	-	10900	10900
1959/60	820	836	920	1030	1470	3120	7700	9860	10000	10100	10100
1960/61	849	852	-	-	-	-	-	-	-	-	14700
1961/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1962/63	936	940	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1963/64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1964/65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1965/66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10200	10200
1966/67	803	805	821	1100	1840	4200	8360	10300	10700	10900	10900
1967/68	650	652	688	785	1020	2620	6800	10900	11400	11400	11400
1968/69	778	780	823	1090	2010	4160	8230	9470	9540	9800	10000
1969/70	1190	1200	1320	1530	2990	5470	10000	12700	13000	13200	13200
1970/71	701	703	727	877	1490	3020	7660	11000	11500	11600	11600
1971/72	650	654	686	742	918	1660	5240	7930	8450	8710	8710
1972/73	551	553	577	651	926	2380	6140	8180	9360	9990	10000
1973/74	434	434	463	501	795	2100	4980	6860	7260	7660	7660
1974/75	430	434	473	591	839	2740	6840	10100	11300	11800	11800
1975/76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14000	14000

Tableau 4.30
Déficit et coefficient d'écoulement

Station : Zinga

Rivière : Oubangui

Superficie du bassin versant : 521 900 km²

Année	Module annuel (m ³ /s)	Lame équivalente (mm)	Pluviométrie moyenne (mm)	Déficit d'écoulement (mm)	Coefficient d'écoulement (%)
1953/54	3580	216	1488	1272	14,5
1954/55	4300	260	1566	1306	16,6
1956/57	4480	271	1526	1255	17,8
1957/58	(4600)	278	1651	1373	16,8
1958/59	(4650)	281	1584	1303	17,7
1959/60	4410	266	1551	1285	17,2
1966/67	5020	303	1627	1324	18,6
1967/68	4280	259	1513	1254	17,1
1968/69	4960	300	1641	1341	18,3
1969/70	6490	392	1718	1326	22,8
1970/71	4530	274	1521	1247	18
1971/72	3110	188	1445	1257	13
1972/73	3510	212	1446	1234	14,7
1973/74	2870	173	1470	1297	11,8
1974/75	4140	250	1518	1268	16,5
1975/76	(4280)	259	1552	1293	16,7

Tableau 4.31

Débits moyens mensuels et annuels (en m³/s)

Station : 1060701804 Bria
 Rivière : Kotto
 Pays : Centrafrique
 Aire : 60 590 km²

Année	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	Annuel
1953/54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1954/55	-	83,5	208	274	258	472	574	281	139	-	-	-	-
1958/59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	163	129	106	-
1959/60	102	134	201	194	371	618	442	218	122	95,7	81	74,4	221
1960/61	79,9	123	139	313	422	577	661	381	182	133	100	78,3	266
1961/62	88	97,4	151	318	394	869	598	264	158	128	95,5	98,4	272
1962/63	108	124	177	337	595	715	806	475	250	167	121	111	332
1963/64	136	169	160	283	515	588	500	271	163	126	91,4	83,7	257
1964/65	114	132	174	334	393	687	804	538	235	(181)	(112)	(91)	(316)
1965/66	89,5	105	160	246	(346)	442	476	229	139	104	83,4	86,8	(209)
1966/67	83,8	213	308	366	542	792	726	410	224	-	-	-	((335))
1967/68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1968/69	-	-	-	-	-	-	481	277	170	123	94,7	116	-
1969/70	121	128	200	262	494	681	566	261	160	125	90	98,1	266
1970/71	82,8	94,6	124	293	587	758	515	252	137	106	85,1	75,1	259
1971/72	81,2	78,6	103	326	537	668	512	226	137	98,4	80,9	74	244
1972/73	79,7	97,1	189	264	395	395	380	198	100	82,9	74,1	(61)	(193)
1973/74	74,3	83,9	88,4	128	269	376	329	170	85,3	77,4	71,2	71,2	152
1974/75	71,8	76,8	120	267	431	805	543	253	131	94,9	81,3	74,6	246
1975/76	72,8	77,1	94	241	381	591	516	226	115	-	-	-	((212))
Moy.	92,3	114	162	278	433	627	555	290	156	116	91,3	88,3	(252)

Tableau 4.32

Débits extrêmes et caractéristiques (en m³/s)

Station : 1060701804 Bria

Rivière : Kotto

Pays : Centrafrique

Aire : 60 590 km²

Début de l'année hydrologique en avril

Année	m.Ins	m.Jou	DCE	DC11	DC9	DC6	DC3	DC1	DCC	M.Jou	M.Ins
1954/55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	711	712
1958/59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1959/60	72,6	72,7	73,8	77	93,4	162	269	489	700	1040	1050
1960/61	72,6	72,6	74,2	79,5	104	167	412	621	731	766	769
1961/62	76,1	76,5	82,5	87,7	101	149	352	803	895	920	923
1962/63	83	83,4	90,6	105	127	216	516	785	856	880	881
1963/64	81,3	81,3	82,4	86,7	132	173	383	583	622	657	658
1964/65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	887	888
1965/66	74,4	75,7	-	-	-	-	-	-	-	571	578
1966/67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	968	980
1967/68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1968/69	80,2	86,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1969/70	80,2	80,4	81,4	89	119	182	377	670	710	724	736
1970/71	72,9	73	73,2	76,1	86,7	132	417	724	806	822	824
1971/72	71,2	71,2	71,8	73,4	82,5	114	413	610	712	800	802
1972/73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	506	513
1973/74	68,6	68,7	70	70,9	75,8	88,1	231	383	448	478	482
1974/75	68,9	68,9	70	72,6	78,7	124	343	746	839	886	888
1975/76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	701	705

Les déficits d'écoulement sont apparemment corrects : ils sont compris entre 991 et 1 527 mm. Cette dernière valeur peut paraître élevée mais n'oublions pas que l'ETP de la tête du bassin versant atteint 1 800 mm. Nous retrouverons la même valeur élevée à Kembé.

Le coefficient d'écoulement est assez constant puisqu'il varie seulement entre 7,4 et 12,3 %.

Tableau 4.33

Déficit et coefficient d'écoulement

Station : Bria

Rivière : Kotto

Superficie du bassin versant : 60 590 km²

Année	Module annuel (m ³ /s)	Lame équivalente (mm)	Pluviométrie moyenne (mm)	Déficit d'écoulement (mm)	Coefficient d'écoulement (%)
1959/60	221	115	1283	1168	9
1960/61	266	138	1359	1221	10,2
1961/62	272	142	1301	1159	10,9
1962/63	332	173	1700	1527	10,2
1963/64	257	134	1382	1248	9,7
1964/65	(316)	164	1334	1170	12,3
1965/66	(209)	109	1117	1008	9,8
1966/67	(335)	174	1479	1305	11,8
1969/70	266	138	1365	1227	10,1
1970/71	259	135	1306	1171	10,3
1971/72	244	127	1267	1140	10
1972/73	(193)	100	1177	1077	8,5
1973/74	152	79	1070	991	7,4
1974/75	246	128	1315	1187	9,7
1975/76	(212)	110	1199	1089	9,2

4.3.2. La Kotto à Kembé

Les premières indications sur les débits remontent à 1947. Rappelons que cette station est à l'aval de chutes dont un aménagement hydro-électrique avait été projeté.

Nous avons également utilisé la corrélation avec Bria pour compléter des relevés mensuels manquants.

Le module annuel a été déterminé pour 15 années. Le module interannuel est de 393 m³/s, soit un débit spécifique de 5,1 l/s/km². On doit noter, bien qu'elle soit incomplète, que l'année 1969-1970 est certainement bien inférieure à 1962-1963.

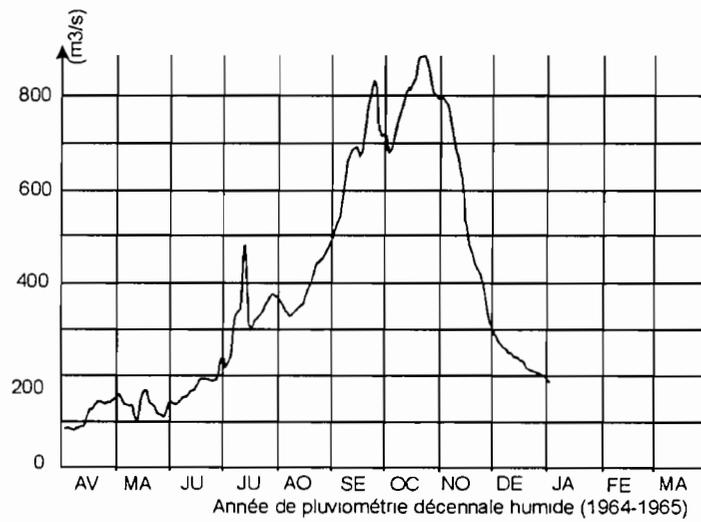
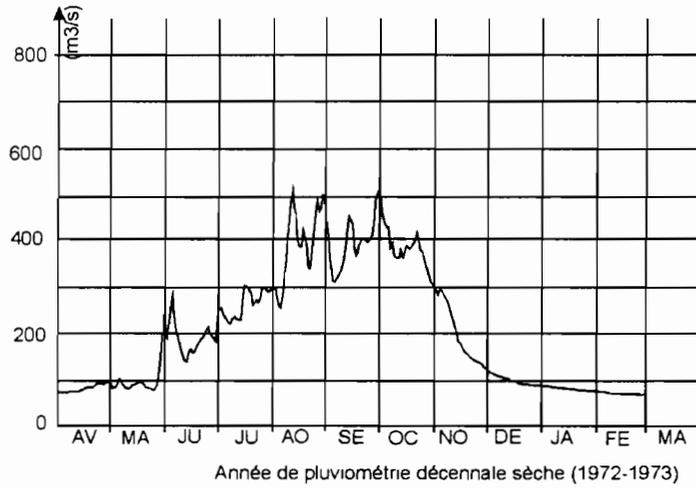


Figure 4-5
 ■
 La Kotto à Bria

Tableau 4.34

Débits moyens mensuels et annuels (en m³/s)

Station 1060701810 Kembé
 Rivière : Kotto
 Pays : Centrafrique
 Aire : 77 750 km²

Année	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	An
1947/48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1948/49	-	-	216	471	779	1210	886	558	274	191	-	-	-
1949/50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1951/52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1952/53	-	112	193	-	-	-	-	-	-	172	119	108	-
1953/54	-	-	-	337	514	793	742	441	186	126	89,1	96,1	((310))
1954/55	90,7	119	295	405	501	779	954	629	306	194	126	124	377
1955/56	169	232	404	507	778	947	1030	661	302	216	147	164	463
1956/57	-	-	242	-	-	908	806	394	-	-	-	106	-
1957/58	133	168	246	424	690	931	935	784	412	262	169	106	438
1958/59	146	201	284	583	803	1100	1270	704	392	256	191	148	507
1959/60	157	(199)	287	326	504	714	495	263	243	193	134	125	(303)
1960/61	145	225	231	418	730	814	930	619	269	205	127	99,1	401
1961/62	111	101	192	467	574	1300	1020	469	259	206	143	132	415
1962/63	158	183	289	460	919	1060	1350	990	477	323	245	238	558
1963/64	214	265	-	-	-	-	-	-	-	222	150	121	-
1964/65	137	174	213	(388)	433	924	1150	1050	475	326	180	146	(466)
1965/66	137	139	-	-	-	-	-	-	288	216	129	111	-
1966/67	144	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1967/68	-	-	-	-	621	917	1100	-	-	-	-	-	-
1968/69	-	-	-	-	1030	1000	987	-	-	-	-	-	-
1969/70	-	-	-	474	781	1090	1000	530	288	-	-	-	-
1970/71	120	148	212	383	762	1020	851	501	218	166	120	88,6	383
1971/72	103	88,1	148	386	670	834	928	388	234	141	105	79,2	342
1972/73	89,6	132	239	366	572	603	663	412	190	126	83,9	70,0	296
1973/74	86,5	133	(151)	235	358	562	585	397	143	111	74,1	71,3	(242)
1974/75	71,4	133	234	384	605	1090	985	566	251	156	114	90,2	390
1975/76	86,9	123	140	318	558	918	916	551	230	-	-	-	-
Moy.	128	159	234	408	659	929	933	574	286	200	136	117	(393)

Tableau 4.35

Débits extrêmes et caractéristiques (en m³/s)

Station : 1060701810 Kembé

Rivière : Kotto

Pays : Centrafrique

Aire : 77 750 km²

Début de l'année hydrologique en avril

Année	m.Ins	m.Jou	DCE	DC11	DC9	DC6	DC3	DC1	DCC	M.Jou	M.Ins
1947/48	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1320	1320
1948/49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1949/50	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1951/52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1952/53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1953/54	83,1	83,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1954/55	73,5	74,7	85	98	131	292	594	864	1020	1120	1120
1955/56	121	122	131	144	190	323	764	988	1070	1160	1160
1956/57	71,7	71,7	-	-	-	-	-	-	-	1090	1100
1957/58	85,9	86,1	92,8	100	162	305	700	922	1030	1090	1100
1958/59	81,7	81,9	122	140	200	337	792	1220	1370	1470	1480
1959/60	92,8	94,5	-	-	-	-	-	-	-	849	849
1960/61	80,4	81,4	88,4	103	179	258	669	909	945	1120	1130
1961/62	87,3	87,3	90,6	102	137	239	532	1200	1410	1460	1460
1962/63	123	125	143	171	242	345	871	1280	1480	1500	1500
1963/64	102	104	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1964/65	115	116	-	-	-	-	-	-	-	1380	1410
1965/66	84,5	85	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1966/67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1967/68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1968/69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1330	1340
1969/70	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1250	1280
1970/71	75,3	75,9	83,1	92,8	137	216	698	1000	1030	1070	1070
1971/72	68,1	68,2	72,2	81,9	104	173	571	881	967	1030	1030
1972/73	63,2	63,2	65,1	73,6	112	206	471	661	704	760	768
1973/74	63,6	63,8	-	-	-	-	-	-	-	683	687
1974/75	63,6	63,8	65,1	81,7	119	238	585	1090	1150	1180	1190
1975/76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1040	1040

Tableau 4.36

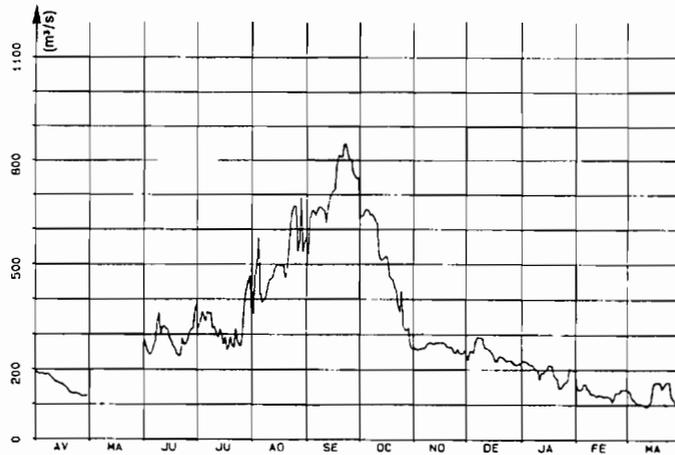
Déficit et coefficient d'écoulement

Station : Kembé

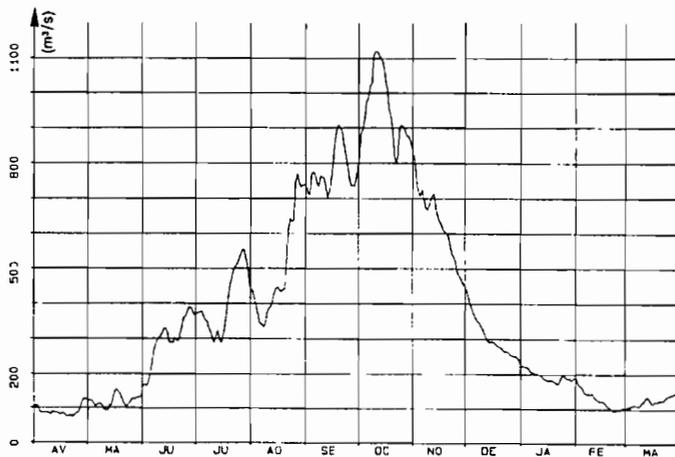
Rivière : Kotto

Superficie du bassin versant : 77 750 km²

Année	Module annuel (m ³ /s)	Lame équivalente (mm)	Pluviométrie moyenne (mm)	Déficit d'écoulement (mm)	Coefficient d'écoulement (%)
1952/53	(400)	162	1485	1323	(10,9)
1953/54	(310)	126	1563	1437	(8,1)
1954/55	377	153	1503	1350	10,2
1955/56	463	188	1513	1325	12,4
1957/58	438	178	1691	1513	10,5
1958/59	507	206	1498	1292	13,8
1959/60	(303)	123	1337	1214	9,2
1960/61	401	163	1414	1251	11,5
1961/62	415	168	1336	1168	12,6
1962/63	558	226	1737	1511	13,0
1964/65	(466)	189	1417	1228	13,3
1970/71	383	155	1364	1209	11,4
1971/72	342	139	1296	1157	10,7
1972/73	296	120	1263	1143	9,5
1973/74	(242)	98	1149	1051	8,6
1974/75	390	158	1389	1231	11,4



Année de pluviométrie décennale sèche (1959 - 1960)



Année de pluviométrie décennale humide (1954 - 1955)

Fig- 4-6 - La KOTTO à KEMBE

Figure 4-6
 La Kotto à Kembé

Le débit maximal de crue est de 1 500 m³/s, soit 19,3 l/s/km², en 1962.

Celui de l'étiage est descendu à 63,2 m³/s, en 1973, soit 0,8 l/s/km². L'étiage est de même importance qu'à Bria, mais entre les 2 stations le rôle des grès s'est réduit car les grès-quartzites précambrien de Kembé-Fouroumbala sont beaucoup plus résistants à l'érosion que les grès mésozoïques de Ouadda. Leur rôle n'est tout de même pas nul d'autant plus qu'ils reprennent d'assez importantes intercalations de carbonates et de dolomies.

Les déficits d'écoulement vont de 1 051 à 1 513 mm. Nous retrouvons la même forte année (1962-1963) qu'à Bria.

Le coefficient d'écoulement varie entre 8,1 et 13,8 %. Nous avons reconstitué l'année 1952-1953 en nous basant sur un semblant de corrélation entre pluie et débit : ceci était nécessaire pour reconstituer le module de l'Uele comme nous le verrons en 4.4.

4.3.3. La Pipi à Ouadda

La station a commencé à enregistrer ses premiers débits en 1956, sur une station qui a disparu : nous avons un doute sérieux sur la validité de la courbe d'étalonnage.

Nous avons pu déterminer 9 modules annuels. Le module interannuel est de 11,8 m³/s, soit un module spécifique de 4,7 l/s/km².

Le plus fort débit observé est de 63,3 m³/s, en 1972, (soit 25,3 l/s/km²) tandis que le plus faible est de 2,90 m³/s (soit 1,16 l/s/km²), en 1974, valeur spécifique comparable à celle de la Kotto à Bria.

Les déficits d'écoulement s'étagent entre 924 et 1 446 mm, ce qui paraît tout à fait normal. Le coefficient d'écoulement varie entre 9,1 et 16,6 % mais ces valeurs correspondent à la première station de 1956. Pour la période 1969/75, ce coefficient ne varie pas beaucoup : 10,3 à 13,0 %.

4.3.4. La Bangui-Kété à Alindao

La station d'Alindao a été observée très régulièrement depuis 1952. Seule, l'année 1972-73 présente des lacunes, aussi disposons-nous d'un échantillon de 22 modules annuels.

Le module interannuel est de 59,2 m³/s, soit un module spécifique de 13,0 l/s/km² ce qui est une valeur forte, comparable à ceux de la Lobaye et de la Mbali. On relève l'importance des formations carbonatées dans ce bassin déprimé.

La plus forte crue observée donne 382 m³/s (soit 83,8 l/s/km²), en 1962, tandis que l'étiage le plus bas est de 9,8 m³/s (soit 2,1 l/s/km²) en 1974.

Les déficits d'écoulement sont très corrects et se situent entre 937 et 1 451 mm.

Tableau 4.37

Débits moyens mensuels et annuels (en m³/s)

Station : 1060705505 Ouadda
 Rivière : Papi
 Pays : Centrafrique
 Aire : 2 500 km²

Année	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	Annuel
1956/57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	7,15	6,37	9,10	-
1957/58	6,88	7,15	10,3	17,3	28,9	48,2	27,7	14,2	8,74	8,39	7,52	6,44	16
1958/59	6,85	7,09	9,31	12,7	16,6	17,8	25,3	14,2	7,17	6,10	7,53	6,60	11,4
1959/60	6,03	7,70	9,46	12,1	15,8	20,8	14,2	14,1	-	-	-	-	-
1967/68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,22	8,25	-
1968/69	7,97	9,24	10,7	10,8	-	-	-	-	-	-	-	4,93	-
1969/70	5	4,33	5,20	6,70	21,8	28,5	31,6	20,6	13,5	4,96	4,59	4,93	12,6
1970/71	4,87	4,82	6,73	14,2	39	31,3	13,7	11,9	8,23	7,63	6,20	4,89	12,8
1971/72	4,37	58	6,53	13	28,8	24,3	22,8	10,5	8,41	6,77	5,41	4,35	11,7
1972/73	4,89	5,95	10	15,8	21,5	24,6	19,2	11,1	8,16	6,71	5,30	4,29	11,5
1973/74	5,18	4,82	4,76	8,39	13,6	23,8	13	9,09	5,97	5,12	4,14	3,44	8,44
1974/75	3,70	4,16	6,24	13,1	19,4	28,4	21,7	12,3	8,29	6,76	5,30	4,26	11,1
1975/76	3,96	3,85	4,67	10,2	20,2	29,2	23,7	12	8,38	-	-	-	((11))
Moy.	5,43	5,84	7,63	12,2	22,6	27,7	21,3	13	8,54	6,62	6,16	5,59	(11,8)

Tableau 4.38

Débits extrêmes et caractéristiques (en m³/s)

Station : 1060705505 Ouadda

Rivière : Pipi

Pays : Centrafrique

Aire : 2 500 km²

Début de l'année hydrologique en avril

Année	m.Ins	m.Jou	DCE	DC11	DC9	DC6	DC3	DC1	DCC	M.Jou	M.Ins
1956/57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1957/58	5,68	5,75	6,07	6,26	7,38	9,30	17,8	46,3	53,4	60,9	61,9
1958/59	5,80	5,84	6,09	6,09	6,66	8,09	16	21,7	28,	30,2	30,4
1959/60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	31,3	35,4
1967/68	7,56	7,56	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1968/69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1969/70	3,33	3,39	3,78	4,27	4,77	5,52	20,9	30,4	33,8	34,6	34,6
1970/71	3,79	3,80	4,9	4,38	5,68	8	13,9	33,9	46,1	62,7	62,8
1971/72	3,56	3,58	3,79	4,17	4,91	7,71	16,4	26,3	39,1	50,5	54,6
1972/73	3,56	3,57	3,79	4,17	5,32	8,44	15,9	25	30,1	57,6	63,3
1973/74	3,03	3,04	3,31	3,80	4,58	5,68	9,95	18,8	24,1	54,7	60,1
1974/75	2,90	2,91	3,10	3,56	4,76	7,39	15	25,5	36,2	45,3	46,7
1975/76	3,12	3,12	-	-	-	-	-	-	-	49,7	53,2

Tableau 4.39

Déficit et coefficient d'écoulement

Station : Ouadda

Rivière : Pipi

Superficie du bassin versant : 2 500 km²

Année	Module annuel (m ³ /s)	Lame équivalente (mm)	Pluviométrie moyenne (mm)	Déficit d'écoulement (mm)	Coefficient d'écoulement (%)
1957/58	16	202	1218	1016	16,6
1958/59	11,4	144	1590	1446	9,1
1969/70	12,6	159	1249	1090	12,7
1970/71	12,8	161	1238	1077	13
1971/72	11,7	148	1227	1079	12,1
1972/73	11,5	145	1137	992	12,8
1973/74	8,44	106	1030	924	10,3
1974/75	11,1	140	1265	1125	11,1
1975/76	11	138	1148	1010	12

Tableau 4.40

Débits moyens mensuels et annuels (en m³/s)

Station : 1060701103 Alindao
 Rivière : Bangui-Kété
 Pays : Centrafrique
 Aire : 4 560 km²

Année	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	Annuel
1952/53	21,7	22,3	27,2	63,3	57,1	81,5	116,	75,5	41,1	31,2	24,3	24	48,8
1953/54	24,1	35	39,7	42,3	80,9	89,2	92,9	67,3	36,3	28,6	31,1	24,5	49,3
1954/55	22,4	34,2	60	56,4	98	92,5	84,8	92,7	50,6	36,5	29,2	34,4	57,6
1955/56	49,2	44,6	48,6	66,5	96,4	118	130	93,6	47,6	36	29,3	38,3	66,5
1956/57	37,9	35,6	26,8	48,3	92	72,9	74,8	52,3	29,9	23,3	22,7	30,2	45,6
1957/58	24,5	27,3	36,6	68,8	74,5	67,5	111	124	65,8	38,2	25,8	28,5	57,7
1958/59	58,1	78,8	100	108	57,5	73,7	68,9	65,1	39,3	27,4	23,2	42,3	61,9
1959/60	35,7	60,1	66,4	51,8	66,5	109	182	115	76,7	42,5	35,8	33,2	72,9
1960/61	48,7	36,9	41,2	47,3	88,7	179	141	81	46,9	38,2	25,2	19,7	66,2
1961/62	28,2	27,6	30,1	46,6	103	221	150	119	79,2	40,7	27,3	26	74,9
1962/63	38,8	37,8	63,2	161	248	216	199	172	82,9	54,5	46,9	41,9	114
1963/64	43,2	44,6	47,9	64,8	81,4	83,6	133	82,1	41	35,5	39,8	24	60,1
1964/65	18,8	25,3	33,9	45,7	48,5	85,9	166	110	48,2	37,9	30,4	20,2	55,9
1965/66	19,1	21,6	31,5	47,1	63,1	121	96,4	46,8	31,2	23,6	17,3	17,3	44,7
1966/67	37,8	36,7	49,5	78,7	120	134	74,7	55,5	34,1	25,6	20	16,7	56,9
1967/68	13	21,4	31,8	62,5	98,4	133	129	76	42	31,8	23,1	24,1	57,2
1968/69	26,5	36,2	50,3	104	110	134	170	111	68,5	45,9	34	51,1	78,5
1969/70	47,3	62	65	63,5	100	118	86,6	74,4	47	35	27,8	23,9	62,5
1970/71	20,6	30,4	41,6	36,6	82,9	120	79,3	62,4	31	23,5	16,6	13,2	46,5
1971/72	16,3	12,3	25,1	50,1	54,3	78,6	70,6	32,3	26,7	14,5	11,4	10,5	33,6
1972/73	19,3	23,5	72	-	-	-	105	78,9	-	-	-	16,9	-
1973/74	18,5	27,8	74,5	72	54,1	48,2	69,1	55,1	26,1	19,3	14	13,8	41
1974/75	16,1	55,6	35,2	49,3	95,7	75,7	123	68,9	32,1	22	17,2	16,6	50,6
1975/76	18,4	22,8	20,4	36,2	89,1	-	-	-	-	-	-	-	-
Moy.	29,3	35,9	46,6	64	89,6	112	115	83,1	46,6	32,4	26	25,7	59,2

Tableau 4.41

Débites extrêmes et caractéristiques (en m³/s)

Station : 1060701103 Alindao

Rivière : Bangui-Kété

Pays : Centrafrique

Aire : 4 560 km²

Début de l'année hydrologique en avril

Année	m.Ins	m.Jou	DCE	DC11	DC9	DC6	DC3	DC1	DCC	M.Jou	M.Ins
1952/53	14,1	14,4	16,1	19,3	23,9	36,5	65,2	100	143	195	197
1953/54	15,7	15,8	18,6	22,3	28,4	36,9	67,4	94,5	137	189	194
1954/55	16,3	16,6	18,9	23,8	33,8	48,9	81,5	104	117	190	195
1955/56	24,5	28,3	28,8	31,5	38,3	53,5	88,3	129	160	184	192
1956/57	16	16	16,7	20,6	25,2	36,9	57,7	85,3	114	193	201
1957/58	15,2	16	16,8	21,4	28,8	43,7	78,4	121	159	192	201
1958/59	16	16	18,5	23,7	32,6	53,4	77,1	118	172	200	204
1959/60	11,6	12,4	23,3	29,7	39,7	56,7	93,3	158	185	260	262
1960/61	14,9	15,2	18	21,8	35	46,1	73,5	152	237	286	295
1961/62	17,5	18,2	20,3	22,9	27,8	43,2	116	173	263	293	295
1962/63	23,1	23,7	28,5	32,6	43,9	75,7	182	242	282	376	382
1963/64	21,8	21,8	22,2	28,7	36,9	49,5	76,2	102	138	277	283
1964/65	11,6	11,9	14,4	18,6	25,2	36,9	63,4	143	177	282	283
1965/66	11,6	11,6	13,7	14,7	21,8	30,6	50,9	108	148	209	210
1966/67	12,9	12,9	14,5	17,7	26,6	43	74,2	123	142	261	273
1967/68	11,6	11,6	11,9	14,6	23,2	39,2	81,3	133	169	226	231
1968/69	12,9	13	15	26,1	42,2	58,1	109	147	216	316	318
1969/70	16	16,7	20,6	25,7	37	60,1	78,8	105	132	185	186
1970/71	11	11	12,1	14,2	21,5	32,2	70,2	93,3	127	263	267
1971/72	9,80	9,82	10	10,3	12,7	25,6	51,2	72,3	93,2	140	149
1972/73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1973/74	9,80	9,88	11,7	13,3	18,4	33,2	58,5	83,4	105	154	157
1974/75	9,80	9,80	10,4	14,5	20,3	37,6	74,2	117	151	159	165
1975/76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Le coefficient d'écoulement est fort : il varie entre 17,9 et 42,7 %, encore que les valeurs inférieures à 20 % ne concernent que 1971-1972 et 1973-1974.

Tableau 4.42

Déficit et coefficient d'écoulement

Station : Alindao

Rivière : Bangui-Kété

Superficie du bassin versant : 4 560 km

Année	Module annuel (m ³ /s)	Lame équivalente (mm)	Pluviométrie moyenne (mm)	Déficit d'écoulement (mm)	Coefficient d'écoulement (%)
1953/54	49,3	341	1362	1021	25
1954/55	57,6	398	1504	1106	26,5
1955/56	66,5	460	1441	981	31,9
1956/57	45,6	315	1392	1077	22,6
1957/58	57,7	399	1850	1451	21,6
1958/59	61,9	428	1365	937	31,4
1959/60	72,9	504	1769	1265	28,5
1960/61	66,2	458	1411	953	32,5
1961/62	74,9	518	1559	1041	33,2
1962/63	114	788	1845	1057	42,7
1963/64	60,1	416	1410	994	29,5
1964/65	55,9	387	1553	1166	24,9
1965/66	44,7	309	1519	1210	20,3
1966/67	56,9	394	1744	1350	22,6
1967/68	57,2	396	1474	1078	26,9
1968/69	78,5	543	1817	1274	29,9
1969/70	62,5	432	1586	1154	27,2
1970/71	46,5	322	1264	942	25,5
1971/72	33,6	232	1300	1068	17,9
1973/74	41	284	1470	1186	19,3
1974/75	50,6	350	1430	1080	24,5

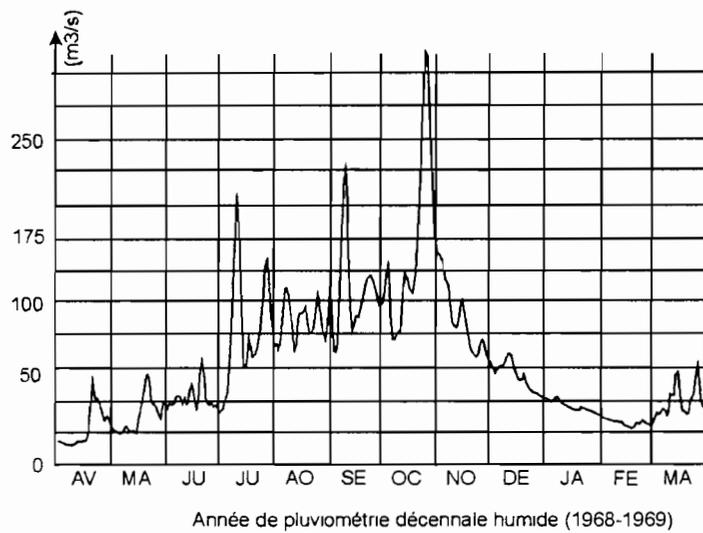
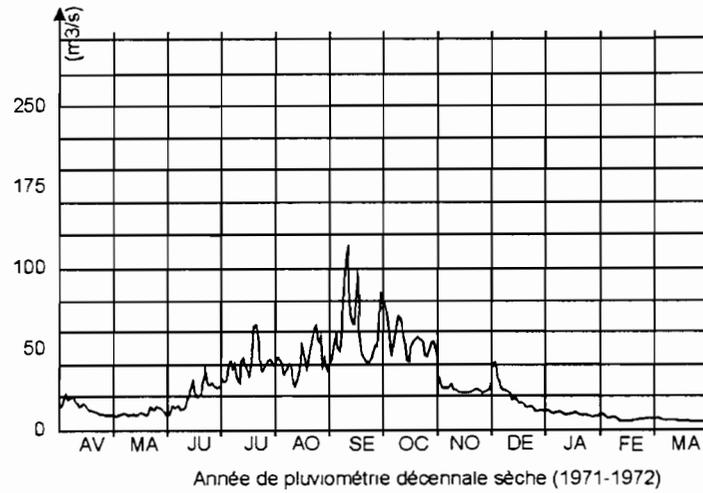


Figure 4-7
 ■
 Bangui - Kété à Alindao

4.3.5. La Ouaka à Bambari

Les premiers résultats de débits datent de juillet 1952, mais comme il existe des lacunes dans les observations, nous ne disposons seulement que d'un échantillon de 15 modules annuels.

Le module interannuel est de 187 m³/s, ce qui représente un module spécifique de 6,3 l/s/km².

Nous retrouvons à cette station des résultats très comparables à ceux du Chari : 1955-1956 et 1961-1962 sont des années de forte hydraulicité tandis que 1973-1974 est faible.

Le plus fort débit observé, en 1961, est de 788 m³/s, soit 26,5 l/s/km².

Pour les basses eaux, le débit est descendu jusqu'à 17,2 m³/s, soit un débit spécifique d'étiage de 0,58 l/s/km² (en 1975).

Il n'y a rien à dire pour les déficits d'écoulement, qui varient entre 979 et 1 445 mm.

Le coefficient d'écoulement est assez constant d'une année à l'autre. En 1972-1973 et 1973-1974 il est descendu en dessous de 10 % alors que sa valeur est souvent comprise entre 13 et 15 %. Sa valeur maximale a été de 19,0 % en 1955-1956.

4.3.6. La Tomi à Sibut

Les premiers débits observés à cette station datent de 1951. 16 modules annuels ont été déterminés. Le module interannuel est de 15,7 m³/s, ce qui représente un module spécifique de 6,0 l/s/km².

Le débit maximal observé est de 154 m³/s, en 1966, soit 59 l/s/km² tandis que l'étiage le plus sévère est de 0,330 m³/s, soit 0,13 l/s/km², en 1974 et 1975.

Les déficits d'écoulement s'étagent entre 842 et 1 438 mm, valeurs qui paraissent correctes, tandis que le coefficient d'écoulement varie entre 6,2 (années sèches 1972-1974) et 22,7 %.

4.3.7. L'Ombella à Bossélé (Pont-Route du Km 105)

La détermination des débits commence en 1953. Malheureusement il existe des lacunes nombreuses, liées à des relevés faux qui ont dû être éliminés : 9 modules annuels, seulement, ont été calculés.

Le module interannuel est de 22,5 m³/s, ce qui représente un module spécifique de 7,5 l/s/km².

Tableau 4.43

Débits moyens mensuels et annuels (en m³/s)

Station : 1060702705 Bambari

Rivière : Ouaka

Pays : Centrafrique

Aire : 29 730 km²

Année	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	Annuel
1952/53	-	-	-	138	-	290	327	247	54,8	14,8	-	-	-
1953/54	-	86,8	135	149	257	340	348	247	139	105	89,2	88,9	-
1954/55	72,3	90,8	135	153	247	362	461	294	175	129	96,3	106	194
1955/56	117	132	197	290	397	543	500	339	220	165	131	166	266
1956/57	116	97,5	148	221	291	329	360	246	162	119	89,9	92,4	189
1957/58	115	101	140	195	249	292	388	341	209	142	109	81,7	197
1958/59	102	102	127	239	232	274	337	233	156	106	76,2	65,9	171
1959/60	69,8	106	90,9	118	175	254	285	228	141	104	69,2	37,5	140
1960/61	48,3	107	115	208	318	478	618	403	269	190	146	104	250
1961/62	89,5	103	155	235	252	585	469	227	167	109	78,8	59,1	211
1962/63	117	143	138	184	283	374	407	341	209	142	109	82,4	211
1963/64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1966/67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	67,2	-
1967/68	54,2	65,7	95,5	-	-	416	521	288	156	113	81,1	69,3	-
1968/69	76,4	126	161	217	383	311	334	258	162	106	83,5	138	196
1969/70	109	140	169	240	312	370	422	365	231	137	89,5	60,8	220
1970/71	-	95,3	77,7	131	-	365	-	-	-	-	47,9	33,2	-
1971/72	43,9	31,4	68,7	177	230	408	441	214	134	74,5	50,2	33,5	159
1972/73	35,9	46,6	90,8	141	212	282	292	182	92,1	67,9	44,4	30	126
1973/74	38,6	71,1	90	129	145	179	248	158	73,5	48,5	30,2	24,7	103
1974/75	42,1	159	100	131	249	395	408	282	138	91,5	69,3	51,9	176
1975/76	51	60,5	80,7	173	379	-	514	361	207	-	-	-	-
Moy.	76,4	98,1	122	183	271	360	404	277	163	109	82,8	73,3	187

Tableau 4.44

Débites extrêmes et caractéristiques (en m³/s)

Station : 1060702705 Bambari

Rivière : Ouaka

Pays : Centrafrique

Aire : 29 730 km²

Début de l'année hydrologique en avril

Année	m.Ins	m.Jou	DCE	DC11	DC9	DC6	DC3	DC1	DCC	M.Jou	M.Ins
1952/53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1953/54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	438	443
1954/55	60,6	60,8	63,7	80,4	103	143	280	422	492	522	526
1955/56	91	93,1	103	121	143	210	384	526	556	584	586
1956/57	76,3	76,8	80,8	89,5	105	152	285	341	390	431	435
1957/58	63,5	64,4	70,6	83,7	117	162	264	366	435	455	458
1958/59	48,8	49,4	52,3	69,2	97	138	246	319	345	388	390
1959/60	24,8	25,3	31,1	49,4	83,5	118	185	278	304	323	330
1960/61	28,1	29	34,8	83,5	115	198	338	541	714	774	781
1961/62	48,8	48,8	53,4	69	100	163	246	516	728	784	788
1962/63	67,5	67,6	76,7	90,8	133	160	309	398	454	503	511
1963/64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1966/67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1967/68	36,9	39,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1968/69	42,2	42,6	48,7	79,6	108	166	300	366	416	453	456
1969/70	56,4	56,6	59	69,4	108	188	321	408	436	541	562
1970/71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1971/72	24,8	25,1	26,6	30,6	43,3	109	208	437	463	493	505
1972/73	24	24	27,8	30,8	44,9	86,7	205	288	317	338	344
1973/74	19	19,1	23,1	27,5	43,2	79,4	150	236	259	303	306
1974/75	17,2	17,2	22,3	50,1	81	133	274	392	447	527	527
1975/76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tableau 4.45

Déficit et coefficient d'écoulement

Station : Bambari

Rivière : Ouaka

Superficie du bassin versant : 29 730 km²

Année	Module annuel (m ³ /s)	Lame équivalente (mm)	Pluviométrie moyenne (mm)	Déficit d'écoulement (mm)	Coefficient d'écoulement (%)
1954/55	194	206	1400	1194	14,7
1955/56	266	282	1485	1203	19
1956/57	189	200	1366	1166	14,6
1957/58	197	209	1504	1295	13,9
1958/59	171	181	1366	1185	13,3
1959/60	140	149	1460	1311	10,2
1960/61	250	265	1519	1254	17,5
1961/62	211	224	1203	979	18,6
1962/63	211	224	1665	1441	13,5
1968/69	196	208	1547	1339	13,5
1969/70	220	233	1678	1445	13,9
1971/72	159	169	1229	1060	13,8
1972/73	126	134	1352	1218	9,9
1973/74	103	109	1292	1183	8,4
1974/75	176	187	1514	1327	12,4

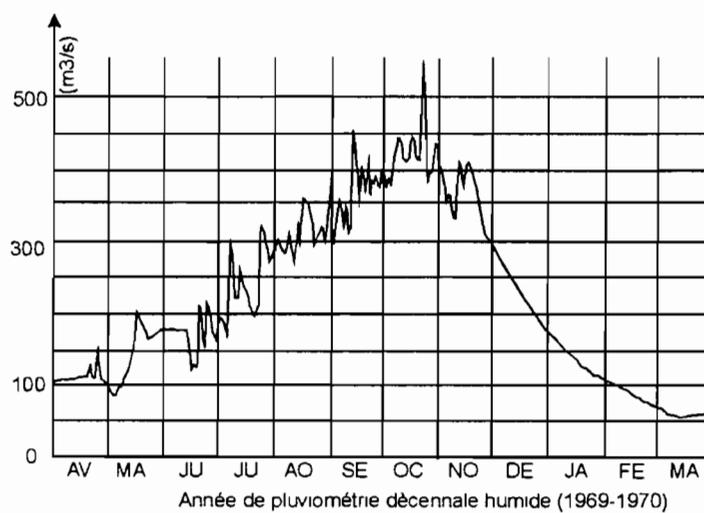
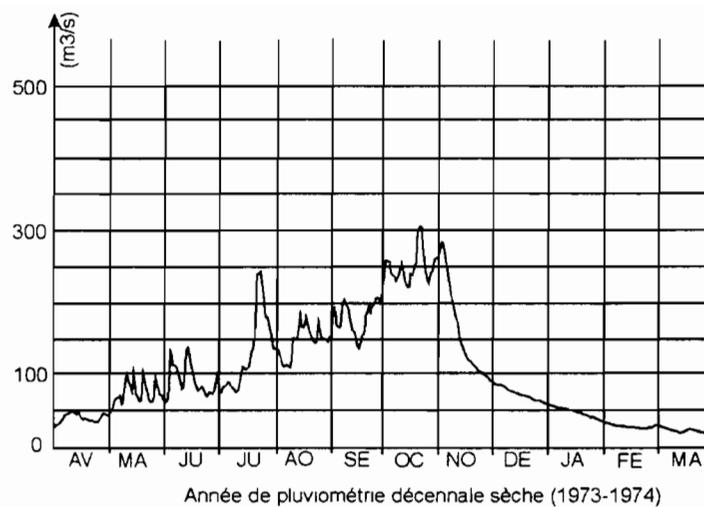


Figure 4-8
 L'Ouaka à Bambari

Tableau 4.46

Débits moyens mensuels et annuels (en m³/s)

Station : 1060705705 Sibut

Rivière : Tomi

Pays : Centrafrique

Aire : 2 610 km²

Année	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	Annuel
1951/52	-	-	-	-	-	20,7	41,7	19,2	8,32	5,03	3,12	2,27	-
1952/53	2,40	6,35	8,50	12,5	26,7	32,9	47,6	26,8	10,5	8,72	4,44	2,00	15,8
1953/54	2,52	4,81	7,68	7,86	8,79	32,2	20,9	15,8	4,91	2,33	2,21	1,46	9,29
1954/55	1,81	6,47	11,4	11,5	13,5	23,3	-	-	8,08	4,73	2,41	2,03	-
1955/56	2,09	3,92	7,26	19,9	50,1	38,3	51	26,6	11,8	7,33	4,55	7,52	19,2
1956/57	5,06	3,88	6,96	-	-	22,1	38,4	19,4	12,4	6,14	2,95	4,52	-
1957/58	8,33	6,53	11,6	15	32	34,8	38,1	28,4	17,6	7,94	5,01	3,12	17,4
1958/59	2,34	11	8,74	20,2	26,6	41,5	31,4	20,9	6,89	5,36	-	-	((15))
1959/60	-	-	-	-	-	31,1	42,3	24,2	12	3,98	2,61	1,56	-
1960/61	2,84	7,48	5,83	-	-	-	48,9	32,7	13,9	11,2	5,44	2,86	-
1961/62	7,50	4,19	4,66	16,7	41,7	66	54,5	24,8	11,4	8,86	4,57	2,83	20,6
1962/63	3,48	3,83	5,55	10,8	26	50,1	35,8	25,3	10,6	7,23	4,71	3,01	15,5
1963/64	11,5	5,32	7,93	27,6	42	43,3	32,5	17,8	8,95	4,91	2,32	3,24	17,3
1964/65	3,64	5,50	8,01	25,4	25,4	43,5	73,2	32,2	15,6	12	5,86	4,11	21,2
1965/66	3,07	1,92	5,89	-	-	49,8	43,7	23,8	12,4	7,23	3,94	2,92	-
1966/67	7,29	26,1	28,8	32,8	49,3	49,6	37,4	28,6	14,3	9,34	5,54	3,45	24,4
1967/68	2,49	2,78	5,76	21,4	46,6	59,7	68	33,1	15,6	10,1	6,77	8,87	23,4
1968/69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,08	5,44	7,02	-
1969/70	6,72	4,15	4,74	11,1	22,7	38,7	32,7	21,2	8,93	5,62	3,12	2,24	13,5
1970/71	2,03	3,01	4,66	11,8	16,9	28,5	41,1	22,2	7,69	3,95	2,12	1,80	12,2
1971/72	2,23	1,17	4,24	21	21,4	41,2	-	-	-	2,47	1,48	1,22	-
1972/73	1,64	1,27	6,75	10,3	17,9	45,8	26,6	14,9	5,12	2,93	1,45	,942	11,3
1973/74	2,75	2,11	3,09	1,91	15,1	19,3	7,27	2,36	1,21	,812	,524	,634	4,76
1974/75	,911	4,39	4,04	2,40	20,2	34,5	42,1	17,7	5,04	2,27	1,27	,716	11,3
1975/76	1,31	,830	-	-	57,8	55,3	56,7	28,8	-	-	-	-	-
Moy.	3,82	5,32	7,72	15,6	29,5	39,2	41,5	23	10,2	6,23	3,56	3,06	(15,7)

Tableau 4.47

Débits extrêmes et caractéristiques (en m³/s)

Station : 1060705705 Sibut

Rivière : Tomi

Pays : Centrafrique

Aire : 2 610 km²

Début de l'année hydrologique en avril

Année	m.Ins	m.Jou	DCE	DC11	DC9	DC6	DC3	DC1	DCC	M.Jou	M.Ins
1951/52	-	-	-	-	-	-	-	-	-	51,3	52,6
1952/53	1,52	1,57	1,77	2,08	3,76	8,97	24,2	41,9	49,6	74,2	79,8
1953/54	1,03	1,04	1,15	1,76	2,31	4,70	12,4	26,6	33,9	52,6	55,9
1954/55	1,65	1,67	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1955/56	1,30	1,36	1,63	1,91	4,91	10,8	32,7	44,9	77,1	136	150
1956/57	0,891	0,928	-	-	-	-	-	-	-	63,5	64,8
1957/58	1,65	1,68	2,07	2,71	6,94	12,6	28,2	38,1	45,7	60,2	61,1
1958/59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	72,9	79,1
1959/60	1,08	1,21	-	-	-	-	-	-	-	62,3	64,8
1960/61	1,65	1,78	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1961/62	1,41	1,62	2,04	2,61	3,96	10,2	35,7	55,9	81,5	115,	135,
1962/63	1,30	1,31	1,72	2,39	4,05	7,64	25,3	40	57,4	84,5	86
1963/64	1,36	1,45	1,91	2,63	4,23	9,49	29,9	41,5	56	91,0	99,4
1964/65	1,52	2,34	2,83	3,64	5,22	12,9	32,1	48	88,5	150	150
1965/66	1,08	1,18	-	-	-	-	-	-	-	81,6	83,5
1966/67	2,31	2,83	3,18	3,95	8,58	23,9	37,2	48,3	63,7	91,2	154,
1967/68	1,41	1,41	1,67	2,04	6,22	12,4	33	58	110	138	148
1968/69	1,77	1,90	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1969/70	1,72	1,75	2,05	2,42	3,80	7,38	19,8	36,7	44,1	53,5	56
1970/71	0,822	1	1,32	1,54	2,39	5,83	18,9	38,8	46,6	54	55,6
1971/72	0,787	0,791	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1972/73	0,682	0,765	0,868	0,934	1,46	4,84	16	32,5	58,7	96,5	106
1973/74	0,330	0,334	0,360	0,511	1,03	1,58	4,48	16	32,6	40,4	41
1974/75	0,330	0,511	0,611	0,691	1,33	3,45	16,5	38	46	63,5	64,2
1975/76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	110	113

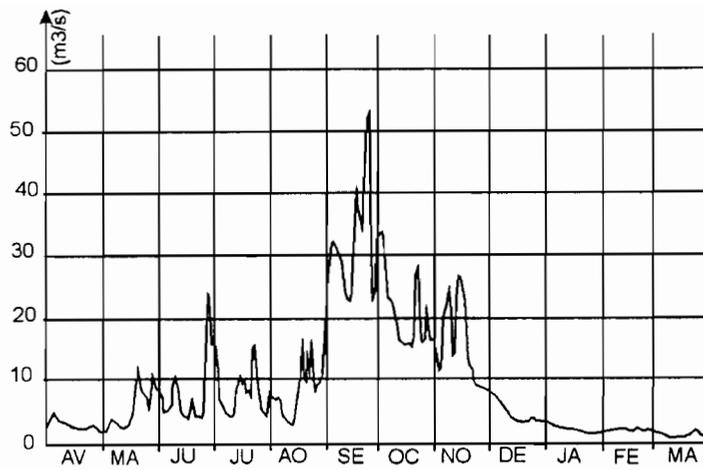
Tableau 4.48
Déficit et coefficient d'écoulement

Station : Sibut

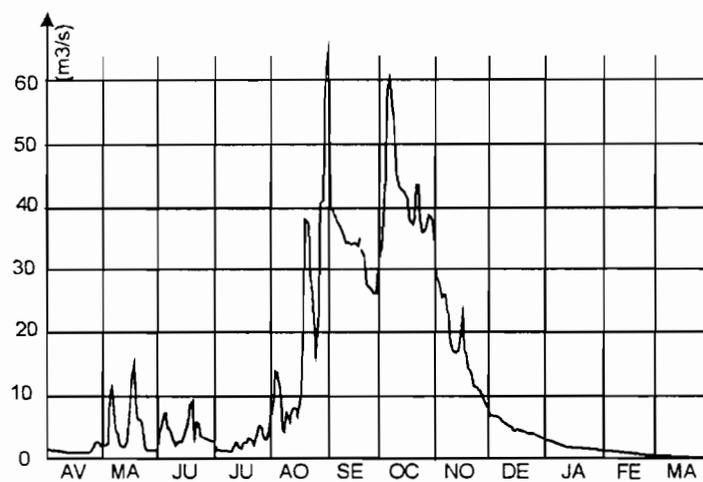
Rivière : Tomi

Superficie du bassin versant : 2 610 km²

Année	Module annuel (m ³ /s)	Lame équivalente (mm)	Pluviométrie moyenne (mm)	Déficit d'écoulement (mm)	Coefficient d'écoulement (%)
1952/53	15,8	191	1427	1236	13,4
1953/54	9,29	112	1062	950	10,5
1955/56	19,2	232	1281	1049	18,1
1957/58	17,4	210	1390	1180	15,1
1958/59	(15)	181	1313	1132	13,8
1961/62	20,6	249	1497	1248	16,6
1962/63	15,5	187	1438	1251	13
1963/64	17,3	209	1290	1081	16,2
1964/65	21,2	256	1436	1180	17,8
1966/67	24,4	295	1302	1007	22,7
1967/68	23,4	283	1426	1143	19,8
1969/70	13,5	163	1265	1102	12,9
1970/71	12,2	147	1454	1307	10,1
1972/73	11,3	137	979	842	14
1973/74	4,76	58	935	877	6,2
1974/75	11,3	137	1575	1438	8,7



Année de pluviométrie décennale sèche (1953-1954)



Année de pluviométrie décennale humide (1974-1975)

Figure 4-9

Tomé à Sibut

Tableau 4.49

Débits moyens mensuels et annuels (en m³/s)

Station : 1060705303 Bossélé (Km 105)

Rivière : Ombella

Pays : Centrafrique

Aire : 3 020 km²

Année	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	Annuel
1952/53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8,88	-
1953/54	8,39	9,45	15,1	12,2	19,6	29,8	28,1	41,5	10,4	8,77	9,43	8,53	16,8
1954/55	9,29	7,26	-	11,8	21,7	44,4	67,7	-	-	-	-	-	-
1955/56	7,74	8,44	6,99	23,4	57,1	98,7	79,7	47,1	-	-	-	-	-
1956/57	7,79	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1962/63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18,2	10,8	8,04	-
1963/64	12,3	10,3	10,7	21,3	-	-	32,8	42,8	17,7	10	6,39	6,51	-
1964/65	8,46	6,36	9,08	12,1	17,6	33,6	70,5	61,4	23	11,2	7,91	9,33	22,6
1965/66	8,74	6,11	5,25	14	38,8	70,5	74	35,1	19,4	11,4	7,06	5,91	24,7
1966/67	9,06	15,5	32,6	28,4	61,3	89,8	55,8	45,2	21,2	-	-	-	((32))
1967/68	25	-	-	22,9	29,8	61	86,9	39,3	18,9	11,8	8,30	7,92	-
1968/69	8,28	9,33	-	-	-	54,8	-	-	-	12,7	8,30	8,68	-
1969/70	6,74	6,67	7,15	23,1	50,5	77,5	64,5	41,1	20,2	12,1	7,20	6,10	26,9
1970/71	60	7,23	5,23	10,7	29,9	70	67,2	36,3	16,9	10,6	6,42	6,25	22,7
1971/72	5,81	4,05	5,93	-	-	35,8	34,7	13,2	8,89	5,33	3,83	2,74	-
1972/73	3,39	5,05	13,5	12,8	20,1	38,3	-	-	5,22	3,87	2,75	2,22	-
1973/74	2,65	3,58	4,09	4,52	33,4	38,3	17,5	10,4	4,50	3,06	2,30	2,33	10,6
1974/75	2,66	5,60	3,98	3,44	7,58	31,1	40,6	17,7	5,90	3,47	2,39	2,43	10,6
1975/76	2,52	2,63	9,11	21,7	67,8	123,	114,	45,5	18,5	-	-	-	((36))
Moy.	7,93	7,17	9,90	15,9	35	59,8	59,6	36,7	14,7	9,42	6,39	6,13	(22,5)

Tableau 4.50

Débits extrêmes et caractéristiques (en m³/s)

Station : 1060705303 Bossélé (Km 105)

Rivière : Ombella

Pays : Centrafrique

Aire : 3 020 km²

Début de l'année hydrologique en avril

Année	m.Ins	m.Jou	DCE	DC11	DC9	DC6	DC3	DC1	DCC	M.Jou	M.Ins
1952/53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1953/54	4,28	5,14	5,43	6,29	8,61	11,5	19,2	38,3	59,2	77,2	79,6
1954/55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	81,1	84
1955/56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	114	114
1956/57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1962/63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1963/64	4,55	4,75	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1964/65	4,28	4,46	5,61	6,47	8,05	11,8	28,7	58,7	94,6	106	107
1965/66	4,28	4,33	4,64	5,27	6,38	11,4	37,3	71,7	84,5	101	102
1966/67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	109	109
1967/68	5,04	5,19	-	-	-	-	-	-	-	121	121
1968/69	5,44	5,48	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1969/70	4,46	4,55	4,99	5,45	6,87	12,5	45,6	79,1	89,8	95	95,1
1970/71	4,01	4,07	4,32	4,88	5,93	10,4	30,5	70,2	79,6	85	85,2
1971/72	2,49	2,50	-	-	-	-	-	-	-	62,1	63,4
1972/73	1,95	1,95	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1973/74	2,01	2,01	2,07	2,24	2,63	3,90	12,9	38	55,3	71,2	72,4
1974/75	1,95	1,97	2,14	2,24	2,72	4,09	11,2	35,8	46,6	50,3	51
1975/76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	146	146

Le plus fort débit, sur la série, est de 146 m³/s (soit 48,3 l/s/km²) en 1975. L'étiage le plus sévère est de 1,95 m³/s, soit 0,65 l/s/km², en 1974. Là aussi il faut souligner l'importance des formations carbonatées : elles représentent près des 2/3 de la superficie de ce bassin.

Compris entre 981 et 1 469 mm, les déficits d'écoulement paraissent normaux car l'ETP sur le bassin est de l'ordre de 1 550 à 1 600 mm.

Le coefficient d'écoulement varie entre 7,4 et 25,9 %, les valeurs les plus faibles étant celles des années 1973-1974 et 1974-1975.

Tableau 4.51

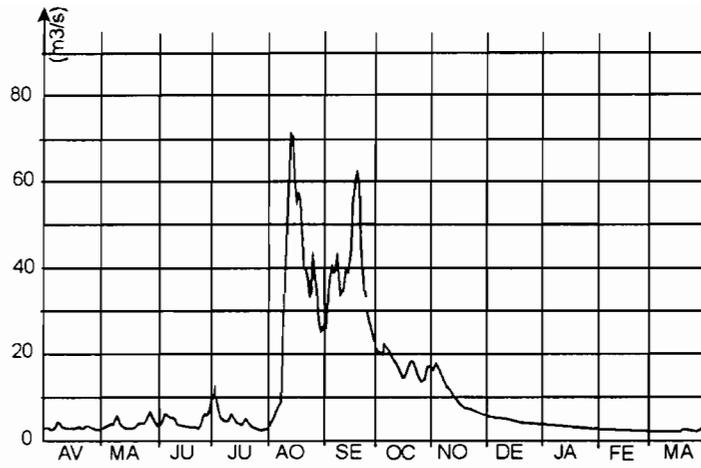
Déficit et coefficient d'écoulement

Station : Bossélé (Km 105)

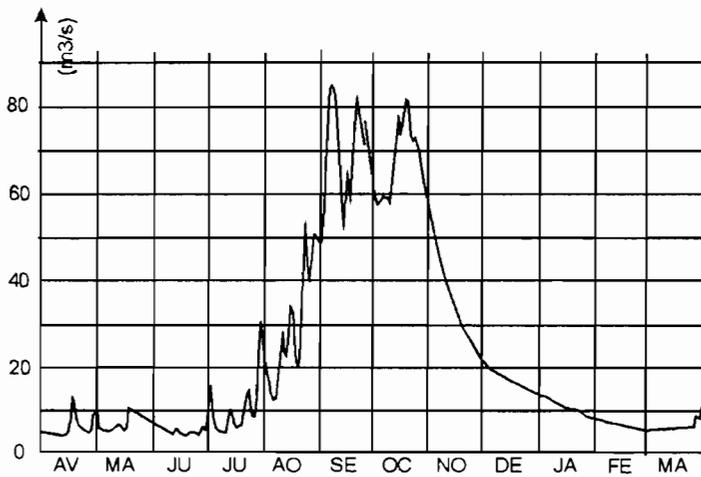
Rivière : Ombella

Superficie du bassin versant : 3 020 km²

Année	Module annuel (m ³ /s)	Lame équivalente (mm)	Pluviométrie moyenne (mm)	Déficit d'écoulement (mm)	Coefficient d'écoulement (%)
1953/54	16,8	175	1347	1172	13
1964/65	22,6	236	1269	1033	18,6
1965/66	24,7	258	1239	981	20,8
1966/67	-32	334	1543	1209	21,6
1969/70	26,9	281	1750	1469	16,1
1970/71	22,7	237	1540	1303	15,4
1973/74	10,6	111	1207	1096	9,2
1974/75	10,6	111	1500	1389	7,4
1975/76	(36)	376	1452	1076	25,9



Année de pluviométrie décennale sèche (1953-1954)



Année de pluviométrie décennale humide (1970-1971)

Figure 4-10

Ombella à Bossélé (km 105)

4.3.8. La Mpoko à Bossélé-Bali

Les relevés de débits, à cette station, commencent en octobre 1957. Il a été possible de déterminer 16 modules annuels.

Le module interannuel est de 92,4 m³/s ce qui représente un module spécifique de 8,8 l/s/km².

Le débit maximal instantané est de 399 m³/s soit 38,1 l/s/km² (1975). L'étiage le plus sévère est de 8,39 m³/s, soit 0,8 l/s/km² (1974).

Les déficits d'écoulement varient entre 1 076 et 1 343 mm, valeurs tout à fait normales. Le coefficient d'écoulement varie entre 8,8 et 28,6 %.

Tableau 4.52

Débits moyens mensuels et annuels (en m³/s)

Station : 1060702515 Bossélé-Bali

Rivière : Mpoko

Pays : Centrafrique

Aire : 10 460 km²

Année	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	Annuel
1957/58	-	-	-	-	-	-	292	227	155	105	80,8	71,5	-
1958/59	60,7	68,6	60,4	86,3	93,5	150	183	163	107	73,2	52,6	41,9	95
1959/60	32,2	43,8	48,7	85,2	157	285	248	212	127	86,4	64,8	51,9	120
1960/61	48,1	58,1	53	126	213	242	227	202	129	93,4	62	44	125
1961/62	49,2	50,3	40,4	72,1	208	393	345	204	131	94	66,6	57,5	143
1962/63	58,5	58,7	56,8	71,4	107	164	224	170	99,5	73,8	53,1	44,7	98,5
1963/64	51,6	57,3	52,6	71,3	148	192	168	135	87	61,7	43,9	32,3	91,7
1964/65	39,6	28,1	31,5	64,2	78,7	161	191	142	79,4	55,3	46,4	-	((79,5))
1965/66	-	-	-	-	136	202	241	143	-	-	-	-	-
1966/67	-	-	66,6	-	207	285	248	212	119	78,5	56,8	40,6	-
1967/68	28,9	30,8	54,9	83,7	140	217	212	137	81,1	57,5	39,5	35,5	93,2
1968/69	28,5	30,4	52,6	74	159	150	162	163	102	65,9	49,8	62,9	91,7
1969/70	47,7	43,2	51,4	111	180	285	259	183	113	76,6	52,3	45,5	121
1970/71	38	40,9	44	96,5	180	269	238	196	113	76,3	51,4	42,3	116
1971/72	40,2	24,3	27,8	56,8	102	182	165	91,5	63,6	41,4	29,4	23,9	70,7
1972/73	23,9	17,4	27,3	38,8	75,4	90,7	90,3	59,7	33,7	24,3	16,1	10,9	42,4
1973/74	12	13,8	15,4	16,1	95,3	114	76,2	44,5	26,2	16,8	10,8	10	37,6
1974/75	11,4	17,8	15,1	20,7	54,4	143	134	97,6	46,1	29,7	20,1	16,1	50,5
1975/76	16,1	18,5	26,6	52,4	191	291	300	160	95,2	-	-	-	((107))
Moy.	36,7	37,6	42,7	70,4	140	212	211	155	94,9	65,3	46,9	39,5	(92,4)

Tableau 4.53

Débits extrêmes et caractéristiques (en m³/s)

Station : 1060702515 Bossélé-Bali

Rivière : Mpoko

Pays : Centrafrique

Aire : 10 460 km²

Début de l'année hydrologique en avril

Année	m.Ins	m.Jou	DCE	DC11	DC9	DC6	DC3	DC1	DCC	M.Jou	M.Ins
1957/58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1958/59	32,2	32,5	37,1	47,7	57,1	76,4	133	174	207	243	246
1959/60	24,7	25,1	30,4	38,3	50,1	83,1	173	263	319	385	388
1960/61	37,6	38,3	40,5	44,3	51,8	108	184	256	302	353	361
1961/62	33,6	33,8	37,6	41,5	54	83,1	193	384	398	399	399
1962/63	36,8	37,1	40,9	45,9	54,2	74	126	213	241	267	268
1963/64	26,8	27,1	31,8	34,7	49,5	70,1	141	174	211	238	240
1964/65	24	-	-	-	-	-	-	-	-	225	226
1965/66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	307	316
1966/67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	380	390
1967/68	21,7	21,8	25,4	29	35,9	69,5	126	214	252	349	368
1968/69	20,6	20,7	24,9	27,7	48,8	72,1	137	180	204	232	239
1969/70	27,4	27,9	33,7	41	49,3	76,3	183	274	337	361	364
1970/71	29,5	29,5	32,6	35,8	45,2	75,2	179	251	294	312	317
1971/72	21,7	21,9	22,9	23,6	28,1	46,6	91,3	174	200	227	238
1972/73	8,77	8,77	10,2	13,9	20	30,4	53,8	96,5	111	147	149
1973/74	8,39	8,39	9,37	10,1	12,4	18	54,6	117	129	159	162
1974/75	8,39	8,53	9,56	11,8	16,1	26,9	74,5	139	152	175	180
1975/76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	395	399

Tableau 4.54

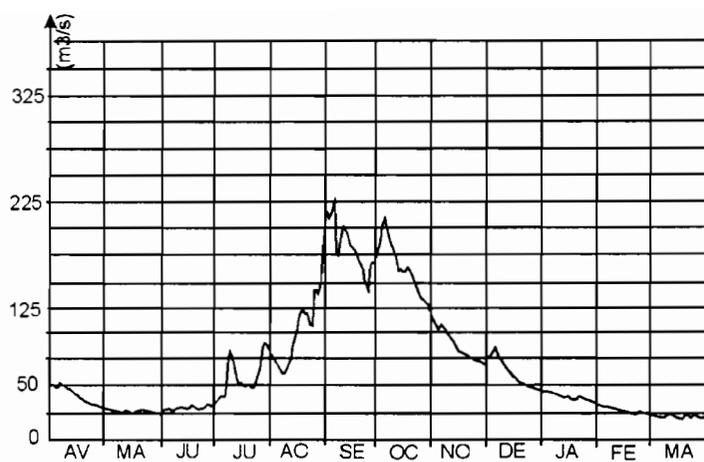
Déficit et coefficient d'écoulement

Station : Bossélé-Bali

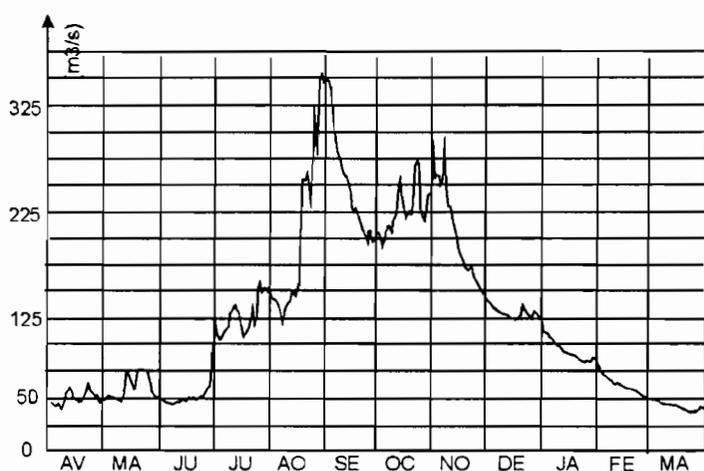
Rivière : Mpoko

Superficie du bassin versant : 10 460 km²

Année	Module annuel (m ³ /s)	Lame équivalente (mm)	Pluviométrie moyenne (mm)	Déficit d'écoulement (mm)	Coefficient d'écoulement (%)
1958/59	95	286	1450	1164	19,7
1959/60	120	362	1535	1173	23,6
1960/61	125	377	1622	1245	23,2
1961/62	143	431	1507	1076	28,6
1962/63	98,5	297	1563	1266	19
1963/64	91,7	276	1538	1262	17,9
1964/65	(79,5)	240	1347	1107	17,8
1967/68	93,2	281	1564	1283	18
1968/69	91,7	277	1603	1326	17,3
1969/70	121	365	1657	1292	22
1970/71	116	350	1548	1198	22,6
1971/72	70,7	213	1345	1132	15,8
1972/73	42,4	128	1286	1158	10
1973/74	37,6	113	1281	1168	8,8
1974/75	50,5	152	1495	1343	10,2
1975/76	(107)	323	1441	1118	22,4



Année de pluviométrie décennale sèche (1971-1972)



Année de pluviométrie décennale humide (1960-1961)

Figure 4-11

Mpoko à Bossélé - Bali

4.3.9. La Mpoko à Bangui (Bimbo)

Nous avons déjà signalé, au chapitre 3, que cette station est influencée par le niveau de l'Oubangui et que par conséquent nous avons eu des difficultés pour traiter la relation hauteur-débit. De plus la station est très mal observée. Aussi n'avons-nous que 10 modules annuels.

Par contre nous avons déterminé indirectement ces modules en utilisant les modules de l'Oubangui à Bangui et à Zinga, puisque le principal tributaire de l'Oubangui entre ces 2 stations est précisément la Mpoko. Nous avons tenu compte des apports de la Lessé (sur bassin carbonaté) et du bassin versant compris entre Bangui et Zinga (7 770 km²), lui aussi carbonaté.

Les résultats sont donnés par le tableau 4.56.

Tableau 4.55

Débits moyens mensuels et annuels (en m³/s)

Station : 1060702510 Bangui

Rivière : Mpoko

Pays : Centrafrique

Aire : 25 630 km²

Année	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	Annuel
1952/53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1953/54	-	-	146	191	217	343	754	-	-	-	-	-	-
1954/55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	165	-
1955/56	168	139	161	304	450	679	739	758	572	364	323	228	407
1962/63	-	-	-	-	307	412	520	499	278	307	172	165	-
1963/64	163	125	239	273	497	558	456	489	302	183	140	125	296
1964/65	112	99	146	440	639	291	144	137	(535)	(237)	-	-	((255))
1965/66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1966/67	-	-	221	220	469	647	631	655	413	236	156	135	((334))
1967/68	122	98,3	177	271	359	488	523	409	251	172	125	114	259
1968/69	92,9	106	160	273	435	426	441	436	327	175	94,8	141	259
1969/70	131	138	217	318	463	623	804	563	362	247	199	166	353
1970/71	127	146	173	272	431	618	761	551	372	255	162	133	333
1971/72	130	91,6	83,4	129	205	154	366	255	110	64,9	34,5	32	138
1972/73	35,9	9,12	63,4	115	251	277	361	352	129	-	-	-	((145))
1974/75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	62,6	35	19,6	-
1975/76	-	-	52,1	112	367	567	769	492	304	-	-	-	-
Moy.	120	106	153	243	392	468	559	466	330	209	144	129	(278)

Tableau 4.56

Calcul des modules de la Mpoko par le bilan hydrologique

Année	Module à Zinga (m ³ /s)	Module à Bangui (m ³ /s)	Diff. Zinga-Bangui (m ³ /s)	Apports B. versant entre Mpoko et Zinga				Module de la Mpoko (m ³ /s)
				Pluvio. (mm)	Coeff. (%)	L.équiv. (mm)	Débit (m ³ /s)	
1953/54	3580	3430	150	1417	8,0	113	28	122
1954/55	4300	4030	270	1518	8,2	124	30	240
1956/57	4480	4260	220	1597	8,3	132	32	188
1959/60	4410	4110	300	1670	8,4	140	34	266
1966/67	5020	4690	330	1986	8,8	175	43	287
1967/68	4280	4020	260	1597	8,3	132	32	228
1968/69	4960	4670	290	1758	8,5	149	37	253
1969/70	6490	6070	420	1822	8,6	157	39	381
1970/71	4530	4300	230	1399	7,9	110	27	203
1971/72	3110	2890	220	1532	8,4	129	32	188
1972/73	3510	3320	190	1350	7,8	105	26	164
1973/74	2870	2750	120	1497	8,1	121	30	90
1974/75	4140	3900	240	1536	8,4	129	32	208

Pour les 5 années communes aux deux méthodes, les modules annuels sont :

Années	Modules		Écart	
	mesurés (m ³ /s)	bilan (m ³ /s)	(m ³ /s)	%
1967/68	259	228	- 31	14
1968/69	259	253	- 6	2
1969/70	353	381	+ 28	7
1970/71	333	203	-130	64
1971/72	138	188	+ 50	27

Les résultats sont décevants pour les années 1970-1971 et 1971-1972.

C'est tout à fait normal : les débits obtenus par la différence entre modules de 2 stations dont les moyennes sont respectivement 3 980 et 4 330 m³/s ne peuvent pas être précis. Il suffit d'un écart de 2 à 3 % sur l'un des 2 modules pour conduire à une erreur importante sur la différence qui n'est que de 10 % de la valeur de l'un ou l'autre module. Mais la station est si proche de l'Oubangui qu'il fallait un autre mode d'estimation que la simple lecture de l'échelle de Bimbo.

En utilisant les modules calculés par le bilan, nous arrivons à un module interannuel de 222 m³/s tandis que les mesures donnent 278 m³/s. Si nous nous référons aux valeurs du bilan, complétées par les mesures des années 1955-1956 et 1963-1964, nous obtenons un module interannuel de 235 m³/s, soit 9,2 l/s/km².

Le débit maximal mesuré serait de 1 170 m³/s (soit 45,6 l/s/km²), en 1969, tandis que le plus faible est de 27,2 m³/s (soit 1,1 l/s/km²) en 1972. Mais il manque les étiages de 1973 et de 1974.

Tableau 4.57

Débits extrêmes et caractéristiques (en m³/s)

Station : 1060702510 Bangui

Rivière : Mpoko

Pays : Centrafrique

Aire : 25 630 km²

Début de l'année hydrologique en avril

Année	m.Ins	m.Jou	DCE	DC11	DC9	DC6	DC3	DC1	DCC	M.Jou	M.Ins
1953/54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1954/55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1955/56	124	125	135	144	183	361	604	798	855	916	929
1962/63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	598	622
1963/64	72,2	80,2	108	124	149	262	423	579	668	795	817
1964/65	78,4	79,9	-	-	-	-	-	-	-	669	672
1965/66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1966/67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	784	788
1967/68	77,5	78,9	88,5	106	125	218	375	515	547	581	586
1968/69	72,8	72,9	77,9	87,1	113	234	408	466	491	555	557
1969/70	63,7	64,9	82	115	192	254	478	683	893	1170	1170
1970/71	101	102	108	120	157	258	460	697	885	936	937
1971/72	27,2	27,2	28	30	65,1	103	163	343	390	477	489
1972/73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	448	456
1974/75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1975/76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1110	1120

Les déficits d'écoulement ont été calculés dans les 2 cas de figures.

Tableau 4.58

Déficit et coefficient d'écoulement

Station : Bangui

Rivière : Mpoko

Superficie du bassin versant : 25 630 km²

Année	Module annuel (m ³ /s)	Lame équivalente (mm)	Pluviométrie moyenne (mm)	Déficit d'écoulement (mm)	Coefficient d'écoulement (%)
1955/56	407	501	1742	1241	28,8
1963/64	296	364	1422	1058	25,6
1964/65	(255)	314	1355	1041	23,2
1966/67	(334)	411	1735	1324	23,7
1967/68	259	319	1597	1278	20
1968/69	259	319	1758	1439	18,2
1969/70	353	434	1822	1388	23,8
1970/71	333	410	1399	989	29,3
1971/72	138	170	1532	1362	11,1
1972/73	(145)	178	1312	1134	13,6

Nous arrivons à des valeurs assez plausibles, surtout en utilisant les valeurs données par le bilan hydrologique. L'année 1973-1974 a un coefficient d'écoulement nettement plus faible que pour les années précédentes (8,4 %) : c'est probablement en raison de la sécheresse.

Enfin il était intéressant de comparer les modules de la Mpoko à Bossélé-Bali (ou plus exactement au confluent Mpoko-Pama) et à Bangui. Entre Bossélé-Bali et le confluent avec la Pama, le bassin versant n'est que de 271 km², ce qui représente un apport supplémentaire de 1 m³/s. Il ressort que la Pama a un débit double de la Mpoko à son confluent : ceci avait été déjà évoqué par Y. BOULVERT (1987).

4.3.10. La Lessé à Bombé

Les premiers débits observés à cette station datent de juin 1958. 11 modules annuels ont pu être déterminés.

Le module interannuel est de 5,52 m³/s, soit un module spécifique de 4,2 l/s/km².

Le plus fort débit de crue est de 15,6 m³/s, en 1968, (soit 12,0 l/s/km²) tandis que le plus faible est de 1,00 m³/s (soit 0,77 l/s/km²) en 1974.

Tableau 4.59

Déficit et coefficient d'écoulement à partir de modules calculés par le bilan hydrologique

Station : Bangui

Rivière : Mpoko

Superficie du bassin versant : 25 630 km²

Année	Module annuel (m ³ /s)	Lame équivalente (mm)	Pluviométrie moyenne (mm)	Déficit d'écoulement (mm)	Coefficient d'écoulement (%)
1953/54	122	150	1495	1345	10
1954/55	240	295	1642	1347	18
1956/57	188	231	1514	1283	15,3
1959/60	266	327	1535	1208	21,3
1966/67	287	353	1735	1382	20,4
1967/68	228	280	1524	1243	18,4
1968/69	253	311	1552	1241	20
1969/70	381	469	1596	1127	29,4
1970/71	203	250	1505	1255	16,6
1971/72	188	231	1392	1161	16,6
1972/73	164	202	1312	1110	15,4
1973/74	90	111	1327	1216	8,4
1974/75	208	256	1485	1229	17,2

Tableau 4.60

Débits de la Pama et de la Mpoko

Année	Bossélé (m ³ /s)	Bangui (m ³ /s)	Pama %	Mpoko %
1959/60	120	266	55	45
1967/68	94	228	59	41
1968/69	93	253	63	37
1969/70	122	381	68	32
1970/71	117	203	42	58
1971/72	72	188	62	38
1972/73	43	164	74	26
1973/74	39	90	57	43
1974/75	52	208	75	25
Moyenne :			63	37

Tableau 4.61

Débits moyens mensuels et annuels (en m³/s)

Station : 1060703905 Bombé
 Rivière : Lessé
 Pays : Centrafrique
 Aire : 1 300 km²

Année	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	Annuel
1958/59	-	-	4,37	3,89	3,93	4,58	5,72	6,66	5,17	3,82	3,09	2,56	-
1959/60	2,31	3,34	4,06	5,13	7,13	10,1	10,5	10,8	7,11	4,12	3,59	3,56	5,98
1960/61	3,48	2,84	4,24	3,84	6,93	11,7	11	9,32	5	4,48	3,62	2,11	5,71
1961/62	2,91	4,55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1962/63	2,78	3,10	4,32	4,71	6,39	7,64	7,63	6,29	5,14	3,51	2,70	2,42	4,72
1963/64	2,67	3,70	4,28	5,64	8,79	9,66	8,16	7,87	3,86	3,04	2,22	1,74	5,14
1964/65	2,25	2,33	3,81	4,76	4,56	7,20	11,6	8,91	4,78	3,36	2,70	2,40	4,89
1965/66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,51	-
1966/67	-	2,93	4,70	-	-	11,2	11,1	11,9	6,83	3,95	3,24	2,37	-
1967/68	1,46	1,66	5,95	9,64	8,19	10,9	11,2	8,76	4,94	4,06	2,64	2,64	6
1968/69	2,26	2,56	3,87	7,71	11,3	12,2	11,2	10,7	8,23	4,89	3,52	4,40	6,90
1969/70	4,97	5,33	8,80	7,80	9,90	11,8	13	9,72	5,89	4,09	3,09	2,63	7,25
1970/71	3,21	4,25	4,72	5,35	9,32	9,45	11,3	7,76	5,43	4,71	-	-	((5,95))
1971/72	-	-	-	3,21	4,34	6,52	7,85	4,49	3,02	2,25	1,78	1,81	-
1972/73	2,45	1,79	2,03	-	-	8,02	12,5	9,33	4,49	3,08	2,41	2,13	-
1973/74	1,85	2,24	2,42	2,18	7,95	9,18	10,6	5,70	2,74	2,17	1,70	1,66	4,20
1974/75	1,50	2	2,51	3,26	3,13	9,41	7,88	8,68	2,91	2,35	2,22	2,12	4
1975/76	2,03	2,45	2,40	3,03	14,8	26,1	31,9	-	-	-	-	-	-
Moy.	2,58	3,08	4,17	5,15	7,13	9,42	10,2	8,46	5,04	3,59	2,75	2,40	(5,52)

Tableau 4.62

Débites extrêmes et caractéristiques (en m³/s)

Station : 1060703905 Bombé

Rivière : Lessé

Pays : Centrafrique

Aire : 1 300 km²

Début de l'année hydrologique en avril

Année	m.Ins	m.Jou	DCE	DC11	DC9	DC6	DC3	DC1	DCC	M.Jou	M.Ins
1958/59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,18	9,76
1959/60	1,35	1,46	1,93	2,48	3,57	4,65	8,87	11,1	12,3	13,6	14,2
1960/61	1,35	1,36	1,66	2,44	3,36	4,45	7,18	11,3	13	14,1	14,4
1961/62	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1962/63	1,82	1,84	2,19	2,40	3,04	4,54	6,33	7,63	8,49	8,86	8,89
1963/64	1,35	1,41	1,60	1,88	2,86	4,45	7,78	9,66	11	13,4	13,4
1964/65	1,53	1,57	1,82	2,12	2,70	4,07	5,86	10,9	12,3	13,1	13,1
1965/66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1966/67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1967/68	1,07	1,09	1,32	1,54	2,63	5,06	9,75	11,2	11,6	12,9	13,2
1968/69	1,82	1,90	2,01	2,19	3,38	6,22	10,6	12,4	13,7	15,5	15,6
1969/70	2,31	2,33	2,45	2,81	4,14	6,74	10,3	12,9	13,7	14,3	14,3
1970/71	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,8	12,8
1971/72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9,75	9,78
1972/73	1,40	1,45	-	-	-	-	-	-	-	14,3	14,4
1973/74	1	1,07	1,54	1,63	1,90	2,34	6,53	10,4	11,1	11,9	12
1974/75	1,36	1,36	-	-	-	-	-	-	-	12,5	12,8
1975/76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14,1	14,2

Le bassin versant étant situé sous forêt équatoriale, le coefficient d'écoulement est faible : il varie de 6,8 à 9,8 %.

De ce fait le déficit d'écoulement varie de 1 338 à 1 682 mm. Ces valeurs sont fortes et peuvent s'expliquer :

- soit par des débits manifestement sous-estimés. Ceci pourrait provenir d'erreurs sur les mesures hydrométriques (hauteur d'eau, étalonnage) ou alors par des pertes souterraines, le bassin étant situé sur des calcaires pouvant être fissurés en amont de la station et encore davantage en aval ;

— soit par une ETP sous forêt équatoriale nettement supérieure à ce que l'on rencontre en zone tropicale et une ETR pratiquement identique à l'ETP.

Tableau 4.63

Déficit et coefficient d'écoulement

Station : Bombé

Rivière : Lessé

Superficie du bassin versant : 1 300 km²

Année	Module annuel (m ³ /s)	Lame équivalente (mm)	Pluviométrie moyenne (mm)	Déficit d'écoulement (mm)	Coefficient d'écoulement (%)
1959/60	5,98	145	1827	1682	7,9
1960/61	5,71	138	1591	1453	8,7
1962/63	4,72	114	1548	1434	7,4
1963/64	5,14	125	1569	1444	8
1964/65	4,89	119	1746	1627	6,8
1967/68	6,00	145	1717	1572	8,4
1968/69	6,90	167	1812	1645	9,2
1969/70	7,25	176	1799	1623	9,8
1970/71	(5,95)	144	1482	1338	9,7
1973/74	4,20	102	1620	1518	6,3
1974/75	4	97	1586	1489	6,1

4.3.11. La Mbali à Boali

■ 4.3.11.1. Station de Boali-Poste

La station est observée depuis 1948 mais nous ne disposons que de relevés fractionnaires ou inexploitable car faux.

10 modules ont été déterminés et le module interannuel serait de 70,3 m³/s, soit 15,3 l/s/km².

Le plus fort débit observé a été, en 1961, de 330 m³/s (soit 72 l/s/km²) et le plus faible de 14,6 m³/s (3,2 l/s/km²) en 1963.

Tableau 4.64

Débits moyens mensuels et annuels (en m³/s)

Station : 1060704603 Boali-Poste

Rivière : Mballi

Pays : Centrafrique

Aire : 4 596 km²

Année	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	Annuel
1948/49	-	-	-	-	-	127	141	121	73,3	53,6	38,5	31,1	-
1949/50	29,3	22,6	38	48,3	54,7	122	124	81,7	51,5	37,2	28,9	26,1	55,4
1950/51	24,7	19,9	24,3	53,5	107	161	196	132	74,7	56,1	41	37,9	77,3
1951/52	26,8	22	28,7	31,9	75	105	122	101	58,8	44	34,4	23,8	56,1
1952/53	20,7	25,2	22,9	34,9	96,1	119	121	87,8	55,7	42,4	33,3	27,3	57,2
1953/54	20,9	24	37	48,3	61,3	111	111	100	58,1	43,6	39,1	28,7	56,9
1954/55	22,2	25	39,2	56,8	84,2	125	140	116	71,1	45,4	41,1	36,6	66,9
1955/56	36,4	27,1	30,8	-	118	179	220	150	86,5	-	-	-	-
1956/57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	52	34,1	27,4	-
1957/58	26,3	-	-	-	88,2	143	138	118	82,5	-	-	-	-
1958/59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	50,7	37,8	26,2	-
1959/60	23,7	31,1	29,9	70,4	97,1	-	-	-	-	63	39,5	35,4	-
1960/61	34,3	35	36,9	52,7	69,3	-	142	96,1	89,8	-	-	37,5	-
1961/62	52	71,3	81,9	79,8	120	138	191	292	-	159	109	72,3	((130))
1962/63	52,2	43,9	53,7	61,3	71,7	92,2	105	126	102	55,6	36,2	39,3	69,9
1963/64	33	63,6	90,8	96,2	118	159	-	-	67,2	81,4	39,4	30,7	-
1964/65	27,9	25,1	29	120	179	-	-	-	-	-	35,3	33,8	-
1965/66	30,8	26,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1966/67	-	-	42,9	-	-	136	135	142	84,3	59,8	47	35,7	-
1967/68	25,9	25,9	40,4	64,8	90,4	136	130	91,7	61,8	48,4	35,6	34,8	65,5
1968/69	27,7	28,5	37,3	50,3	112	124	115	105	94,4	-	-	48,6	((71))
1969/70	39,7	31,3	27,8	56,5	96,3	145	188	140	81,4	-	-	-	-
Moy.	30,8	32,2	40,7	61,7	96,4	133	145	125	74,6	59,5	41,9	35,2	(70,3)

Tableau 4.65

Débits extrêmes et caractéristiques (en m³/s)

Station : 1060704603 Boali-Poste

Rivière : Mbali

Pays : Centrafrique

Aire : 4 596 km²

Début de l'année hydrologique en avril

Année	m.Ins	m.Jou	DCE	DC11	DC9	DC6	DC3	DC1	DCC	M.Jou	M.Ins
1948/49	-	-	-	-	-	-	-	-	-	146	147
1949/50	15,7	15,8	18,9	21,7	31,1	43,6	69,5	124	134	164	164
1950/51	17,1	17,2	17,9	19,4	35	56,4	117	188	205	209	210
1951/52	16,4	16,6	19,3	21,9	27	41,2	86,9	119	127	131	132
1952/53	16,4	16,4	18,2	20,4	26,3	39,9	87	121	136	147	147
1953/54	16,4	16,4	18,2	20,3	31	46,6	79,2	115	120	132	132
1954/55	17,9	18	19,9	22,1	36,4	50	92,1	138	147	155	157
1955/56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	232	234
1956/57	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1957/58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	158	159
1958/59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1959/60	20,1	21,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1960/61	32,8	32,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1961/62	33,1	33,5	-	-	-	-	-	-	-	329	330
1962/63	14,6	18,2	29,1	33,3	43,4	64,7	93,7	124	128	130	130
1963/64	25,5	27,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1964/65	18,2	19	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1965/66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1966/67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	174	176
1967/68	20,4	20,8	22,6	24,8	33,5	54,4	87,4	133	140	160	161
1968/69	22,6	22,8	-	-	-	-	-	-	-	132	133
1969/70	23,7	24,3	-	-	-	-	-	-	-	211	212

■ 4.3.11.2. Station de Boali-ICOT

La série est pratiquement complète de 1964 (date du début des observations) à fin 1989, donc sur une période bien différente (5 années communes de bonne qualité) ce qui interdit de comparer les modules sans homogénéisation préalable (ce qui a été fait au chapitre suivant).

23 modules annuels ont été calculés et le module interannuel ne s'élève qu'à 49,3 m³/s soit un module spécifique de 11,2 l/s/km².

La crue la plus importante a été de 228 m³/s, en 1975, (soit 52 l/s/km²) mais 1961 n'a pas été observé. Le plus faible débit n'était que de 0,680 m³/s, en 1988, soit 0,15 l/s/km². Là aussi aucune comparaison directe n'est possible entre les 2 stations par manque de période commune d'observation.

■ 4.3.11.3. Essai de synthèse entre les deux stations

Entre 1964 et 1969, les débits ont été mesurés aux 2 stations et nous disposons de 48 valeurs moyennes mensuelles communes. Abstraction faite des relevés d'avril, juillet et août 1964, qui paraissent totalement faux à Boali-Poste, le rapport mensuel entre les débits à ces 2 stations est remarquablement stable, que ce soit en étiage comme en période de crues.

La valeur moyenne de ce rapport est de l'ordre de 1,11 avec un débit supérieur à Boali-Poste, située en aval de Boali-ICOT. La différence de superficie entre les 2 stations est faible : 186 km². Ce qui, ramené aux 4 410 km² de Boali-ICOT, donne une augmentation de superficie de 4 % seulement.

En admettant le même coefficient d'écoulement pour le bassin versant à ICOT, tout comme pour les 186 km² séparant les deux stations, il resterait quand même à expliquer le surcroît de débit à cette dernière :

— première hypothèse :

Sur les 186 km² séparant ICOT de Poste, le coefficient d'écoulement serait 3 fois plus fort qu'en amont du bassin : il devrait alors être de l'ordre de 60 % alors que la logique impliquerait une valeur proche de 15 % (et même moins) car nous sommes dans la partie aval du bassin, moins pentue.

— seconde hypothèse :

Il y aurait une erreur dans la relation hauteur-débit à Boali-Poste ou à Boali-ICOT, toujours dans le même sens et toujours avec la même valeur (11 %) sur toute l'étendue de la relation. Ceci paraît difficilement acceptable mais demeure plausible.

— troisième hypothèse :

Il y a des pertes dans le sous-sol en amont d'ICOT, avec résurgence avant Boali-Poste.

Tableau 4.66

Débits moyens mensuels et annuels (en m³/s)

Station : 1060704604 Boali-ICOT

Rivière : Mballi

Pays : Centrafrique

Aire : 4 410 km²

Année	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	Annuel
1964/65	34,1	24,1	26,7	50,3	47,1	90,1	102	83,7	56	40,9	32	31,7	51,6
1965/66	27,2	22,4	22,7	33,3	66	109	115	78	51,2	37,1	26,8	21,4	50,8
1966/67	23,9	27,5	38,3	39,6	80,1	124	120	127	78,2	55,8	43,2	32,7	65,9
1967/68	22,9	23,1	36,7	59,4	81,8	122	120	86,2	57,3	44,6	33	30,5	59,8
1968/69	25,1	26,4	32,4	47,2	99	114	104	100	68,8	49,5	38	43,4	62,3
1969/70	30,4	28,8	25	52	80,3	124	163	128	80,4	57	42,5	38,2	70,8
1970/71	33,1	33,1	31,9	51,4	97,5	130	114	93,3	60,8	44,8	33,8	27,8	62,6
1971/72	23,4	16,5	17	36,2	48,2	76,3	82,6	51,1	42,6	28,3	19	17	38,2
1972/73	16,9	11,5	23,2	30	53,9	63,6	70	47,6	31,2	23,7	16,2	10,2	33,2
1973/74	11,3	10,4	9,94	15,5	72,5	81,7	62,3	42,9	28,3	18,8	11,4	11,6	31,4
1974/75	10,8	15,2	15,4	19,4	48,6	95,2	97,1	75	43,9	31,1	25,3	22,8	41,7
1975/76	16,9	16,2	20,5	30,3	76,7	93,4	155	92,2	54,7	67,7	29,1	27,8	56,7
1976/77	25,7	19,4	26,9	69,3	69,3	117	102	66,2	48,9	34,1	26,5	18,8	52
1977/78	20,2	18,3	30,7	69,7	108	121	99,1	55,3	36,8	25,6	17,8	13	51,3
1978/79	17,1	17,8	21,9	32,4	62,7	79,6	107	80,4	37,9	27,7	19,8	14,5	43,2
1979/80	13,3	20,7	18,9	25,6	98,7	140	102	78,4	38,3	27	17,9	14,8	49,6
1980/81	14,3	22,4	50,1	77,8	106	94,9	136	100	49,3	31,5	18,4	16,5	59,8
1981/82	11,5	22,3	24,1	41,4	87,5	178	123	69,1	36,3	30,2	18	16,3	54,8
1982/83	13	21,9	42,5	54,8	104	102	92,4	48,4	29	17,5	10,7	5,31	45,1
1983/84	5,88	15,4	27,7	81,9	81,8	98	91,7	58,8	33,5	20	11,4	9,62	44,6
1984/85	10,1	15,1	19,5	47,1	43,8	70,9	44,7	26,5	-	-	-	-	-
1985/86	-	-	-	38,4	85,5	91,6	70,5	73,5	30,8	17,9	12,8	8,35	-
1986/87	4,38	10,6	10,5	61,3	73,6	103	99,2	38,2	20,5	12,6	7,38	7,21	37,4
1987/88	11,3	4,25	25,1	28,2	42,8	56,6	44,2	16,2	10,5	4,82	2,30	1,62	20,7
1988/89	4,81	11,5	52,4	65,8	57,7	140	131	56,8	32,1	19,7	13,2	9,04	49,5
1989/90	4,83	18,1	30	36,8	101	143	99,2	43,3	24,6	-	-	-	-
Moy	17,3	18,9	27,2	46	75,9	106	102	69,9	43,3	32	21,9	18,8	49,3

Tableau 4.67

Débits extrêmes et caractéristiques (en m³/s)

Station : 1060704604 Boali-ICOT

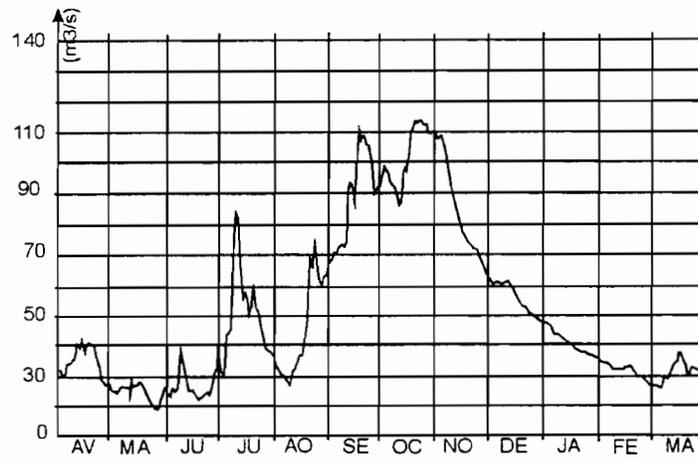
Rivière : Mbali

Pays : Centrafrique

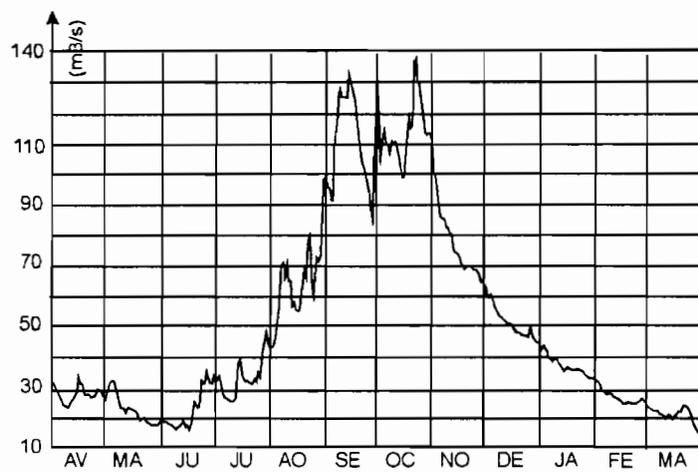
Aire : 4 410 km²

Début de l'année hydrologique en avril

Année	m.Ins	m.Jou	DCE	DC11	DC9	DC6	DC3	DC1	DCC	M.Jou	M.Ins
1964/65	18,3	18,4	22,5	24,7	30,7	39,6	69,5	100	111	114	114
1965/66	15	15,5	17	19	25,1	35,8	69,8	113	126	138	141
1966/67	17	17,1	21,1	24,1	34,8	50,2	105	130	139	152	154
1967/68	17	17,4	19,2	22,7	30,7	49,2	81,1	122	127	139	141
1968/69	19,9	19,9	20,8	23,8	35,7	50	96,1	113	119	123	127
1969/70	19,9	20,6	23,6	25,2	34,5	54	92,5	146	174	204	209
1970/71	24,3	24,4	26	27,8	32,5	46	92,4	121	133	146	149
1971/72	13,6	13,6	14,8	15,8	18,3	30,2	51,6	78,3	91	99,1	100
1972/73	7,94	7,94	8,73	10,2	16,4	27,8	49,1	70,2	76,6	84,9	85,7
1973/74	4,40	4,80	7,41	8,68	11,1	17,7	50,9	78,7	104	119	123
1974/75	6,52	7,36	8,55	10,4	17,9	27,8	63,1	96,5	104	122	125
1975/76	12,2	12,2	13,6	15,5	22,9	38,5	86,3	119	174	224	228
1976/77	14,3	14,5	15,5	18,3	24,5	38,1	72,1	111	123	139	143
1977/78	8,87	8,87	10,9	15,1	19,5	32,9	92,2	113	138	147	154
1978/79	8,38	8,44	10,9	13	18,5	29,2	61,3	102	120	139	139
1979/80	10,4	10,6	11,3	12,4	17,1	28,1	83,4	126	139	181	183
1980/81	8,38	8,44	10,6	14,2	21,1	48,8	91,4	131	145	151	152
1981/82	7,88	8,07	9,36	14	18,5	33,2	83,1	159	195	218	219
1982/83	3,93	3,93	4,34	8,32	14,4	31,7	72,5	111	131	143	144
1983/84	1,92	1,95	3,52	6,41	10,8	33,9	82,4	98,9	108	116	123
1984/85	-	-	-	-	-	-	-	-	-	96,3	97,6
1985/86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	126	130
1986/87	1,40	1,66	2,64	3,98	7,33	17,4	65,7	104	142	167	168
1987/88	1	1,01	1,22	1,73	4,03	14,3	31,5	57,4	67,3	77,9	79,3
1988/89	0,68	0,71	1,07	7,25	12,8	30	84,2	137	161	205	209
1989/90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	226	226



Année de pluviométrie décennale sèche (1964-1965)



Année de pluviométrie décennale humide (1965-1966)

Figure 4-12

Mbali à Boali - ICOT

Tableau 4.68

**Rapport des débits de la Mbali entre Boali-Poste et Boali-ICOT
(Q Boali-Poste / Q Boali ICOT)**

Année	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	Année
1964/1965	0,82	1,04	1,09	2,39	3,80	1,10	1,07						
1965/1966	1,13	1,10											
1966/1967	-	-	1,12	-	-	1,10	1,13	1,12	1,08	1,07	1,09	1,09	
1967/1968	1,13	1,12	1,09	1,09	1,11	1,11	1,08	1,06	1,08	1,09	1,08	1,14	1,10
1968/1969	1,10	1,08	1,15	1,07	1,13	1,09	1,11	1,05	1,37	-	1,12		
1969/1970	1,31	1,09	1,11	1,09	1,20	1,17	1,15	1,09	1,01	-	-		
Moyenne :	1,17	1,10	1,12	1,08	1,15	1,12	1,12	1,08	1,14	1,08	1,09	1,11	1,11

Ceci semble possible et paraît le plus vraisemblable :

- déjà P. DARNAULT cite ce phénomène dans son rapport Mission de prospection des forces hydrauliques de l'Afrique équatoriale française, en 1931 (document cité par Y. Boulvert) ;
- en 1930, l'Administrateur M. Jacoulet signalait la perte de la Bali : « elle disparaît complètement. Pendant deux cents mètres, elle s'est frayé un passage sur les rochers qui forment ainsi un pont naturel. Par endroit, il existe des trous profonds de plus de six mètres » (JACOULET J.P.M., 1930) (BOULVERT Y., 1987).
- cette hypothèse avait été émise, vers 1970, par un ingénieur de la Société Équatoriale d'Énergie Électrique (aujourd'hui ENERCA) qui s'occupait de l'usine hydro-électrique de Boali et qui l'avait signalé à J. Callède en lui demandant comment faire pour la vérifier.

Notons que dans le projet du barrage de Boali (COYNE ET BELLIER (BUREAU D'ÉTUDES), 1990) il est prévu un voile d'injection de 20 à 30 m de profondeur, au centre du barrage.

Néanmoins cette hypothèse, pour toute séduisante qu'elle soit, impliquerait que l'on décèle une résurgence de cette eau. Or une résurgence de l'ordre de 4 m³/s, en valeur moyenne, doit se traduire par des bouillonnements bien visibles à l'oeil nu. Et rien n'a été encore vu ; mais la résurgence n'est pas forcément visible si l'eau ressort sous les chutes ou dans les rapides.

■ 4.3.11.4. Déficits d'écoulement

Le tableau 4.69 donne les résultats du calcul du déficit d'écoulement et du coefficient d'écoulement.

Pour la période 1949/1963, nous avons utilisé les modules mesurés à Boali-Poste et minorés de 11 %.

Tableau 4.69

Déficit et coefficient d'écoulement

Station : Boali

Rivière : Mbali

Superficie du bassin versant : 4 410 km²

Année	Module annuel (m ³ /s)	Lame équivalente (mm)	Pluviomètre moyenne (mm)	Déficit d'écoulement (mm)	Coefficient d'écoulement (%)
1949/50	49,9	357	1571	1214	22,7
1950/51	69,6	498	1673	1175	29,8
1951/52	50,5	361	1589	1228	22,7
1952/53	51,5	368	1429	1061	25,8
1953/54	51,3	367	1510	1143	24,3
1954/55	60,3	431	1748	1317	24,7
1962/63	63	451	1521	1070	29,7
1964/65	51,6	369	1362	993	27,1
1965/66	50,8	363	1763	1400	20,6
1966/67	65,9	471	1925	1454	24,5
1967/68	59,8	428	1630	1202	26,3
1968/69	62,3	446	1601	1155	27,9
1969/70	70,8	506	1574	1068	32,1
1970/71	62,6	448	1501	1053	29,8
1971/72	38,2	273	1408	1135	19,4
1972/73	33,2	237	1416	1179	16,7
1973/74	31,4	225	1341	1116	16,8
1974/75	41,7	298	1491	1193	20
1975/76	56,7	405	1453	1048	27,9
1976/77	52	372	1643	1271	22,6
1977/78	51,3	367	1447	1080	25,4
1978/79	43,2	309	1387	1078	22,3
1979/80	49,6	355	1590	1235	22,3
1980/81	59,8	428	1638	1210	26,1
1981/82	54,8	392	1453	1061	27
1982/83	45,1	323	1508	1185	21,4
1983/84	44,6	319	1593	1274	20
1986/87	37,4	267	1141	874	23,4
1987/88	20,7	148	1339	1191	11,1
1988/89	49,5	354	1630	1276	21,7

Les déficits d'écoulement sont tout à fait normaux et varient entre 874 et 1 454 mm tandis que le coefficient d'écoulement va de 11,1 à 32,1 %.

4.3.12. La Lobaye à Zaoro-Yanga

Cette station n'a que des relevés très fractionnaires depuis 1957. Ceci est dû, en grande partie, aux difficultés techniques pour se rendre sur la station et au manque d'observateur compétent.

Aussi il n'a pu être calculé qu'un seul et unique module. Il est de 74,4 m³/s, ce qui correspond à un débit spécifique de 14,1 l/s/km².

Tableau 4.70

Débits moyens mensuels et annuels (en m³/s)

Station : 1060702026 Zaoro-Yanga
 Rivière : Lobaye
 Pays : Centrafrique
 Aire : 5 280 km²

Année	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	Annuel
1957/58	-	-	-	-	-	-	86,1	81,9	61	-	-	-	-
1958/59	-	-	-	45,1	64,8	73,3	91,4	86,4	64	52,5	45,5	41,1	-
1959/60	42,9	49,1	45,9	79,5	84,8	111	148	109	76,2	39	50,4	57,5	74,4
1960/61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1962/63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1964/65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1965/66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1966/67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	36,5	36,2	-
1967/68	36,8	37,7	45,1	54,8	72,7	-	-	82,3	45,1	-	-	-	-
1968/69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1971/72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1972/73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	45,3	41,5	35,7	-
1973/74	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Moy.	39,9	43,4	45,5	59,8	74,1	92,2	109	89,9	61,6	45,6	43,5	42,6	74,4

Le plus fort débit serait, en 1957, de 155 m³/s (soit 29,4 l/s/km²) tandis que le plus faible est de 31,7 m³/s (soit 6,0 l/s/km²), en 1967, ce qui ne veut pas dire grand chose.

L'unique calcul du déficit d'écoulement le donne à 1 228 mm tandis que le coefficient d'écoulement est de 26,6 %.

Tableau 4.71

Débits extrêmes et caractéristiques (en m³/s)

Station : 1060702026 Zaoro-Yanga

Rivière : Lobaye

Pays : Centrafrique

Aire : 5 280 km²

Début de l'année hydrologique en avril

Année	m.Ins	m.Jou	DCE	DC11	DC9	DC6	DC3	DC1	DCC	M.Jou	M.Ins
1957/58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1958/59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	104	104
1959/60	37,2	37,3	37,9	39,5	46	60,5	95,2	142	150	154	155
1960/61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1962/63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1963/64											
1964/65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1965/66	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1966/67	31,7	32,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1967/68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1968/69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1971/72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1972/73	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1973/74	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tableau 4.72

Déficit et coefficient d'écoulement

Station : Zaoro-Yanga

Rivière : Lobaye

Superficie du bassin versant : 5 280 km²

Année	Module annuel (m ³ /s)	Lame équivalente (mm)	Pluviométrie moyenne (mm)	Déficit d'écoulement (mm)	Coefficient d'écoulement (%)
1959/60	74,4	444	1672	1228	26,6

4.3.13. La Lobaye à Kédingué-Yawa

Observée également depuis 1957, la station présente passablement de lacunes d'observation (ou d'observations fausses) pour qu'il n'y soit calculé que 13 modules annuels, 7 ayant pu être reconstitués.

Le module interannuel ressort à 133 m³/s soit un module spécifique de 11,9 l/s/km².

Le plus fort débit de crue observé est de 336 m³/s, en 1961, (soit 30,1 l/s/km²) mais il manque l'année 1955. L'étiage le plus sévère est de 63,9 m³/s (soit 5,7 l/s/km²) en 1973.

Les déficits d'écoulement ont des valeurs très correctes, comprises entre 855 et 1 174 mm tandis que le coefficient d'écoulement oscille entre 21,9 et 29,7 %.

4.3.14. La Lobaye à Safa (Terres rouges)

Faisant double emploi avec la station de Mbata, elle n'en a pas moins été très bien observée de 1953 à 1975. L'étalonnage est peut-être un peu moins précis que celui de Mbata et les écarts entre les débits mensuels à ces 2 stations peuvent paraître importants (en 1960-61 notamment). Si l'on s'en réfère aux modules annuels, et sur 16 années communes, l'écart n'a jamais atteint 10 % tandis que pour la moyenne sur cette période il descend à 1 %.

Bien sûr l'étalonnage de Safa laisse à désirer mais comment faire sans jaugeages nouveaux ? Pour leur part, les auteurs se refusent à toute "hydrologie de salon" et à une nouvelle courbe de tarage se basant sur telle ou telle hypothèse byzantine.

16 modules annuels ont été calculés, le module interannuel s'élevant à 351 m³/s, soit un module spécifique de 11,9 l/s/km².

La crue maximale observée est de 814 m/s, en 1955, soit 27,5 l/s/km. Le plus faible débit est de 207 m/s, ce qui représente un débit spécifique d'étiage de 7,0 l/s/km en 1971, mais il manque les années 1972 à 1974.

Une fois de plus, les déficits d'écoulement sont tout à fait satisfaisants : ils s'échelonnent entre 931 et 1 318 mm.

Le coefficient d'écoulement varie entre 20,4 et 30,0 %.

Tableau 4.73

Débits moyens mensuels et annuels (en m³/s)

Station : 1060702012 Kédingué-Yawa
 Rivière : Lobaye
 Pays : Centrafrique
 Aire : 11 170 km²

Année	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	Annuel
1957/58	-	-	-	-	-	-	186	186	148	121	100	97	-
1958/59	105	116	111	107	136	155	192	192	142	117	96,9	85,2	130
1959/60	101	112	102	156	181	240	256	229	175	136	107	100	158
1960/61	108	103	110	108	128	191	254	239	161	122	107	89,7	143
1961/62	99,2	103	103	-	147	238	295	191	136	111	99,2	103	((146))
1962/63	102	106	110	120	155	-	257	234	164	-	-	-	-
1963/64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1964/65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1965/66	-	-	-	136	139	173	179	144	121	109	99,4	97,3	-
1966/67	100	110	122	137	165	225	205	203	147	115	99,1	-	((144))
1967/68	-	83,9	122	141	137	211	232	171	134	111	89,5	88,4	((134))
1968/69	89,4	104	104	131	175	190	197	179	135	106	-	138	((137))
1969/70	100	104	105	142	167	231	239	205	144	118	100	99,8	146
1970/71	96,1	99,2	96,7	117	181	195	225	180	123	104	86	87,7	133
1971/72	94,6	84,8	88,9	118	125	195	203	141	116	90,6	-	-	((117))
1972/73	83,3	78,7	107	112	130	-	168	129	97,3	87,7	76,3	70,1	((110))
1973/74	77,4	80	76,3	91	138	169	161	123	94,5	94,5	67,8	69,7	104
1974/75	70	84	84,1	83	138	243	-	183	130	101	87,2	84,5	((125))
1975/76	80,7	83,4	81	90	123	115	215	150	-	-	-	-	-
Moy.	93,3	96,8	102	119	148	198	217	181	136	110	93,5	93,1	(133)

Tableau 4.74

Débits extrêmes et caractéristiques (en m³/s)

Station : 1060702012 Kédingué-Yawa

Rivière : Lobaye

Pays : Centrafrique

Aire : 11 170 km²

Début de l'année hydrologique en avril

Année	m.Ins	m.Jou	DCE	DC11	DC9	DC6	DC3	DC1	DCC	M.Jou	M.Ins
1957/58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1958/59	79,5	80,4	83,5	89,1	99,4	118	155	188	211	245	251
1959/60	81,9	82,2	94,1	96,3	105	147	193	259	277	299	301
1960/61	85,1	85,1	86,8	95,8	105	117	170	251	286	297	297
1961/62	90	90,1	-	-	-	-	-	-	-	335	336
1962/63	-	-	-	-	-	-	-	-	-	298	299
1963/64	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1964/65	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1965/66	92,5	92,9	-	-	-	-	-	-	-	199	199
1966/67	-	-	-	-	-	-	-	-	-	247	248
1967/68	73,9	73,9	-	-	-	-	-	-	-	257	259
1968/69	-	-	-	-	-	-	-	-	-	217	219
1969/70	87,5	87,5	92,6	97,4	102	125	173	236	249	259	260
1970/71	79,5	79,9	82	84,3	93,5	111	176	221	231	250	252
1971/72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	233	233
1972/73	63,9	63,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1973/74	64,5	64,5	65,2	68,1	74,7	92,9	134	166	179	190	190
1974/75	70,2	70,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1975/76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	287	287

Tableau 4.75

Déficit et coefficient d'écoulement

Station : Kédingué-Yawa

Rivière : Lobaye

Superficie du bassin versant : 11 170 km²

Année	Module annuel (m ³ /s)	Lame équivalente (mm)	Pluviométrie moyenne (mm)	Déficit d'écoulement (mm)	Coefficient d'écoulement (%)
1958/59	130	367	1501	1134	24,5
1959/60	158	446	1573	1127	28,4
1960/61	143	404	1566	1162	25,8
1961/62	(146)	412	1388	976	29,7
1966/67	(144)	407	1534	1127	26,5
1967/68	(134)	378	1414	1036	26,7
1968/69	(137)	387	1522	1135	25,4
1969/70	146	412	1586	1174	26
1970/71	133	375	1457	1082	25,7
1971/72	(117)	330	1185	855	27,8
1972/73	(110)	311	1420	1109	21,9
1973/74	104	294	1272	978	23,1
1974/75	(125)	353	1381	1028	25,6

Tableau 4.76

Débits moyens mensuels et annuels (en m³/s)

Station : 1060702023 Sefa (Terres rouges)

Rivière : Lobaye

Pays : Centrafrique

Aire : 29 600 km²

Année	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	Annuel
1953/54	-	242	248	259	277	337	392	409	265	235	243	238	((281))
1954/55	231	246	290	326	324	494	566	533	364	293	276	270	351
1955/56	296	296	298	392	577	667	773	666	439	352	334	348	453
1956/57	319	312	313	342	365	421	491	420	335	303	284	287	349
1957/58	302	327	409	397	424	490	486	493	409	320	298	294	387
1958/59	323	371	334	254	275	342	454	467	427	-	-	-	-
1959/60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1960/61	504	517	525	530	493	516	495	-	-	-	-	-	((346))
1961/62	-	272	256	307	325	565	632	468	317	262	241	243	-
1962/63	253	261	270	288	337	442	507	509	366	289	269	261	338
1963/64	280	297	275	302	437	431	417	368	293	259	231	232	319
1964/65	256	240	269	271	254	438	535	414	291	251	233	250	309
1965/66	277	242	257	280	347	447	537	420	258	234	229	252	315
1966/67	267	275	332	369	441	525	643	600	380	321	292	287	394
1967/68	237	249	357	441	349	502	566	438	284	250	231	255	347
1968/69	259	287	307	394	459	514	505	479	354	256	231	301	362
1969/70	258	263	326	400	475	558	623	520	355	271	248	262	380
1970/71	278	277	275	299	439	526	567	447	305	260	224	244	345
1971/72	277	284	317	349	365	474	559	466	315	256	-	-	((343))
1972/73	249	297	313	313	345	346	534	441	250	-	-	232	-
1973/74	255	248	277	315	378	416	398	340	258	-	-	-	-
1974/75	-	238	238	315	396	496	510	460	335	265	-	-	-
1975/76	234	234	237	275	356	372	587	556	377	-	-	-	-
Moy.	282	285	306	337	384	469	535	472	332	275	258	266	(351)

Tableau 4.77

Débits extrêmes et caractéristiques (en m³/s)

Station : 1060702023 Safa (Terres rouges)

Rivière : Lobaye

Pays : Centrafrique

Aire : 29 600 km²

Début de l'année hydrologique en avril

Année	m.Ins	m.Jou	DCE	DC11	DC9	DC6	DC3	DC1	DCC	M.Jou	M.Ins
1953/54	221	226	-	-	-	-	-	-	465	-	476
1954/55	225	227	228	236	264	298	421	566	598	612	613
1955/56	267	267	272	290	330	353	597	753	799	812	814
1956/57	247	253	274	280	298	327	388	465	520	561	562
1957/58	275	276	292	295	306	391	462	501	525	532	532
1958/59	-	-	-	-	-	-	-	-	-	523	523
1959/60	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1960/61	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1961/62	232	232	-	-	-	-	-	-	685	-	685
1962/63	238	238	245	251	266	287	414	502	543	573	577
1963/64	220	221	224	229	259	292	374	454	494	514	514
1964/65	220	220	226	233	244	267	310	516	549	590	595
1965/66	216	216	224	228	244	267	364	520	545	575	577
1966/67	251	251	258	266	291	340	485	633	669	703	703
1967/68	228	228	228	230	247	298	430	549	585	591	591
1968/69	228	228	229	240	267	340	472	527	549	564	566
1969/70	240	240	242	245	259	340	489	610	641	662	663
1970/71	207	209	217	234	266	283	449	554	574	590	591
1971/72	-	-	-	-	-	-	-	-	-	607	609
1972/73	228	228	-	-	-	-	-	-	604	-	609
1973/74	-	-	-	-	-	-	-	-	-	448	453
1974/75	-	-	-	-	-	-	-	-	-	605	609
1975/76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	662	663

Tableau 4.78

Déficit et coefficient d'écoulement

Station : Safa (Terres rouges)

Rivière : Lobaye

Superficie du bassin versant : 29 600 km²

Année	Module annuel (m ³ /s)	Lame équivalente (mm)	Pluviométrie moyenne (mm)	Déficit d'écoulement (mm)	Coefficient d'écoulement (%)
1954/55	351	374	1576	1202	23,7
1955/56	453	483	1610	1127	30
1956/57	349	372	1453	1081	25,6
1957/58	387	412	1554	1142	26,5
1961/62	(346)	369	1300	931	28,4
1962/63	338	360	1481	1121	24,3
1963/64	319	340	1381	1041	24,6
1964/65	309	329	1430	1101	23
1965/66	315	336	1411	1075	23,8
1966/67	394	420	1738	1318	24,2
1967/68	347	370	1515	1145	24,4
1968/69	362	386	1545	1159	25
1969/70	380	405	1675	1270	24,2
1970/71	345	368	1511	1143	24,4

4.3.15. La Lobaye à Mbata

Cette station, une des meilleures du Centrafrique, est observée depuis 1950 et 26 modules annuels ont été calculés.

Le module interannuel est de 321 m³/s, ce qui représente un module spécifique de 10,6 l/s/km², valeur inférieure à celui de Safa (12,1 l/s/km²) mais ici la période s'étend jusqu'à fin 1989 et intègre les faibles modules de la période 1975-1989. Si nous supprimons les modules observés durant cette période (années hydrologiques 1987-88 et 1988-89), le module spécifique remonte déjà à 11,2 l/s/km².

La crue maximale est de 689 m³/s, en 1955, ce qui représente 22,7 l/s/km² tandis que l'étiage le plus faible est de 111 m³/s soit 3,7 l/s/km², valeur observée en 1989 durant la période de sécheresse 1973-1989.

Les déficits d'écoulement sont compris entre 925 et 1 442 mm. L'ensemble de ces valeurs paraît correct. Le coefficient d'écoulement qui était de l'ordre de 25 %, de 1953 à 1975, tombe en dessous des 20 % lors de la reprise des observations en 1986 : il descend même jusqu'à 12 % en 1988-89 (cf. les nappes à recharges en contexte karstique).

D'une façon générale, le régime hydrologique de la Lobaye présente des modules spécifiques et surtout des étiages remarquablement élevés : ceci est le fait de son bassin, situé en grande partie dans les grès de Carnot ; ils jouent leur rôle de roche-réservoir et alimentent la rivière lors de la saison sèche. Ceci provient aussi du fait que le régime devient équatorial avec une grande saison sèche plus courte que pour les cours d'eau précédents.

Tableau 4.79

Débits moyens mensuels et annuels (en m³/s)

Station : 1060702016 Mbata

Rivière : Lobaye

Pays : Centrafrique

Aire : 30 300 km²

Année	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	Annuel
1950/51	-	-	-	-	-	-	-	464	307	266	238	249	-
1951/52	226	245	277	291	-	-	-	-	-	284	273	255	-
1952/53	273	282	358	373	456	-	-	498	343	281	257	275	-
1953/54	252	257	267	279	287	344	391	403	281	250	255	250	293
1954/55	245	264	300	324	322	456	501	480	350	279	266	266	338
1955/56	294	287	290	358	517	576	662	604	424	339	307	341	417
1956/57	321	300	323	346	351	424	479	413	349	285	256	264	343
1957/58	282	284	324	347	408	491	473	455	408	316	281	270	362
1958/59	293	325	316	293	331	390	443	463	384	313	275	257	340
1959/60	277	319	303	385	419	521	558	561	398	318	288	289	386
1960/61	295	293	295	311	349	473	531	506	372	321	278	254	357
1961/62	273	298	285	333	341	540	590	483	341	290	270	271	360
1962/63	282	291	302	320	361	452	496	508	392	315	292	284	358
1963/64	302	326	303	330	445	440	433	398	320	280	243	243	339
1964/65	278	258	293	302	278	428	519	444	325	271	247	245	324
1965/66	245	244	271	292	362	400	449	402	286	246	226	223	304
1966/67	247	278	326	334	400	513	528	540	392	305	276	244	365
1967/68	226	242	357	430	375	496	548	461	344	307	265	252	359
1968/69	253	296	313	399	450	489	479	469	374	292	253	307	365
1969/70	295	285	316	376	452	527	574	512	369	305	265	261	378
1970/71	254	269	273	299	414	466	509	441	305	265	234	232	330

Tableau 4.79

Débits moyens mensuels et annuels (en m³/s) (Suite)

Année	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	Annuel
1971/72	256	230	256	307	343	448	493	402	309	248	222	220	311
1972/73	244	223	262	276	345	343	466	392	270	253	221	209	292
1973/74	221	242	243	242	361	406	405	330	254	214	189	196	275
1974/75	193	231	247	247	308	478	496	453	303	241	219	211	302
1975/76	219	232	219	260	362	388	508	424	303	-	-	-	-
1977/78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1978/79	-	-	189	231	236	327	395	343	213	-	-	-	-
1979/80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	178	158	150	-
1980/81	-	-	185	-	-	-	-	358	219	-	-	-	-
1981/82													
1982/83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1983/84	-	-	-	-	-	253	-	265	-	-	-	-	-
1985/86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1986/87	-	174	155	224	222	284	394	340	193	150	136	140	-
1987/88	145	133	150	160	172	233	251	186	148	128	118	119	162
1988/89	122	128	161	221	197	282	384	274	168	138	119	117	190
1989/90	121	147	163	177	305	384	367	273	183	-	-	-	-
Moy.	248	255	269	302	351	423	476	423	311	265	239	238	327

Tableau 4.80

Débits extrêmes et caractéristiques (en m³/s)

Année	m.Ins	m.Jou	DCE	DC11	DC9	DC6	DC3	DC1	DCC	M.Jou	M.Ins
1950/51	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1951/52	205	207	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1952/53	247	251	-	-	-	-	-	-	-	569	570
1953/54	228	229	236	243	256	267	337	404	424	434	435
1954/55	235	235	238	251	270	297	396	505	523	535	536
1955/56	262	262	270	286	305	354	534	654	678	689	689

Tableau 4.80

Débits extrêmes et caractéristiques (en m³/s) (Suite)

Année	m.Ins	m.Jou	DCE	DC11	DC9	DC6	DC3	DC1	DCC	M.Jou	M.Ins
1956/57	247	247	250	260	293	325	393	452	501	523	524
1957/58	252	252	263	269	291	333	451	480	503	545	547
1958/59	250	250	253	263	287	324	391	458	484	504	504
1959/60	254	255	275	282	296	345	450	569	590	620	620
1960/61	247	247	250	266	290	311	443	525	555	578	580
1961/62	256	257	260	265	280	311	412	564	607	627	628
1962/63	264	265	272	281	293	318	433	504	527	550	551
1963/64	225	225	230	239	286	318	405	459	482	502	502
1964/65	226	227	234	247	259	294	339	511	529	530	535
1965/66	213	213	216	224	240	276	372	440	482	499	500
1966/67	213	213	233	246	278	322	466	535	572	603	606
1967/68	218	218	223	232	258	336	433	539	556	573	577
1968/69	228	228	237	250	284	340	459	504	517	523	524
1969/70	242	243	253	260	283	342	468	570	593	604	606
1970/71	218	218	223	232	257	285	434	502	516	529	531
1971/72	211	211	214	218	239	273	357	477	514	540	542
1972/73	190	191	204	216	231	264	336	458	483	486	534
1973/74	179	179	183	194	216	245	341	421	434	443	444
1974/75	179	180	188	200	221	250	378	502	521	530	531
1975/76	-	-	-	-	-	-	-	-	-	588	589
1977/78	-	-	-	-	-	-	-	-	-	443	443
1978/79	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1979/80	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1980/81	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1982/83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1983/84	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1985/86	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1986/87	-	-	-	-	-	-	-	-	-	436	437
1987/88	111	111	113	119	129	149	181	245	262	291	292
1988/89	112	112	113	117	126	161	237	353	420	436	437
1989/90	-	-	-	-	-	-	-	-	-	418	418

Tableau 4.81

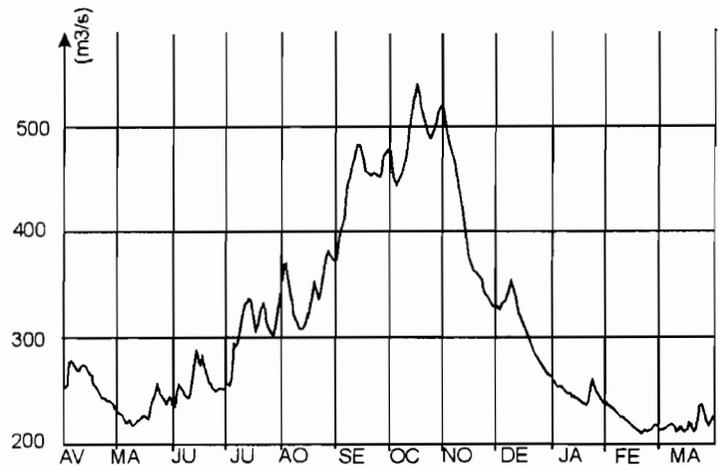
Déficit et coefficient d'écoulement

Station : Mbata

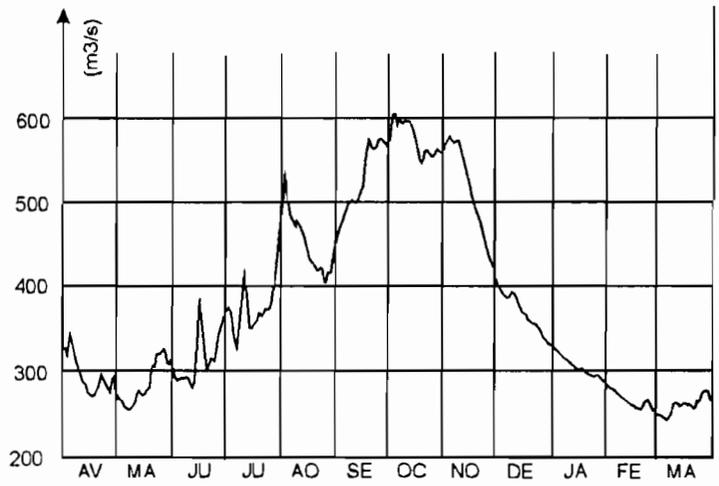
Rivière : Lobaye

Superficie du bassin versant : 30 300 km²

Année	Module annuel (m ³ /s)	Lame équivalente (mm)	Pluviométrie moyenne (mm)	Déficit d'écoulement (mm)	Coefficient d'écoulement (%)
1953/54	293	305	1465	1160	20,8
1954/55	338	352	1576	1224	22,3
1955/56	417	434	1610	1176	27
1956/57	343	357	1453	1096	24,6
1957/58	362	377	1554	1177	24,3
1958/59	340	354	1431	1077	24,7
1959/60	386	402	1569	1167	25,6
1960/61	357	372	1504	1132	24,7
1961/62	360	375	1300	925	28,8
1962/63	358	373	1481	1108	25,2
1963/64	339	353	1381	1028	25,6
1964/65	324	337	1430	1093	23,6
1965/66	304	316	1411	1095	22,4
1966/67	365	380	1738	1358	21,9
1967/68	359	374	1515	1141	24,7
1968/69	365	380	1545	1165	24,6
1969/70	378	393	1675	1282	23,5
1970/71	330	343	1511	1168	22,7
1971/72	311	324	1333	1009	24,3
1972/73	292	304	1406	1102	21,6
1973/74	275	286	1410	1124	20,3
1974/75	302	314	1447	1133	21,7
1975/76	(298)	310	1592	1282	19,5
1986/87	(218)	227	1367	1140	16,6
1987/88	162	169	1295	1126	13,1
1988/89	193	202	1644	1442	12,3



Année de pluviométrie décennale sèche (1971-1972)



Année de pluviométrie décennale humide (1969-1970)

Figure 4-13
La Lobaye à Mbata

4.4. Tentative de reconstitution des données de base de l'Uele

Comme déjà signalé au chapitre précédent, il n'existe malheureusement aucune mesure hydrométrique sur cette rivière.

Néanmoins, avec les stations de Mobaye, Bossangoa, Loungouba et Kembé, nous avons tenté de reconstituer les modules annuels de l'Uele.

4.4.1. Principe de base

Le débit de l'Oubangui à Mobaye (figure 4-14) est la somme des débits :

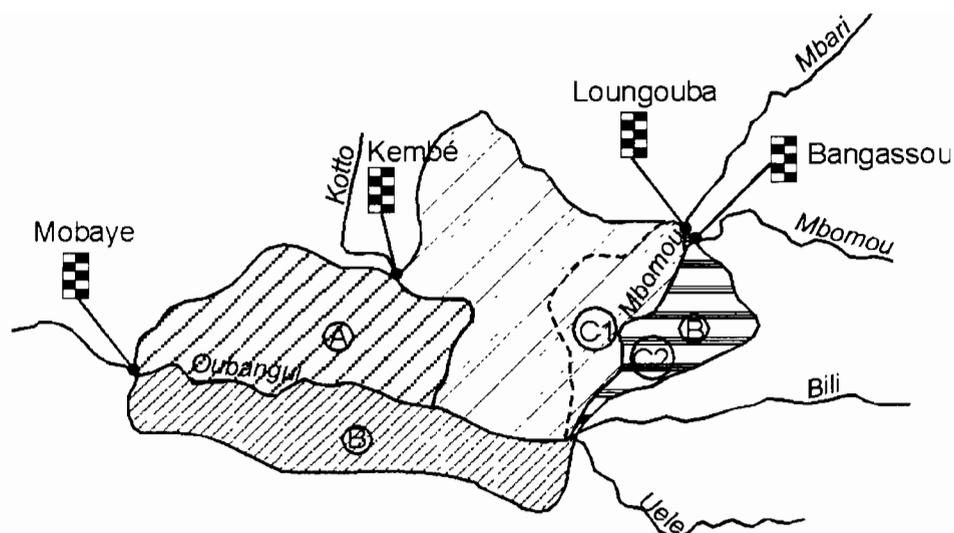
- du Mbomou à Bangassou ;
 - de la Mbari à Loungouba ;
 - de la Kotto à Kembé ;
 - de la Bili ;
 - d'apport du bassin versant rive droite (indiqué A sur la figure) entre Bangassou, Kembé et Mobaye ;
 - d'apport du bassin versant en rive gauche (indiqué B sur la figure) entre Bangassou et Mobaye ;
- et, bien sûr, de l'Uele.

Si nous connaissons toutes les valeurs de ces apports (sauf l'Uele), il est possible d'établir un bilan hydrologique et de déterminer les modules de l'Uele.

Nous disposons de 7 années pour lesquelles les débits ont été mesurés à Mobaye et à Bangassou (1952-1953, 1953-1954, 1954-1955, 1955-1956, 1972-1973, 1973-1974 et 1974-1975).

En 1967-1968, il manquait le débit annuel de l'Oubangui à Mobaye : il a été estimé statistiquement, en utilisant la corrélation serrée qui existe entre les modules de Mobaye et ceux de Bangui ($r = 0,961$). Le module de Mobaye, pour 1967-1968, serait de 3 190 m³/s. De même, nous avons reconstitué, soit par complément des mois manquants, soit par corrélation hydro-pluviométrique :

- Mbari à Loungouba : 125 m³/s en 1952-1953, 140 m³/s en 1973-1974 et 182 m³/s en 1974-1975 ;
- Kotto à Kembé : 400 m³/s pour 1952-1953 (la corrélation hydro-pluviométrique donnerait 458 m³/s, valeur trop voisine des 463 m³/s de la forte année 1955-1956), 310 m³/s pour 1953-1954 et 418 m³/s pour 1967-1968.



- Ⓐ Zone rive droite, entre Bangassou, Kembé et Mobaye.
- Ⓑ Zone rive gauche, entre Bangassou et Mobaye
- Ⓒ1 Ⓒ2 Zones annexes, entre Bangassou et le confluent Mbomou-Uele

Figure 4-14

Bilan hydrologique à Mobaye.

4.4.2. Estimation des apports

Les apports des bassins versants ont été basés sur la pluviométrie moyenne du bassin et sur un coefficient d'écoulement. Ceci permet de calculer la lame équivalente et, par conséquent, le débit.

Si la détermination de la pluie moyenne ne pose guère de problème, par contre le choix du coefficient d'écoulement n'est pas évident. Nous avons opté pour celui, observé, de la Mbari à Loungouba et ce pour l'ensemble des bassins rive gauche et rive droite, ainsi que pour la Bili. Nous savons très bien que le bassin de la Mbari est situé plutôt en zone de savanes tandis que celui de la Bili est surtout en zone forestière : ce choix est peut-être hardi mais que faire, sinon tirer les valeurs au hasard dans un chapeau ... Finalement, comme les superficies des bassins sont modestes, les apports seront faibles et l'erreur à craindre n'aura guère d'influence sur le bilan.

Les résultats sont donnés dans le tableau 4.82.

4.4.3. Bilan hydrologique de l'Oubangui à Mobaye

Le tableau 4.83 donne les résultats de ce bilan.

Les valeurs entre parenthèses ont été estimées comme indiqué ci-dessus.

Les résultats sont assez satisfaisants, mis à part les déficits d'écoulement des années 1955-1956 et 1973-1974 qui sont un peu forts.

Précision à attendre de ce bilan

Pour simplifier les calculs, nous avons largement arrondi les données initiales : nous ne recherchons, ici, que l'ordre de grandeur de l'erreur à craindre. C'est ainsi que nous avons estimé la pluviométrie moyenne à 1 500 mm et l'erreur sur le coefficient d'écoulement à 5 %, valeurs qui paraissent assez plausibles.

L'erreur sur la lame écoulée est donc de ± 75 mm.

Ceci correspond, en débit :

- pour la Bili : ± 50 m³/s ;
- pour le bassin versant rive gauche : ± 13 m³/s ;
- pour le bassin versant rive droite : ± 21 m³/s.

En admettant le débit des rivières connu à 5 % près aux stations hydrométriques, l'erreur à craindre, en débit, est (toujours avec des valeurs arrondies du module) :

- pour le Mbomou à Bangassou (Q = 800 m³/s) : ± 40 m³/s ;
- pour le Mbari à Loungouba (Q = 150 m³/s) : ± 8 m³/s ;
- pour la Kotto à Kembé (Q = 400 m³/s) : ± 20 m³/s ;
- pour l'Oubangui à Mobaye (Q = 3 000 m³/s) : ± 150 m³/s.

La théorie des erreurs indique que l'erreur totale à craindre est égale à la racine carrée de la somme des carrés des erreurs.

Tableau 4.82

Estimation des apports annexes pour le bilan de l'Uele

Paramètres	1952	1953	1954	1955	1967	1972	1973	1974
Référence : le Mbari à Loungouba								
Coefficient d'écoulement	(15,6)	13,1	13,4	14,2	13,7	9,3	(13,2)	(15,3)
La Bili (superficie du bassin versant : 21 090 km ²)								
Pluviométrie	1556	1510	1734	1668	1522	1461	1714	1592
Coefficient d'écoulement	15,6	13,1	13,4	14,2	13,7	9,3	13,2	15,3
Lame équivalente	243	198	232	237	208	136	226	244
Débit (m ³ /s)	162	132	155	158	139	91	151	163
Bassin versant rive droite, entre Bangassou et Mobaye (superficie : 8 750 km ²)								
Pluviométrie	1388	1559	1527	1688	1391	1475	1705	1732
Coefficient d'écoulement	15,6	13,1	13,4	14,2	13,7	9,3	13,2	15,3
Lame équivalente	216	204	205	240	191	137	225	265
Débit (m ³ /s)	60	57	57	66	53	38	62	73
Bassin versant rive gauche, entre le confluent Uele-Mbomou et Mobaye (superficie : 5 650 km ²)								
Pluviométrie	1426	1535	1543	1702	1344	1496	1722	1706
Coefficient d'écoulement	15,6	13,1	13,4	14,2	13,7	9,3	13,2	15,3
Lame équivalente	222	201	207	242	184	139	227	261
Débit (m ³ /s)	40	36	37	43	33	25	41	47

Tableau 4.83
Bilan hydrologique à Mobaye

Paramètres	1952	1953	1954	1955	1967	1972	1973	1974
Débit du Mbomou à Bangassou	678	694	934	949	824	826	642	941
Débit de la Mbari à Loungouba	(188)	137	173	168	167	108	(140)	(182)
Débit de la Kotto à Kembé	(458)	(504)	377	463	(418)	296	242	390
Débit de la Bili	162	132	155	158	139	91	151	163
Apports rive droite	60	57	57	66	53	38	62	73
Apports rive gauche	40	36	37	43	33	25	41	47
Total des débits	1536	1560	1733	1847	1634	1384	1278	1796
Débit de l'Oubangui à Mobaye	2980	2730	3190	3480	(3190)	2820	2200	3290
Différence = Débit de l'Uele	1394	1170	1457	1633	1576	1438	922	1494
Lame équivalente	324	272	339	380	367	334	215	348
Pluviométrie	1696	1681	1706	1928	1717	1685	1797	1663
Déficit d'écoulement	1372	1409	1367	1548	1350	1351	1582	1315
Coefficient d'écoulement	19,1	16,2	19,9	19,7	21,4	19,8	12,0	20,9

Dans notre cas nous avons :

$$\begin{aligned} \text{Erreur globale} &= \sqrt{2\ 500 + 169 + 441 + 1\ 600 + 64 + 400 + 22\ 500} \\ &= \underline{+ 166 \text{ m}^3/\text{s}}, \text{ soit } 10 \text{ à } 11 \% \text{ du débit de l'Uele.} \end{aligned}$$

La précision du bilan peut être considérée comme acceptable.

4.4.4. Les débits du Mbomou et de l'Uele au confluent de ces rivières

Il est intéressant de voir si, au confluent, le débit de l'Uele est réellement supérieur à celui du Mbomou et de confirmer (ou infirmer) l'hypothèse de V. Liotard (BOULVERT Y., 1987).

Le débit du Mbomou, au confluent, est la somme :

- du débit du Mbomou à Bangassou ;
- du débit du Mbari à Loungouba ;
- du débit du Bili ;
- des apports des bassins versants (indiqués C1 et C2 sur la figure 4-14).

Le tableau 4.84 donne les résultats des calculs.

Valeur moyenne : 55 % pour l'Uele, 45 % pour le Mbomou.

Tableau 4.84
Débits du Mbomou et de l'Uele à leur confluent

Paramètres	1952	1953	1954	1955	1967	1972	1973	1974
Débit du Uele	1394	1170	1457	1633	1576	1438	922	1494
Débit du Mbomou à Bangassou	678	694	934	949	824	826	642	941
Débit du Mbari à Loungouba	188	137	173	168	167	108	140	182
Débit de la Bili	162	132	155	158	139	91	151	163
Apport du bassin versant entre Bangassou et le confluent Uele-Mbomou	18	18	18	20	15	13	18	23
Total = Débit du Mbomou au confluent	1046	981	1280	1295	1145	1038	951	1309
Pourcentage de débit								
Uele	57	54	53	56	58	58	49	53
Mbomou	43	46	47	44	42	42	51	47

Effectivement le débit de l'Uele est supérieur, en moyenne, de 22 % à celui du Mbomou. V. Liotard avait raison ...

4.4.5. Reconstitution des modules de l'Uele

Nous avons tenté de reconstituer les modules de l'Uele en utilisant la corrélation qui existe entre les 8 coefficients d'écoulement de l'Uele (déterminés ci-dessus) et leurs correspondants à la station de Mobaye. Elle est assez serrée (figure 4-15) puisque le coefficient de corrélation linéaire est quand même de 0,877.

La pluviométrie de l'Uele a été calculée par la méthode de Thiessen. La période 1940-61 ne pose pas de problème puisque nous disposons de la pluviométrie zairoise.

Pour la période postérieure à 1961, nous avons procédé comme suit :

- recalcul de la pluviométrie moyenne sur le bassin de l'Uele, sans les stations zairoises, avec de nouveaux polygones de Thiessen ;

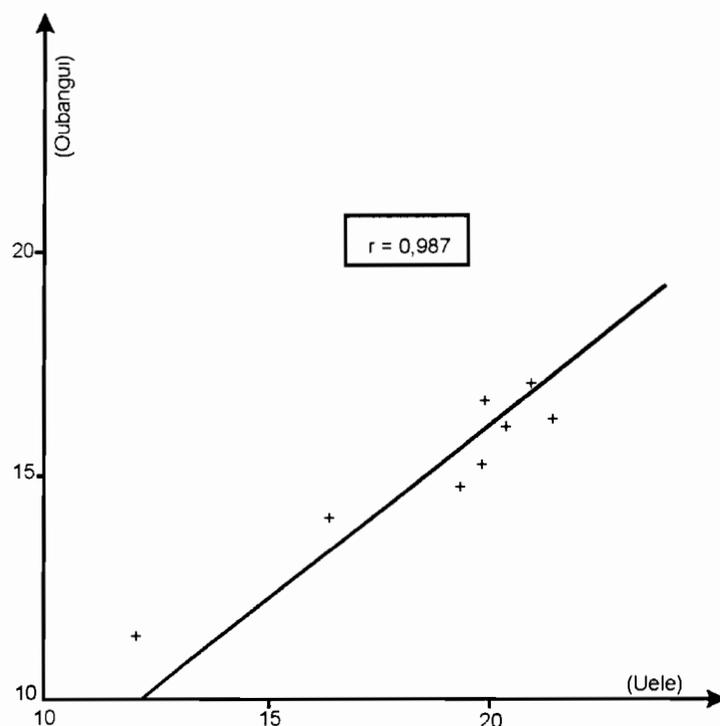


Figure 4-15

Relation entre les coefficients d'écoulements de l'Uele et de l'Oubangui à Mobaye

- corrélation des résultats avec les précédents (période 1940/61). Le coefficient de corrélation est très moyen : 0,67. Une régression linéaire a permis de corriger les pluies moyennes sur la période postérieure à 1961, sans se faire trop d'illusions sur la précision finale. Mais la pluviométrie de la période postérieure à 1961 ne concerne que 4 années et ne sert qu'à calculer le déficit d'écoulement.

Le tableau 4.85 donne les résultats de cette reconstitution. 25 modules ont pu être reconstitués. Le module interannuel est de 1 530 m³/s soit un module spécifique de 11,3 l/s/km².

Les déficits d'écoulement sont apparemment corrects, sauf ceux des années 1955-1956, 1961-1962 et 1973-1974, visiblement trop élevés, sans que nous puissions dire d'où provient l'erreur.

Tableau 4.85

**Reconstitution des modules annuels de l'Uele
et calcul du déficit et coefficient d'écoulement**

Superficie du bassin versant : 135 400 km²

Module interannuel : 1 530 m³/s.

Année	Coefficient d'écoulement (%)		Pluviométrie moyenne sur le B.V Uele (mm)	Lame équivalente (mm)	Déficit d'écoulement (mm)	Débit de l'Uele (m ³ /s)
	Mobaye	Uele				
1940/41	15,6	19,8	1779	352	1427	1510
1941/42	18,3	23,7	1722	408	1314	1750
1942/43	17,2	22,1	1757	388	1369	1670
1943/44	14,8	18,6	1468	273	1195	1170
1944/45	14,8	18,6	1660	309	1351	1330
1945/46	17,8	23	1716	395	1321	1700
1946/47	18,2	23,5	1637	385	1252	1650
1947/48	17,4	22,4	1682	377	1305	1620
1948/49	18,5	24	1810	434	1376	1860
1949/50	17,7	22,8	1552	354	1198	1520
1951/52	14,5	18,2	1546	281	1265	1210
1952/53		20,1	1696	353	1343	1520
1953/54		18,9	1681	318	1363	1360
1954/55		19,9	1706	339	1367	1460
1955/56		19,7	1928	380	1548	1630
1956/57	17,9	23,1	1836	424	1412	1820
1957/58	16,1	20,5	1711	351	1360	1510
1958/59	(16,6)	21,2	1713	364	1349	1560
1959/60	(16,2)	20,6	1736	358	1378	1540
1960/61	(16,6)	21,2	1757	372	1385	1600
1961/62	(16,6)	21,2	2022	429	1593	1840
1967/68		21,1	1717	362	1355	1560
1972/73		19,8	1685	334	1351	1440
1973/74		12	1797	215	1582	922
1974/75		20,9	1663	348	1315	1490

Étude des débits annuels

Chapitre 5



Le débit moyen annuel ou module est l'un des paramètres essentiels du régime hydrologique.

Pour chaque station hydrométrique nous avons, au chapitre 4, déterminé les modules annuels observés et le module interannuel, en faisant la moyenne de ces derniers.

Dans ce chapitre nous reprendrons ces valeurs en effectuant :

- une corrélation hydro-pluviométrique, quand elle est possible ;
- une étude statistique de la distribution des modules observés.

Comme nous le verrons plus loin, il faut faire l'impossible pour que les études statistiques portent sur un nombre d'années suffisant : l'idéal serait 50 à 70 ans. C'est pourquoi nous avons procédé ainsi :

- dans un premier temps, nous avons utilisé les modules tels qu'ils figurent au chapitre précédent, les modules reconstitués présentant toutes garanties : en général ils ne s'écartent pas plus de 5 % de la valeur vraie ;
- dans un second temps, nous avons reconstitué une seconde série de modules en prenant plus de risques, en combinant les rares débits mensuels observés avec des reconstitutions à l'échelle mensuelle des débits manquants, même certains de hautes eaux quand ils sont en petit nombre, ou même parfois en reconstituant une année entière par corrélation avec ceux des stations aval ou de stations voisines. Ceci surtout pour le Mbomou. Les débits ainsi reconstitués ne doivent pas s'écartier, en général, de plus de 10 % des valeurs vraies mais un écart de 20 à 25 % n'est pas exclu : par exemple pour Bangui où nous avons utilisé une corrélation assez mauvaise entre débit maximum annuel et module ; mais heureusement, pour cette période, il n'y a pas de valeurs extrêmes de débits et l'on ne risque donc pas de fausser la distribution.

Nous en déduisons le module interannuel et les modules de fréquence décennale en année sèche et en année humide ou plus exactement en année de faible ou de forte hydraulité.

La corrélation hydro-pluviométrique est effectuée à partir de la pluie moyenne tombée sur le bassin versant. D'une manière assez générale, cette corrélation n'est pas très serrée : ceci est principalement le fait de l'imprécision dans la détermination de la pluviométrie (trop petit nombre de postes et mauvaise qualité des mesures). Mais la dispersion résulte aussi des différences de distributions temporelles des averses à l'intérieur de la saison des pluies. X

Les bassins versants étant pour la plupart de superficie importante, les apports globaux sont composés d'une multitude d'apports partiels provenant de régions diverses entre lesquelles les corrélations deviennent de plus en plus lâches à mesure que la distance qui les sépare s'accroît. Nous sommes en présence d'un grand nombre de variables indépendantes et, quelle que soit la loi de distribution de chacune de ces variables, celle régissant les modules à la station hydrométrique, devrait être une loi de Gauss (théorème central limite). Et effectivement on verra que toutes les distributions sont voisines de la distribution gaussienne ou sont des distributions gaussiennes. La situation est très comparable à celle du Cameroun (Nord excepté) (OLIVRY J.C., 1986). Mais pour déterminer la loi de distribution

il faut un échantillon suffisant, ce qui n'est pas souvent le cas, d'autant plus que la longue série humide des années 1960 et la longue série sèche des années 1970-1990 présentent des modules qui **ne sont plus indépendants** d'où des perturbations aux deux extrémités des courbes de distribution. Cependant la distribution est franchement gaussique : à Bangui, sur le Chinko à Rafaï, la Kotto à Kembé, la Ouaka à Bambari, la Tomi à Sibut. Elle est hypogaussique (loi de Goodrich), très près de la normale, pour la Mbali, la Mpoko, la Lobaye et tout le sud-ouest humide. Elle est encore hypogaussique sur l'Uele mais là elle s'écarte davantage de la loi normale : il s'agit également d'un bassin bien arrosé. Plus au nord on trouve quelques distributions hypergaussiques (loi de Pearson ou même de Galton) : c'est assez net pour Bangassou et la Ouarra mais pour la Mbari et Zémio les échantillons sont bien petits. Plus à l'ouest c'est une loi de Galton pour la Bangui-Kété à Alindao ; on devrait trouver ce genre de loi pour les plus petits bassins mais certains d'entre eux, à peine supérieurs à 1 000 km², semblent avoir une distribution normale.

La distribution de Gauss étant symétrique, moyenne et médiane ont la même valeur. Ceci est encore vrai pour bon nombre de distributions hypergaussiques et hypogaussiques que nous avons considérées. Nous avons presque toujours confondu le module de fréquence 0,5 et la moyenne. Pour la Mbali, hypogaussique, les deux déciles présentent même des valeurs symétriques par rapport à la médiane.

Pour les stations disposant de 10 modules observés ou plus, l'analyse statistique a été effectuée en utilisant le programme Dixlois dont la nouvelle version (LEBEL T., BOYER J.F., 1989) traite directement les échantillons par la loi de Gauss et par la loi de Gumbel mais il est toujours possible de faire l'analyse avec d'autres lois.

Cette distribution a été contrôlée avec un autre utilitaire : Aled (Ajustement des lois à des échantillons de données), qui a été mis au point par le Laboratoire d'hydrologie et modélisation de l'Université Montpellier II. Et c'est suite à ce test de validité que, dans certains cas, la loi de Gauss a été remplacée par une autre.

Pour les stations les plus représentatives, nous avons figuré la distribution graphique, en utilisant le dessin automatique de l'utilitaire Dixlois.

Lorsque les stations ne disposaient pas d'au moins 10 modules observés, l'ajustement a été fait graphiquement avec une loi de Gauss. Un échantillon aussi réduit ne permet pas de s'illusionner sur une grande précision des résultats.

Nous indiquons également l'écart-type, le coefficient de variation et le coefficient K3 (rapport entre les débits annuels décennaux humide et sec). Quand le nombre d'échantillon est suffisant (plus de 25 valeurs), le test du Chi2 est effectué.

Le module spécifique interannuel est éventuellement redéterminé.

Nous avons conservé le même ordre de traitement que pour les chapitres précédents.

5.1. L'Oubangui Supérieur

5.1.1. Le Mbomou à Zémio

Superficie du bassin versant : 27 700 km²

Nombre de modules observés : 12

Moyenne des modules observés: 201 m³/s

Coefficient de corrélation : 0,11

Aucune corrélation pluie-débit

DISTRIBUTION STATISTIQUE

soit un module spécifique interannuel de : 7,0 l/s/km² K3 = 1,645

Remarque :

L'échantillon complété comporte 19 années. Le nombre d'années très humides est un peu fort, mais même avec un échantillon mieux équilibré la distribution serait hypergaussienne (Pearson ou Galton).

5.1.2. Le Mbomou à Bangassou

Superficie du bassin versant : 119 050 km²

Nombre de modules observés : 11

Moyenne des modules observés: 854 m³/s

soit un module spécifique interannuel de : 7,1 l/s/km² K3 = 1,577

Remarque :

Avec l'échantillon complété de 24 années, la courbe de distribution apparaît légèrement hypergaussienne (Pearson ou Galton). Ce sont les chiffres de cette seconde distribution qui ont été adoptés.

Il n'y a pas de grande différence entre le débit correspondant à la fréquence 0,5 (850 m³/s) et la moyenne des modules (854 m³/s).

5.1.3. Le Mbokou à Obo

Superficie du bassin versant : 5 960 km²

Nombre de modules observés : 7

Moyenne des modules observés: 18,2 m³/s

soit un module spécifique interannuel de : 3,1 l/s/km² K₃ = 1,923

Remarque :

Les valeurs retenues ont été majorées par rapport à celles de la distribution avec 7 années : celle-ci correspond à une moyenne qui serait de 5 à 10 % inférieure à la moyenne 1954-1975.

5.1.4. La Kéré à Kéré

L'unique module a une année exceptionnellement humide. Les quelques mois de 1958-1959 et 1968-1969 sont un peu en dessous de la moyenne. On ne peut qu'indiquer un ordre de grandeur du module spécifique : 3 à 4 l/s/km².

5.1.5. La Ouara à Dembia

Superficie du bassin versant : 19 590 km²

Nombre de modules observés : 12

Moyenne des modules observés: 140 m³/s

soit un module spécifique interannuel de: 6,5 l/s/km² K₃ = 1,870

Remarque :

L'échantillon complété, de 18 années, semble bien montrer une distribution hypergaussienne (Pearson ou Galton) dont on a retenu la médiane et les deux déciles.

5.1.6. Le Chinko à Rafai

Superficie du bassin versant : 52 060 km²

Nombre de modules observés : 14

Moyenne des modules observés : 404 m³/s

soit un module spécifique interannuel de : 7,6 l/s/km² K3 = 1,786

Remarque :

Avec un échantillon complété à 20 années, il se confirme que la distribution est bien gaussienne : on n'y observe pas la "bosse" des années 1960 comme à Bangui. Une bonne partie du bassin est beaucoup plus septentrionale que pour les autres rivières et à part l'année 1960-1961 on n'y observe pas d'autres crues exceptionnelles comme ailleurs (figure 5-1).

L'écart entre la corrélation hydro-pluviométrique, la moyenne des modules et la distribution gaussienne n'est pas très important puisque les valeurs sont 380, 404 et 395 m³/s. Pour les fréquences décennales, l'écart entre corrélation et distribution est plus important : 12 % pour la décennale sèche et 13 % pour la décennale humide. Vu la modestie du coefficient de corrélation hydro-pluviométrique, nous avons adopté les valeurs de la distribution statistique sur 20 ans, qui a sensiblement les mêmes caractéristiques que la distribution à 14 ans.

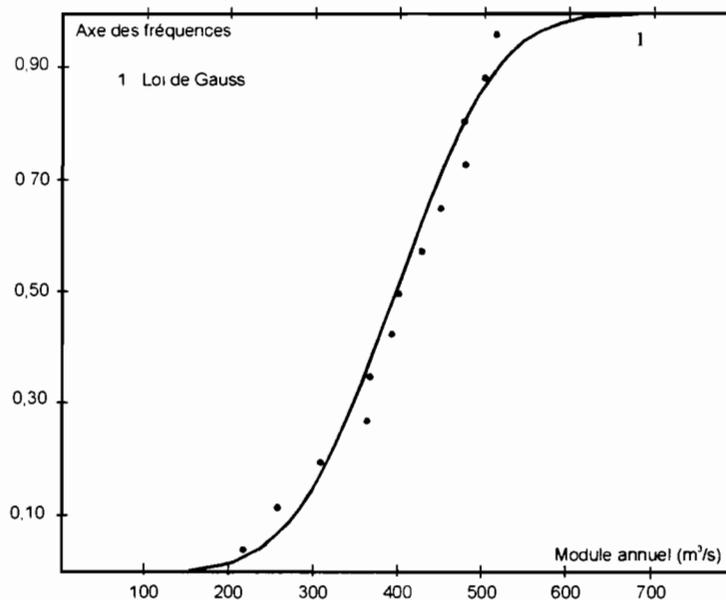


Figure 5-1

Rafai.

5.1.7. Le Mbari à Loungouba

Superficie du bassin versant : 23 600 km²

Nombre de modules observés : 9

Moyenne des modules observés : 178 m³/s

soit un module spécifique interannuel de : 7,2 l/s/km² K3 = 2,087

Remarque :

La distribution semble légèrement hypergaussienne.

À cette station aussi, la faiblesse du coefficient de corrélation hydro-pluviométrique nous a fait choisir les valeurs de la distribution statistique pour caractériser les fréquences décennales bien que même avec 10 années l'échantillon reste bien maigre. Mais il groupe à la fois des années fortes et des années faibles.

5.1.8. L'Uele à son confluent avec le Mbomou

Superficie du bassin versant : 135 400 km²

Nombre de modules reconstitués : 25

Moyenne des modules reconstitués : 1 530 m³/s

soit un module spécifique interannuel de : 11,1 l/s/km² K3 = 1,390

Remarque :

Vu la faiblesse du coefficient de corrélation hydro-pluviométrique, c'est la distribution statistique qui a été retenue pour la détermination des valeurs décennales. Pour cette station, la loi de Goodrich a été utilisée. Les valeurs concernant le module interannuel sont assez proches les unes des autres (figure 5-2).

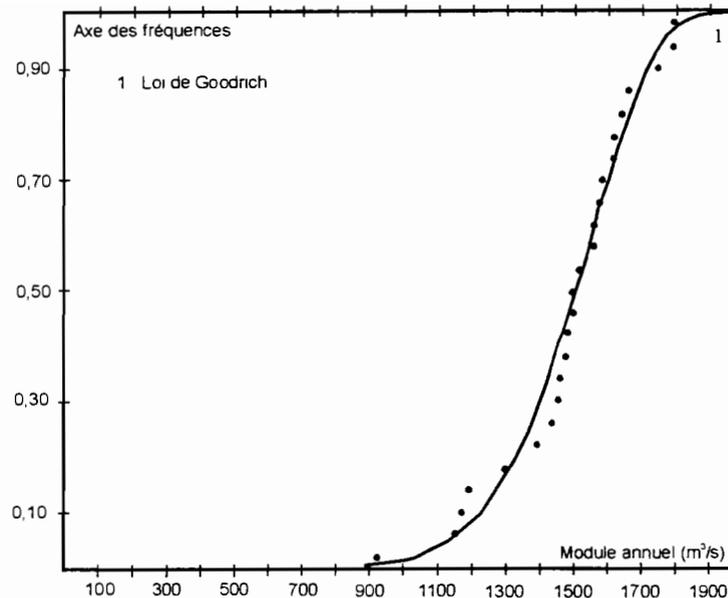


Figure 5-2

Uele.

5.2. Le Moyen Oubangui

5.2.1. L'Oubangui à Mobaye

Superficie du bassin versant : 395 900 km²

Nombre de modules observés : 24

Moyenne des modules observés : 3 330 m³/s

soit un module spécifique interannuel de : 8,1 l/s/km² K3 = 1,509

Remarque :

Il est possible que la distribution soit normale avec une grosse "bosse" pour les valeurs les plus fortes des années 1960 (voir Bangui), d'où le chiffre de 4 000 m³/s qui tient compte de nos incertitudes quant à la partie "haute" de la courbe de distribution (figure 5-3).

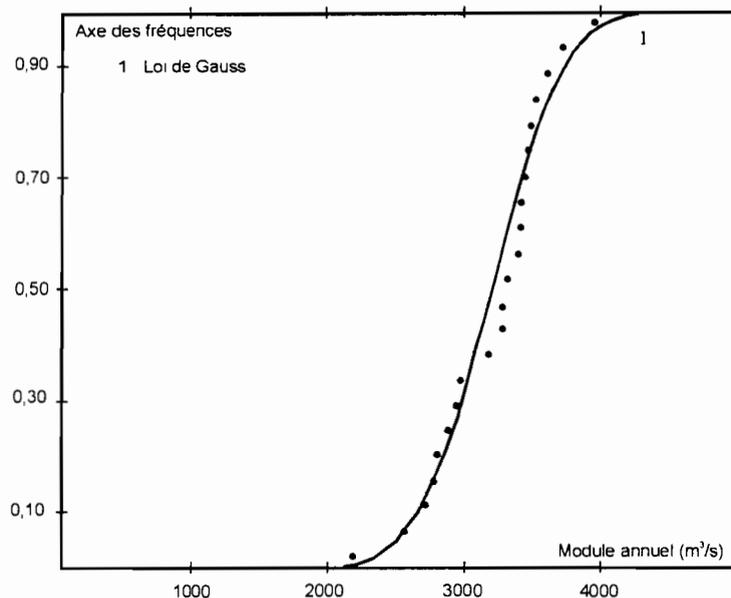


Figure 5-3

Mobaye.

Le coefficient de corrélation hydro-pluviométrique est assez bon pour que l'on prenne en ligne de compte les valeurs issues de cette corrélation.

5.2.2. L'Oubangui à Bangui

Superficie du bassin versant : 488 500 km²

Nombre de modules observés : 61

Moyenne des modules observés : 3 980 m³/s

soit un module spécifique interannuel de : 8,4 l/s/km² K3 = 1,629

Remarque :

La corrélation hydro-pluviométrique étant assez forte, les valeurs retenues tiennent compte de toutes les déterminations. La distribution, avec 61 années, est **incontestablement normale** et si on complète l'échantillon à 77 ans, la droite de Henri reste la même et l'ajustement des fortes valeurs s'améliore. Mais dans les deux cas les échantillons comprennent deux séries tout à fait exceptionnelles :

- celle des années 1960 : le Nil a retrouvé, pour une année, les débits extrêmement forts de la fin du siècle dernier et le Congo a eu une crue tout à fait exceptionnelle ;
- celle des années sèches 1970-1990.

Or pendant ces années-là, les modules annuels **ne sont plus indépendants**. De ce fait, en série sèche par exemple, une année qui a tout pour être moyenne rencontre des conditions telles qu'elle est sèche (figure 5-4).

Le nombre d'années sèches et le nombre d'années humides sont, de ce fait, plus élevés qu'ils devraient l'être si les modules étaient indépendants. D'où un creux sous la droite pour les fréquences supérieures à 0,85 et une bosse pour les fréquences inférieures à 0,05. Ceci peut être accentué pour des échantillons plus courts (Bangassou, Mobaye par exemple).

Les valeurs retenues sont fortement influencées par l'échantillon de 77 années. Il a été tenu compte du fait que la corrélation hydro-pluviométrique, même très bonne, diminue systématiquement la variance.

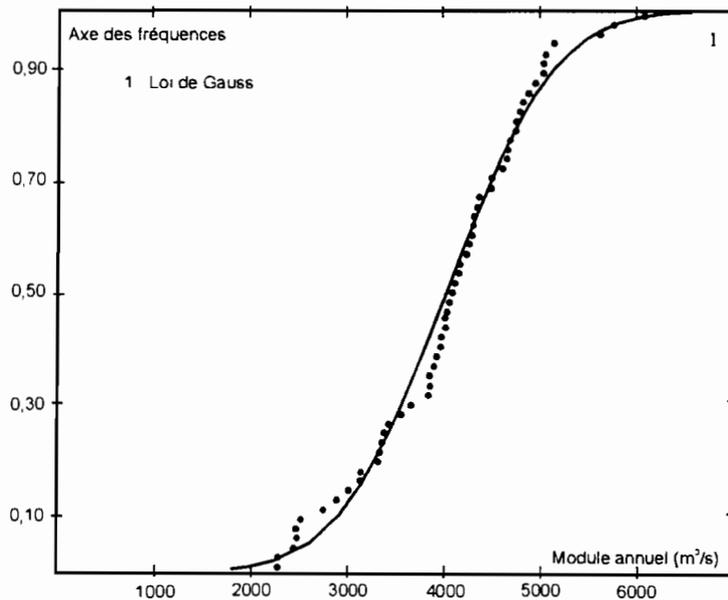


Figure 5-4

Bangui.

5.2.3. L'Oubangui à Zinga

Superficie du bassin versant : 521 900 km²

Nombre de modules observés : 16

Moyenne des modules observés : 4 330 m³/s

soit un module spécifique interannuel de : 8,2 l/s/km² K3 = 1,745

Remarque :

La bonne corrélation hydro-pluviométrique nous a conduit à faire la moyenne de toutes les déterminations.

5.3. Les affluents de l'Oubangui

5.3.1. La Kotto à Bria

Superficie du bassin versant : 60.590 km²

Nombre de modules observés : 15

Moyenne des modules observés : 252 m³/s

soit un module spécifique interannuel de : 4,2 l/s/km² K3 = 1,581

Remarque :

Nous avons, encore ici, une distribution normale.

Les écarts entre les diverses déterminations sont suffisamment faibles pour que des valeurs proches de la moyenne aient été adoptées.

5.3.2. La Kotto à Kembé

Superficie du bassin versant : 77 750 km²

Nombre de modules observés : 15

Moyenne des modules observés : 393 m³/s

soit un module spécifique interannuel de : $5,1 \text{ l/s/km}^2$ $K3 = 1,608$

Remarque :

La distribution est nettement gaussienne, comme pour le Chinko (figure 5-5).

La corrélation hydro-pluviométrique est bonne et les déterminations des modules donnent des valeurs voisines pour la distribution avec 15 ans comme pour la distribution avec 20 ans. On a retenu les chiffres de la distribution avec 20 ans.

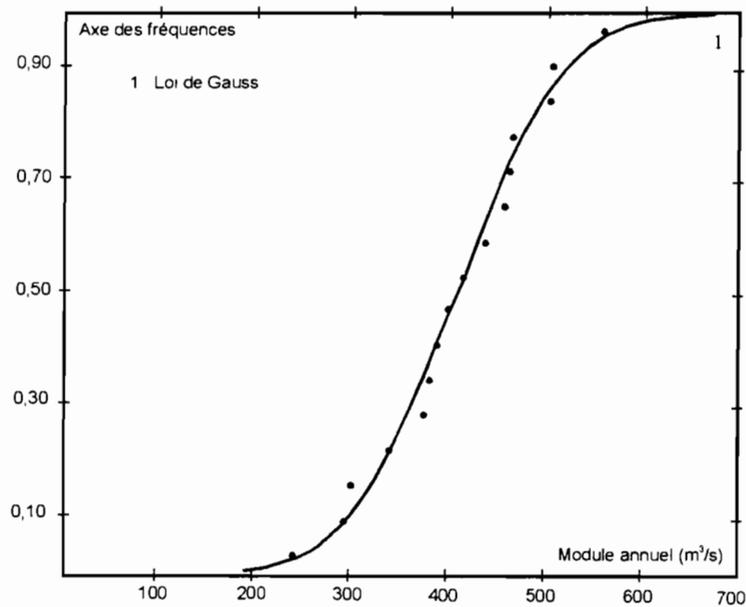


Figure 5-5
Kembé.

5.3.3. La Pipi à Ouadda

Superficie du bassin versant : $2\,500 \text{ km}^2$

Nombre de modules observés : 9

Moyenne des modules observés : $11,8 \text{ m}^3/\text{s}$

soit un module spécifique interannuel de : $4,8 \text{ l/s/km}^2$ $K3 = 1,736$

L'échantillon est très petit mais la présence d'une année sèche et d'une année humide permet d'avoir une idée de la moyenne et des valeurs décennales.

5.3.4. La Bangui-Kété à Alindao

Superficie du bassin versant : 4 560 km²

Nombre de modules observés : 22

Moyenne des modules observés : 59,2 m³/s

soit un module spécifique interannuel de : 13,0 l/s/km² K3 = 1,905

Remarque :

La loi de Gauss convient mal à cette station (figure 5-6). Par contre, celles de Galton, Pearson III et même Gumbell donnent des résultats extrêmement voisins. Il est normal, pour un bassin aussi petit, de trouver une distribution hypergaussique. Bien que le coefficient de corrélation hydropluviométrique reste acceptable, l'excellente distribution statistique nous conduit à lui donner un poids plus fort pour déterminer les valeurs décennales et moyennes.

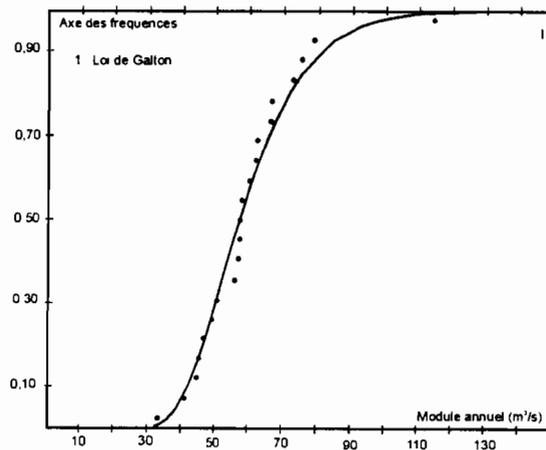


Figure 5-6

Alindao.

5.3.5. La Ouaka à Bambari

Superficie du bassin versant : 29 730 km²

Nombre de modules observés : 15

Moyenne des modules observés : 187 m³/s

soit un module spécifique interannuel de: 6,2 l/s/km² K3 = 1,846

Remarque :

La distribution est nettement normale. Les échantillons avec 15, puis 20 années, donnent pratiquement les mêmes résultats.

Le coefficient de corrélation hydro-pluviométrique est trop faible pour tenir compte des modules décennaux ainsi déterminés. Par contre le module interannuel a la même valeur pour les 3 déterminations.

5.3.6. La Tomi à Sibut

Superficie du bassin versant : 2 610 km²

Nombre de modules observés : 16

Moyenne des modules observés : 15,7 m³/s

soit un module spécifique interannuel de : 6,1 l/s/km² K3 = 2,019

Remarque :

La distribution, avec l'échantillon complété à 21 années, est nettement gaussique. L'année 1973-1974 se situe, en réalité, à une fréquence beaucoup plus faible que celle du calcul.

Les 3 déterminations du module interannuel sont pratiquement identiques.

On a retenu les chiffres de la distribution de l'échantillon avec 21 années, qui est plus sûr pour les valeurs extrêmes.

5.3.7. L'Ombella à Bossélé (Pont-route du Km 105)

Superficie du bassin versant : 3 020 km²

Nombre de modules observés : 9

Moyenne des modules observés : 22,5 m³/s

soit un module spécifique interannuel de : 6,3 l/s/km² K3 = 2,909

Remarque :

Les valeurs indiquées pour les modules décennaux ne sont que de simples ordres de grandeur, même avec un échantillon complété à 12 années. Les extrêmes correspondent à des fréquences très faibles, que ce soit 1973-1974 et 1974-1975 pour les années sèches ou 1975-1976, 1955-1956 et 1966-1967 pour les années humides. C'est pourquoi on a majoré légèrement la valeur décennale sèche et réduit légèrement la valeur décennale humide.

5.3.8. La Mpoko à Bossélé-Bali

Superficie du bassin versant : 10 460 km²

Nombre de modules observés : 16

Moyenne des modules observés : 92,4 m³/s

soit un module spécifique interannuel de : 8,9 l/s/km² K3 = 2,500

Remarque :

Avec 17 années complétées, la distribution paraît hypogaussique (loi de Goodrich).

Les valeurs des modules interannuels sont quasi-identiques. Par contre l'écart est plus important sur les modules décennaux.

5.3.9. La Mpoko à Bangui (Bimbo)

Superficie du bassin versant : 25 630 km²

Nombre de modules observés : 10

Moyenne des modules observés : 278 m³/s

soit un module spécifique interannuel de : 9,2 l/s/km² K3 = 2,903

Remarque :

La distribution, avec un échantillon de 16 années, est très légèrement hypogaussique.

Bien que les 2 valeurs du module interannuel soient très voisines, les indications des débits sont à utiliser avec grande prudence car la station est influencée par le niveau de l'Oubangui.

5.3.10. La Lessé à Bombé

Superficie du bassin versant : 1 300 km²

Nombre de modules observés : 11

Moyenne des modules observés : 5,52 m³/s

soit un module spécifique interannuel de : 4,5 l/s/km² K3 = 1,441

Remarque :

L'échantillon des 11 modules est bien maigre. Mais les écarts, d'une distribution à l'autre (gaussique, hypogaussique, hypergaussique) sont faibles. En définitive nous avons retenu une distribution normale, malgré la taille réduite du bassin.

La corrélation hydro-pluviométrique est mauvaise.

5.3.11. La Mbali à Boali (I.C.O.T.)

Superficie du bassin versant : 4 410 km²

Nombre de modules observés : 30 (avec Boali Poste)

Moyenne des modules observés : 50,9 m³/s

soit un module spécifique interannuel de : 11,5 l/s/km² K3 = 1,833

Remarque :

La distribution est, peut-être, légèrement hypogaussique (Goodrich) mais cela ne se voit pas à l'échelle des modules et des 2 déciles (figure 5-7).

Il peut sembler curieux qu'il n'existe aucune corrélation hydro-pluviométrique à cette station mais ici la pluviométrie du bassin n'est déterminée qu'avec 2 postes pluviométriques seulement, d'où la possible explication.

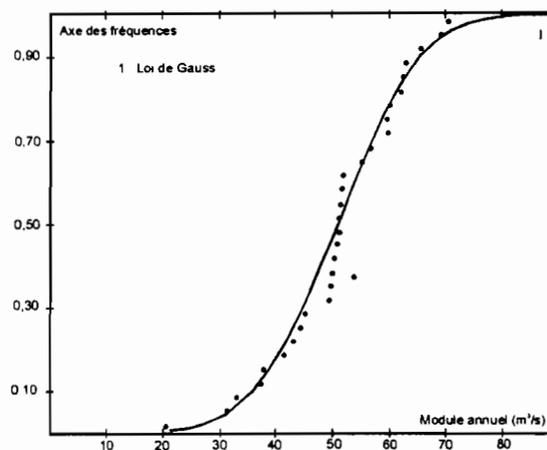


Figure 5-7

Boali.

5.3.12. La Lobaye à Zaoro-Yanga

L'unique module annuel observé est de 74,4 m³/s, qui correspond à un module spécifique de 14,1 l/s/km².

5.3.13. La Lobaye à Kédingué-Yawa.

Superficie du bassin versant : 11 170 km²

Nombre de modules observés : 13

Moyenne des modules observés : 133 m³/s

soit un module spécifique interannuel de : 12,1 l/s/km² K3 = 1,364

Remarque :

La distribution avec l'échantillon complété à 16 années est légèrement hypogaussique (loi de Goodrich). On a revu le module décennal humide avec cette dernière distribution.

La corrélation hydro-pluviométrique est ici excellente et la dispersion entre les 2 méthodes est tout à fait acceptable.

5.3.14. La Lobaye à Safa (Terres rouges)

Superficie du bassin versant : 29 600 km²

Nombre de modules observés : 16

Moyenne des modules observés : 351 m³/s

soit un module spécifique interannuel de : 12,0 l/s/km² K3 = 1,314

Remarque :

La distribution est encore hypogaussique, comme pour toute la Lobaye. Malgré la modestie de l'échantillon, on retrouve le "creux" de Bangui, mais pas la "bosse" des années 1960 : à cette époque les crues de la Lobaye ont été fortes, mais pas extraordinaires.

Le bon coefficient de corrélation hydro-pluviométrique nous a fait admettre des valeurs moyennes tant pour le module interannuel que pour le module décennal sec. En année décennale humide, la valeur de 402 m³/s se déduit par symétrie par rapport à la moyenne (354 m³/s).

5.3.15. La Lobaye à Mbata

Superficie du bassin versant : 30 300 km²

Nombre de modules observés : 28 (2 années supplémentaires reconstituées)

Moyenne des modules observés : 322 m³/s

soit un module spécifique interannuel de : 10,8 l/s/km² K3 = 1,516

Remarque :

La valeur du module interannuel, déterminé par une distribution de Goodrich (la loi de Gauss s'applique mal ici), donne la même valeur que la moyenne de nos 26 modules du chapitre 4 (figure 5-8).

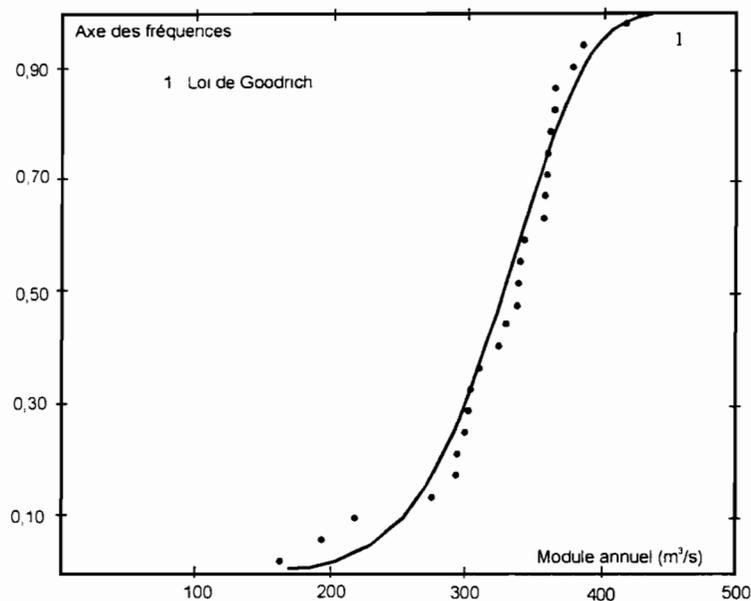


Figure 5-8

Mbata.

5.4. Variation du module spécifique en fonction de la taille du bassin versant

La figure 5-9 indique comment se distribuent les modules spécifiques (en l/s/km²) en fonction de la superficie des bassins versants.

Nous y distinguons 3 zones :

- la zone n° 1, avec des modules de 10 l/s/km² et plus. Cette zone concerne la Bangui-Kété à Alindao (valeur record, avec 13 l/s/km²), la Mbali à Boali, la Lobaye et l'Uele ;
- la zone n° 2, avec des modules compris entre 5 et 10 l/s/km². Elle englobe la totalité des stations de l'Oubangui même, avec le Mbomou, le Mbari et le Chinko. Y sont associés la Tomi, l'Ombella et la Mpoko (bien que cette dernière pourrait presque être classée dans la catégorie précédente où elle retrouverait des bassins qui lui sont proches) ;
- la zone n° 3, où les modules sont les plus faibles : de 3 à 5 l/s/km². Y sont inclus la Kotto, le Mbokou, la Papi et la Lessé. L'influence de la superficie est faible : c'est logique en région guinéenne ; c'est plutôt la hauteur pluviométrique qui joue le rôle principal.

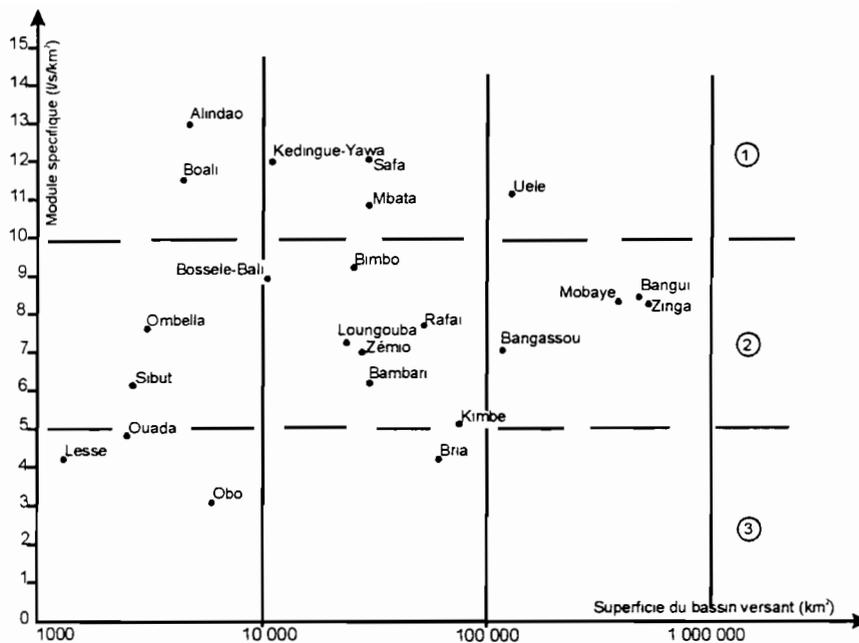


Figure 5-9

Distribution des modules spécifiques en fonction de la superficie des bassins versants.

5.5. Irrégularités interannuelles d'une station à l'autre

De la même façon, nous avons représenté figure 5.10 comment se répartissent les stations en fonction de leur coefficient d'irrégularité K3 (rapport entre le module de fréquence décennale "humide" et celui de fréquence décennale "sèche") et de la superficie de leur bassin versant.

- la classe n° 1 concerne les stations où K3 est supérieur à 2. Elle caractérise les rivières qui présentent de fortes irrégularités d'une année à l'autre. Ce sont la Mpoko, le Mbari, l'Ombella et la Bangui-Kété. Les bassins sont petits ou assez petits ; on pourrait presque y joindre la bassin du Mbokou, petit lui aussi ;
- la classe n° 2 concernent bon nombre de rivières où le coefficient est compris entre 1,6 et 2,0 ;

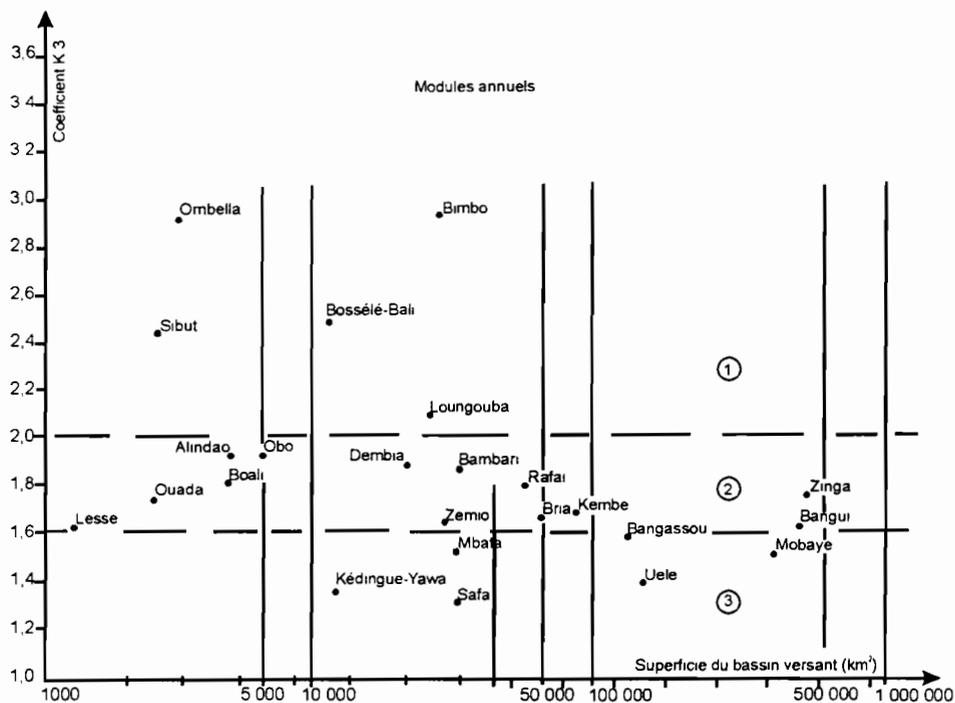


Figure 5-10

Distribution du coefficient K3 en fonction de la taille du bassin versant.

— enfin la classe n° 3 caractérise les rivières dont ce coefficient est compris entre 1,4 et 1,6. Ce sont les rivières les plus régulières du bassin oubanguien : la Lessé, la Lobaye (en totalité), le Mbomou, l'Oubangui et l'Uele. Ce sont de très grands bassins (ou des bassins beaucoup plus petits mais qui reçoivent des pluies abondantes comme la Lobaye).

En général, ce sont des valeurs relativement faibles, bien en accord avec le climat guinéen. L'influence soudanienne fait croître K3 pour certains bassins. Mais la superficie peut jouer son rôle : plus le bassin est petit, toutes choses restant égales par ailleurs, plus K3 est grand mais cette croissance est faible.

L'influence de l'abondance pluviométrique est plus importante.

La Lobaye, de faible irrégularité interannuelle, présente de forts modules spécifiques. À l'inverse l'Ombella, qui n'a pas un module spécifique très important (7,6 l/s/km²), a par contre une forte irrégularité (K3 = 2,9).

5.6. Variation temporelle des modules

Il est également intéressant de voir comment évolue la série chronologique des modules.

Nous avons opéré aux 3 meilleures stations du bassin : l'Oubangui à Bangui (57 années consécutives), la Mbali à Boali et la Lobaye à Mbata.

La méthode utilisée est celle de la moyenne mobile. Comme pour la pluviométrie, nous avons calculé les moyennes mobiles sur une période de 5 années.

L'Oubangui à Bangui :

La figure 5-11 indique comment varient les moyennes mobiles de 1937 à 1988 (ce qui correspond à l'échantillon 1935-1990). Nous avons également redessiné le graphique des moyennes mobiles (toujours sur 5 ans) de la pluviométrie moyenne sur le bassin.

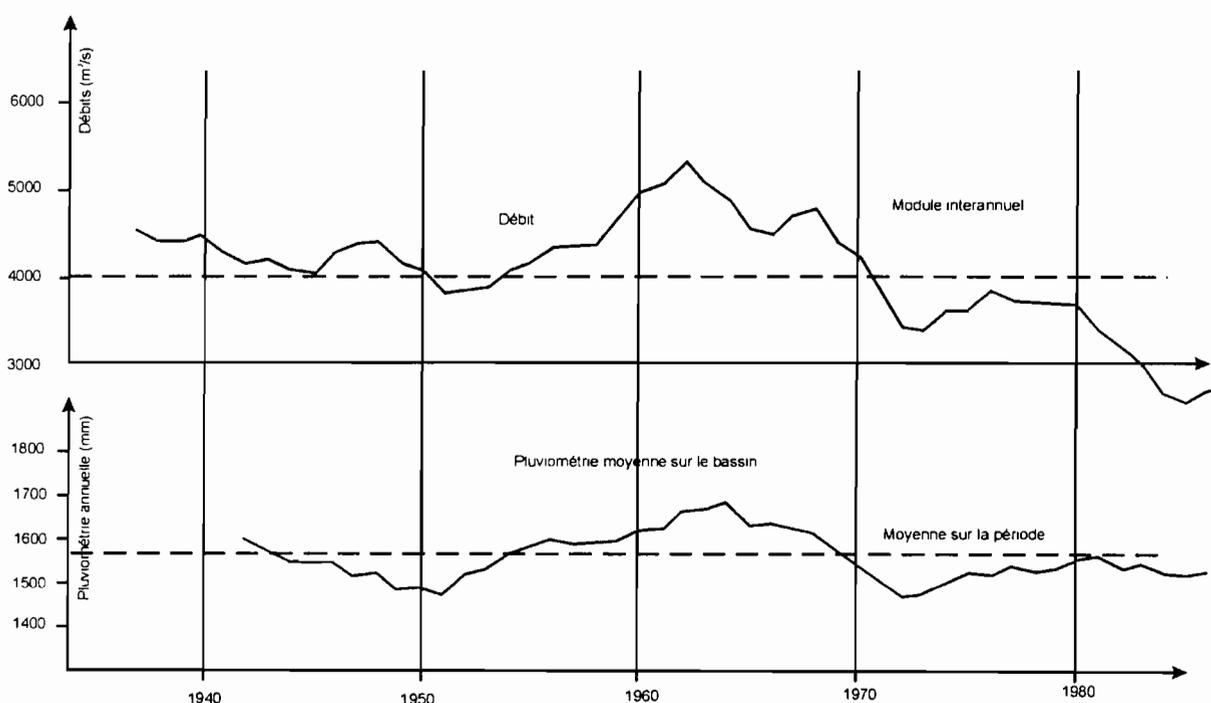


Figure 5-11

L'Oubangui à Bangui (moyennes mobiles sur 5 ans).

Nous pouvons y observer :

- des modules légèrement supérieurs à la moyenne, de 1937 à 1950 ;
- une période 1951-1953 légèrement déficitaire ;
- ensuite les années 1954 à 1970 sont très largement excédentaires ;
- une chute spectaculaire des modules, de 1971 à 1975, suivie d'une légère remontée de 1976 à 1980 et d'une chute encore plus spectaculaire à partir de 1981 (dans les tous premiers relevés on retrouve une trace de la sécheresse de 1913-1914, beaucoup plus nette sur le Niger et le Sénégal).

La pluviométrie sur le bassin suit assez bien cette variation, exceptée à partir de 1978. Ceci est sans nul doute à mettre au compte de l'imprécision dans la détermination de la pluviométrie moyenne : nous n'avons aucun renseignement sur les stations du Zaïre depuis 1961 et la corrélation 1940-1961 s'est certainement avérée erronée à partir de 1978 : les stations de Rafaï, Zémio et Obo sont les seules à déterminer une pluviométrie moyenne sur le bassin de l'Uele, de dimension équivalente à celui du Mbomou !

Une autre explication réside dans la sérieuse baisse du niveau des nappes phréatiques depuis 1972. Les réserves hydrogéologiques (grès de Carnot) sont plus ou moins épuisées : elles doivent pouvoir se recharger avant de dégorger à nouveau

Il est à noter que la série sèche de 1971-1990, coupée par la remontée de 1976, est encore plus extraordinaire que la série humide des années 1960 (en fait 1954 à 1970). On retrouve ceci de façon fragmentaire sur toutes les stations à l'amont de Bangui, sauf celles alimentées en partie par les zones soudaniennes où les années humides de 1960 sont moins nombreuses, surtout après 1961.

La Mbali à Boali :

Les moyennes mobiles n'ont pu être établies que de 1966 à 1981, car il manque les modules de 1984 et 1985.

La figure 5-12 donne l'allure de ces moyennes :

- modules excédentaires jusqu'en 1970 ;
- déficit de 1971 à 1976 ;
- années légèrement supérieures à la moyenne de 1977 à 1981 ;
- période 1986 et surtout 1987 déficitaire (d'après les données de base) ;
- année 1988 normale.

La pluviométrie du bassin (bien que mesurée avec seulement 2 postes pluviométriques) reflète quand même une variation assez identique à celle des modules.

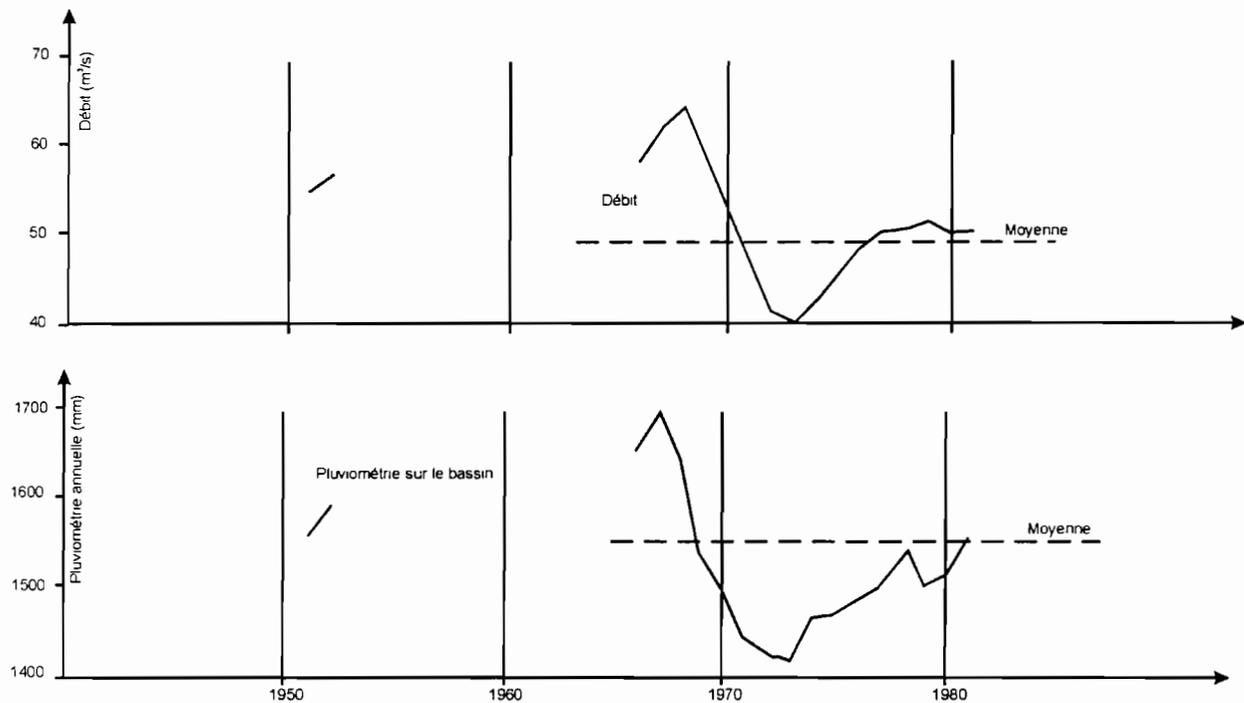


Figure 5-12 (a)

La Mbali à Boali (moyennes mobiles sur 5 ans).

La Lobaye à Mbata :

La figure 5-12 donne aussi l'allure des variations des modules :

- années excédentaires de 1955 à 1962 ;
- années normales de 1963 à 1965 ;
- années excédentaires de 1966 à 1969 ;
- chute des modules à partir de 1970 ;
- modules très déficitaires en 1987 et 1988 (d'après les données de base).

La pluviométrie sur le bassin suit assez bien ces variations. Il convient de noter l'effet régulateur des grès de Carnot sur la variation des modules d'une année à l'autre.

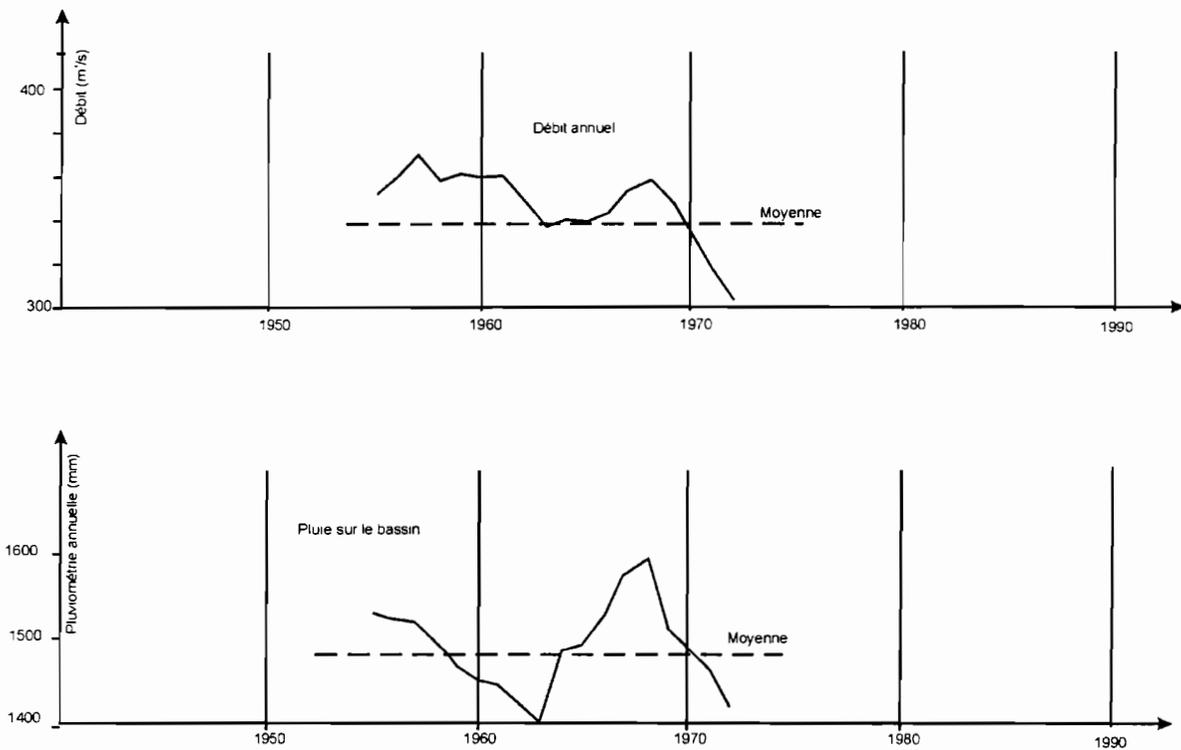


Figure 5-12 (b)

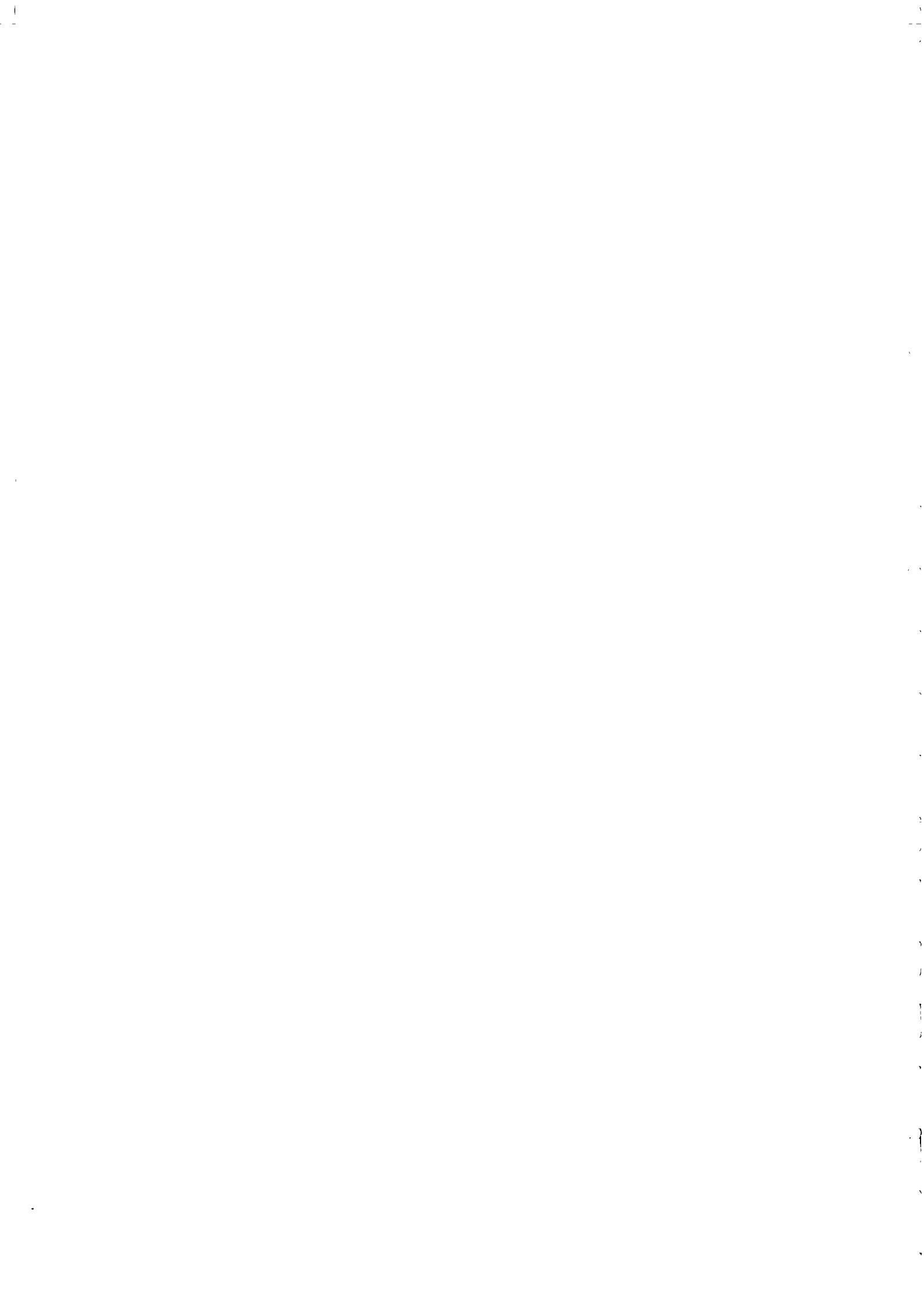
Débit moyen de la Lobaye à Mbata (moyennes mobiles sur 5 ans).

Conclusion :

D'une façon générale, la période 1954-1969 s'est avérée de forte hydraulicité. 1972-1975, par contre, est déficitaire. Après une timide reprise de 1976 à 1980, les modules ont très nettement diminué ces dernières années.

Étude des crues

Chapitre 6



Le programme utilitaire de traitement statistique Dixlois a été également utilisé pour cette étude, avec les lois de distribution suivantes :

- loi normale (loi de Gauss) ;
- loi gaussio-logarithmique (loi de Galton) ;
- loi de Gumbel ;
- loi de Pearson III ;
- loi de Goodrich.

La validité de ces distributions a été contrôlée avec l'utilitaire Aled, qui utilise comme tests :

- le test du χ^2 ;
- le test de Cramer-Von Mises ;
- le test de Watson ;
- le test d'Anderson-Darling.

6.1. Date d'apparition du maximum annuel

Le tableau 6.1 rassemble les dates d'apparition de la crue maximale annuelle, station par station.

Nous pouvons constater :

- que les rivières de l'Oubangui Supérieur, du Moyen Oubangui, la Ouaka à Bambari et la Lobaye présentent une occurrence de crue maximale annuelle essentiellement durant les deux dernières décades d'octobre et la première décade de novembre. Ceci est particulièrement net pour l'Oubangui, du fait de la crue de l'Uele qui, vu la forme très allongée de son bassin, arrive seulement courant octobre à son confluent avec le Mbomou ;
- que les crues maximales de la Papi, vu la position septentrionale de son bassin, s'observent en juillet et surtout en août, mais aussi en octobre. Le peu d'années d'observations ne permet pas de mieux préciser le phénomène ;
- que les autres rivières ont une période d'apparition de la crue maximale annuelle assez large, allant de la seconde décade d'août à la dernière décade d'octobre.

En somme, la position plus ou moins septentrionale des bassins conduit à un maximum relativement précoce et la grande longueur de certains cours d'eau donne lieu à un maximum tardif.

Tableau 6.1

Dates d'apparition des crues maximales annuelles

Rivière	Station	Juillet	Août			Septembre			Octobre			Novembre			Total
			01-10	11-20	21-30	01-10	11-20	21-30	01-10	11-20	21-30	01-10	11-20	21-30	
Oubangui Supérieur															
Mbomou	Zémio			1			2	2	2	5	8			20	
	Bangassou					1	3	1	5	3	3			16	
Ouara	Dembia							5	3	5	2	1		16	
Chinko	Rafai				2	3	1	6	2	3	1	1		19	
Mbari	Loungouba			1			2	2	4	3	2			14	
Moyen Oubangui															
Oubangui	Mobaye				2	1	3	2	6	4	7	1	1	27	
	Bangui				2	1	5	5	9	20	13	6		61	
	Zingua				1	1	2	2	3	5	2			16	
Affluents de l'Oubangui															
Kotto	Bria			1			3	3	3	2	1			13	
	Kembé			1	3	6	5	3	2	1				21	
Pipi	Ouadda	2		3	2	2		1		3	1			14	
Bangui-Kété	Alindao	3		2	3	2	4	1	2	2	4	2		25	
Ouaka	Bambari			1		1	1	3	2	6	5			19	
Tomi	Sibut			2	3	1	2	5	4	3	2			22	
Ombella	Km 105				1		2	2	1	1	3	1		11	
Mpoko	Bossélé-Bali			2	3	4	1	2	2			1		17	
	Bangui Bimbo			1	1	1				2	3	1	4	13	
Lessé	Bombé				1	3	1	1	3	2	3	1		15	
Mbali	Boali			1	1	4	6	4	8	3	4		2	33	
Lobaye	Kendingué-Y.						2	1	2	3	4	1		13	
	Safa				2		2	1	2	5	7	1		20	
	Mbata			1	1		3	3	2	6	7	3	1	27	

Le tableau 6.2 donne les pourcentages dans la répartition de ces dates.

Tableau 6.2
Date d'apparition de la crue maximale annuelle (en %)

Juillet	Août			Septembre			Octobre			Novembre		
	01-10	11-20	21-31	01-10	11-20	21-30	01-10	11-20	21-31	01-10	11-20	21-30
Oubangui Supérieur, Moyen Oubangui, Ouaka (à Bambari) et Lobaye												
		1	2	3	6	10	12	20	26	16	4	
Autres rivières												
2		5	7	11	15	14	15	11	12	4	4	

6.2. Résultats des analyses statistiques sur les crues maximales annuelles

Pour chaque station, nous indiquons les résultats qui ont satisfait aux tests Aled. Quand plus de trois lois sont acceptées, nous n'avons retenu que les trois distributions qui nous paraissent les meilleures.

Nous avons ensuite adopté, pour chaque période de retour, la valeur du débit de crue qui semblait le plus proche de la réalité, valeur qui n'est pas forcément la moyenne des trois distributions retenues mais celle qui, généralement, correspond à la meilleure.

Les périodes de retour sont : 2, 5, 10, 20, 50 et exceptionnellement 100 et 1 000 ans.

6.2.1. L'Oubangui Supérieur

6.2.1.1. Le Mbomou à Zémio

Superficie du bassin versant : 27 700 km²

Nombre d'années d'observations : 19

Valeur moyenne des crues maximales annuelles : 530 m³/s

Écart type : ± 141 m³/s

Coefficient de variation : 0,266

Débit spécifique de la crue décennale : 25,8 l/s/km².

Loi de	Débit de crue pouvant être atteint ou dépassé une année sur				
	2	5	10	20	50
Gauss	536	651	715	760	820
Galton	517	637	710	777	860
Pearson III	522	639	705	764	834
Valeur adoptée	535	650	715	760	820

Nous avons augmenté la taille de l'échantillon en utilisant les corrélations $Q_{\max.Zémio}/Q_{\max.Bangassou}$ et $Q_{\max.Bangassou}/Q_{\max.Mobaye}$.

Il y a une certaine dispersion, surtout pour la deuxième : ceci est dû au fait que, pour certaines années, l'extrême est (Uele) est plus (ou moins) favorisé que les autres régions. Pour d'autres années la tendance humide ou sèche est homogène et on retrouve alors les points sur la droite de régression : c'est le cas pour 8 des 12 points représentatifs ; 4 sont assez en dehors, de part et d'autre de la droite, surtout en 1954. Cela est moins net pour la corrélation Zémio/Bangassou. Avec ces corrélations on a pu reconstituer un certain nombre de débits maximaux. Pour Bangassou, il est assez réconfortant de trouver, par les 2 régressions, des valeurs voisines pour un certain nombre d'années (voir plus loin).

On a reconstitué, pour Zémio, les débits maximaux pour :

- 1957 : 450 m³/s ;
- 1958 : 585 m³/s ;
- 1959 : 435 m³/s ;
- 1960 : 353 m³/s ;
- 1962 : 795 m³/s.

On obtient, ainsi, un échantillon de 19 années : la distribution change peu par rapport à celle trouvée avec 14 années mais elle est beaucoup plus sûre.

Nous avons pris en compte le maximum observé le 15 octobre 1969, soit 809 m³/s (la hauteur d'eau du Mbomou ayant vraisemblablement été obtenue par l'observation et la mesure des délaissées de crue).

La distribution expérimentale est un peu bossue par suite de l'existence des débits maximaux de 1969 et 1962, dont la fréquence réelle est nettement inférieure aux fréquences 0,026 et 0,079 que donne la formule pour un échantillon de 19 ans. On pourrait se demander quelle serait l'allure de la courbe si on avait pu reconstituer les débits maximaux de 1961 et de 1964. D'après les valeurs de Bangui, les maximaux pour ces deux années-là seraient nettement supérieurs à ceux de 1962 et 1969. Mais un examen des débits maximaux du Chinko et de la Ouara, beaucoup plus proches, montre qu'il y a très peu de chances pour que ces débits de 1961 et 1964 dépassent ceux de 1962 et 1969. Ceci est important car, si sur la période 1952-1975 il fallait ajouter encore deux crues dépassant nettement 800 m³/s, la distribution deviendrait hypergaussienne. Telle qu'elle est, elle est nettement gaussienne, d'où les chiffres adoptés pour les diverses fréquences.

6.2.1.2. Le Mbomou à Bangassou

Superficie du bassin versant : 119 050 km²

Nombre d'années d'observations: 19

Valeur moyenne des crues maximales annuelles : 2 780 m³/s

Écart type : ± 706 m³/s

Coefficient de variation : 0,254

Débit spécifique de la crue décennale : 30,8 l/s/km².

Loi de	Débit de crue pouvant être atteint ou dépassé une année sur				
	2	5	10	20	50
Gauss	2 690	3 315	3 670	3 960	4 270
Galton	2 660	3 170	3 480	3 760	4 100
Pearson III	2 680	3 160	3 440	3 680	3 960
Valeur adoptée	2 690	3 320	3 670	3 960	4 270

Les mêmes corrélations que pour la station précédente ont été utilisées. Nous avons contrôlé que, dans certains cas, les 2 corrélations conduisaient, pour Bangassou, à des résultats voisins :

- 1969 : 4 270 et 3 970 m³/s ;
- 1970 : 3 180 et 3 060 m³/s.

Les points "aberrants" correspondent généralement à des hydraulicités différentes pour les diverses parties des bassins. C'est très probablement le cas pour l'année 1968, où la corrélation Zémio/Bangassou donne un résultat beaucoup trop faible. On peut heureusement retrouver à peu près cette valeur par d'autres moyens : en effet, on dispose du débit moyen de septembre 1968 à Bangassou (2 510 m³/s) et on sait que le maximum s'est produit en septembre sur le Chinko avec 1 030 m³/s. À Zémio, le maximum de 1968 a eu lieu fin septembre ou début octobre au plus tard. Étant donné un débit moyen de 2 510 m³/s en septembre à Bangassou, le maximum pour 1968 est voisin de 2 700 m³/s. Lorsque les deux corrélations donnent des valeurs voisines, on en prend la moyenne. Nous avons ainsi reconstitué les débits maximaux pour :

- 1956 : 2 000 m³/s ;
- 1957 : 2 250 m³/s ;
- 1962 : 4 180 m³/s ;
- 1968 : 2 700 m³/s ;
- 1969 : 4 100 m³/s ;
- 1970 : 3 120 m³/s ;
- 1971 : 1 900 m³/s.

Avec l'échantillon des valeurs observées sur 12 ans on ne pouvait guère faire d'étude statistique. Avec 19 ans et sachant que les fréquences expérimentales les plus faibles correspondent à des débits trop élevés, comme on l'a vu pour Zémio, un ajustement par une distribution gaussique se justifie tant bien que mal. Nous n'avons pas utilisé les débits de Mobaye reconstitués à partir de Bangui : cette double reconstitution aurait conduit à des résultats hasardeux, alors que nous avons des indices sérieux de valeurs maximales à Bangassou, en 1961 et 1964, plus faibles que celles de 1962 et 1969.

■ 6.2.1.3. Le Mbokou à Obo

C'est seulement graphiquement que nous avons traité cette station, qui ne comporte que 7 années d'observations et il est impossible de compléter cet échantillon par des corrélations qui seraient trop lâches.

Superficie du bassin versant : 5 960 km²
 Nombre d'années d'observations : 7
 Valeur moyenne des crues maximales annuelles : 70,3 m³/s
 Écart type : + 30 3 m³/s
 Coefficient de variation : 0,430
 Débit spécifique de la crue décennale : 20,1 l/s/km².

Loi de	Débit de crue pouvant être atteint ou dépassé une année sur				
	2	5	10	20	50
Gumbel	70	95	120	(145)	

■ 6.2.1.4. La Kéré à Keré

ce x Tout comme pour Obo, l'étude des crues de la Kéré n'a pu qu'être qu'esquissée graphiquement car, là aussi, il y a moins de 10 mesures durant toute la période d'observations mais il y a une année exceptionnellement forte en 1969 et une année forte en 1954.

Superficie du bassin versant : 3 790 km²
 Nombre d'années d'observations : 6
 Valeur moyenne des crues maximales annuelles : (54,3 m³/s)
 Écart type ± (30 0 m³/s)
 Coefficient de variation : (0,553)
 (toutes ces valeurs sont influencées par les maxima de 1969 et 1954).
 Débit spécifique de la crue décennale : 24 l/s/km².

Loi de	Débit de crue pouvant être atteint ou dépassé une année sur				
	2	5	10	20	50
	((40))		(90)		

6.2.1.5. La Ouara à Dembia

Superficie du bassin versant : 19 590 km²
Nombre d'années d'observations : 21
Valeur moyenne des crues maximales annuelles : 386 m³/s
Écart type : ± 86,6 m³/s
Coefficient de variation : 0,224
Débit spécifique de la crue décennale : 25,7 l/s/km².

Loi de	Débit de crue pouvant être atteint ou dépassé une année sur				
	2	5	10	20	50
Gauss	385	462	505	537	575
Galton	374	455	501	541	589
Pearson III	385	465	504	534	567
Valeur adoptée	385	460	505	540	575

L'échantillon des 17 valeurs observées peut être complété grâce à la corrélation Q_{max}.Dembia/Q_{max}.Zémio qui est acceptable, d'autant plus que les débits à reconstituer ne correspondent pas à des valeurs extrêmes. On peut donc ajouter les débits maximaux de :

- 1967 : 430 m³/s ;
- 1970 : 450 m³/s ;
- 1971 : 375 m³/s ;
- 1975 : 375 m³/s.

Les années 60 observées n'ont manifestement pas le même caractère exceptionnel que pour d'autres stations (il manque cependant la valeur du débit maximal de 1961). La distribution, nettement gaussienne, correspond aux 21 valeurs ; elle serait très vraisemblablement valable pour un échantillon plus important. On peut donc la retenir.

6.2.1.6. Le Chinko à Rafai

Superficie du bassin versant : 52 060 km²
Nombre d'années d'observations : 20
Valeur moyenne des crues maximales annuelles : 1 340 m³/s
Écart type : ± 239 m³/s
Coefficient de variation : 0,178
Débit spécifique de la crue décennale : 31,9 l/s/km².

Loi de	Débit de crue pouvant être atteint ou dépassé une année sur				
	2	5	10	20	50
Gauss	1 340	1 550	1 660	1 750	1 850
Galton	1 330	1 550	1 670	1 770	1 900
Pearson III	1 360	1 560	1 650	1 720	1 800
Valeur adoptée	1 340	1 550	1 660	1 750	1 850

Il manque 3 années que l'on pourrait reconstituer. Le gain d'information qui serait apporté par la reconstitution de ces 3 ans serait insignifiant.

La distribution (figure 6-1) est nettement gaussienne. Elle correspond aux chiffres que nous avons adoptés.

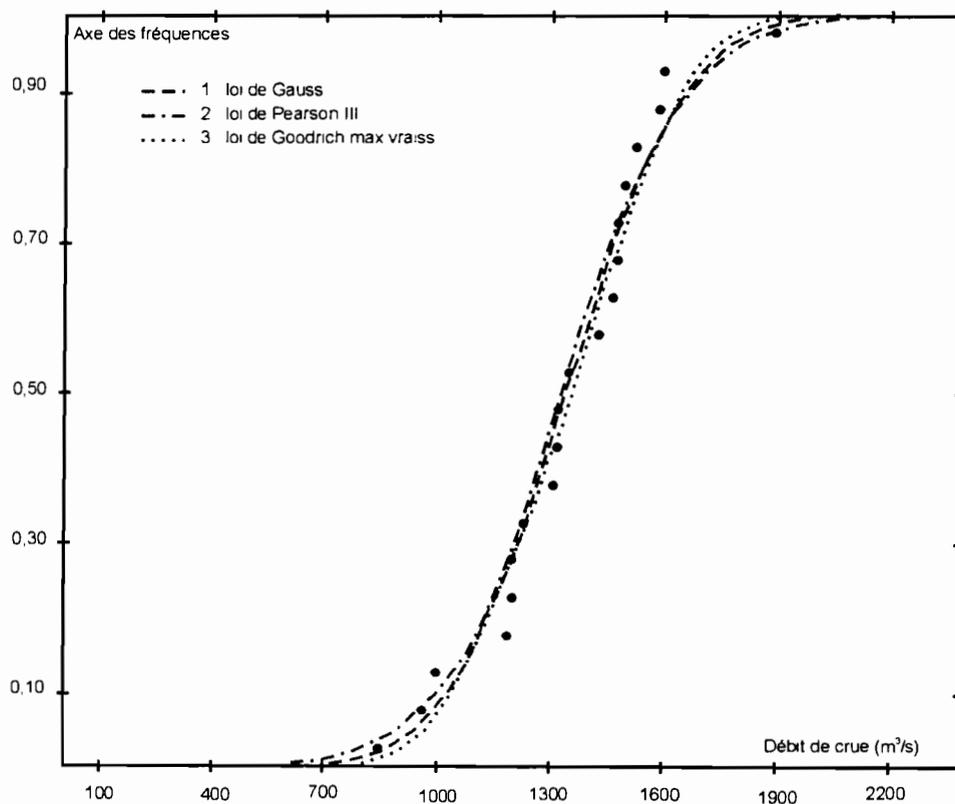


Figure 6-1
Le Chinko à Rafai

6.2.1.7. Le Mbari à Loungouba

Superficie du bassin versant : 23 600 km²

Nombre d'années d'observations : 21

Valeur moyenne des crues maximales annuelles : 577 m³/s

Écart type : ± 171 m³/s

Coefficient de variation : 0,296

Débit spécifique de la crue décennale : 33,9 l/s/km².

Loi de	Débit de crue pouvant être atteint ou dépassé une année sur				
	2	5	10	20	50
Gauss	577	724	802	884	
Goodrich	581	723	793	865	
Valeur adoptée	580	725	800	880	

Le nombre de débits maximaux observés (10) est faible. Aussi a-t-on tout fait pour améliorer cette situation. Il existe une corrélation assez lâche entre les débits maximaux de la Mbari et ceux de la Kotto. Elle nous a permis de reconstituer 11 valeurs :

- 1956 : 570 m³/s ;
- 1957 : 570 m³/s ;
- 1958 : 830 m³/s ;
- 1960 : 590 m³/s ;
- 1961 : 820 m³/s ;
- 1962 : 850 m³/s ;
- 1964 : 785 m³/s ;
- 1971 : 525 m³/s ;
- 1973 : 280 m³/s ;
- 1974 : 630 m³/s ;
- 1975 : 530 m³/s.

Malheureusement, les 4 plus fortes valeurs de l'échantillon sont obtenues par cette corrélation : un écart de 100 m³/s sur une ou plusieurs de ces valeurs reste possible, ce qui peut être gênant pour définir la nature de la distribution. Elle semble gaussienne avec les valeurs des débits maximaux que nous avons retenues. Après avoir utilisé Dixlois, un passage avec Aled indique que les 5 lois statistiques sont acceptables (test du Chi² inclus) mais le tracé graphique est quand même meilleur avec Gauss et Goodrich, ce qui indique une légère tendance à une distribution hypogaussienne.

6.2.2. Le Moyen Oubangui

6.2.2.1. L'Oubangui à Mobaye

Superficie du bassin versant : 403 800 km²

Nombre d'années d'observations : 37

Valeur moyenne des crues maximales annuelles : 8 580 m³/s

Écart type : ± 1 510 m³/s

Coefficient de variation : 0,176

Débit spécifique de la crue décennale : 26,0 l/s/km².

Loi de	Débit de crue pouvant être atteint ou dépassé une année sur				
	2	5	10	20	50
Galton	8 460	9 710	10 400	11 100	11 800
Pearson III	8 500	9 770	10 500	11 100	11 800
Valeur adoptée	8 500	9 750	10 500	11 100	11 800

Pour combler les lacunes de la série de Mobaye on peut utiliser la corrélation $Q_{\max}.\text{Mobaye}/Q_{\max}.\text{Bangui}$ qui est assez serrée. La régression est représentée par une courbe concave (Mobaye en fonction de Bangui) ce qui est logique. Il y a peu de points aberrants, qui correspondent généralement à des différences d'hydraulicité dans diverses parties du bassin. L'écart le plus élevé correspond à 20 % du débit maximal annuel de Bangui. On en déduit ainsi 8 débits maximaux complémentaires :

- 1960 : 9 100 m³/s ;
- 1961 : 13 100 m³/s ;
- 1963 : 7 400 m³/s ;
- 1964 : 12 600 m³/s ;
- 1965 : 7 650 m³/s ;
- 1966 : 7 600 m³/s ;
- 1967 : 9 100 m³/s ;
- 1968 : 7 500 m³/s.

Les valeurs de 1961 et 1964 sont sur la partie unique extrapolée de la courbe de régression donc un peu incertaines. Il est difficilement imaginable qu'elles soient plus fortes car la différence ($Q_{\max}.\text{Bangui} - Q_{\max}.\text{Mobaye}$) est déjà bien faible : 1 400 m³/s pour 1961 et 1964, soit 10 %. Mais il est normal qu'elles soient nettement plus fortes que la valeur de 11 200 m³/s observée en 1962.

L'échantillon se compose alors de 37 années. Sa distribution (figure 6-2) s'ajuste bien à une loi hypergaussienne (loi de Galton ou de Pearson III). L'estimation de la crue centennale est peut-être légèrement surestimée par suite du caractère tout à fait exceptionnel des crues de 1961 et 1964. Ceci est bien visible à Bangui et plus à l'aval mais ceci ne veut pas dire que l'on retrouverait ce caractère tout à fait exceptionnel à l'amont, à Bangassou ou à Zémio. Les séries de la Ouara et du Chinko le montrent bien.

Or le débit maximal moyen du Chinko n'est très éloigné du débit maximal moyen de Bangassou divisé par 2, donc son influence est très forte sur ce débit de Bangassou.

Par ailleurs les valeurs des débits maximaux annuels observés à Bangui, en 1983 et 1984, seraient égales, avec la même régression extrapolée à un débit maximal, à Mobaye, de 5 760 et 5 000 m³/s, nettement en dessous du minimum observé en 1973 (5 950 m³/s). Nous n'avons pas voulu introduire ces valeurs dans l'échantillon de Mobaye.

Nous pouvons estimer que la crue centennale serait de l'ordre de 12 500 à 13 000 m³/s.

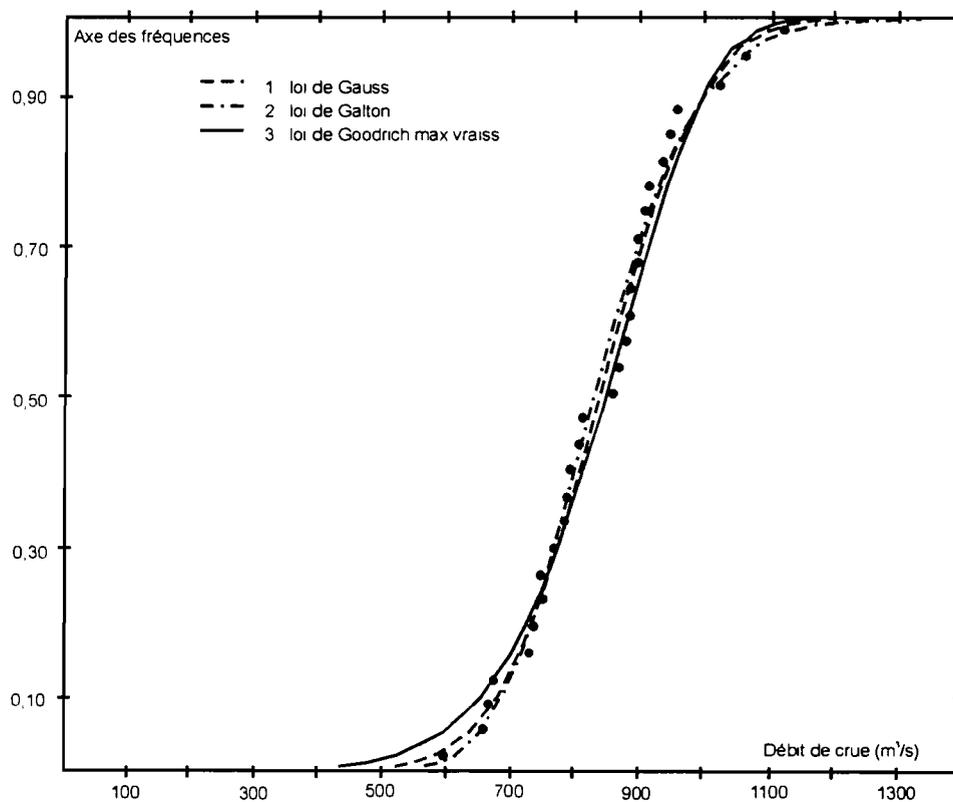


Figure 6-2
L'Oubangui à Mobaye

6.2.2.2. L'Oubangui à Bangui

Nous avons analysé :

— un échantillon complet, portant sur la période 1911-1990, pour lequel il faut faire des réserves sur la qualité des observations allant de 1919 à 1934 ;

— un échantillon réduit aux seules observations d'excellente qualité, de 1935 à 1990.

Le bassin versant a une superficie de 488 500 km².

Échantillon complet :

Nombre d'années d'observations : 78

Valeur moyenne des crues maximales annuelles : 10 100 m³/s

Écart type : ± 1 980 m³/s

Coefficient de variation : 0,196

Loi de	Débit de crue pouvant être atteint ou dépassé une année sur				
	2	5	10	20	50
Gauss	10 100	11 800	12 700	13 400	14 200
Pearson III	9 980	11 800	12 800	13 700	14 300
Goodrich	10 200	11 900	12 700	13 300	14 000
Valeur adoptée	10 100	11 800	12 700	13 500	14 200

Là encore, la distribution gaussienne (figure 6-3) est celle qui s'ajuste le mieux à l'échantillon. Elle correspond aux chiffres que nous avons adoptés.

Échantillon réduit :

Nombre d'années d'observations : 56

Valeur moyenne des crues maximales annuelles : 9 950 m³/s

Écart type : ± 1 930 m³/s

Coefficient de variation : 0,193

Loi de	Débit de crue pouvant être atteint ou dépassé une année sur				
	2	5	10	20	50
Gauss	9 950	11 600	12 400	13 100	13 900
Pearson III	9 820	11 600	12 400	13 000	13 600
Goodrich	10 100	11 700	12 400	13 000	13 600
Valeur adoptée	9 950	11 600	12 400	13 000	13 700

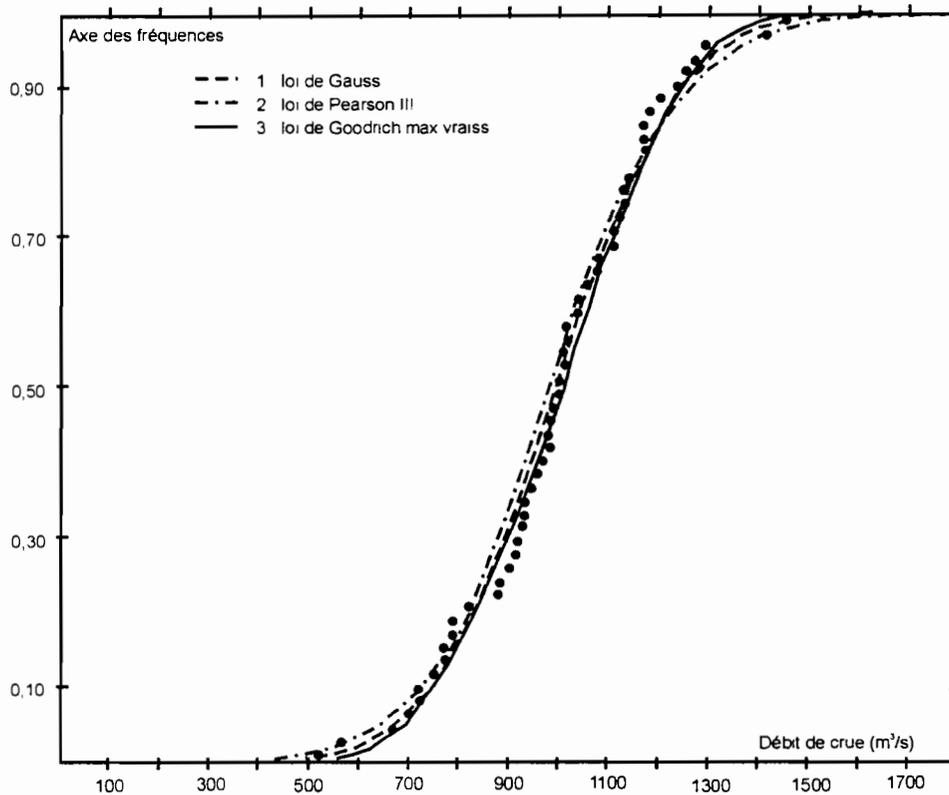


Figure 6-3
L'Oubangui à Bangui

La différence entre les résultats de ces deux séries d'analyse n'est pas significative. Ceci est normal car, dans le premier cas, sur les 78 valeurs des maximaux annuels nous y retrouvons les 56 valeurs de l'échantillon réduit.

En définitive nous adopterons :

Débit spécifique de la crue décennale : 25,8 l/s/km².

Loi de	Débit de crue pouvant être atteint ou dépassé une année sur				
	2	5	10	20	50
Valeur adoptée	10 000	11 700	12 600	13 300	14 000

Crue centennale :

- l'échantillon complet indiquerait 14 900 m³/s pour la crue centennale (l'analyse donnant des débits allant de 14 400 à 15 500 m³/s) ;
- l'échantillon réduit donne cette même valeur de 14 900 m³/s, les débits variant de 14 000 à 15 200 m³/s. ;
- estimation de la crue centennale : 14 900 m³/s.

Crue millénaire :

- le nombre d'observations est trop petit pour que l'analyse ne donne qu'une valeur indicative ;
- nous arrivons, avec l'échantillon complet, à un débit de 16 500 m³/s, les résultats de l'analyse variant de 15 500 à 17 600 m³/s ;
- l'échantillon réduit donne 16 100 m³/s (valeurs variant de 15 000 à 17 300).

Y. Brunet-Moret, grand statisticien de l'hydrologie Orstom, nous avait fait remarquer que l'écart entre la valeur millénaire et la valeur centennale est de même ordre de grandeur qu'entre la valeur centennale et la valeur décennale.

Ici, cet écart centennal/décennal est de 2 300 m³/s.

La crue millénaire devrait être de 14 900 + 2 300 = 17 200 m³/s.

Nous pensons que la crue millénaire devrait être de l'ordre de : 16 500 à 17 500 m³/s soit 35 l/s/km².

■ 6.2.2.3. L'Oubangui à Zinga

Superficie du bassin versant : 521 900 km²

Nombre d'années d'observations : 18

Valeur moyenne des crues maximales annuelles : 10 500 m³/s

Écart type : ± 1 530 m³/s

Coefficient de variation : 0,146

Débit spécifique de la crue décennale : 24,1 l/s/km².

Loi de	Débit de crue pouvant être atteint ou dépassé une année sur				
	2	5	10	20	50
Gauss	10 500	11 900	12 600	13 100	13 800
Galton	10 400	11 800	12 600	13 200	14 100
Pearson III	10 500	11 800	12 500	13 200	13 900
Valeur adoptée	10 500	11 900	12 600	13 200	13 900

Là aussi, la loi de Gauss doit être la mieux adaptée, mais la différence entre les résultats des 3 lois n'est pas significative.

6.2.3. Les affluents de l'Oubangui

6.2.3.1. La Kotto à Bria

Superficie du bassin versant : 60 590 km²

Nombre d'années d'observations : 21

Valeur moyenne des crues maximales annuelles : 783 m³/s

Écart type : ± 148 m³/s

Coefficient de variation : 0,189

Débit spécifique de la crue décennale : 16,1 l/s/km².

Loi de	Débit de crue pouvant être atteint ou dépassé une année sur				
	2	5	10	20	50
Gauss	785	910	975	1 045	1 090
Pearson III	763	908	990	1 060	1 150
Goodrich	785	910	969	1 010	1 060
Valeur adoptée	785	910	975	1 045	1 090

La corrélation entre $Q_{\max.Bria}/Q_{\max.Kembé}$ est assez serrée, ce qui est normal sur un même cours d'eau, sauf pour l'année 1959 où le débit maximal de Bria est probablement trop fort : 1 050 m³/s pour un débit moyen mensuel de 618 m³/s. C'est beaucoup plus que d'ordinaire (écart de 100 m³/s ou un peu plus). En outre, avoir 1 050 m³/s à l'amont (Bria) et seulement 849 m³/s à l'aval (Kembé), en région non aride, c'est pratiquement impossible. On déduit de cette corrélation les valeurs complémentaires suivantes :

- 1955 : 770 m³/s ;
- 1956 : 730 m³/s ;
- 1957 : 730 m³/s ;
- 1958 : 950 m³/s ;
- 1970 : 870 m³/s.

L'échantillon passe de 16 à 21 ans. La distribution est gaussique, avec une légère tendance hypogaussique (le débit maximal de 1959 est faux). On peut hésiter entre les lois de Gauss et de Goodrich. Les débits pour les différents quantiles sont très proches de ceux obtenus avec l'échantillon de 16 valeurs mais ils sont plus sûrs.

■ 6.2.3.2. La Kotto à Kembé

Superficie du bassin versant : 77 750 km²

Nombre d'années d'observations : 22

Valeur moyenne des crues maximales annuelles : 1 150 m³/s

Écart type : ± 236 m³/s

Coefficient de variation : 0,204

Débit spécifique de la crue décennale: 18,8 l/s/km².

Loi de	Débit de crue pouvant être atteint ou dépassé une année sur				
	2	5	10	20	50
Gauss	1 150	1 360	1 460	1 550	1 650
Pearson III	1 140	1 350	1 470	1 580	1 710
Goodrich	1 170	1 360	1 450	1 520	1 590
Valeur adoptée	1 150	1 360	1 460	1 550	1 650

On peut utiliser la même corrélation que pour Bria et reconstituer 3 valeurs manquantes :

— 1963 : 980 m³/s ;

— 1965 : 850 m³/s ;

— 1966 : 1 520 m³/s.

La distribution est sensiblement la même avec 22 valeurs qu'avec 19. La distribution la mieux adaptée est difficile à choisir, toutes les lois ayant été acceptées par l'utilitaire Aled (test du Chi² inclus). La représentation graphique fait hésiter en les lois de Gauss et de Goodrich. Comme les distributions tant hypergaussiques qu'hypogaussiques ont été acceptées, nous retiendrons la loi de Gauss.

■ 6.2.3.3. La Pipi à Ouadda

Superficie du bassin versant : 2 500 km²

Nombre d'années d'observations : 10

Valeur moyenne des crues maximales annuelles : 50,3 m³/s

Écart type : $\pm 12,1 \text{ m}^3/\text{s}$

Coefficient de variation : 0,240

Débit spécifique de la crue décennale : $27,0 \text{ l/s/km}^2$.

Loi de	Débit de crue pouvant être atteint ou dépassé une année sur				
	2	5	10	20	50
Gauss	50,3	61,0	66,6	71,2	-
Galton	48,7	61,2	69,0	76,1	-
Pearson III	49,2	60,6	67,2	73,0	-
Valeur adoptée	49,4	61,0	67,6	73,4	-

Il n'est pas possible d'augmenter la taille de l'échantillon : pas de corrélation envisageable avec quoi que ce soit. Avec ces 10 points, on ne peut donner qu'une idée de la distribution.

6.2.3.4. La Bangui-Kété à Alindao

Superficie du bassin versant : $4\,560 \text{ km}^2$

Nombre d'années d'observations : 22

Valeur moyenne des crues maximales annuelles : $234 \text{ m}^3/\text{s}$

Écart type : $\pm 58,3 \text{ m}^3/\text{s}$

Coefficient de variation : 0,249

Débit spécifique de la crue décennale : $68,0 \text{ l/s/km}^2$.

Loi de	Débit de crue pouvant être atteint ou dépassé une année sur				
	2	5	10	20	50
Galton	227	277	308	334	370
Gumbel	223	276	310	344	386
Pearson III	229	280	309	334	365
Valeur adoptée	225	280	310	335	370

La loi de Galton paraît acceptable : c'est logique pour une petite rivière même quand les grands cours d'eau présentent des distributions gaussiennes ou hypergaussiennes. Mais le bas de la courbe, bien marqué par les années 1952-1958, est troublant : pendant 7 ans on voit des débits maximaux annuels croître très progressivement sans valeurs fortes ou faibles perturbant la série. Cela rend assez suspectes les observations à cette époque. Alors que, de 1965 à 1974, on voit une succession très vraisemblable de chiffres variés qui paraissent plus exacts. Cela jette une certaine suspicion sur la courbe de la distribution, qui est certainement hypergaussienne, mais qui serait modifiée si le début de la série est inexact.

6.2.3.5. La Ouaka à Bambari

Superficie du bassin versant : 29 730 km²

Nombre d'années d'observations : 22

Valeur moyenne des crues maximales annuelles : 509 m³/s

Écart type : ± 141 m³/s

Coefficient de variation : 0,278

Débit spécifique de la crue décennale : 23,0 l/s/km².

Loi de	Débit de crue pouvant être atteint ou dépassé une année sur				
	2	5	10	20	50
Gauss	500	620	685	740	(800)
Pearson III	485	601	669	728	(798)
Goodrich	498	621	682	731	(784)
Valeur adoptée	500	620	685	740	(800)

On a augmenté sérieusement la taille de cet échantillon. Globalement, la corrélation Q_{max}.Bambari/Q_{max}.Bria est mauvaise. Mais à part 4 points aberrants, tous vers la même époque 1958-1960-1962-1968 (qualité des observations), la corrélation Q_{max}.Bambari/Q_{max}.Kembé est assez serrée. On en a déduit 6 valeurs complémentaires pour Bambari :

- 1963 : 460 m³/s ;
- 1964 : 705 m³/s ;
- 1965 : 375 m³/s ;
- 1966 : 800 m³/s ;
- 1970 : 455 m³/s ;
- 1975 : 460 m³/s.

On en a déduit un échantillon de 22 valeurs, sans grand risque : une seule très forte valeur.

Si on tient compte du caractère très exceptionnel des années très fortes 1960, 1961, 1964 et 1966, la distribution s'ajuste bien à une loi de Gauss (peut-être même hypogaussique si on avait l'échantillon complet 1940-1990). Nous adopterons cette distribution normale.

6.2.3.6. La Tomi à Sibut

Superficie du bassin versant : 2 610 km²

Nombre d'années d'observations : 21

Valeur moyenne des crues maximales annuelles : 90,5 m³/s

Écart type : ± 36,5 m³/s

Coefficient de variation : 0,403

Débit spécifique de la crue décennale : 52,5 l/s/km².

Loi de	Débit de crue pouvant être atteint ou dépassé une année sur				
	2	5	10	20	50
Galton	83,6	115	137	157	184
Gumbel	83,7	115	136	156	182
Pearson III	85,9	118	138	156	177
Valeur adoptée	85	115	135	155	185

Ce ne sont pas les 4 années manquantes qui changeront la distribution. Cela ne vaut pas la peine de chercher à les reconstituer, d'autant plus que les corrélations entre les débits maximaux annuels des petits bassins sont presque toujours assez lâches.

La loi de Galton paraît bien convenir à cette station. Nous pouvons adopter les chiffres auxquels elle conduit.

6.2.3.7. L'Ombella à Bossélé (Pont-route du Km 105)

Superficie du bassin versant : 3 020 km²

Nombre d'années d'observations : 13

Valeur moyenne des crues maximales annuelles : 87,4 m³/s

Écart type : ± 23,6 m³/s

Coefficient de variation : 0,270

Débit spécifique de la crue décennale : 39,0 l/s/km².

Loi de	Débit de crue pouvant être atteint ou dépassé une année sur				
	2	5	10	20	50
Gauss	87	108	118	127	137
Galton	84	105	119	130	146
Goodrich	88	109	119	127	136
Valeur adoptée	87	108	118	127	137

Une corrélation, assez médiocre, entre $Q_{\max.Ombella}$ et $Q_{\max.Tomi}$ permet de reconstituer 9 valeurs des débits maximaux annuels :

- 1952 : 76 m³/s ;
- 1956 : 56 m³/s ;
- 1957 : 62 m³/s ;
- 1958 : 76 m³/s ;
- 1959 : 65 m³/s ;
- 1961 : 114 m³/s ;
- 1962 : 80 m³/s ;
- 1963 : 80 m³/s ;
- 1972 : 94 m³/s.

On retrouve de très fortes valeurs à la fois dans les débits observés et dans les débits reconstitués.

La distribution, avec ces 22 années, est sensiblement gaussique. Le bassin est petit mais ce sont probablement les influences des marécages qui ont fait passer la distribution d'hypergaussique à gaussique. Il faut remarquer que logiciel Aled a validé, pour cette station, les distributions suivant Gauss, Gumbell, Galton et Goodrich et, par conséquent, des lois hypogaussiques et hypergaussiques. En conséquence, nous donnerons davantage de poids à la loi normale.

6.2.3.8. La Mpoko à Bossélé-Bali

Superficie du bassin versant : 10 460 km²

Nombre d'années d'observations : 18

Valeur moyenne des crues maximales annuelles : 292 m³/s

Écart type : ± 83,0 m³/s

Coefficient de variation : 0,285

Débit spécifique de la crue décennale : 38,2 l/s/km².

Loi de	Débit de crue pouvant être atteint ou dépassé une année sur				
	2	5	10	20	50
Gauss	292	363	401	432	467
Pearson III	283	361	407	448	497
Goodrich	295	362	395	421	449
Valeur adoptée	295	360	400	420	450

C'est la loi de Goodrich, hypogaussique, qui est la mieux adaptée : ce sont les chiffres de cette distribution qui ont été retenus.

6.2.3.9 La Mpoko à Bangui (Bimbo)

Superficie du bassin versant : 25 630 km²

Nombre d'années d'observations : 19

Valeur moyenne des crues maximales annuelles : 763 m³/s

Écart type : ± 220 m³/s

Coefficient de variation : 0,288

Débit spécifique de la crue décennale : 41,0 l/s/km².

Loi de	Débit de crue pouvant être atteint ou dépassé une année sur				
	2	5	10	20	50
Gauss	753	953	1 050	1 130	1 230
Pearson III	742	941	1 060	1 170	1 280
Goodrich	769	956	1 050	1 120	1 200
Valeur adoptée	760	955	1 050	1 130	1 230

La corrélation entre Q_{max}.Bimbo et Q_{max}.Bossélé-Bali n'est pas très serrée, mais elle l'est assez pour permettre de combler, sans crainte, les lacunes. Aucune valeur reconstituée n'est très forte :

- 1958 : 660 m³/s ;
- 1959 : 980 m³/s ;
- 1960 : 920 m³/s ;
- 1961 : 1 000 m³/s ;
- 1965 : 820 m³/s ;
- 1973 : 470 m³/s ;
- 1974 : 510 m³/s.

L'échantillon comporte alors 19 valeurs.

La distribution semble très légèrement hypogaussique, ce qui serait logique.

6.2.3.10. La Lessé à Bombé

Superficie du bassin versant : 1 300 km²
Nombre d'années d'observations : 15
Valeur moyenne des crues maximales annuelles : 12,9 m³/s
Écart type : ± 1,88 m³/s
Coefficient de variation : 0,146
Débit spécifique de la crue décennale : 11,5 l/s/km².

Loi de	Débit de crue pouvant être atteint ou dépassé une année sur				
	2	5	10	20	50
Goodrich	13	14	15	15	(16)

La taille modeste du bassin versant n'a pas permis de corrélérer avec les stations voisines de la Mpoko ou de la Lobaye. Les 15 années de l'échantillon suivent une distribution hypogaussique (loi de Goodrich) : ceci est normal pour un bassin sous forêt, peu pentu, où l'écrêtement des crues est important.

La régularité des crues est remarquable : elle augmente seulement de 3 m³/s de la crue biannuelle (13 m³/s) à la crue cinquantenaire (16 m³/s). Ceci est encore dû au couvert forestier du bassin.

6.2.3.11. La Mbali à Boali

Station de Boali-Poste

Superficie du bassin versant : 4 596 km²
Nombre d'années d'observations : 15
Valeur moyenne des crues maximales annuelles : 175 m³/s
Écart type : ± 51,7 m³/s
Coefficient de variation : 0,295
Débit spécifique de la crue décennale : 51,3 l/s/km².

Loi de	Débit de crue pouvant être atteint ou dépassé une année sur				
	2	5	10	20	50
Galton	169	206	228	248	(273)
Gumbel	165	200	223	245	(274)
Pearson III	171	212	236	257	(282)
Valeur adoptée	170	210	236	255	(280)

Station de Boali ICOT

Superficie du bassin versant : 4 410 km²

Nombre d'années d'observations : 37

Valeur moyenne des crues maximales annuelles : 156 m³/s

Écart type : ± 52,0 m³/s

Coefficient de variation : 0,333

Débit spécifique de la crue décennale : 49,2 l/s/km².

Loi de	Débit de crue pouvant être atteint ou dépassé une année sur				
	2	5	10	20	50
Galton	149	191	217	241	272
Gumbel	147	189	217	244	278
Valeur adoptée	148	190	217	242	275

On peut, sans crainte, utiliser la corrélation Boali Poste/Boali ICOT pour compléter l'échantillon de Boali ICOT même s'il reste un mystère sur l'importance entre les 2 valeurs annuelles, mystère lié sûrement aux pertes par perméabilité en grand entre les 2 stations. On reconstitue ainsi 11 débits maximaux :

- 1948 : 138 m³/s ;
- 1949 : 155 m³/s ;
- 1950 : 201 m³/s ;
- 1951 : 121 m³/s ;
- 1952 : 138 m³/s ;
- 1953 : 121 m³/s ;
- 1954 : 148 m³/s ;
- 1955 : 225 m³/s ;
- 1957 : 150 m³/s ;
- 1961 : (320 m³/s) ;
- 1962 : 119 m³/s.

L'échantillon passe à 37 valeurs. La distribution (figure 6-4) est nettement hypergaussienne, tout en étant assez mal adaptée aux lois statistiques classiques qui sont toutes rejetées par Aled. Nous conserverons, cependant, les distributions de Galton et de Gumbell.

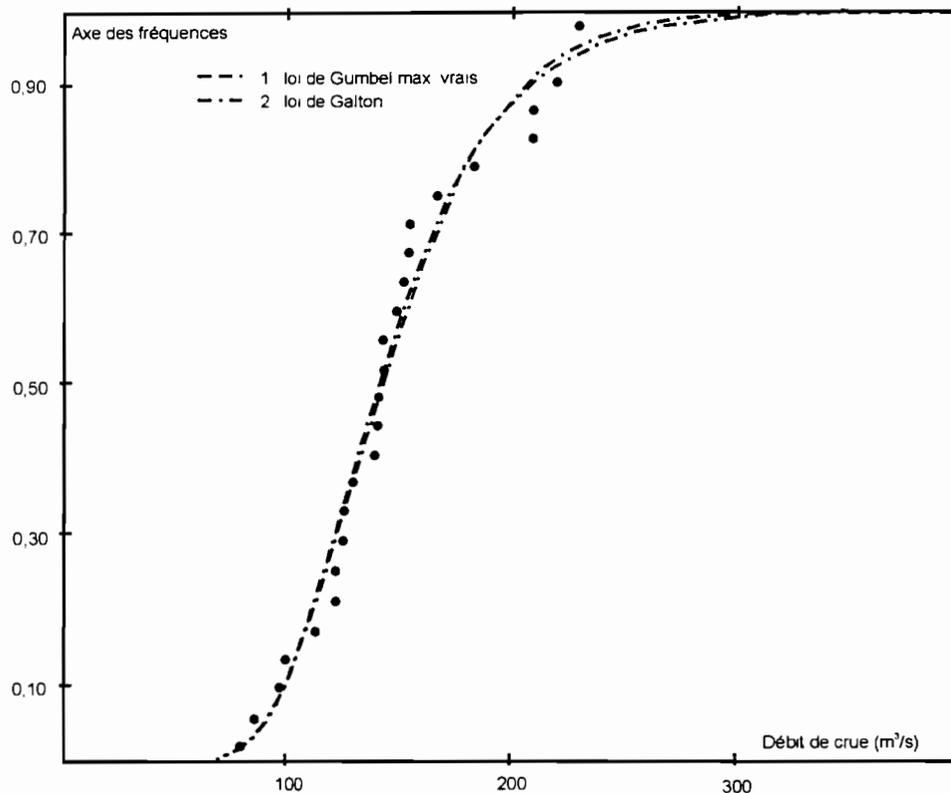


Figure 6-4
La Mbali à Boali

Le rapport entre les débits décennaux des 2 stations est de 1,09, valeur proche de ce que nous avons trouvé (1,11), au chapitre 4, concernant les débits moyens mensuels et confirmant l'hypothèse des pertes.

La crue centennale pourrait être de l'ordre de : 300 m³/s.

6.2.3.12. La Lobaye à Kédingué-Yawa

Superficie du bassin versant : 11 170 km²

Nombre d'années d'observations : 23

Valeur moyenne des crues maximales annuelles : 255 m³/s

Écart type : ± 39,8 m³/s

Coefficient de variation : 0,156

Débit spécifique de la crue décennale : 27,4 l/s/km².

Loi de	Débit de crue pouvant être atteint ou dépassé une année sur				
	2	5	10	20	50
Gauss	255	289	307	322	339
Galton	252	286	306	324	344
Pearson III	253	287	306	323	342
Valeur adoptée	252	287	306	324	343

Il est facile de compléter l'échantillon observé par la corrélation entre Q_{\max} .Kédingué et Q_{\max} .Safa, qui est tout à fait valable. On reconstitue ainsi :

- 1953 : 200 m³/s ;
- 1954 : 256 m³/s ;
- 1955 : 343 m³/s ;
- 1956 : 236 m³/s ;
- 1957 : 222 m³/s ;
- 1963 : 215 m³/s ;
- 1964 : 248 m³/s ;
- 1972 : 255 m³/s ;
- 1974 : 255 m³/s.

On aboutit ainsi à un échantillon de 23 ans au lieu de 14.

La distribution est hypergaussique (loi de Galton) mais toutes les autres lois, sauf Goodrich, ont été acceptées par Aled.

6.2.3.13. La Lobaye à Safa (Terres rouges)

Superficie du bassin versant : 29 600 km²

Nombre d'années d'observations : 23

Valeur moyenne des crues maximales annuelles : 606 m³/s

Écart type : $\pm 81,9$ m³/s

Coefficient de variation : 0,135

Débit spécifique de la crue décennale : 24,1 l/s/km².

Loi de	Débit de crue pouvant être atteint ou dépassé une année sur				
	2	5	10	20	50
Gauss	606	677	714	744	778
Galton	601	673	714	749	792
Pearson III	603	674	713	746	784
Valeur adoptée	602	674	714	748	790

L'emploi de la corrélation précédente est utile car elle donne les fortes valeurs du débit maximal de 1960 et 1961 : 720 et 701 m³/s, qui modifient légèrement la courbe de distribution en accentuant un peu son caractère hypergaussique. La loi de Galton reste la mieux adaptée, comme elle l'était déjà avec l'échantillon de 21 années. Le cas de la Lobaye est un peu comparable à celui du Nyong à Mbalmayo (Cameroun) où la distribution suit une loi de Galton, ce qui surprend tout autant. Les débits de crue sont supérieurs à ceux de Mbata alors que G. Chalandon signale que "des jaugeages de hautes eaux ont démontré que le débit est égal à Safa comme à Mbata". Aussi ces valeurs devraient être révisées à la baisse d'environ 80 à 100 m³/s.

L'utilitaire Aled a, quand même, accepté toutes les autres lois, sauf celle de Goodrich bien sûr.

6.2.3.14. La Lobaye à Mbata

Superficie du bassin versant : 30 300 km²

Nombre d'années d'observations : 29

Valeur moyenne des crues maximales annuelles : 525 m³/s

Écart type : ± 78,2 m³/s

Coefficient de variation : 0,149

Débit spécifique de la crue décennale : 20,7 l/s/km².

Loi de	Débit de crue pouvant être atteint ou dépassé une année sur				
	2	5	10	20	50
Gauss	525	592	627	656	689
Pearson III	521	593	634	668	709
Goodrich	532	592	620	640	662
Valeur adoptée	525	592	627	656	690

La distribution (figure 6-5) est sensiblement gaussienne, elle correspond aux chiffres que nous avons adoptés. On voit, ici, le passage d'une distribution hypergaussique (à l'amont) à une distribution normale (à l'aval). On note le caractère extrêmement faible du maximum de 1987, beaucoup plus marqué qu'à Boali.

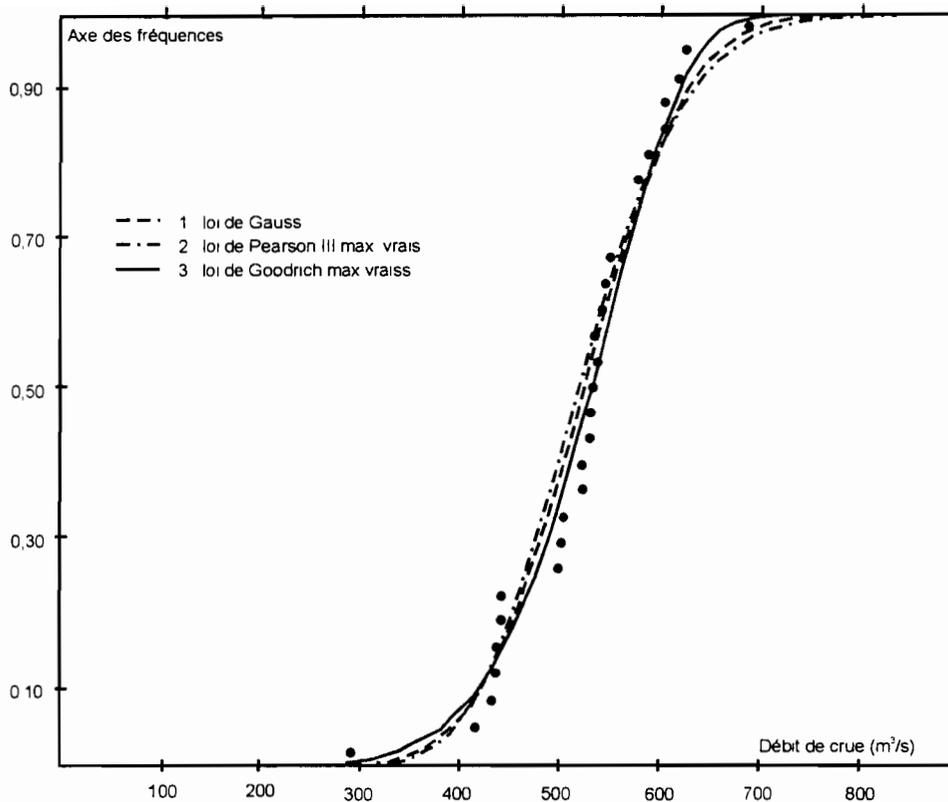


Figure 6-5
La Lobaye à Mbata

Crue centennale

Les analyses donnent un débit de crue centennale variant de 676 à 710 m³/s.

Nous adopterons une valeur du débit de la crue centennale comme compris dans la fourchette : 670 à 720 m³/s.

6.2.4. Commentaires sur la fréquence d'utilisation des lois statistiques

5 lois statistiques ont été employées pour l'analyse des crues. Seules ont été retenues, pour une station donnée, celles qui étaient réellement représentatives de l'échantillon.

Le tableau ci-après donne la fréquence (en %) d'utilisation de chacune de ces 5 lois, en fonction de la superficie du bassin versant. On a ajouté, entre parenthèses, le pourcentage correspondant à la loi la mieux adaptée pour chaque station.

Superficie	Lois de				
	Gauss	Gumbel	Galton	Pearson III	Goodrich
> 100 000	100 (75)	0 (0)	75 (25)	100 0	25 0
50 à 100 000	100 (67)	0 (0)	33 (0)	100 (0)	67 (33)
20 à 50 000	67 (67)	33 (0)	67 (17)	100 (0)	33 (16)
10 à 20 000	100 (25)	0 (0)	33 (25)	100 (0)	67 (75)
6 à 10 000	Aucune étude sur un bassin versant de cette taille				
< 6 000	25 (20)	75 (0)	75 (60)	75 (0)	13 (20)

Il en résulte :

Loi de Gauss (loi normale) :

Elle convient à chaque fois aux bassins de taille supérieure à 10 000 km² mais elle est bien moins performante pour ceux de taille inférieure à 6 000 km². C'est la parfaite illustration du "Théorème central limite" : lorsque le bassin est suffisamment grand, les apports des affluents au tributaire principal sont suffisamment nombreux et de caractère aléatoire pour que la distribution suive une loi normale. En outre, les pentes dans le lit majeur des rivières (qui amorti beaucoup les plus fortes crues) jouent un rôle important pour abaisser le coefficient d'asymétrie, même pour des bassins de superficie modeste. Mais dès que la taille diminue (ici 6 000 km² et moins), la juxtaposition de ces apports n'est plus suffisante pour que la loi normale donne une distribution correspondant à l'échantillon.

Notons que, pour les bassins de la première catégorie, les 25 % de la loi de Galton correspondent à la station Mobaye. Ceci tient peut-être à l'échantillon, peut-être aussi à une influence hypergaussienne du bassin de l'Uele, le mieux arrosé et de plus forte altitude. Cette influence hypergaussienne n'est plus sensible à Bangui.

Loi de Gumbel :

À l'inverse, cette loi ne paraît s'appliquer qu'aux bassins de taille inférieure à 6 000 km².

Loi de Galton :

Elle semble convenir également aux bassins de taille inférieure à 6 000 km². Pour des bassins plus grands, il y a deux cas : celui de Mobaye (dont il a été question plus haut) et celui de la Lobaye : il s'agit là d'une rivière bien calme, en général en zone forestière, qui peut exceptionnellement avoir des débits maximaux très élevés, d'où une distribution hypergaussienne. Cela est très comparable à ce qui a été observé sur le Nyong à Mbalmayo (Cameroun).

Loi de Pearson III (loi Gamma incomplète) :

Cette distribution hypergaussienne est une des plus proches de la loi de Gauss. C'est pourquoi, sur le bassin oubanguien, c'est la loi universelle sauf peut-être sur les bassins inférieurs à 6 000 km² où elle reste valable, quand même, 3 fois sur 4. Mais ce n'est pas, dans bien des cas, celle qui ~~est~~ est la mieux adaptée. o

Loi de Goodrich :

Cette loi hypogaussienne correspond au cas où l'écrêtement des crues devient maximal. On la trouve pour d'assez grands bassins ou pour des bassins plus petits où l'amortissement des crues est évident (la Lessé par exemple).

La prédominance des distributions gaussiennes ou hypogaussiennes est frappante, sauf pour des bassins de taille inférieure à 6 000 km² où la distribution hypergaussienne est courante.

On ne doit pas perdre de vue, dans cette analyse, le fait que les valeurs maximales ne sont pas absolument indépendantes, pour la série des fortes années 1960 : il y a déjà un phénomène de persistance qui existe aussi sur les séries sèches comme 1972-1987. Or tout ce qui a été présenté suppose, *a priori*, des données indépendantes. Cela n'a pas de très graves conséquences mais, pour le moment, cela interdit d'aller plus loin dans l'analyse statistique.

6.3. Variabilité des débits de crue décennale en fonction de la taille des bassins versants

La figure 6-6 montre comment varie le débit spécifique de la crue décennale en fonction de la superficie du bassin versant mais il convient d'examiner ces variations par zones homogènes de régime hydrologique.

4 zones s'y distinguent :

- la zone A, où les débits spécifiques sont compris entre 10 et 20 l/s/km². Elle concerne uniquement la Kotto, rivière la plus septentrionale pour laquelle les crues ne sont pas très importantes, et la Lessé ;

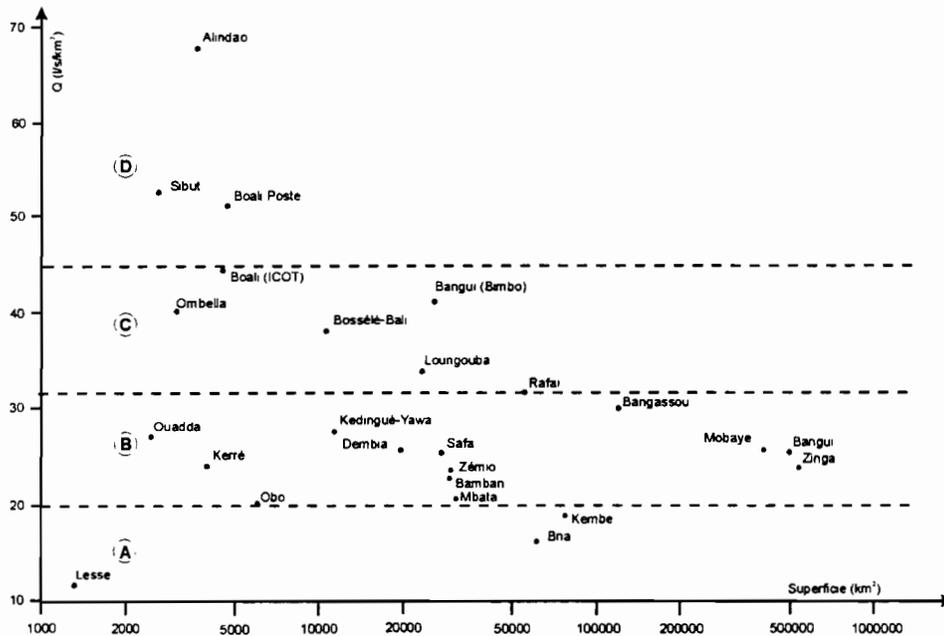


Figure 6-6

Débit spécifique de la crue décennale en fonction de la superficie du Bassin Versant

- la zone B, avec un bon nombre de rivières (Oubangui, Lobaye, Ouaka, Ouara, Mbomou, etc.) où les débits spécifiques vont de 20 à 32 l/s/km² ;
- la zone C, avec des crues un peu plus importantes. Ceci concerne l'Ombella et la Mpoko. Les débits spécifiques de crue sont compris entre 32 et 45 l/s/km² ;
- enfin la zone D, où les débits spécifiques sont supérieurs à 45 l/s/km². Elle concerne la Tomi, la Bangui-Kété et la Mbali.

Dans chaque zone, les débits spécifiques varient peu avec la superficie (figure 6-6), ce qui est normal pour ce régime tropical de transition.

6.4. Variation interannuelle du débit de la crue maximale

Une première approche de la variation de la crue maximale, d'une année à l'autre, peut se faire par le biais du coefficient de variation : plus il est important, plus l'irrégularité de la crue d'une année à l'autre est importante.

La figure 6-7 montre comment se distribue ce coefficient en fonction de la taille des bassins versants.

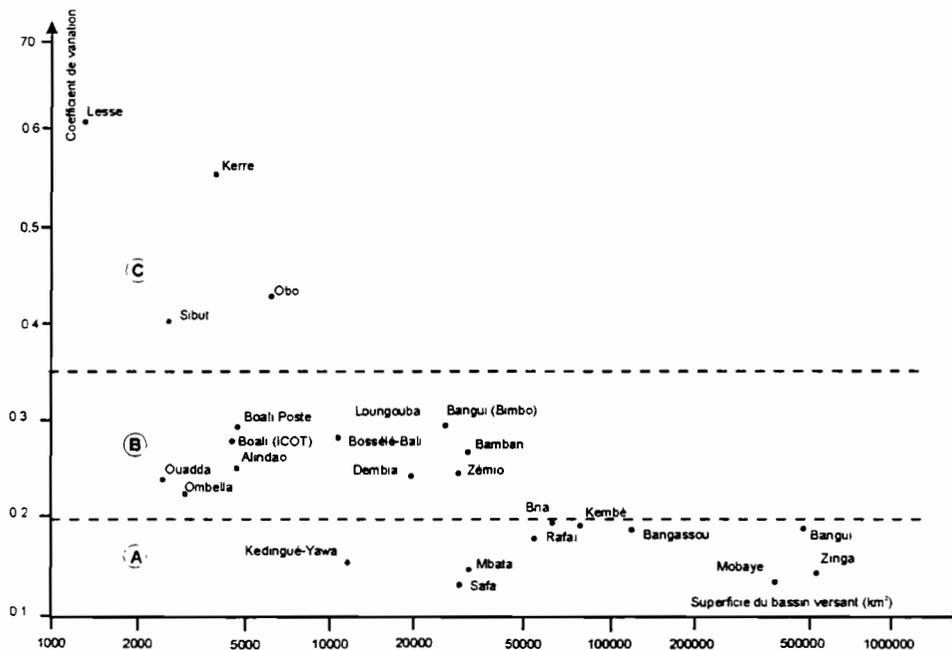


Figure 6-7

Coefficient de variation en fonction de la superficie du Bassin Versant

Là aussi, il faut délimiter 3 zones :

- la zone A, où l'irrégularité est faible : elle concerne l'Oubangui, la Lobaye, la Lessé et le Chinko ;
- la zone B, pour la majorité des rivières du bassin oubanguien ;
- la zone C, avec une irrégularité forte : Tomi, Mbokou et Kéré.

Une seconde approche, qui peut être chiffrée, se fait avec l'intervalle de confiance à 95 %, donné par Dixlois.

Pour nous ramener à un coefficient comparable d'une station à une autre, nous avons défini un "coefficient de variabilité de la crue décennale" (CVCD) :

$$CVCD = \frac{ICS - ICI}{\text{Débit de crue décennale}}$$

avec ICS : intervalle de confiance supérieur,

ICI : intervalle de confiance inférieur.

Le tableau ci-après et la figure 6-8 en donnent les résultats.

Coefficient de variabilité de la crue décennale

Rivière	Station	Intervalle de confiance		Crue décennale	
		maximum (m ³ /s)	minimum (m ³ /s)	(m ³ /s)	CVCD
Oubangui Supérieur					
Mbomou	Zémio	820	596	707	0,32
	Bangassou	3970	2950	3450	0,30
Ouara	Dembia	562	443	503	0,24
Chinko	Rafai	1800	1515	1660	0,17
Mbari	Loungouba	910	571	740	0,46
Moyen Oubangui					
Oubangui	Mobaye	10730	9250	9980	0,15
	Bangui	13100	12200	12600	0,07
	Zinga	13600	11400	12600	0,17
Affluents de l'Oubangui					
Kotto	Bria	1040	870	985	0,17
	Kembé	1660	1310	1500	0,23
Pipi	Ouadda	81,5	54,7	67,6	0,40
Bangui-Kété	Alindao	346	271	309	0,24
Ouaka	Bambari	766	584	675	0,27
Tomi	Sibut	162	112	137	0,36
Ombella	Pont Km 105	147	108	128	0,30
Mpoko	Bossélé-Bali	454	348	401	0,26
	Bangui (Bimbo)	1274	853	1060	0,40
Lessé	Bombé	40,9	24,5	34,5	0,48
Mbali	Boali-Poste	263	196	236	0,28
	Boali-ICOT	231	180	206	0,25
Lobaye	Kédingué-Yawa	346	278	312	0,22
	Safa	750	646	700	0,15
	Mbata	666	587	628	0,13

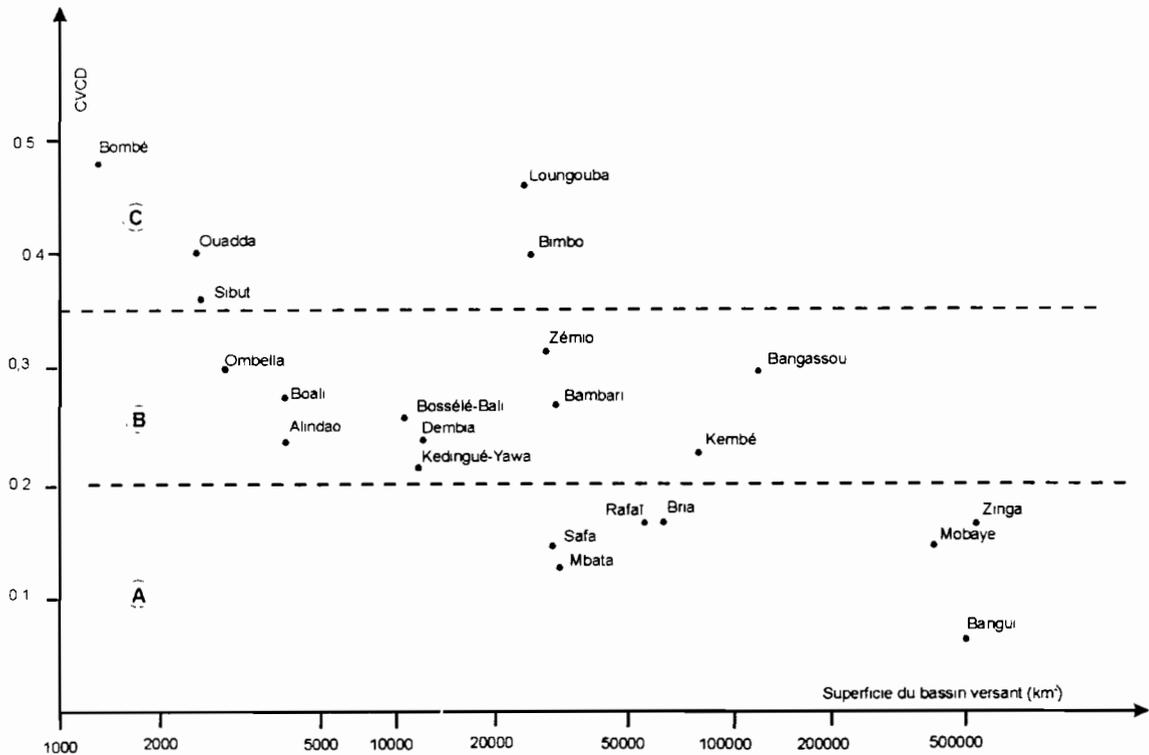


Figure 6-8

Coefficient de variabilité de la crue décennale en fonction de la superficie du Bassin Versant

Sur cette figure, nous distinguerons :

- la zone A, là où le CVCD est compris entre 0,05 et 0,20. Elle caractérise des rivières ou des stations de faible irrégularité : Oubangui, Lobaye à Mbata, Chinko à Rafai, Kotto à Bria, Lessé à Bombé ;
- la crue décennale y sera, 95 fois sur 100, comprise entre sa valeur probable $\pm 2,5$ % et sa valeur probable ± 10 % ;
- la zone B caractérise la grande majorité des rivières et stations du bassin oubanguien. L'irrégularité de la crue décennale y est un peu plus importante : valeur probable ± 10 % à valeur probable $\pm 17,5$ % ;
- la zone C caractérise des rivières à la plus forte irrégularité : Tomi, Pipi, Mpoko à Bangui (Bimbo), Mbari et Lessé ;
- pour celles-ci, la crue décennale pourra être comprise, 95 fois sur 100, entre valeur probable $\pm 17,5$ % et valeur ± 25 %.

Nous retrouvons ici pratiquement les mêmes résultats que sur la figure 6-7.

6.5. Les plus fortes crues observées sur l'Oubangui à Bangui

6.5.1. La crue de 1961

Avec un débit maximal de 14 500 m³/s (observé le 2 novembre), cette crue a une période de retour au moins cinquantenaire.

Mais le plus important c'est que cette même année 1961 a occasionné de fortes crues dans une bonne partie de l'Afrique :

- crue cinquantenaire du Chari à Ndjaména (5 160 m³/s les 8 et 9 novembre) ;
- crue au moins centennale (FEYMANS G., 1962) du Congo à Brazzaville (70 000 m³/s le 17 décembre, avec une hauteur d'eau supérieure de 1,7 m par rapport aux plus hautes eaux observées depuis 50 ans).

La genèse de ces crues est liée à une pluviométrie particulièrement abondante en Afrique centrale, où le lac Victoria a vu son niveau monter de 60 cm. Le Nil Blanc, lui même, a présenté la seconde plus forte crue observée depuis 1930.

6.5.2. La crue de 1964

3 années plus tard, l'Oubangui dépassait à nouveau les 14 000 m³/s puisque le 30 octobre il atteignait les 14 100 m³/s. Cette crue a permis à R. Chartier d'effectuer un jaugeage (14 000 m³/s) le 6 novembre à son retour d'une tournée dans l'est oubanguien. La ville était en partie inondée : des caillebotis montés sur des parpaings étaient installés pour pouvoir accéder à l'Ambassade de France et un concours de pêche à la ligne fut organisé à partir du bar du Bangui Rock Club !

6.5.3. La crue de 1969

Avec seulement 12 000 m³/s le 9 octobre, elle est nettement plus faible que les précédentes mais reste quand même de période de retour presque décennale. Cette crue a permis à J. Callède d'effectuer 3 jaugeages (de 10 800 à 11 900 m³/s) qui ont confirmé les 14 000 m³/s mesurés par R. Chartier. Il n'y a pas eu de débordement en ville ... ni de concours de pêche.

Étude des basses eaux

Chapitre 7



Tout comme pour les modules annuels et les crues, les basses eaux ont bénéficié des utilitaires Dixlois et Aled pour leur étude statistique, en utilisant les mêmes lois que celles des modules ou des crues.

Les basses eaux sont beaucoup plus mal suivies que les crues, car généralement l'observateur de la station hydrométrique est beaucoup plus sensibilisé à relever les hautes eaux que les maigres débits. Compte tenu du nombre restreint d'étiages observés seules 2 lois de distribution ont été présentées.

La période de retour de 50 ans reste exceptionnelle car, bien souvent, nous ne disposons pour une station que de seulement 15 étiages annuels et même parfois moins.

Dans l'analyse statistique, nous indiquons la valeur du coefficient de tarissement a . Ce coefficient permet, à partir d'un débit Q_0 , de calculer le débit Q_t au bout de t jours, suivant la formule :

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

Il caractérise la disposition d'une rivière à se ressuyer plus ou moins rapidement : plus a est faible, plus le tarissement est lent.

Dans cette étude des basses eaux, le problème principal vient du fait que la gestion du réseau hydro-métrique centrafricain, par l'Orstom, cesse fin 1975. Or, depuis cette date, une période de forte sécheresse est apparue, jusque vers 1990, alors que nous ne disposons d'aucune observation.

Les Voies navigables nous ont fait part de leurs remarques à quelques stations du réseau où des jaugeages (que nous ignorions) ont été effectués.

D'une façon générale, nous pouvons indiquer que la distribution statistique des étiages de l'origine des observations à 1975 conduit à des valeurs surévaluées quand on les compare aux débits mesurés durant cette période de sécheresse.

Il faut en conclure :

- que la loi de distribution est mal ajustée si l'on inclue la période 1976-1990 ;
- que l'inclusion de cette période peut conduire à exagérer la tendance à la faiblesse des débits et ne plus correspondre à la réalité ;
- que les débits mesurés ces dernières années sont d'une période de retour exceptionnelle, ce qui paraît peu probable vu les écarts importants ;
- que finalement ces 3 hypothèses sont loin d'être indépendantes.

7.1. Date d'apparition des étiages

Le tableau 7.1 nous indique cette date. Nous pouvons voir que le début de l'année hydrologique, fixé arbitrairement au 1^{er} avril, n'est pas un trop mauvais choix. Certaines stations (celles de l'Oubangui, la Ouaka) ont une période de basses eaux bien déterminée tandis que d'autres (Lobaye, Tomi, Mbali) présentent des étiages s'étendant sur près de 5 mois.

7.2. Étude statistique des basses eaux

7.2.1. L'Oubangui Supérieur

■ 7.2.1.1. Le Mbomou à Zémio

Superficie du bassin versant : 27 700 km²

Nombre d'années d'observations : 11

Valeur moyenne des débits minimaux annuels : 27,0 m³/s

Écart type : ± 13,3 m³/s

Coefficient de variation : 0,493

Débit spécifique de l'étiage médian : 0,90 l/s/km².

Débit spécifique de l'étiage décennal : 0,44 l/s/km².

(ces chiffres sont probablement trop faibles : il y a 3 années très faibles, 1973, 1974 et 1975).

Coefficient de tarissement : 0,0232.

Loi de	Débit d'étiage pouvant ne pas être atteint une année sur				
	2	5	10	20	50
Galton	24,0	15,7	12,5	10,3	-
Gumbel	24,7	15,9	12,1	9,4	-
Valeur adoptée	24,3	15,8	12,3	9,9	-

Tableau 7.1
Dates d'apparition des étiages maximaux annuels

Rivière	Station	Février	Mars			Avril			Mai			Juin			Total
			01-10	11-20	21-31	01-10	11-20	21-30	01-10	11-20	21-31	01-10	11-20	21-30	
Oubangui Supérieur															
Mbomou	Zémio	2	3	3	3	3	2	3		1					20
	Bangassou	2	1	1	3	1	3	1	1						13
Mbokou	Obo		1	1	2	1		2							7
Kéré	Kéré		1				1	1							3
Ouara	Dembia		3	1	4		2	1							11
Chinko	Rafaï		1	3	4	3	3	2	1		1				18
Mbari	Loungouba	2	1			2	2				1				8
Moyen Oubangui															
Oubangui	Mobaye		2	5	4	5	1	1							18
	Bangui	1	4	13	14	13	8	6	2	1					62
	Zinga	2	3	5	3	4	4	2							23
Affluents de l'Oubangui															
Kotto	Bria	1		1	3	5	2		1						13
	Kembé	3	1	4	4	1	4		1						18
Pipi	Ouadda	2	1	2	3	1	3								12
Bangui-Kété	Alindao	6	2		3	2	5	2	1	1					22
Ouaka	Bambari			2	7	2	2	3	2						18
Tomi	Sibut		1	1	2	5		2	2	2		2	1		18
Ombella	Bossélé			2	2	1	1		2			2			10
Mpoko	Bossélé-Bali			2	4	2	2	2	1		1		1		15
	Bangui Bimbo						2		1	1	1	1			5
Lessé	Bombé	1	1		4	1	3	1		1		1			13
Mbali	Boali	1			2	6	2	7	4	5	2	1	1		31
Lobaye	Kendingué-Y.		3		1	3	1		1				1		11
	Safa	7	2	1				1	1						12
	Mbata	7	5	3	3		4	2	2	1		1			28

7.2.1.2. Le Mbomou à Bangassou

Cette station ne disposant que de 9 valeurs d'étiage, il était impossible d'utiliser Dixlois qui ne fonctionne qu'avec un échantillon d'au moins 10 valeurs. Aussi avons-nous tenté la corrélation avec Zémio. Le coefficient de corrélation atteint 0,79 ce qui autorise à compléter l'échantillon de Bangassou en utilisant la régression linéaire liant Zémio à Bangassou.

Superficie du bassin versant : 119 050 km²

Nombre d'années d'observations : 15

Valeur moyenne des débits minimaux annuels : 70,2 m³/s

Écart type : $\pm 30,6$ m³/s

Coefficient de variation : 0,436

Débit spécifique de l'étiage médian : 0,55 l/s/km².

Débit spécifique de l'étiage décennal : 0,31 l/s/km².

Coefficient de tarissement : 0,0258.

Loi de	Débit d'étiage pouvant ne pas être atteint une année sur				
	2	5	10	20	50
Galton	64,1	45,3	37,7	32,4	-
Gumbel	64,6	45,2	37,0	30,9	-
Valeur adoptée	64,4	45,2	37,3	31,7	-

7.2.1.3. Le Mbokou à Obo

Il n'existe que 5 mesures d'étiage à cette station et sa période commune avec Zémio ne comporte que 4 années. Il est donc impossible de traiter statistiquement cette station.

Le débit d'étiage médian est estimé à 0,12 l/s/km².

Le coefficient de tarissement est estimé à 0,033.

7.2.1.4. La Kéré à Keré

Pour le même motif nous ne traiterons pas la Kéré, où nous ne disposons que de 3 valeurs d'étiage.

Le coefficient de tarissement est de 0,028.

7.2.1.5. La Ouara à Dembia

Superficie du bassin versant : 19 590 km²

Nombre d'années d' observations : 12

Valeur moyenne des débits minimaux annuels : 12,4 m³/s

Écart type : + 9,63 m³/s

Coefficient de variation : 0,779

Débit spécifique de l'étiage médian : 0,55 l/s/ km².

Débit spécifique de l'étiage décennal : 0,20 l/s/ km².

(certaines valeurs paraissent suspectes : 1955, 1956 et 1957).

Coefficient de tarissement : 0,0263.

Loi de	Débit d'étiage pouvant ne pas être atteint une année sur				
	2	5	10	20	50
Gumbel	10,6	6,10	4,19	2,79	-
Pearson III	10,8	5,69	3,75	2,48	-
Valeur adoptée	10,7	5,90	3,97	2,64	-

7.2.1.6. Le Chinko à Rafai

Superficie du bassin versant : 52 060 km²

Nombre d'années d' observations : 16

Valeur moyenne des débits minimaux annuels : 37,6 m³/s

Écart type : + 14,5 m³/s

Coefficient de variation : 0,384

Débit spécifique de l'étiage médian : 0,70 l/s/ km².

Débit spécifique de l'étiage décennal : 0,37 l/s/ km².

Coefficient de tarissement : 0,0256.

Loi de	Débit d'étiage pouvant ne pas être atteint une année sur				
	2	5	10	20	50
Pearson III	35,3	23,3	18,3	8,82	-
Goodrich	37,5	25,7	19,9	8,93	-
Valeur adoptée	36,4	24,5	19,1	8,87	-

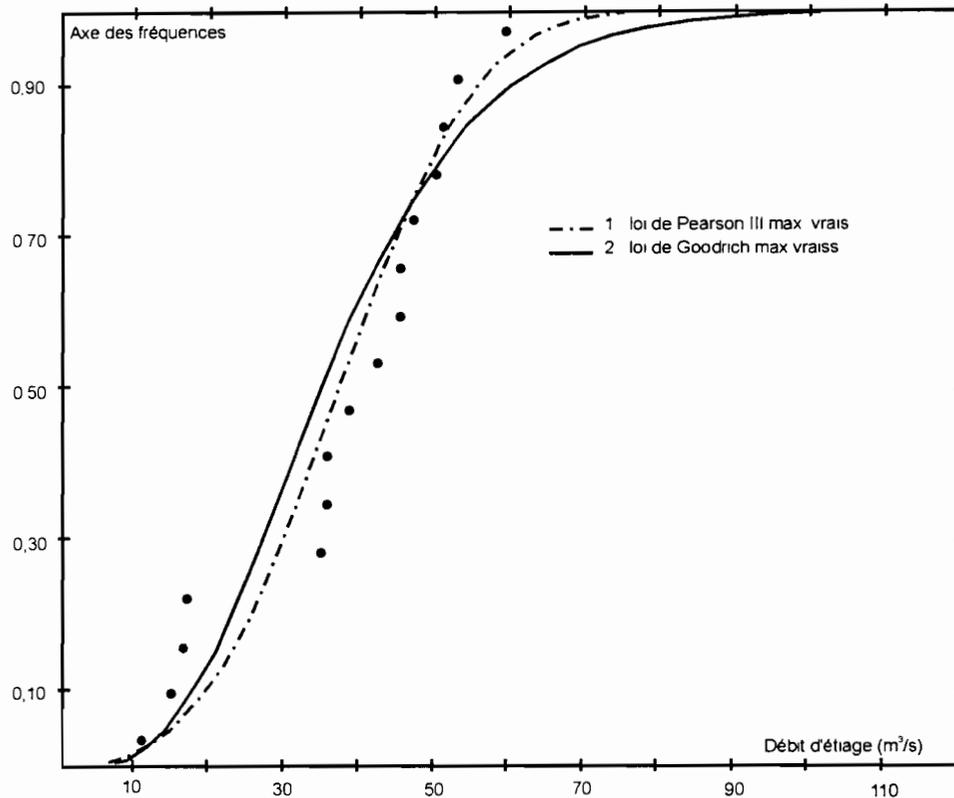


Figure 7-1
Le Chinko à Rafai

7.2.1.7. Le Mbari à Loungouba

Il n'y a que 6 étiages annuels de mesurés et la corrélation avec le Chinko est très mauvaise ($r = 0,44$). Un ajustement graphique indiquerait, sous toute réserve, un étiage décennal de l'ordre de $2,7 \text{ m}^3/\text{s}$, soit $0,11 \text{ l/s/ km}^2$.

Le débit d'étiage médian est estimé à $17 \text{ m}^3/\text{s}$, soit $0,72 \text{ l/s/ km}^2$.

Le coefficient de tarissement est : $0,023$.

7.2.2. Le Moyen Oubangui

7.2.2.1. L'Oubangui à Mobaye

Superficie du bassin versant : 403 800 km²

Nombre d'années d'observations : 16

Valeur moyenne des débits minimaux annuels : 641 m³/s

Écart type : + 193 m³/s

Coefficient de variation : 0,302

Débit spécifique d'étiage médian : 1,51 l/s/ km².

Débit spécifique de l'étiage décennal : 0,97 l/s/ km².

Coefficient de tarissement : 0,0213.

Loi de	Débit d'étiage pouvant ne pas être atteint une année sur				
	2	5	10	20	50
Galton	609	455	391	345	(300)
Gumbel	610	457	392	344	(296)
Valeur adoptée	609	456	391	344	(298)

Si nous utilisons la corrélation très serrée existant entre Mobaye et Bangui ($r = 0,98$) et les 78 années d'observations des étiages à Bangui, le débit d'étiage décennal tombe à 316 m³/s, à cause de la période 1972-1990 d'hydraulicité catastrophiquement faible (voir 7.2.2.2).

7.2.2.2. L'Oubangui à Bangui

Comme pour les crues nous considérerons :

- l'échantillon complet (mais peut-être douteux entre 1920 et 1935) ;
- l'échantillon réduit à la période 1935-1990, de très bonne qualité.

La superficie du bassin versant est de 488 500 km².

Échantillon complet

Nombre d'années d'observations : 78

Valeur moyenne des débits minimaux annuels : 759 m³/s

Écart type : ± 303 m³/s

Coefficient de variation : 0,399

Loi de	Débit d'étiage pouvant ne pas être atteint une année sur				
	2	5	10	20	50
Gumbel	710	486	390	320	249
Pearson III	715	488	391	322	256
Valeur adoptée	712	487	390	321	252

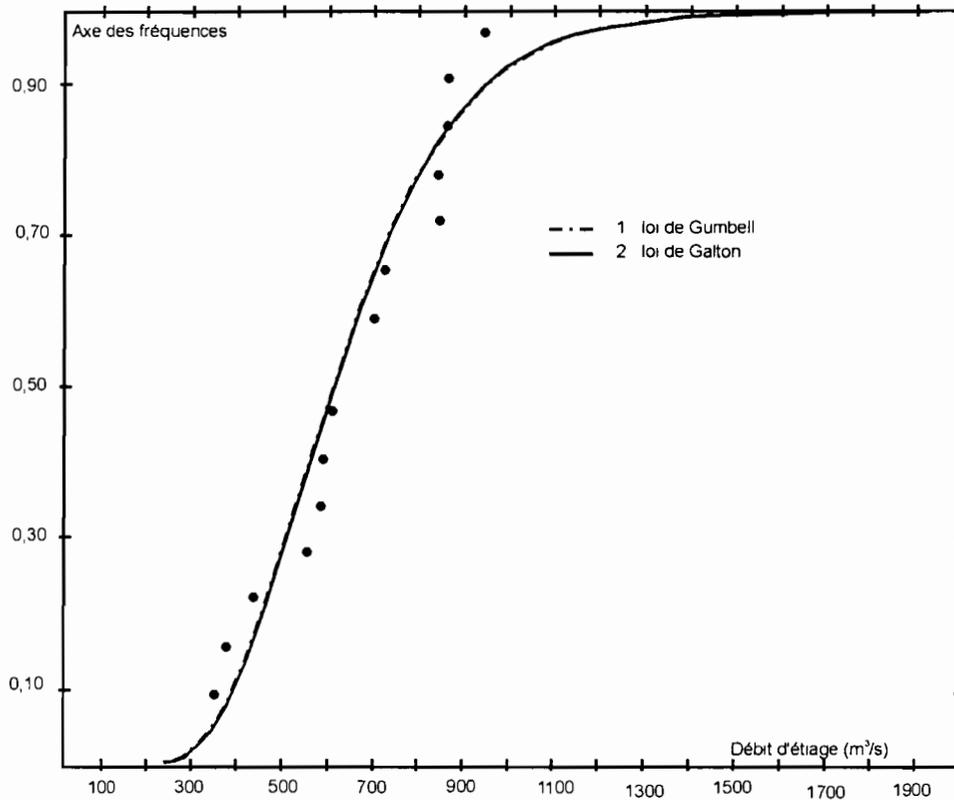


Figure 7-2
L'Oubangui à Mobaye

Échantillon réduit

Nombre d'années d' observations : 56

Valeur moyenne des débits minimaux annuels : 693 m³/s

Écart type : ± 297 m³/s

Coefficient de variation : 0,429

Loi de	Débit d'étiage pouvant ne pas être atteint une année sur				
	2	5	10	20	50
Gumbel	644	438	350	285	221
Pearson III	650	437	347	284	223
Valeur adoptée	646	437	348	284	222

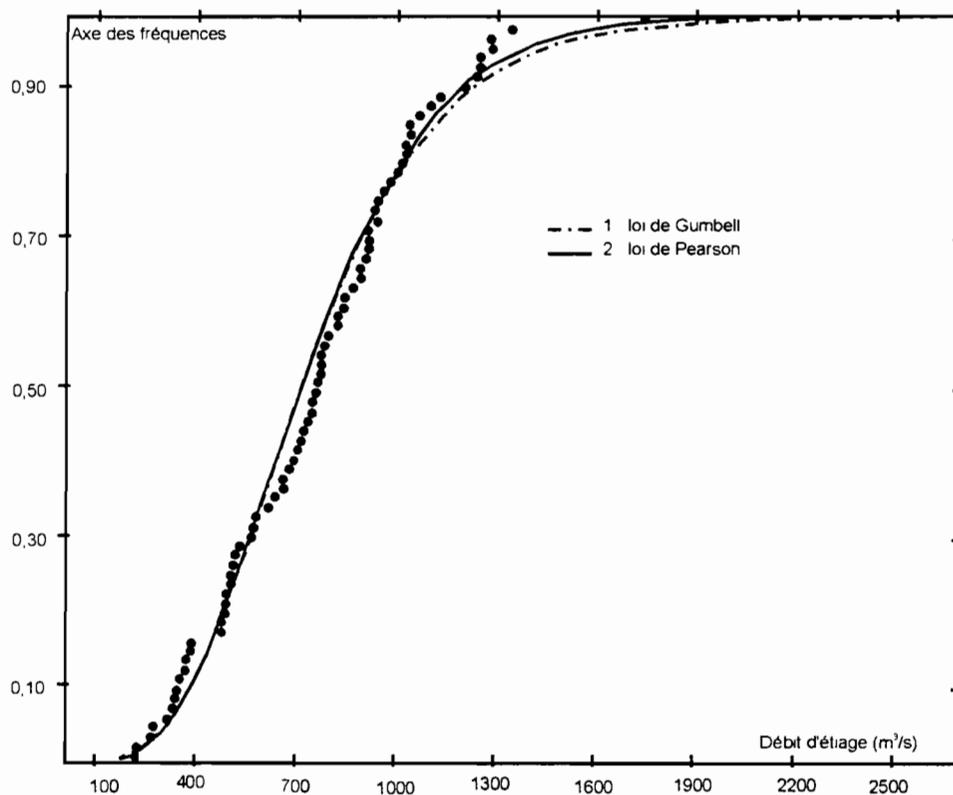


Figure 7-3
L'Oubangui à Bangui

L'écart entre les déterminations "échantillon complet" et "échantillon réduit" est plus important pour les étiages que pour les crues : la sécheresse de la période 1972-1990 pèse de tout son poids sur l'échantillon réduit. Compte tenu de la qualité des observations 1935-1990, nous adopterons :

Débit spécifique de l'étiage médian : 1,39 l/s/ km².

Débit spécifique de l'étiage décennal : 0,74 l/s/ km².

Coefficient de tarissement : 0,0211.

Loi de	Débit d'étiage pouvant ne pas être atteint une année sur				
	2	5	10	20	50
Valeur adoptée	680	-	370	-	-

Il est à remarquer que le débit d'étiage décennal de Bangui (370 m³/s) est sensiblement inférieur à celui de Mobaye (391 m³/s). Ceci provient du fait que les observations à Mobaye s'arrêtent en 1975 tandis que la série de Bangui continue jusqu'en 1990 en y incluant les années 1972-1990 où les étiages ont été particulièrement sévères.

En utilisant les 16 années d'observations communes, il ressort :

- Mobaye : moyenne 641 m³/s écart type \pm 200 m³/s
- Bangui : moyenne 739 m³/s écart type \pm 239 m³/s
- Coefficient de corrélation : 0,98.

Les 2 stations sont en parfaite corrélation, ce qui amène à indiquer 320 m³/s (à la place des 391) pour l'étiage décennal à Mobaye afin de tenir compte, dans une mesure raisonnable, de la période 1972-1990.

L'étiage médian serait alors de 590 m³/s, soit 1,46 l/s/ km².

Étiage centennal

Les distributions statistiques le donnent de l'ordre de 180 m³/s, débit nettement inférieur au minimum observé (223 m³/s) en 1990-1991, ce qui n'est pas très réaliste. Un chiffre de 200 m³/s serait plus vraisemblable, le minimum observé étant très probablement centennal.

G. Chalandon pense "qu'il n'est pas certain que le minimum observé en 1990 soit centenaire (il ne faut pas retenir les observations douteuses de 1911 à 1935). À Brazzaville, pour la période de 1902 à 1992, l'étiage absolu s'est produit en 1907 et le plus faible module annuel enregistré en 1919".

■ 7.2.2.3. L'Oubangui à Zinga

Superficie du bassin versant : 521 900 km²

Nombre d'années d'observations : 20

Valeur moyenne des débits minimaux annuels : 782 m³/s

Écart type : \pm 200 m³/s

Coefficient de variation : 0,256

Débit spécifique de l'étiage médian : 1,44 l/s/ km².

Débit spécifique de l'étiage décennal : 1,02 l/s/ km².

Coefficient de tarissement : 0,0213.

Loi de	Débit d'étiage pouvant ne pas être atteint une année sur				
	2	5	10	20	50
Galton	756	601	534	483	432
Gumbel	752	599	534	486	437
Valeur adoptée	754	600	534	485	434

Ceci amène, de la part de G. Chalandon, aux mêmes commentaires que ceux concernant Bangui et Mobaye : les "débits d'étiage (à Zinga) doivent être en rapport avec ceux de Bangui". Mais la période d'observation n'est pas la même !

Pour les 5 dernières années, les étiages absolus à Zinga sont (valeurs aimablement communiquées par G. Chalandon) :

- 1987 : 420 m³/s ;
- 1988 : 380 m³/s ;
- 1989 : 320 m³/s ;
- 1990 : 225 m³/s ;
- 1991 : 500 m³/s.

7.2.3. Les affluents de l'Oubangui

■ 7.2.3.1. La Kotto à Bria

Superficie du bassin versant : 60 590 km²

Nombre d'années d' observations : 12

Valeur moyenne des débits minimaux annuels : 75,2 m³/s

Écart type : ± 4,72 m³/s

Coefficient de variation : 0,063

Débit spécifique de l'étiage médian : 1,24 l/s/ km².

Débit spécifique de l'étiage décennal : 1,14 l/s/ km².

(les divers quantiles ne sont pas trop affectés par la sécheresse des années 1970).

Coefficient de tarissement : 0,0217.

Loi de	Débit d'étiage pouvant ne pas être atteint une année sur				
	2	5	10	20	50
Galton	75,0	71,2	69,3	67,7	-
Pearson III	75,1	71,2	69,2	67,6	-
Valeur adoptée	75,0	71,2	69,2	67,6	-

Ces chiffres seront à revoir à la baisse si la valeur d'un jaugeage ($-43,8 \text{ m}^3/\text{s}$ — date et cote inconnues) était confirmée.

7.2.3.2. La Kotto à Kembé

Superficie du bassin versant : 77 750 km²

Nombre d'années d'observations : 18

Valeur moyenne des débits minimaux annuels : 85,3 m³/s

Écart type : $\pm 18,4 \text{ m}^3/\text{s}$

Coefficient de variation : 0,216

Débit spécifique de l'étiage médian : 1,06 l/s/ km².

Débit spécifique de l'étiage décennal : 0,83 l/s/ km².

(les divers quantiles ne sont pas trop affectés par la sécheresse des années 1970).

Coefficient de tarissement : 0,0130.

Loi de	Débit d'étiage pouvant ne pas être atteint une année sur				
	2	5	10	20	50
Galton	83,5	70,5	64,5	60,0	(55,2)
Gumbel	82,0	70,3	65,4	61,7	(58,0)
Valeur adoptée	82,7	70,4	64,9	60,8	(56,6)

D'après G. Chalandon, un jaugeage à $54,2 \text{ m}^3/\text{s}$ a eu lieu ces dernières années et les hauteurs observées donneraient un débit inférieur à $50 \text{ m}^3/\text{s}$.

Commentaires

Il paraît étonnant de voir un débit d'étiage décennal supérieur à Bria qu'à Kembé, d'autant plus que l'échantillonage donne des basses eaux annuelles plus fortes à Kembé. Ceci provient du faible nombre de mesures de débit de basses eaux aux 2 stations, ce qui entraîne une médiocre adaptation aux lois statistiques.

À noter également que Bria se situe juste à la sortie du plateau gréseux de Ouadda (aux sables très perméables) ce qui pourrait amortir les étiages en aval.

Ces commentaires risquent d'être infirmés par les résultats de ces dernières années.

7.2.3.3. La Pipi à Ouadda

Superficie du bassin versant : 2 500 km²
 Nombre d'années d'observations : 10
 Valeur moyenne des débits minimaux annuels : 4,23 m³/s
 Écart type : ± 1,48 m³/s
 Coefficient de variation : 0,350
 Débit spécifique de l'étiage médian : 1,61 l/s/ km².
 Débit spécifique de l'étiage décennal : 1,08 l/s/ km².
 Coefficient de tarissement : 0,0151.

Loi de	Débit d'étiage pouvant ne pas être atteint une année sur				
	2	5	10	20	50
Gumbel	3,94	3,15	2,81	2,56	-
Pearson III	4,11	3,06	2,57	2,19	-
Valeur adoptée	4,02	3,10	2,69	2,37	-

L'écart entre les deux distributions provient du mauvais tarage de la station, à cause de son déplacement sans aucun jaugeage pendant la période commune.

7.2.3.4. La Bangui-Kété à Alindao

Superficie du bassin versant : 4 560 km²
 Nombre d'années d'observations : 22
 Valeur moyenne des débits minimaux annuels : 14,7 m³/s
 Écart type : ± 4,07 m³/s
 Coefficient de variation : 0,277
 Débit spécifique de l'étiage médian : 3,07 l/s/ km².
 Débit spécifique de l'étiage décennal : 2,24 l/s/ km².

Loi de	Débit d'étiage pouvant ne pas être atteint une année sur				
	2	5	10	20	50
Galton	14,2	11,5	10,2	9,32	8,36
Gumbel	14,0	11,4	10,3	9,56	8,75
Valeur adoptée	14,1	11,4	10,2	9,44	8,55

(comme plus haut, les divers quantiles ne sont pas trop affectés par la sécheresse des années 1970, compensée ici par l'abondance des années 1950, tout au moins pour la médiane).

Coefficient de tarissement : 0,0133.

■ 7.2.3.5. La Ouaka à Bambari

Superficie du bassin versant : 29 730 km²

Nombre d'années d'observations : 16

Valeur moyenne des débits minimaux annuels : 45,6 m³/s

Écart type : ± 21,5 m³/s

Coefficient de variation : 0,472

Débit spécifique de l'étiage médian : 1,39 l/s/ km².

Débit spécifique de l'étiage décennal : 0,70 l/s/ km².

(la sécheresse des années 1970 n'a pas trop d'influence).

Coefficient de tarissement : 0,0149.

Loi de	Débit d'étiage pouvant ne pas être atteint une année sur				
	2	5	10	20	50
Galton	40,6	26,6	21,3	17,6	-
Gumbel	41,8	27,0	20,7	16,1	-
Valeur adoptée	41,2	26,8	21,0	16,8	-

■ 7.2.3.6. La Tomi à Sibut

Superficie du bassin versant : 2 610 km²

Nombre d'années d'observations : 22

Valeur moyenne des débits minimaux annuels : 1,26 m³/s

Écart type : ± 0,475 m³/s

Coefficient de variation : 0,378

Débit spécifique de l'étiage médian : 0,46 l/s/ km².

Débit spécifique de l'étiage décennal : 0,24 l/s/ km².

(aucune influence sensible de la période 1972-1975).

Coefficient de tarissement : 0,0204.

Loi de	Débit d'étiage pouvant ne pas être atteint une année sur				
	2	5	10	20	50
Gumbel	1,19	0,788	0,619	0,494	0,368
Pearson III	1,22	0,832	0,649	0,508	0,359
Valeur adoptée	1,20	0,810	0,634	0,501	0,363

G. Chalandon, au vu des résultats de ces dernières années, estime ces valeurs trop fortes : 0,18 m³/s ont été observés en février 1988, avec un jaugeage de 0,04 m³/s en avril 1988 et un débit nul a existé pendant 2 jours en mars 1987.

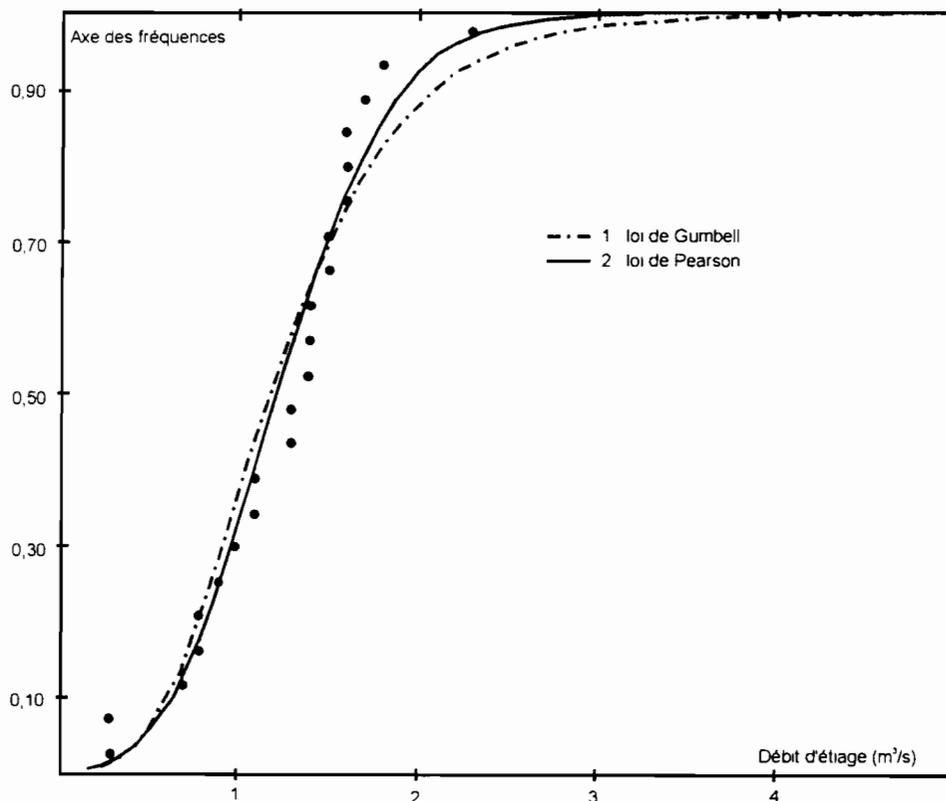


Figure 7-4
La Tomi à Sibut

■ 7.2.3.7. L'Ombella à Bossélé (Pont-route du Km 105)

Superficie du bassin versant : 3 020 km²

Nombre d'années d' observations : 12

Valeur moyenne des débits minimaux annuels : 3,73 m³/s

Écart type : ± 1,21 m³/s

Coefficient de variation : 0,325

Débit spécifique de l'étiage médian : 1,4 l/s/ km².

Débit spécifique de l'étiage décennal : 1,1 l/s/ km².

Coefficient de tarissement : 0,0143.

Loi de	Débit d'étiage pouvant ne pas être atteint une année sur				
	2	5	10	20	50
Galton	4,2	3,6	3,3	-	

La distribution statistique des 12 débits d'étiage est très mauvaise : 4 valeurs (qui correspondent à la sécheresse 1971-1975) vont de 1,95 à 2,49 m³/s et le reste de l'échantillon est compris entre 4,01 et 5,44 m³/s. La médiane observée est de 4,28 m³/s ! L'ajustement avec Dixlois donne des résultats aberrants (valeur médiane de 3,54 m³/s), toutes les lois étant aussi mauvaises l'une que l'autre. Or les fréquences des valeurs de la période 1971-1975 sont en réalité beaucoup plus faibles que celles calculées.

Nous avons donc supprimé ces 4 années et travaillé avec seulement 8 valeurs. L'ajustement s'est fait graphiquement, suivant une loi de Galton.

■ 7.2.3.8. La Mpoko à Bossélé-Bali

Superficie du bassin versant : 10 460 km²

Nombre d'années d' observations : 15

Valeur moyenne des débits minimaux annuels : 24,1 m³/s

Écart type : ± 9,31 m³/s

Coefficient de variation : 0,386

Débit spécifique de l'étiage médian : 2,1 l/s/ km².

Débit spécifique de l'étiage décennal : 1,06 l/s/ km².

Coefficient de tarissement : 0,0127.

Loi de	Débit d'étiage pouvant ne pas être atteint une année sur				
	2	5	10	20	50
Galton	21,9	13,8	10,8	8,79	(6,93)
Gumbel	22,8	14,8	11,4	8,96	(6,44)
Valeur adoptée	22,3	14,3	11,1	8,87	(6,68)

Là aussi les débits de ces dernières années incitent à revoir ces évaluations à la baisse : “un jaugeage a indiqué un débit de 4,60 m³/s et des débits de 4,10 m³/s ont été observés” (G. Chalandon).

■ 7.2.3.9. La Mpoko à Bangui (Bimbo)

Superficie du bassin versant : 25 630 km²

Nombre d'années d'observations : 8

Valeur moyenne des débits minimaux annuels : 77,1 m³/s

Écart type : ± 28,0 m³/s

Coefficient de variation : 0,363

Le nombre restreint des valeurs d'étiage ne permet pas l'emploi de Dixlois et il n'a pas été possible d'utiliser une corrélation avec la station de Bossélé-Bali (7 années communes seulement et coefficient de corrélation trop lâche, $r = 0,495$). Aussi avons-nous réalisé un ajustement graphique en utilisant les lois de Galton et de Gumbel.

La valeur médiane de l'étiage annuel serait de 60-70 m³/s, soit un débit spécifique de 2,5 l/s/ km²

Coefficient de tarissement : 0,0134.

■ 7.2.3.10. La Lessé à Bombé

Superficie du bassin versant : 1 300 km²

Nombre d'années d'observations : 11

Valeur moyenne des débits minimaux annuels : 1,49 m³/s

Écart type : ± 0,356 m³/s

Coefficient de variation : 0,239

Débit spécifique de l'étiage médian : 1,11 l/s/ km².

Débit spécifique de l'étiage décennal : 0,83 l/s/ km².

Coefficient de tarissement : 0,0166.

Loi de	Débit d'étiage pouvant ne pas être atteint une année sur				
	2	5	10	20	50
Galton	1,46	1,20	1,07	0,974	-
Gumbel	1,43	1,19	1,09	1,02	-
Valeur adoptée	1,44	1,19	1,08	1,00	-

7.2.3.11. La Mbali à Boali

Station de Boali-Poste

Superficie du bassin versant : 4 596 km²

Nombre d'années d'observations : 15

Valeur moyenne des débits minimaux annuels : 20,7 m³/s

Écart type : ± 5,66 m³/s

Coefficient de variation : 0,273

Débit spécifique de l'étiage médian : 4,35 l/s/ km².

Débit spécifique de l'étiage décennal : 3,24 l/s/ km².

(ces valeurs sont très fortes. L'échantillon, sans année sèche sévère, ne peut que donner des résultats médiocres).

Coefficient de tarissement : 0,0122.

Loi de	Débit d'étiage pouvant ne pas être atteint une année sur				
	2	5	10	20	50
Galton	20,1	16,4	14,8	13,6	(12,3)
Gumbel	19,7	16,5	15,1	14,1	(13,1)
Valeur adoptée	19,9	16,4	14,9	13,8	(12,7)

Station de Boali ICOT

Superficie du bassin versant : 4 410 km²

Nombre d'années d'observations : 23

Valeur moyenne des débits minimaux annuels : 10,5 m³/s

Écart type : ± 6,62 m³/s

Coefficient de variation : 0,628

Débit spécifique de l'étiage décennal : 0,57 l/s/ km².

Coefficient de tarissement : 0,0128.

Loi de	Débit d'étiage pouvant ne pas être atteint une année sur				
	2	5	10	20	50
Pearson III	9,49	4,50	2,59	1,38	0,402
Goodrich	8,89	4,12	2,43	1,38	0,508
Valeur adoptée	9,19	4,31	2,51	1,38	0,455

Commentaires

Il peut paraître surprenant de constater que le débit spécifique d'étiage décennal soit 6 fois plus élevé à Boali-Poste par rapport à Boali ICOT. Ceci n'a pourtant rien d'étonnant : l'échantillon de chaque station ne correspond pas à la même période d'observation. Celui de Boali-Poste couvre la période 1949-1969 tandis que c'est 1964-1988 qui correspond à Boali ICOT, avec cette longue série d'étiages sévères depuis 1972 (et plus particulièrement depuis 1983) ce qui fausse complètement la comparaison et fait apparaître des débits décennaux très faibles ainsi que l'effet de persistance.

Voici les valeurs des étiages annuels pour les 4 années d'observations communes :

Étiages à Boali (m³/s)

Année	Poste	ICOT	Poste/ICOT	Observations
1964-65	18,2	18,3	0,99	Année fautive à Poste
1967-68	20,4	17,0	1,20	
1968-69	22,6	19,9	1,14	
1969-70	23,7	19,9	1,19	

Nous pouvons constater que les débits d'étiage ont une valeur à peu près identique aux 2 stations.

L'année 1964-65 n'est pas très bien observée à Boali-Poste, ce qui expliquerait un débit d'étiage très légèrement inférieur à celui de ICOT.

Pour les 3 autres années, nous retrouvons le même phénomène décrit au chapitre 4 et qui concernait les débits mensuels : Boali-Poste est très légèrement supérieur à Boali ICOT.

Nous remarquerons que les coefficients de tarissement sont pratiquement les mêmes aux 2 stations (0,0122 et 0,0128) ce qui indique des régimes de basses eaux identiques.

En définitive, nous proposons, pour Boali I.C.O.T :

- débit d'étiage médian : 12 m³/s (2,61 l/s/ km²) ;
- débit d'étiage décennal : 3 m³/s (0,7 l/s/ km²).

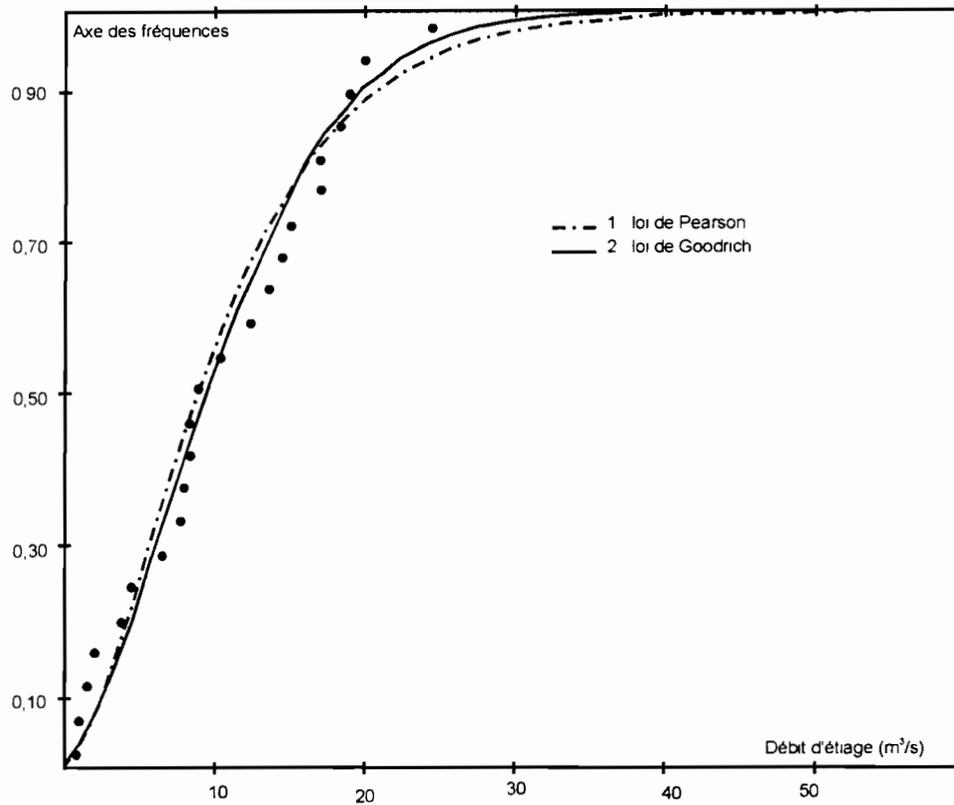


Figure 7-5
La Mbali à Boali ICOT

■ 7.2.3.12. La Lobaye à Zaoro-Yanga

Superficie du bassin versant : 5 280 km²

Nombre d'années d'observations : 2

Il est impossible de déterminer quoi que ce soit en débit. La seule indication possible est celle du coefficient de tarissement, qui vaudrait 0,0111.

■ 7.2.3.13. La Lobaye à Kédingué-Yawa

Superficie du bassin versant : 11 170 km²

Nombre d'années d'observations : 11

Valeur moyenne des débits minimaux annuels : 79,0 m³/s

Écart type : ± 9,36 m³/s

Coefficient de variation : 0,119

Débit spécifique de l'étiage médian : 7,02 l/s/ km².

Débit spécifique de l'étiage décennal : 5,99 l/s/ km².

Coefficient de tarissement : 0,0085.

Loi de	Débit d'étiage pouvant ne pas être atteint une année sur				
	2	5	10	20	50
Galton	78,4	70,7	66,9	64,0	-
Pearson III	78,6	70,9	67,0	64,0	-
Valeur adoptée	78,5	70,8	66,9	64,0	-

7.2.3.14. La Lobaye à Safa (Terres rouges)

Superficie du bassin versant : 29 600 km²

Nombre d'années d'observations : 16

Valeur moyenne des débits minimaux annuels : 234 m³/s

Écart type : ± 17,8 m³/s

Coefficient de variation : 0,076

Débit spécifique de l'étiage médian : 7,87 l/s/ km².

Débit spécifique de l'étiage décennal : 7,16 l/s/ km².

Coefficient de tarissement : 0,0091.

Loi de	Débit d'étiage pouvant ne pas être atteint une année sur				
	2	5	10	20	50
Galton	233	219	212	207	(201)
Pearson III	233	219	212	206	(199)
Valeur adoptée	233	219	212	206	(200)

7.2.3.15. La Lobaye à Mbata

Superficie du bassin versant : 30 300 km²

Nombre d'années d'observations : 26

Valeur moyenne des débits minimaux annuels : 220 m³/s

Écart type : ± 39,3 m³/s

Coefficient de variation : 0,178

Débit spécifique de l'étiage décennal : 5,74 l/s/ km².

Coefficient de tarissement : 0,0061.

Loi de	Débit d'étiage pouvant ne pas être atteint une année sur				
	2	5	10	20	50
Pearson III	218	186	171	158	146
Goodrich	224	194	177	162	144
Valeur adoptée	221	190	174	160	145

Par rapport à Safa, la station de Mbata indique un débit spécifique d'étiage nettement plus faible. Là aussi les périodes d'observation ne sont pas les mêmes : 1953-1972 pour Safa et 1951-1988 pour Mbata. L'échantillon de Mbata est fortement influencé par les étiages sévères qui ont commencé en 1972.

Les 15 années communes indiquent :

- moyenne à Safa : 234 m³/s écart type : \pm 19,0 m³/s ;
- moyenne à Mbata : 235 m³/s écart type : \pm 17,6 m³/s.

Ceci confirme que les stations, très voisines, ont des basses eaux indentiques.

Nous retiendrons, en définitive, à Mbata :

- débit d'étiage médian : 225 m³/s (7,4 l/s/ km²) ;
- débit d'étiage décennal : 190 m³/s (6,27 l/s/ km²) ;

valeurs intermédiaires entre celles des 2 périodes d'observation.

Étiage centennal

L'étiage centennal à Mbata serait, d'après les 2 distributions statistiques, de l'ordre de : 132 à 138 m³/s.

Mais il convient de faire très attention à ces valeurs qui ne sont que d'allègres extrapolations à des lois statistiques qui sont certainement mal ajustées sur seulement 26 années d'observation. D'autant plus que G. Chalandon indique "que des débits de 111 et 112 m³/s ont été observés ces dernières années". Si ces débits correspondent à des jaugeages de bonne qualité, effectués à cet effet, la distribution est à reprendre.

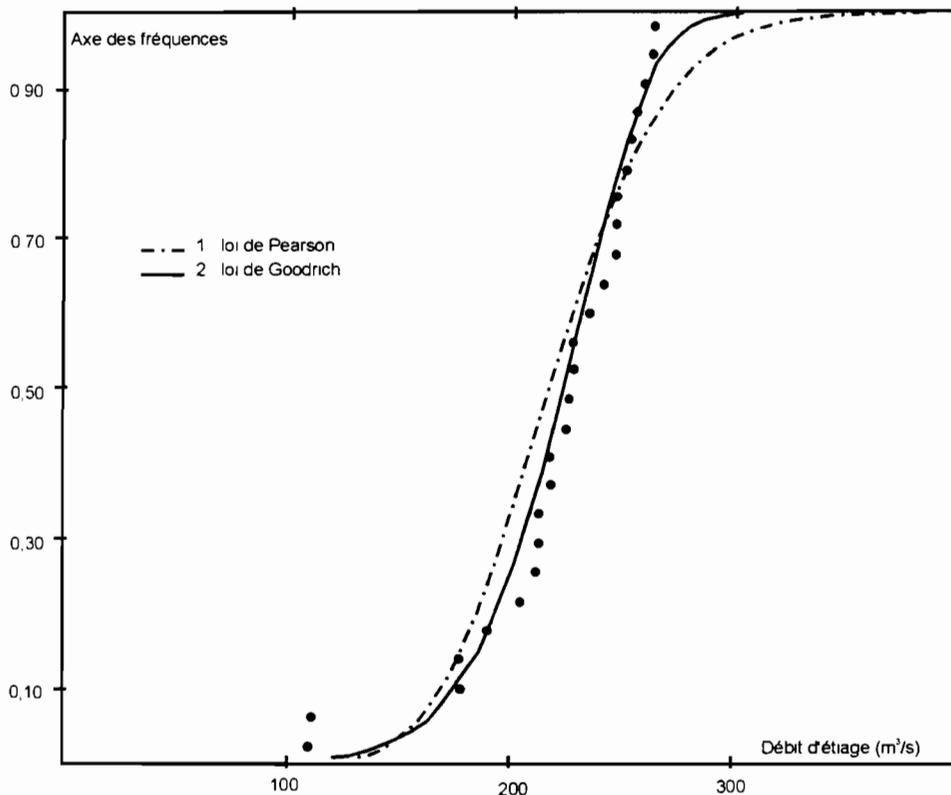


Figure 7-6
La Lobaye à Mbata

7.2.4. Commentaires sur la fréquence d'utilisation des lois statistiques

5 lois statistiques ont été employées pour l'analyse des basses eaux.

Seules ont été retenues, pour une station donnée, celles qui étaient réellement représentatives de l'échantillon.

Le tableau ci-après donne la fréquence (en %) d'utilisation de chacune de ces 5 lois, en fonction de la superficie du bassin versant.

Superficie (km ²)	Lois de				
	Gauss	Galton	Gumbel	Pearson III	Goodrich
> 100 000	0	100	75	25	0
50 à 100 000	0	66	34	66	34
20 à 50 000	0	60	40	60	40
10 à 20 000	0	50	100	50	0
6 à 10 000	Aucun bassin versant observé de cette taille				
< 6 000	0	63	74	50	13

Il en résulte :

Loi de Gauss (loi normale) :

À l'inverse des modules annuels et des crues, la distribution statistique des basses eaux est de nature dissymétrique puisqu'elle admet la valeur asymptotique 0 pour une période de retour plus ou moins longue.

La loi de Gauss, symétrique, ne saurait convenir à l'analyse des étiages.

Par contre, les autres lois dissymétriques sont employées avec plus ou moins de succès. Il y a des problèmes de qualité des données et surtout des problèmes d'échantillonnage, par exemple ceux liés à la période de sécheresse 1972-1990 associée à la période abondante 1960-1970.

Loi de Gumbel :

Cette loi a été utilisée 2 fois sur 3 pour toute taille de bassin versant.

Loi de Galton :

Elle semble convenir surtout aux grands bassins versants et a été employée 2 fois sur 4.

Loi de Pearson III (loi Gamma incomplète) :

Employée 1 fois sur 2, elle est moins universelle que pour la distribution des crues. Son utilisation n'est pas fonction de la taille du bassin versant.

Loi de Goodrich :

Cette loi ne paraît pas très appropriée, bien qu'utilisée à quelques stations.

En somme, ce sont trois distributions hypergaussiques (Gumbel, Galton et Pearson III) qui sont les plus appropriées. Pour les raisons données plus haut, il n'est pas possible d'aller plus loin dans la recherche de la loi de distribution qui serait la mieux adaptée dans chaque cas. Il n'est pas évident que la loi de Gumbel soit celle dont l'emploi devrait être le plus courant.

7.3. Variabilité du débit d'étiage médian en fonction de la taille des bassins versants

On doit distinguer 4 zones :

- la zone A, où les étiages sont particulièrement sévères, avec un débit spécifique médian inférieur à $1,0 \text{ l/s/km}^2$. Elle concerne la totalité de l'Oubangui Supérieur et la Tomi ;
- la zone B, avec un bon nombre de rivières (Oubangui, Kotto, Ouaka, Papi, Lessé, Ombella) où le débit spécifique médian va de $1,0$ à $2,0 \text{ l/s/km}^2$;
- la zone C, avec des étiages un peu plus soutenus. Ceci concerne la Bangui-Kété, la Mbali et la Mpoko. Le débit spécifique médian est compris entre $2,0$ et $3,0 \text{ l/s/km}^2$;
- enfin la zone D, où les étiages sont les plus élevés, avec un débit spécifique médian supérieur à $3,0 \text{ l/s/km}^2$. Elle concerne uniquement la Lobaye.

Dans aucune zone il n'y a de variations sensibles avec la superficie.

Ces chiffres sont bien en accord avec ceux qui ont été obtenus en Afrique occidentale ou centrale pour le régime tropical humide.

7.4. Variabilité du débit d'étiage décennal en fonction de la taille des bassins versants

La figure 7-7 montre comment varie le débit spécifique de l'étiage décennal en fonction de la superficie du bassin versant.

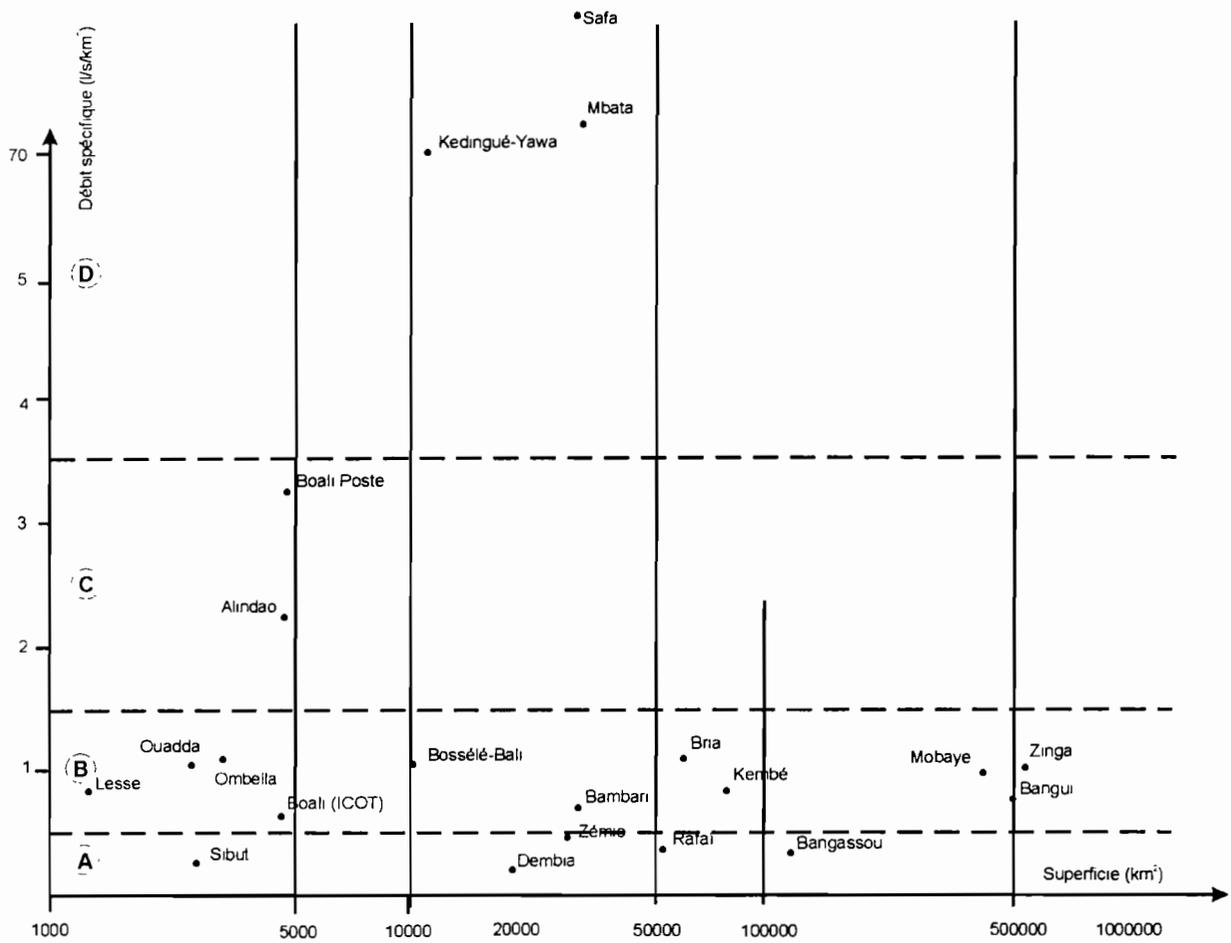


Figure 7-7

Variation du débit spécifique d'étiage décennal en fonction de la superficie du bassin versant

Mais il faut d'abord distinguer 4 zones :

- la zone A, où les étiages sont particulièrement sévères, avec des débits spécifiques inférieurs à 0,5 l/s/km². Elle concerne la totalité de l'Oubangui Supérieur et la Tomi ;
- la zone B, avec un bon nombre de rivières (Oubangui, Kotto, Ouaka, Mpoko, Pipi, Lessé, Ombella, Mbali) où les débits spécifiques vont de 0,5 à 1,5 l/s/km² ;
- la zone C, avec des étiages un peu plus soutenus. Ceci concerne la Bangui-Kété. Les débits spécifiques d'étiage sont compris entre 1,5 et 3,5 l/s/km² ;
- enfin la zone D, où les étiages sont les plus élevés, avec des débits spécifiques supérieurs à 3,5 l/s/km². Elle concerne uniquement la Lobaye.

Là non plus, il n'y a pas, dans chaque zone, de variations sensibles avec la superficie.

7.5. Variation interannuelle des débits d'étiage

Comme pour les crues, une première approche de la variation de l'étiage absolu, d'une année à l'autre, peut se faire par le biais du coefficient de variation.

La figure 7-8 montre comment se distribue ce coefficient en fonction de la taille des bassins versants.

3 zones peuvent y être délimitées :

- la zone A, où l'irrégularité est la plus faible : elle concerne la Lobaye, la Kotto, la Bangui-Kété et la Lessé ;
- la zone B, pour bon nombre de rivières du bassin oubanguien ;
- la zone C, avec une irrégularité la plus forte. Ceci concerne la Ouara et la Mbali (Boali ICOT).

La seconde approche se fait avec l'intervalle de confiance à 95 %.

Nous avons défini, également, un "coefficient de variabilité de l'étiage décennal" (CVED) :

$$CVED = \frac{ICS - ICI}{\text{Débit de l'étiage décennal}}$$

avec ICS : intervalle de confiance supérieur ;

ICI : intervalle de confiance inférieur.

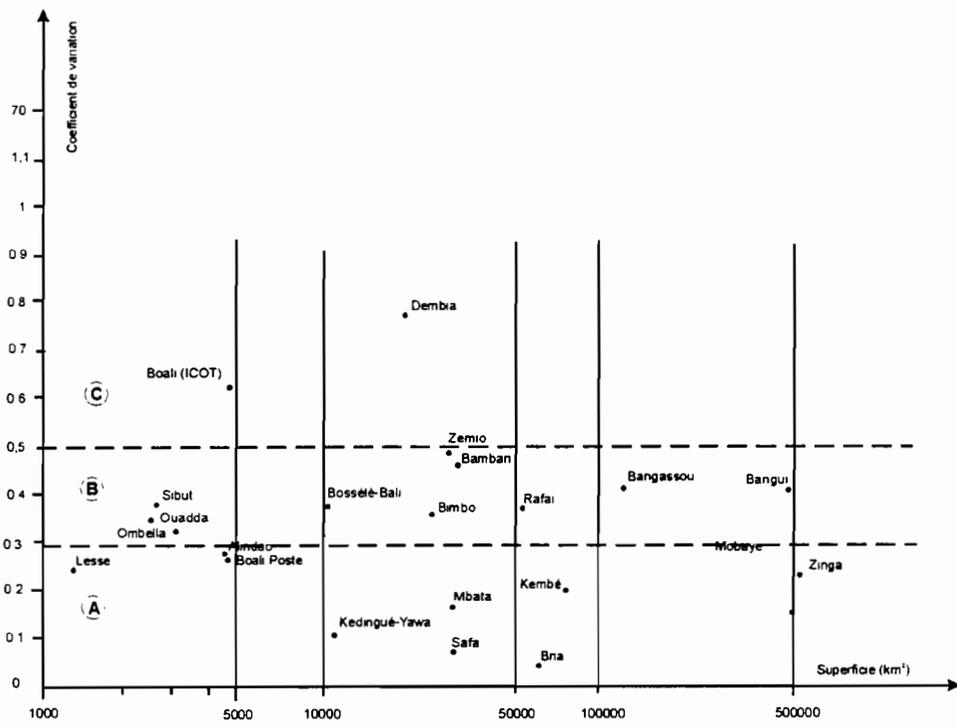


Figure 7-8
 Coefficient de variation en fonction de la superficie du bassin versant

Le tableau suivant et la figure 7-9 en donnent les résultats.

Coefficient de variabilité de l'étiage décennal

Rivière	Station	Intervalle de confiance		Étiage décennal	CVED
		maximum (m ³ /s)	minimum (m ³ /s)	(m ³ /s)	
Oubangui Supérieur					
Mbomou	Zémio	17,2	7,4	12,3	0,80
	Bangassou	47,0	27,7	37,3	0,52
Ouara	Dembia	6,56	1,38	3,97	1,30
Chinko	Rafaï	25,5	12,7	19,1	0,67
Moyen Oubangui					
Oubangui	Mobaye	468	315	391	0,39
	Bangui	406	292	360	0,32
	Zinga	605	462	534	0,27
Affluents de l'Oubangui					
Kotto	Bria	72,1	58,7	69,2	0,08
	Kembé	71,2	66,5	64,9	0,19
Pipi	Ouadda	3,32	2,06	2,69	0,47
Bangui-Kété	Alindao	11,5	9,10	10,2	0,23
Ouaka	Bambari	27,8	14,2	21,0	0,65
Tomi	Sibut	0,816	0,452	0,634	0,57
Ombella	Pont km105	3,9	2,7	3,3	0,38
Mpoko	Bossélé-Bali	15,0	7,30	11,1	0,69
Lessé	Bombé	1,25	0,92	1,08	0,31
Mbali	Boali-ICOT	4,13	0,89	2,51	1,29
Lobaye	Kédingué-Yawa	73,4	56,6	66,9	0,25
	Safa	252	188	212	0,21
	Mbata	190	157	174	0,19

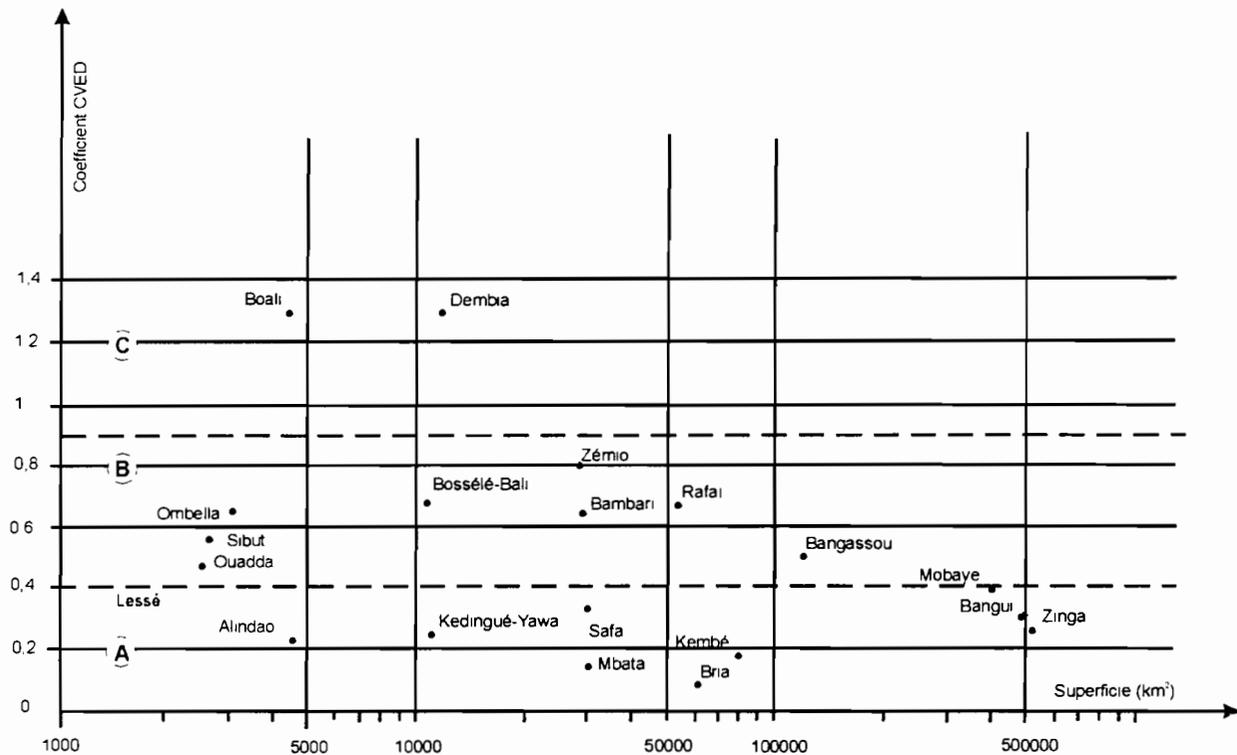


Figure 7-9

Coefficient de variabilité de l'étiage en fonction de la superficie du bassin versant

Sur cette figure, nous distinguerons :

- la zone A, où le CVED est compris entre 0,05 et 0,40. Elle caractérise des rivières où les étiages varient peu d'une année à l'autre : Oubangui, Lobaye, Kotto, Bangui-Kété, Ombella, Lessé. L'étiage décennal y sera, 95 fois sur 100, compris entre sa valeur probable $\pm 5\%$ et sa valeur probable $\pm 40\%$;
- la zone B caractérise la grande majorité des rivières et stations du bassin oubanguien. L'irrégularité de l'étiage décennal y est un peu plus importante : valeur probable $\pm 40\%$ à valeur probable $\pm 90\%$;
- la zone C caractérise des rivières de plus forte irrégularité : Mbali et Ouara. Pour celles-ci, l'étiage décennal pourra être compris, 95 fois sur 100, entre valeur probable $\pm 90\%$ et valeur $\pm 140\%$.

Nous retrouvons ici pratiquement les mêmes résultats que sur la figure 7-8.

7.6. Variation du coefficient de tarissement

Ce coefficient caractérise la vitesse de la décrue.

La figure 7-10 montre l'évolution de celui-ci en fonction de la superficie des bassins versants.

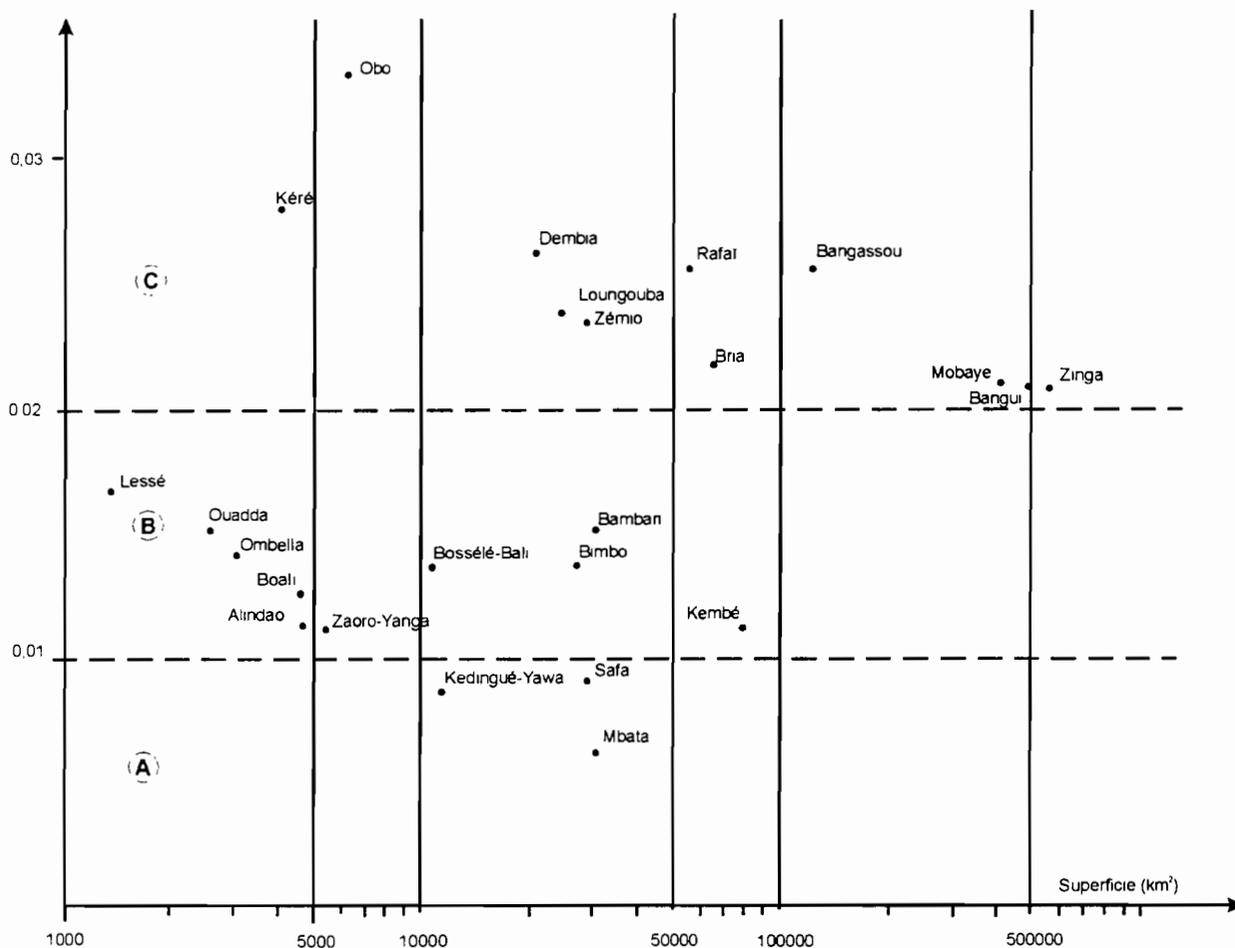


Figure 7-10

Variation du coefficient de tarissement en fonction de la superficie du bassin versant

3 zones s'y distinguent :

- la zone A, où la décrue est la plus lente : elle ne concerne que la Lobaye ;

- la zone B où se regroupe la plupart des rivières oubanguiennes ;
- la zone C qui concerne les rivières à décrue rapide : Moyen Oubangui et Oubangui Supérieur, Kotto à Bria.

De ces analyses, il faut surtout retenir le comportement de la Lobaye : fort débit d'étiage, grande régularité de l'étiage d'une année à l'autre et décrue très amortie. Ceci est dû totalement à la nature géologique du substrat de son bassin versant où les grès de Carnot alimentent continuellement cette rivière en saison sèche.

7.7. Variation des étiages, d'une année à l'autre, à Bangui, Boali et Mbata

À ces stations, nous bénéficions des observations s'étendant de l'origine jusqu'en 1988 (Boali et Mbata) et 1990 (Bangui), c'est-à-dire incluant la période de très faible hydraulité qui a commencé en 1972.

7.7.1. L'Oubangui à Bangui

La figure 7-11 montre la variation des étiages annuels absolus de 1940 à 1990.

- les années 1944 à 1946 ont des étiages assez sévères ;
- 1941, 1955, 1962 et 1969 présentent des débits minimaux annuels supérieurs à 1 000 m³/s, ce qui est beaucoup (tout comme les années 1935, 1936 et 1939), avec une valeur maximale de 1 740 m³/s (1962) ;
- depuis 1970, les débits d'étiage sont en dessous de la valeur moyenne (sauf en 1976) et, depuis 1982, la situation empire encore : le minimum observé, sur l'ensemble de l'échantillon de l'Oubangui à Bangui, est de seulement 223 m³/s (1990). Cette situation est à peu près en corrélation avec la pluviométrie sur le bassin versant (voir en 2.8.3). Elle met bien en évidence le fait que les valeurs minimales annuelles ne sont pas absolument indépendantes.

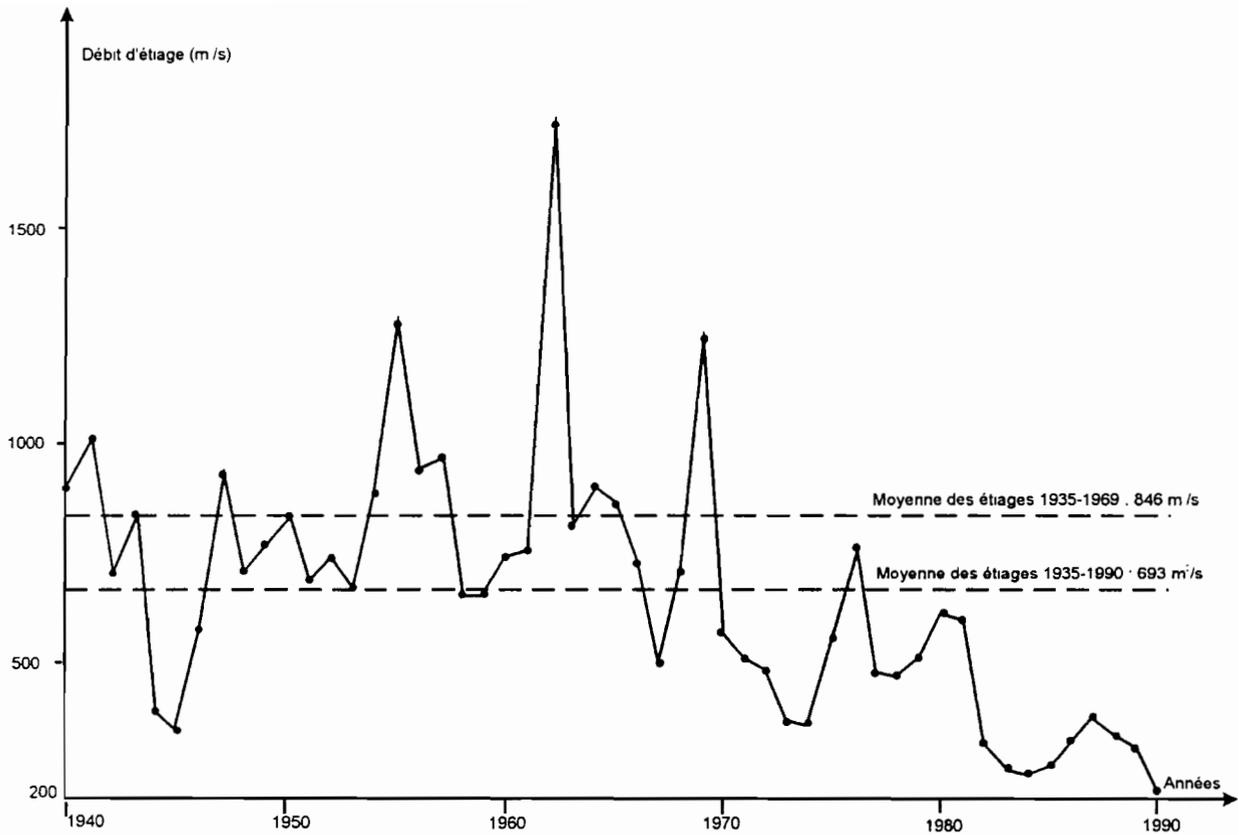


Figure 7-11

Étiages absolus de l'Oubangui à Bangui

7.7.2. La Mbali à Boali

La figure 7-12 présente également les mêmes caractéristiques : à partir de 1970, les étiages sont sévères, sauf pour la période 1975-1976. À partir de 1979, la chute des débits est très nette et le minimum observé, sur tout l'échantillon, n'est que de 0,68 m³/s (1988-1989), pour une valeur moyenne de 10,5 m³/s (période 1964-1988).

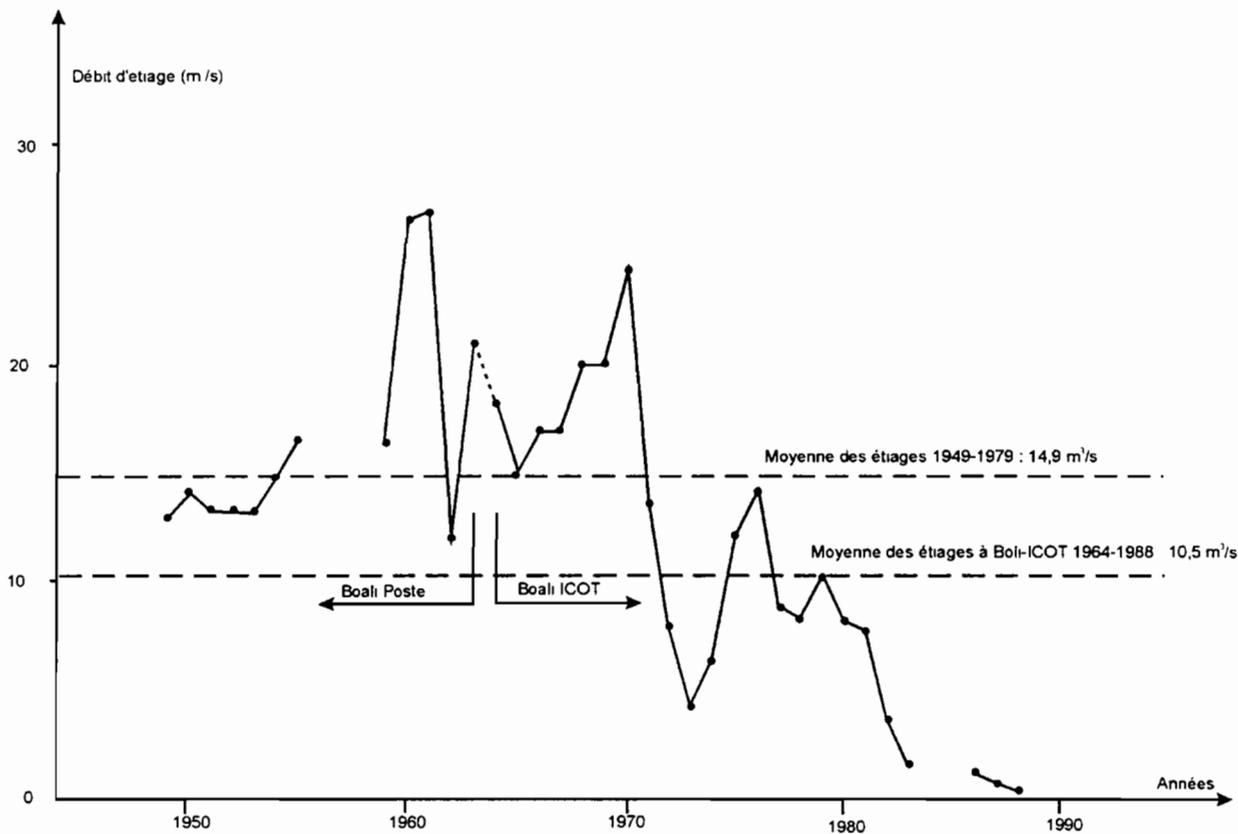


Figure 7-12
 Étiages absolus de la Mbali à Boali

7.7.3. La Lobaye à Mbata

Nous retrouvons à Mbata (figure 7-13) la même diminution des débits d'étiage depuis 1969. Malheureusement la période 1975-1986 nous est inconnue.

Le minimum observé (1987) est de 111 m³/s, tandis que la moyenne est de 220 m³/s (période 1951-1988).

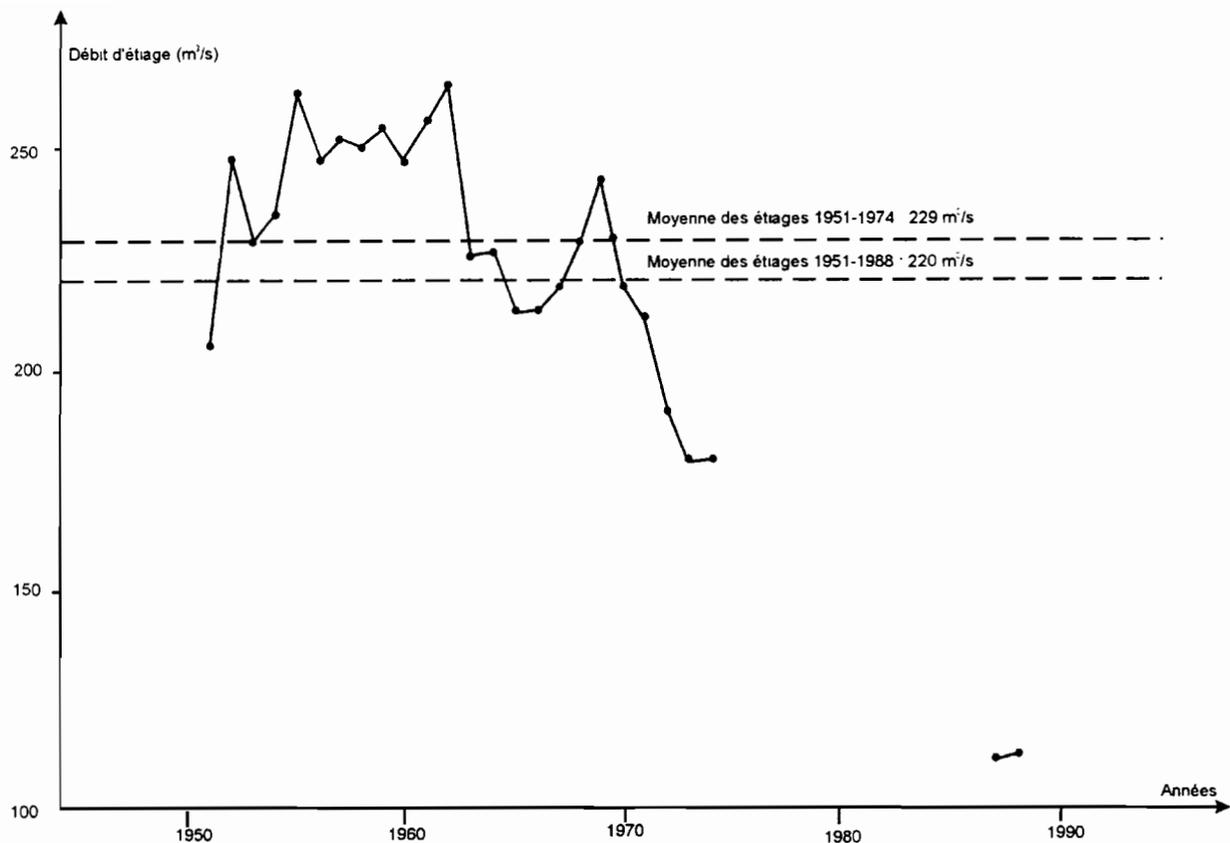


Figure 7-13

Étiages absolus de la Lobaye à Mbata

7.7.4. Conclusion sur la variation interannuelle des étiages

D'une façon générale, nous retrouvons cette même diminution des débits d'étiage pour la quasi-totalité des stations du bassin oubanguien, c'est-à-dire à partir des années 1970-1972 (la plupart du temps à partir de 1971). Seuls le Mbomou à Bangassou, la Ouara à Dembia, la Kotto à Bria et la Lessé à Bombé ne présentent pas de diminution significative du débit d'étiage absolu : il convient de signaler qu'à ces stations les observations cessent fin 1975.

Cette diminution de débit est en assez bonne corrélation avec la pluviométrie moyenne sur le bassin et avec ce qui a été observé dans toute l'Afrique tropicale.



Transports solides et matières dissoutes

Chapitre 8



La détermination des transports solides et des matières dissoutes comprend :

- la mesure des transports en suspension ;
- la mesure des matières dissoutes ;
- la mesure du charriage de fond.

Il ne sera traité, ici, que des travaux réalisés de 1971 à 1975 par J. Callède et S. Pieyns et des premiers résultats des programmes PIRAT (Programme Interdisciplinaire de Recherches en Afrique Tropicale) et PEGI (Programme sur l'Environnement Global Intertropical) tels qu'ils ont été publiés jusqu'en 1991 (OLIVRY, 1988a, 1988b, OLIVRY *et al.*, 1988, 1989, THIÉBAUX 1987).

Ces programmes n'étant pas terminés, il serait inconvenant de présenter des conclusions hâtives et incomplètes. Nous laissons le soin aux responsables de ces travaux de publier séparément quand ils le jugeront utile.

8.1. Les transports en suspension

Leur mesure n'a été réalisée que sur l'Oubangui à Bangui, lors de 2 types de campagnes :

- celles effectuées de 1971 à 1975, par J. Callède puis par S. Pieyns ;
- celles effectuées depuis 1987 par J.C. Olivry et J.P. Thiébaux (OLIVRY, 1988b, OLIVRY *et al.*, 1988, 1989, THIÉBAUX, 1987).

8.1.1. Les campagnes 1971-1975

Elles n'avaient pour unique objectif que la connaissance du poids de terre transportée en suspension.

L'origine de ces campagnes reste liée à l'existence du matériel de laboratoire disponible sur le centre Orstom de Bangui et à l'habitude de ^{ce} genre de mesures qui avaient commencé deux ans plus tôt sur le bassin versant représentatif de Sarki (CALLÈDE, 1974). ✗

La finalité de l'opération était ~~en~~ en tout premier lieu, de comparer les transports en suspension de l'Oubangui avec ceux d'autres rivières, plus particulièrement celles du Cameroun (NOUVELOT, 1969). ✗

Méthodologie

Sur le terrain, un échantillon de 10 litres d'eau a été prélevé en surface, en principe chaque semaine. Le lieu de prélèvement était l'angle du ponton à bateaux (amont et côté Oubangui) du Bangui Rock Club, c'est-à-dire légèrement en aval des rapides.

Deux jaugeages complets des transports solides ont été effectués. Les prélèvements s'effectuaient à la pompe Japy, dont le tuyau d'aspiration était fixé sur un saumon de 25 kg, avec un ajutage dans le sens du courant. La vitesse était mesurée en même temps que le prélèvement (10 litres). Les échantillons étaient répartis sur 6 verticales. La section de mesure était celle utilisée pour les jaugeages liquides, c'est-à-dire un peu en amont de l'Île Longue.

Le premier jaugeage, réalisé en hautes eaux, a donné les résultats suivants :

- moyenne des 24 prélèvements : $53,2 \text{ g/m}^3$;
- écart type : $3,1 \text{ g/m}^3$, soit un coefficient de variation de 0,058 ;
- 18 échantillons (sur les 24) présentaient des concentrations comprises entre 50 et 60 g/m^3 .

Ces résultats nous ont conduit à considérer le prélèvement hebdomadaire comme représentatif de la concentration moyenne.

Le second jaugeage a été réalisé en basses eaux et là les écarts sont plus importants, vu les très faibles concentrations :

- moyenne des 18 échantillons : $3,0 \text{ g/m}^3$;
- écart type : $2,2 \text{ g/m}^3$ et donc un coefficient de variation de 0,733, ce qui est beaucoup. Mais dans les 2 mesures, les écarts type sont de même ordre de grandeur.

Au laboratoire, la méthode d'analyse était identique à celle utilisée sur le bassin de Sarki, elle-même issue de la méthodologie établie par B. Billon (BILLON, 1968), à savoir :

- les échantillons sont transvasés dans une bonbonne de 10 litres. Un ajout de quelques cm^3 d'acide chlorhydrique déclenche la floculation des argiles ;
- au bout de 24 heures, il est procédé à une double décantation, d'abord dans une éprouvette de 400 cc puis dans un bécher de 250 cc ;
- après passage à l'étuve (24 heures environ), le bécher est pesé ce qui, connaissant le poids du bécher vide, donne celui du résidu sec.

Le principal inconvénient de cette méthode est que l'acide chlorhydrique va transformer les sels en solution en chlorures mais, parmi ceux-ci, les carbonates seront transformés en gaz carbonique.

À partir des concentrations, les transports solides journaliers sont calculés à partir d'une chaîne de traitement automatique mise au point par J. Callède :

- calcul de la concentration journalière, par interpolation linéaire entre 2 prélèvements. Certaines valeurs des concentrations, qui paraissaient erronées, ont été éliminées préalablement ;
- calcul du transport solide journalier en fonction de la concentration et du débit ;
- calcul du total mensuel et annuel.

8.1.2. Les campagnes réalisées depuis 1986

Le programme de ces campagnes répond à un but autrement plus ambitieux, puisqu'il rentre dans l'opération "Grands Bassins Fluviaux". Son thème central est le transfert des matières à l'exutoire du bassin du Congo avec, dans le futur, la même étude sur l'Amazone (OLIVRY *et al.*, 1989).

Il s'agit d'une opération multidisciplinaire à l'intérieur de l'Orstom et multi-organismes (CNRS, Universités, etc.).

Outre les transports solides en suspension, on détermine le poids des matières dissoutes. Y sont également associées la granulométrie, la chimie des eaux, les mesures isotopiques, etc.

Méthodologie

Le protocole diffère nettement des campagnes précédentes (OLIVRY *et al.*, 1989, THIÉBAUX 1987).

- une fois par semaine, un échantillon de 2 litres est prélevé à 5 profondeurs différentes, avec un échantillonneur de fabrication Orstom, très ingénieux, d'un principe identique à celui des échantillonneurs océanographiques. Ces prélèvements s'effectuent en amont des rapides, au droit de l'église Saint-Paul ;
- chaque jour, un échantillon d'un litre est prélevé au bord des rapides de la pointe rocheuse de l'hôtel Sofitel (ex-hôtel Safari).

Au laboratoire, les concentrations sont déterminées par filtration.

Il n'est pas procédé au calcul des transports journaliers. Le total mensuel est déterminé à l'aide du débit moyen mensuel et de la valeur moyenne des concentrations du mois.

8.1.3. Résultats des campagnes de mesure des transports en suspension

Nous disposons, au Laboratoire d'hydrologie de l'Orstom de Montpellier, des originaux des campagnes 1971-74. Pour celles débutant en 1986, il n'existe que des publications ou des notes d'information.

■ 8.1.3.1. Variation de la concentration au cours de l'année hydrologique (campagnes 1971-1974)

Les figures 8-1, 8-2 et 8-3 représentent la variation :

- du débit journalier (en m^3/s) ;
- des transports solides journaliers (en tonnes) ;
- des concentrations ponctuelles (en g/m^3).

On retrouve dans l'Oubangui le schéma classique des régions tropicales : la capacité d'érosion augmente pendant la montée des eaux. La concentration maximum se situe bien avant celle du maximum de débit car à partir d'un certain seuil d'écoulement il y a dilution des matières en suspension. Lors de la décrue, la diminution de la concentration indique un arrêt progressif de l'érosion (OLIVRY *et al.*, 1988a).

En fin de décrue, lorsque l'Oubangui n'est alimenté que par la vidange des nappes (de janvier à mars), les concentrations diminuent rapidement et sont pratiquement identiques d'une année à l'autre : le transport solide pourrait alors correspondre aux seuls sédiments provenant du lit de l'Oubangui et de ses berges. En début de la saison des pluies, la reprise de l'écoulement n'entraînera que l'entraînement des matériaux en bordure du réseau hydrographique et toujours ceux du lit. Ceci explique le simple décalage entre l'augmentation du débit et celle de la concentration (OLIVRY *et al.*, 1988a).

■ 8.1.3.2. Bilans mensuels et annuels

Le tableau 8.1 donne les résultats des bilans, pour l'ensemble des campagnes.

Année 1973-74 mise à part, la corrélation est serrée entre le module annuel et la concentration moyenne : le coefficient de corrélation est en effet de 0,89. La figure 8-3 représente cette variation.

Si l'année 1973-74 avait suivi cette régression, nous aurions dû avoir une concentration moyenne de $36 g/m^3$ au lieu des 27 mesurés, soit 33 % de plus.

En prenant pour base cette régression, nous obtenons, pour le module interannuel de $4\ 100 m^3/s$, une concentration de :

$$39,6 g/m^3.$$

Ceci représentera un poids de transport de l'ordre de 5 100 000 tonnes par an, soit une dégradation spécifique de :

$$10 \text{ tonnes/an/km}^2.$$

L'Oubangui à Bangui

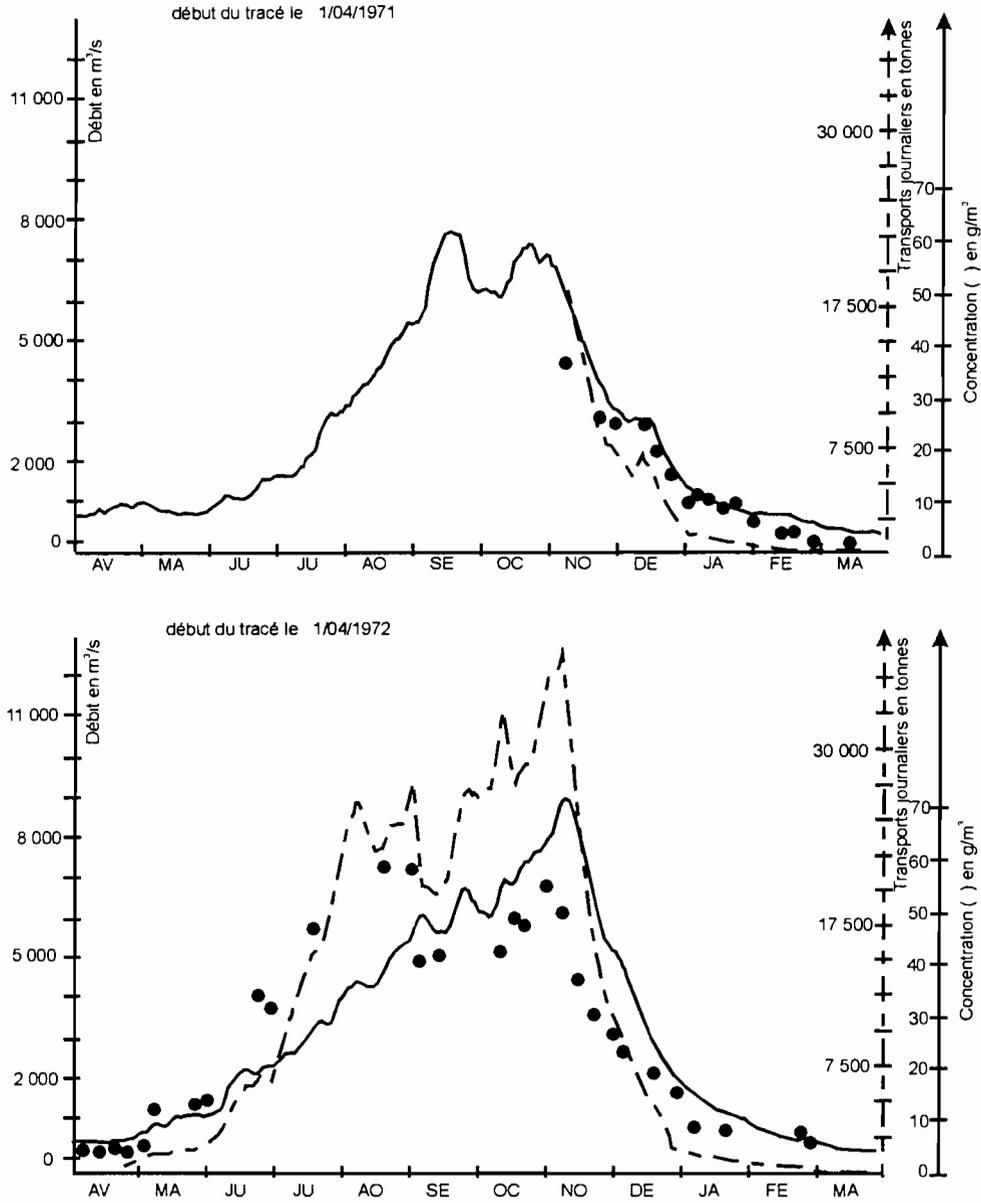


Figure 8-1
 Transports solides

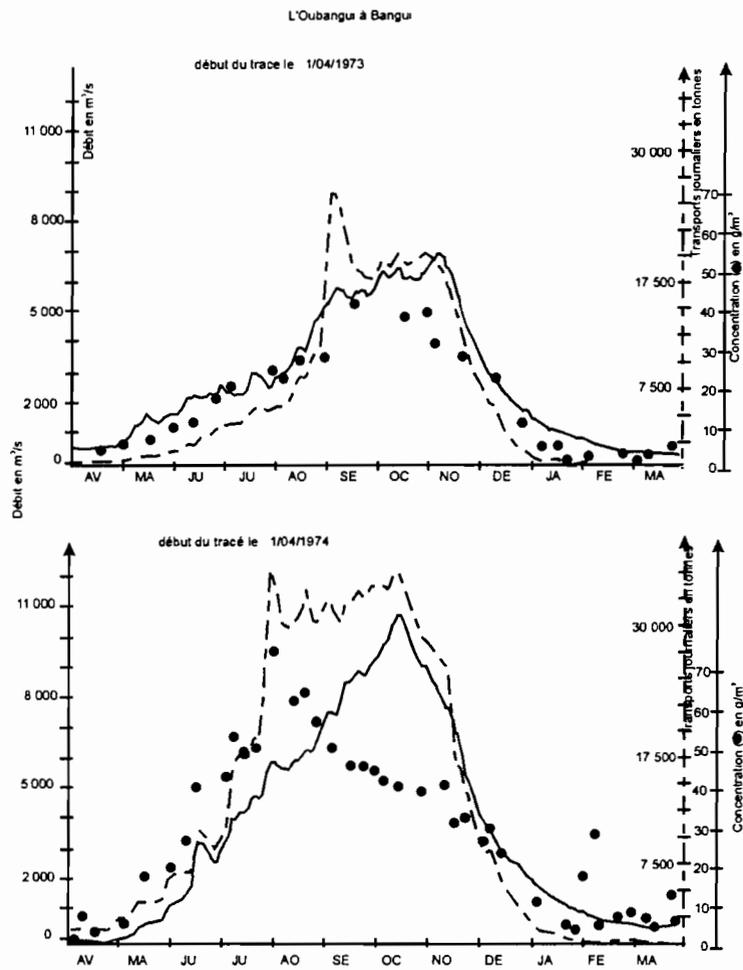


Figure 8-2
Transports solides

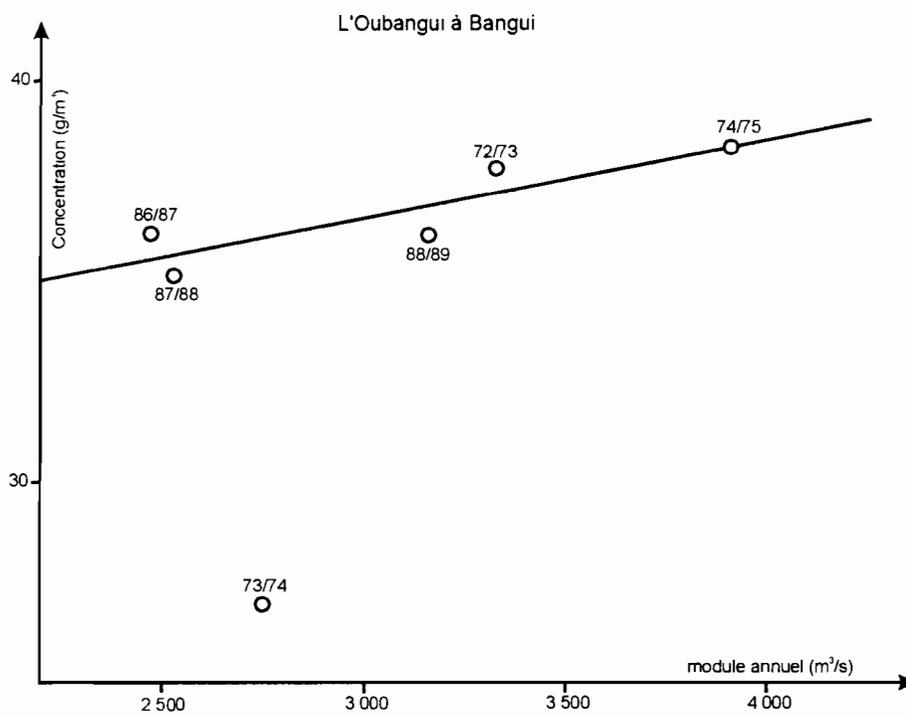


Figure 8-3

Variation de la concentration annuelle des transports en suspension en fonction du module

Tableau 8.1

Voici, par comparaison, quelques valeurs mesurées dans le Monde (OLIVRY, 1988a) :

Pays	Cours d'eau	Superficie (km ²)	Dégradation spécifique (tonnes/an/km ²)
Europe			
France	Ubaye	-	3 000
Italie	Adige	-	160
Asie			
Chine	Ching	60 000	6 750
	Fleuve jaune	760 000	2 640
	Yang Tsé Kiang	2 000 000	250
Inde	Brahmapoutre	700 000	1 000
Thaïlande	Mékong	850 000	200
Amériques			
États-Unis	Colorado	675 000	200
Brésil	Amazone	6 000 000	90
Afrique			
Tunisie	Oued Mellègue	9 000	550
	Medjerda	21 200	850
Tchad	Logone	34 000	85
Cameroun	Sanaga	77 000	44
	Mbam	42 300	85
Centrafrique	Koui	180	80
Congo	Congo	3 500 000	9
Égypte	Nil	2 900 000	46
Centrafrique	Oubangui	489 000	10

Les transports en suspension de l'Oubangui à Bangui ont une valeur tout à fait normale pour l'Afrique tropicale, région du Globe où l'érosion n'a jamais atteint des valeurs très élevées. Elle est même plutôt faible : ceci tient aux faibles pentes, à l'influence de la couverture végétale naturelle et à l'importance de la superficie du bassin versant.

8.1.4. Granulométrie des transports en suspension

Les mesures de granulométrie sont encore trop peu nombreuses pour pouvoir en tirer des conclusions formelles.

Nous indiquons seulement les résultats des mesures des 2, 15, 20 et 27 juillet 1988 (échantillons cumulés)(OLIVRY *et al.*, 1989) :

Diamètre (en microns)	%
> 0,2	95
> 1	43
> 2	31
> 10	24
> 20	21

8.2. Les matières dissoutes

Depuis 1986, les échantillons de l'eau de l'Oubangui, après filtration qui en retire les transports en suspension, ont fait l'objet d'analyses chimiques.

Le poids des matières dissoutes est mesuré.

Les premiers résultats sont les suivants (OLIVRY *et al.*,1989) :

Total annuel des transports(en millions de tonnes)			Rapport suspension TOTAL (%)	Concentration matières dissoutes (g/m ³)
Suspension	Matières dissoutes	TOTAL		
Année 1986-1987				
(2833,9)	(3752,4)	(6586,3)	43,0	48,2
Année 1987-1988				
2866,9	4066,6	6933,5	41,3	51,2
Année 1988-1989				
3666,7	4464,7	8131,4	45,1	44,9

Il apparaît que :

- la concentration en matières dissoutes ne varie pas beaucoup d'une année à l'autre ;
- le poids des matières dissoutes est supérieur au poids des transports en suspension ;
- le rapport suspension/transports totaux est remarquablement constant. Ce rapport est plus fort que celui du Congo à Brazzaville (30 % environ). Ceci est dû au passage du climat tropical (Bangui) au climat équatorial où une part croissante de l'érosion chimique est liée à l'importance de la matière organique (OLIVRY *et al.*, 1989), dont la production est maximale au niveau de la grande forêt congolaise.

Chimie des matières dissoutes

En 1987, les premières analyses donnaient les résultats suivants (OLIVRY *et al.*, 1989) :

Composition chimique des eaux de l'Oubangui (en mg/l)

Si O ₂	10,15
Ca ++	2,25
Mg ++	0,98
Na +	1,17
K +	1,09
Cl -	0,87
HCO ₃ -	11,73
SO ₄ --	1,7
NO ₂ --	0,037
NO ₃ --	0,050
NH ₄ +	0,014

(valeur indicative sur 4 échantillons mensuels).

8.3. Le charriage de fond

L'érosion par charriage de fond est un phénomène bien difficile à chiffrer. Jusqu'à présent aucune méthodologie pratique n'a été mise en œuvre, sauf sur des parcelles de quelques hectares (fosses à sédiments) (CALLÈDE, 1974, ROCHE, 1963).

Il est, en effet, pratiquement impossible de mesurer la vitesse des particules qui se déplacent sur le fond. Une méthode, utilisant des traceurs radioactifs, semblait prometteuse et a d'ailleurs été utilisée : elle est lourde et nécessite un appareillage important.

Aussi, dans la grande majorité des cas, on utilise des formules empiriques ... mises au point pour des cours d'eau d'Europe ou d'Amérique du Nord.

Quelques études ont cependant été effectuées :

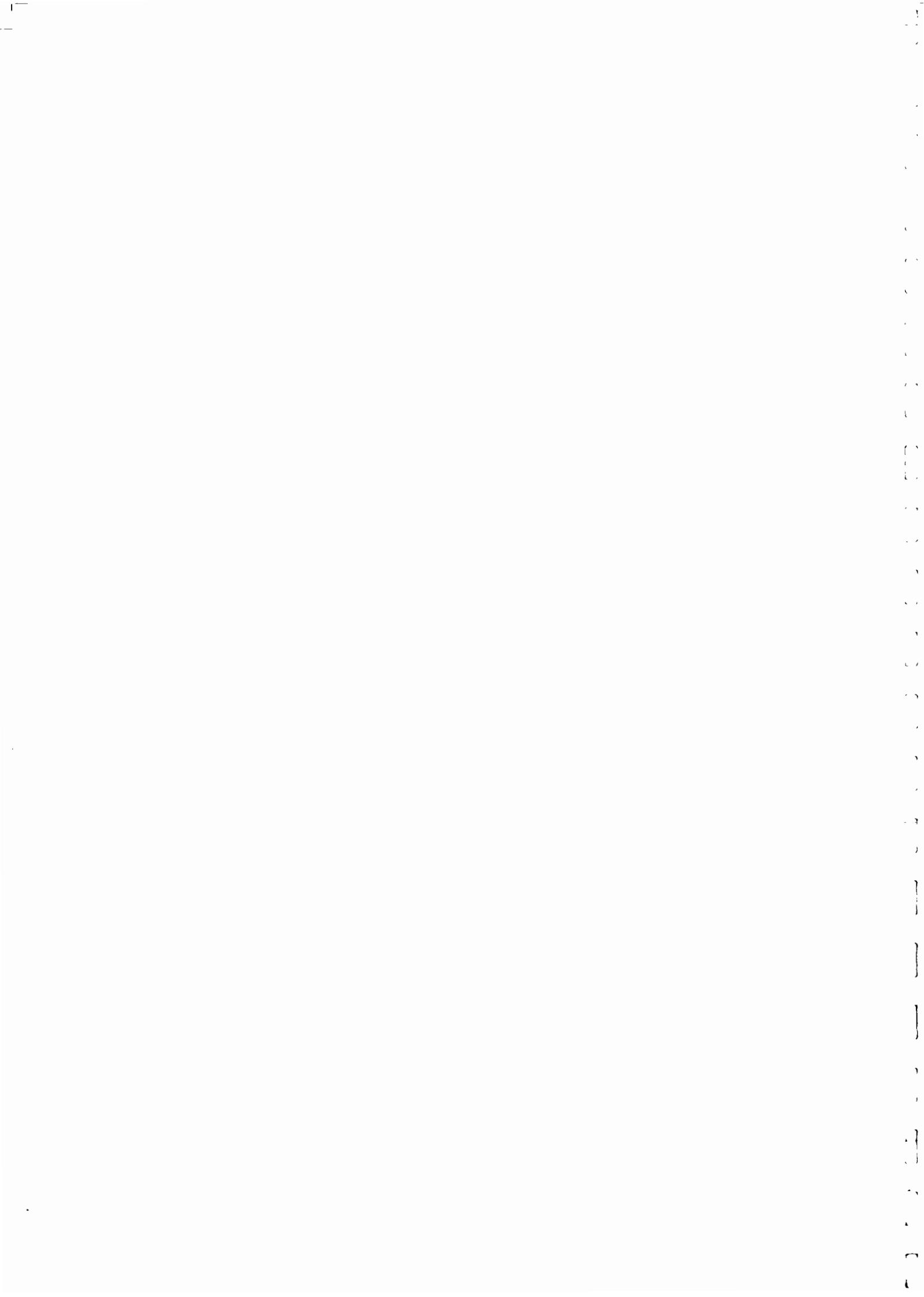
- la première date de 1951. Elle est de J. YAYER (1951) et concerne le déplacement des bancs de sable qui encombrant le Bas Oubangui et qui sont une gêne réelle pour la navigation. Rappelons, à cet effet, que les Voies navigables doivent refaire le balisage du Fleuve deux fois par an. J. Yayer s'est préoccupé essentiellement des problèmes de formation, de creusement et d'autodragage de ces bancs. La seule indication utile qui pourrait nous concerner est que "leur vitesse moyenne est variable suivant les lieux ; elle est en général de l'ordre de 200 m par an, mais exceptionnellement, elle peut être beaucoup plus grande, jusqu'à 2 000 m par an" ;
- "à l'écoulement lent des bancs se superposent souvent des modifications saisonnières qui entraînent des changements rapides mais temporaires des fonds. Au cours d'un levé nous avons par exemple constaté que le front aval d'un banc de sable se déplaçait de 7 mètres par jour ; pourtant au bout d'un an son déplacement total ne fut que de 250 m" ;
- la suivante est l'œuvre du Laboratoire national d'hydraulique d'Électricité de France à Chatou. Elle concernait une étude d'amélioration de la navigabilité de l'Oubangui en aval d'Impfondo, au droit de l'île de Boburu (ANONYME, 1966). Là des traceurs radioactifs ont été immergés en 1964, associés à des relevés bathymétriques. Malheureusement nous ne disposons que d'un rapport traitant essentiellement de l'aménagement de la passe navigable et les auteurs de ce projet, MM. Ramette et Remilleux, ne sont plus en activité
- enfin une dernière étude, toujours effectuée par le Laboratoire de Chatou, visait l'amélioration du cours inférieur de la Lobaye et de son confluent avec l'Oubangui (ANONYME, 1969). Un modèle réduit, de 25 m de long, a été construit à Chatou. Le sable a été simulé par des billes de styvarène sans qu'à notre connaissance aucune mesure de vitesse de déplacement sur le fond n'ait été effectuée. La seule indication utile est que "les bancs se déplacent d'environ 100 m par an". Cette étude date de 1969.

Il paraît bien difficile de chiffrer le charriage de fond



Les aménagements fluviaux et hydro-électriques

Chapitre 9



Depuis le début du XX^{ème} siècle, le bassin oubanguien a subi bon nombre de transformations destinées soit à améliorer les conditions de la navigation intérieure, soit à produire de l'énergie électrique.

Ce chapitre n'a pu être rédigé que grâce à l'obligeance du Gouvernement centrafricain, en l'occurrence le Ministère de l'Énergie, des Mines, de la Géologie et de l'Hydraulique (Monsieur Albert Yomba-Eyamo) et à celle du Bureau d'Études Coyne et Bellier, à Paris, avec lequel les hydrologues de l'Orstom ont toujours largement collaboré. Nous les en remercions bien vivement.

9.1. Les aménagements sur l'Oubangui

9.1.1. Le seuil de Mobaye

■ 9.1.1.1. L'écluse

Jusque vers les années 1950, le seuil de Mobaye était difficile à franchir à la remontée vers Kouango. Aussi, en mai 1952, la Direction des Travaux publics de l'Oubangui-Chari demandait, par sa lettre n° 211 à J. Aimé de poursuivre les travaux de M. Roche et qui consistaient à étudier la possibilité de construire une écluse au droit de ce seuil. À cette époque, seul le bateau Poumeyrac avait un moteur suffisamment puissant pour affronter des vitesses de courant de l'ordre de 17 à 20 km/h et franchir le seuil. Ces conclusions sont celles de J. Tixier, qui les a développées dans une note interne à l'Orstom en date du 2 novembre 1954 : "la vitesse maxima à la cote 4,37 avait été estimée à 17 km, laissant prévoir par extrapolation des vitesses supérieures à 20 km/h pour des cotes de 6 ou 7 m".

G. Chalandon estime, pour sa part, ces vitesses trop élevées. C'est J. Tixier qui réalisa l'avant projet (figures 9-1 et 9-2) en 1953 et 1954. Le sas de l'écluse était prévu avec une longueur de 56 m, une largeur de 10 m et un tirant d'eau de 2 m.

Depuis 1954 la puissance des moteurs des bateaux a augmenté et le franchissement du seuil ne posait plus de difficulté Aussi le projet fut-il abandonné.

■ 9.1.1.2. Le barrage

Dans les années 1970, le Zaïre a voulu submerger le seuil de Mobaye par un barrage destiné à fournir de l'électricité aux villes de Gbadolite et de Mobayi (ex-Banzyville).

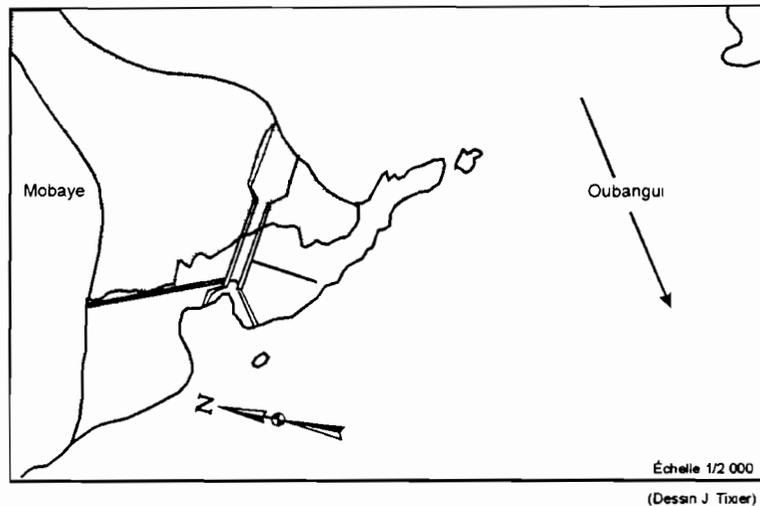


Figure 9-1
Écluse de Mobaye (Plan de situation)

L'étude de ce barrage est l'œuvre de Tractionel Électrobel Engineering (TEE) à Bruxelles, assisté de l'Institut de Génie Civil de l'Université de Liège et du célèbre Bureau d'Études Coyne et Bellier à Paris.

Les travaux ont commencé en juin 1986. Le lit de l'Oubangui a été coupé le 18 mars 1989 et le barrage mis en eau le 23 mars de la même année. Son inauguration officielle date du 24 novembre 1989.

La centrale électrique comportera, en phase finale, 8 groupes de 3 400 KwA chacun (3 seulement installés en première phase). La longueur du barrage, en béton, est de 340 m et sa hauteur mesure 32 m. L'altitude du sommet du barrage serait, d'après G. Chalandon, à 384,6 m.

La retenue est d'environ 120 à 150 millions de m³, tandis que sa superficie est de 1 000 ha.

Il n'y a pas d'écluse : la navigation en amont de Mobaye est maintenant impossible depuis Bangui.

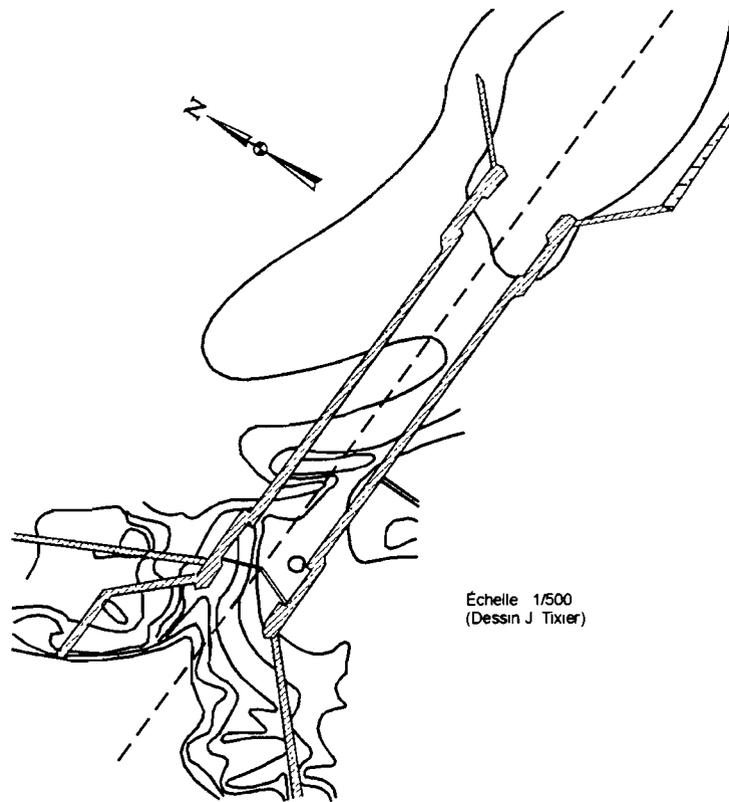


Figure 9-2
 Écluse de Mobaye

9.1.2. Le projet de Palambo

En même temps que le site de Mobaye, le PNUD, par son projet RAF/82/054 1986, étudiait la possibilité d'aménager les rapides de Palambo (à une soixantaine de kilomètres en amont de Bangui) pour suppléer à la centrale hydro-électrique de Boali et alimenter Bangui en énergie électrique, ce qui apparaît nécessaire avant la fin de la décennie. De plus, ce barrage permettrait de régulariser les débits d'étiage en aval de Bangui, ce qui facilitera la navigation fluviale.

Le projet final a reçu le n° PNUD 5604-16-17.045, avec financement FED pour le compte du Centrafrique.

La retenue serait de 2 370 millions de m³. Des plans inclinés, équipés de treuils, permettraient le franchissement du barrage aux pirogues de moins de 10 tonnes.

La centrale électrique sera capable de fournir 30 MW (4 groupes bulbe de 7,5 MW chaque).

Les études pour ce projet sont l'œuvre des Voies navigables centrafricaines (A.C.C.F.), assistées par la Sogreah à Grenoble.

9.1.3. Le seuil de Zinga

Le seuil de Zinga est le principal obstacle à la navigation sur le parcours fluvial Brazzaville-Bangui. Dans sa note de 1951, J. YAYER (1951) indique que "depuis 40 ans l'aménagement du seuil de Zinga est l'objectif numéro un des ingénieurs qui se sont occupés de l'Oubangui".

Un premier projet émane de la mission Roussilhe, en 1912. Mais avec la Première Guerre mondiale le projet fut ajourné. Après 1918, un chemin de fer à voie étroite (toujours préconisé par H. Roussilhe) assurait le transit des marchandises de part et d'autre du seuil, avec plus ou moins de bonheur.

Depuis H. Roussilhe, de nombreux projets ont été établis, dont l'un (ingénieur Pétrrocokino) prévoyait aussi une écluse.

Finalement les opérations de déroctage ont commencé en 1949 (J. Aimé et W. Mergemier, sous la direction de R. Girard, Ingénieur en chef des Ponts et Chaussées), sur un projet très voisin du projet Roussilhe. En 1951, le tirant d'eau au droit du seuil avait déjà augmenté de 30 cm.

Ces travaux ont été suivis jusqu'en 1956 par J. Aimé. Les cubages enlevés ont été de 2 500 m³ en 1949, 2 500 m³ en 1950, 3 800 m³ en 1951, 3 500 m³ en 1952 (AIMÉ J., 1953), 2 300 m³ en 1953 et 3 500 m³ en 1954 (AIMÉ J., 1954). Le cubage total à extraire en fin de travaux a été estimé à 26 100 m³, soit 8 000 m³ restant encore à enlever en 1955 et durant les années suivantes. La largeur du chenal navigable, en 1951, atteignait 80 m. 7 épis en enrochements ont été construits de 1949 à 1953, des deux côtés du chenal, dans le but de maintenir le courant parallèle à l'axe de la passe et à supprimer les apports en sable.

D'autres travaux de déroctage ont été effectués dès 1930 (chenal de l'Île Marie, canal de la Lessé, etc.) (YAYER, 1951).

Pour ces dernières années, G. Chalandon nous fait part de précisions très intéressantes sur le seuil de Zinga.

“Depuis l’abaissement du plan d’eau à Bangui et Zinga, de 1978 à 1987, la navigation ne peut s’effectuer, avec un tirant d’eau de 0,90 m, qu’avec un débit de 960 à 1 000 m³/s à Bangui (dans les années 1967-70, un débit de 550 m³/s était suffisant en aval de Zinga). Actuellement, le seuil de Zinga n’est plus le principal obstacle, des roches se trouvent dans le chenal balisé en aval de Zinga à des cotes inférieures au seuil.

Il n’y a pas eu de travaux de dérochement dans le seuil depuis 1972 : l’aménagement du seuil du point de vue dérochement est terminé depuis 1962.

L’abaissement du plan d’eau à Bangui (et sur l’ensemble de l’Oubangui), à l’exception des seuils rocheux comme Zinga et Longo (en amont de Bangui) est probablement le fait d’un manque d’apport de sable, l’érosion étant plus faible depuis 1971.

Si un dérochement important dans le seuil avait été effectué, ce n’est pas le plan d’eau à Zinga qui se serait abaissé mais la partie amont du seuil, ce qui n’est pas le cas.

À la décrue, le plan d’eau de Zinga s’est abaissé de 15 à 20 cm depuis 1972 par rapport à Bangui, du fait de l’avance à la décrue de la Lobaye par rapport à l’Oubangui”.

9.1.4. Le confluent Oubangui-Lobaye

En 1965, l’Agence transéquatoriale des communications (ATEC) —c’est-à-dire les Voies navigables— confiait au Laboratoire national d’hydraulique de Chatou (Électricité de France) l’étude de l’amélioration de la navigation fluviale au droit du confluent Oubangui-Lobaye (ANONYME, 1969).

Cette étude visait à réduire (ou éviter) l’important volume de dragages annuels et à entretenir un chenal de profondeur suffisante.

L’étude a été réalisée sur un modèle réduit construit à Chatou. Il représente un tronçon de la Lobaye long de 3 km en amont du confluent et un tronçon de l’Oubangui d’environ 4 km.

La superficie du modèle est de l’ordre de 300 m².

Le projet d’aménagement prévoyait une série de 28 panneaux de fond de 25 m de longueur et 5 épis en gabion ou en enrochement.

Ce projet, d’après G. Chalandon, a bien été effectué sur une longueur de 2,5 km dans la Lobaye en y installant 10 épis.

9.1.5. L'aménagement de Boboru

Ce projet d'aménagement visait l'amélioration de la navigation en aval d'Impfondo. Il a été réalisé, également, par le Laboratoire national d'hydraulique de Chatou (MM. Ramette et Rémilleux)(ANONYME, 1966), à partir de 1964.

L'Orstom a participé au projet avec 4 campagnes de mesure des débits (voir chapitre 3) avec MM. Chaperon, Chartier, Hiez et Ranc.

Un modèle réduit a également été construit. Sur le terrain, des relevés bathymétriques furent effectués, tandis que des traceurs radioactifs ont permis de connaître la vitesse de déplacement des bancs de sable.

Le projet préconise l'emploi des panneaux de fond. En janvier 1965, 7 panneaux ont été installés à titre expérimental tout comme les 13 qui ont été posés en décembre de la même année.

En 1966, il était constaté un autodragage sur un nouveau chenal navigable, malgré quelques problèmes avec des panneaux endommagés par le courant.

Finalement, les panneaux de fond ont été enlevés ces dernières années car ils n'ont pas apportés les améliorations souhaitées (d'après G. Chalandon).

9.1.6. Les opérations de dragage et de balisage

Les premiers essais de dragage ont commencé en avril 1937, avec une drague louée aux Belges. Ce travail faisait suite à un rapport de l'ingénieur Pérocokino, en date du 17 juillet 1935(YAYER, 1951). Pour J. Yayer "les dragages représentent pour le moment le seul moyen effectif, rapide et réalisable dans des conditions financières acceptables, pour l'amélioration des passages difficiles par fond de sable".

Le dragage du Bas Oubangui fut repris en janvier 1939 mais il cessa de 1940 à 1946. En 1949, un programme de dragage a été établi et les travaux ont commencé en 1952. "Depuis les années 1956-57, deux dragues fonctionnent sur l'Oubangui du mois de décembre au mois de mars" (G. Chalandon). Nous renvoyons à la publication de J. YAYER (1951) pour tout point de détail concernant tant l'efficacité des dragages que la description des bancs de sable du Bas Oubangui.

À ces travaux de dragage s'ajoute un important travail de balisage, qui doit être repris 2 fois par an. Le balisage est du type latéral : voyant cylindrique rouge côté Zaïre, voyant conique noir côté Centrafrique. Jusqu'en 1950, ce balisage était très sommaire et ce n'est qu'en 1951 que celui-ci a été complété avec des signaux bien visibles et rectifiés en temps voulu.

Notons ici que, jusque vers 1973, Monsieur M. Besnard, Chef de la subdivision du balisage, utilisait toujours son bon vieux bateau à aubes, l' "Ingénieur en Chef Roussilhe".

9.2. Les aménagements hydro-électriques de Boali

Le projet de la centrale hydro-électrique de Boali date de la fin de la Seconde Guerre mondiale. P. DARNAULT (1947) en parle dans son ouvrage "Régime de quelques cours d'eau d'Afrique équatoriale française" (1947) mais il y avait déjà installé une échelle limnimétrique en 1928. L'étude de l'avant-projet a été mise au point par Électricité de France (IGUFE) à partir de 1947. Le projet final a été réalisé par cette même Inspection générale d'Électricité de France.

En 1948, J. Aimé commençait la mesure systématique des hauteurs d'eau et le tarage de la station de Boali-Poste pour le compte de la mission Électricité de France.

Une première centrale (Boali I) a été construite dans les années 1950. Sa mise en fonctionnement date de 1954 et l'inauguration officielle date du 15 avril 1955. Elle sert à l'alimentation de Bangui (distante de 80 km) en énergie électrique.

Cette centrale est située en aval des chutes ; une digue déversante prélève l'eau de la Mbali en amont de celles-ci, qu'une conduite forcée amène à l'usine. Sa puissance est de 8,75 MW. En 1976, une seconde usine (Boali II), construite par les Yougoslaves, a permis d'obtenir une puissance totale de 18,85 MW, ceci à condition que le débit de la Mbali soit au moins égal à 20 m³/s, ce qui n'est généralement pas le cas en étiage : il faut alors suppléer la défaillance de Boali par la centrale thermique de Bangui, solution guère économique.

Aussi en novembre 1988 commencèrent les travaux de construction d'un barrage-régulateur situé en amont des chutes (Boali III). La fin des travaux a eu lieu en mars 1991 tandis qu'une première mise en eau avait été effectuée dès octobre 1990.

Le Maître d'œuvre est le Centrafrique, représenté par le Ministère de l'Énergie, des Mines, de la Géologie et de l'Hydraulique. Le maître de l'ouvrage délégué est l'Énerca (Énergie électrique du Centrafrique). C'est aussi le bureau d'études Coyne et Bellier qui est maître d'œuvre du barrage. Les travaux ont été effectués par la République populaire de Chine.

Le barrage consiste en un ouvrage en béton (barrage-poids) implanté dans le lit de la Mbali et en 2 digues de fermeture, en terre, de part et d'autre de cet ouvrage. 2 déversoirs de crues sont situés sur l'ouvrage en béton.

La hauteur de la retenue est de 24,5 m et son volume de 250 millions de m³. Outre un apport en énergie électrique supplémentaire (2 groupes basse pression sont prévus), ce barrage régularisera les étiages et permettra à Boali I et II de fonctionner à plein régime toute l'année.

9.3. L'aménagement de la Lobaye

L'unique aménagement connu à ce jour a consisté au déroctage du seuil Tavares à Batalimo. Les travaux ont été effectués par les Voies navigables (Monsieur Mutschler) vers 1962 : ils se sont traduits par un détarage de la station hydrométrique de Mbata, située en amont de Batalimo.

CONCLUSIONS SUR LA MONOGRAPHIE DE L'OUBANGUI



Les principales conclusions, concernant la monographie de l'Oubangui, ont été dégagées par Monsieur J. Rodier dans sa préface : il paraît inutile de les rappeler ici, ce ne serait qu'encombrer un texte déjà volumineux de répétitions inutiles.

Néanmoins, il faut une fois de plus souligner que ce travail, outre les données hydrologiques concernant les diverses stations du réseau (débits annuels, crues, étiages) qui pourront être utilisées directement pour les futurs projets de développement du Centrafrique, a permis de dégager quelques points à l'usage des hydrologues :

Réseau hydrométrique

Il faut d'abord souligner le caractère exceptionnel de la station de Bangui, sur l'Oubangui. C'est une station magistralement bien observée par les Voies navigables depuis plus de 50 ans, sans variation du calage de son échelle et superbement étalonnée par 95 jaugeages qui ne laissent qu'une extrapolation minimale tant en basses qu'en hautes eaux.

Des mesures de qualité d'eau y sont réalisées depuis 1971.

Aussi pouvons-nous considérer cette station comme une des meilleures à l'échelle mondiale.

Cette station est excellente car nécessaire au bon fonctionnement de la navigation fluviale. De la même façon, avons-nous sur le réseau hydrométrique de l'Oubangui, des stations bien observées (mais parfois mal étalonnées, la navigation se préoccupant avant tout de la cote à l'échelle et non du débit) qui sont :

sur l'Oubangui :

- Kemba ;
- Limassa (actuellement avec une liaison par satellite) ;

sur la Lobaye :

- Mbata.

Seule la station de Mbata est bien étalonnée.

Il faut noter aussi la station hydrométrique de Boali, sur la Mbali, comme très bien observée : elle contrôle le fonctionnement de l'usine hydro-électrique assurant la fourniture de l'électricité à la ville de Bangui.

Par contre, pour le reste ..., ce n'est guère brillant et dans bien des cas, la station est bien étalonnée mais la qualité des observations conduit à éliminer bon nombre de mois ! Tout est fonction de la qualité de l'observateur. Vers 1968, la solution était de faire contrôler l'observateur par un bon Père de l'Église catholique auquel nous versions une indemnité "de cigarettes". Mais hélas, il n'y avait pas toujours de Mission catholique à côté de chaque échelle !

C'est dire que pour la plupart de ces stations, mieux vaut de s'en tenir aux moyennes mensuelles ... sinon annuelles.

À ces stations de qualité "à contrôler", les crues sont généralement bien observées. L'observateur est, en effet, très sensible aux niveaux élevés, qui occasionnent des écoulements spectaculaires. Mais les étiages sont mal observés, par effet contraire.

Reconstitution des débits de l'Uele

25 modules annuels ont été reconstitués sur cette rivière sur laquelle aucune station hydrométrique n'existe (mis à part quelques relevés fractionnaires sur son bassin supérieur) et dont la superficie du bassin versant est équivalente à celle du Mbomou. Cette reconstitution ne plait guère à J. Callède qui n'aime guère "l'hydrologie de salon" et qui aurait préféré une bonne station et un étalonnage en conséquence. Mais il fallait bien faire quelque chose

Autres points particuliers :

- mise en évidence de pertes (7 % environ) au travers des chutes de Boali,
- importance des débits de basses eaux de la Lobaye, du fait de la nature géologique du substrat de son bassin versant (grès de Carnot).

L'ensemble des débits de basses eaux et l'analyse statistique sur l'échantillon se terminant en 1975, conduisent à des valeurs bien supérieures à ce qui a été mesuré vers 1990. Ceci à cause de la sévérité d'une longue période de sécheresse sans que les auteurs de cet ouvrage aient eu connaissance des observations et des mesures de débits effectuées par les Voies navigables.

Il convient de s'en tenir aux résultats de l'analyse pour cette période où l'Orstom gérait le réseau, tout en sachant que ces valeurs sont plus élevées que ce qui a pu être mesuré en 1990. Il paraît souhaitable que, dans quelques années, le gestionnaire actuel du réseau hydrométrique centrafricain procède à une mise à jour de la Monographie en y incluant ses observations et ses jaugeages réalisés depuis 1976.

Nous noterons, également, pour la période s'achevant en 1975, une certaine régularité des débits (annuels, crues et étiages) d'une année à l'autre, à condition que la superficie du bassin versant soit supérieure à une dizaine de milliers de kilomètres carrés.

Souhaitons que ce travail puisse rendre service au Centrafrique et à tous les hydrologues.

LOCALISATION DES NOMS GÉOGRAPHIQUES
 (à l'exception des principales rivières, des stations hydrométriques —voir chapitre 3—
 et des postes pluviométriques —voir chapitre 2—)

	Latitude nord	Longitude est	Altitude éventuelle
Abourassein (mont)	08°38'	024°14'	1 113 m
Aruwimi (rivière)	01°50'	025°33'	
Atta (ancien village)	04°29'	021°37'	
Ayebouahimi (mont)	07°12'	024°07'	
Baba (riv.)	05°05'	018°45'	
Bago	05°20'	021°31'	
Baïdou (riv.)	06°05'	021°05'	
Bakalé (riv.)	05°22'	025°22'	
Bali (riv.)	07°26'	021°19'	
Banga (riv.)	06°03'	022°10'	
Bembé (riv.)	04°40'	019°10'	
Bianga (ville)	04°50'	020°25'30"	535 m
Bili (riv.)	04°10'	023°40'	
Bobassa (vill.)	04°09'	018°36'	
Boburu (île)	01°27'	018°03'	
Bodingué (riv.)	03°42'	017°14'	
Bogoin (vill.)	05°11'	018°26'	
Bongo (escarpement)	08°40'	022°30'	
Bougoulou (riv.)	04°30'	022°10'	
Boukoko (Centre rech.)	03°55'	017°56'	
Carnot (ville)	04°56'	015°52'	
Côte des Singes	06°30'	021°45'	
Dangoura (mont)	06°12'	026°28'	910 m
Dar Chala (massif)	09°20'	023°40'	
Dialinga (série)	06°	023°	
Dji (riv.)	06°52'	023°04'	

LOCALISATION DES NOMS GÉOGRAPHIQUES (Suite)

	Latitude nord	Longitude est	Altitude éventuelle
Doséo (riv.)	09°30'	020°	
Douyou (riv.)	08°	024°46'	
Dungu (riv.)	03°40'	028°35'	
Ebola (riv.)	03°30'	021°45'	
Eléphant (rapides)	04°43'	018°58'	
Fouroumbala (anc.vill.)	04°40'	021°50'	
Gadzi (vill.)	04°47'	016°43'	
Gangu (riv.)	04°20'	023°40'	
Garamba (La) (riv.)	04°10'	029°45'	
Goubadja (massif)	05°57'	020°55'	cote 668
Grivai-Pamia (vill.)	07°03'	019°17'	
Gwane (riv.)	05°05'	025°28'	
Isiro (ex. Paulis) (cité)	02°50'	027°45'	
Ituri (riv.)	00°20'	029°45'	
Kalaga (faciès)	06°50'	022°10'	
Kassa (faciès)	04°14'	022°03'	
Kisangani (ville) (ex. Stanley ville)	00°32'	025°13'	
Kosho (riv.)	06°20'	023°59'	
Kota Koli (dorsale)	04°09'	021°39'	
Kwadja (riv.)	08°	023°37'	
Léré (ville)	09°38'	014°10'	
Libenge (ville)	03°40'	018°40'	
Libby (ou Libi) (riv.)	05°20'	018°56'	
Lihoua (ou Liwa) (riv.)	05°41'	020°55'	
Liki (riv.)	04°22'	018°55'	
Lindi (riv.)	01°	027°10'	
Lokoma (riv.)	01°37'	026°	
Lombo (plateau)	04°30'	019°40'	

LOCALISATION DES NOMS GÉOGRAPHIQUES (Suite)

	Latitude nord	Longitude est	Altitude éventuelle
Mbania	05°39'	022°52'	
Mbolen (riv.)	05°03'	018°	
Mbrès (Les) (ville)	06°51'	019°49'	
Méringué (mont)	07°01'	025°03'	
Mobayi (Banzville)(ville)	04°07'	021°11'	
Moissala (ville)	08°20'	017°46'	
Morkia (vill.)	05°40'	025°18'	
Mouka (ville)	07°17'	021°53'	
Mpatou (riv.)	05°51'	022°48'	
Mpoko (riv.)	04°50'	018°24'	
Nakando (riv.)	05°40'	022°50'	
Niagara (ville)	03°45'	027°50'	
Nzako (riv.)	05°42'	023°	
Nyong	03°30'	011°30'	
Salamat (riv.)	10°20'	019°45'	
Sarki (bassin versant)	06°55'	015°26'	
Satéma (rap.)	04°18'	021°41'	390 m
Tandja (riv.)	06°06'	022°54'	
Tilo (vill.)	06°18'	019°14'	
Voulou (riv.)	07°46'	023°35'	
Wakini (riv.)	04°33'	020°30'	
Yade (vill.)	06°55'	015°30'	
Yagi (riv.)	04°35'	018°45'	
Yakoma (ville)	04°06'	022°26'	
Yangambi (ville)	00°47'	024°26'	
Yangana (riv.)	04°33'	018°30'	
Zinga (vill. et rap.)	03°42'	018°35'	336 m
Zongo (cité)	04°20'	018°37'	



Bibliographie

AIMÉ (J.), 1949 -Rapport d'activité pour l'année 1948. Office de recherche scientifique coloniale, Brazzaville, 30 p.

AIMÉ (J.), 1950 -Rapport d'activité pour l'année 1949. Office de recherche scientifique coloniale, Brazzaville, 17 p., 16 tab.

AIMÉ (J.), 1953 - Le seuil de Zinga, in Bulletin de l'Institut d'études centrafricaines, Orstom, Paris, n° 5, pp. 69-76.

AIMÉ (J.), 1954 -Aménagement du seuil de Zinga- I. Travaux effectués durant la campagne 1954 - II. Étude des variations du plan d'eau de 1949 à 1954. Inst. d'études centrafricaines, Orstom, Paris, 13 p., 17 gr.

ANONYME., 1966 -Amélioration de la navigabilité de l'Oubangui en aval de Bangui. Laboratoire national d'hydraulique, Chatou, 12 p., 35 fig.

ANONYME., 1969 -Aménagement du cours inférieur de la Lobaye. Étude sur modèle. Rapport définitif. Laboratoire national d'hydraulique, Chatou, 21 p., 4 gr.

ANONYME., 1980 - Atlas de la République du Zaïre, collection "Atlas Jeune Afrique". Éditions Jeune Afrique, Paris, 71 p.

ANONYME., 1950-1958 - Bulletin climatologique annuel du Congo belge et du Ruanda-Urundi (un fasc. annuel). Institut national pour l'étude agronomique du Congo belge, Bruxelles.

ANONYME., 1956 - Aperçus sur la climatologie de l'A.E.F.. Monographies de la météorologie nationale, n° 1, Météorologie nationale, Paris, 21 p.

ANONYME., 1966 -Amélioration de la navigabilité de l'Oubangui en aval de Bangui. Laboratoire national d'hydraulique, Chatou, 12 p., 35 fig.

ANONYME., 1967 -Étalonnage de la Mbali à Boali-Usine (échelle 1) -Campagne 1966- Note préliminaire. Orstom, Bangui, 1 p., 4 tab, 1 fig.

ANONYME., 1968 - Extrait des annales des services météorologiques de la France d'outre-mer ; Territoires de l'Afrique équatoriale française et du Cameroun ; Année 1959. Direction de la Météorologie nationale, Paris, 184 p.

ANONYME., 1972 -Répertoire général des stations hydrométriques de la République centrafricaine. Orstom, Bangui, 204 p., 46 fig.

ANONYME., 1973 - La structure continue de l'équateur météorologique sur l'Afrique intertropicale. Bureau d'Études de la D.E.M, Asecna, Dakar, 60 p., 62 fig, 8 pl.

ANONYME., 1977 - Atlas de la République populaire du Congo, collection "Atlas Jeune Afrique". Éditions Jeune Afrique, Paris, 64 p.

ANONYME., 1984 - Atlas de la République centrafricaine, collection "Atlas Jeune Afrique". Éditions Jeune Afrique, Paris, 64 p.

AUBREVILLE (A.), 1950 - Flore forestière soudano-guinéenne. Soc. des édit. géographiques et coloniales, Paris, 523 p., 29 pl., 39 c.

BERNARD (E.A.), 1953 - L'évapotranspiration annuelle de la forêt équatoriale congolaise et l'influence de celle-ci sur la pluviosité. Inst. royal colonial belge, XXIV, n° 3, p. 1027-1032.

BERTHELOT (R.), 1959 - Étude hydrologique de la Mpoko au point de franchissement du chemin de fer Bangui-Tchad. Orstom, Paris, 11 p.

BILLON (B.), 1968 - Mise au point des mesures de débits solides en suspension (République du Tchad). Cahiers Orstom, série Hydrologie, Paris, vol. V, n° 2, pp. 3-13, 5 tab., 5 fig.

BOULVERT (Y.), 1987 - République Centrafricaine. Carte oro-hydrographique au 1/1000000. Orstom, Paris, 118 p. + 2 cartes.

BOULVERT (Y.), 1989 - Bangui, 1889-1989. Ministère de la coopération, Paris, 305 p.

BRUEL (G.), 1899 - Notes sur quelques observations météorologiques recueillies à Mobaye Oubangui (Congo français). Ann. de la Société météorologique de France, 1899, t.47, pp. 15-20.

BRUNET-MORET (Y.), 1979 - Homogénéisation des précipitations. Cah. Orstom, série Hydrologie, Orstom, Paris, vol. XVI, n° 3 et 4, 1979, p. 147-170.

BULTOT (F.), 1971-1977 - Atlas climatique du bassin congolais. Inst. national pour l'étude agronomique du Congo, hors série, Bruxelles, 4 tomes.

BULTOT (F.), DUPRIEZ (G.L.), 1974 - Estimation des valeurs journalières de l'évapotranspiration potentielle d'un bassin hydrographique. Journal of hydrology, vol. 21, n° 4, p. 321-338.

CALLÈDE (J.), 1969 - Note sur une averse d'intensité exceptionnelle observée à la station bioclimatologique de Bangui-Orstom. Orstom, Bangui.

CALLÈDE (J.), 1974 - Bassin versant représentatif de Sarki. Bilan de cinq années d'observation (1968 à 1972). Orstom, Paris, 120 p., 52 fig., tabl., annexes : 11 fig., 53 tabl.

CALLÈDE (J.), 1977 - Oscillations journalières du débit des rivières en l'absence de précipitations. Thèse de Docteur-Ingénieur, Univ. Pierre et Marie Curie, Paris, 141 p., 56 fig., 21 tab.

CALLÈDE (J.), 1981 - Hydrology-study of the Kongo area. United Nations Development Programme. Orstom, Paris, 59 p., 18 fig.

COCHONNEAU (G.) et al., 1989 - Hydrom. Logiciel de banque de données hydrométriques. Lab. d'hydrologie, Orstom, Montpellier - Manuel de l'utilisateur, 85 p., 87 an. - Manuel de l'opérateur, 82 p., 22 ann.

COYNE ET BELLIER (Bureau d'études), 1990 - Diverses notes et dessins techniques concernant le barrage de retenue sur la Mbali à Boali.

DARNAULT (P.), 1931 - Mission de prospection des forces hydrauliques de l'Afrique équatoriale française. Larose, Paris.

DARNAULT (P.), 1947 - Régime de quelques cours d'eau d'Afrique équatoriale et Étude de leur utilisation industrielle. Larose, Paris, 134 p., 62 fig., 12 pl.

DE BANGUI pendant la période 1963-1971. Cah. Orstom, série Hydrologie, vol. IX, n° 4, 1972, Orstom, Paris, p. 3-26, 11 fig, 20 tab.

DE BOISSON (J.), 1971 - Évaluation des besoins en eau des cultures de céréales et de fourrages ; estimation et mesure de l'évapotranspiration. Inst. technique des Céréales et des Fourrages, Paris, 44 p., 22 fig.

DE MARTONNE (E.), 1909 - Traité de géographie physique ; tome I le Climat. Armand Colin, Paris, 9° edit., 1957, 496 p.

DEVROEY (E.J.), 1948-1959 - Annuaire hydrologique du Congo belge et du Ruanda-Urundi. Académie royale des Sciences coloniales, Bruxelles (1 fasc. annuel).

DHONNEUR (G.), 1970 - Essai de synthèse sur les théories des lignes de grains en Afrique occidentale et centrale. Asecna, Direction de l'exploitation météorologique, Dakar, 56 p.

DHONNEUR (G.), s.d. - Traité de météorologie tropicale ; application au cas particulier de l'Afrique occidentale et centrale. La Météorologie, Direction de la Météorologie, Trappes, tome 1, 151 p.

DUBREUIL (P.) et al., 1975 - Le Bassin de la rivière Sanaga. Monographies hydrologiques, n° 3, Orstom, Paris, 350 p., 46 tab., 127 gr.

FEYMANS (G.), 1962 - Note sur la crue du fleuve Congo en 1961. Bull. de l'Acad. royale des Sci. Outre-Mer, Bruxelles, numéro du volume inconnu, pp. 293-297.

FRANQUIN (P.) R. DIZIAIN, J.P. COINTEPAS, Y. BOULVERT., 1988 - Agroclimatologie du Centrafrique. Orstom, Paris, 521 p., 40 fig.

GENÈVE (R.), 1957 - Météorologie tropicale. Météorologie nationale, Paris, 83 p., 53 fig.

GRISOLLET (H.), GUILMET (B.), ARLERY (R.), 1962 - Climatologie ; méthodes et pratiques. Monographie de la Météorologie, Gauthier-Villars, Paris, 394 p., 110 fig., 72 tab.

JACCON (G.), 1986 - Manuel d'hydrométrie ; tome V : tracé de la courbe de tarage et calcul des débits. Orstom, Paris, I.D.T n°70, 225 p., 107 fig., 10 ann.

JACOULET (J.P.M.), 1930 - Les chutes de la rivière Bali. Bull. Soc. rech. congolaises, n° 12, pp. 127-129.

KLEIN (J.C.), 1971 - Intensité extraordinaire de la précipitation du 26 novembre 1970 dans la région des Grands-Fonds de Guadeloupe. Cah. Orstom, série Hydrologie, Orstom, Paris, vol. VIII, n° 2, 1971, p. 39-50, 2 fig.

KOPPEN (W.), GEIGER (R.), 1936 - Das geographische System der Klimate. Handbuch der Klimotologie, Brüder Bornträger, Berlin, Bd1, teil C, 44 p.

LAUER (W.), FRANKENBERG (P.), s.d. - Hygrothermische Klimatypen von Afrika. Geographische Institute, Bonn, 1 c.

LEBEL (T.), BOYER (J.F.), 1989 - Dixloi : un ensemble de programmes Fortran 77 pour l'ajustement de lois statistiques et leur représentation graphique. Orstom, Laboratoire d'hydrologie, Montpellier, 55 p.

LEROUX (M.), 1972 - La dynamique des précipitations en Afrique occidentale. Thèse de doct. 3° cycle, Fac. des lettres et Sc. humaines, Dakar, 270 p., 111 fig.

LEROUX (M.), 1983 - Le climat de l'Afrique tropicale. Chamion-Zlatkine, Paris, vol. 1 , 633 p., vol. 2, 250 c.

MESTRAUD (J.L.) AVEC BESSOLES (B.), 1982 - Géologie et ressources minérales de la République centrafricaine. Etat des connaissances à la fin 1963. Mém. BRGM n° 60, Orléans, 186 p. avec carte au 1/1 500 000 de 1964.

MESTRAUD (J.L.), 1963 - Contribution à l'étude géologique et minière de la région de Bangassou (RCA). Archives DMG-RCA., 2 t., 114 p. multigr., 5 pl. et tabl.

MIAUTON (J.D.), 1980 - Bakouma. Genèse et géologie d'un gisement néoformé continental phosphato-uranifère. Thèse 3ème cycle, Nancy, 161 p. multigr.

MOEYERSONS (J.), 1975 - Les surfaces d'aplanissement et les cycles géographiques dans le nord du Zaïre. Ann. soc. géol. Belgique, t. 98, p. 439-448.

NICKLES (M.), 1952 - Carte géologique de l'Afrique équatoriale française et du Cameroun, en collab. avec V. Hourq. Publ. Dir. mines et géol. AEF et serv. Mines du Cameroun, 109 p., 3 feuilles géol. au 1/2 000 000.

NOUVELOT (J.F.), 1969 - Mesure et étude des transports solides en suspension au Cameroun. Cahiers Orstom, série Hydrologie, Paris, vol. VI, n° 4, pp. 43-85, 19 tab., 25 fig.

OLIVRY (J.C.), 1967 - Étude des basses eaux de la Mbali à Boali (République Centrafricaine) Orstom, Brazzaville, 36 p.

OLIVRY (J.C.) et al., 1988 - Transport de matière sur les grands fleuves des régions intertropicales : les premiers résultats des mesures de flux particuliers sur le bassin du fleuve Congo. In Proceedings of Porto Alegre Symposium (Sediment Budgets), IAHS Publ. n° 174, pp. 509-521, 5 fig.

OLIVRY (J.C.) et al., 1989 - Opération Grands Bassins Fluviaux. Premiers résultats (Années 1987 à 1989). INSU/Orstom, Montpellier, Note d'inform. n° 3., 124 p., annexes.

OLIVRY (J.C.), 1986 - Fleuves et rivières du Cameroun. Orstom, Paris, Monographie hydrologique n° 9, 722 p., 16 pl., 386 tab., 250 fig.

OLIVRY (J.C.), 1988a - Transports solides sur l'Oubangui. Orstom, Montpellier, 4èmes Journées hydrologiques. Physico-Chimie des Eaux Continentales, pp. 147-154.

OLIVRY (J.C.), 1988b - Opération Grands Bassins Fluviaux. Campagne Oubangui-Congo. Novembre 1988. Mesures et échantillonnage de Bangui à Brazzaville (1 200 km) en période de hautes eaux. INSU/Orstom, Montpellier, Note d'inform. n° 2, 49 p.

PIEYNS (S.), 1976 - Étude hydrologique du Mpatou à Bakouma ; rapport définitif. Orstom, Paris, 36 p., 22 fig., 23 tab., 14 ann.

PIEYNS (S.), GRÉARD (M.), 1975 - Études hydrologiques du Mpatou à Bakouma. Orstom, Bangui, 41 p., 22 fig., 19 tab., 10 ann.

PIEYNS (S.), GRÉARD (M.), 1975 - Résultats des essais de débits effectués à Bakouma en 1974-1975. Orstom, Bangui, 19 p.

PIN (C.) ET POIDEVIN (J.L.), 1987 - U-Pb Zircon evidence for a Pan-African granulite facies metamorphism in the Central African Republic. A new interpretation of the high-grade series of the northern border of the Congo craton. Precambrien research, Elsevier Sci. Publish, Amsterdam, 36, p. 303-312.

POIDEVIN (J.L.) ET PIN (C.), 1986 - 2 GA U-Pb Zircon dating of Mbi granodiorite (Central African Republic) and its bearing on the chronology of the proterozoic of Central Africa. Journal of African Earth Sciences, Londres, Vol. 5, n° 6, p. 581-587.

POIDEVIN (J.L.), 1976 - Les formations du précambrien supérieur de la région de Bangui (RCA). Bull. soc. géol. fr., Vol. 18, n° 4, p. 999-1003, 4 ill.

POIDEVIN (J.L.), 1979 - Echelle stratigraphique des formations précambriennes de Centrafrique. Xème colloque géol. afric., Montpellier, 25-27 avril 1979, p. 12.

POIDEVIN (J.L.), 1985 - Le protérozoïque supérieur de la République centrafricaine. Mus. roy. Afr. centrale, Tervuren. Ann. sci. géol., n° 91, 75 p.

POIDEVIN (J.L.), 1991 - Les ceintures de roches vertes de la République centrafricaine (Bandas, Boufoyo, Bogoin et Mbomou). Contribution à la connaissance du Précambrien du nord du craton du Congo. Thèse Doct. d'Etat. Clermont-Ferrand, 14 fév. 1991, 458 p. multigr.

POUIT (G.), 1959 - Carte géologique de reconnaissance au 1/500 000. Feuille Fort Crampel Ouest, avec Notice explicative. Publ. DMG-AEF, 29 p.

POUYAUD (B.), 1986 - Contribution à l'évaluation de l'évaporation de nappes d'eau libre en climat tropical sec ; exemples du lac de Bam et de la mare d'Oursi (Burkina-Faso), du lac Tchad et d'açudes du Nordeste brésilien. Études et thèses, Orstom, Paris, 247 p., 85 fig., 82 gr., 113 tab.

QUANTIN (P.), 1965 - Les sols de la République centrafricaine. Mémoire Orstom n° 16, 113 p. + 1 carte 1/5 000 000.

QUENEY (P.), 1974 - Éléments de météorologie. Masson, Paris, 300 p., 155 fig.

RICHARD (R.), 1934 - La trombe et le grain orageux du 27 mai 1932 à Bangui. Annales de Physique du Globe de la France d'outre-mer, août 1934.

RIOU (C.), 1975 - La détermination pratique de l'évaporation ; application à l'Afrique centrale. Mémoires Orstom, n° 80, Orstom, Paris, 228 p., 99 fig.

ROBYNS (W.), 1948 - Les territoires phytogéographiques du Congo belge et du Ruanda-Urundi. Inst. roy. col. belge, Bruxelles, 240 p.

ROCHE (M.), 1963 - Hydrologie de surface. Gauthier-Villard, Paris, 383 p., 204 fig., 57 tab., 2 annexes.

ROCHE (M.A.), 1973 - Traçage naturel salin et isotopique des eaux du système hydrologique du lac Tchad. Thèse de doctorat ès sciences, Univ. Pierre et Marie Curie, Paris, 398 p., 131 fig., 46 tab.

RODIER (J.), 1964 - Régimes hydrologiques de l'Afrique noire à l'ouest du Congo. Mémoires Orstom, n° 6, Orstom, Paris, 137 p.

ROUSSILHE (H.), 1913 - Mission hydrographique Congo Sanaga Oubangui. Larose, Paris, 2 vol., 464 p., 3 cartes.

RUHE (R.V.), 1954 - Erosion surfaces of Central African interior high plateaux. INEAC, Bruxelles, Série sci. n° 59, 38 p., 5 pl.

SCHWEINFURTH (G.), 1874 - Im Herzen von Afrika (1868-1871). Leipzig, 2 vol., 599 et 561 p. Traduction française de H. Loreau, 1879. Au coeur de l'Afrique (1868-1871), Paris, 2 vol., 508 et 435 p.

SILLANS (R.), 1958 - Les savanes de l'Afrique Centrale. Essai sur la physionomie, la structure et le dynamisme des formations végétales ligneuses des régions sèches de la République centrafricaine. Lechevalier Edit., Paris, 423 p. et ill.

THIÉBAUX (J.P.), 1987 - Opération Grands Bassins Fluviaux. Transports de matières sur l'Oubangui à Bangui. Premiers résultats (1986-1987). INSU/Orstom, Montpellier, 60 p.

TIXIER (J.), 1954 - Étude du seuil de Mobaye. Orstom, Bangui, 4 p. + plans.

TOUCHEBŒUF DE LUSSIGNY (P.), 1969 - Monographie hydrologique du lac Tchad. Orstom, Paris, 169 p., 69 fig., 32 tab., 2 annexes.

TRIPLET (J.P.), ROCHE (G.), 1971 - Météorologie générale. École nationale de la Météorologie, Paris, 317 p.

TSCHIRHART (G.), 1959 - Les perturbations atmosphériques intéressant l'A.E.F. méridionale. Monographies de la Météorologie nationale, n° 13, Paris, 32 p., 35 fig.

VIAUT (A.), 1964 - La météorologie du Navigant. Blondel la Rougery, Paris, 295 p., 134 fig

VOVODO (P.M.), 1983 - Synthèse des travaux de la convention Zaïre-BRGM, 1969-1980. Tome I : Géologie et Minéralisation de la région de l'Equateur. Dep. mines Zaïre, Kinshasa, 163 p. avec carte h.t au 1/500 000.

WACRENIER (PH.) ET WOLFF (J.P.), 1964 - Carte géologique de reconnaissance au 1/500 000. Feuille Bangui-Ouest. Publ. IRGM-BRGM.

WACRENIER (PH.), 1960 - Rapport de mission 1960 dans la coupure Bangui-Ouest. Archives DMG-RCA, 32 p. multigr., 8 pl. et cartes.

WHITE (F.), 1986 - La végétation de l'Afrique. Mémoire accompagnant la carte de végétation de l'Afrique (1981). Recherches sur les ressources naturelles. XXème Unesco/AETFAT/UNSO-Orstom-Unesco, Paris, 384 p.

WOLFF (J.P.), 1960 - Rapport de fin de mission, coupure Yalinga-Est. Géologie. Archives DMG-RCA, 65 p. multigr., 8 pl.

WOLFF (J.P.), 1963 - Carte géologique de reconnaissance au 1/500 000. Feuille Yalinga-Est, avec notice explicative. Publ. BRGM, 38 p.

YAYER (J.), 1951 - Études hydrographiques. Rapport 1951, 108 p., 37 fig. + annexes.

Table des matières

AVERTISSEMENT	3
PRÉFACE	5
AVANT-PROPOS	11
SOMMAIRE	13
CHAPITRE PREMIER : FACTEURS GÉOGRAPHIQUES CONDITIONNELS DU RÉGIME	15
1.1. Situation et cartographie	17
1.2. Forme, surface, relief	19
1.3. Réseau hydrographique	22
1.3.1. L'Oubangui supérieur	24
1.3.1.1. Le Mbomou et ses affluents	24
1.3.1.2. L'Uele	28
1.3.2. Le Moyen Oubangui	29
1.3.2.1. L'Oubangui proprement dit	29
1.3.3. Les affluents du Moyen Oubangui	30
1.3.3.1. La Kotto	30
1.3.3.2. La Bangui-Kété	37
1.3.3.3. La Ouaka	37
1.3.3.4. La Kémo	37
1.3.3.5. L'Ombella	38
1.3.3.6. La Mpoko	38
1.3.3.6.1. <i>La Pama</i>	38
1.3.3.6.2. <i>La Mbi</i>	39
1.3.3.6.3. <i>La Mballi</i>	40
1.3.3.7. La Lobaye	40
1.3.4. Le Bas Oubangui	41
1.4. Géologie du bassin de l'Oubangui-Uele	42
1.4.1. Introduction : Historique — Généralités	42
1.4.2. Géologie de la partie centrafricaine du bassin Oubanguien	43
1.4.2.1. Formations de couverture	43

1.4.2.2. Socle précambrien. Groupe supérieur	43
1.4.2.2.1. Série de Bangui-Mbaiki	43
1.4.2.2.2. Série de la Ouakini	44
1.4.2.2.3. Séries de Fouroumbala, de la Banga, de la Tandja, de la Kosho et du Moyen-Chinko	44
1.4.2.3. Socle précambrien. Complexe de base : faciès cristallophyllien	45
1.4.2.3.1. Séricito-schistes et chlorito-schistes	45
1.4.2.3.2. Quartzites	45
1.4.2.3.3. Micaschistes	46
1.4.2.3.4. Gneiss	46
1.4.2.3.5. Migmatites	46
1.4.2.3.6. Amphibolites et amphibolo-pyroxénites	47
1.4.2.3.7. Charnockites	47
1.4.2.4. Socle de base : faciès cristallins	48
1.4.3. Géologie de la partie zaïroise du bassin oubanguien	49
1.4.3.1. Terrains phanérozoïques	49
1.4.3.2. Terrains précambriens	49
1.4.3.2.1. Lindien - Ubangien	49
1.4.3.2.2. Liki-Bembien	51
1.4.3.2.3. Complexe métamorphique de l'Ubangi	52
1.4.3.2.4. Ganguen	52
1.4.3.2.5. Système de la Bolome	53
1.4.3.2.6. Kibalien	53
1.4.3.2.7. Complexe gneissique de la Garamba	53
1.4.3.2.8. « Complexe amphibolitique et gneissique du Bomu »	54
1.4.4. Progrès et problèmes actuels de la géologie du bassin Oubanguien	54
1.4.4.1. Datations absolues	54
1.4.4.2. Remise en questions de la stratigraphie oubanguienne	55
1.4.4.3. Précisions sur les formations de couverture	55
1.4.4.4. Crypto-Karsts	56
1.5. Géomorphologie du bassin de l'Oubangui	57
1.5.1. Généralités	57
1.5.2. Aplanissements de l'Ubangi-Uele	57
1.5.3. Aplanissements centrafricains	59
1.5.4. Schéma d'évolution géomorphologique	60
1.6. Les sols du bassin de l'Oubangui-Uele	61
1.6.1. Processus de formation des sols	61
1.6.1.1. La ferralitisation	62

1.6.1.2. L'induration	62
1.6.1.3. L'accumulation de matière organique	62
1.6.1.4. Le lessivage	63
1.6.1.5. L'hydromorphie	63
1.6.2. Esquisse de classification des sols	63
1.6.2.1. Au Congo belge, C. Sys (1960)	63
1.6.2.2. Au Centrafrique	64
1.6.2.3. Au Congo	65
1.6.2.4. Cartes de synthèse	65
1.7. La végétation du bassin de l'Oubangui	67
1.7.1. Facteurs affectant la végétation	68
1.7.2. Données de délimitation phytogéographique	68
1.7.3. Forêt guinéo-congolaise ombrophile	69
1.7.4. Forêt semi-caducifoliée de bordure	69
1.7.5. Forêt ombrophile guinéo-congolaise à une seule espèce dominante	70
1.7.6. Forêts inondables et marécageuses	70
1.7.7. Savanes périforestières	71
1.7.8. Domaine soudano-guinéen de transition	71
1.7.9. Domaine soudanien	73
CHAPITRE DEUX : LA CLIMATOLOGIE DU BASSIN OUBANGUIEN	75
2.1. Les facteurs généraux du climat. La circulation des masses d'air	77
2.1.1. Le front intertropical (FIT)	77
2.1.2. Variations saisonnières du FIT (Leroux M., 1983) (figures 2.1, 2.2 et 2.3)	78
2.1.3. La trace au sol du FIT	81
2.1.4. Types de temps liés à la position du FIT	82
2.1.5. La confluence interocéanique (CIO)	84
2.2. Le vent	84
2.2.1. Direction d'où vient le vent	85
2.2.2. Force du vent	88
2.3 La température de l'air	89
2.4. La psychrométrie	92
2.5. Le rayonnement solaire	107

2.6. L'évaporation	109
2.7. La pression atmosphérique	112
2.8. La pluviométrie	115
2.8.1. Divers aspects des précipitations	115
2.8.1.1. Orages convectifs isolés	115
2.8.1.2. Lignes de grains	116
2.8.1.3. Pluies de mousson	117
2.8.2. Les postes pluviométriques	117
2.8.3. Pluviométrie annuelle	118
2.8.4. Pluviométrie mensuelle	128
2.8.5. Pluviométrie journalière	128
2.8.6. Intensité des précipitations	136
2.8.7. Écarts dans la mesure de la pluie	138
2.9. Le climat du bassin oubanguien	141
2.9.1. La classification de W. Köppen (Köppen W., et Geiger R., 1936)	141
2.9.2. La classification d'A. Aubreville (Aubreville A., 1950)	143
2.9.3. La classification hydrologique de J. Rodier	143
2.9.4. La classification des atlas Jeune Afrique (Anonyme., 1977, 1980, 1984)	146
2.9.5. Types de climats hygrométriques d'Afrique (W. Lauer et P. Frankenberg)	146
2.9.6. Régions climatiques du bassin de l'Oubangui selon M. Leroux (1983)	146
CHAPITRE TROIS : ÉQUIPEMENT ET MESURES HYDROMÉTRIQUES	151
1. GÉNÉRALITÉS	153
1.1. Aspect géographique	153
1.2. Étalonnage. Fichiers hydrométriques	158
1.3. Présentation et critique des relevés de hauteur d'eau	158
1.4. Période d'observation	159
2. L'INFORMATION	159
3. L'OUBANGUI À BANGUI (BOULVERT Y., 1989)	160
3.1. Aspect géographique	160

3.2. Historique (Yayer J., 1951)	161
3.3. Relevés de hauteur d'eau. Qualité des observations	162
3.4. Jaugeages et étalonnages	165
	171
CHAPITRE QUATRE : DONNÉES DE BASE	175
4.1. L'Oubangui Supérieur	179
4.1.1. Le Mbomou à Zémio	179
4.1.2. Le Mbomou à Bangassou	184
4.1.3. Le Mbokou à Obo	186
4.1.4. La Kéré à Kéré	189
4.1.5. La Ouara à Dembia	189
4.1.6. Le Chinko à Rafai	194
4.1.7. Le Mbari à Loungouba	197
4.2. Le Moyen Oubangui	201
4.2.1. L'Oubangui à Mobaye	201
4.2.2. L'Oubangui à Bangui	207
4.2.3. L'Oubangui à Zinga	215
4.3. Les affluents de l'Oubangui	217
4.3.1. La Kotto à Bria	217
4.3.2. La Kotto à Kembé	223
4.3.3. La Pipi à Ouadda	229
4.3.4. La Bangui-Kété à Alindao	229
4.3.5. La Ouaka à Bambari	237
4.3.6. La Tomi à Sibut	237
4.3.7. L'Ombella à Bossélé (Pont-Route du Km 105)	237
4.3.8. La Mpoko à Bossélé-Bali	250
4.3.9. La Mpoko à Bangui (Bimbo)	254
4.3.10. La Lessé à Bombé	257
4.3.11. La Mbali à Boali	261
4.3.11.1. Station de Boali-Poste	261
4.3.11.2. Station de Boali-ICOT	264

4.3.11.3. Essai de synthèse entre les deux stations	264
4.3.11.4. Déficits d'écoulement	268
4.3.12. La Lobaye à Zaoro-Yanga	270
4.3.13. La Lobaye à Kédingué-Yawa	272
4.3.14. La Lobaye à Safa (Terres rouges)	272
4.3.15. La Lobaye à Mbata	278
4.4. Tentative de reconstitution des données de base de l'Uele	284
4.4.1. Principe de base	284
4.4.2. Estimation des apports	285
4.4.3. Bilan hydrologique de l'Oubangui à Mobaye	286
4.4.4. Les débits du Mbomou et de l'Uele au confluent de ces rivières	288
4.4.5. Reconstitution des modules de l'Uele	289
CHAPITRE CINQ : ÉTUDE DES DÉBITS ANNUELS	293
5.1. L'Oubangui Supérieur	297
5.1.1. Le Mbomou à Zémio	297
5.1.2. Le Mbomou à Bangassou	297
5.1.3. Le Mbokou à Obo	298
5.1.4. La Kéré à Kéré	298
5.1.5. La Ouara à Dembia	298
5.1.6. Le Chinko à Rafaï	299
5.1.7. Le Mbari à Loungouba	300
5.1.8. L'Uele à son confluent avec le Mbomou	300
5.2. Le Moyen Oubangui	301
5.2.1. L'Oubangui à Mobaye	301
5.2.2. L'Oubangui à Bangui	302
5.2.3. L'Oubangui à Zinga	304
5.3. Les affluents de l'Oubangui	304
5.3.1. La Kotto à Bria	304
5.3.2. La Kotto à Kembé	304
5.3.3. La Pipi à Ouadda	305
5.3.4. La Bangui-Kété à Alindao	306

5.3.5. La Ouaka à Bambari	307
5.3.6. La Tomi à Sibut	307
5.3.7. L'Ombella à Bossélé (Pont-route du Km 105)	308
5.3.8. La Mpoko à Bossélé-Bali	308
5.3.9. La Mpoko à Bangui (Bimbo)	308
5.3.10. La Lessé à Bombé	309
5.3.11. La Mbali à Boali (I.C.O.T.)	309
5.3.12. La Lobaye à Zaoro-Yanga	310
5.3.13. La Lobaye à Kédingué-Yawa.	310
5.3.14. La Lobaye à Safa (Terres rouges)	311
5.3.15. La Lobaye à Mbata	311
5.4. Variation du module spécifique en fonction de la taille du bassin versant	312
5.5. Irrégularités interannuelles d'une station à l'autre	313
5.6. Variation temporelle des modules	315
CHAPITRE SIX : ÉTUDE DES CRUES	319
6.1. Date d'apparition du maximum annuel	321
6.2. Résultats des analyses statistiques sur les crues maximales annuelles	323
6.2.1. L'Oubangui Supérieur	323
6.2.1.1. Le Mbomou à Zémio	323
6.2.1.2. Le Mbomou à Bangassou	325
6.2.1.3. Le Mbokou à Obo	326
6.2.1.4. La Kéré à Keré	326
6.2.1.5. La Ouara à Dembia	327
6.2.1.6. Le Chinko à Rafaï	327
6.2.1.7. Le Mbari à Loungouba	329
6.2.2. Le Moyen Oubangui	330
6.2.2.1. L'Oubangui à Mobaye	330
6.2.2.2. L'Oubangui à Bangui	332
6.2.2.3. L'Oubangui à Zinga	334
6.2.3. Les affluents de l'Oubangui	335
6.2.3.1. La Kotto à Bria	335
6.2.3.2. La Kotto à Kembé	336

6.2.3.3. La Pipi à Ouadda	336
6.2.3.4. La Bangui-Kété à Alindao	337
6.2.3.5. La Ouaka à Bambari	338
6.2.3.6. La Tomi à Sibut	338
6.2.3.7. L'Ombella à Bossélé (Pont-route du Km 105)	339
6.2.3.8. La Mpoko à Bossélé-Bali	340
6.2.3.9. La Mpoko à Bangui (Bimbo)	341
6.2.3.10. La Lessé à Bombé	342
6.2.3.11. La Mbali à Boali	342
6.2.3.12. La Lobaye à Kédingué-Yawa	344
6.2.3.13. La Lobaye à Safa (Terres rouges)	345
6.2.3.14. La Lobaye à Mbata	346
6.2.4. Commentaires sur la fréquence d'utilisation des lois statistiques	347
6.3. Variabilité des débits de crue décennale en fonction de la taille des bassins versants	349
6.4. Variation interannuelle du débit de la crue maximale	350
6.5. Les plus fortes crues observées sur l'Oubangui à Bangui	354
6.5.1. La crue de 1961	354
6.5.2. La crue de 1964	354
6.5.3. La crue de 1969	354
CHAPITRE SEPT : ÉTUDE DES BASSES EAUX	355
7.1. Date d'apparition des étiages	358
7.2. Étude statistique des basses eaux	358
7.2.1. L'Oubangui Supérieur	358
7.2.1.1. Le Mbomou à Zémio	358
7.2.1.2. Le Mbomou à Bangassou	359
7.2.1.3. Le Mbokou à Obo	360
7.2.1.4. La Kéré à Keré	360
7.2.1.5. La Ouara à Dembia	361
7.2.1.6. Le Chinko à Rafai	361
7.2.1.7. Le Mbari à Loungouba	362
7.2.2. Le Moyen Oubangui	363
7.2.2.1. L'Oubangui à Mobaye	363
7.2.2.2. L'Oubangui à Bangui	363

7.2.2.3. L'Oubangui à Zinga	366
7.2.3. Les affluents de l'Oubangui	367
7.2.3.1. La Kotto à Bria	367
7.2.3.2. La Kotto à Kembé	368
7.2.3.3. La Pipi à Ouadda	369
7.2.3.4. La Bangui-Kété à Alindao	369
7.2.3.5. La Ouaka à Bambari	370
7.2.3.6. La Tomi à Sibut	370
7.2.3.7. L'Ombella à Bossélé (Pont-route du Km 105)	372
7.2.3.8. La Mpoko à Bossélé-Bali	372
7.2.3.9. La Mpoko à Bangui (Bimbo)	373
7.2.3.10. La Lessé à Bombé	373
7.2.3.11. La Mbali à Boali	374
7.2.3.12. La Lobaye à Zaoro-Yanga	376
7.2.3.13. La Lobaye à Kédingué-Yawa	376
7.2.3.14. La Lobaye à Safa (Terres rouges)	377
7.2.3.15. La Lobaye à Mbata	377
7.2.4. Commentaires sur la fréquence d'utilisation des lois statistiques	379
7.3. Variabilité du débit d'étiage médian en fonction de la taille des bassins versants	381
7.4. Variabilité du débit d'étiage décennal en fonction de la taille des bassins versants	381
7.5. Variation interannuelle des débits d'étiage	383
7.6. Variation du coefficient de tarissement	387
7.7. Variation des étiages, d'une année à l'autre, à Bangui, Boali et Mbata	388
7.7.1. L'Oubangui à Bangui	388
7.7.2. La Mbali à Boali	389
7.7.3. La Lobaye à Mbata	390
7.7.4. Conclusion sur la variation interannuelle des étiages	391
CHAPITRE HUIT : TRANSPORTS SOLIDES ET MATIÈRES DISSOUTES	393
8.1. Les transports en suspension	395
8.1.1. Les campagnes 1971-1975	395
8.1.2. Les campagnes réalisées depuis 1986	397
8.1.3. Résultats des campagnes de mesure des transports en suspension	397

8.1.3.1. Variation de la concentration au cours de l'année hydrologique (campagnes 1971-1974)	398
8.1.3.2. Bilans mensuels et annuels	398
8.1.4. Granulométrie des transports en suspension	403
8.2. Les matières dissoutes	403
8.3. Le charriage de fond	404
CHAPITRE NEUF : LES AMÉNAGEMENTS FLUVIAUX ET HYDRO-ÉLECTRIQUES	407
9.1. Les aménagements sur l'Oubangui	409
9.1.1. Le seuil de Mobaye	409
9.1.1.1. L'écluse	409
9.1.1.2. Le barrage	409
9.1.2. Le projet de Palambo	411
9.1.3. Le seuil de Zinga	412
9.1.4. Le confluent Oubangui-Lobaye	413
9.1.5. L'aménagement de Boboru	414
9.1.6. Les opérations de dragage et de balisage	414
9.2. Les aménagements hydro-électriques de Boali	415
9.3. L'aménagement de la Lobaye	416
CONCLUSIONS SUR LA MONOGRAPHIE DE LOUBANGUI	417
BIBLIOGRAPHIE	425
TABLE DES MATIERES	433