

MINISTERE DES TRANSPORTS, DES TRAVAUX PUBLICS,
DE L'HABITAT ET DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE

DIRECTION GENERALE DE L'AVIATION CIVILE
ET DE LA METEOROLOGIE

DIRECTION DE LA METEOROLOGIE

PROJET CAF/91/021

REPUBLIQUE CENTRAFRICAINE
Unité - Dignité - Travail

Hydrométrie de l'Oubangui à Bangui de l'origine des observations à 1993: mise en évidence d'un détarage récent

par

Anna WESSELINK⁽¹⁾, Didier ORANGE⁽²⁾
RANDRIAMIARISOA⁽¹⁾, Clément FEIZOURE⁽¹⁾

Bangui, août 1994

(1) Projet PNUD/OMM CAF/91/021 "Assistance Agrohyméorologique et Surveillance de l'Environnement", Direction de la Météorologie

(2) Laboratoire de l'Hydrologie, Centre ORSTOM de Bangui

Sommaire

Avant Propos

I	Introduction	1
II	L'échelle limnimétrique du Sofitel	1
	II.1 L'état actuel	1
	II.2 Historique	4
	II.3 Critique du zéro d'échelle	5
III	Les jaugeages	6
IV	Hydrométrie de l'Oubangui à Bangui	10
	IV.1 Présentation et critique des barèmes établies par Callède (1992)	10
	IV.2 Le fonctionnement du fleuve depuis 1987	12
	IV.3 Synthèse des courbes retenues	17
V	Les débits de l'Oubangui à Bangui depuis l'origine	19
	V.1 Les débits depuis 1935	19
	V.2 Discussion sur les débits calculés à partir des observations antérieures à 1935	19
	V.3 Evolution des débits annuels de l'Oubangui à Bangui au cours du XXème siècle	22
VI	Conclusion	24
	Références bibliographiques	25
Annexe 1	Les jaugeages effectués de 1951 à 1993	
Annexe 2	Hydrométrie de l'Oubangui à Bangui: les barèmes établis par Callède	
Annexe 3	Les notes de services de Monsieur L. Jouny	

Avant Propos

Ce travail fait partie des activités d'études réalisées dans le cadre du Projet PNUD/OMM CAF/91/021 "Assistance Agrohydrométéorologique et Surveillance de l'Environnement", initié au sein de la Direction de la Météorologie au Ministère des Transports, des Travaux Publics, de l'Habitat et de l'Aménagement du Territoire.

L'Oubangui, suite à quelques aménagements, est navigable, pendant une bonne partie de l'année, de Bangui à Brazzaville, et constitue la principale voie d'importation et d'exportation des produits pondéreux de la République Centrafricaine. Ainsi, le suivi hydrologique du fleuve est d'une nécessité absolue.

Ce travail a pu se réaliser grâce à la bonne collaboration qui existe entre la Direction de la Météorologie (Service de l'Hydrologie) d'une part, et le Service Commun d'Entretien des Voies Navigables (SCEVN) et de l'Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération (ORSTOM) d'autre part. En effet les Voies Navigables nous ont fourni toute leur documentation et toutes les données sur l'historique de la station de l'Oubangui à Bangui, et le paragraphe sur l'historique a été rédigé en étroite collaboration avec Monsieur L. Jouny de la Section Hydrographique DONGOU des Voies Navigables à Bangui. Il est à noter également que c'est l'ORSTOM qui avait assuré la gestion du réseau hydrométrique centrafricain de 1948 à 1975.

Enfin, les auteurs remercient tous qui, directement ou indirectement, nous ont assisté pour la réalisation de ce travail.

I. Introduction

La station hydrométrique de Bangui sur l'Oubangui en République Centrafricaine contrôle un bassin versant de 488500 km² (Callède, 1992). A ce point, l'Oubangui est encore à 600 km de sa confluence avec le Congo, dont il est un des principaux tributaires. Sur sa partie la plus longue (l'axe Uele-Oubangui), il a déjà parcouru 1900 km. Cette station est l'une des stations hydrométriques de référence internationale pour l'hydrologie africaine. Les relevés de hauteurs d'eau y ont été faits sans lacune depuis 1935. Cette station possède la plus longue série d'observations de l'Afrique centrale.

Depuis le travail important de Callède pour la Monographie de l'Oubangui (1992), trois cycles hydrologiques sont passés. Pendant ces trois années (de 1991 à 1993), 27 jaugeages ont été réalisés par Jouny (Service Commun de l'Entretien des Voies Navigables, ou Voies Navigables). Après avoir présenté les barèmes hydrologiques établis par Callède en 1991, ces nouvelles données sont utilisées pour mettre à jour les étalonnages de cette station de référence, servant pour la compréhension des fluctuations hydroclimatologiques du continent africain. A l'aide de ces nouveaux barèmes, une nouvelle chronique des débits mensuels de l'Oubangui à Bangui est donnée de 1935 à 1993. Enfin, un essai d'extension de cette chronique à partir de 1911 est proposé.

Mais avant tout, nous donnons quelques précisions de terminologie. Une *courbe d'étalonnage* ou *courbe de tarage* est la représentation graphique de la relation hauteur-débit. Le *barème* est la représentation numérique de cette même relation.

II. L'échelle limnimétrique du Sofitel

II.1 L'état actuel

La station hydrométrique sur l'Oubangui à Bangui se trouve au niveau de l'hôtel Sofitel (l'ancien hôtel Safari), en aval immédiat des rapides de Bangui (figure 1). Elle est composée de 10 éléments: les éléments (-1)-(0) jusqu'au (6)-(7) sont attachés sur UPN scellés sur les rochers surplombés par la terrasse de l'hôtel, et les éléments (7)-(8) et (8)-(9) sont scellés contre le mur en dessous de la terrasse (figure 2).

La référence altimétrique actuelle est le repère de Nivellement Général, matricule T1, installé sur le soubassement du bâtiment du Commissariat Spécial du Port de Bangui à 1080 m en aval de l'échelle du Sofitel. Son altitude actuel est de 345,133 m (IGN, 1957). Avant 1957, il existait un réseau de repères installé par le Service du Cadastre de la ville de Bangui. Dans cet ancien système, le repère T1 était à l'altitude 360,803 m, soit 15,670 m plus haut. Cette remarque est importante pour la suite.

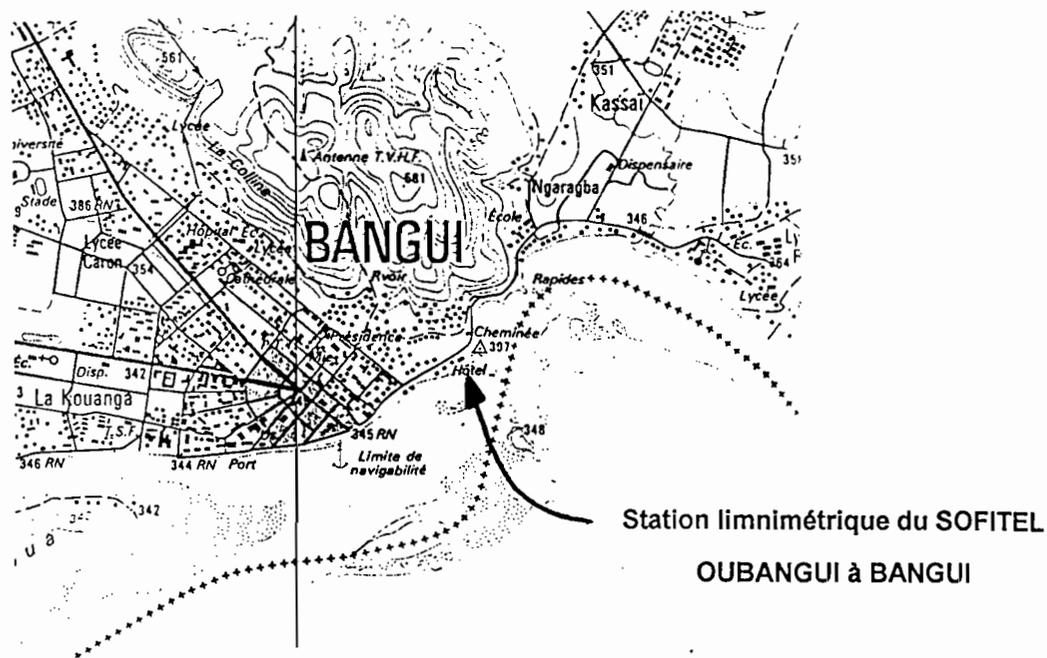


figure 1 Situation géographique de la station hydrométrique de Bangui

Coordonnées géographiques:

Latitude.....04°22' Nord

Longitude.....18°35' Est

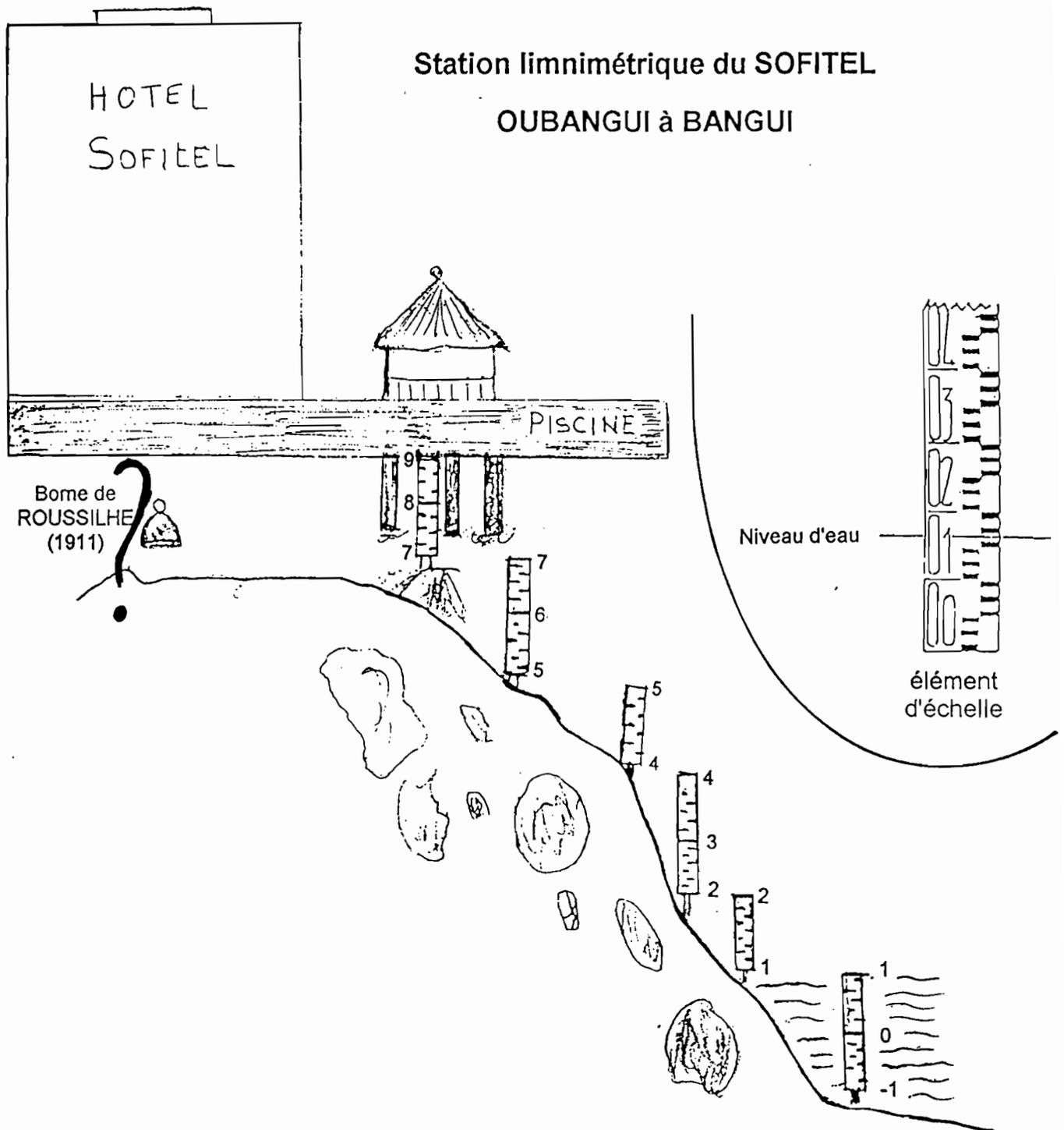


figure 2 Croquis de la station hydrométrique de Bangui

II.2 Historique

L'échelle a été mise en place le 6 mars 1911 par la Mission Roussilhe, avec le zéro d'échelle à l'altitude de 351,19 m (dans le système altimétrique d'avant 1957). Dans son rapport d'avril 1913, les observations suivantes sont indiquées: le 14 mars 1911 l'altitude du plan d'eau est de 351,80 m pour 61 à l'échelle; le 8 novembre 1911 l'altitude du plan d'eau est de 357,11 pour 592 à l'échelle. Il suit que le niveau du zéro est bien à 351,19 m.

En avril-mai 1912, une équipe de Roussilhe composée des lieutenants et enseignes de vaisseau, exécute un levé topographique à l'échelle 1/5000 de la zone pk 603,5 à pk 599 (la station limnimétrique se trouvant au pk 600). Dans ce relevé, le zéro de l'échelle est indiqué à 353,0 environ, ce qui représente un changement de l'altitude du zéro de 1,81 m entre novembre 1911 et avril 1912. Cette équipe a mis en place une borne à 900 m en aval de l'échelle, appelée la borne de Roussilhe. Le dénivelé de cette borne est indiqué à 6,99 m au-dessus de l'échelle 1912.

La station est remise en état par la Mission des Forces Hydrauliques (Mission Darnault) en 1928, avec "le nivellement fait par rapport à ces anciens repères" (Thiébaux, sans date). En 1936, la mission d'étude du port de Bangui (Mission Petrocokino) remet en place les éléments de basses-eaux. En 1935, cette mission avait mis en place une borne dont le sommet est calé par rapport au zéro d'échelle à 8,71 m (d'après un atlas des années 1930). Il semble donc que le repère de Roussilhe n'existait plus à cette époque.

En 1949, les Voies Navigables prennent en charge la station. Dans un document, datant probablement de début 1949, il est indiqué que le zéro d'échelle se trouve à la cote 351,77 m, pour devenir un peu plus tard, toujours en 1949, 349,858 m. Toujours sur le même document, l'altitude du zéro de l'échelle dans un nouveau système de nivellement est indiquée à 338,03 m.

Enfin, le répertoire de l'ORSTOM de 1972 indique que le zéro de l'échelle est à 336,12 m dans le nouveau système altimétrique IGN, ce qui correspond à 351,79 m dans l'ancien système ($336,12 + 15,67$ m), soit seulement 2 cm de plus que la cote du zéro indiquée en 1949. Devant ce si faible écart enregistré sur 23 ans, la cote donnée en 1949 a été choisie comme référence dans tous les travaux récents. C'est pourquoi dans la Monographie de l'Oubangui (Callède, 1992), le zéro est indiqué à 336,10 m (soit $351,77 - 15,67$ m).

En 1990, les Voies Navigables ont effectué un nivellement de tous les éléments de l'échelle à partir du repère IGN du port de Bangui. Il apparaît que tous les éléments d'échelle étaient de 2 à 5 cm trop bas par rapport à l'altitude 336,12 m. Le 30 mars 1993, une mission conjointe des Voies Navigables, de l'ORSTOM et du Service Hydrologique (Projet PNUD/OMM) recale tous les éléments par rapport au zéro à 336,103 m.

Plusieurs documents de l'ORSTOM, des Voies Navigables (Yayer, 1951) et autres, indiquent qu'en 1942 tous les repères de la ville de Bangui, y compris ceux de Roussilhe, ont disparu. En juin 1949, sept ans plus tard, les Voies Navigables mettent une borne à 8,69 m au-dessus du zéro d'échelle, seul repère existant à Bangui. Il est donc impossible d'affirmer que le zéro d'échelle n'a pas changé

de 1942 à 1949 sans avoir effectué une seule vérification au cours de ces 7 années, sachant la variation trouvée pour chaque élément d'échelle lors du nivellement de 1990.

Dans une note de l'ORSTOM de 1990, et citée par Callède (1992), il est dit que Thiébaux a retrouvé une borne hydrologique, qui daterait de 1945, sur laquelle est inscrit: "Repère hydro Roussilhe. Zéro échelle à -8,69 m". Cette borne aurait été placée en 1945 pour indiquer la borne utilisée par Roussilhe en 1912, 33 ans plus tôt. Nous pensons qu'il s'agit ici de la borne installée par les Voies Navigables en 1949. Depuis cette date de 1990, cette borne n'a jamais pu être retrouvée. Thiébaux indique dans sa note que l'échelle était décalée de 1 cm par rapport à la borne, mais il n'est pas précisé de quel élément il s'agit, sachant que ceux-ci étaient de -2 à -5 cm par rapport au zéro de 336,12 m. Ainsi, la borne retrouvée par Thiébaux ne prouve pas que le zéro d'échelle n'a pas changé depuis 1912. Elle permet uniquement de vérifier que le zéro n'a pas changé depuis 1949 à quelques centimètres près.

Les Voies Navigables ont retrouvé, en 1994, une borne à 920 m en aval de l'échelle Sofitel. D'après le plan de 1912, elle pourrait correspondre à celle de Roussilhe 1912, d'autant plus que personne ne signale l'implantation d'une borne à cet endroit dans les archives des Voies Navigables depuis. Un nivellement effectué le 22 janvier 1994 par les Voies Navigables nous permet de dire que le dessus de cette borne se trouve à 7,99 m au-dessus du zéro actuel alors que le dessus de la borne Roussilhe 1912 était à 6,99 m au-dessus du zéro de l'époque. Jouny a retrouvé ce mètre de différence en comparant les cotations des roches entre le pk 603,5 et le pk 599 obtenues en 1912 (effectué par Roussilhe) et en 1990 (effectué par lui-même) (Annexe 3). Il semblerait donc que le zéro de l'échelle 1912 était à l'altitude de 337,10 m, soit exactement un mètre plus haut que le zéro actuel.

II.3 Critique du zéro d'échelle

Les observations de cotes ont été faites avec interruptions de mars 1911 à octobre 1920, et puis de façon ininterrompue à partir de 1935. Les lectures effectuées de 1928 à 1935, après 8 ans d'absence, sont trop peu nombreuses et trop irrégulières pour pouvoir être vérifiées et ne peuvent donc être retenues. Bien que personne ne puisse affirmer, à la vue de l'historique, que le zéro de l'échelle n'a pas changé depuis 1935, les lectures étant sans interruption depuis cette date, il est vérifié qu'il n'y a pas de discontinuités dans les lectures des cotes. Ainsi, on peut considérer que les lectures sont homogènes depuis 1935. Par contre, en ce qui concerne les observations effectuées depuis 1911 à 1920, les incertitudes sur la position du zéro de l'échelle de l'époque sont trop nombreuses pour pouvoir affirmer quoi que ce soit. Dans un premier temps, il semble préférable de ne pas prendre en considération ces mesures. Nous proposons un essai de reconstitution à la fin de ce rapport.

III. Les jaugeages (Callède, 1992)

A l'exception des très basses-eaux, où un câble peut être tendu d'une rive à l'autre, la méthode du cercle hydrographique est de règle pour la réalisation des jaugeages de l'Oubangui à Bangui. D'une façon générale, la vitesse moyenne de l'Oubangui autorise l'emploi d'un saumon de 25 kg sur un bateau Zodiac MkII. Pour les jaugeages des cotes les plus importantes (le 6 novembre 1954, et les 10 et 17 octobre 1969), un saumon de 100 kg et un bateau plus grand ont été utilisés.

Les sections de jaugeage ont été (figure 3):

- * de part et d'autre de l'Ile Longue au pk 596 et pk 598 (premiers jaugeages par Roche en 1951, une partie des jaugeages de Jouny) (figure 4)
- * en amont immédiat de l'Ile Longue (jaugeages du 6 novembre 1954)
- * en amont des rapides, en face de la mission Saint-Paul, au pk 604 (jaugeages de Roche, Oberlin, Thiébaux, une partie des jaugeages de Jouny) (figure 5)
- * 10 km en amont de la station, à Mboko, pour les étiages de 1971 et 1972.

Les résultats des jaugeages sont donnés in extenso en Annexe 1. A noter que c'est la première fois que les jaugeages du 28-3-90 et du 13-4-90, effectués par Thiébaux, figurent sur une liste publiée car nous les avons retrouvés dans les archives de l'ORSTOM à Bangui.

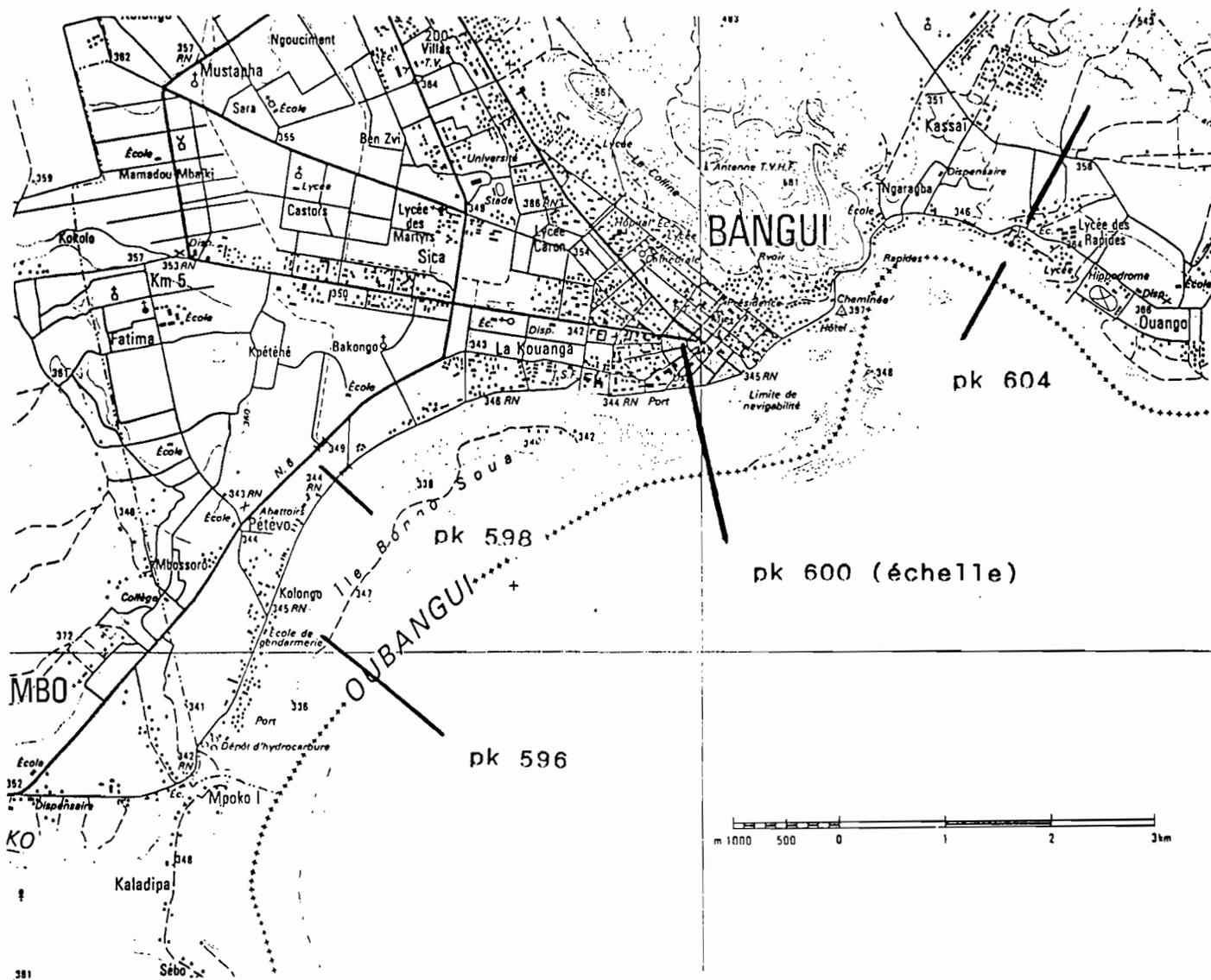


figure 3 Situation géographique des sections de jaugeages utilisées

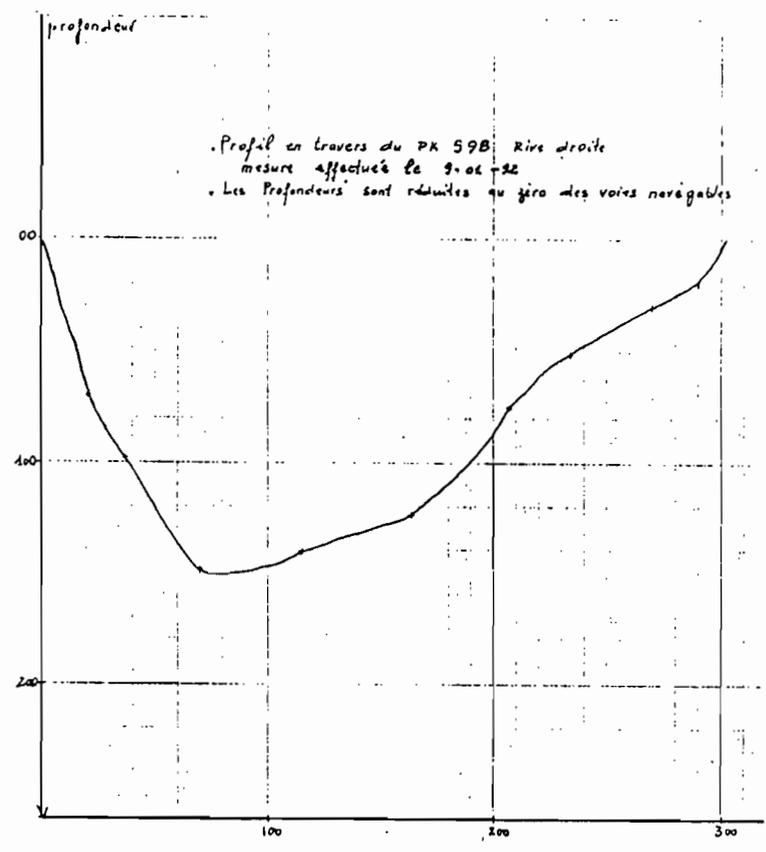
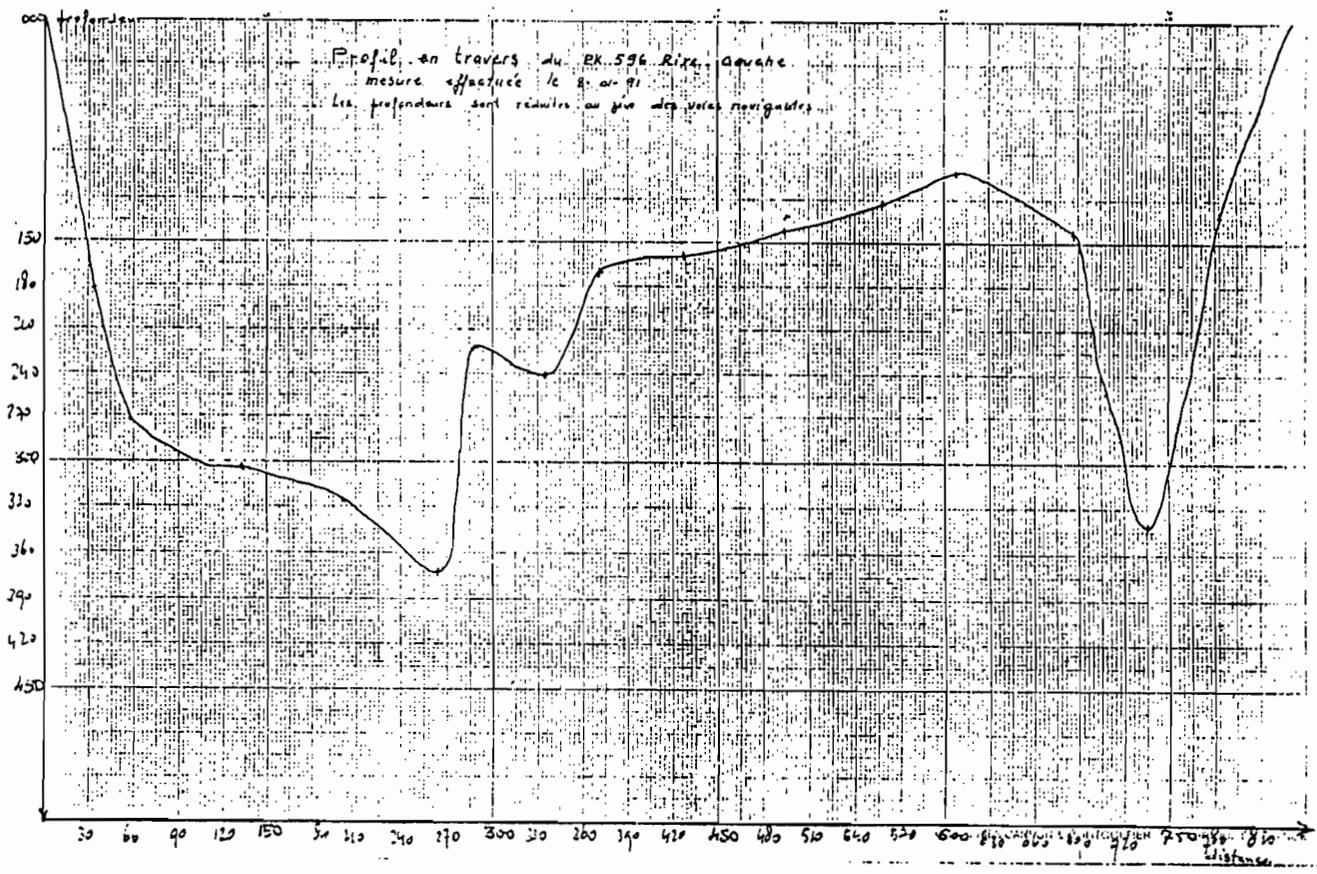


figure 4 Sections de jaugeages au pk 596 et pk 598 (voir figure 3)

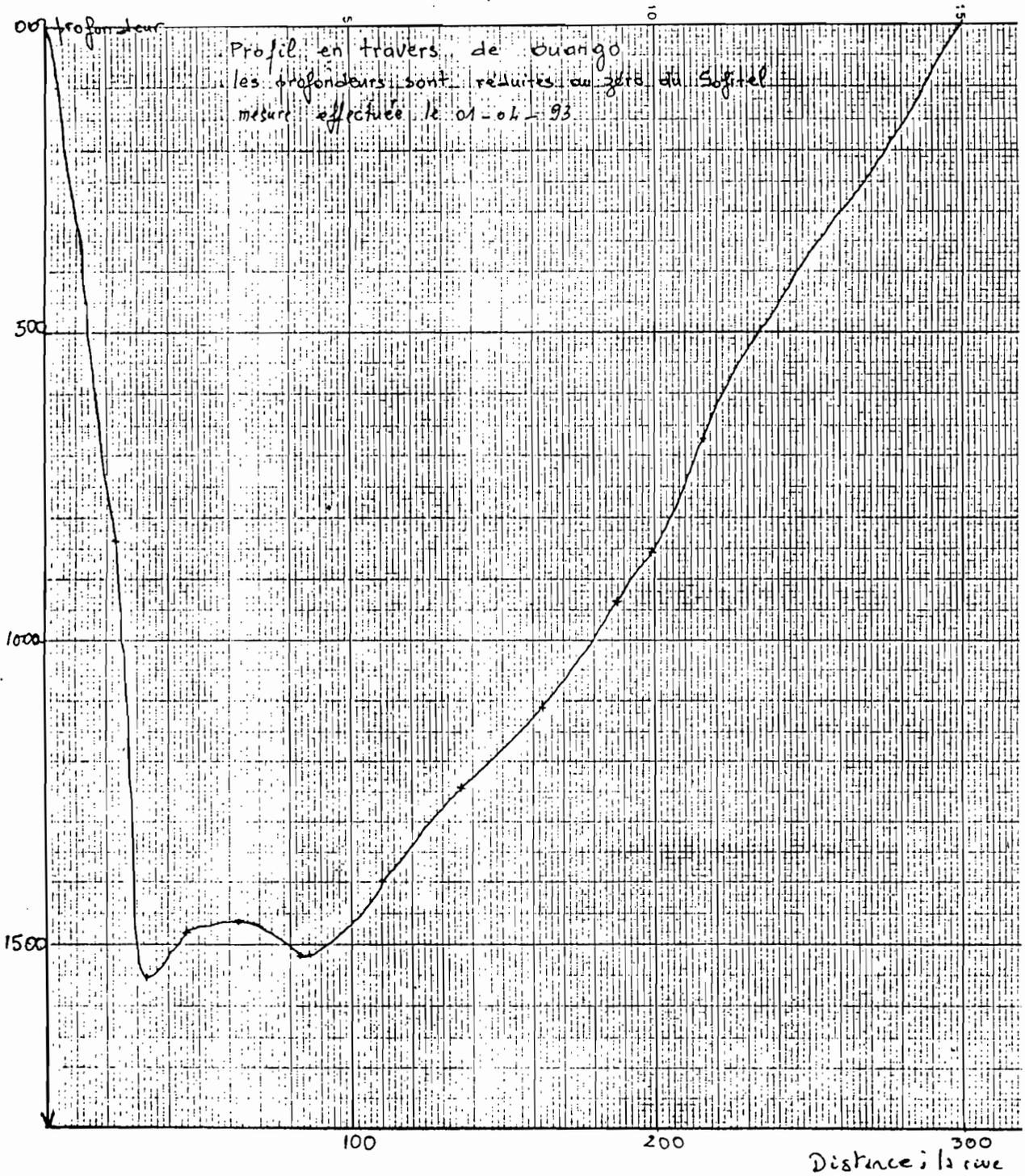


figure 5 Section de jaugeages au pk 604 (voir figure 3)

IV. Hydrométrie de l'Oubangui à Bangui

IV.1 Présentation et critique des barèmes établis par Callède (1992)

Callède a établi 5 barèmes différents pour la station de Bangui de l'origine en 1911 jusqu'en 1991 (figure 6 et Annexe 2). Il disposait de 95 jaugeages qui ont été réalisés par l'ORSTOM de 1951 à 1988, et depuis cette date soit par les Voies Navigables, soit par l'ORSTOM en collaboration avec le projet PNUD/OMM CAF/91/021.

Bien qu'entre 1911 et 1951, aucun jaugeage n'ait été effectué, Callède estime que la première courbe d'étalonnage est valable pour cette période. Nous verrons plus loin que le détarage de la station est fréquent, et de ce fait il n'est pas évident qu'une même courbe d'étalonnage puisse être valable pendant 40 ans. De plus, pour les raisons d'incertitude du zéro d'échelle évoquées ci-dessus, nous pensons qu'il est préférable de commencer la période de validité du premier barème en 1935.

Les 5 courbes d'étalonnage se rejoignent à la cote 280 cm. Ainsi, pour Callède (1992), la station hydrométrique de Bangui est stable pour les moyennes et hautes-eaux depuis l'origine des observations. Les barèmes n'ont changé que pour les basses-eaux, c'est à dire en dessous de la cote 280 cm. En basses-eaux, on observe une baisse de la courbe entre l'origine et 1971: un comblement du lit est suggéré, car pour la même cote la rivière conduit moins d'eau. De 1971 à nos jours, l'évolution s'inverse et le lit se creuse. En 1981, le barème change encore à la cote 280 cm et confirme l'auto-draguage progressif du lit du fleuve. Enfin, le dernier barème débutant en 1987 ne modifie le précédent barème qu'à partir de la cote 50 cm. Ainsi il semble que depuis 1981 l'auto-draguage ne soit efficace que en dessous de cette cote.

La fin de période de validité du barème no.4 de Callède a été modifiée pour devenir le 31 octobre 1977 au lieu du 31 octobre 1981. En effet, les jaugeages effectués en 1978 se trouvent plutôt à proximité des jaugeages exécutés après cette date.

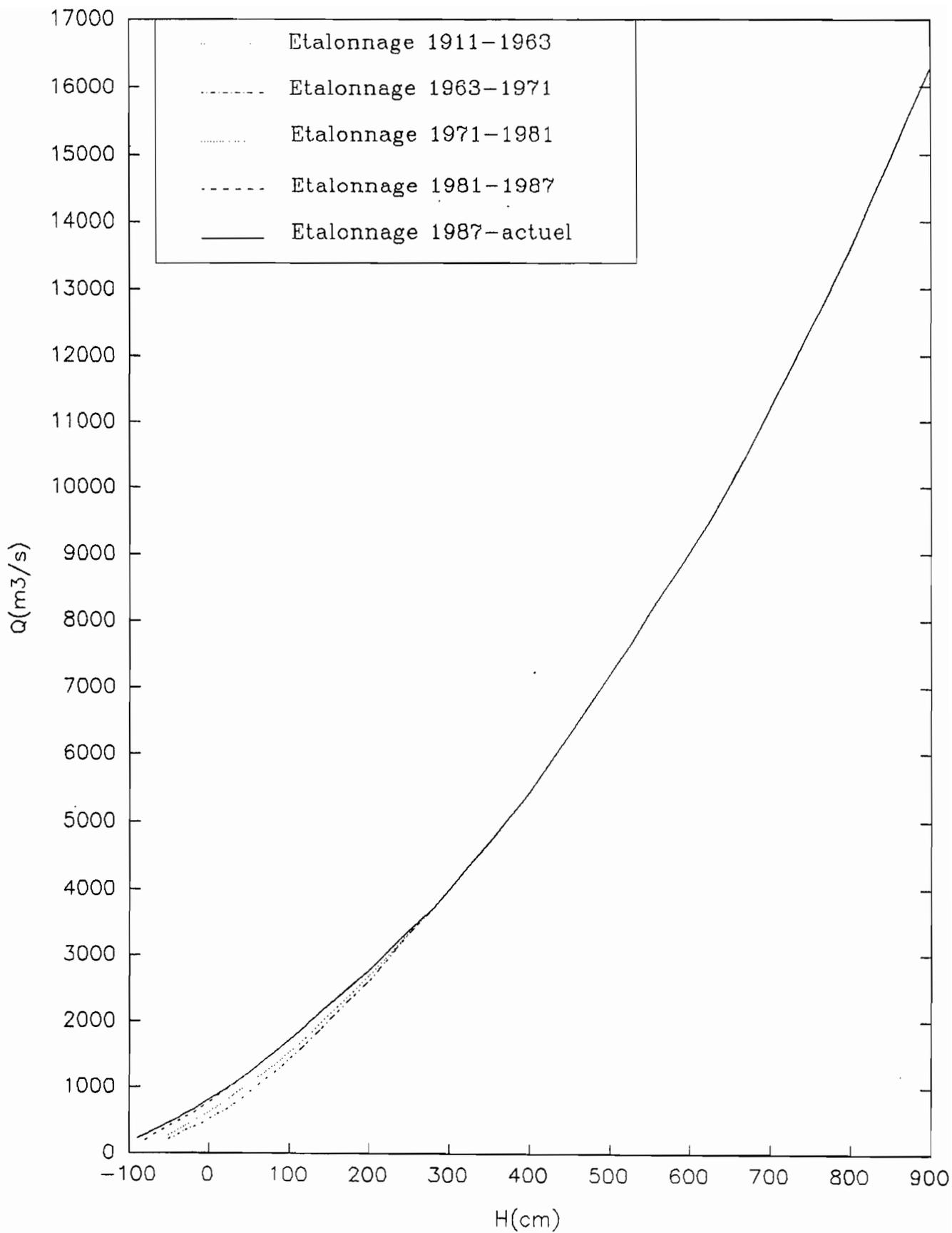


figure 6 Les courbes d'étalonnage selon Callède (1992)

VI.2 Le fonctionnement du fleuve depuis 1987

Depuis l'établissement des barèmes par Callède en 1992, 22 jaugeages supplémentaires ont été effectués par les Voies Navigables, au cours de 3 cycles hydrologiques consécutifs (Annexe 1). Dans un premier temps, ces jaugeages ont été comparés aux courbes d'étalonnage existantes. Il est apparu une dérive. Aussi, afin de comprendre la dynamique récente de ce fleuve, nous avons repris tous les jaugeages effectués depuis 1985. La discussion se partage en trois parties: les hautes-eaux ($630 < H < 900$ cm), les moyennes-eaux ($300 < H < 630$ cm) et les basses-eaux ($-100 < H < 300$ cm).

Les hautes-eaux ($630 < H < 900$ cm)

Aucun changement de la courbe d'étalonnage n'est proposé pour la partie hautes-eaux, puisqu'il n'y a pas de jaugeages réalisés depuis 1969 dans cette partie de la courbe. La rivière n'a pas dépassé la cote 640 cm depuis 1975. Il n'y a donc pas de raison pour un changement de barème, et l'on retient celui établi par Callède (appelé H1) qui est valable depuis l'origine de la station (figure 7).

Les moyennes-eaux ($300 < H < 630$ cm)

Depuis le travail de Callède, 7 jaugeages supplémentaires de moyennes-eaux ont été effectués, tous pendant l'année 1991. Tous les jaugeages de moyennes-eaux depuis l'origine de la station ont été reportés sur le graphique (figure 8). On remarque que la courbe établie par Callède (appelée M1) représente parfaitement les jaugeages effectués entre 1951 et 1969. Les points hauteur-débit trouvés en 1978 annoncent déjà un détarage de la station, mais il n'y a pas assez de jaugeages, et les jaugeages ne sont pas assez bien répartis, pour pouvoir confirmer cette hypothèse. Le détarage est confirmé par les jaugeages de 1989 et 1990, et les points trouvés en 1991 permettent de tracer une nouvelle courbe (appelée M2).

N'ayant pas de jaugeages pour les moyennes-eaux entre 1978 et 1989, on propose de retenir l'ancienne courbe jusqu'en 1989. La nouvelle courbe M2 est valable depuis le 1 juillet 1989 jusqu'à nouvelle ordre. Ce détarage montre que pour une même hauteur, un débit est moins important, ce qui pourrait être dû à un comblement du lit majeur de la rivière. La réduction du débit pour une même cote est de l'ordre de $200 \text{ m}^3/\text{s}$.

Les basses-eaux ($-100 < H < 300$ cm)

Depuis 1991, 23 jaugeages de basses-eaux ont été effectués en 3 ans, permettant de distinguer des changements du comportement du fleuve d'une année sur l'autre. D'autre part, le tracé d'une nouvelle courbe en moyennes-eaux, valable à partir de juillet 1989 oblige également à reconsidérer la validité du barème des basses-eaux établi par Callède, à partir de 1989.

En reprenant tous les jaugeages effectués en basses-eaux depuis l'origine (figure

9), il apparaît que les courbes d'étalonnage s'éclatent en éventail vers les très basses-eaux. L'écart est maximal entre la courbe B2 (1964 à 1971) et la courbe B5 (1988 à mi-1989), donnant à la côte 0 une différence de débit de $340 \text{ m}^3/\text{s}$ (pour les débits allant de 520 à $860 \text{ m}^3/\text{s}$)!

Les courbes B1 (1935 à 1961), B2 (1964 à 1971) et B3 (1972 à 1977) sont inchangées. Ce sont les courbes les plus basses, elles se distinguent nettement des autres courbes d'étalonnage plus récentes qui matérialisent un creusement du lit majeur du fleuve depuis 1971.

La courbe B4 (1978 à 1987) est la dernière courbe établie par Callède qui soit retenue. Elle fait déjà partie du groupe des courbes d'étalonnage récentes. La courbe B5 (1988 à mi-1989) est la courbe la plus haute. A cette époque, le lit du fleuve est à son creusement maximal. C'est également la dernière courbe à rejoindre l'ancienne courbe des moyennes-eaux (M1). A partir de cette date, toutes les courbes d'étalonnage de basses-eaux rejoignent la nouvelle courbe des moyennes-eaux (M2). En effet, les deux courbes les plus récentes B6 et B7 se rejoignent à la cote 130 cm, à partir d'où tous les jaugeages effectués de 1989 jusqu'en 1992 sont utilisés pour tracer une courbe qui joint les plus basses parties (en-dessous de 130 cm) avec la courbe M2 établie pour les moyennes-eaux.

La courbe B6 est valable du 1 juillet 1989 au 30 juin 1991. Elle est légèrement inférieure à la courbe précédente (B5), et il y aurait eu un comblement. Cette tendance est confirmée l'année suivante puisque la courbe B7 (mi-1991 à nos jours) est la même que B6 à partir de 140 cm, mais elle rejoint la courbe plus basse B4 dans la partie des très basses-eaux (en dessous de 0 cm).

Il est évident que le détail effectué ici dans le tracé des courbes n'est possible que si l'on dispose d'un nombre suffisant de jaugeages. De ce fait les années 1985 et 1986 ont été considérées avec 1987, et l'année 1992 avec 1991. Evidemment, des changements du même ordre ont probablement eu lieu pendant les années précédentes, mais le nombre de jaugeages disponibles n'est pas assez important pour pouvoir révéler ces détails.

En conclusion, nous retiendrons que les courbes d'étalonnage pour les très basses-eaux (de -100 à +130 cm) ont changé presque chaque année depuis 1987. De 1971 à 1988, le lit majeur du fleuve se creuse. Au contraire, à partir de 1989, la tendance se renverse et le lit majeur du fleuve se comble. En 1993, il a rejoint son niveau de 1987.

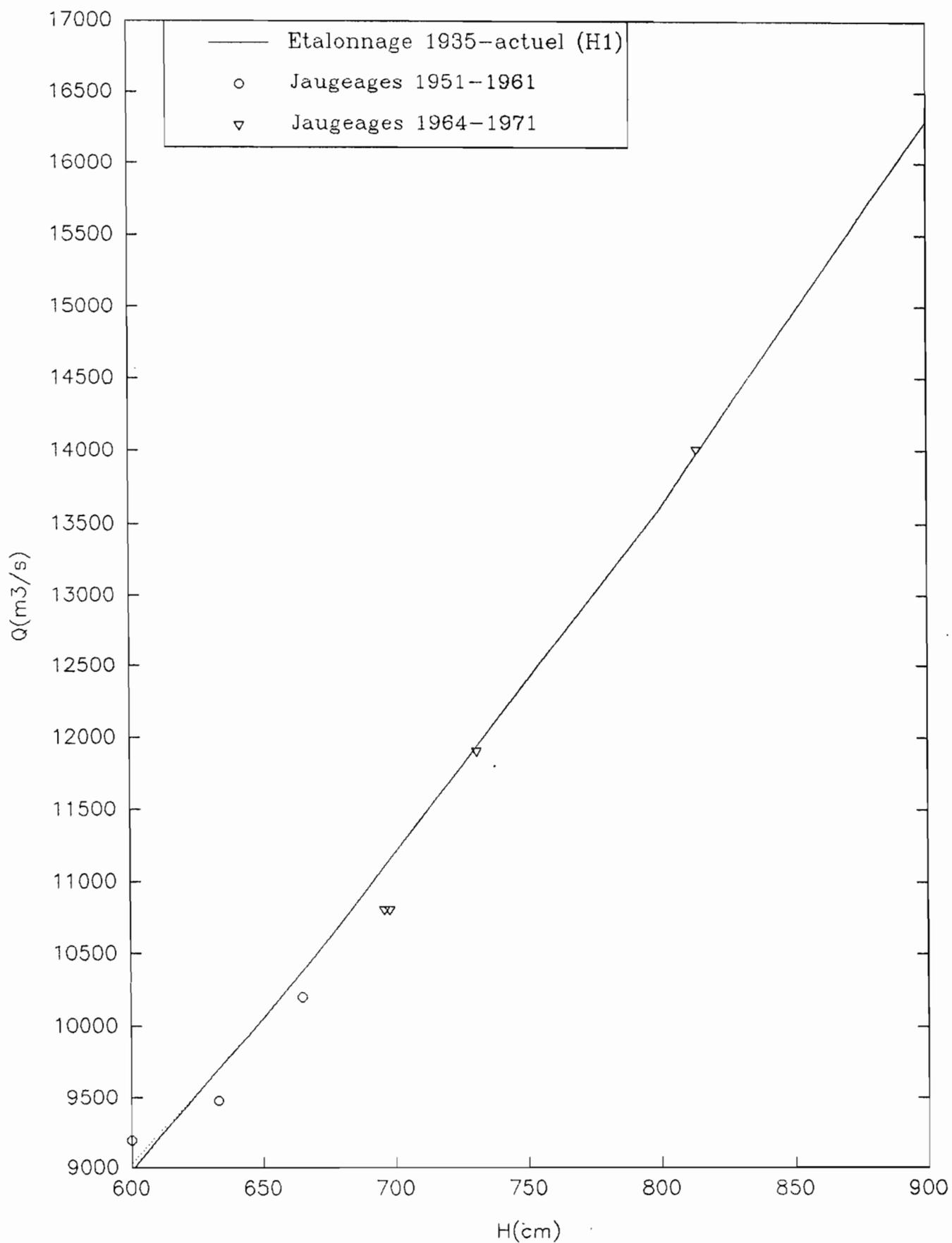


figure 7 L'étalonnage des hautes-eaux (inchangé)

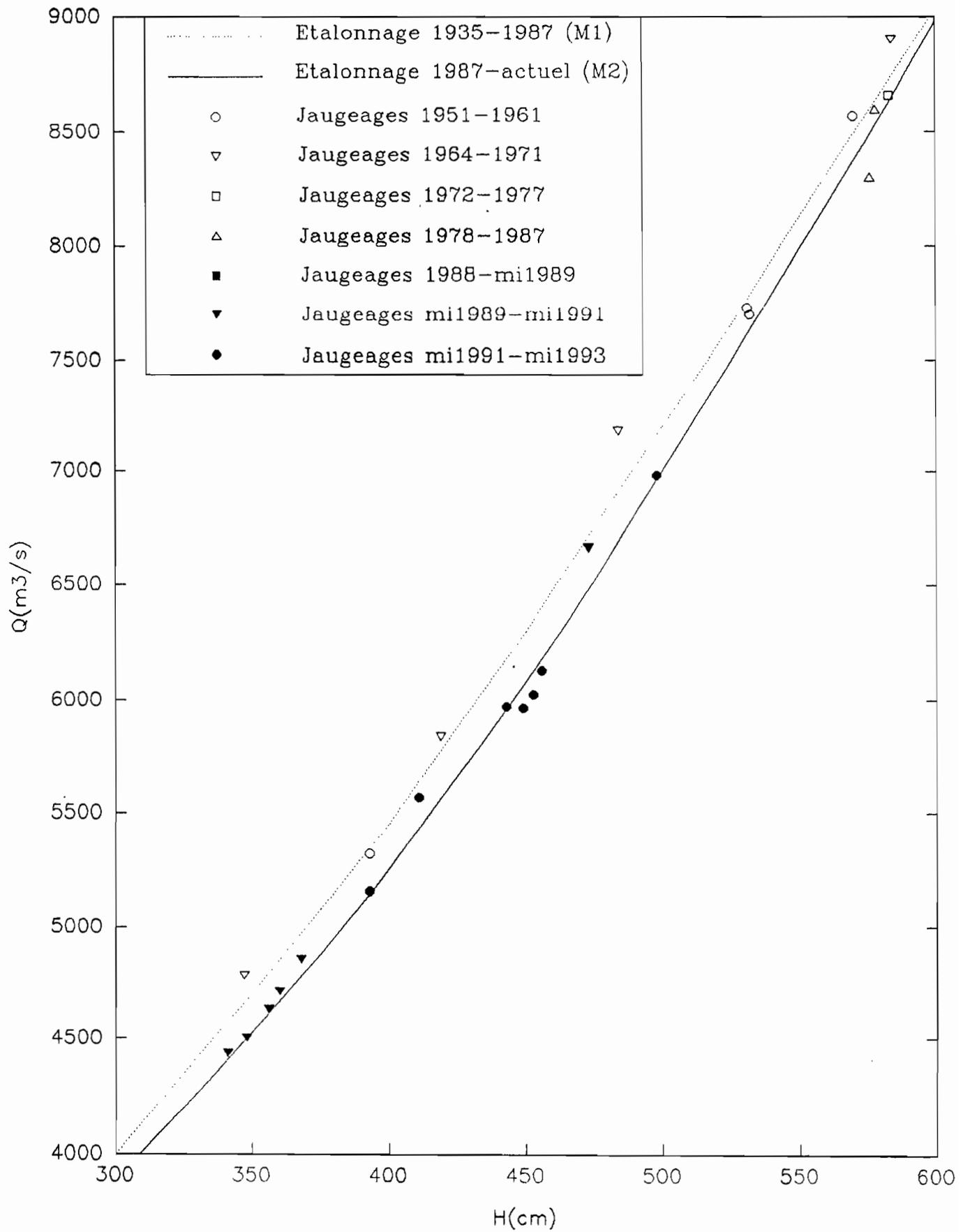


figure 8 L'étalonnage des moyennes-eaux (modifié)

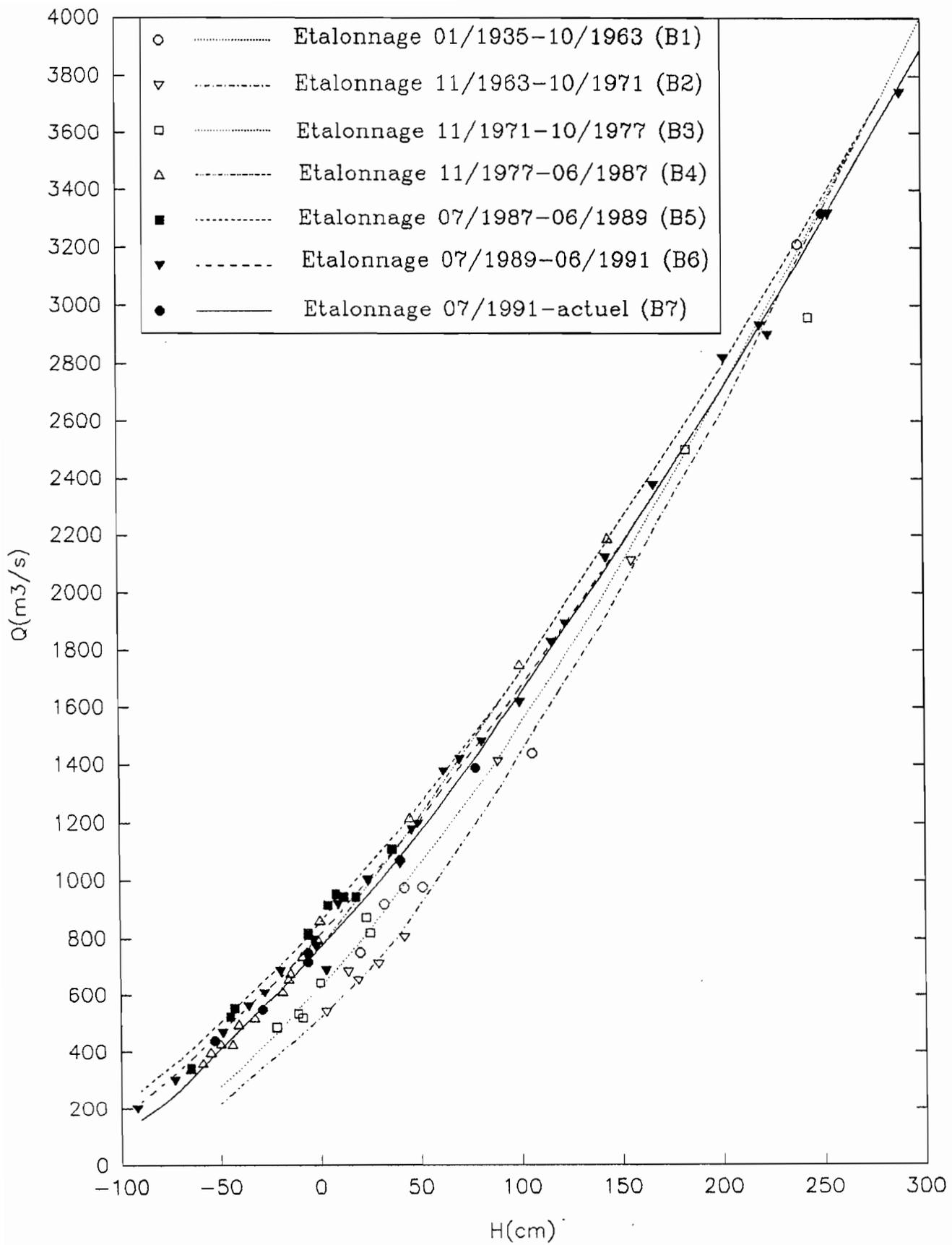


figure 9 L'étalonnage des basses-eaux (modifié)

IV.3 Synthèse des courbes d'étalonnage retenues (tableau 1)

Hautes-eaux ($630 < H < 900$ cm) La courbe d'étalonnage n'a pas été changée depuis l'origine de la station. Il est à noter que les derniers jaugeages en hautes-eaux datent de 1969. La courbe devrait donc être vérifiée. Toutefois, les eaux du fleuve n'ont plus atteint la cote 650 cm depuis 1975.

Moyennes-eaux ($300 < H < 630$ cm) Pour les moyennes-eaux, il a été mis en évidence une baisse de la courbe d'étalonnage entre 1969 et 1989. Cela indique un comblement du lit majeur. Malheureusement, le nombre de jaugeages est insuffisant pour mettre en évidence une descente progressive de la courbe pendant la période mentionnée ci-dessus, et nous devons nous contenter de dates approximatives pour les limites de validité des barèmes. Il a été choisi de conserver la courbe d'étalonnage de Callède de l'origine à juin 1989, considérant que le détarage en moyennes-eaux est effectif à partir de juillet 1989. Des jaugeages effectués en 1993 confirment l'actualité de cette courbe.

Basses-eaux ($-100 < H < 300$ cm) Nous avons pu constater des variations annuelles de la partie la plus basse de la courbe d'étalonnage. Depuis 1987, la courbe s'est développée progressivement vers le bas, d'où nous supposons que le lit mineur s'est comblé. Les changements d'une année à l'autre sont de l'ordre de 10-20 %. Cette station mérite donc l'exécution d'un nombre suffisant de jaugeages (au moins 5 bien répartis) pendant chaque période d'étiage afin de confirmer chaque année la courbe d'étalonnage correcte.

≠ sup à l'incertitude sur la mesure (5%)

Tableau 1 Hydrométrie de l'Oubangui à Bangui: synthèse des courbes retenues

Validité des courbes

No.	Date début	Date fin	Auteur(s)
C1	01-01-1935	31-01-1963	Callède
C2	01-11-1963	01-11-1971	Callède
C3	01-11-1971	31-10-1977	Callède (modification de date fin)
C4	01-11-1977	31-10-1987	Callède (modification de date début)
W5	01-11-1987	30-06-1989	Wesselink (basses-eaux) / Callède (moyennes-eaux)
W6	01-07-1989	30-06-1991	Callède (basses-eaux) / Wesselink (moyennes-eaux)
W7	01-07-1991	actuel	Wesselink

Débit en m³/s pour courbe numéro ..

Cote	C1	C2	C3	C4	W5	W6	W7
-90					265	225	160
-80				210	320	280	210
-70				270	375	340	270
-60				340	440	405	340
-50	280	220	280	410	505	470	410
-40	340	280	340	480	570	535	480
-30	410	340	410	550	640	600	550
-20	480	400	480	620	710	665	620
-10	560	460	560	695	780	740	695
0	630	520	630	770	860	815	770
10	710	590	710	860	940	890	845
20	790	660	790	950	1020	970	920
30	880	740	880	1040	1100	1050	1000
40	970	820	970	1130	1180	1130	1085
50	1060	920	1060	1225	1265	1210	1170
60	1150	1020	1150	1320	1350	1300	1260
70	1240	1120	1240	1420	1440	1390	1350
80	1330	1220	1330	1520	1530	1480	1450
90	1430	1320	1430	1620	1620	1570	1550
100	1540	1440	1540	1720	1720	1665	1650
120	1750	1660	1750	1930	1930	1860	1850
140	1970	1880	1970	2140	2140	2060	2050
160	2210	2130	2210	2350	2350	2260	2260
180	2450	2380	2450	2560	2560	2480	2480
200	2700	2620	2700	2780	2780	2700	2700
220	2950	2900	2950	3010	3010	2930	2930
240	3200	3180	3200	3240	3240	3160	3160
260	3470	3460	3470	3480	3480	3400	3400
280	3720	3720	3720	3720	3720	3645	3645
300	4000	4000	4000	4000	4000	3890	3890
325	4350	4350	4350	4350	4350	4200	4200
350	4700	4700	4700	4700	4700	4525	4525
375	5080	5080	5080	5080	5080	4875	4875
400	5450	5450	5450	5450	5450	5255	5255
425	5880	5880	5880	5880	5880	5660	5660
450	6300	6300	6300	6300	6300	6080	6080
475	6750	6750	6750	6750	6750	6515	6515
500	7200	7200	7200	7200	7200	7000	7000
525	7650	7650	7650	7650	7650	7495	7495
550	8130	8130	8130	8130	8130	7985	7985
575	8580	8580	8580	8580	8580	8465	8465
600	9030	9030	9030	9030	9030	8980	8980
625	9530	9530	9530	9530	9530	9530	9530
650	10050	10050	10050	10050	10050	10050	10050
675	10600	10600	10600	10600	10600	10600	10600
700	11200	11200	11200	11200	11200	11200	11200
725	11800	11800	11800	11800	11800	11800	11800
750	12400	12400	12400	12400	12400	12400	12400
775	13000	13000	13000	13000	13000	13000	13000
800	13600	13600	13600	13600	13600	13600	13600
900	16300	16300	16300	16300	16300	16300	16300

V Les débits de l'Oubangui à Bangui depuis l'origine

V.1 Les débits depuis 1935

Les débits moyens mensuels et annuels calculés avec les nouveaux barèmes sont présentés en tableau 2. Les moyennes des débits mensuels et annuels sont données en dernière ligne.

V.2 Discussion sur les débits calculés à partir des observations antérieures à 1935

Dans le tableau 3, sont donnés les débits mensuels et annuels calculés sur la période où l'altitude du zéro de l'échelle limnimétrique est incertaine, c'est à dire entre 1911 et 1920. Deux propositions sont envisagées:

- * Première hypothèse (tableau 3.a): le zéro de l'échelle est resté inchangé depuis l'origine des observations (hypothèse retenue par Callède).
- * Deuxième hypothèse (tableau 3.b): le zéro de l'échelle 1912 était un mètre plus haut que le zéro actuel (hypothèse retenue au vue de l'historique). Les hauteurs lues sont donc réactualisées en ajoutant 100 cm à chaque observation.

Selon la deuxième hypothèse, les 2 uniques années complètes (1916 et 1917) seraient les 2 années les plus humides de toute la série des observations de l'Oubangui à Bangui. Par contre, selon la première hypothèse, les modules annuels de 1916 et 1917 seraient seulement respectivement au rang 5 et 8.

Nous avons comparé le 'degré d'extrémité' des débits maximums mensuels, calculés selon les deux hypothèses, avec d'autres séries d'observations de fleuves de la région. Seul le fleuve Congo à Brazzaville possède des observations suffisamment anciennes (tableaux 4). Les rangs des maximums mensuels des années 1911-1920 de la série de Brazzaville correspondent le mieux avec la série de Bangui reconstituée selon l'hypothèse 1. En effet, selon l'hypothèse 1, seules les années 1914, 1916, et 1917 ont un rang parmi les 16 premières années de la série complète d'observation, tout comme le Congo à Brazzaville. Par contre, selon l'hypothèse 2, 5 sur 6 années concernées se trouvent parmi les 16 premiers années.

D'autre part, si on s'intéresse au minimum mensuel, les minimums mensuels calculés à partir de la deuxième hypothèse semblent excessifs.

Aussi, sans preuve irréfutable mais devant ce faisceau de présomptions favorables à l'hypothèse 1 (le zéro de l'échelle est resté inchangé), il semble préférable de retenir cette hypothèse, déjà retenue par ailleurs par Callède.

Tableau 2 Débits mensuels et annuels de l'Oubangui à Bangui depuis 1935

année	JANV	FEVR	MARS	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOUT	SEPT	OCTO	NOVE	DECE	annuel
1935	-	-	1460.	2310.	2370.	3620.	5560.	6690.	8070.	9850.	7650.	4170.	-
1936	2270.	1420.	1340.	1330.	2450.	3840.	5320.	7630.	9330.	10700.	9030.	4770.	4950.
1937	2590.	1920.	1430.	1510.	2250.	3130.	4100.	6260.	6610.	8490.	7990.	4450.	4230.
1938	2460.	1400.	1090.	1000.	1830.	3080.	4520.	7220.	8310.	11100.	9300.	4230.	4630.
1939	2470.	1570.	1250.	1960.	2260.	2930.	3820.	5150.	6780.	7490.	10000.	4760.	4200.
1940	2400.	1700.	1290.	1220.	1920.	2560.	3610.	6130.	8120.	8700.	7540.	3930.	4090.
1941	2230.	1270.	1020.	1140.	1950.	4360.	5590.	6520.	9640.	9250.	9720.	5860.	4880.
1942	2750.	1830.	1600.	1350.	2140.	3810.	5120.	7850.	10200.	9310.	6080.	3760.	4650.
1943	2120.	1240.	823.	1020.	1120.	2210.	3560.	5920.	7110.	8370.	6670.	3520.	3640.
1944	2070.	1200.	1150.	1600.	2510.	3010.	3310.	5180.	7020.	7260.	6730.	3050.	3670.
1945	1720.	951.	523.	402.	1000.	2590.	4070.	5700.	8350.	10400.	8300.	4650.	4060.
1946	2230.	1280.	828.	658.	1110.	2590.	3640.	6190.	9370.	10700.	9710.	4850.	4430.
1947	2440.	1510.	1180.	1430.	2740.	3770.	4720.	7130.	9190.	9330.	5890.	3580.	4410.
1948	1920.	1240.	1210.	1000.	1440.	2950.	4700.	7340.	11700.	11000.	8540.	4010.	4750.
1949	2160.	1330.	842.	1100.	1060.	2570.	3240.	5880.	7410.	10300.	8170.	3890.	4000.
1950	1940.	1130.	868.	1000.	1920.	3260.	4190.	6640.	9200.	10800.	7680.	3490.	4340.
1951	1970.	1220.	894.	879.	879.	1780.	2390.	3930.	5280.	7640.	9000.	4710.	3380.
1952	2110.	1230.	848.	1070.	1660.	2770.	3570.	5560.	8300.	8660.	6800.	3630.	3850.
1953	2080.	1210.	1050.	832.	1730.	2580.	3590.	4810.	7160.	6990.	6760.	3080.	3490.
1954	1580.	1020.	1020.	1010.	1420.	2770.	4300.	5450.	7890.	9460.	7820.	3820.	3960.
1955	2010.	1390.	1080.	1890.	2230.	2590.	4510.	6050.	8540.	10800.	10000.	4580.	4640.
1956	2540.	1500.	1450.	1590.	2510.	3640.	4270.	5230.	8030.	9110.	7710.	4110.	4310.
1957	2260.	1280.	1230.	2120.	2150.	2970.	4070.	5980.	6810.	7720.	8430.	5810.	4240.
1958	2980.	1560.	1090.	1170.	2540.	2720.	4160.	6050.	8200.	9420.	7900.	4370.	4350.
1959	2670.	1400.	833.	964.	2050.	2930.	3360.	5660.	7890.	8830.	8270.	4620.	4120.
1960	2260.	1380.	1190.	1480.	2250.	2850.	4590.	6830.	8290.	10600.	9810.	4730.	4690.
1961	2960.	1850.	1020.	1040.	1740.	2180.	4060.	6920.	11400.	13100.	12200.	7470.	5500.
1962	3580.	2090.	1520.	2200.	2830.	3910.	5200.	7400.	9550.	11700.	11300.	6490.	5650.
1963	3560.	2500.	2100.	2340.	4410.	4420.	5280.	7600.	8090.	8620.	7550.	5370.	5150.
1964	3010.	1570.	947.	1470.	2220.	3540.	4220.	5550.	8970.	11700.	11600.	5370.	5010.
1965	2830.	1760.	1340.	1450.	1640.	2060.	2950.	5420.	6980.	8670.	7950.	4500.	3960.
1966	2260.	1440.	983.	1580.	3130.	3980.	4800.	6800.	9140.	9190.	8720.	4580.	4720.
1967	2170.	1270.	836.	660.	912.	2040.	3890.	5250.	7890.	10200.	9060.	4170.	4030.
1968	2080.	1080.	834.	812.	1440.	2990.	4890.	7060.	8040.	8680.	8440.	6190.	4380.
1969	3270.	1970.	2290.	3140.	3710.	5040.	6700.	9170.	10200.	11300.	10600.	5950.	6110.
1970	3220.	2090.	1480.	1260.	1820.	2920.	3710.	6150.	9710.	9930.	8600.	3730.	4550.
1971	1880.	1030.	651.	815.	831.	1280.	2450.	4540.	6980.	6970.	5250.	2820.	2960.
1972	1240.	910.	588.	641.	1140.	2130.	3370.	4950.	6310.	7270.	7540.	3520.	3300.
1973	1570.	881.	581.	573.	1380.	2190.	2610.	3940.	5690.	6290.	5700.	2420.	2820.
1974	1150.	622.	428.	444.	1330.	2680.	4560.	6220.	8450.	9880.	7120.	3120.	3830.
1975	1500.	834.	657.	679.	1180.	1760.	2560.	5200.	9570.	11500.	8370.	3960.	3980.
1976	1960.	1100.	838.	1210.	1340.	3140.	4000.	5940.	7110.	7400.	8130.	4630.	3900.
1977	2630.	1500.	897.	1010.	1150.	1920.	3370.	5470.	7690.	8450.	5550.	3100.	3560.
1978	1590.	933.	721.	704.	1840.	2260.	3970.	5370.	7910.	8780.	8400.	3730.	3850.
1979	1990.	1170.	992.	920.	1570.	2700.	3710.	5330.	6660.	6500.	6760.	3380.	3470.
1980	1720.	1030.	746.	1150.	1790.	2620.	4360.	5910.	7070.	8760.	8770.	4950.	4070.
1981	2400.	1350.	875.	1040.	1700.	2710.	3540.	6050.	8930.	9130.	7310.	3240.	4020.
1982	1880.	1150.	818.	651.	1030.	2210.	2820.	4110.	5220.	7520.	8070.	3170.	3220.
1983	1520.	756.	429.	394.	553.	1130.	1980.	3180.	5110.	6060.	5310.	3140.	2460.
1984	1460.	726.	522.	592.	1030.	1750.	2500.	3930.	4920.	5020.	3750.	1950.	2350.
1985	951.	577.	306.	710.	1620.	2380.	3230.	4570.	6200.	6690.	5770.	2530.	2960.
1986	1200.	678.	512.	625.	885.	1340.	2460.	3630.	4500.	6370.	5060.	2580.	2490.
1987	1120.	577.	395.	529.	744.	1670.	2680.	2720.	4630.	6580.	5140.	3070.	2490.
1988	1300.	717.	501.	487.	1080.	1770.	2170.	3980.	6600.	8970.	6330.	3530.	3120.
1989	1740.	807.	525.	571.	781.	1520.	1940.	3270.	4850.	6200.	4680.	2370.	2440.
1990	1270.	631.	396.	265.	689.	1010.	1450.	2830.	4350.	4550.	4690.	3270.	2120.
1991	1890.	832.	514.	608.	1160.	2680.	3290.	4600.	6000.	5950.	5770.	2920.	3020.
1992	1220.	675.	423.	381.	655.	1310.	2500.	4280.	6530.	7480.	6740.	2790.	2920.
1993	1350.	719.	448.	492.	892.	2100.	3440.	4530.	5600.	5620.	5150.	3270.	2800.
Moy.	2100.	1240.	944.	1090.	1690.	2670.	3770.	5610.	7620.	8700.	7680.	4030.	3920.

Tableau 3 Débits mensuels et annuels de l'Oubangui à Bangui 1911-1920

NB Le débit maximum mensuel de chaque année est souligné et son rang est donné.

3.a Débits calculés avec hauteurs inchangées (hypothèse 1)

année	JANV	FEVR	MARS	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOÛT	SEPT	OCTO	NOVE	DECE	annuel	rang
1911	-	-	-	1170.	2560.	3940.	5410.	6920.	8860.	8990.	8700.	5620.	-	32
1912	2850.	1710.	1110.	1070.	1220.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1913	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1914	1200.	738.	550.	883.	1040.	2410.	3420.	5510.	8020.	11300	11300	-	-	8
1915	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8500.	8810.	5050.	-	42
1916	2380.	1400.	986.	1190.	1990.	2770.	4370.	6260.	9290.	14000	10400	5610.	5050.	1
1917	2740.	1640.	1240.	1610.	2160.	3470.	4440.	5310.	7980.	12000	11200	5060.	4900.	3
1918	2780.	-	1130.	1560.	2110.	2900.	3790.	6020.	6990.	6650.	5910.	4490.	-	53
1919	-	-	-	-	-	-	4610.	6440.	8290.	-	8380.	5370.	-	-
1920	2880.	1640.	1030.	1110.	1940.	3600.	5000.	8020.	9060.	-	-	-	-	-
Moy.	2470.	1430.	1010.	1230.	1860.	3180.	4430.	6350.	8360.	10200	9210.	5200.	4980.	-

3.b Débits calculés avec hauteurs augmentées de 100 cm (hypothèse 2)

année	JANV	FEVR	MARS	AVRI	MAI	JUIN	JUIL	AOÛT	SEPT	OCTO	NOVE	DECE	annuel	rang
1911	-	-	-	2240.	3850.	5400.	7120.	8770.	10900	11100	10800	7310.	-	10
1912	4170.	2910.	2160.	2110.	2290.	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1913	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1914	2280.	1680.	1420.	1870.	2060.	3690.	4800.	7240.	10000	13700	13800	-	-	3
1915	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10500	10600	6670.	-	16
1916	3650.	2530.	2000.	2250.	3220.	4070.	5910.	8040.	11400	17000	12700	7310.	6670.	1
1917	4050.	2820.	2330.	2780.	3410.	4860.	5980.	7000.	10000	14500	13600	6690.	6500.	2
1918	4090.	-	4810.	2740.	3350.	4220.	5230.	7790.	8830.	8480.	7670.	6050.	-	35
1919	-	-	-	-	-	-	6190.	8270.	10300	-	10400	7020.	-	-
1920	4200.	2820.	2050.	2180.	3160.	5020.	6660.	10000	11200	-	-	-	-	-
Moy.	3740.	2550.	2460.	2310.	3050.	4540.	5980.	8160.	10400	12600	11400	6840.	6590.	-

Tableau 4 Rang des débits mensuels maximums des années 1911 et 1914-1918 du Congo à Brazzaville

année	mois	valeur	rang
1911	déce	61300	17
1914	déce	62900	10
1915	déce	52200	50
1916	déce	66200	4
1917	déce	61900	14
1918	déce	48000	61

V.3 Evolution des débits annuels de l'Oubangui à Bangui au cours du XX^{ème} siècle

La figure 10 montre la série des débits moyens annuels depuis 1935, ainsi que les débits moyens du mois minimum et les débits moyens du mois maximum. L'Oubangui à Bangui connaît une baisse des débits depuis 1935. Les modules décennaires sont les suivants:

1940-1949	le débit moyen est de 4260 m ³ /s
1950-1959	le débit moyen est de 4070 m ³ /s
1960-1969	le débit moyen est de 4920 m ³ /s
1970-1979	le débit moyen est de 3620 m ³ /s
1980-1989	le débit moyen est de 2962 m ³ /s

Le module des dernières années 1990-1993 est encore plus bas, 2720 m³/s. Les minimums et les maximums mensuels suivent la même tendance à la diminution.

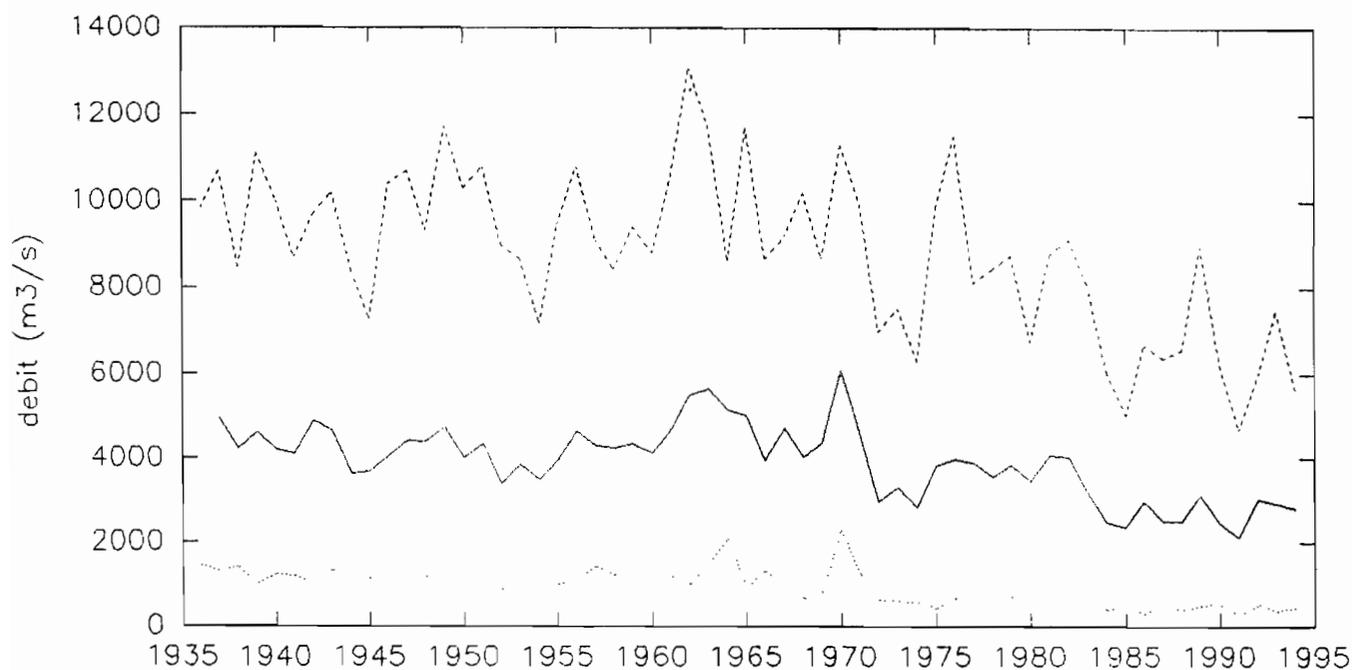


figure 10 Série chronologique des débits mensuels (pour chaque année: le maximum mensuel, la moyenne mensuelle et le minimum mensuel)

La figure 11 montre l'hydrogrammes moyen du siècle de l'Oubangui à Bangui en trait plein (dernière ligne du tableau 2), ainsi que les hydrogrammes minimum et maximum, composés respectivement à partir des débits mensuels minimum et maximum de chaque mois. Il est intéressant de noter que l'hydrogramme maximum est dérivé entièrement des années '60, à l'exception du mois de septembre qui vient de l'année 1948. Par contre, l'hydrogramme minimum est dérivé en totalité des années 1983-1990.

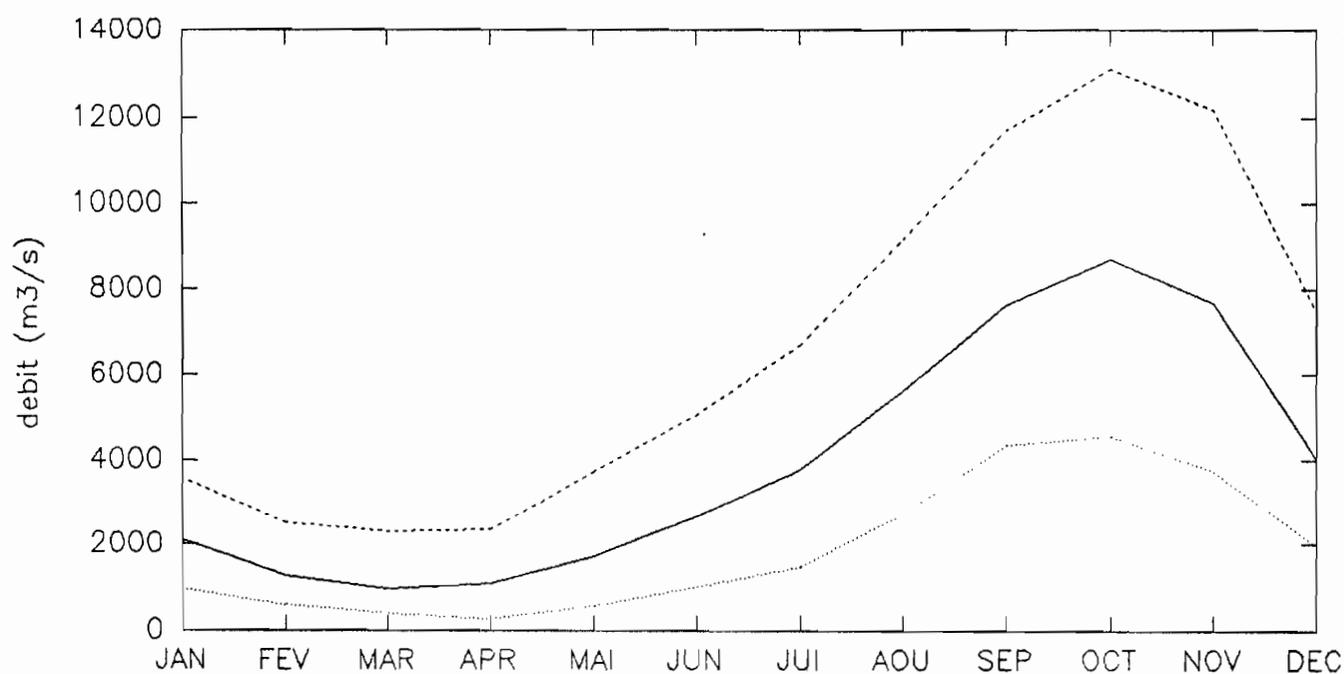


figure 11 Hydrogrammes moyen , maximum et minimum de l'Oubangui à Bangui (de 1935 à 1993)

VI Conclusion

Nous avons utilisé toutes les informations disponibles (résultats de dépouillements de jaugeages, historique, cotes observées) pour présenter les courbes d'étalonnage de la station hydrométrique de l'Oubangui à Bangui. Il a été démontré que cette courbe n'est pas stable, et doit être redéfinie au cours de chaque année hydrologique en période de basses-eaux. Les données historiques ne permettent pas toujours cette précision, et on doit souvent se contenter d'une même courbe valide sur plusieurs, voir quelques dizaines, d'années.

En bilan, la reconstitution des débits est relativement fiable à partir de 1935. Avant cette date, nous avons montré qu'il était raisonnable de considérer que le zéro de l'échelle était inchangé (hypothèse déjà retenue par Callède). En appliquant aux observations de ce début de siècle les barèmes hydrologiques des années '50, on obtient alors une idée de l'intensité des écoulements de l'Oubangui à Bangui de 1911 à 1920. L'année 1916 a le débit mensuel le plus élevé enregistré avec $14000 \text{ m}^3/\text{s}$ en octobre 1916, et le module annuel le plus élevé est de $6110 \text{ m}^3/\text{s}$ en 1969.

A l'échelle du siècle, le module moyen annuel est de $3920 \text{ m}^3/\text{s}$ avec une variation extrême des débits mensuels au cours d'une année moyenne de $950 \text{ m}^3/\text{s}$ en mars à $8700 \text{ m}^3/\text{s}$ en octobre.

Références bibliographiques

CALLEDE, J. (1972) Répertoire Général des Stations Hydrométriques de la République Centrafricaine. Centre ORSTOM, Bangui.

CALLEDE, J. (1992) Monographie de l'Oubangui (version préliminaire). ORSTOM, Montpellier.

YAYER (1951) Caractéristiques de l'Oubangui. Rapport de mission. Service Commun d'Entretien des Voies Navigables.

ANNEXE 1 Les jaugeages effectués de 1951 à 1993

N°	Date	Hauteur (en cm)	Débit (en m ³ /s)	Auteur
1	* 27-01-51	106	1440	Roche
2	* 26-09-51	393	5320	"
3	* 18-10-51	531	7730	"
4	* 01-11-51	633	9480	"
5	* 07-11-51	665	10200	"
6	* 14-11-51	600	9190	"
7	* 20-11-51	570	8570	"
8	* 27-11-51	532	7700	"
9	* 26-06-52	239	3210	"
10	* 17-03-53	051	980	Texier
11	* 12-04-53	032	920	"
12	* 22-03-54	042	975	"
13	* 06-04-61	020	751	"
14	* 21-03-64	042	806	Roquérol
15	* 05-11-64	814	14000	Chartier
16	* 11-10-66	584	8900	Ranc/Oberlin
17	* 25-03-67	029	712	Féat/Oberlin
18	* 13-04-67	019	653	Ranc/Oberlin
19	* 28-04-67	003	541	"
20	* 30-05-67	089	1410	"
21	* 13-06-67	156	2110	Ranc
22	* 05-12-68	484	7180	Callède
23	* 24-12-68	419	5840	"
24	* 30-12-68	347	4780	"
25	* 03-01-69	301	3940	"
26	* 10-10-69	731	11900	"
27	* 17-10-69	698	10800	"
28	* 24-10-69	696	10800	"
29	* 16-03-71	014	685	"
30	* 08-12-71	244	2960	Géard
31	* 08-03-72	000	645	Mailhac
32	* 14-03-72	-011	535	Thèbe
33	* 28-06-72	183	2500	"
34	* 17-04-73	-009	521	"
35	* 07-03-74	-022	487	"
36	* 19-03-77	025	822	"
37	* 23-03-77	023	875	"
38	* 22-10-77	583	8660	"
39	* 04-04-78	-015	681	"
40	* 18-04-78	-016	660	"
41	* 13-10-78	576	8300	"
42	* 14-10-78	578	8600	"
43	* 28-03-85	-065	340	Thiébaux
44	* 03-04-85	-055	399	"
45	* 26-01-87	-005	814	"
46	* 28-01-87	-001	799	"
47	* 03-02-87	-009	740	"
48	* 10-02-87	-019	615	"

ANNEXE 1 (suite)

N°	Date	Hauteur (en cm)	Débit (en m ³ /s)	Auteur
49	* 27-02-87	-041	498	"
50	* 09-03-87	-050	430	"
51	* 18-03-87	-059	360	"
52	* 31-03-87	-044	429	"
53	* 10-04-87	-033	520	"
54	* 28-04-87	000	865	"
55	* 02-06-87	045	1220	"
56	* 17-06-87	100	1750	"
57	* 24-06-87	144	2190	"
58	* 03-02-88	012	945	Jouny
59	* 04-02-88	008	957	Thiébaux
60	* 04-02-88	008	954	"
61	* 05-02-88	004	918	"
62	* 08-02-88	-006	818	"
63	* 08-02-88	-006	822	"
64	* 01-03-88	-045	524	"
65	* 12-04-88	-065	345	"
66	* 18-05-88	036	1110	"
67	* 04-02-89	018	946	"
68	* 30-03-89	-043	554	"
69	* 25-10-89	473	6664	Jouny
70	* 03-11-89	473	6660	Thiébaux
71	* 17-11-89	348	4500	Jouny
72	* 24-11-89	254	3320	Thiébaux
73	* 28-11-89	224	2900	"
74	* 04-12-89	202	2820	Jouny
75	* 28-12-89	143	2120	"
76	* 04-01-90	081	1480	"
77	* 22-01-90	040	1060 **	"
78	* 05-02-90	003	690 **	"
79	28-03-90	-073	299 ***	Thiébaux
80	13-04-90	-092	201 ***	"
81	* 08-06-90	-002	773	Jouny
82	* 20-06-90	049	1197	"
83	* 15-10-90	360	4709	"
84	* 25-10-90	341	4435	"
85	* 10-11-90	368	4853	"
86	* 17-11-90	356	4629	"
87	* 03-12-90	290	3743	"
88	* 07-12-90	254	3317	"
89	* 14-12-90	220	2932	"
90	* 07-01-91	167	2375	"
91	* 12-01-91	123	1892	"
92	* 18-01-91	100	1617	"
93	* 25-01-91	070	1417	"
94	* 30-01-91	046	1177	"
95	* 06-02-91	024	1004	"
96	* 14-02-91	-002	776	"
97	* 15-02-91	-003	797	"

ANNEXE 1 (suite)

N°	Date	Hauteur (en cm)	Débit (en m3/s)	Auteur
98	21-02-91	-020	687	Jouny
99	04-03-91	-036	561	"
100	21-03-91	-049	467	"
101	19-04-91	-028	608	"
102	02-05-91	009	919	"
103	08-05-91	024	998	"
104	24-05-91	062	1376	"
105	31-05-91	116	1827	"
106	29-08-91	411	5567	"
107	07-09-91	443	5971	"
108	27-09-91	449	5965	"
109	15-10-91	453	6024	"
110	22-10-91	498	6979	"
111	14-11-91	456	6129	"
112	20-11-91	393	5160	"
113	13-12-91	251	3320	"
114	08-01-92	078	1389	"
115	06-02-92	-006	753	"
116	27-04-92	-053	442	"
117	23-01-93	040	1073	"
118	11-02-93	-006	720	"
119	22-02-93	-029	551	"

Notes:

- * indique les jaugeages pris en compte par Callède (1992)
- ** indique un résultat douteux (en comparaison avec les débits à Zinga; voir Annexe 3)
- *** indique deux jaugeages pris en compte pour la première fois ici

A l'exception des jaugeages effectués par Jouny (Service Commun de l'Entretien des Voies Navigables), tous les jaugeages ont été exécutés par le Laboratoire de l'Hydrologie de l'ORSTOM à Bangui. Depuis 1985 une partie de ces jaugeages a été effectuée en collaboration avec le projet PNUD/OMM.

**ANNEXE 2 Hydrométrie de l'Oubangui à Bangui:
les barèmes établis par Callède**

Validité des courbes

No.	Date début	Date fin	Remarques
1	01-01-1911	31-10-1963	
2	01-11-1963	01-11-1971	
3	02-11-1971	31-10-1981	Identique au barème no.1
4	01-11-1981	01-11-1987	
5	01-11-1987	actuel	

Débit en m³/s pour courbe numéro..

Cote	1	2	3	4	5
-90					225
-80				200	280
-70				270	340
-60				340	405
-50	280	220	280	416	470
-40	340	280	340	480	530
-30	410	340	410	550	600
-20	480	400	480	620	665
-10	560	450	560	700	740
0	630	520	630	780	820
10	710	590	710	860	890
20	790	660	790	950	970
30	880	740	880	1040	1050
40	970	820	970	1130	1140
50	1060	920	1060	1230	1230
60	1150	1020	1150	1330	1330
70	1240	1120	1240	1430	1430
80	1330	1220	1330	1520	1520
90	1430	1320	1430	1620	1620
100	1540	1440	1540	1720	1720
120	1750	1660	1750	1930	1930
140	1970	1880	1970	2140	2140
160	2210	2130	2210	2360	2360
180	2450	2380	2450	2570	2570
200	2700	2620	2700	2780	2780
220	2950	2900	2950	3020	3020
240	3200	3180	3200	3250	3250
260	3470	3460	3470	3490	3490
280	3720	3720	3720	3720	3720
300	4000	4000	4000	4000	4000
325	4350	4350	4350	4350	4350
350	4700	4700	4700	4700	4700
375	5080	5080	5080	5080	5080
400	5450	5450	5450	5450	5450
425	5880	5880	5880	5880	5880
450	6300	6300	6300	6300	6300
475	6750	6750	6750	6750	6750
500	7200	7200	7200	7200	7200
525	7650	7650	7650	7650	7650
550	8130	8130	8130	8130	8130
575	8580	8580	8580	8580	8580
600	9030	9030	9030	9030	9030
625	9530	9530	9530	9530	9530
650	10050	10050	10050	10050	10050
675	10600	10600	10600	10600	10600
700	11200	11200	11200	11200	11200
725	11800	11800	11800	11800	11800
750	12400	12400	12400	12400	12400
775	13000	13000	13000	13000	13000
800	13600	13600	13600	13600	13600
900	16300	16300	16300	16300	16300

ANNEXE 3 Les notes de service de Monsieur L. Jouny

1. HISTORIQUE DE L'ECHELLE DU SOFITEL.

=====

Cette échelle a été mise en place le 6 mars 1911

0 = 351.19 (Echelle de l'intendance).

Le 14 Mars 1911 l'altitude du plan d'eau est de 351,80 pour 61 à l'échelle 0 = 351,19.

Le 8 Novembre 1911 l'altitude du plan d'eau est de 357.11 pour 592 à l'échelle 0 = 351.19.

Ces observations sont fournies par ROUSSILHE, rapport d'Avril 1913.

En Avril - Mai 1912, une équipe de ROUSSILHE composée des lieutenants de Vaisseau et enseignes de vaisseau : PLANCHAT-VIVIEN-DEBRABANT-GUYOT et BAULÉ, exécute un levé au 1/5000 de la zone 603,5 à 599.

Les côtes sont réduites par rapport au zéro de l'échelle dont le zéro est indiqué à l'altitude de 353.0 environ, pourquoi le zéro a-t-il été modifié de 1.81 m entre le 8 novembre 1911 et avril 1912 ? cette équipe a mis en place une borne à 900 m en aval de l'échelle, sur la rive, la cote est indiquée pour 6,99 m au dessus du zéro de l'échelle de 1912.

Dans un document ancien des Voies Navigables probablement début 1949 il est indiqué que le zéro de l'échelle se trouve à la cote 351,77, pour devenir un peu plus tard, toujours en 1949, 0 de l'échelle à 349.858 et toujours sur le même document mais sans date, altitude du zéro de l'échelle dans le nouveau système de nivellement à 338.03.

Le Répertoire de l'ORSTOM de 1971 indique que le zéro de l'échelle est à 336.12.

Dans la Monographie de ^{CALLEDE} ~~Collecte~~ de 1971 (ORSTOM) le 0 de l'échelle est indiqué à 336.103.

En 1990 les Voies Navigables ont effectué un nivellement de tous les éléments de l'échelle à partir du repère IGN du port, tous ces éléments étaient de 2 à 5 cm trop bas par rapport à l'altitude 336.12.

Plusieurs documents ORSTOM, Ingénieur YAYER des Voies Navigables et autres, indiquent qu'en 1942 tous les repères de la ville de Bangui y compris ceux de ROUSSILHE ont disparus, cependant 7 ans

.../...

après en juin 1949 les Voies Navigables se décident à mettre une borne à 8.69 au dessus du zéro de l'échelle, seul repère existant à Bangui; comment affirmer que le zéro n'a pas changé de 1949 sans avoir effectué une seule vérification du zéro au cours de ces 7 années, sachant la variation que nous avons trouvé pour chaque élément en 1990, l'ORSTOM était présente ainsi que le projet caf.88 un, repère existait à 1200 m, mais personne n'avait remarqué les éléments décallés.

Dans un document de 1990 de l'ORSTOM, nous apprenons que THIEBAUX vient de retrouver une borne des Voies Navigables de 1949 (personne ne connaissait celle-ci), malheureusement quelques temps plus tard, THIEBAUX étant parti, personne ne peut retrouver cette borne indiquée sur un plan à l'ORSTOM ? THIEBAUX indiquait dans une note que l'échelle était décallée de 1 cm par rapport à cette borne, mais par rapport à quel élément sachant que ceux-ci étaient à - 2, -5 cm par rapport à 336.12 ?

En 1993 le 30 Mars nous avons recalés tous les éléments par rapport au zéro à 336.103.

Pour les raisons déjà évoqué cette borne retrouvée par THIEBAUX n'avait aucune valeur puisque nivelée par rapport à un zéro d'échelle non vérifié pendant 7 ans faute de repère; elle permettait seulement de vérifier que le zéro n'avait pas changé de 1949 à 1990, mais il est permis de douter surtout après la vérification Voies Navigables de 1990.

Les Voies Navigables ont retrouvé une borne à 920 m en aval de l'échelle Sofitel, d'après le plan de 1912 elle pourrait correspondre à celle de ROUSSILHE 1912, personne ne signale l'implantation d'une borne à cet endroit dans les archives Voies Navigables. Cependant un nivellement effectué le 22/01/1994 nous permet de dire que le dessus de cette borne se trouve situé à 7,99 au dessus du zéro actuel alors que le dessus de la borne ROUSSILHE 1912 était à 6,99 au dessus du zéro de l'époque.

En 1990 le SCEVN a effectué un sondage du PK 603,5 au PK 599; nous avons cotés avec précision toutes les roches de cette zone au cm près, voici les comparaisons avec le sondage de 1912.

PK	ROUSSILHE 1912	DONGOU 1990	DIFF 1912 par rapport à 1990.
602.5	<u>5.9 m</u>	<u>6.65 m</u>	- 0,75 m
	<u>7,2 m</u>	<u>7.77 m</u>	- 0,57 m
	<u>6,4 m</u>	<u>7.70 m</u>	- 1,30 m
	<u>1,3 m</u>	1,33 m	- 0.03 m
601.5	<u>0,8 m</u>	0,20 m	+ 1.00 m
	<u>0,8 m</u>	0,10 m	+ 0.90 m

.../...

601.5	<u>0,8 m</u>	<u>0,20m</u>	+ 1.00 m
601.0	<u>2.4 m</u>	<u>3.92m</u>	- 1.52 m
	<u>1.6 m</u>	<u>1.87m</u>	- 0,27 m
599.5	<u>0,8 m</u>	<u>0,45m</u>	+ 0,35 m
	<u>3.0 m</u>	<u>3,30m</u>	- 0,30 m
	<u>0,4 m</u>	<u>0,63m</u>	- 0,23 m
	0,5 m	0,97m	- 0,47 m

Note : 5,9 = découvert de 5,90 pour 0 à l'échelle, en 1990 le zéro de l'échelle est à 336.12.

Après tout ce qui vient d'être énuméré il n'est pas très sérieux de voir tous les documents principalement ceux de l'ORSTOM, dont la monographie de l'Oubangui en cours d'édition affirmer que le zéro de l'échelle de l'Oubangui à Bangui n'a jamais changé d'altitude depuis 1911.

- D'après les documents, le zéro a changé 6 fois d'altitude sans explication (si celui-ci provient d'un changement dans le nivellement général ou dans une modification du zéro pour certains cas.)

- Lecture effectuée du 6 Mars 1911 au 31 Mai 1912
- " " du 1er Janvier 1914 au 30 Novembre 1914
- " " du 1er Septembre 1915 au 31 Janvier 1918
- " " du 1er Mars 1918 au 31 Décembre 1918
- " " du 1er Juillet 1919 au 28 Octobre 1920
- " " du 1er Mars 1935 à ce jour.

Beaucoup d'interruption de 1911 à 1920, les lectures effectuées à partir de 1928 après 8 ans d'absence, étaient si peu nombreuses et pas assez sérieuses pour être retenues par les Voies Navigables de l'époque et ceci jusqu'en 1935.

Aucune vérification du zéro de l'échelle de 1942 à 1949 faute de repère, (et en 1949 un repère a été mis en place d'après le zéro de l'échelle ce que l'on ne doit jamais faire,) actuellement personne n'est en mesure de dire que le zéro n'a pas changé depuis 1935, ni depuis 1949.

La cotation des roches tout à fait contradictoire sur le même document ne permet pas de lever le doute par des comparaisons avec le levé de 1990 sur le zéro de l'échelle.

Si la borne découverte cette année à l'emplacement de la borne ROUSSILHE 1912 est bien la borne cela pourrait vouloir dire que le zéro de 1912 était à l'altitude de 337.10 soit exactement un mètre plus haut que le zéro actuel, ce qui correspondrait à la cotation des 3 roches du PK 601,5 mais dans ce cas la cotation des autres?

Altitude du zéro = Altitude Borne 344,09 - 6,99 = 337,10

La section Hydrographique du SCEVN à préféré depuis longtemps, ne plus tenir compte des observations avant 1935 nous ne retenons de ce fait que la crue de 1961 à 8,32 m; bien entendu la crue de 1916 était indiquée pour 8,82 mais avec une incertitude sur le zéro de l'échelle tellement importante qu'il n'est pas possible de retenir cette valeur.

BAREME D'ETALONNAGE :

De 1954 à 1963 le lit de la rivière s'est engraisé ; le plan d'eau pour un débit de 520 m³/s s'est élevé de 15 cm.

De 1971 à 1987 le lit de la rivière s'est auto - dragué ; le plan d'eau pour un débit de 520 m³/s s'est abaissé de 47 cm.

De 1987 à ce jour le lit de la rivière s'est engraisé; le plan d'eau pour un débit de 520 m³/s s'est élevé de 12 cm.

Effectué le 23 Janvier 1994

Le Chef de la brigade Hydrographique
DONGOU.



Louis JOUNY.

DOCUMENT THIEBAUX ORSTOM 1990.

=====

1. HISTORIQUE DES ETUDES DE L'OUBANGUI :

=====

Il est pratiquement impossible de connaître ou Monsieur THIEBAUX a réussi à se procurer les renseignements en 1990 pour affirmer dans son rapport, que l'ATLAS de Monseigneur AUGOUARD constituait jusqu'à 1990 l'élément principal de la cartographie en aval de BATI. Il affirme également que les albums de navigation ont été tracé à partir de cet ATLAS.

La réalité est tout autre, cet ATLAS a été abandonné par les navigateurs en 1914 dès la sortie des cartes de ROUSSILHE au 1/50000 celles-ci comportaient des distances presque précises (50 Km en moins du PK 0 à BATI), elles comportaient également les latitudes et les longitudes et des renseignements hydrographiques.

En 1926 - 1927 - 1928 la Mission hydrographique et le capitaine GAZENGEL publia un nouvel album de l'Oubangui au 1/50.000 avec indication du balisage de l'époque.

En 1938, un album du Haut Oubangui était publié à partir des photos aériennes exécutées par l'escadrille de BANGUI le 03/04/1936.

En 1956 l'album Oubangui et haut Oubangui était de nouveau publié, le balisage complet des roches du Haut Oubangui était indiqué, balises, bouées et signaux de rive.

Au total de Bangui à Mobaye PK 602.5 à 978 le total de Bouées pour les roches étaient de 425 + balises et signaux de rive (de Mobaye à Kemba le nombre était plus faible 126 bouées + balises et signaux de rive). Du PK 632 au PK 690 il y avait 112 bouées et des balises.

La densité des bouées sur le Haut Oubangui en 1956 était de :

PK 632 à 690	=	1,93 bouée au Km
602.5 à 978	=	1,13 bouée au Km
602,5 à 1127	=	1,04 bouée au Km

Pour BANGUI - PK 0 sur l'album de 1992 le nombre de bouée pour les roches et le suivant :

BANGUI - MONGOUMBA	126 bouées	pour 87 Km soit 1,44 bouée au Km
MONGOUMBA- PK 431	108 bouées	pour 84 Km soit 1,28 bouée au Km
PK 431 - PK 360	81 bouées	pour 71 Km soit 1,14 bouée au Km
BANGUI - PK 0	345 bouées	pour 600Km soit 0,57 bouée au Km

Comme nous pouvons le remarquer dès 1956 les difficultés de navigation sur le Haut Oubangui étaient bien connues, puisque ce balisage très serré n'assurait une navigation qu'à partir de 4.50 m à BANGUI il a été nécessaire d'attendre 1973 avec un balisage encore plus important pour permettre la navigation à partir de 2.40 à BANGUI.

Pour celui qui a eu l'occasion de connaître le balisage du Haut Oubangui celui de la partie aval BANGUI n'est qu'une formalité bien simple.

Enfin en 1963 était publié l'album actuel réalisé par l'IGN à l'aide de photos aériennes des missions 1952 à 1955.

L'échelle de ROUSSILHE avait été placée le 6 Mars 1911 cote à l'échelle 69 zero à 351,19, elle était installée en 2 tronçons sur le bloc rocheux.

BE de 0 à 3 m

HE de 2 à 9 m

En 1936 les éléments BE furent remis en place par la Mission d'étude du port de BANGUI et déjà en 1935 cette mission avait mis en place une borne dont le sommet avait été calée par rapport au zéro de l'échelle à 8,71. Il semble donc que le repère ROUSSILHE n'existait plus à cette époque ce qui serait contraire aux affirmations de l'ORSTOM, qui indique que la nouvelle échelle a été mise en place en 1935 d'après les repères ROUSSILHE.

Les observations partielles de 1928 à 1933 étaient considérées comme très mauvaises, le service des Voies Navigables de l'époque signale sur leurs documents pas d'observations de 1921 à 1935.

Dans le document des Voies Navigables de 1950 il n'est pas signalé de manque dans les observations des Hautes Eaux de 1946-1947 1948 et 1949, le tableau des lectures journalières est complet.

Les deux échelles ne peuvent pas donner aux basses eaux les mêmes lectures puisque le zéro de l'une est à 336.06 et l'autre à 336.12 repertoire ORSTOM 1971, la pente aux basses eaux est de 1 cm entre les deux échelles et passe à 7 cm aux Hautes eaux.

Aux basses eaux la lecture aux échelles doit être :

SOFITEL

PORT

- 50

- 45

0

04

C'est seulement vers 2 m à 2,5 m que l'équilibre doit être atteint entre les deux échelles.

Fait à BANGUI, le 28 Janvier 1994



L. JOUNY.

Calcul des débits à ZINGA et au Seuil d'après les mesures de débit à BANGUI et au PK 480 Oubangui. + Débits calculés BV intermédiaire 1 ou 2.

Dates	Débit Mesuré	Débit Mesuré	Débit Calculé B.V.Int.	Débit Calculé ZINGA.	H ZINGA	H SEUI
			③			
7.02.90	971 m ³ /S	160 m ³ /S	8 m ³ /S	803 m ³ /S	- 20	102
12.02.90	809 "	155 "	7 "	647 "	- 33	94
23.02.90	652 "	133 ""	6 "	513 "	- 48	81
07.03.90	558 "	130 "	5 "	423 "	- 59	71
05.04.90	422 "	131 "	4 "	287 "	- 77	54.
13.04.90	350 "	125 "	3 "	222 "	- 87	47.
22.05.90	1077 "	175 "	9 "	893 "	- 7	109.
	BANGUI	M' POKO	②			
08.06.90	773	62	17	852 "	- 10	106
21.06.90	1197 "	56	16	1269 "	30	133
17.10.90	4550	158	45	4753 "	284	350
27.10.90	4500	204	58	4762 "	280	347
11.11.90	4853	150	44	5047 "	296	362
17.11.90	4620	150	44	4814 "	287	353
04.12.90	3743	93	26	3862 "	226	292
08.12.90	3317	80	23	3420 "	201	268
15.12.90	2952	70	20	3042 "	177	244
08.01.91	2340	51	14	2405 "	123	200
20.01.91	1650	42	12	1704 "	64	152
26.01.91	1417	40	12	1469 "	45	140
31.01.91	1177	36	10	1223 "	24	129
07.02.91	1004	30	8	1042 "	5	119
09.02.91	960	39	12	1011 "	1	117
15.02.91	797	42	12	851 "	- 14	106
22.02.91	687	30	8	725 "	- 28	97
05.03.91	561	33	9	603 "	- 39	89
22.03.91	467	29	8	504 "	- 53	78
20.04.91	608	60	17	685 "	- 28	98
03.05.91	919	24	7	950 "	- 7	112

NOTA : Le débit mesuré à Bangui est effectué la veille, celui de la Lobaye le jour même et celui du PK 480 le lendemain de celui de ZINGA.

B.V.

BANGUI	:	499.000 Km ²	PK 602,5	OUBANGUI	0	Echelle	336.12
SEUIL	:	533.000 Km ²	PK 526,0	OUBANGUI	0	Echelle	329.72
ZINGA	:	533.000 Km ²	PK 623,2	"	"	"	330.01
LOBAYE PK2	:	32.100 Km ²	PK 2	LOBAYE			
M' POKO PK1	:	26.500 Km ²	PK 1	M' POKO			
B.V. 1	:	5.000 Km ²	PK 518 à 480	OUBANGUI			
B.V. 2	:	7.500 "	PK 595 à 523	"			
OUBANGUI PK 480:		570.100 "					

Il est à remarquer que ZINGA ne contrôle pas parfaitement les débits de l'Oubangui, la Lobaye située à 4 Km seulement à l'aval apporte une influence sur les hauteurs, ce qui n'est pas la cas pour le seuil.

Le 22.05.90 le débit est de 893 m³/S pour - 7 à Zinga et 109 au seuil
le 03.05.91 le débit est de 950 m³/S pour - 7 à Zinga et 112 au seuil
le 08.06.90 le débit est de 852 m³/S pour - 10 à Zinga et 106 au seuil
le 15.02.91 le débit est de 851 m³/S pour - 14 à Zinga et 106 au seuil.

Dans la Monographie de l'Oubangui, il est indiqué que Monsieur THIEBAUX a mesuré un débit à BANGUI de 690 m³/S le 5.2.90 pour 3 à l'échelle du SOFITEL (il faut lire en réalité - 3) Cette valeur du débit nous paraît beaucoup trop faible de 80 à 100 m³/S.

Le 07.02.90 nous trouvons à Zinga 803 m³/S, la vitesse de propagation étant de 24 h entre BANGUI et ZINGA.

Le débit spécifique à la décrue est toujours plus faible pour la M'POKO par rapport à l'Oubangui, par contre nous avons trouvé pour la Lèssé un débit spécifique plus élevé 6 l /S/Km² contre 3,5 l /S/Km² pour l'Oubangui.

Nous avons donc à BANGUI pour le 6 Février - 10 à l'échelle un débit de :

$$803 - \left(\frac{803}{533000} \times 26.500 \right) - \left(\frac{803}{533000} \times 7500 \times \frac{6}{3,5} \right) = 744 \text{ m}^3/\text{S}$$

A cette hauteur le débit est de 7 m³/S pour 1 cm de crue ou décrue.

Pour - 3 à Bangui le débit est de :

$$744 + (7 \times 7) = 793 \text{ m}^3/\text{S. le 5.2.90.}$$

Le SCEVN a mesuré trois fois le débit pour une hauteur correspondante.

Le 08.06.90 - 2 à Bangui 773 m³/S mesuré au PK 596.

Le 14.02.91 - 2 à Bangui 776 m³/S mesuré au PK 596.

Le 15.02.91 - 3 à Bangui 797 m³/S mesuré au PK 604.

La valeur calculé pour - 3 à Bangui le 5.2.90 de 793 m³/S correspond assez bien aux valeurs ci-dessus.

Fait à BANGUI, le 30/04/1994.



I. JOUIN