

TRAVAUX EFFECTUES
A la Section Hydrologie de DAKAR

DANS LE CADRE DE LA DEUXIEME

ANNEE D'ELEVE

Par

R. GALLAIRE

PRESENTATION DES TRAVAUX

Les travaux concernant ma deuxième année d'élève m'ont fait découvrir deux domaines hydrologiques typiques totalement différents.

- L'étude du bassin versant du marigot de BAILA qui m'a été confié en mai 1979 a mobilisé la majeure partie de mon temps et de mes moyens.

Réalisée sur convention dans un but d'aménagement hydro-agricole, elle m'a permis d'aborder outre les questions variées relatives à l'étude d'un bassin versant, l'ensemble des problèmes hydrologiques liés à la connaissance des cours d'eau soumis à la remontée des eaux marines.

- La première phase d'une campagne de jaugeages réalisée sur le Fleuve Sénégal à Bakel, au cours de la montée de la crue annuelle, m'a donné la possibilité, dans un second temps de découvrir les caractéristiques hydrologiques d'un fleuve sahélien à régime non univoque, et de me familiariser avec la technique du jaugeage au cercle hydrographique.

La première partie de ce rapport ne prétend pas reprendre point par point les diverses questions abordées dans le cadre de l'étude du marigot de BAILA. Le rapport final qui est joint présente l'ensemble des démarches entreprises et des résultats obtenus.

Nous nous limiterons ici à souligner les problèmes qui ont plus particulièrement retenu notre attention et notre réflexion.

La deuxième partie, plus développée, est consacrée à des travaux récents de terrain.

Elle expose les techniques employées, détaille les problèmes rencontrés, présente les résultats et leur interprétation.

Ière PARTIE

I L'Etude du Bassin versant du Marigot de BAILA.

INTRODUCTION : Situé dans la partie nord de la Casamance maritime, le Bassin Versant du marigot de BAILA s'étale à KARTIAK, la station de contrôle aval, sur environ 1634 Km². Installé dans les formations sableuses perméables au relief très mou du continental terminal, le réseau est peu dense et ne permet pas de fixer très rigoureusement les limites du B.V. La faiblesse de ce relief facilite la remontée marine très en amont.

Depuis une douzaine d'année la sécheresse persistante qui s'est abattue sur la zone Sahélienne a entraînée jusque sur ses marges, dont la Casamance fait partie, une modification sensible des conditions naturelles. L'affaiblissement de la pluviométrie est en particulier responsable de l'indigence des écoulements en eau douce qui n'assurent plus, comme auparavant, le dessalement presque total des eaux du marigot au cours de l'hivernage.

L'évaporation demeurant forte, la concentration en sel s'est accrue dans des proportions alarmantes tant sur le marigot lui-même que sur les nappes adjacentes. Cette sursalure a mis en déséquilibre le milieu aquatique et les sols de part et d'autre. Cela se traduit dans le paysage par la mort de la frange de palétuviers, Rhizophora puis Avicenia ;
par l'abandon des rizières sur les basses terrasses ;
par l'extension des zones stériles de tannes.

Devant la gravité du phénomène les autorités ont mis sur pieds un vaste programme d'intervention pour lequel une étude préalable pluridisciplinaire a été projetée sur 3 bassins versants type de la Région.

La section d'hydrologie de l'ORSTOM à Dakar a été chargée dans ce cadre de l'étude du B.V du Marigot de BAILA.

Cette étude avait plusieurs objectifs :

Le principal était d'étudier la potentialité en eau de surface du Bassin liée aux conditions climatiques.

Mais il nous était aussi demandé d'étudier le phénomène de la remontée marine sous tous ses aspects ; dynamique et allure du front salé, marée géométrique, évolution de la salinité au cours de l'année.

La campagne de mesure suivant les termes de la convention a duré 1 an. Elle s'est déroulée en 2 temps ;

- Au cours des quatre mois de la saison des pluies une équipe légère de 2 aides techniques a effectué sous ma direction les mesures en continu.

- Postérieurement en saison sèche, elles ont été poursuivies au cours des tournées programmées toutes les trois semaines.

Les problèmes posés par cette étude ont été de trois types :

- Problèmes méthodologiques, liés aux mesures.
- Problèmes de recherche et d'exploitation des données disponibles.
- Problèmes d'interprétation des résultats.

1) Les problèmes liés aux mesures :

a) L'implantation de l'appareillage :

- L'emplacement des appareils de mesure des hauteurs d'eau limnigraphe et marégraphe a été choisi en fonction de deux soucis :

- contrôle des hauteurs d'eau relatives à l'écoulement en eau douce.
- contrôle de l'onde de marée.

Pour répondre à ces soucis les appareils ont été régulièrement espacés sur le cours du marigot.

- La répartition des pluviomètres et pluviographes devait de même permettre, en fonction des postes encadrants du réseau national, d'assurer un contrôle le plus efficace possible de la pluviométrie sur le bassin. En absence de relief notable la répartition a été réalisée en tenant compte des superficies.

b) Les problèmes liés à la réalisation des mesures :

Pour les résoudre nous nous sommes en partie inspirés d'expériences similaires entreprises par nos aînés dans des domaines comparables, en particulier en ce qui concerne :

- Le contrôle de la salinité :

La technique et le matériel de prélèvement ont été empruntés au service océanographique de DAKAR. L'intérêt de la bouteille à fermeture commandée par un messenger est qu'elle permet d'effectuer, sans déplacement lourd de matériel, des prélèvements en position et en profondeur bien déterminées. Grâce à cette technique une exploration rapide des eaux de la section (sur cinq verticales en quatre points) a pu être effectuée.

Les échantillons prélevés passés au conductivimètre ont montré que les eaux étaient très homogènes à marée haute comme à marée basse à toutes les stations. La précision de l'appareil pour les concentrations enregistrées étant de l'ordre du dixième de millimhos.

En fonction de ce résultat les prélèvements suivants ont été limités chaque semaine à trois prises (fond milieu et surface) réalisées sur une verticale en milieu de section pour chaque étale de marée. Cette prise d'échantillons simplifiée devait permettre néanmoins de contrôler une éventuelle stratification (en cas de crue soudaine et importante) pouvant se produire par différence de densité, et de suivre l'évolution de la salinité entre marée haute et marée basse.

- L'étude des volumes transités à chaque station par deux mouvements, un montant, un descendant, successifs de la marée a été entreprise hors convention suivant la méthode employée par M.A. ROCHE sur les fleuves côtiers guyennais.

12 jaugeages en moyenne ont ainsi été réalisés aux 4 principales stations de contrôle sur une onde complète de marée semi diurne. Au total, 120 jaugeages environ ont été effectués au cours de l'hivernage.

Les premiers dépouillements nous ont permis de constater comme M.A. ROCHE avait pu le faire, que les volumes transités par 2 marées successives ne sont pas égaux.

Le problème était d'essayer de déterminer, en relation avec les différents types d'ondes mis en évidence (diurne, semi-mensuelle, mensuelle...), sur quel intervalle de temps la compensation pouvait s'effectuer.

Notre recherche a été guidée par 2 questions :

La compensation peut-elle exister au niveau diurne ?

Les vives eaux ayant toujours produit un volume supérieur en marée

montante, le phénomène est-il toujours le même en mortes eaux ?
Pour vérifier ces deux points nous avons procédé à BAILLA en mortes eaux à une série de jaugeages sur 24 heures à raison d'un jaugeage par heure.

Les dépouillements ont prouvé que la compensation n'existait pas au niveau diurne. Les 2 marées descendantes successives ayant produit un volume supérieur à celui des 2 marées montantes nous en avons conclu que la compensation devait, très certainement, s'effectuer au niveau de l'onde semi mensuelle.

Cette dernière comportant un cycle "vives eaux, mortes eaux".

- L'étude du contact nappe douce, nappe salée, entreprise à 3 stations a nécessité l'installation de 3 réseaux de piézomètres qui ont été rattachés aux "O Echelle" des stations.

Le but de l'expérience réalisée hors convention était à partir des mesures de niveaux piézométriques, de conductivité et des résultats d'analyses chimiques, de déterminer :

- l'évolution du niveau des deux nappes douce et salée, ainsi que celle du coin.
- l'évolution de la salinité et de la composition chimique des eaux devant permettre d'estimer les échanges possibles avec le marigot.

L'ensemble des mesures a été réalisé aux trois périodes caractéristiques de fin de saison humide, milieu et fin de saison sèche.

2) Le problème de l'exploitation des données recueillies et des données existantes s'est surtout posé dans le cadre de l'étude hydropluviométrique du bassin.

L'exploitation des données de cette année dans l'optique de l'aménageur qui souhaitait l'établissement d'une corrélation entre les données hydropluviométriques et une étude des récurrences rares, a été rendue malaisée pour deux raisons :

- l'écoulement au cours de "l'hivernage 79" a été insignifiant ($K_e = 0,17\%$ sur la partie amont du bassin).

• Les données hydrologiques antérieures sur la région sont très pauvres. Les principales phases de cette exploitation nous a conduit à pratiquer un certain nombre d'estimations que nous nous sommes efforcés d'étayer par observations ou recoupements avec d'autres données.

• La situation de l'écoulement en 1979 (décennal sec) a pu être assez facilement précisé à partir de l'étude statistique des données pluviométriques de bonne qualité de trois stations encadrantes longuement observées (30 à 50 ans). Mais la détermination de l'écoulement sur l'ensemble du bassin nous a déjà conduit, en l'absence de données régionales sur la question, à pratiquer une première estimation.

En effet si le coefficient d'écoulement extrêmement faible cette année, $K_e = 0,17 \%$ paraît représentatif des surfaces hautes du B.V., il semblait évident qu'il ne pouvait s'appliquer aux surfaces basses inondées et inondables dont nous avons déterminé l'importance à partir de la couverture aérienne au vingtmillième. Le K_e moyen sur ces zones a été estimé à 80 % compte tenu de la distinction des surfaces toujours ou occasionnellement en eau. Chaque fraction du B.V. a été affecté d'un coefficient d'écoulement correspondant à la répartition de ses surfaces hautes et basses.

A partir des différentes récurrences de la pluviométrie, la détermination des écoulements caractéristiques à chaque niveau du B.V. a donc pu être réalisée.

• L'estimation des caractéristiques des crues, en fonction de l'indigence des renseignements sur le ruissellement nous a obligé à utiliser au maximum les quelques rares données relatives au ruissellement en Casamance. Grâce aux résultats d'une petite étude encore inédite de J.C. OLIVRY sur le Bassin versant voisin du marigot de BIGNONA et à l'extrapolation statistique de quelques données sur le bassin de la haute Casamance à Kolda, nous avons pu établir une relation graphique entre les débits spécifiques décennaux de crue et la surface des B.V. L'homogénéité de la morphologie et des sols hors de l'influence maritime soulignée par Y. Brunet MORET nous a permis de penser que la démarche était valide.

Reprenant les valeurs de ruissellement déterminées sur le bassin voisin de Bignona étudié par J.C. OLIVRY et les indications de la classe "RELIEF-PERMEABILITE" de la méthode "Rodier-Auvray" nous avons déterminé une valeur du ruissellement de la crue décennale sur les parties hautes du bassin. Pour les parties basses nous n'avons pu à nouveau qu'estimer une valeur maximale.

La poursuite de la démarche nous a ensuite porté à considérer que la crue décennale était engendrée par l'averse décennale. Le schéma est simpliste, voir erronné, étant donné l'étendue du bassin versant (1634 Km²), mais ne possédant pas les éléments nécessaires à l'élaboration d'un hydrogramme de crue complexe, nous avons retenu cette hypothèse en considérant qu'elle ne pouvait constituer qu'un élément de sécurité pour les aménagements futurs.

La pluie décennale tirée de l'abaque mis sur pieds pour la Casamance par Y. Brunet MDRET, pondérée suivant la superficie du bassin, et affectée du coefficient de ruissellement prédéterminé a permis d'établir les valeurs ruisselées par la crue. Le débit de pointe étant simplement tiré de la relation graphique citée précédemment.

Afin de vérifier la vraisemblance de l'estimation des caractères de cette crue, nous avons comparé les temps de base probables à ceux des quelques crues observées dans la région.

Pour cela nous avons dû estimer les coefficients d'écoulement (Q maximum) de la crue relatifs aux différentes stations, contrôlés par Q moyen

lées du B.V. à partir de quelques données établies sur les bassins de Bignona (étudié par J.C.J. OLIVRY) et de la haute Casamance (étudié par Y. Brunet MDRET). Ces coefficients et les débits de pointe nous ont permis de déterminer les Q moyens et donc en fonction des volumes ruisselés les temps de base théoriques.

Ces temps se situent tout à fait dans la gamme des observations réalisées sur la région. Ils viennent donc confirmer la valeur de notre estimation des caractéristiques de la crue décennale sur le bassin.

Dans la même ligne d'idées à partir de quelques estimations de Y. Brunet MDRET fondées sur des observations, il nous a paru possible

de donner au commanditaire, sous toute réserve, une valeur de la crue de projet à chaque niveau d'aménagement.

Les valeurs sont issues d'une relation établie entre les débits de pointe de l'averse exceptionnelle et différentes surfaces de bassin. Curieusement on constate un amortissement de ces débits vers l'aval...

3) L'interprétation du phénomène paraît assez simple ; la pente du réseau hydrographique très faible produit un drainage d'autant plus lent qu'à l'aval l'importance croissante des zones d'inondation affaiblit les débits de pointe.

• Mais les principaux problèmes d'interprétation des résultats se sont posés pour l'étude de la salinité et des échanges nappe-marigot.

Divers phénomènes ont retenu notre attention dans ce cadre :

• L'absence de stratification des eaux est assez surprenante dans la mesure où l'abaissement de la salinité a été sensible malgré la faiblesse des apports en eau douce. Cette homogénéité des eaux soulignée par l'uniformité des températures semble ne devoir s'expliquer que par les mouvements de brassage résultant des courants de marée, renvoyés d'une berge à l'autre du fait des nombreuses circonvolutions du lit.

• Le problème de la différence de salinité entre marée haute et marée basse et l'inversion du phénomène au cours des saisons fait intervenir plusieurs facteurs d'explication :

• En saison humide, les apports en eau douce à l'amont intervenant sur les volumes relativement réduits des biefs expliquent que la salinité soit plus faible qu'à l'aval. Il est compréhensible que, dans ce cadre, la marée montante faisant transiter des eaux de l'aval vers l'amont entraîne une plus forte conductivité à marée haute qu'à marée basse.

• En saison sèche le phénomène s'inverse ; l'absence d'apports en eau douce et l'intensité de l'évaporation intervenant sur le volume restreint des biefs amont se traduisent par une concentration plus élevée à l'amont qu'à l'aval. La marée montante devient un facteur adoucissant, et les eaux à marée haute apparaissent moins

concentrées qu'à marée basse.

- L'exploitation des résultats d'analyses des prélèvements réalisés sur l'ensemble des stations au cours de l'année nous a amené à diverses réflexions sur l'évolution du milieu :

La concentration en ions Sulfates, des eaux, de l'aval vers l'amont est contradictoire avec les études réalisées jusqu'ici. Deux explications complémentaires nous ont semblé pouvoir être avancées :

- La disparition progressive de la mangrove qui normalement fixe les ions SO_4^{2-} (travaux de Y. KALICK) expliquerait en partie le phénomène.
- Mais le lessivage, lors des plus hautes marées hautes de fin de saison sèche des zones de vasières, où les sulfates cristallisent sous forme de gypse, pourrait bien jouer un rôle important dans cette anomalie.

- Le suivi de l'évolution du coin salé aux trois principaux sites équipés a permis de mettre en évidence un rabattement d'autant plus sensible que l'on s'éloigne du marigot. Compte tenu de la faible variation du niveau moyen du marigot, ce rabattement ne semble pouvoir être dû qu'à deux causes :

- 1) L'évapotranspiration des sols de tannes bordier.
- 2) Le rabattement de la nappe douce au contact de la nappe salée.

Le résultat de l'analyse des ions majeurs devait nous permettre d'apporter la réponse.

La teneur en ions chlorures s'est accrue beaucoup plus, au cours de la saison sèche dans la nappe salée que dans le marigot. C'est l'hypothèse "un" qui préside donc le phénomène.

CONCLUSION :

Au terme de cette étude du Marigot de BAILA il apparaît qu'un certain nombre de résultats, notamment ceux concernant la connaissance des crues, est encore basé sur des estimations. Afin d'essayer de confirmer leur bien fondé une campagne supplémentaire d'observations a été décidée à la section. Un protocole allégé de mesures a été mis sur pieds qui pourrait permettre de réunir en particulier les données de ruissellement que nous souhaitons.

II ème PARTIE

- La campagne de jaugeages sur le Sénégal à BAKEL.

Elle représente un des aspects pratiques essentiels de cette deuxième année d'élève .

INTRODUCTION :

La station de BAKEL doit son importance à sa situation géographique. Située à l'aval de toutes les confluences importantes du haut bassin de 210000 Km² elle contrôle, à l'entrée de la plaine d'inondation, les débits clefs dont la connaissance est nécessaire à l'ensemble des grands projets d'aménagement de la vallée.

Il est significatif à cet égard que l'annonce des crues du fleuve au Sénégal s'effectue à partir des données de cette station par ailleurs depuis longtemps observée (1903).

Jusqu'à une date récente et malgré sa longue période d'observations, la station de Bakel était mal connue.

A la veille de cette campagne 166 jaugeages avaient été effectués. Les premiers datent de 1950 et jusqu'en 1961, la relation hauteur-débit n'avait pas fait l'objet d'études particulières à l'ORSTOM. En 1961 G. ROCHETTE dans sa monographie du Fleuve Sénégal notait à partir de la comparaison des hauteurs à l'échelle de KOUNGHANI située à 8 km en amont, et de BAKEL une variation de la pente superficielle du bief liée au sens d'évolution du plan d'eau.

Les campagnes de mesures de 1974 et de 1975 se sont attachées à définir les caractères de cette non univoque. J. Lérique dans sa note sur l'étalonnage du Sénégal à BAKEL fait le point à cette date et définit ainsi la loi hauteur-débit :

jusqu'à $H = 3,50$ m la courbe est univoque.

Au-delà, unique en régime de crue, la courbe devient un faisceau en décrue dont les éléments évoluent en fonction de la cote maximale atteinte.

La campagne de cette année répond aux soucis de poursuivre l'étude des rapports hauteurs-débits de la station, de vérifier la loi univoque de crue et de compléter le faisceau de décrue.

1) La méthodologie et le principe des mesures.

A BAKEL la section atteint 500 m et le passage du câble n'est plus envisageable. Le positionnement des verticales de mesures est obtenu à partir de la technique du cercle hydrographique dont le principe est la détermination de la distance à une base donnée à partir d'une mesure angulaire des repères de cette base.

La station de BAKEL est installée à cet effet depuis 1974. Située sur un bief rectiligne entre BAKEL et KOUNGHANI, elle se compose sur les 2 rives parallèles de deux bases de 200 m chacune, orthogonales et centrées par rapport à la section de 572 m. Cette disposition correspond à la méthode simplifiée mise au point par G. JACCON qui permet, par une seule mesure d'angle, de définir la position de l'opérateur sur la médiatrice des bases.

Si la base AB mesure 200 m

Si O est le milieu de cette base AB

Si M est le point de la médiatrice de AB d'où l'on voit AD sous un angle α

on a : $MD = AD \cotg \alpha$

En pratique on mesure 2α et l'on se reporte à une table qui donne automatiquement la valeur de la distance en fonction de l'angle.

2) Programme et mise en oeuvre de la campagne :

- Au cours de cette première phase de terrain du 28 juillet au 15 Août 1980 qui a mobilisé un aide-technique hydrologue et moi-même, il était prévu de réaliser un jaugeage par jour et de le dépouiller sur le champ.

Les verticales positionnées grâce à l'emploi du cercle hydrographique devaient servir de support à une double mesure des vitesses réalisée par intégration à la descente du saumon, et point par point à la remontée.

- Le matériel de jaugeage employé était classique, il comprenait un zodiac mark II équipé d'un moteur H.B de 20 cv, d'une ancre de 15 kg avec 5 m de chaînes prolongées par 30 mètres environ de corde. Le moulinet G31 était porté par un saumon de 25 km suspendu à une potence latérale. Un régulateur d'intégration était couplé au treuil de 25 kg.

Le compteur d'impulsion était de type F6 et le cercle hydrographique Lefebvre-Poulin du type (0-160°).

- Les mesures ont été précédées de la remise en état de la station de jaugeages : Sur les 7 repères de la station, quatre ont dû être remis en état.

En rive droite le repère central avait été descellé et déplacé.

En rive gauche deux repères étaient déplacés, un était arraché.

A partir des repères encore en place il a été procédé au cours des 2 premiers jours à une remise en état de la station. La réinstallation des repères déplacés a constitué une tâche délicate pour laquelle nous avons utilisé le niveau topographique avec contrôle angulaire. Toutes les distances ont ensuite été vérifiées au décamètre.

3) La technique des mesures :

Les jaugeages ont commencé en Rive droite. Le positionnement des verticales a été déterminé précisément à partir d'une double visée (2α vers la Rive Gauche, 2β vers la Rive Droite).

La somme des distances tirées de la table devant être de 572 m (distance séparant les repères centraux de chaque banc).

Dans la plupart des cas les mesures de 2α et de 2β ont permis de retrouver cette valeur ; une imprécision de 2 m maximum, soit 0,35 % a cependant été tolérée, surtout à l'approche des berges abruptes qui ont parfois rendu la coïncidence visée directe - visée réfléchies des deux fanions acrobatique.

La morphologie de ces rives et la densité de la végétation côté mauritanien n'ont pas toujours permis la mesure de 2β . Dans ce cas la mesure de 2α a été décomposée en deux mesures α_1 , α_2 ; l'égalité $\alpha_1 = \alpha_2$ assurant la fiabilité du positionnement.

Lors du premier jaugeage 17 stations ont été effectuées pour 498 m entre les deux rives. (Jusqu'au 12 Août la section variera entre 498 et 512 m) comme le laissait supposer l'observation des berges et des fonds lors des basses eaux de 79, la première exploration a permis de définir une section trapézoïdale presque parfaite.

La définition du champ de vitesses a confirmé l'uniformité de la section qui se dégageait de l'étude du profil en travers.

La régularité et la similitude de la répartition des vitesses d'une verticale à l'autre nous ont permis d'estimer que le nombre de verticales expérimenté pouvait être retenu pour la suite de la campagne.

Comme prévu une double mesure des vitesses a été entreprise sur chaque verticale :

- la descente par intégration s'est effectuée à la vitesse de 2 cm/s. En regard des vitesses horizontales comprises entre 0,5 et 1,5 m/s la composante verticale apparaît négligeable.
- la remontée point par point a comporté cinq mesures suivant le schéma : fond, $\frac{6}{10}$, $\frac{5}{10}$, $\frac{2}{10}$, Surface.

Pour la mesure par intégration il a été tenu compte de la distance axe hélice - contact de fond qui est de 18 cm. Neuf secondes ont donc été rajoutées au temps de descente. Le nombre de tours équivalents a été estimé à partir de la première mesure de vitesses point par point réalisée au contact du fond.

4) Le déroulement de la campagne de mesures :

Sur les 11 jaugeages de la campagne, quatre ont eu lieu au cours de la montée de la première petite crue de l'année (H max. = 6,28 m). Les trois suivants ont contrôlé la décrue (H min. = 4,84 m) avant que ne s'amorce une nouvelle remontée des eaux qui a été jugée quatre fois.

Les deux premières mesures ont pu être réalisées suivant les deux méthodes préconisées, intégration et point par point.

La troisième a dû être écourtée (12 verticales seulement) du fait d'une pluie battante qui rendait les visées très difficiles. La quatrième a été marquée par la défaillance cumulée des appareils.

Les deux compteurs F6 et le compteur du treuil sont successivement tombés en panne.

- 1er compteur d'impulsion (F6) Hors Service.
- Le 2ème compteur se bloque à 100 tours
- L'axe de la poulie entraînant le compteur du treuil est coupé.

La poursuite des mesures par intégration, dans ces conditions, devenait impossible et des dispositions ont dû être prises afin que les mesures puissent continuer point par point.

Afin de permettre au deuxième compteur F6 de travailler en dessous de 100 tours nous avons choisi un moulinet C31 équipé d'une Hélice d'un pas supérieur (0,25 au lieu de 0,125) et nous avons réduit le temps de mesure à 20 secondes par point. Le positionnement sur la verticale et la profondeur ont été déterminés en comptant le nombre de tours de manivelle après étalonnage :

$$1 \text{ tour de tambour} = 10 \text{ cm}$$

La précision du quart de tour (2,5 cm) nous a semblé amplement suffisante en regard des profondeurs (4 à 5 mètres) mesurées.

Les jaugeages suivants ont été réalisés suivant le même modèle. Les trois derniers ont nécessité l'emploi du couineur, le compteur d'impulsion étant définitivement tombé en panne.

5) Le résultat des mesures :

Etant donné qu'un jaugeage était réalisé chaque jour il était indispensable de dépouiller sur le champ les mesures de la journée afin de contrôler une anomalie possible qui aurait pu rendre invalide les résultats de cette première campagne. Les dépouillements réalisés suivant la méthode de l'intégration graphique ont donné les résultats suivants présentés dans le tableau 1.

L'observation de ces résultats permet de faire quelques constatations intéressantes :

- Les deux méthodes de jaugeage donnent des résultats très comparables. L'écart des débits est de toute façon inférieur à 1 %.

Jaugeages réalisés sur le SENEGAL à BAKEL du 1er au 12 Août 1980.

N°	DATE	H Echelle en m	Débit Q en m ³ /s	Largeur en m	Section Mouillée en m ²	Profondeur moyenne en m	Vitesse maximum en m/s	Vitesse moy. dans la sec- tion(U) en m/s	Vitesse moy. en surface (VmS) en m/s	$\frac{U}{V_{mS}}$
1	1/8/80	4,10-4,13	I*: 961 P*: 970	498	1426	2,86	0,883	I*: 0,674 P*: 0,680	0,759	I*: 0,888 P*: 0,896
2	2/8/80	4,29-4,37	I*: 1102 P*: 1096	502	1540	3,07	0,914	I : 0,715 P : 0,712	0,787	I : 0,906 P : 0,905
3	3/8/80	4,69-4,89	I : 1336	504	1738	3,45	?	I : 0,769	?	?
4	4/8/80	6,02-6,16	P : 2012	512	2372	4,63	1,276	P : 0,848	1,000	P : 0,848
5	5/8/80	6,08-6,01	P : 1850	511	2328	4,56	1,135	P : 0,795	0,916	P : 0,868
6	7/8/80	5,18-5,11	P : 1294	509	1960	3,85	0,900	P : 0,670	0,735	P : 0,912
7	8/8/80	4,36-4,845	P : 1204	507	1800	3,55	0,865	P : 0,669	0,742	P : 0,902
8	9/8/80	4,90-5,02	P : 1298	508	1892	3,73	0,914	P : 0,686	0,816	P : 0,840
9	10/8/80	5,24	P : 1446	509	2022	3,97	0,916	P : 0,733	0,828	P : 0,885
10	11/8/80	5,32-5,36	P : 1468	509	2044	4,01	0,904	P : 0,716	0,839	P : 0,856
11	12/8/80	5,72-5,81	P : 1850	509,5	2326	4,56	1,083	P : 0,795	0,979	P : 0,812

I * Jaugeage par Intégration

P * Jaugeage point par point

- Les vitesses ne sont jamais très élevées même au cours de la petite crue du 4/8.

La comparaison des vitesses maximales, des vitesses moyennes dans la section et en surface, montre que le vecteur le plus grand se situe en surface ou très près de la surface.

- Mais l'observation la plus intéressante à réaliser dans ce tableau est celle de la correspondance hauteur-débit.

Nous avons eu la chance, sur un temps relativement court, d'assister à une montée et une ~~redescente~~ descente des eaux qui nous permet de vérifier la loi non univoque hauteur-débit pressentie par C. Rochette et exposée par J. Lérique.

Les résultats du 3/8 et du 8/8 montrent très nettement que dans des cadres d'évolution très homogènes le débit en crue est sensiblement supérieur à celui mesuré en décrue pour un cote à l'échelle similaire.

- Un autre point paraît aussi très intéressant :

L'évolution du rapport des vitesses : Vitesse moyenne dans la Section
Vitesse moyenne en Surface
montre que ce sont les vitesses de surface qui évoluent le plus entre crue et décrue et qu'elles sont certainement en grande partie responsables de la non univocité du tarage de la station.

6) Réflexion sur les résultats de ce début de campagne à BAKEL.

• Le début de la courbe de tarage de cette année semble bien confirmer la dernière courbe établie en 1977 par J. Lérique. ^{fig*} C'est vrai pour la montée des eaux qui apparaît donc stable, c'est vrai pour la petite décrue dont les valeurs s'intègrent bien dans les faisceaux.

La station apparaît stable. Mais il faudra attendre les résultats globaux de la campagne 1980 pour pouvoir se prononcer, le nombre de nos jaugeages est insuffisant et pour des cotes échelles trop peu étendues pour que nous puissions, à l'heure actuelle, nous prononcer.

fig* figure en Annexe

- Le problème de la différence de ligne d'eau intervenant entre crue et décrue sera difficilement abordable cette année, du fait de la défaillance du limnigraphe de KOUNGHANI dont le canal d'accès rebouché par les enfants du village juste avant la remontée des eaux ne pourra être remis en état qu'au cours de la prochaine saison sèche. Enfin, il semble qu'il faille vérifier très précisément le rattachement (compte tenu de la faiblesse des pentes à observer sur le bief) de l'échelle de KOUNGHANI.

- Deux jaugeages ont été effectués au cours de la période à Kidira sur la FALEME; (tableau)

Les résultats semblent bien s'intégrer à la courbe de tarage de la station qui apparaît aussi non univoque.

Le passage sur la Falémé et l'observation du limnigraphe des jours précédents nous ont permis de constater que la crue du 4/8 enregistrée à BAKEL était liée en partie à celle de cet affluent R.G. survenue 24 heures plus tôt (cote maximale 5,26 m à 20 h).

Mais l'importance du charriage des noix de ronier observée à BAKEL le 4/8 est d'après les indigènes la preuve qu'une crue est aussi passée sur le KARAKORO affluent RD mauritanien dont le bassin est planté de ronciers.

Malgré les problèmes posés par l'appareillage, cette première campagne de jaugeages a pu produire des résultats qui s'intégrant parfaitement au tarage préétabli apparaissent donc valables.

La technique améliorée du cercle hydrographique usité pour le positionnement des verticales, s'est avérée fiable et simple.

Elle demande cependant un certain entraînement :

le 1er jaugeage a été effectué en 4 H 30

les derniers pour un même nombre de verticales n'excédaient pas 2 H 30.

Jaugeages réalisés sur la PALETTE à KIDIRA entre les 6 et 13 Août 1980

N°	DATE	H Echelle en m	Débit Q en m ³ /s	Largeur en m	Section Mouillée en m ²	Profondeur moyenne en m	Vitesse maximum en m/s	Vitesse moy. dans la sec- tion(U) en m/s	Vitesse moy. en surface (V _{ms}) en m/s	$\frac{U}{V_{ms}}$
1	6/8/80	3,41-3,35	297	146	441	3,02	0,93	0,67	0,78	0,86
2	13/8/80	562	809	175	855	4,89	1,39	0,95	1,13	0,84

LE SENEGAL A BAKEL

○ courbe de tarage de crue (1977)

+ Jaugeage de crue 1980

