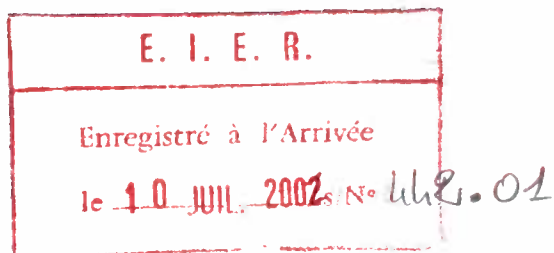
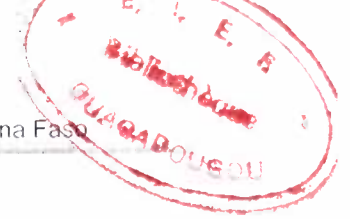


DEDICACE

A MA FAMILLE.





SOMMAIRE

DEDICACE	II
SOMMAIRE	III
LISTE DES TABLEAUX	1
LISTE DES FIGURES	2
REMERCIEMENTS	3
RESUME	4
INTRODUCTION	5
<u>CHAPITRE I</u> : RÉGIMES HYDROLOGIQUES DES PRINCIPAUX COURS D'EAU TROPICAUX	8
I.1 Régime tropical pur	8
I.2 Régime sahélien	10
I.3 Régime subdésertique	11
I.5 Régime désertique	12
I.6 Régime tropical de transition	12
<u>CHAPITRE II</u> : PRINCIPAUX COURS D'EAUX DU BURKINA FASO	14
II.1 Présentation du Burkina Faso	14
II.1.1 Données physiques	14
II.1.2 Données administratives et démographiques	14
II.1.3 La pluviométrie	14

II.2 Présentation du réseau hydrographique du Burkina Faso	15
II.2.1 La Comoé	16
II.2.2 Le Mouhoun	16
II.2.3 Le Nakambé	17
II.2.4 Le Nazinon et la Sissili	17
II.2.5 Le Pendjari et ses affluents.	18
II.2.6 Les affluents du Niger.	18
<u>CHAPITRE III : GENERALITÉS SUR LES HYDROGRAMMES.</u>	20
III.1 La forme des hydrogrammes	20
III.1.1 Courbe de la montée des eaux	21
III.1.2 La pointe de l'hydrogramme	21
III.1.3 La courbe de décrûe	21
III.2 Présentation de principaux termes utilisés dans l'étude des écoulements	22
III.5 Variables retenues pour l'étude des caractéristiques des hydrogrammes.	24
<u>CHAPITRE IV : LES DONNÉES DE L'ETUDE.</u>	26
IV .1 : Sources	26
IV.2 Critiques et corrections des données	26
IV 3 Stations retenues	29
<u>CHAPITRE V : ANALYSE DES RESULTATS</u>	32
V.1 Méthode d'étude	32
V.2 Méthode statistique khronoStat	33
V.2.1 Présentation du logiciel khronoStat	33
V.2.3 Le test de Pettitt	34
V.3 Présentation des résultats	35
V.3.1 Station de Boromo	36
V.3.2 Station de Dapola	41
V.3.3 Station de samendeni	45
V.3.4 Station de Wayen	47

V.3.5 Station de Yendere	50
V.3.6 Station de Folonzo	52
V.4 Analyse générale des résultats	53
CONCLUSION	55
ANNEXES	56

LISTE DES TABLEAUX

Tableau n°1. Les stations retenues pour notre étude 30

Tableau n°2. Valeurs de déficits des différentes variables hydrologiques calculées de part et d'autre de la date de rupture sur le Mouhoun à Boromo. 36

Tableau n°3. Valeurs de déficits des différentes variables hydrologiques calculées de part et d'autre de la date de rupture sur le Mouhoun à Samendeni. 45

Tableau n°4. Valeurs de déficits des différentes variables hydrologiques calculées de part et d'autre de la date de rupture sur le Nakambé à WAYEN 47

Tableau n°5. Valeurs de déficits des différentes variables hydrologiques calculées de part et d'autre de la date de rupture sur la Léraba à Yenderé 50

Tableau n°6. Valeurs de déficits des différents variables hydrologiques calculées de part et d'autre de la date de rupture sur la Comoé à FOLONZO. 52

LISTE DES FIGURES

<u>Figure n°1.</u> Représentation d'un hydrogramme.	20
<u>Figure n°2.</u> Représentation de débit constant sur plusieurs années	27
<u>Figure n°3.</u> Interpolation linéaire sur plusieurs années	28
<u>Figure n°4.</u> Absence des débits maximaux.	28
<u>Figure n°5.</u> Relation module/Qmax du Mouhoun à Boromo avant et après 1965	37
<u>Figure n°6.</u> Evolution de la durée de $Q < Q_{max}/2$	38
<u>Figure n°7.</u> Evolution des différents débits de crue.	40
<u>Figure n°8.</u> Relation entre Qmax et le module sur leMouhoun à BOROMO	43
<u>Figure n°9.</u> Evolution des dates de début des crues du Mouhoun à DAPOLA	44
<u>Figure n°10.</u> Relation Modules/Qmax du Mouhoun à Samendeni avant et après 1968	46
<u>Figure n°11.</u> Evolution des dates de début des crues du Mouhoun à SAMENDENI.	47
<u>Figure n°12.</u> Evolution annuelle du module	49
<u>Figure n°13.</u> Relation Qmax et module	51
<u>Figure n°14.</u> Evolution des dates de crue sur la Léraba à YENDERE	51
<u>Figure n°15.</u> Evolution de la date de début de DC6	53

REMERCIEMENTS

J'exprime tout d'abord mes vifs remerciement à MR J.E Paturel et Mr François Cres, directeurs de mémoire pour leur aide tout au long de ce travail de mémoire.

J'exprime toute ma reconnaissance à Monsieur le Directeur de la Direction de l'inventaire des ressources hydraulique Burkina Faso (DIRH), Monsieur Innocent OUEDRAOGO.

Je tiens à remercier tout ceux qui de près ou de loin m'ont porté main forte pour la réalisation de ce mémoire de fin d'étude.

RESUME

L'étude de la variabilité des caractéristiques des hydrogrammes des fleuves du Burkina Faso avait pour objectif la détermination des dates de ruptures de différentes variables caractéristiques de débit et les conséquences qui en découlent.

Nous sommes parvenus à cette analyse grâce à l'analyse de plusieurs séries chronologiques de variables caractéristiques de débits. L'utilisation du logiciel KhronoStat, nous a permis d'effectuer le test statistique de Pettitt pour la détermination de la date de rupture et l'étude du caractère aléatoire des données.

A l'issue de cette étude, il ressort que la date de rupture prépondérante est celle de 1971 pour les écoulements. Ainsi, comme dans la plupart des études faites pour différents cours d'eau d'Afrique de l'ouest et du centre, les débits des fleuves du Burkina Faso ont diminués globalement au début des années 1970.

Par contre l'évolution des jours de début d'écoulement des différents débits montre une rupture plus tardive. Notre étude la situe vers la fin des 1970. L'apparition des débits est devenue plus précoce. De ce fait nous avons des débits moins importants qui apparaissent plus tôt dans l'année au cours des années 1980 et 1990 qu'au paravent. La cause principale de cette variation est due à la baisse pluviométrique enregistrée en Afrique depuis une trentaine d'année.

Mots clés : Série chronologique, rupture, Test de Pettitt, , Tendances, variabilité climatique, Déficit, Etiage, Hautes eaux, Moyennes eaux, Basses eaux.

INTRODUCTION

Problématique

Dans bon nombre de pays africains on observe une nette variation climatique depuis une trentaine d'années. Cette variation est marquée par un déficit pluviométrique élevé. Nous sommes sous l'emprise d'une sécheresse importante par son intensité, son espace, et sa persistance. Cela a induit de nombreuses conséquences sur l'économie et l'environnement. Du fait que le régime d'écoulement est fortement tributaire du régime pluviométrique, il est logique de s'attendre à un changement des caractéristiques des cours d'eau de cette partie ouest africaine. La plupart des études hydrologiques s'accordent à identifier le début des années 1970 comme date pivot de ce changement. Qu'en est-il de la variabilité des caractéristiques des fleuves du Burkina Faso ? Pouvons nous identifier une date différente de 1970 ?

L'objectif

Cette étude vise donc à vérifier ou à déterminer l'existence de date de rupture pour différentes variables hydrologiques de fleuves du Burkina Faso. Faire l'étude sur des caractéristiques temporelles et débitométriques. Voir s'il y a une avance ou un retard sur les dates, et examiner les conséquences sur l'évolution des débits. Le caractère aléatoire des différentes séries chronologiques sera également examiné.

*mal formulé
manque de précision
à la phrase*

Cadre du travail

Ce travail nous a été proposé par l'IRD¹ pour l'étude de la variabilité des caractéristiques des hydrogrammes des fleuves du Burkina Faso.

¹ IRD, Institut de Recherche pour le Développement

Outils d'étude

Les traitements informatiques utilisés pour l'étude des données se sont limités à l'utilisation d'Excel et de KhronoStat. Ce dernier logiciel a été conçu par l'IRD pour l'analyse des séries chronologiques. Il a été mis à notre disposition pour le traitement de nos données qui nous viennent de deux sources : DIRH² (Ouagadougou) et banque SIEREM³ de l'IRD(Montpellier). Le logiciel Excel a permis d'élaborer nos fichiers d'entrée pour le logiciel Khonostat. Il nous a également servi pour le tracé des graphes et la construction de tableaux.

Structure du document

Nous avons subdivisé ce rapport en cinq parties :

- Une présentation des différents régimes hydrographiques tropicaux
- La présentation du réseau hydrographique du Burkina Faso
- La présentation des variables retenues pour notre analyse
- L'étude critique des données
- Et enfin, l'analyse de nos résultats

² DIRH :Direction des Inventaires

³

Chapitre

:I

REGIMES HYDROLOGIQUES DES

PRINCIPAUX COURS D'EAU

CHAPITRE I : RÉGIMES HYDROLOGIQUES DES PRINCIPAUX COURS D'EAU TROPICAUX

Cette partie nous donnera un aperçu des différents types de régimes hydrologiques sous les tropiques. Il s'agira :

- du régime tropical pur
- du régime sahéien
- du régime subdésertique
- régime désertique
- régime tropical de transition

I.1 Régime tropical pur

Il caractérise les zones sous l'isohyète 1000 mm. Il présente pour les moyens et grands bassins versants :

- une saison de hautes eaux de juillet à début octobre
- une saison de basses eaux du début de décembre au début juin.

Une courbe de tarissement termine les hautes eaux et se prolonge pendant toute la période de basses eaux. Au nord ce régime est limité entre les isohyètes 750 mm et 800 mm et au sud aux isohyètes 1200-1300 mm. La Volta Noire (Mou Houn), la Volta Blanche (Nakambé) et la Volta Rouge font partie de ce régime.

Ce type de régime présente des modules, étiages et crues variés pour différentes raisons :

- les grands cours d'eau situés entre les isohyètes 750 et 1200 mm débordent fréquemment, d'où des valeurs trop fortes ou trop faibles des facteurs caractéristiques

- les pentes sont souvent faibles dans des cuvettes. C'est le cas par exemple de la Volta Noire qui entre en plaine dès sa source. Le lit majeur décrit d'innombrables méandres au milieu d'une plaine d'inondation. Ces pertes réduisent le débit maximal et régularisent le diagramme annuel.
- Dans le cas où les pentes sont fortes on a affaire à des torrents. L'hydrogramme de crue n'est plus une cloche régulière, comme dans le cas précédent, mais une dentelle aiguë.

Notons enfin que la variation saisonnière des débits est fonction de la taille du bassin et de la nature du matériau qui le compose. Pour les petits bassins on a en général une longue période de basses eaux et une période de hautes eaux. La période de basses eaux se termine fréquemment par quelques crues isolées de faible importance en mai et en juin, sauf si le terrain est perméable, auquel cas les premières averses sont sans effet sur le ruissellement. Si par contre le terrain est assez imperméable et de pente forte, des averses violentes peuvent donner des crues qui ne saturent pas le sol et ruissellent sur celui-ci puisque le couvert végétal n'est pas encore reconstitué. La période de hautes eaux commence avec des crues brutales en juillet et août sur le sol est Dans ce cas le couvert végétal n'est pas encore reconstitué. Un faible débit sépare les pointes des crues. En septembre, le sol est saturé, mais le couvert végétal freine le ruissellement de manière telle que les crues sont plus faibles. Si toutefois nous sommes en terrains perméables les pluies de juillet et de la mi-août ont pour but de saturer le sol et les crues ne se produisent qu'en fin août.

Pour les grands bassins, la période de basses eaux commencent un peu plus tard, par suite du temps d'écoulement. Les premières pluies ne donnent plus aucun signe visible. Cette période de basses eaux dure en générale six (6) mois. De janvier à mai les débits sont très faibles voir nuls. En juin les débits croissent mais demeurent toujours faibles. En juillet on note d'une façon significative des débits de valeurs plus importantes. Cette évolution se prolonge jusqu'en septembre.

I 2 Régime sahélien ?

Cette zone est délimitée par les isohyètes 300 et 750 mm. Elle est marquée par une forte dégradation du réseau hydrographique. L'importance de l'écoulement sur les pentes faibles produit des inondations de très vastes surface rendant le parcours de ces zones difficiles en période d'hivernage. Trois facteurs permettent d'expliquer cette dégradation du réseau hydrographique du régime sahélien. Ce sont :

- une très longue saison sèche qui rend totalement le sol nu par la destruction de la végétation herbacée prédominante ; ainsi le sol est propice à une érosion lorsque les pluies sont suffisantes.
- les crues sporadiques qui ont une durée d'écoulement très faible pour le transport des matériaux arrachés par érosion.
- d'immenses étendues à pente très faible où les crues s'étendent en nappe faible ce qui favorise leurs évaporations estimée à 2.50m/an.

On note une complexité du régime hydrologique. Elle varie en fonction de la pente, de la taille du bassin, de la perméabilité du sol et de l'abondance. Nous ne citerons que quelques cas marquants.

Dans les zones sableuses ou très plates argileuses, les tornades de la saison pluvieuse ne donnent aucun écoulement. L'eau s'infiltré dans les dunes de sables ou est emprisonnée dans le creux des dunes où une couche d'argile rend imperméable le fond. En terrain plat et imperméable, l'eau provenant des averses s'accumule dans des mares de juillet à septembre, non loin du point de chute et s'évapore. Sur une région présentant de forte pente et un sol trop perméable, on note la présence de rigole a proximité de la ligne de crête.

Sur les petits bassins versants les périodes de pluies sont caractérisées :

- par des débits faibles sur un bassin perméable
- par des débits nuls pour des cours d'eau en milieu imperméable.

En amont des bassins en terrain imperméable de petite crue apparaisse en Juin et au début de Juillet, mais sans écoulement. Le maximum se présente :

- en milieu imperméable en juillet, début août
- en terrain perméable : au début septembre

Du mois d'octobre au mois de juin le lit est sec. Sur les moyens et grands bassins versants les grands cours d'eau sont rares. La saison sèche dure 8 mois à 9 mois $\frac{1}{2}$ sans aucun écoulement. Les sables et les limons contiennent presque toujours une réserve d'eau précieuse, permanente en générale. Le début de la montée des hautes eaux est variable suivant l'importance du bassin. Suivant la nature plus ou moins dégradée du bassin ou l'importance de la pente, les pointes de l'hydrogramme sont plus ou moins aiguës.

I 3 Régime subdésertique

Ce régime est caractérisé par :

- les crues sont moins fréquentes au cours de la saison des pluies
- les phénomènes de dégradations sont plus rapides
- l'écoulement superficiel est observable dans les massifs montagneux et sur les zones imperméables.

Le régime subdésertique se rencontre dans les régions comprises entre les isohyètes 150-300 mm . Le régime hydrologique se présente comme suit.

Les petits cours d'eau présentent deux ou trois crues. Deux crues sont séparées par une absence d'écoulement. La dégradation du réseau hydrographique est bien marquée. Elle peut progresser très rapidement si la pente est forte. En montagne, le lit est bien marqué, avec souvent des gorges et des cascades très pittoresques. Sur les vallées les berges s'abaissent et la dégradation se produit. Les mares aux pieds des montagnes débordent parfois en années très humides. Les eaux dessinent un réseau de rigoles dans les terrains sableux. Un point important à relever est la présence d'un certain nombre de vallées fossiles. Il s'agissait de puissants fleuves à régimes tropicaux ou tropicaux de transition qui date de 10 000 ans avant l'ère chrétienne. Sur les petits cours d'eau on a un faible régime d'écoulement. Ils sont à secs presque toute l'année.

Tous les ans surviennent deux ou trois crues bien nettes. Entre ces crues, le lit reste à sec sauf dans le cas de deux ou trois averses donnant de très légers écoulements.

Sur les grands bassins les crues ne se produisent pas tous les ans si le réseau est assez dégradé. Le tracé de l'hydrogramme présente une pointe. En cas de pluviométrie abondante dans l'année, l'écoulement peut durer trois semaines et il peut y avoir plus d'une pointe.

et le tracé I.4 ?

I 5 Régime désertique

Ce régime est observé au Nord de la ligne d'isohyète 150 mm. On le rencontre au Nord et au centre de la Mauritanie, au Nord du Mali, du Niger et du Tchad. L'écoulement ne se produit que si on a une précipitation forte sur un sol imperméable et de forte pente. On observe en général une crue par an. Les averses de la mousson se produisent sous forme de tornades très brèves et à forte intensité. Elles donnent naissance à des écoulements sur les bassins des montagnes. Une averse de 8 à 9 mm peut donner une crue violente.

I 6 Régime tropical de transition

Il se caractérise par une saison de hautes eaux de durée plus longue que le régime tropical pur et une saison de basses eaux de période plus courte. Les précipitations annuelles arrosant cette zone sont en générale de 1 300 à 1 500 mm. Sur les petits bassins on a un écoulement permanent. Durant la saison sèche, on rencontre, de décembre à avril, quelques pointes de crues isolées. Pendant la saison de pluie on a la présence régulière de dentelle. Pour les moyens et grands bassins, la période de basses eaux, février, mars, avril, est marqué, au mois le plus faible, avril, par des débits compris entre 0.5 et 2 l/s. Les premières grandes crues commencent en juin. On observe ensuite une croissance du débit jusqu'à la pointe. Elle dure de juillet à octobre ou novembre. Les mois d'août, de septembre et octobre ont des débits très fort.

chapitr

PRINCIPAUX COURS D'EAUX DU BURKINA

CHAPITRE II : PRINCIPAUX COURS D'EAUX DU BURKINA FASO

II. 1 Présentation du Burkina Faso

II.1.1 Données physiques

Pays enclavé, le Burkina Faso est situé entre les 9°20' et 15° de latitude nord et entre 5°30' de longitude ouest et 2°30' de longitude est. Il couvre une superficie de 274 000 km². Il est limité au sud par la Côte d'Ivoire, le Ghana, le Togo et le Bénin, à l'est par le Niger, au nord et à l'ouest par le Mali. La majeure partie de son territoire est constituée par un plateau latéritique, d'une altitude moyenne de 300 m, qui s'incline du nord au sud. A l'ouest et à l'est de ce plateau on a la présence de formations sédimentaires. Le climat, de type soudano-sahélien, est caractérisé par des variations pluviométriques considérables allant d'une moyenne de 350 mm au nord (climat sahélien) à une moyenne de plus de 1000 mm au Sud-Ouest. L'hydrographie du pays comprend deux cours d'eau permanents : le Mouhoun et la Comoé.

II.1.2 Données administratives et démographiques

Le Burkina Faso comprend 45 provinces subdivisées en 350 départements, 47 communes et près de 8 000 villages. Le recensement de 1996 a permis de dénombrer, une population de 9,53 millions d'habitants. On note les plus fortes densités de population au centre et les plus faibles au nord. Le centre-sud et le centre-nord représentent à eux-seuls 50% de la population totale.

II.1.3 La pluviométrie

La saison des pluies s'étale sur trois à sept mois selon les régions. Près de 65% du pays est situé entre les isohyètes 500 et 800 mm. Les pluies, faibles et mal réparties

,entraînent souvent des écoulements peu important dans certaines régions du pays. Dans les bassins du Niger et du Nakambé supérieur, il existe des bassins endoréiques⁴.

Les deux épisodes particulièrement secs (1973-1974,1983-1984) ont contribué à la modification du milieu naturel et à la désertification.

La pluviométrie est caractérisée par une forte variation inter annuelle et une mauvaise répartition spatiale. On distingue trois zones climatiques.

- La zone sud-soudanienne :elle a une pluviométrie annuelle moyenne de 900 mm et est située au sud du parallèle 11°30'N
- La zone nord-soudanienne : elle a une pluviométrie annuelle moyenne comprise entre 600 et 900 mm et entre les parallèles 11°30' et 14°N .
- La zone sahéenne : elle est au-dessus du parallèle 14°N et a une pluviométrie annuelle moyenne inférieure à 600 mm.

Les précipitations durent environ 3 mois pour la zone sahéenne, 4 à 5 mois pour la zone nord soudanienne et 6 à 7 mois dans la zone sud-soudanienne.

II.2 Présentation du réseau hydrographique du Burkina Faso

Les principaux bassins versants du Burkina Faso sont :

- Le bassin de la Comoé : il a une superficie totale de 17 000km². Il est drainé par le fleuve Comoé et ses affluents la Léraba et le Yanon
- Le bassin de la Volta : il a une superficie totale de 178 000 km². Il est drainé par le Mouhoun, le Nakambé, le Nazinon et la Pendjari
- Le bassin du Niger : il a une superficie totale de 79 000km². Il est drainé par les affluents du fleuve Niger (le Béli, le Gorouol, la Sirba, le Gouroubi, la Diamangou et la Tapoa

⁴ Bassin endoréique : Bassin sans exutoire naturel

II.2.1 La Comoé

Les écoulements sont permanents et les débits d'étiage sont largement exploités. La pluviométrie abondante de ses régions confère à ces rivières un régime nettement soudanien avec une augmentation des débits dès le mois de juin et des débits de crue en août, septembre pouvant atteindre 500m³/s.

Le débit interannuel est évalué à
18m³/s pour la Comoé à Folonzo
20.8 m³/s pour la Léraba à Yendéré.

Les volumes en eaux écoulés totaux sont ainsi supérieurs à 1 200 millions de m³.⁵ C'est la région qui présente les ressources en eau de surface exploitables les plus abondantes du Burkina Faso.

II.2.2 Le Mouhoun

II.2.2.1 Le Mouhoun supérieur

Le Mouhoun prend sa source au sein du même massif gréseux que la Comoé mais s'écoule vers le nord-est. Le Mouhoun présente dans cette partie amont des débits d'étiage qui sont rarement inférieurs à 2 m³/s. Limité à la confluence du Sourou, le bassin du Mouhoun et ses principaux affluents (Panndi, Kou, Vou Hou) atteint 20 800 km² et fournit un débit moyen de 25m³/s qui est très irrégulier.

II.2.2.2 Le Sourou

Il draine la plaine lacustre du Gondo dont le bassin versant de 15 200km² totalement sahélien ne fournit que de faibles ruissellements. Auparavant, lors de crues, le Mouhoun alimentait son affluent le Sourou . Lors des décrues, le Sourou alimentait le Mouhoun. Mais, depuis 1984, les ouvrages de dérivation et de contrôle installés à l'amont de la confluence du Sourou et du Mouhoun au village de Léri permettant le stockage de

⁵ Source : Politique et stratégies en matière d'eau. Ministère de l'environnement et de l'eau du Burkina Faso.

250 millions de m³. dérivés des crues d'hivernage du Mouhoun dans le Sourou .

Pendant la saison sèche on restitue le surplus dans le cours aval du Mouhoun.

Dans cette zone du Sourou de grands aménagements irrigués se sont développés. ➤

II.2.2.3 Le Mouhoun inférieur

- Après la boucle du Sourou, le Mouhoun coule vers le sud-est puis vers le sud, formant frontière avec le Ghana à partir de Ouessa. Les aménagements hydro-agricoles du Sourou et les prélèvements à Poura et Tenado, pour l'alimentation en eau potable en amont, perturbent son régime naturel aussi bien en étiage qu'en crue. Ainsi , le débit d'étiage, évalué alors à 5.9 m³/s à Boromo⁶, a depuis chuté sur plusieurs années jusqu'à l'assèchement en 1984. Cette situation est également observable sur d'autres stations.

II.2.3 Le Nakambé

Le Nakambé draine toute la partie centrale et le nord du plateau Mossi et ne coule que pendant la saison des pluies. Les premiers écoulements intermittents peuvent se produire en Mai mais c'est en juillet et en août que les débits deviennent plus permanents. On a ainsi à Bagré une moyenne de 65.4m³/s en juillet, 144.5 m³/s en août et 106.7m³/s en septembre. Pour cette station, ces trois mois représentent 88% des écoulements annuels.

II.2.4 Le Nazinon et la Sissili

Ces deux cours d'eau récoltent les eaux de ruissellement de la partie sud-ouest du plateau Mossi sur des superficies respectives de 11 200 et 7 450km². Leur régime hydrologique est très voisin de celui du Nakambé avec un module de 5,62 m³/s pour le Nazinon à Nobéré et de 1.4 m³/s pour la Sissili à la station de Nebbou (3 240 km² du bassin versant).

⁶ Source : Monographie du fleuve Volta OSTROM (IRD),1977

II.2.5 Le Pendjari et ses affluents.

La Pendjari forme la frontière sud-est du Burkina Faso avec le Bénin. Elle reçoit en rive droite trois affluents principaux : Le Doubodo, le Singou et la Kompienga) dont les bassins versant totalisent 21 600 km². Toutes situées sous les isohyètes 750 à 900 mm, ces rivières coulent pendant la saison des pluies et tarissent également en novembre. Avec des modules estimés respectivement à 3.1, 4.0 et 13.0 m³/s. , ces affluents apportent moins de 30% du débit moyen de la Pendjari qui tarit complètement une année sur deux en avril à la station de Porga au Bénin où le module annuel est de 59 m³/s.

II.2.6 Les affluents du Niger.

Les bassins versants des affluents burkinabè du Niger occupent tout le tiers nord et est du pays. Les plus septentrionaux sont en grande partie endoréiques (Béli, Gorouol, Goudébo, Dargol) et peuvent provoquer des crues importantes. La moyenne de leurs apports, qui n'a pas une grande signification, est estimée à 390 millions de m³ pour une superficie de 26 250 km². Les affluents soudano-sahéliens que sont la Faga, la Sirba, la Bonsoaga, le Diamangou et la Tapoa ont des régimes un peu moins irréguliers et contribuent à la crue soudanienne du Niger qui se produit en septembre. Leurs apports totaux sont estimés à 985 Mm³ pour une superficie de 51 945 km² et leurs débits de crue cumulés peuvent dépasser 1200 m³/s.

chapitre

GENERALITE SUR LES HYDROGRAMMES.

CHAPITRE III : GENERALITES SUR LES HYDROGRAMMES.

Avant l'analyse des caractéristiques des hydrogrammes, nous ferons une description générale des hydrogrammes. Suivra la liste des principaux termes utilisés dans l'étude des crues et les caractéristiques que nous avons retenues pour notre analyses de la variabilité des hydrogrammes.

III.1 La forme des hydrogrammes

Un hydrogramme type présente la forme générale d'une courbe en cloche dissymétrique que l'on peut diviser en trois parties :

- la partie correspondant à la montée de la crue est appelée courbe de concentration (MONTEE DES EAUX SUR LA GRAPHIQUE)
- la zone entourant le maximum est dite la pointe.
- la zone afférente à la diminution du débit est désignée sous le nom de courbe de décrue.

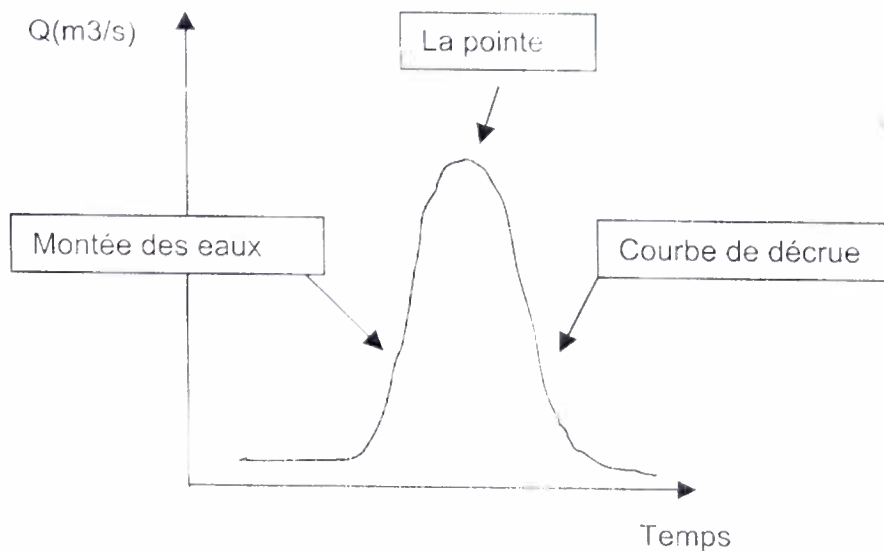


Figure n°1. Représentation d'un hydrogramme.

III.1.1 Courbe de la montée des eaux

Cette partie de l'hydrogramme dépend:

- 1). De la durée et de l'uniformité spatiale et temporelle de la pluie sur le bassin versant
- 2). De la disponibilité des aires du bassin comprises entre les lignes isochrones d'écoulement. Ceci explique pourquoi le débit croît d'abord lentement au cours des premières phases de ruissellement et plus rapidement ensuite jusqu'à la montée
- 3). Les conditions initiales du bassin, en humidité et de l'état de la couverture végétale. En effet l'infiltration, l'interception et la rétention en surface induisent une tendance à l'accélération de la croissance des débits en fin de montée.

III.1.2 La pointe de l'hydrogramme

Elle désigne la partie entre le point d'inflexion de la courbe de concentration et de celui de la courbe de décrue. La forme irrégulière du bassin, l'hétérogénéité spatiale et temporelle de la pluie, l'influence des infiltrations conduisent à des hydrogrammes plus ou moins pointus. Le débit de pointe se produit avec l'arrivée à l'exutoire de l'écoulement de la portion du bassin qui a le taux de ruissellement le plus fort. Il survient avec un retard qui dépend à la fois des caractéristiques du bassin et de la durée de l'averse. Il faut également ajouter que des hydrogrammes de certains bassins présentent la particularité de compter deux ou plusieurs maxima. Les hydrogrammes à crêtes multiples résultent de précipitations non uniformes.

III.1.3 La courbe de décrue

Elle traduit l'écoulement de l'eau accumulée dans le bassin après la cessation de tout apport d'eau météorique. Son allure est donc indépendante des variations de l'intensité de la pluie et des infiltrations et fonction seulement des caractéristiques physiques du réseau hydrographique. D'une façon générale toutes les formes de décrue

peuvent être représentées par une forme exponentielle de la forme :

$$Q_t = Q_0 e^{-\alpha t} \text{ avec } Q_t : \text{débit à la date } t$$

Q_0 : débit pris comme origine

α : coefficient de décrue ou de tarissement

t : durée entre le débit origine Q_0 et le débit Q_t .

III.2 Présentation de principaux termes utilisés dans l'étude des écoulements

Nous listerons les définitions des termes qui apparaîtront tout le long de notre étude.

Débits moyens journaliers :

Ces débits sont calculés à partir de la cote la moyenne des côtes lues à l'échelle de la station de jaugeage pour le jour considéré en utilisant la courbe de tarage.

Débits moyens mensuels :

Ils sont calculés en prenant pour chaque mois la moyenne arithmétique des débits moyens journaliers.

Débit moyen annuel ou module :

On le calcule en prenant la moyenne arithmétique des douze (12) débits moyens mensuels, cette moyenne étant pondérée par le nombre de jour réel de chaque mois.

Débit caractéristique crue (DCC) :

Le débit dépassé dix (10) jours par an.

Débit moyen caractéristique de six (6) mois (DC6) :

Le débit dépassé pendant six (6) mois par an.

Débit caractéristique 3 ou 9 mois (DC3, DC9) :

Débit dépassé respectivement pendant 3 ou 9 mois par an.

Le débit d'étiage:

Le plus faible débit observé au cours de la période considérée.

Le débit caractéristique d'étiage DCE :

Débit dépassé 355 jours par an.

Crue : Période des hautes eaux consécutives à une averse.

Hydrogramme: graphique de variation du débit en fonction du temps.

Ruissellement : Partie de l'écoulement qui provient à l'exutoire d'un bassin sans avoir pénétré le sol.

Écoulement retardé :

Écoulement qui parvient avec un certain retard à l'exutoire d'un bassin par la suite d'un ralentissement ou d'un stockage temporaire, soit en surface notamment par la végétation ou le micro relief soit par les couches superficielles du sol.

Écoulement de base : Partie de l'écoulement dû à la restitution des nappes souterraines.

Temps de montée : temps qui s'écoule entre le début du ruissellement et le maximum de la crue. Il correspond à la branche ascendante de l'hydrogramme.

Temps de base : Temps qui s'écoule entre le début et la fin du ruissellement rapide

Débit de pointe Q_{max} : débit maximal instantané.

Module hydrologique Q_m : moyenne des débits annuels calculés sur une période aussi longue que possible

Années hydrologiques :

année correspondant au cycle annuel de variation de débit, découpée dans l'année calendaire de manière que les réserves du bassin soient minimales au début et à la fin de la période choisie.

III.5 Variables retenues pour l'étude des caractéristiques des hydrogrammes.

Dans le cadre de cette étude nous avons retenu les variables ci-dessous. Nous les avons choisies pour caractériser les hautes eaux, les moyennes eaux et les basses eaux.

Pour caractériser l'évolution de la période de hautes eaux :

- Q_{max} : le débit de pointe de crue
- La durée où $Q > Q_{max}/2$: pour la répartition du débit max
- V_{CX5}, V_{CX30} : débits moyens maximum annuels de respectivement 5 et 30 jours
- DCC : débits caractéristiques de crue

Pour les moyennes eaux:

DC3, DC6 :

En période de basses eaux les variables sont :

V_{CN60} : débit moyen minimum annuel de 60 jours consécutifs

Q_{min} : débit moyen minimum annuel

Les dates correspondantes à ces différentes variables seront également étudiées.

Toutes ces variables ont été calculées grâce à des programmes informatiques sous DELPHI.

Chapitre

IV

LES DONNEES DE L'ETUDE.

CHAPITRE IV : LES DONNEES DE L'ETUDE.

IV .1 : Sources

Les données hydrométriques journalières des stations du Burkina Faso que nous avons analysées nous viennent de deux (2) sources, de la DIRH de Ouagadougou et de la banque SIEREM de l'IRD à Montpellier. Les données de la DIRH concernent 51 stations tandis que celles de SIEREM 77 stations. Notre travail de collecte et de critiques des données s'est basé sur ces deux sources. En cas de présence de valeurs douteuses priorité est donnée à la banque de donnée de la DIRH. Notons toutefois que les données qui ont été mises à notre disposition n'ont connu que peu de modification. Nous en parlerons dans la partie critique. D'une façon générale les données de la DIRH sont plus complète que celles de SIEREM.

IV.2 Critiques et corrections des données

Avant toute analyse des données une critique a été faite. Elle a permis de discerner toute anomalie éventuelle, de faire les corrections possibles afin de travailler sur un support plus fiable.

. Pour les données que nous avons analysées nous avons vérifié si les débits journaliers sont les mêmes. Supprimer ceux qui sont redondants. Ensuite conserver la série la plus longue. Une comparaison a été faite avec les données de SIEREM si cette station existe dans cette source. Notons que nous avons retenu les séries de la DIRH comme séries de bases car elles sont les plus longues, les plus complètes surtout toute vérification d'anomalie pouvant être faite au siège de la DIRH à Ouagadougou. Avant de combler ces lacunes par les données de la SIEREM nous avons vérifié si les débits évoluent dans la même tendance et d'écart pas trop significatif que celle de la DIRH. Dans ces cas précis nous avons affecté aux débits journaliers manquants de la DIRH ceux de SIEREM.

Les autres lacunes ont été comblées reconstituées par interpolation linéaire ou exponentielle. La première interpolation a surtout été appliquée pour les lacunes de la période des basses eaux. En période de monté des eaux nous avons vérifié visuellement sur le graphe de l'hydrogramme si une interpolation linéaire est bien justifiée⁷. Les interpolations sur plusieurs jours voire plusieurs mois ont été évitées. L'interpolation exponentielle a été appliquée pour les lacunes importantes en période de décrue. Toutefois pour les absences de données de cinq (5) jours l'interpolation fut linéaire. Mais lorsque la durée est en générale de plus d'un mois nous avons effectué une interpolation exponentielle. Les coordonnées, date et débit, des deux points extrêmes nous ont permis de déterminer les paramètres Q_0 et α de l'équation de tarissement qui s'écrit sous la forme $Q=Q_0 e^{-\alpha t}$ ⁷. L'application de cette formule nous a permis de reconstituer les données manquantes de cette série.

Notons de plus que le contrôle visuel a permis d'éliminer des erreurs. Nous ne pouvons pas les citer de manière exhaustive. Par exemple pour la station de BADARA nous avons noté les points suivants:

- Un débit constant de 3,23 m³/s du 09/12/63 au 25/05/65

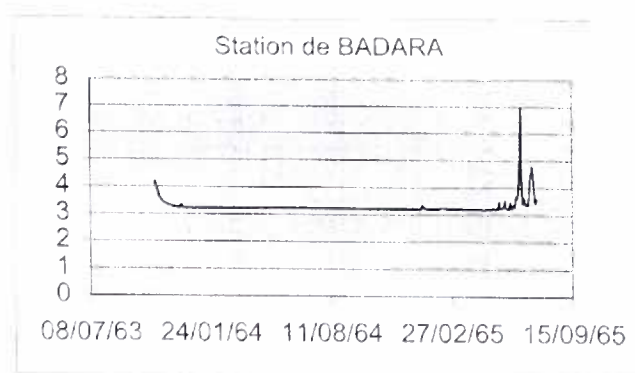


Figure n°2. Représentation de débit constant sur plusieurs années

- Une décroissance linéaire du débit de 3,34 m³/s à 2,04 m³/s du 15/11/67 au 30/06/84.

⁷ Voir paragraphe II.3.6 pour la définition des termes

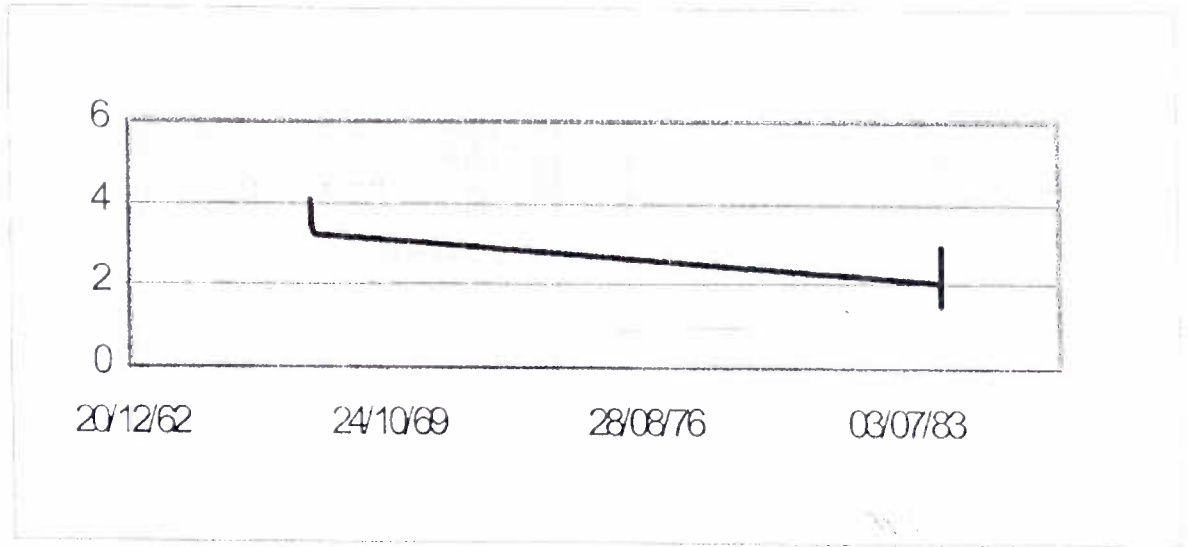
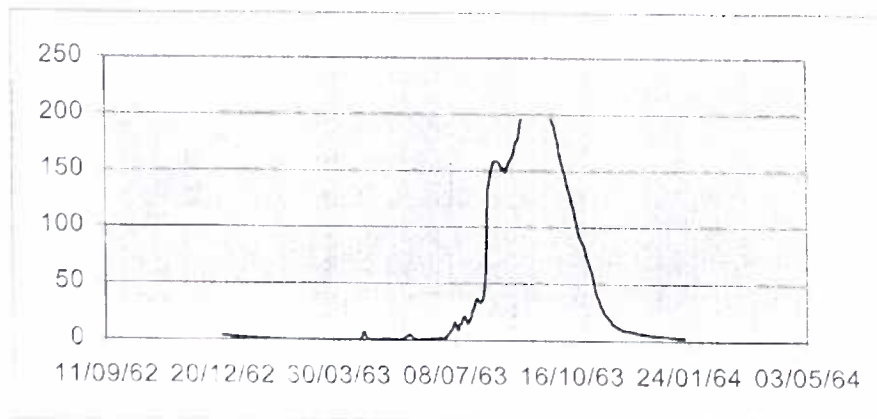


Figure n°3. Interpolation linéaire sur plusieurs années

Les
de la

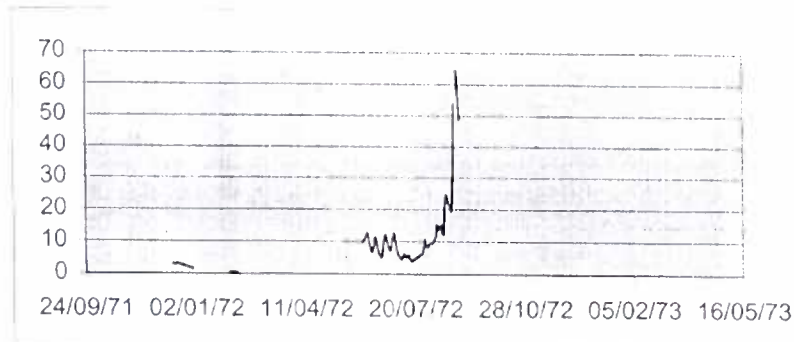


données
station de

DIEUBOUGOU nous présentent d'autres variantes :

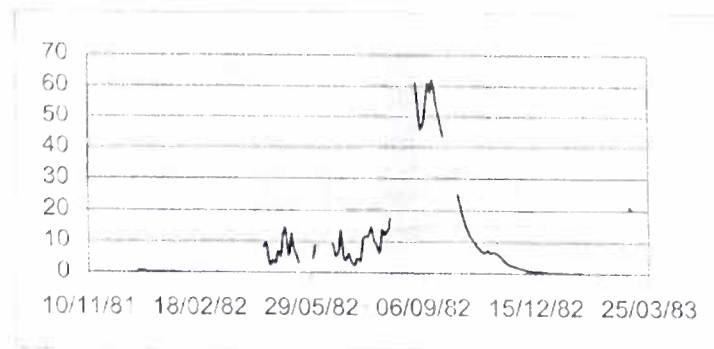
- en 1963, inexistence du sommet

Figure n°4. Absence des débits maximaux.



en 1972 pas de courbe de
décrue Absence de la
courbe de décrue en 1972
à Dieubougou

en 1982 il n'y a pas de valeur à la montée et à la descente des crues



En 1995 on constat une montée de crue inachevée et une descente de crue absente.

Des renseignements au sein de la DIRH nous ont permis de connaître la source de certaines de ces anomalies. En effet une des principales causes était due à l'utilisation du logiciel de gestion de base de données HYDROM 3 Cet outil informatique a été mis à disposition à la DIRH par l'ORSTOM, actuel IRD,. En effet, lors de l'enregistrement des données les lacunes ou les débits nuls n'étaient pas marqués ou saisis. Or en cas d'absence de données une interpolation linéaire est automatiquement faite par HYDROM 3 pour combler les lacunes. Ceci explique notamment les longues séries de valeurs croissantes ou décroissantes du débit sur plusieurs mois ou année. Après la découverte de cette défaillance du logiciel certaines corrections ont été faites mais pas toutes puisque les fichiers mis à notre disposition contiennent de longues séries interpolées. Il faut ajouter que certaines lacunes sont dues à l'absence ou au retard des équipes sur les stations pour les relevés limnigraphiques ou les lectures limnimétriques.

IV 3 Stations retenues

Notre étude visait à analyser le maximum de qui couvrent bien géographiquement les différents régimes du Burkina Faso. Mais nous n'avons pu retenir que six (6) stations. Ce choix s'est basé sur les stations ayant les séries hydrométriques les plus longues et les plus complètes. Pour parvenir a cette sélection nous avons procédé comme suit :

- examiner tous les fichiers, DIRH et SIEREM, déterminer les stations de longue période.

- Les classer par ordre croissant du nombre de données
- Rechercher celles qui ont moins de lacunes
- Vérifier la présence ou non de valeurs douteuses
- Enfin retenir les données qui après correction présentent un hydrogramme plus ou moins régulier.

C'est ainsi que les stations de BOROMO, DAPOLA, FOLONZO, SAMENDENI, YENDERE, et de la WAYEN ont été retenue. Le tableau n.1 présente les stations sélectionnées pour l'étude. Ces données utilisées pour notre analyse dans le cadre de notre mémoire reposent donc sur des critères de qualités des données et de longueur des séries hydrométriques. Bien que ces stations ne constituent pas un échantillon réellement représentatif de l'ensemble des régimes hydrologiques du Burkina Faso, elles sont sur les bassins les plus importants ayant des cours d'eau pérennes.

Tableau n°1. Les stations retenues pour notre étude

Stations	Latitude	Longitude	Bassin versant	Rivière	Superficie(km ²)
WAYEN	12°23' N	01° 05' W	Volta	Nakambé	20 800
BOROMO	11° 47' N	02°55' W	Volta	Mouhoun	58 000
DAPOLA	10°34' N	02°55' W	Volta	Mouhoun	68 750
SAMENDENI	11°28' N	04°28' W	Volta	Mouhoun	4 575
FOLONZO	09°54'N	04°37'W	Combé	Combé	2 350
YENDERE	10°10' N	05° 04' W	Combé	Leraba	5 930

Les stations retenues seront marquées sur la carte suivante..



Chapitre
V.

ANALYSE DES RESULTATS

CHAPITRE V : ANALYSE DES RESULTATS

V.1 Méthode d'étude

Nous utilisons ici une procédure qui a été utilisée pour l'analyse des séries hydrométéorologiques⁸. Elle consiste pour une série chronologique à déterminer une ou de plusieurs dates de ruptures, une rupture étant définie par un changement dans la loi de probabilité des variables aléatoires (dont les réalisations successives définissent les séries chronologiques étudiées). Les méthodes de détection de ruptures retenues permettent de détecter un changement dans la moyenne de la variable traitée dans la série. La méthode de Pettitt a été utilisée pour la détection éventuelle de cette rupture pour nos séries débitométriques et temporelles. En plus des détections de ruptures, nous avons examiné le caractère aléatoire ou non des séries. L'analyse statistique des données des stations retenues a été faite grâce au logiciel khronoStat mis à notre disposition par l'IRD.

Pour chacune des stations pour lesquelles une rupture a pu être détectée, on a calculé la valeur du déficit correspondant selon la formule :

$$\text{Variation relative} = \frac{(\text{moyenne après rupture} - \text{moyenne avant rupture})}{\text{moyenne avant rupture}}$$

Pour les débits, une valeur négative de la variation relative traduit déficit, sinon c'est un gain.

Pour les dates, une variation relative négative signifie qu'on a une date d'apparition précoce du débit correspondant. Par contre une variation positive traduit un retard.

Les valeurs du déficit traduisent bien l'importante diminution globale des écoulements observée à l'échelle régionale durant ces dernières décennies.

⁸ Nous pouvons citer par exemple le programme ICCARE. Et l'étude sur l'évolution récente du régime hydrologique de quelques rivières en Roumanie centrale.

V.2 Méthode statistique khronoStat

V.2.1 Présentation du logiciel khronoStat⁹

C'est un outil informatique élaboré pour l'analyse des séries chronologies hydrométéorologiques. Il permet l'étude du caractère aléatoire et de la détection de ruptures au sein de ces séries.

L'étude du caractère aléatoire des séries est réalisée grâce aux tests suivants :

- le test de corrélation sur le rang
- l'autocorrélogramme

L'étude de la détection de ruptures au sein des séries est réalisée grâce aux tests suivants

- le test de Mann Whitney (Pettitt)
- la statistique U de Buishand
- Ellipse de contrôle
- la méthode bayésienne
- la méthode de segmentation des séries hydrométéorologiques de Hubert.

Tous ces tests ont été appliqués à nos données. Mais pour les interprétations, nous nous sommes limités au test de Pettitt et au test de corrélation sur le rang. Avant la présentation des résultats, nous donnons une description plus détaillée de ces deux tests.

V.2.2 Test de corrélation sur le rang.

L'hypothèse nulle à vérifier est : « la série des (x_i) , $i=1, N$, est aléatoire » où x_i désignent les réalisations de la variable X observées à des pas de temps successifs égaux. On calcule le nombre de paires P pour lesquelles $x_j > x_i$, $j > i$, avec $i = 1, \dots, N-1$.

Pour N grand, sous l'hypothèse nulle, la variable τ telle que :

$$\tau = \frac{4Q}{N(N-1)} \text{ avec } Q = \frac{N(N-1)}{2} - P$$

⁹ Source : Aide KhronoStat

suit une distribution normale de moyenne nulle et de variance égale à

$$\sigma_{\tau}^2 = \frac{2(2N+5)}{9N(N-1)}$$

Il en résulte que si l'hypothèse nulle est vraie, la variable $U = \tau/\sigma_{\tau}$ est une variable normale réduite. Pour un risque α de première espèce donné, la région d'acceptation de l'hypothèse nulle est comprise entre : $-U_{1-\alpha/2}$ et $U_{1-\alpha/2}$.

L'hypothèse alternative de ce test est celle d'une tendance. Lorsque l'on s'intéresse directement à la distribution asymptotique de la variable P , ce test porte le nom de test de Mann-Kendall.

V.2.3 Le test de Pettitt

Le fondement de ce test est le suivant (Ceresta, 1986). La série étudiée est divisée en deux sous-échantillons respectivement de taille m et n . Les valeurs des deux échantillons sont regroupées et classées par ordre croissant. On calcule alors la somme des rangs des éléments de chaque sous-échantillon dans l'échantillon total. Une statistique est définie à partir des deux sommes ainsi déterminées, et testée sous l'hypothèse nulle d'appartenance des deux sous-échantillons à la même population.

Ce test a été modifié par Pettitt (Pettitt, 1979). L'hypothèse nulle du test est l'absence de rupture dans la série.

Soit $D_{ij} = \text{sgn}(x_i - x_j)$ avec $\text{sgn}(x) = 1$ si $x > 0$, 0 si $x = 0$, -1 si $x < 0$.

On considère la variable $U_{t,N}$ telle que :

$$U_{t,N} = \sum_{I=1}^t \sum_{j=t+1}^N D_{ij}$$

Soit KN la variable définie par le maximum en valeur absolue de $U_{t,N}$ pour t variant de 1 à $N-1$.

Si k désigne la valeur de KN prise sur la série étudiée, sous l'hypothèse nulle, la probabilité de dépassement de la valeur k est donnée approximativement par :

$$\text{Prob}(KN > k) \approx 2 \exp(-6k^2 / (N^3 + N^2))$$

Pour un risque α de première espèce donné, si $\text{Prob}(KN > k)$ est inférieur à α , l'hypothèse nulle est rejetée.

La date donnée par le test est celle de la rupture.

V.3 Présentation des résultats

L'ensemble des résultats concernant l'analyse des caractéristiques prédéfinies seront présentés sous formes de tableaux et de figures. :

• Pour permettre plus de clarté , nos résultats seront présentés par station. Nous rappelons que :

- La période des hautes eaux est marquée par l'évolution de Q_{max} , DCC, VCX5 et VCX30.
- DC3, et DC6 contiennent des éléments d'information sur les écoulements en moyennes-eaux.
- Q_{min} , VCN60 et DC9 caractérisent la période des basses-eaux.

Au cours de notre étude à chaque variable de débit sera associé sa date début d'écoulement

V.3.1 Station de Boromo

Tableau n°2. Valeurs de déficits des différentes variables hydrologiques calculées de part et d'autre de la date de rupture sur le Mouhoun à Boromo.

Débits	A/NA	Année de rupture	Déficit	Date	A/NA	Année de rupture	Déficit
Qmax	NA	1965	16%	Dmax	NA	1971	14%
DCC	NA	1971	28%	DCC	NA	1971	14%
VCX5	NA	1971	25%	VCX5	NA	1971	14%
VCX30	NA	1971	32%	VCX30	NA	1980	14%
DC3	NA	1971	48%	DC3	NA	1967	18%
DC6	NA	1968	51%	DC6	A	Rien	Rien
DC9	NA	1972	71%	DC9	A	Rien	Rien
Qmin	NA	1973	80%	Qmin	A	Rien	Rien
VCN60	NA	1972	74%	VCN60	A	Rien	Rien
Module	NA	1971	46%	Nombre de jours où $Q \geq Q_{max}/2$	NA	1982	52%

V.3.1.1 Commentaires des résultats.

Pour cette station, toutes les séries chronologiques, sauf les dates de DC6, DC9, Qmin et VCN60, sont non aléatoires et présentent une date de rupture. La date la plus représentée est l'année 1971. Elle représente 55% des résultats. Toutes les autres valeurs, 1965, 1968, 1972 et 1973 sont proches cette date.

Il est intéressant de noter que les dates d'occurrence des ruptures pour les séries chronologiques des caractéristiques des hautes eaux sont les mêmes et identique à la date de rupture du module : 1971. Les déficits sont compris entre 16% et 32%.

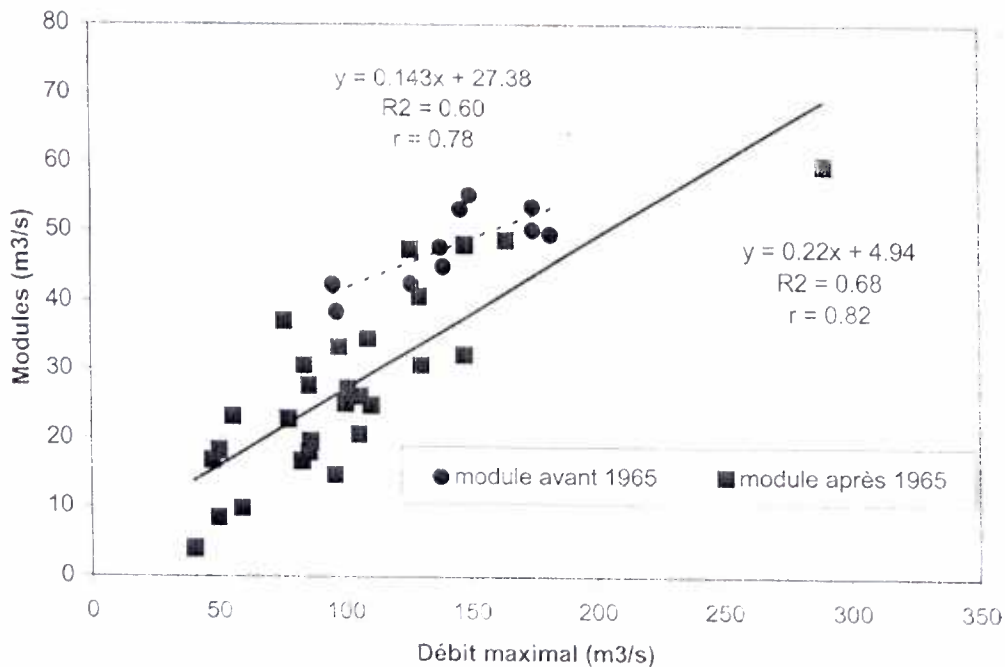
Pour les caractéristiques des basses eaux nous avons deux dates de ruptures voisines : 1973 et 1972. Les déficits sont plus élevés que ceux de la période hautes-eaux. En effet ils tous supérieurs à 70%.

On note une croissance des déficits des caractéristiques des écoulements en moyennes eaux.

V.3.1.2 Relation entre écoulement annuel et puissance de crue.

Cette approche graphique vise à montrer l'importance de la baisse des écoulements après la date de rupture. Elle donnera les intervalles des débits dans lesquels ces deux variables hydrologiques sont comprises.

Figure n°5. Relation module/Qmax du Mouhoun à Boromo avant et après 1965.



On constate une répartition différente suivant que nous sommes avant ou après la rupture. En effet avant 1965, les débits maximaux sont compris entre 100 et 200 m3/s et les modules entre 35 et 55 m3/s. Dans les deux cas on a une faible dispersion des valeurs. Sur l'ensemble de la série chronologique on a les débits les plus élevés.

Par contre après 1965, on observe un décalage vers de plus faibles valeurs du module et du débit maximal. Cette analyse confirme les conclusions données plus haut : changement de l'écoulement hydrologique après la date de rupture. On a une période d'abondance de crue avant 1965 et une seconde période où les débits sont plus faibles. On rentre après cette date dans une période de sécheresse hydrologique.

V.3.1.3 Analyse de la durée de temps où $Q > Q_{max}/2$

La représentation graphique (figure n°6) de la durée de $Q_{max}/2$ montre une date pivot. Date qui sépare notre série chronologique en deux parties. La première, avant 1983, est constituée par des durées plus longue que la deuxième partie. En effet la quasi-totalité des valeurs sont supérieures à 50 jours, soit près de deux mois par ans. Plusieurs années ont des durées dépassant 100 jours, plus de 3 mois, par année. Cela traduit que , pour cette période, les débits maximums étaient plus repartis sur toute la période pluvieuse. On note que des valeurs de points apparaissent après quatre ou cinq ans d'intervalle. Pour la deuxième période, les durées en générales n'exçèdent pas 55 jours. Le temps minimum de la série , qui est de 11 jours est observé en 1984. La deuxième plus petite valeur est de 18 jours. Elle est de 1986. Toutefois en milieu des années 1990 on a deux durées plus importantes de 92 jours en 1994 et de 108 jours en 1995. Mais les deux durées suivantes semblent nous rappeler que cette période ayant une plage de durée de débit maximum plus courte se prolonge. L'évolution de cette partie de la série confirme des études antérieurs qui montre d'une façon générale le nombre annuel de jour de pluie a fortement diminué en Afrique de l'ouest. (Paturel et al. 1997 ; Servat et al. 1997).

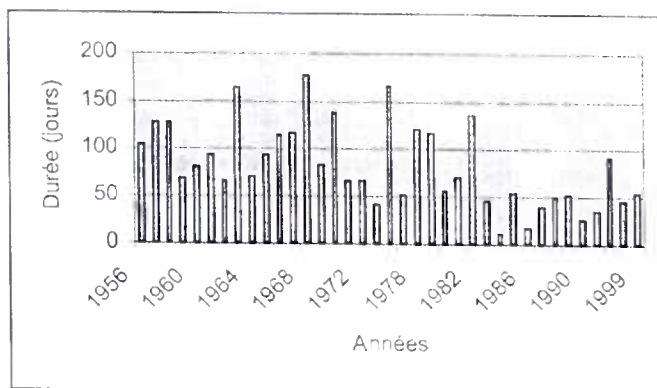


Figure n°6. Evolution de la durée de $Q > Q_{max}/2$

V.3.1.4 Analyse de l'évolution des dates de crues

Peut-on s'attendre à une répartition différente de part et d'autre de la date de rupture ? La figure montre que nous pouvons répondre par l'affirmative. En effet avant 1971, toutes les dates de crues oscillent autour de la date du 6 septembre, avec pour dates limites fin juillet et mi-octobre. Après cette année on observe que la plage d'apparition des crues est réduite de la mi-juillet au début du mois de septembre. La date moyenne de cette période est la mi-août. Nous avons donc une avance du temps des débuts de débits de crues de trois semaines dans l'année par rapport à la période avant rupture. Notons enfin que l'évolution des dates de crue est identique pour Q_{max} , DCC, VCX5 et VCX30. Toutefois il y a moins de fluctuation avant qu'après la rupture. Les graphes des dates de Q_{max} et VCX5 sont identiques ou ont une différence au plus de 4 jours. Cette relation est également vérifiée pour DCC et VCX30. Remarque que ses paramètres sont associés par paire suivant le nombre de jours de base de calcul de leur valeur : 1 pour Q_{max} , 5 pour VCX5, 10 pour DCC et 30 pour VCX30.

Evolution des dates de crues

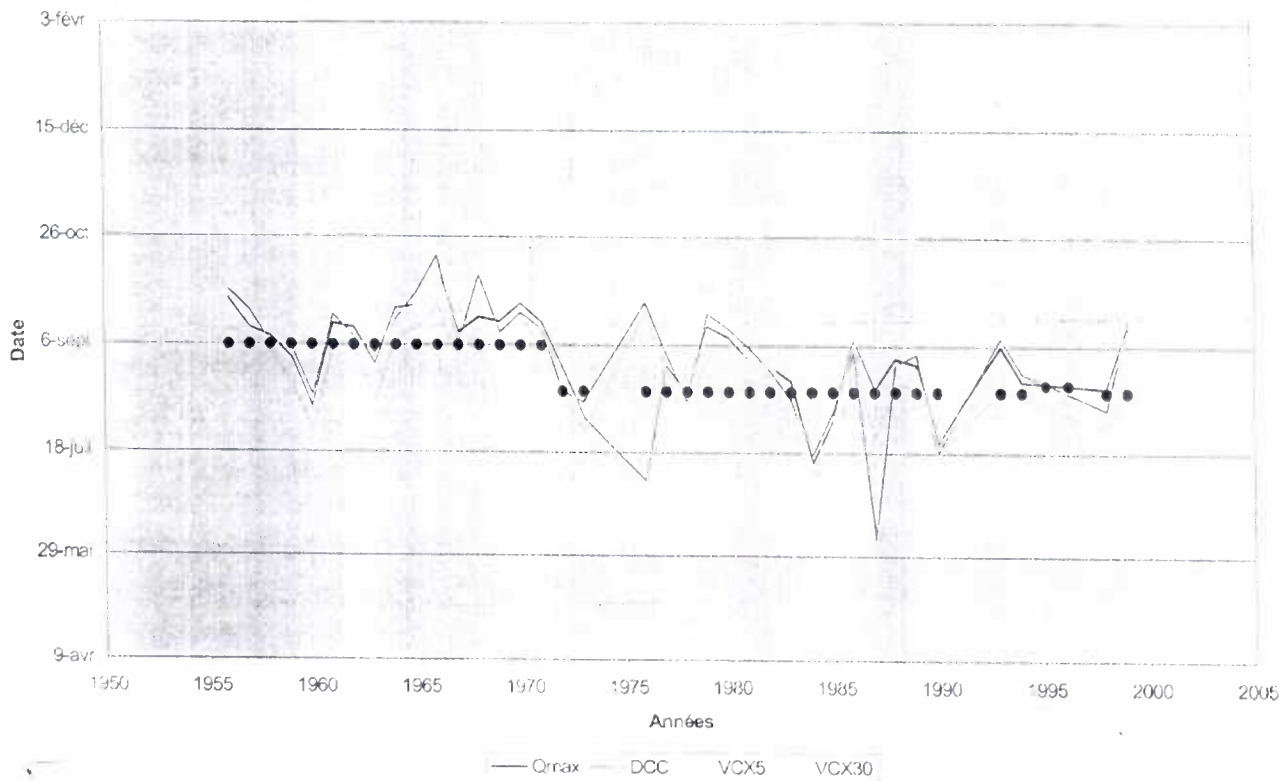


Figure n°7. Evolution des différents débits de crue.

V.3.2 Station de Dapola

Les résultats du test par Khronostat sont résumés dans le tableau ci-dessous.

Valeurs de déficits des différentes variables hydrologiques calculées de part et d'autre de la date de rupture sur le Mouhoun à DAPOLA.

Paramètres	A/NA	Année de rupture	Déficit
Qmax	A	Rien	Rien
DCC	NA	Rien	Rien
VCX5	A	Rien	Rien
VCX30	A	Rien	Rien
DC3	A	Rien	Rien
DC6	NA	1968	37%
DC9	NA	1969	90%
Qmin	NA	1975	95%
VCN60	NA	1971	82%
Module	NA	1968	22%

Date de debut ou durée des débits	A/NA	Année de rupture	Déficit
Dmax	NA	1977	9%
DCC	NA	1977	6%
VCX5	NA	1977	9%
VCX30	NA	1976	6%
DC3	A	Rien	Rien
DC6	A	Rien	Rien
DC9	NA	Rien	Rien
Qmin	A	Rien	Rien
VCN60	NA	Rien	Rien
Nombre de jours où $Q \geq Q_{max}/2$	A	Rien	Rien

V.3.2.2 Commentaires des résultats.

Les résultats du traitement des données de la stations de Dapola ne fournissent aucune date de rupture pour les variables en hautes eaux. Aucun changement n'a eu lieu durant la période étudiée, de 1959 à 1988, au niveau de l'évolution de l'écoulement en phase des hautes eaux. Par contre, on note un déficit sur les dates de début des débits de crues. En effet le test identifie deux dates de ruptures :1977 et 1976 et deux déficits de 6% et 7%. On a une tendance à la baisse. Autrement dit, bien qu'il n'est pas de

fluctuation des débits, ils ont leurs apparitions légèrement plutôt par rapport aux dates antérieures à 1971. La date de rupture de la seule caractéristique en moyennes eaux significative, DC9, est 1968 une on a une diminution 37%.

Il nous faut souligner pour cette station une certaine dualité entre les caractéristiques de débits et les variables de durée. En effet le manque de rupture dans l'une correspond à présence de date de changement de tendance dans l'autre. Les ruptures des dates sont de 1977 alors que celles des débits ont pour moyenne 1970. Donc on a un retard de 7 ans sur changement des séries chronologiques temporelles par rapport aux variables de débits Nous avons une évolution graduelle des ruptures et des déficits des moyennes eaux aux basses eaux. Or pour les dates on a une rupture unique en hautes eaux.

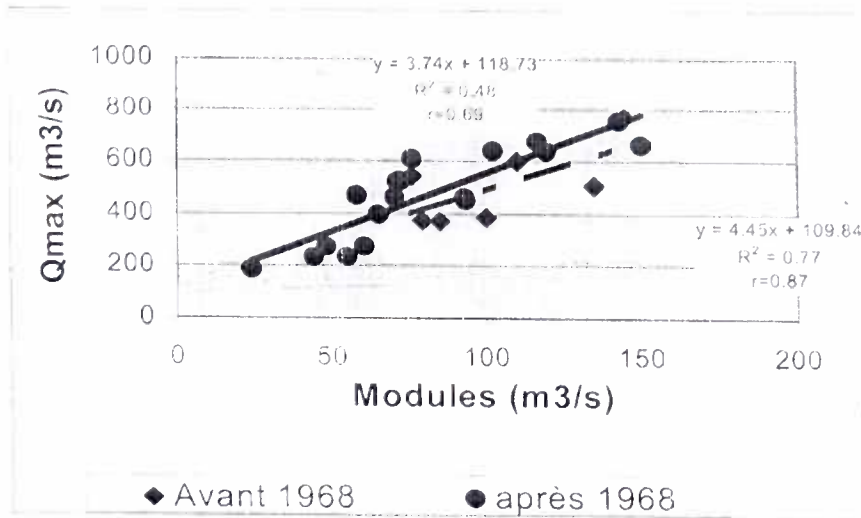
V.3.2.3 Relation entre Qmax et le module

La répartition des débits après l'année de rupture de 1968, pour le module, est faite d'une façon quelconque sur toutes les années de la série. Par contre avant la rupture, les débits de module sont localisés autour de 75 m³/s et de 175 m³/s et ceux de Qmax compris dans la fourchette de 350 m³/s et 600m³/s. Donc pour cette période les valeurs des débits sont localisées dans des plages bien définies.

Les coefficients de corrélation apportent une information de plus. En effet il est plus élevé après la date de rupture qu'avant. Cela montre que la relation entre ces deux variables sont plus étroites pour cette période. Autrement dit, on observe une importance de la concentration des écoulements annuels sur l'hydrogramme de crue. Une relation similaire est observée sur l'Oubangui à Bangui avant et après 1970. Pour ces deux périodes les coefficients de corrélations sont respectivement de 0,69 et 0,87¹⁰. La figure ci-dessous illustre les commentaires sur la station de BOROMO.

¹⁰ Source : Variabilité de la puissance de crues des grands cours d'eau d'Afrique intertropicale et incidence de la baisse des écoulements de base au cours des deux dernières décennies. (J.-C. OLIVRY, J.P. BRICQUET & G.MAHE.

Figure n°8. Relation entre Qmax et le module sur le Mouhoun à BOROMO

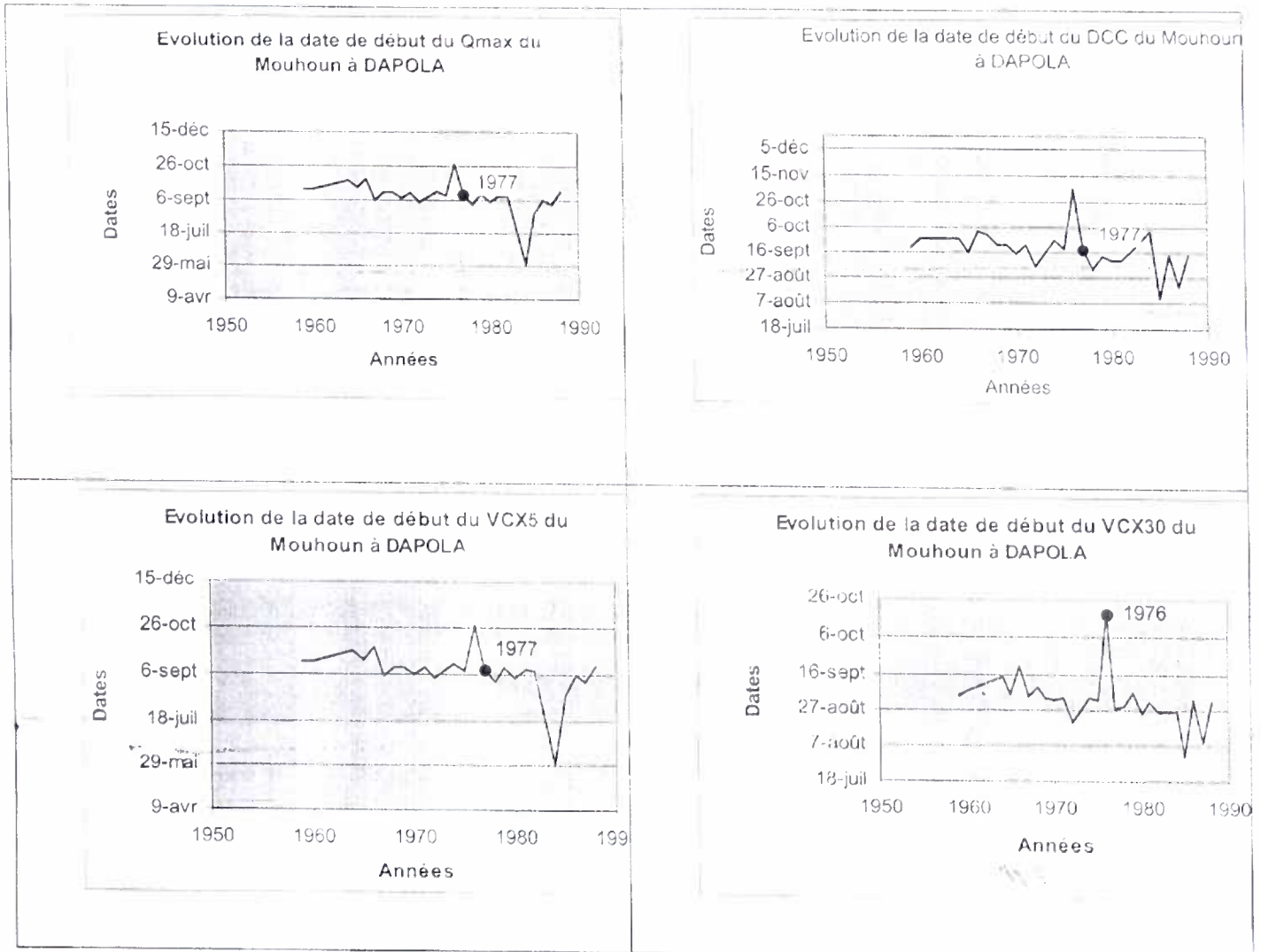


V.3.2.4 Evolution des dates de crues

Comme souligné plus haut, la principale date de rupture est 1977. La figure n° montre nettement la tendance à la baisse de ces variables. Les dates de début des variables Qmax, DCC, et VCX5 étaient bien comprises, avant la rupture, dans un intervalle de jours précis. Ainsi, on pouvait prévoir leur apparition avec plus d'exactitude. En effet, Qmax et VCX5 n'apparaissent que entre le 6 septembre et le 1^{er} octobre, DCC du 6 septembre au 6 octobre et pour VCX30 de la mi-août à la mi-septembre. On note en 1976 un retard important des débits. Cela est dû à la sécheresse de 1973 à 1974. La capacité de rétention du sol a constitué un frein au ruissellement des eaux des précipitations de 1975. En 1984, il y'a une très importante avancée des dates de début des écoulements en hautes eaux. Comme dit plus haut, ce changement est dû aux travaux d'aménagements du Sourou et les prélèvements au fil de l'eau à Tenado et Poura qui ont réduit les débits de crues et provoqué un assèchement depuis 1984. Cette même observation a été faite à la station de Noubiel¹¹. Après cette année, on a une fluctuation des dates de début. La figure n° trace l'évolution des différentes dates de début des débits de crues.

¹¹ Source : Politique et stratégies en matière d'eau, ministère de l'environnement et de l'eau.

Figure n°9. Evolution des dates de début des crues du Mouhoun à DAPOLA.



V.3.3 Station de samendeni

Tableau n°3. Valeurs de déficits des différentes variables hydrologiques calculées de part et d'autre de la date de rupture sur le Mouhoun à Samendeni.

Paramètres	A/NA	Année de rupture	Déficit	Date de debut ou durée des débits	A/NA	Année de rupture	Déficit
Qmax	A	1966	44%	Dmax	A	Rien	Rien
DCC	NA	1968	39%	DCC	A	Rien	Rien
VCX5	A	1968	47%	VCX5	A	Rien	Rien
VCX30	NA	1968	44%	VCX30	A	1969	11%
DC3	A	1967	32%	DC3	A	Rien	Rien
DC6	NA	1967	32%	DC6	NA	Rien	Rien
DC9	NA	1976	60%	DC9	A	Rien	Rien
Qmin	NA	1975	74%	Dmin	NA	1973	10%
VCN60	NA	1976	58%	VCN60	NA	1971	4%
Module	NA	1968	42%	Nombre de jours où $Q \geq Q_{max}/2$	A	Rien	Rien

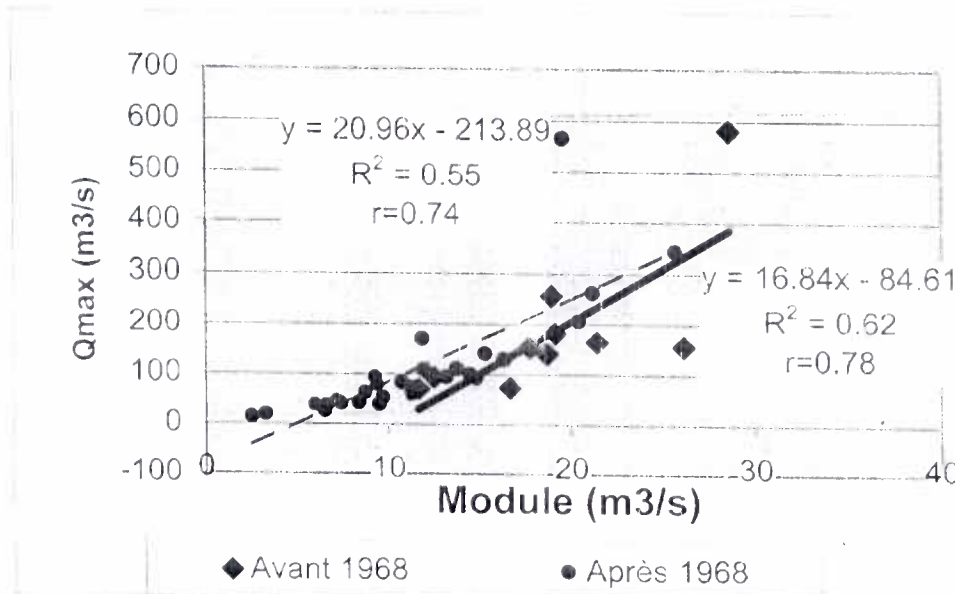
V.3.3.1 Commentaire des résultats.

Les variables de débits ont une évolution non aléatoire sauf Qmax, VCx5 et DC3. Les dates de ruptures des hautes eaux et moyennes eaux sont respectivement de 1966 et 1967. Par contre celles des basses-eaux apparaissent environ 10 ans plus tard en 1975 et 1976 avec des valeurs de déficits les plus élevés, supérieurs en moyenne à 60%. Les paramètres des débuts d'écoulement des débits ont une date de rupture en moyenne de 1971 avec des déficits entre 4% et 11%. Pour les autres variables, on n'a observé aucun changement de tendance.

V.3.3.2 Relation entre écoulement annuel et puissance de crue

La figure suivante illustre bien la relation entre Q_{max} et le module.

Figure n°10. Relation Modules/ Q_{max} du Mouhoun à Samendeni avant et après 1968

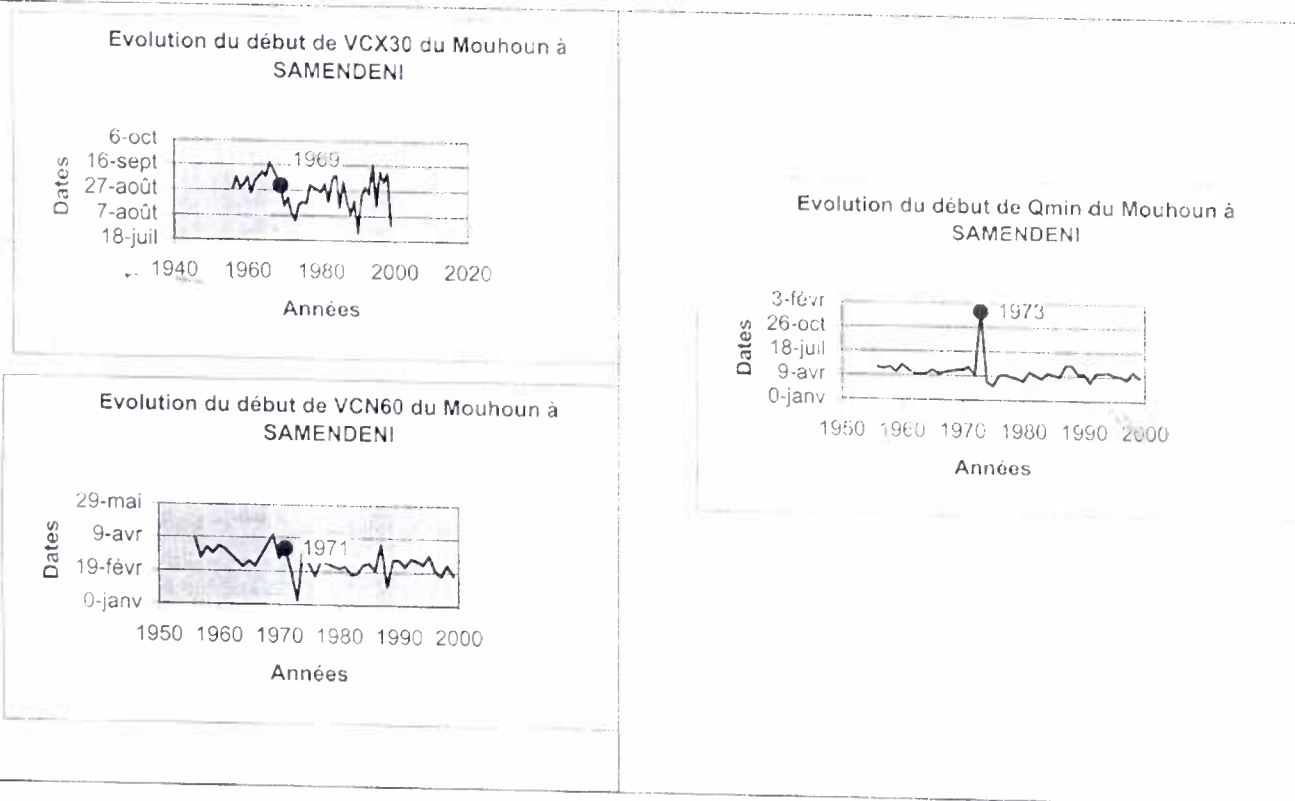


Les débits d'après 1968 ont des valeurs plus petites, inférieure à $100 \text{ m}^3/\text{s}$ pour le débit maximal et de $15 \text{ m}^3/\text{s}$ pour le module. On a donc un amoindrissement de la puissance de crues annuelles après la date de rupture de 1968. De plus le coefficient de corrélation est plus élevé après 1968. Durant cette phase de déficit hydrologique, la relation entre Q_{max} et le module est plus forte d'avant la date de rupture.

V.3.3.3 Evolution des dates de crues

La date moyenne d'apparition du débit VCN60, avant la rupture, est autour de la mi-mars. Celle de VCX30 et Q_{min} sont respectivement de début septembre et de la mi-mai. Après leur rupture ces séries présentent une fluctuation importante. La tendance une avance dans le temps de 10 jours en moyenne est observée.

Figure n°11. Evolution des dates de début des crues du Mouhoun à SAMENDENI.



V.3.4 Station de Wayen

Tableau n°4. Valeurs de déficits des différentes variables hydrologiques calculées de part et d'autre de la date de rupture sur le Nakambé à WAYEN

Débits	A/NA	Année de rupture	Déficit
Qmax	A	Rien	Rien
DCC	A	Rien	Rien
VCX5	A	Rien	Rien
VCX30	A	Rien	Rien
DC3	A	Rien	Rien
DC6	A	Rien	Rien
DC9	Rien	Rien	Rien
Qmin	Rien	Rien	Rien
VCN60	Rien	Rien	Rien
Module	A	Rien	Rien

Date de début ou durée des débits	A/NA	Année de rupture	Déficit
Dmax	A	Rien	Rien
DCC	A	Rien	Rien
VCX5	A	Rien	Rien
VCX30	A	Rien	Rien
DC3	A	Rien	Rien
DC6	A	Rien	Rien
DC9	A	Rien	Rien
Qmin	NA	Rien	Rien
VCN60	Rien	Rien	Rien
Nombre de jours où $Q \geq Q_{max}/2$	NA	Rien	Rien

V.3.4 1 Commentaires des résultats :

Aucune date de rupture n'est détectée par le test de Pettitt. Nous n'avons pas de changement de tendance. On note par contre une très forte irrégularité des crues. Les apports d'une année peuvent représenter les apports de plusieurs années consécutives. Cette même conclusion est tirée de l'analyse des débits moyens annuels faite par le ministère de l'environnement et de l'eau sur une période de 1965 à 1997¹². Le graphique ci-dessous illustre cette irrégularité pour le module.

¹² Source : Politique et stratégies en matière d'eau (page 50.)

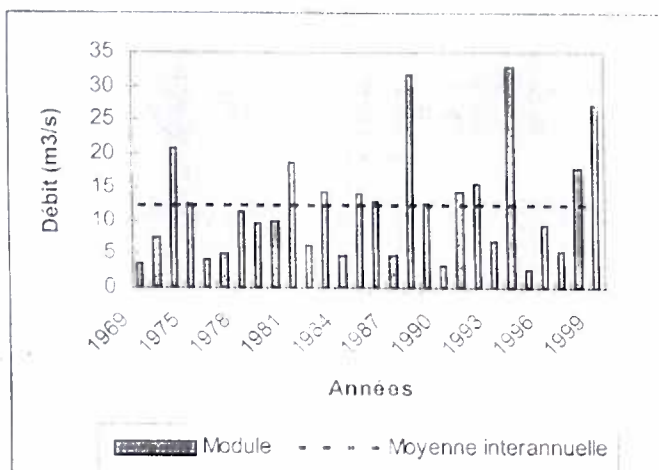


Figure n°12. Evolution annuelle du module

Cette irrégularité est également constatée pour les autres débits. Par contre les paramètres de date ne varie pas ou de très peu sauf pour DC3, DC6 et DC9 où l'écart entre deux années consécutives peu être de quelques jours a plusieurs mois.

V.3.5 Station de Yendere

Tableau n°5. Valeurs de déficits des différentes variables hydrologiques calculées de part et d'autre de la date de rupture sur la Léraba à Yenderé

Paramètres	A/NA	Année de rupture	Variation relative	Date de debut ou durée des débits	A/NA	Année de rupture	Déficit
Qmax	A	1971	-51%	Dmax	A	Rien	Rien
DCC	NA	1971	-49%	DCC	A	Rien	Rien
VCX5	NA	1971	-52%	VCX5	A	Rien	Rien
VCX30	NA	1971	-52%	VCX30	A	Rien	Rien
DC3	A	Rien	Rien	DC3	NA	1986	14%
DC6	A	Rien	Rien	DC6	A	Rien	Rien
DC9	A	1987	93%	DC9	NA	1977	38%
Qmin	NA	1989	380%	Qmin	A	Rien	Rien
VCN60	NA	1989	250%	VCN60	NA	1971	28%
Module	NA	1971	-43%	Nombre de jour où $Q \geq Q_{max}/2$	A	Rien	Rien

V.3.5.1 Commentaires des résultats

L'unique date de rupture des écoulements est hautes eaux est celle de 1971 avec un déficit de 50% qui traduit une baisse des valeurs des variables débits. On observe aucun changement au niveau des jours de début de ces paramètres. En période des basses-eaux on constate des gains très importants compris entre 90% et 400% pour des dates de rupture situées en fin des années 1980. On note une augmentation des valeurs des paramètres des basses eaux. Les données pluviométriques ce bassin versant montre une augmentation de la pluviométrie. Ceci explique l'augmentation des débits. Les variables de début d'écoulement qui une date de rupture sont DC3, DC9 et VCN60 qui sont respectivement 1986, 1977 et 1971. Toutes ces séries ont une tendance à la baisse. Les autres variables non citées ne présentent aucun changement.

V.3.5 2 Relation Qmax et module

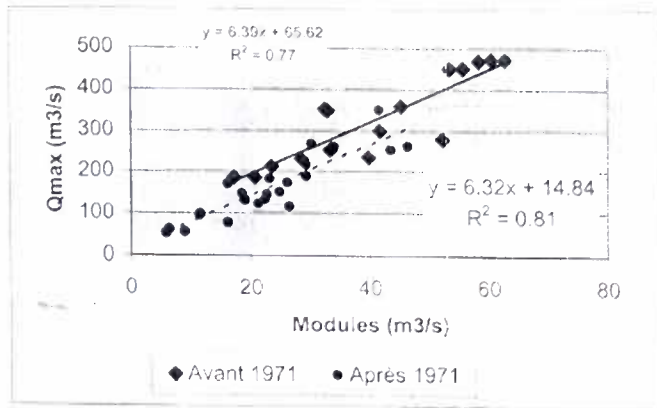
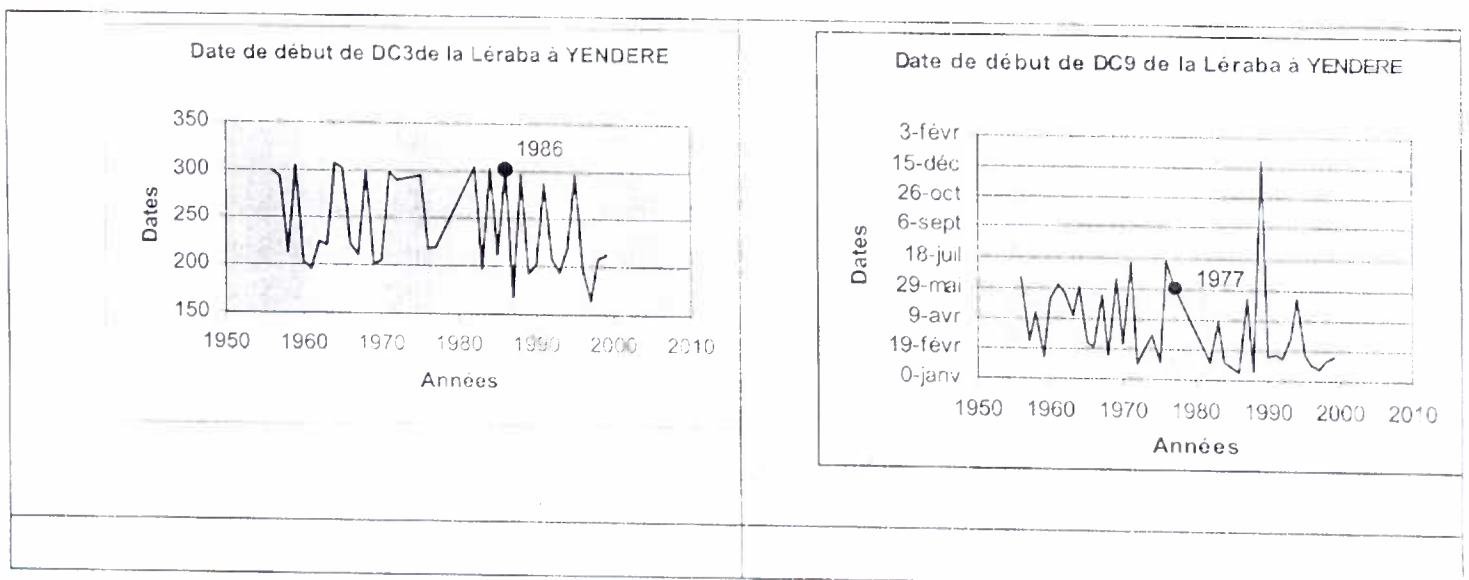


Figure n°13. Relation Qmax et module

Avant la rupture les débits maximaux étaient tous supérieurs à 180 m³/s et pouvant atteindre des valeurs de 500 m³/s.. Après 1970, les valeurs des débits sont plus faibles. Les coefficients de corrélation élevée montre la continuité de la forte relation entre le module et le débit maximum. Toutefois, le décalage entre les deux droites de régression montre un appauvrissement significatif de l'écoulement du débit maximum ,depuis la rupture, de l'ordre de 53m³/s.

V.3.5 3 Evolution des dates de crues

Figure n°14. Evolution des dates de crue sur la Léraba à YENDERE



Avant les deux dates de rupture, les débits des écoulements oscillent entre une date moyenne. Pour DC9, elle est située à la mi-avril et pour DC3 de but septembre. Après ces dates, on note une légère précocité du début de ces écoulements.

V.3.6 Station de Folonzo

Tableau n°6. Valeurs de déficits des différents variables hydrologiques calculées de part et d'autre de la date de rupture sur la Comoé à FOLONZO.

Paramètres	A/NA	Année de rupture	Déficit
Qmax	A	Rien	Rien
DCC	A	Rien	Rien
VCX5	A	Rien	Rien
VCX30	A	Rien	Rien
DC3	A	Rien	Rien
DC6	A	Rien	Rien
DC9	A	1974	88%
Qmin	A	1973	95%
VCN60	A	1979	95%
Module	A	Rien	Rien

Date de debut ou durée des débits	A/NA	Année de rupture	Déficit
Dmax	A	Rien	Rien
DCC	A	Rien	Rien
VCX5	A	Rien	Rien
VCX30	A	Rien	Rien
DC3	A	Rien	Rien
DC6	A	1987	46%
DC9	A	Rien	Rien
Qmin	A	Rien	Rien
VCN60	A	Rien	Rien
Nombre de jours où $Q \geq Q_{max}/2$	A	Rien	Rien

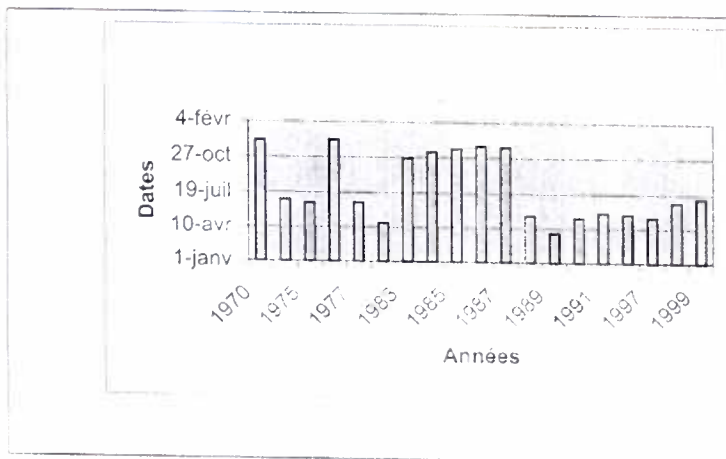
V.3.6.1 Commentaires des résultats.

Toutes les variables sont des séries aléatoires sont DC9, Qmin et VCN60. Ces variables de basses-eaux ont tous un déficit supérieur à 80%. Ceci traduit une baisse importante de la quantité des débits pour ces écoulements après chacune des date de rupture correspond à chacune. La rupture est observée pour DC9 en 1974, pour Qmin en 1973 et VCN60 en 1979. L'unique paramètre de début d'écoulement ayant une date de rupture est DC6. Cette tendance à la baisse est observée en 1987 avec le déficit de 46%.

V.3.6 2 Evolution des débuts de crue.

Nous n'interprétons graphique que la seul variable de date ayant une rupture : DC6..

Figure n°15. Evolution de la date de début de DC6.



De 1970 à 1987 la plage possible d'apparition de cette date était comprise entre la mi-avril et début décembre. On observe particulièrement que de 1983 à 1987, des débuts en novembre. Mais après la rupture, cette plage réduite se limite de fin mars à a la mis juillet. Ce changement traduit une avancée du début des écoulements des moyennes eaux après 1987.

V.4 Analyse générale des résultats

Après cette étude par station, une analyse d'ensemble nous donnera une conclusion de notre analyse. L'année de rupture prédominante est 1971 qui représente 30% des dates de ruptures. Le second groupe de date suivant 1971 est constitué de 1966 et 1973 avec un pourcentage de 8%. Nous aboutissons à la conclusion générale menée par d'autres études que le début des années 1970 marque le changement de tendance dans la plus part des écoulements des cours d'eau d'Afrique de l'ouest et centrale.

Les quantités quantité écoulee à l' échelle annuelle, caractérisée par le module, sont en baisse , entre 22% et 46%. Ce phénomène est également observé en hautes eaux

puisque les débits maximums, les débits caractéristique de crue et les débits moyens maximum annuels de 5 et 10 jours consécutives sont nettement inférieurs a ceux observés auparavant, généralement compris en 25% et 50%. Les débits caractéristiques des valeurs des moyennes eaux sont également à la baisse. La baisse des basses eaux est très forte puis que la quasi-totalité des déficits est supérieurs à 60%.

La date de rupture de début des différents débits est située plus en retard dans le temps par rapport aux dates de ruptures des écoulements Certains sont du début de la décennie de 1980. Cela montre que le changement de tendance du débit n'implique pas celui de leur date de début d'écoulement. du débit . On a donc une eau moins abondante, qui apparaît plutôt, part rapport à la période avant rupture.

Ce déficit implique de nombreuses conséquences. Nous sommes en présence d'une réduction de la disponibilité de l'eau de surface. Les retenues d'eau seront moins remplies. La disponibilité pour l'adduction d'eau potable réduire. L'utilisation pour l'irrigation limitée. Vu la baisse du débit maximum, ne faudra-t-il pas repenser les débits de dimensionnement d'ouvrage ?

CONCLUSION

De notre étude, il ressort clairement, que le régime hydrographique du Burkina Faso connaît les mêmes changements de tendance, généralement à la baisse, que ceux observés dans la région ouest africaine. Nous avons abouti aux conclusions suivantes :

- une rupture en 1971 pour les débits
- une rupture vers la fin des années 1970 pour les dates d'occurrence de ces différents débits
- une diminution des débits d'eau écoulée
- les débuts de ces écoulements sont plus précoces

Ces périodes d'écoulement déficitaire sont les réponses des variations climatiques sur l'ensemble du territoire burkinabé. Toutefois, l'étude de la station de Wayen, n'a mis en évidence aucune date de rupture. Une investigation plus approfondie pourrait trouver pourquoi cette station fait exception au changement de tendance.

ANNEXES

Annexe n°1 :Bibliographie

Régimes hydrologiques de l'Afrique noire à l'ouest du Congo

OSTROM

J.RODIER

Variabilité des ressources en Eau en Afrique au XX ème Siècle.

IAHS Publication n°252

Evolution récente du régime hydrologique de quelques rivières de Roumanie centrale

Revu des sciences de l'eau 4(1997) 545-552

J.P. Carbonnel, R. Petrorian et P. Serban.

Monographie hydrologique des Volta

OSTROM

Monographie hydrologique du fleuve Niger

OSTROM

Politique et stratégies en matière d'eau

Ministère de l'environnement du Burkina Faso (Juillet 1998)

Evaluation hydrologique de l'Afrique Sub-Saharienne

Pays de l'Afrique de l'Ouest

Banque mondiale

Aperçu hydrologique des surfaces du Burkina Faso

Ministère de l'eau

Direction de l'inventaire des ressources hydrauliques (juin 1993)

Annexe n°2 : Présentation et historique des différentes stations étudiées

COMOE A FOLONZO

Code IRD:	1202700232
Coordonnée:	Latitude 09°54' N Longitude 04°37' W
Bassin versant :	8810 Km ²
Date d'installation :	1 ^{er} Avril 1969
Equipements :	Batterie de 11 éléments d'échelles métriques sur IPN de 0 à 11m.
Repère :	Repère de nivellement SH installé le 29 / 04 /1982
Zéro de l'échelle :	11.15 m sous repère

Historique :

La station a été créée en avril 1969 par OSTROM par le compte de HER, en rive droite de la COMOE en amont du gué de la route venant de FOLONZO. La hauteur d'eau est relevée une fois par jour par un observateur.

LA LEREBA A YENDERE

Code IRD:	12020041810
Coordonnée:	Latitude 10°10' N Longitude 05°04' W
Bassin versant :	5930Km, partie Burkina 3640 km ²
Date d'installation:	4 Juin 1955
Equipements :	Limnimètre de 1 à 11m sur pilier de l'ancien pont et sur IPN. Limnimètre à tambour horizontal, rotation mensuelle, réduction 1/10.
Repère :	IGN sur culée du pont en rive droite, côté Côte D'Ivoire, altitude 279.99m

Zéro de l'échelle : 14.70m sous le repère IGN, altitude 264.29m

Historique:

La station a été créée en 1956 par l'arrondissement de l'hydraulique de la subdivision de Bobo Dioulasso. Le limnimètre en rive gauche sur le pont était composé de deux éléments 0-1 et 1-2 sur IPN, d'une échelle 2-8 sur pilier et d'une échelle 8-12 sur la culée.

Un limnigraphe a été installé le 1^{er} juin 1976 sur un puits PVC de 17m de Hauteur pour mieux suivre la variation du niveau d'eau.

En 1987 en raison de la construction d'un nouveau pont sur la LERABA, la rivière a été barrée en amont de l'ancien pont du 12 avril au 4 Juin. A la suite de ces travaux les éléments d'échelle 0 à 9 m ont été arrachés. Le 4 juin une nouvelle batterie a été installée sur le pilier de l'ancien pont. Après la réouverture du barrage on constata que la présence de batardeaux en rive gauche crée des remous autour de la gaine du limnigraphe pour les côtes inférieures à 3.00m. Cette perturbation a été prolongée jusqu'en fin d'année.

LE NAKAMBE A WAYEN

Code IRD:	120202701016	
Coordonnée:	Latitude 12°23'N	Longitude 01°05'W
Bassin versant :	21 060 km ²	
Date d'installation:	16 / 06 / 1955	
Equipements :	Limnimètre sur culée rive gauche, côté amont Limnigraphe à tambour horizontal, rotation manuelle, réduction	
1/10		
Repère :	Rivet IGN sur le trottoir aval, côté rive gauche	
Zéro de l'échelle	Altitude 259.069 m	

Historique:

La première échelle au pont de la route Ouagadougou Koupela sur le Nakambe a été installée en juin 1955 et fut abandonnée en 1986.

Le 05 juin 1955, la station fut réouvert par l'ORSTOM en installant un limnigraphe contre le pilier central du pont. En octobre 1971 et avril 1973 le limnigraphe est retiré en raison des travaux du pont. En plus de l'enregistrement, un observateur effectue une lecture d'échelle par jour.

Durant l'hivernage, une petite digue en terre est construite par les riverains, immédiatement en amont de la station afin de créer un point d'eau. Au moment des première pluie la digue est emportée, perturbant ainsi pendant quelques temps le fonctionnement de la station.

LE MOU HOUN A SAMENDENI

Code IRD:	12020270232	
Coordonnée:	Latitude 11°28'N	Longitude 04°28' W
Bassin versant :	4 680 km ²	
Date d'installation:	24 / 03 / 1954	
Equipements :	Limnimètre de 9 éléments sur pilier et culée rive gauche.	
Repère :	Chaussée du pont côté Bobo Dioulasso	
Zéro de l'échelle :	9.644 m sous le repère	

Historique :

En 1955, la station hydrométrique était constituée d'une échelle limnimétrique de 8 éléments installés en rive droite.

Le 19 avril 1969 un limnigraphe a été mis en fonctionnement. Le 18 avril 1970 le premier et le dernier élément ont été déplacé en rive gauche et calés au même zéro.

Les débits d'étiage sont influencés par les prélèvements en amont pour l'irrigation du périmètre rizicole de BANZO.

Les 20 et 21 mai 1987, la station a été équipé d'une plate forme de rassemblement des données. Ce dispositif a été installé à la place du limnigraphe OTT X. Il comprend un

limnigraphe à flotteur de réduction 1/20 et une balise ARGOS permet la transmission par satellite des données recueillies. L'énergie est fournie par panneau solaire.

LE MOUHOUN A BOROMO

Code IRD:	12020270208
Coordonnée:	Latitude 11°47' N Longitude 02°55' W
Bassin versant :	39 000km ² (sans le bassin du sourou)
Date d'installation:	28 / 03 / 1955
Equipements :	Limnimètre composé sur pilier sur pont
Repère :	IGN rivet à l'altitude 250.459m sur la culée rive droite du pont
Zéro de l'échelle :	13.48m sous le repère
Altitude :	237.98m

Historique :

La première échelle (1-9 m) installée en 1955 au pont de la route Ouagadougou Bobo-Dioulasso sur le MOUHOUN n'a pratiquement pas été modifiée depuis. Elle a été complétée en 1973 par un élément de basses eaux E 0-1. Un limnigraphe a été installé en mai 1976 sur une gaine PVC de 14 m de hauteur. En 1982, toute la batterie a été remontée de 3.0 cm après un nivellement de contrôle. Le fond du puits du limnigraphe a été abaissé et relié au lit mineur d'étiage par une conduite PVC.

Jusqu'en 1976, les débits d'étiage étaient influencés par les prélèvements du Haut bassin (BANZO, VALLEE DU KOU). De 1976 en juillet 1984, l'écoulement en étiage est influencé par les lachures vannes de LERI. A partir du 28 juillet 1984, mise en eau du canal MOU-HOUN –SOUROU, les débits sont influencés en permanence par le jeu de réserve dans le SOUROU.

LE MOU-HOUN A DAPOLA

Code IRD: 12020270211
Coordonnée: Latitude 10°34'N Longitude 02°55' W
Bassin versant : 68 750 km²
Date d'installation: 1956
Equipements : Limnimètre composé de 11 éléments métriques sur 7 supports
IPN de 0 à 11m.
Elément négatif installé le 16 / 02 / 1981
Nouvelle Batterie de 0 à 4m le 16 / 04 /1985 sur gaine du
limnigraphe
Limnigraphe OTT X installé le 16 / 04 / 1985
Repère : Borne SH
Zéro de l'échelle : 11.443m sous le repère
Altitude : Environ 218m

Historique :

La station a été créée en juillet 1956 pour le service de l'hydraulique en rive droite du MOUHOUN au bout de la piste TIANKOURA-NAKO-DAPOLA. Elle est voisine de la station ghanéenne de LAWRA en rive gauche. Elle est suivie par un observateur qui fait deux lectures par jour. Un élément négatif a été installé le 16 / 02 / 1981.

Annexe n°3 : Date et valeurs annuels des débits par station (en m³/s) des différentes variables hydrologiques

Mouhoun à Samendeni

Tableau N°3.1: Date et valeurs annuels des débits (en m³/s) des variables hydrologiques du Mouhoun à Samendeni

Années	Module	Date Qmax	Qmax	Nombre de jours où Q>=Qmax/2	Date Qmin	Qmin	Date VCX5	VCX5	Date VCX30	VCX30
1956	18.7	3-sept	141.3	30	11-mai	3.0	2-sept	130.8	28-août	99.8
1957	21.4	12-sept	165.1	33	7-mai	2.7	10-sept	149.7	6-sept	106.7
1958	26.1	3-sept	156.3	44	13-mai	2.7	31-août	151.5	29-août	133.5
1959	17.8	24-sept	153.8	22	22-avr	2.6	22-sept	148.2	31-août	91.7
1960	19.1	18-sept	182.4	16	23-mai	2.3	15-sept	160.4	6-sept	103.3
1961	28.6	5-sept	581.9	6	3-mai	2.2	2-sept	488.1	25-août	191.3
1962	12.5	7-sept	93.8	20	16-avr	2.3	7-sept	92.5	3-sept	62.9
1964	16.7	1-oct	73.6	64	16-avr	2.1	28-sept	72.8	10-sept	66.3
1965	18.9	17-sept	257.4	6	2-mai	2.3	16-sept	176.0	7-sept	96.4
1966	11.6	8-oct	70.4	35	18-avr	2.2	6-oct	67.6	18-sept	50.3
1969	16.3	9-sept	129.9	18	2-mai	1.5	7-sept	122.7	30-août	78.9
1970	25.7	4-sept	344.3	11	4-mai	1.6	2-sept	244.4	15-août	168.4
1971	11.9	24-août	171.0	9	14-mai	1.9	23-août	141.0	21-août	73.9
1972	6.5	15-août	27.7	57	11-avr	1.4	14-août	26.5	9-août	20.6
1973	6.0	25-août	39.0	29	30-déc	1.3	23-août	38.3	4-août	28.3
1974	13.7	31-août	110.5	28	14-mars	0.3	28-août	102.5	16-août	69.9
1975	14.4	19-août	100.1	36	28-févr	0.7	14-sept	90.1	18-août	67.9
1976	9.5	30-août	40.5	67	10-avr	0.9	27-août	40.1	17-août	33.2
1977	6.6	15-sept	38.4	38	13-avr	1.1	14-sept	37.8	31-août	34.0
1980	10.7	13-sept	84.2	26	20-mars	0.8	11-sept	81.0	26-août	57.9
1981	8.7	19-sept	64.2	26	25-avr	0.5	16-sept	62.1	1-sept	45.7
1982	11.3	4-sept	70.6	41	12-avr	0.4	24-août	69.2	19-août	62.1
1983	3.3	20-sept	20.2	24	30-mars	0.6	18-sept	19.8	4-sept	13.2
1984	2.5	21-sept	15.0	34	23-avr	0.0	19-sept	14.4	12-sept	11.0
1985	13.1	19-août	94.9	38	14-avr	0.0	15-août	89.5	14-août	67.3
1986	11.9	9-sept	108.8	25	8-avr	0.3	7-sept	100.1	3-sept	69.5
1987	7.2	10-sept	46.9	39	24-mai	0.0	8-sept	46.3	19-août	38.5
1988	11.2	13-août	61.6	65	25-mai	0.4	12-août	60.1	9-août	47.4
1989	9.3	31-août	93.7	17	18-avr	0.1	29-août	91.2	19-août	56.5
1990	7.4	17-août	42.0	52	18-avr	0.0	15-août	41.2	25-juil	33.8
1991	19.6	31-août	566.8	4	17-mars	0.0	29-août	398.4	23-août	149.7
1992	9.4	8-sept	79.3	24	23-avr	0.1	6-sept	75.2	30-août	52.4
1993	8.4	18-sept	43.9	50	24-avr	0.0	15-sept	43.8	25-août	41.8
1994	20.4	14-août	207.1	12	26-avr	0.0	14-août	138.2	17-sept	78.5
1995	11.3	1-sept	73.0	27	14-avr	0.6	30-août	71.8	16-août	52.6
1996	15.3	12-sept	141.9	15	11-avr	0.2	12-sept	114.7	11-sept	74.1
1997	9.7	22-sept	54.6	48	29-mars	0.2	20-sept	53.6	3-sept	45.5
1998	14.8	26-sept	93.7	36	29-avr	0.9	25-sept	89.1	10-sept	62.1
1999	21.2	1-août	264.3	4	8-avr	0.1	1-août	183.9	31-juil	97.1

Années	Date DCC	DCC	Date DC1	DC1	Date DC3	DC3	Date DC6	DC6	Date DC9	DC9	Date VCN60	VCN60
1956	9-sept	101.8	27-août	70.5	31-oct	18.3	23-janv	5.4	17-mars	3.9	8-avr	3.3
1957	8-sept	109.8	28-sept	85.8	8-nov	23.4	27-juin	6.4	16-févr	3.7	10-mars	3.1
1958	29-sept	146.1	20-sept	116.7	2-août	26.0	14-juil	5.8	1-juil	3.5	25-mars	3.0
1959	19-sept	102.9	2-sept	70.2	6-août	14.2	24-déc	4.6	4-mars	3.4	17-mars	2.8
1960	23-sept	100.2	5-sept	62.5	28-juil	21.4	5-juil	4.9	16-févr	3.1	27-mars	2.7
1961	9-sept	153.4	27-août	95.8	24-juil	21.4	30-juin	4.7	27-févr	3.1	23-mars	2.5
1962	15-sept	71.8	3-oct	43.1	8-nov	11.3	8-juil	4.0	2-mars	3.0	14-mars	2.6
1964	25-sept	69.6	9-sept	57.2	28-juil	24.0	30-déc	5.2	29-juin	2.9	26-févr	2.5
1965	22-août	100.9	30-sept	65.3	4-août	16.6	6-janv	5.5	28-févr	3.2	5-mars	2.6
1966	13-oct	52.3	18-sept	37.8	4-nov	15.8	17-juin	3.7	7-juin	2.8	27-févr	2.5
1969	15-sept	90.7	30-août	44.8	6-août	17.9	5-févr	8.4	21-déc	4.3	13-avr	2.0
1970	18-août	176.9	14-sept	94.7	19-oct	20.4	20-déc	5.0	18-févr	2.6	10-mars	2.0
1971	1-sept	83.6	20-août	36.2	18-oct	9.6	12-déc	3.2	21-mai	2.7	24-mars	2.2
1972	17-sept	22.8	25-août	19.7	28-juil	8.4	12-nov	3.1	21-avr	2.2	20-févr	1.7
1973	19-août	33.3	4-août	19.1	12-juin	4.5	18-avr	3.0	4-mars	1.7	7-janv	1.5
1974	3-sept	79.8	2-août	52.9	12-oct	18.2	26-nov	2.7	15-févr	1.1	22-mars	0.9
1975	19-sept	82.5	25-août	56.0	16-oct	15.2	27-nov	3.3	2-févr	1.6	2-mars	1.2
1976	2-sept	37.1	4-nov	25.4	7-oct	17.4	16-mai	3.9	2-juil	1.9	13-févr	1.2
1977	20-sept	35.1	30-sept	26.7	1-août	5.6	30-déc	2.6	15-févr	1.9	6-mars	1.4
1980	18-sept	63.4	25-août	36.6	18-juil	12.1	26-juin	3.9	26-janv	1.6	24-févr	0.9
1981	14-sept	51.7	31-août	27.4	21-juil	9.5	3-juin	2.1	13-mai	1.1	27-févr	0.7
1982	29-août	67.5	18-août	48.8	4-nov	12.3	5-déc	3.6	25-mars	1.1	16-févr	0.9
1983	15-sept	16.7	14-août	9.4	18-juin	3.4	21-janv	1.7	16-déc	1.1	17-févr	0.8
1984	7-oct	12.4	10-sept	8.3	30-juil	2.8	25-nov	1.4	31-janv	0.5	29-févr	0.2
1985	14-août	68.8	29-août	54.6	8-juil	17.8	4-déc	2.0	10-mai	0.3	3-mars	0.1
1986	15-sept	72.5	2-sept	50.3	29-oct	12.2	17-déc	2.3	9-mai	0.8	22-févr	0.4
1987	25-août	41.2	18-août	30.0	21-oct	7.9	3-juil	1.8	7-févr	1.0	31-mars	0.1
1988	20-août	53.1	8-sept	37.0	26-juil	16.6	12-déc	2.8	9-mai	1.0	29-janv	0.6
1989	6-sept	63.3	18-sept	31.3	11-juil	10.5	12-déc	1.7	16-févr	0.7	8-mars	0.4
1990	11-août	35.6	22-juil	28.5	14-oct	9.3	30-nov	2.0	4-févr	0.6	8-mars	0.2
1991	27-août	148.8	22-sept	48.0	29-juil	17.6	24-juin	4.9	29-janv	0.4	28-févr	0.0
1992	5-sept	57.7	29-août	28.7	13-août	12.4	8-déc	2.4	15-févr	1.1	10-mars	0.3
1993	10-sept	43.3	24-sept	34.1	30-juil	12.1	20-déc	1.3	26-févr	0.7	7-mars	0.3
1994	23-sept	111.4	7-oct	58.0	8-nov	26.1	3-juil	5.7	16-févr	0.6	2-mars	0.2
1995	6-sept	60.4	15-août	31.1	11-janv	13.4	14-févr	6.5	16-déc	2.4	15-mars	0.6
1996	25-sept	80.8	28-août	50.9	11-juil	18.4	19-déc	4.9	27-mai	0.9	22-févr	0.4
1997	16-sept	49.1	3-oct	32.8	31-oct	11.0	9-déc	4.0	2-févr	1.2	15-févr	0.3
1998	3-oct	72.9	2-sept	50.2	25-juil	16.4	2-déc	6.0	6-févr	2.3	1-mars	1.2
1999	21-août	93.3	25-août	66.0	28-oct	44.4	23-déc	5.0	24-avr	0.8	16-févr	0.3

Tableau N°3.2: Date et valeurs annuels des débits (en m³/s) des variables hydrologiques de la Leraba à YENDERE

Années	Module	Date Qmax	Qmax	Nombre de jours où Q>=Qmax/2	Date Qmin	Qmin	Date VCX5	VCX5	Date VCX30	VCX30
1956	20.8	15-sept	186.1	31	19-mai	0.5	13-sept	177.0	28-août	157.6
1957	52.2	21-août	280.4	62	14-mai	0.1	29-août	279.9	15-août	258.4
1958	39.8	10-oct	234.5	55	15-mai	0.4	8-oct	229.0	24-sept	189.6
1959	41.7	1-sept	301.3	49	4-mai	0.2	30-août	290.4	30-août	246.9
1960	53.4	23-sept	450.8	36	9-avr	0.3	20-sept	443.9	30-août	402.0
1961	23.5	15-sept	212.1	23	12-mai	0.4	12-sept	207.8	29-août	149.9
1962	17.2	25-sept	186.0	16	20-avr	0.3	22-sept	167.6	7-sept	102.3
1963	32.5	9-sept	352.7	24	22-mai	0.2	8-sept	331.4	26-août	233.2
1964	60.5	6-sept	472.6	38	19-avr	0.2	5-sept	461.7	31-août	384.8
1965	62.8	19-août	472.6	52	22-avr	0.2	18-août	462.4	16-août	341.2
1966	33.3	29-sept	252.9	45	13-mars	0.2	4-oct	235.0	16-sept	199.6
1967	58.4	13-sept	468.9	44	5-juin	0.2	12-sept	452.4	2-sept	383.8
1968	28.5	12-sept	229.7	29	1-avr	0.4	9-sept	223.6	27-août	174.4
1969	45.3	8-sept	360.5	31	28-mars	0.2	6-sept	349.3	27-août	271.2
1970	55.7	7-sept	451.4	38	10-avr	0.1	6-sept	430.5	19-août	363.7
1971	32.9	1-sept	349.8	29	29-avr	0.2	30-août	344.6	21-août	269.1
1972	11.4	19-sept	95.6	17	14-mars	0.2	16-sept	93.8	3-sept	57.2
1974	34.0	31-août	262.5	34	8-mars	0.0	29-août	260.4	20-août	224.4
1975	22.7	30-sept	145.3	44	28-févr	0.0	29-sept	143.8	11-sept	127.1
1976	16.1	31-oct	78.0	70	15-avr	0.2	30-oct	75.6	14-oct	52.2
1977	23.2	5-sept	182.7	39	30-avr	0.1	3-sept	181.3	23-août	161.6
1982	11.6	25-août	98.1	26	28-mai	0.4	23-août	94.7	11-août	67.6
1983	6.4	19-sept	61.9	18	4-mai	0.2	17-sept	61.1	31-août	35.8
1984	5.9	8-oct	53.0	18	3-avr	0.0	6-oct	48.5	19-sept	26.4
1985	21.3	20-août	123.2	51	22-avr	0.0	12-sept	118.8	19-août	104.4
1986	30.2	14-sept	268.8	34	5-mars	0.0	12-sept	260.8	30-août	200.1
1987	16.1	3-sept	170.9	22	10-avr	0.0	1-sept	168.5	16-août	117.2
1988	41.5	3-sept	352.1	40	16-mars	0.0	2-sept	336.1	31-août	275.7
1989	22.4	11-août	133.6	55	28-mai	0.0	8-août	124.2	8-août	114.5
1990	29.3	15-août	189.2	53	1-avr	0.9	14-août	187.7	4-août	162.7
1991	29.3	6-sept	216.5	38	22-avr	1.1	3-sept	215.1	19-août	183.1
1992	8.9	16-sept	56.2	38	17-déc	1.1	14-sept	51.2	24-août	39.0
1993	18.6	12-sept	146.6	31	1-juin	0.4	10-sept	145.4	24-août	129.8
1994	24.8	6-oct	151.1	59	24-juin	0.2	3-oct	148.5	18-sept	127.5
1995	26.5	19-sept	116.4	68	30-mars	1.2	17-sept	114.6	1-sept	107.3
1996	26.1	21-sept	173.5	43	13-avr	1.2	19-sept	172.5	8-sept	147.7
1997	19.1	11-sept	131.2	41	23-mars	0.7	10-sept	128.5	29-août	104.9
1998	46.3	21-août	264.4	65	9-mai	0.8	19-août	258.0	6-sept	224.6
1999	43.5	27-août	255.2	52	20-mai	1.0	25-août	251.4	19-août	201.2

Mémoire de fin d'étude

Thème : Analyse de la variabilité des caractéristiques des hydrogrammes au Burkina Faso

Années	Date DCC	DCC	Date DC1	DC1	Date DC3	DC3	Date DC6	DC6	Date DC9	DC9	Date VCN60	VCN60
1956	3-sept	169.2	27-sept	93.9	26-oct	14.5	26-janv	3.4	14-juin	1.8	19-avr	0.9
1957	29-août	276.5	14-sept	217.2	20-oct	72.7	15-déc	6.5	3-mars	0.6	27-mars	0.3
1958	14-oct	207.8	20-oct	169.6	31-juil	51.2	1-juil	4.3	19-avr	1.3	29-mars	0.8
1959	3-sept	273.0	12-sept	227.7	31-oct	17.2	30-déc	3.0	6-févr	1.8	14-mars	0.4
1960	18-sept	429.4	29-sept	305.3	21-juil	27.0	17-juin	4.4	12-mai	1.6	19-févr	0.6
1961	9-sept	186.2	26-sept	98.0	14-juil	14.1	13-janv	2.3	3-juin	0.4	6-mars	0.4
1962	19-sept	116.7	7-oct	57.1	11-août	19.0	5-mai	7.0	22-mai	1.2	23-févr	0.4
1963	5-sept	258.9	23-août	127.9	8-août	29.7	26-déc	3.4	14-avr	1.1	24-avr	0.3
1964	14-sept	422.9	29-sept	275.1	3-nov	45.0	13-juin	5.3	31-mai	1.4	3-mars	0.4
1965	26-août	369.1	24-sept	289.5	29-oct	34.9	7-janv	6.5	28-févr	1.7	1-avr	0.4
1966	9-oct	226.5	27-août	148.0	9-août	21.5	9-janv	2.4	23-févr	0.7	11-avr	0.4
1967	9-sept	419.7	7-oct	287.0	29-juil	18.8	8-juil	3.5	19-mai	1.0	21-févr	0.6
1968	7-sept	192.3	25-sept	111.7	27-oct	30.8	28-avr	5.4	8-févr	1.4	15-févr	0.8
1969	13-sept	305.3	26-sept	182.1	19-juil	55.7	13-déc	5.5	12-juin	0.7	18-mars	0.3
1970	23-août	385.2	18-août	290.7	23-juil	27.1	9-janv	2.7	1-mars	0.4	28-mars	0.2
1971	6-sept	316.3	20-août	168.4	25-oct	15.7	2-janv	2.6	9-juil	0.7	28-mars	0.2
1972	23-sept	72.9	28-août	36.3	17-oct	13.7	12-nov	4.8	27-janv	0.5	16-févr	0.2
1974	6-sept	248.5	9-oct	136.9	20-oct	36.3	15-déc	1.7	13-mars	0.0	17-févr	0.0
1975	5-oct	134.0	4-sept	97.2	22-oct	23.4	17-juin	3.6	31-janv	0.9	13-févr	0.3
1976	3-oct	63.8	23-oct	52.3	5-août	32.7	29-déc	4.0	12-juil	1.1	27-févr	0.4
1977	8-sept	177.5	22-août	117.4	6-août	13.0	8-janv	3.1	31-mai	1.9	6-mars	0.5
1982	22-août	83.0	10-août	41.9	31-oct	12.7	6-juin	3.1	31-janv	1.1	13-févr	0.8
1983	14-sept	49.9	28-sept	20.6	16-juil	6.4	31-janv	1.0	6-avr	0.5	17-mars	0.3
1984	9-sept	32.9	18-oct	18.9	29-oct	7.4	29-mai	1.4	31-janv	0.3	27-févr	0.1
1985	11-sept	115.5	1-sept	90.1	31-juil	29.7	29-mai	2.6	19-janv	0.4	23-févr	0.1
1986	9-sept	219.8	29-sept	142.0	28-oct	16.2	16-déc	2.5	13-janv	0.2	29-févr	0.0
1987	30-août	150.9	7-août	50.9	17-juin	13.2	8-janv	1.7	16-mai	0.4	28-févr	0.1
1988	13-sept	299.8	30-sept	209.8	23-oct	31.4	15-déc	4.9	18-janv	2.1	7-févr	0.3
1989	31-août	120.4	12-sept	107.2	11-juil	17.8	18-janv	3.5	28-déc	2.0	29-avr	0.4
1990	12-août	179.7	31-août	127.9	20-juil	25.6	18-juin	3.4	9-févr	1.4	9-mars	1.0
1991	10-sept	201.8	18-août	128.4	14-oct	31.9	15-déc	4.4	12-févr	1.5	2-mars	1.3
1992	31-août	40.1	11-sept	32.0	26-juil	12.4	27-nov	3.4	5-févr	1.4	18-mars	1.2
1993	27-août	137.9	23-sept	76.2	12-juil	15.4	29-juin	2.5	8-mars	1.5	5-févr	1.3
1994	29-sept	137.7	16-août	97.4	6-août	33.2	10-juin	1.7	15-mai	1.0	21-janv	1.0
1995	22-août	110.3	28-août	105.0	23-oct	34.4	18-déc	5.6	11-févr	2.6	17-févr	1.7
1996	26-sept	160.0	7-sept	118.9	16-juil	25.0	7-mai	6.8	27-janv	3.1	17-févr	1.7
1997	9-sept	115.2	1-oct	73.4	14-juin	19.0	1-déc	5.2	19-janv	2.1	3-févr	1.4
1998	23-août	248.3	9-sept	210.7	26-juil	38.0	14-juin	4.5	3-févr	1.4	16-mars	1.2
1999	1-sept	226.2	18-sept	149.1	30-juil	74.5	23-déc	6.6	10-févr	1.4	22-févr	1.1

Tableau N°3.3: Date et valeurs annuels des débits (en m³/s) des variables hydrologiques du Mouhoun à DAPOLA

Années	Module	Date Qmax	Qmax	Nombre de jours où Q ≥ Qmax/2	Date Qmin	Qmin	Date VCX5	VCX5	Date VCX30	VCX30
1959	76.1	22-sept	544.9	21.0	4-mai	7.3	21-sept	517.2	4-sept	360.2
1960	110.3	22-sept	600.7	43.0	5-avr	7.8	20-sept	582.7	7-sept	473.2
1964	145.1	5-oct	770.7	54.0	30-mai	7.5	2-oct	767.8	15-sept	713.0
1965	135.1	25-sept	509.6	80.0	4-mai	6.1	22-sept	507.2	5-sept	493.5
1966	85.2	7-oct	373.4	73.0	12-mai	9.8	5-oct	387.7	20-sept	314.4
1967	79.5	6-sept	376.3	59.0	27-mai	6.8	5-sept	371.2	4-sept	343.3
1968	100.3	18-sept	388.9	59.0	11-mai	8.1	14-sept	388.1	9-sept	372.4
1969	150.3	18-sept	663.6	66.0	21-mai	5.7	15-sept	661.3	3-sept	627.9
1970	143.1	9-sept	756.7	63.0	19-avr	6.7	7-sept	746.3	2-sept	677.5
1971	119.7	17-sept	639.4	51.0	19-mai	6.1	15-sept	636.5	3-sept	596.5
1972	48.2	3-sept	274.3	36.0	3-avr	4.9	2-sept	256.4	21-août	218.3
1974	116.9	19-sept	675.4	49.0	7-mai	2.3	18-sept	661.3	3-sept	572.4
1975	70.5	13-sept	464.0	33.0	8-avr	1.7	11-sept	458.5	2-sept	360.5
1976	58.2	29-oct	472.3	13.0	21-avr	1.4	28-oct	449.4	18-oct	247.1
1977	71.5	14-sept	523.1	37.0	24-avr	0.9	13-sept	512.2	28-août	425.5
1978	54.9	31-août	236.3	86.0	1-avr	0.7	30-août	218.0	29-août	171.1
1979	93.2	16-sept	464.5	48.0	22-avr	0.0	15-sept	457.4	6-sept	383.0
1980	76.2	4-sept	609.5	30.0	10-avr	0.5	3-sept	591.8	25-août	454.8
1981	60.6	13-sept	276.3	73.0	14-avr	0.1	12-sept	273.2	1-sept	239.6
1982	44.1	12-sept	234.8	35.0	11-avr	0.4	11-sept	221.8	26-août	182.2
1984	24.0	1-juin	186.1	10.0	31-déc	0.0	31-mai	109.1	26-août	81.3
1985	93.4	17-août	455.0	66.0	30-déc	0.0	15-août	442.6	1-août	363.7
1986	72.4	7-sept	527.5	29.0	19-févr	0.0	6-sept	522.1	2-sept	425.6
1987	65.2	31-août	400.7	49.0	26-avr	0.0	30-août	388.2	9-août	352.2
1988	102.55	19-sept	639.9	41	10-avr	0	17-sept	629.5	1-sept	569.66

Mémoire de fin d'étude

Thème : Analyse de la variabilité des caractéristiques des hydrogrammes au Burkina Faso

Années	Date DCC	DCC	Date DC1	DC1	Date DC3	DC3	Date DC6	DC6	Date DC9	DC9	Date VCN60	VCN60
1959	20-sept	453.5	1-sept	218.1	27-oct	70.5	30-janv	40.3	5-juin	21.0	13-mars	10.7
1960	27-sept	541.4	10-sept	355.9	14-juil	144.2	16-juin	50.2	25-janv	15.6	15-févr	9.5
1964	27-sept	749.9	14-sept	603.1	15-août	124.0	18-janv	46.7	18-mars	27.4	7-avr	15.9
1965	16-sept	504.1	20-août	476.2	2-nov	173.7	28-juin	57.6	2-mars	14.3	21-mars	7.8
1966	3-oct	334.0	6-sept	290.5	12-août	111.6	13-juil	27.8	16-févr	14.6	2-mars	12.3
1967	30-sept	355.3	13-sept	318.1	10-août	82.6	23-juil	27.3	20-juin	8.3	13-mars	7.2
1968	22-sept	379.7	8-sept	352.5	8-nov	141.2	24-mai	55.3	5-avr	17.2	27-janv	12.0
1969	22-sept	652.8	2-sept	541.9	30-juin	172.3	20-déc	54.6	1-avr	15.1	13-févr	10.6
1970	15-sept	682.5	2-oct	601.3	1-août	132.8	9-janv	33.0	20-févr	13.1	7-mars	8.3
1971	22-sept	624.9	2-sept	495.9	27-oct	118.7	8-déc	36.2	25-févr	15.9	9-mars	10.8
1972	5-sept	238.4	21-sept	162.1	25-oct	57.7	31-mai	23.8	2-févr	9.5	5-févr	6.9
1974	26-sept	578.1	2-sept	487.5	15-juil	157.4	10-juin	32.3	23-janv	4.1	5-févr	3.2
1975	19-sept	411.2	2-oct	257.8	12-juil	72.3	23-juin	22.9	6-mai	7.6	12-févr	3.4
1976	5-nov	292.1	21-sept	138.0	28-juil	85.7	25-juin	28.0	30-janv	6.7	2-mars	3.0
1977	18-sept	473.8	27-août	312.9	25-oct	64.3	18-juin	17.3	5-févr	6.7	7-mars	2.1
1978	3-sept	191.5	17-août	149.5	18-oct	115.1	26-juin	27.8	12-janv	5.2	9-févr	2.5
1979	13-sept	420.4	12-août	289.1	22-oct	154.3	6-déc	54.8	26-janv	5.5	1-mars	1.4
1980	10-sept	519.5	24-sept	304.4	25-oct	65.9	18-juil	23.1	3-févr	4.1	13-mars	1.6
1981	10-sept	258.4	29-sept	207.2	12-oct	80.7	24-nov	18.0	31-janv	2.9	24-févr	0.9
1982	17-sept	197.4	11-août	124.6	14-oct	60.6	31-mai	26.6	26-mai	4.3	17-janv	2.1
1984	3-oct	96.7	27-juil	73.7	12-juil	46.8	4-nov	4.1	27-janv	0.0	1-janv	0.0
1985	11-août	397.2	22-sept	349.2	9-oct	158.2	7-juin	26.9	2-févr	0.0	1-janv	0.0
1986	14-sept	486.7	2-oct	240.3	19-oct	90.8	29-juin	25.0	15-mars	0.6	15-janv	0.0
1987	20-août	378.5	13-août	279.5	12-oct	70.0	28-nov	10.8	23-févr	2.2	26-mars	1.0
1988	14-sept	601.1	1-oct	476.8	30-juil	135.2	23-juin	30.1	8-janv	1.4	15-févr	0.2

Tableau N°3.4: Date et valeurs annuels des débits (en m³/s) des variables hydrologiques du Mouhoun à BOROMO

Années	Module	Date Qmax	Qmax	Nombre de jours où Q > Qmax/2	Date Qmin	Qmin	Date VCX5	VCX5	Date VCX30	VCX30
1956	53.3	27-sept-00	146.6	105	19-mai	7.8	24-sept	146.0	13-sept	137.0
1957	38.5	14-sept	97.2	128	16-mai	7.6	13-sept	94.5	10-sept	82.8
1958	55.3	10-sept	150.2	128	19-mai	5.9	8-sept	149.8	3-sept	146.3
1959	42.5	31-août	126.8	68	9-mai	8.2	29-août	125.3	18-août	116.9
1960	44.9	7-août	139.6	81	3-avr	6.0	5-août	138.2	28-juil	117.4
1961	50.2	16-sept	175.2	94	28-mai	6.2	13-sept	173.2	5-sept	157.6
1962	49.5	14-sept	182.2	67	15-avr	7.3	12-sept	181.6	5-sept	170.7
1963	42.3	27-août	95.8	164	12-avr	6.6	26-août	95.6	11-août	91.5
1964	53.6	23-sept	175.2	70	19-avr	6.2	21-sept	174.9	9-sept	165.7
1965	47.7	24-sept	138.5	93	13-mai	6.6	24-sept	138.2	14-sept	129.4
1966	30.6	10-oct	84.1	114	15-avr	5.8	10-oct	83.9	24-sept	78.1
1967	33.4	12-sept	98.0	118	9-avr	6.2	10-sept	97.6	2-sept	93.1
1968	37.2	19-sept	76.3	177	23-avr	6.8	16-sept	75.6	13-sept	73.1
1969	48.1	17-sept	148.1	83	20-mai	5.2	16-sept	147.3	3-sept	140.9
1970	47.4	25-sept	126.5	139	2-mai	5.4	24-sept	125.9	3-sept	123.1
1971	40.7	17-sept	130.0	65	3-juin	5.8	15-sept	129.7	5-sept	123.4
1972	22.8	26-août	77.6	66	14-mars	5.8	24-août	75.8	14-août	64.6
1973	20.7	3-août	105.7	41	26-févr	3.1	2-août	105.1	28-juil	88.9
1976	23.2	4-juil	55.7	165	19-avr	1.7	3-juil	51.7	21-sept	44.6
1977	25.0	27-août	100.3	51	4-mai	1.5	26-août	98.7	25-août	88.9
1978	27.6	13-août	85.9	122	1-avr	1.4	12-août	85.5	29-juil	76.9
1979	34.6	15-sept	109.5	117	2-mai	1.0	14-sept	109.2	5-sept	100.3
1980	26.1	10-sept	106.1	56	13-mai	0.9	8-sept	105.8	25-août	93.9
1981	27.2	29-août	101.3	70	29-avr	1.8	29-août	99.2	19-août	94.7
1982	16.9	27-août	47.3	137	28-mars	1.3	27-août	46.2	23-août	39.3
1983	16.8	20-août	82.9	44	19-déc	0.0	16-août	82.1	29-juil	73.3
1984	4.0	13-juil	40.3	11	6-janv	0.3	11-juil	36.1	7-juil	15.4
1985	30.7	2-août	130.6	54	22-avr	0.0	31-juil	128.6	15-juil	117.6
1986	14.7	8-sept	96.1	18	24-janv	0.0	7-sept	93.9	26-août	61.6
1987	9.8	16-août	59.2	38	13-mai	0.0	14-août	57.2	25-juil	41.0
1988	32.2	31-août	147.6	50	25-mai	0.4	29-août	145.9	19-août	124.5
1989	19.6	28-août	86.4	52	5-juin	0.3	26-août	85.2	17-août	74.2
1990	8.4	22-juil	49.9	25	24-mai	0.0	21-juil	47.6	17-juil	31.2
1993	18.0	6-sept	85.8	35	15-mars	2.4	3-sept	85.4	16-août	71.2
1994	48.7	20-août	164.5	92	25-mars	2.5	16-août	163.2	12-août	155.2
1998	24.8	17-août	110.5	44	22-avr	2.7	15-août	109.1	29-juil	93.7
1999	59.7	15-sept	289.7	54	28-févr	3.7	13-sept	281.4	22-août	231.0

Années	Date DCC	DCC	Date DC1	DC1	Date DC3	DC3	Date DC6	DC6	Date DC9	DC9	Date VCN60	VCN60
1956	1-oct	142.6	13-oct	123.5	20-août	74.8	29-janv	46.1	9-mars	21.1	25-mars	10.7
1957	22-sept	84.2	10-oct	75.6	6-déc	71.5	28-juil	31.0	5-juin	13.4	22-mars	9.0
1958	7-sept	148.0	20-sept	143.1	16-nov	82.4	25-janv	38.6	5-mars	15.5	4-avr	8.7
1959	5-sept	120.8	17-sept	105.2	12-nov	58.3	4-août	32.9	20-mars	14.6	30-mars	9.6
1960	13-août	127.2	29-sept	108.9	12-nov	62.8	7-juil	33.1	10-févr	11.4	24-févr	8.2
1961	20-sept	167.9	4-sept	133.6	10-août	88.4	12-janv	22.2	8-mai	9.8	5-mars	7.8
1962	10-sept	177.6	5-oct	152.8	16-nov	69.5	7-août	27.3	10-mars	13.0	29-mars	8.4
1963	2-sept	94.2	14-sept	88.8	6-nov	74.0	2-janv	30.3	25-févr	10.4	29-févr	7.7
1964	18-sept	171.7	9-oct	148.0	24-nov	76.3	26-juin	38.1	5-mars	11.4	23-mars	7.3
1965	30-sept	135.1	14-oct	112.6	12-nov	69.9	24-janv	39.0	9-mars	13.2	19-mars	8.2
1966	17-oct	80.6	21-sept	68.2	25-nov	48.9	25-déc	21.6	10-juil	12.4	2-mars	8.2
1967	7-sept	95.3	2-oct	87.0	18-nov	57.8	9-juil	17.0	23-juin	8.3	5-mars	7.0
1968	8-oct	74.3	21-oct	72.1	8-juin	63.7	23-juil	36.9	10-févr	11.0	29-févr	7.5
1969	12-sept	144.5	3-oct	130.6	3-août	71.2	2-juil	33.8	28-févr	10.0	28-mars	7.1
1970	21-sept	123.6	3-oct	119.4	14-nov	86.5	10-janv	26.7	26-févr	9.8	17-mars	6.5
1971	14-sept	128.9	4-sept	109.7	14-nov	59.1	31-juil	31.6	11-mars	11.7	8-avr	7.4
1972	15-août	67.5	18-août	58.1	16-juin	32.4	27-mai	16.1	16-mai	7.9	6-mars	6.7
1973	10-août	96.3	27-août	67.5	8-juil	27.6	11-nov	7.3	4-déc	5.2	28-janv	4.0
1976	26-sept	48.8	29-sept	44.3	3-sept	40.4	22-juin	20.8	31-janv	6.0	29-févr	2.6
1977	2-sept	90.2	20-sept	84.2	6-nov	42.2	7-janv	11.0	20-févr	4.2	23-mars	2.0
1978	10-août	84.2	31-juil	64.9	23-juil	45.8	5-juil	16.2	15-janv	3.9	8-févr	2.0
1979	21-sept	106.3	5-oct	84.1	14-nov	57.6	9-juil	35.4	31-janv	3.9	5-mars	1.5
1980	14-sept	103.0	24-sept	75.3	1-nov	45.4	4-juin	12.2	25-févr	3.4	24-mars	1.2
1981	5-sept	96.0	21-août	90.3	4-juil	35.4	31-mai	11.2	2-mai	3.9	3-mars	2.3
1982	25-août	43.1	18-oct	34.2	10-mai	30.7	17-juin	13.7	27-janv	2.9	28-févr	1.7
1983	11-août	78.6	28-juil	57.3	16-juin	28.7	30-mai	4.6	20-mars	1.5	31-oct	0.3
1984	17-juil	23.3	19-juil	14.3	23-oct	3.3	10-août	1.9	17-nov	1.0	1-janv	0.7
1985	6-août	122.8	14-août	101.6	29-sept	45.5	24-juin	12.6	17-janv	0.4	27-févr	0.1
1986	3-sept	77.5	29-nov	33.5	2-août	21.1	3-oct	8.3	31-mars	1.9	7-janv	0.7
1987	7-juin	50.0	1-août	34.7	17-nov	10.9	16-janv	4.6	26-févr	2.5	24-mars	1.4
1988	28-août	133.8	18-août	99.3	4-nov	45.7	30-juin	14.0	23-févr	2.5	2-avr	1.7
1989	2-sept	80.1	19-juil	66.7	5-août	25.2	3-juil	6.3	14-mars	3.0	3-mai	1.7
1990	18-juil	41.0	2-sept	23.3	28-août	12.2	4-mars	3.6	23-nov	2.5	1-avr	1.3
1993	10-sept	82.5	27-août	53.4	24-sept	26.3	11-juil	9.5	1-mars	3.3	18-févr	2.8
1994	24-août	156.8	11-août	142.9	26-oct	83.1	3-juil	27.4	12-mai	3.1	27-janv	2.7
1998	7-août	103.1	30-avr	67.4	5-sept	36.1	10-déc	18.5	25-mai	4.1	23-févr	2.9
1999	18-sept	257.0	10-sept	180.7	29-oct	72.3	18-juil	26.5	13-mars	8.2	8-janv	5.3

Tableau N°3.5: Date et valeurs annuels des débits (en m³/s) des variables hydrologiques de la Comoé à FOLONZO

Années	Module	Date Qmax	Qmax	Nombre de jours ou Q>=Qmax/2	Date Qmin	Qmin	Date VCX5	VCX5	Date VCX30	VCX30
1970	46.4	22-sept	235.1	53	15-avr	1.6	20-sept	233.7	1-sept	225.3
1971	35.6	31-août	236.0	53	13-févr	2.9	31-août	228.9	19-août	209.7
1975	26.5	21-sept	220.4	29	12-avr	0.6	20-sept	217.8	11-sept	179.7
1976	12.9	6-nov	104.5	18	11-avr	0.5	2-nov	101.2	25-oct	67.4
1977	14.5	18-sept	116.4	39	1-mai	0.3	17-sept	113.0	3-sept	95.0
1982	6.3	11-sept	50.9	27	18-mars	0.0	10-sept	48.8	27-août	35.3
1983	2.5	16-sept	19.3	30	30-déc	0.0	3-août	17.5	28-juil	11.8
1984	4.4	1-oct	34.1	34	1-avr	0.0	1-oct	30.5	13-sept	23.9
1985	23.1	25-août	116.3	69	14-mars	0.0	25-août	114.9	16-août	101.8
1986	27.6	17-sept	271.0	30	9-mars	0.0	16-sept	254.4	5-sept	198.2
1987	19.2	3-sept	156.6	39	29-mars	0.0	2-sept	154.0	21-août	129.0
1988	38.1	10-sept	269.9	50	23-avr	0.0	8-sept	267.1	6-sept	245.6
1989	18.5	29-août	158.3	37	4-mai	0.1	28-août	150.2	24-août	122.1
1990	15.5	31-août	86.5	60	18-févr	0.0	31-août	86.5	24-août	85.2
1991	12.2	26-août	79.8	46	7-mai	0.0	25-août	78.5	20-août	67.7
1996	14.3	30-sept	109.2	31	14-avr	0.2	30-sept	108.2	18-sept	90.9
1997	14.3	11-sept	79.8	47	26-mars	0.1	11-sept	79.3	1-sept	71.2
1998	17.7	8-oct	145.9	29	4-avr	0.0	6-oct	144.0	19-sept	114.1
1999	24.1	22-oct	94.4	95	27-mars	0.0	20-oct	93.6	3-oct	80.3

Années	Date DCC	DCC	Date DC1	DC1	Date DC3	DC3	Date DC6	DC6	Date DC9	DC9	Date VCN60	VCN60
1970	17-sept	229.9	31-août	212.5	25-oct	24.6	13-déc	5.1	19-avr	3.5	19-févr	2.4
1971	9-sept	224.9	18-sept	181.5	26-juil	20.7	29-juin	5.2	10-janv	3.7	17-janv	3.1
1975	27-sept	205.2	2-sept	106.1	27-juil	22.1	20-juin	3.4	23-janv	1.4	4-mars	1.0
1976	9-nov	91.7	20-nov	34.6	24-août	17.6	14-déc	4.2	3-mars	1.2	17-févr	0.9
1977	8-sept	101.0	2-oct	67.7	17-juil	9.0	22-juin	2.0	17-févr	0.9	7-mars	0.5
1982	18-sept	39.5	24-août	23.7	7-août	6.9	23-avr	2.1	25-mars	0.2	30-janv	0.1
1983	10-août	16.2	22-sept	9.5	8-juil	2.7	25-oct	0.5	4-mars	0.1	25-févr	0.0
1984	7-oct	26.0	9-sept	18.4	9-juil	5.6	12-nov	1.1	13-mai	0.0	1-janv	0.0
1985	30-août	111.3	13-sept	88.6	7-août	35.0	21-nov	1.5	17-mars	0.0	1-janv	0.0
1986	14-sept	230.7	31-août	134.7	4-nov	11.6	29-nov	2.0	19-janv	0.2	19-févr	0.0
1987	31-août	141.8	20-sept	99.3	20-oct	14.4	26-nov	1.0	12-févr	0.3	21-mars	0.0
1988	27-sept	256.0	6-oct	223.8	9-août	25.4	17-mai	1.4	22-juin	0.2	22-févr	0.0
1989	12-sept	128.3	23-sept	97.7	24-juil	12.8	27-mars	0.8	5-févr	0.2	19-janv	0.2
1990	9-sept	86.5	23-août	76.9	20-juil	10.0	11-mai	1.8	19-janv	0.2	31-janv	0.0
1991	23-août	73.3	19-sept	52.6	22-juil	15.8	27-mai	1.4	16-févr	0.1	17-mars	0.0
1996	29-sept	104.0	18-oct	58.6	30-juil	16.4	22-mai	2.0	30-déc	0.9	16-févr	0.4
1997	20-sept	74.7	2-oct	61.9	12-juin	20.0	13-mai	3.1	21-janv	0.5	15-févr	0.2
1998	3-oct	128.3	22-août	68.0	25-oct	17.4	26-juin	1.4	28-janv	0.5	22-févr	0.1
1999	27-oct	85	1-sept	70	19-nov	49	8-juil	6	23-janv	1	20-févr	0

Tableau N°3.6 : Date et valeurs annuels des débits (en m³/s) des variables hydrologiques du Nakambe à WAYEN

Années	Module	Date Qmax	Qmax	Nombre de jours où Q>=Qmax/2	Date Qmin	Qmin	Date VCX5	VCX5	Date VCX30	VCX30
1969	3.6	3-sept	35.5	23	30-déc	0.0	1-sept	29.9	22-août	21.6
1973	7.3	29-juil	149.9	3	30-déc	0.0	28-juil	99.9	28-juil	49.9
1974	20.9	19-août	256.3	13	30-déc	0.0	16-août	251.5	4-août	154.9
1975	12.4	31-juil	262.2	7	30-déc	0.0	29-juil	244.5	18-juil	80.3
1976	4.1	22-août	34.4	22	31-déc	0.0	19-août	30.7	15-août	17.4
1977	5.1	4-sept	47.1	25	30-déc	0.0	3-sept	43.1	30-août	30.7
1978	11.3	12-août	174.0	14	30-déc	0.0	11-août	162.2	9-août	90.0
1979	9.5	30-août	180.0	15	30-déc	0.0	29-août	153.0	27-août	84.6
1980	10.0	25-août	130.4	15	31-déc	0.0	24-août	120.9	11-août	75.8
1981	19.0	23-août	166.1	38	30-déc	0.0	21-août	156.5	13-août	120.4
1982	6.2	24-août	50.1	32	30-déc	0.0	22-août	48.4	19-août	31.5
1983	14.2	10-août	152.8	30	30-déc	0.0	7-août	148.7	1-août	119.1
1984	4.7	29-sept	55.9	15	31-déc	0.0	28-sept	52.5	9-sept	30.5
1985	14.0	5-sept	115.8	32	30-déc	0.0	3-sept	111.8	22-août	73.0
1986	12.9	15-sept	144.4	21	30-déc	0.0	14-sept	139.6	1-sept	86.5
1987	4.8	28-août	30.2	51	30-déc	0.0	27-août	28.3	6-août	20.6
1988	31.9	4-sept	357.1	29	31-déc	0.0	3-sept	350.4	18-août	257.4
1989	12.6	25-août	190.5	13	30-déc	0.0	24-août	183.2	15-août	107.4
1990	3.3	10-sept	28.8	31	30-déc	0.0	9-sept	27.7	24-août	20.1
1991	14.3	30-août	146.8	24	30-déc	0.0	28-août	143.6	17-août	103.1
1992	15.5	31-août	418.8	7	31-déc	0.0	30-août	363.9	27-août	136.2
1993	7.0	20-août	76.9	22	30-déc	0.0	19-août	75.9	10-août	52.7
1994	32.8	9-août	409.0	17	30-déc	0.0	6-août	378.7	28-juil	244.9
1995	2.7	3-juil	23.6	34	30-déc	0.0	2-juil	21.4	13-août	12.7
1996	9.2	3-sept	93.6	26	31-déc	0.0	1-sept	91.5	24-août	69.3
1997	5.3	1-sept	51.1	18	30-déc	0.0	31-août	43.2	30-août	29.5
1998	18	8-août	171	32	30-déc	0.0	7-août	155	16-juil	109
1999	27	25-août	249	31	30-déc	0.0	24-août	240	14-août	177

Années	Date DCC	DCC	Date DC1	DC1	Date DC3	DC3	Date DC6	DC6	Date DC9	DC9	Date VCN60	VCN60
1969	9-sept	22.9	28-août	16.7	14-oct	3.7	13-déc	0.2	20-avr	0.0	1-janv	0.0
1973	6-août	46.0	13-août	33.3	2-oct	8.6	10-juin	0.1	12-mai	0.0	1-janv	0.0
1974	6-août	199.4	4-août	97.1	4-oct	12.3	29-mai	0.4	7-janv	0.0	1-janv	0.0
1975	5-août	83.2	11-sept	48.2	14-oct	4.0	4-janv	0.0	3-avr	0.0	1-janv	0.0
1976	24-août	24.7	5-sept	13.2	6-juil	5.8	23-mai	0.9	10-mai	0.0	1-janv	0.0
1977	12-sept	35.9	26-sept	19.9	19-oct	5.8	20-janv	0.0	19-avr	0.0	1-janv	0.0
1978	19-août	112.2	8-sept	36.8	18-juil	6.6	30-juin	1.2	8-févr	0.0	1-janv	0.0
1979	3-sept	121.0	12-juil	18.6	23-oct	6.7	28-juin	0.3	6-mai	0.0	1-janv	0.0
1980	2-sept	101.6	11-sept	37.8	26-sept	9.5	30-nov	0.1	26-avr	0.0	1-janv	0.0
1981	7-sept	134.6	7-août	90.7	30-sept	17.0	13-nov	0.1	13-mai	0.0	1-janv	0.0
1982	29-août	35.8	19-sept	25.2	4-août	9.1	24-avr	0.2	12-févr	0.0	1-janv	0.0
1983	13-août	132.4	31-août	72.2	1-juil	10.3	12-nov	0.1	14-mai	0.0	1-janv	0.0
1984	6-oct	32.5	19-sept	18.7	26-oct	4.5	11-juil	0.3	10-mai	0.0	1-janv	0.0
1985	8-sept	105.9	25-août	58.3	28-sept	19.0	11-janv	0.0	10-avr	0.0	1-janv	0.0
1986	11-sept	106.3	26-sept	51.1	1-août	11.3	12-janv	0.0	11-avr	0.0	1-janv	0.0
1987	2-sept	23.1	4-sept	18.6	4-oct	8.7	4-déc	0.1	22-avr	0.0	1-janv	0.0
1988	31-août	293.0	17-sept	174.0	3-août	6.6	7-mai	0.1	15-janv	0.0	1-janv	0.0
1989	22-août	125.8	13-sept	52.3	6-oct	7.3	29-juin	0.0	29-mars	0.0	1-janv	0.0
1990	7-sept	22.6	24-sept	14.4	2-oct	3.8	27-janv	0.0	26-avr	0.0	1-janv	0.0
1991	4-sept	117.5	15-sept	55.6	1-oct	14.1	11-nov	0.1	1-janv	0.0	1-janv	0.0
1992	8-sept	144.4	8-août	34.3	12-oct	8.4	2-févr	0.0	2-mai	0.0	1-janv	0.0
1993	27-août	64.1	6-août	28.7	22-juil	4.6	26-nov	0.1	30-avr	0.0	1-janv	0.0
1994	12-août	264.5	27-août	142.7	20-oct	24.8	14-juin	0.3	24-avr	0.0	1-janv	0.0
1995	7-juil	19.3	22-août	12.4	23-sept	2.3	10-déc	0.1	16-avr	0.0	1-janv	0.0
1996	14-sept	82.7	22-sept	40.4	15-juin	4.8	22-janv	0.0	21-avr	0.0	1-janv	0.0
1997	12-sept	33.0	9-sept	21.7	23-juil	7.3	5-févr	0.0	5-mai	0.0	1-janv	0.0
1998	2-août	116.9	16-juil	87.3	9-oct	20.1	12-nov	0.3	9-janv	0.0	1-janv	0.0
1999	23-août	209.5	3-sept	124.8	8-juil	7.4	3-févr	0.0	3-mai	0.0	1-janv	0.0