



Une méthode «expert» pour la conception des barrages «anti-sel»  
dans les bas-fonds de basse et moyenne CASAMANCE.

Jean ALBERGEL  
Hydrologue UR 2 DEC  
ORSTOM R.P. 1386 DAKAR



Résumé :

### 1. Description et principes de l'aménagement anti-sel

L'aménagement anti-sel se compose d'une digue en terre compactée permettant d'arrêter l'intrusion marine et d'accumuler l'eau douce, d'un ouvrage en béton susceptible d'évacuer une partie de l'eau accumulée pour lessiver les sols et pour régulariser les hauteurs d'eau dans les rizières et d'un déversoir de crues qui peut être l'ouvrage en béton ou être indépendant (fig.1). L'ouvrage de régulation des hauteurs d'eau est constitué de portes munies de glissières dans lesquelles des planches se superposent. Ces portes peuvent également être équipées de vannes à crémaillère. Des diguettes sont utilisées dans le bas-fond comme ouvrages secondaires de régulation des hauteurs d'eau dans les rizières.

- La production en eau douce du bas-fond en fonction de la pluviométrie. Les apports annuels doivent être prédéterminés pour connaître les possibilités de lessivage des sols et de satisfaction en eau du riz durant tout son cycle végétatif sans risque de ressalinisation dans l'horizon racinaire.
- Les paramètres de la crue de projet. Ces paramètres permettent de décider s'il est nécessaire de construire un déversoir indépendant de l'ouvrage de régulation ou de dimensionner ce dernier pour évacuer la crue de projet.

Ces trois familles de paramètres ont été étudiées sur des bassins versants naturels (BRUNET MORET, 1970, LOUIS BERGER INTERNATIONAL, 1981, OLIVRY & CHOURET, 1981, OLIVRY & DACOSTA, 1984, BCEOM, 1985, BCEOM, 1987). Ils font l'objet d'un programme de recherche sur une vallée aménagée (ALBERGEL et al, 1990).

La méthode «expert» pour l'étude de faisabilité d'aménagement anti-sel, proposée ci-après, a été mise au point lors d'un projet de développement visant 11 sites de basse et moyenne CASAMANCE et financé

Figure 1 Carte de situation

■ Aménagement étudié

● Principales villes

1-2

## 2. Détermination des hauteurs maximum et minimum des marées

Brunet Moret (1970) a installé le premier réseau de marégraphes sur le bassin de la CASAMANCE et a étudié la propagation de l'onde de marée dans cette rivière et dans son principal affluent le ZOUNGROU-GROU.

Le phénomène de marée est dû au principe de la gravitation universelle. Les composantes de l'onde de marée en un point d'une cote océanique ont donc des périodes bien définies par l'astronome, qui sont les mêmes pour tous les points du globe terrestre, mais les amplitudes de chacune de ces composantes dépendent d'une part de la latitude du point considéré, d'autre part des configurations des fonds marins au voisinage du point. On distingue :

L'amplitude de la marée diminue en principe lorsque l'onde remonte vers l'amont car cette amplitude est proportionnelle à la racine carrée de l'énergie que possède l'onde et qui diminue par frottement pendant

l'ascension. On peut donc prévoir que les amplitudes de

Figure 3 Enregistrement de la marée du 15 août au 10 septembre 1990 au site de DJIGUINOUM

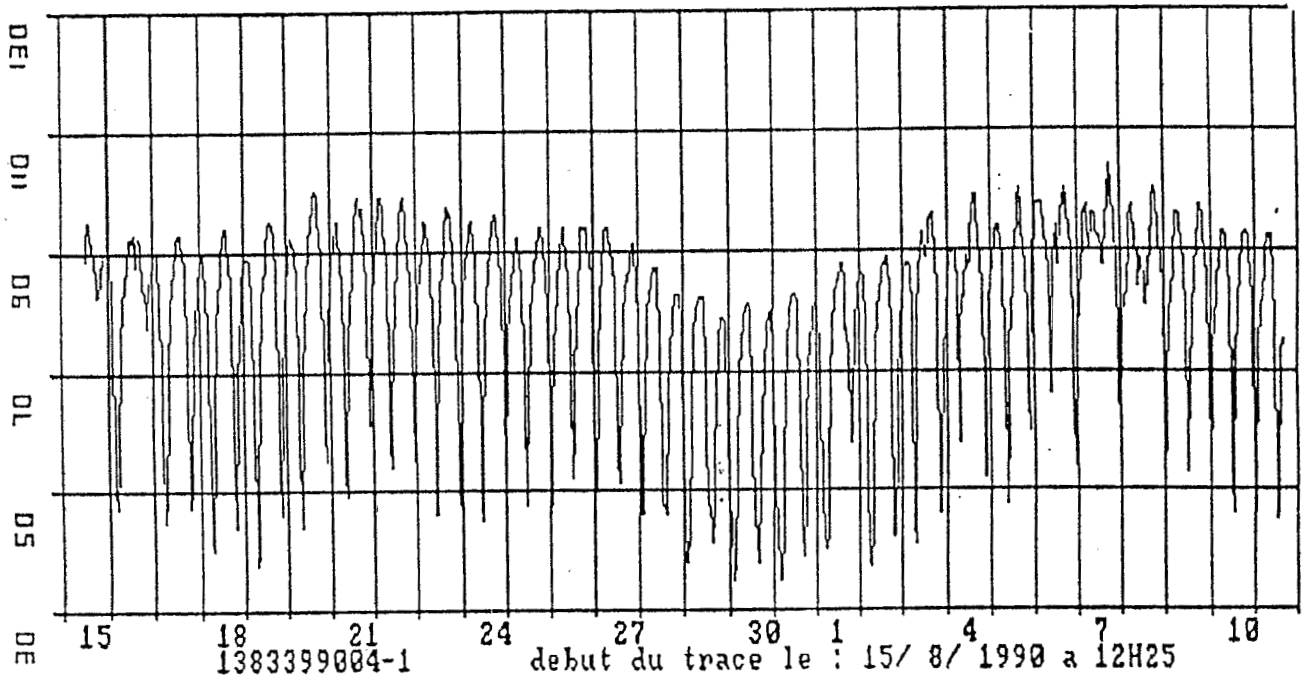
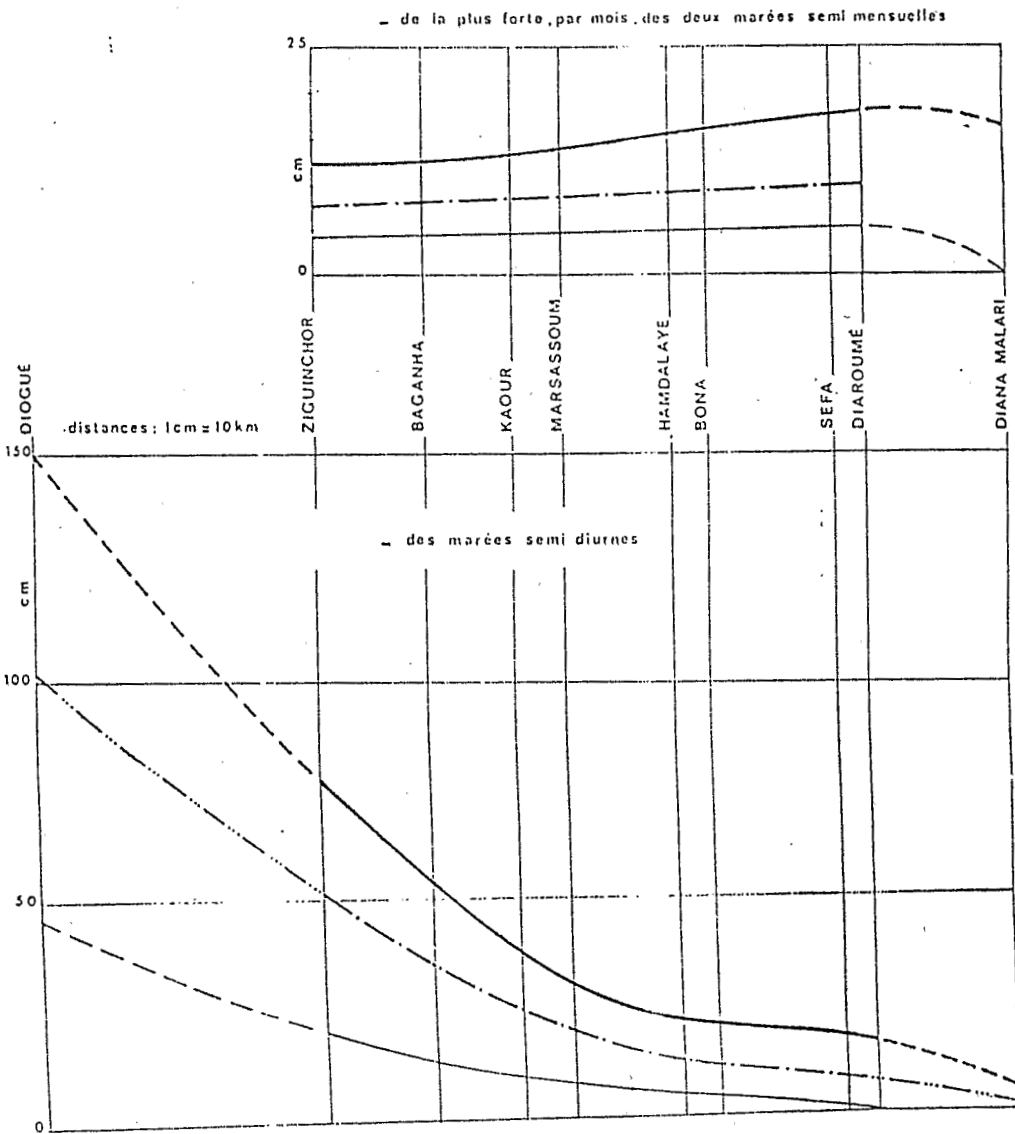


Fig. 4 Abaque de BRUNET MORET donnant les amplitudes (maximale, moyenne et minimale) de marée



### 3. Prédétermination des apports annuels

Les études hydrologiques effectuées par l'ORSTOM sur les bassins de BIGNONA (OLIVRY et CHOURRET, 1981) et sur les bassins du marigot de BAILA (OLIVRY et DACOSTA, 1984, SAOS et DACOSTA 1987) ont permis d'effectuer une évaluation assez précise des coefficients d'écoulement selon les zones observées.

Pour la zone exondée, plateaux, versants, terrasses, le coefficient d'écoulement est de 0.2% en année décennale sèche (valeur mesurée); il est de 6% en année médiane. Le BCEOM (1985) propose à partir d'une extrapolation des écoulements observés à KOLDA un coefficient de 10% pour la valeur de pluviométrie en année décennale excédentaire.

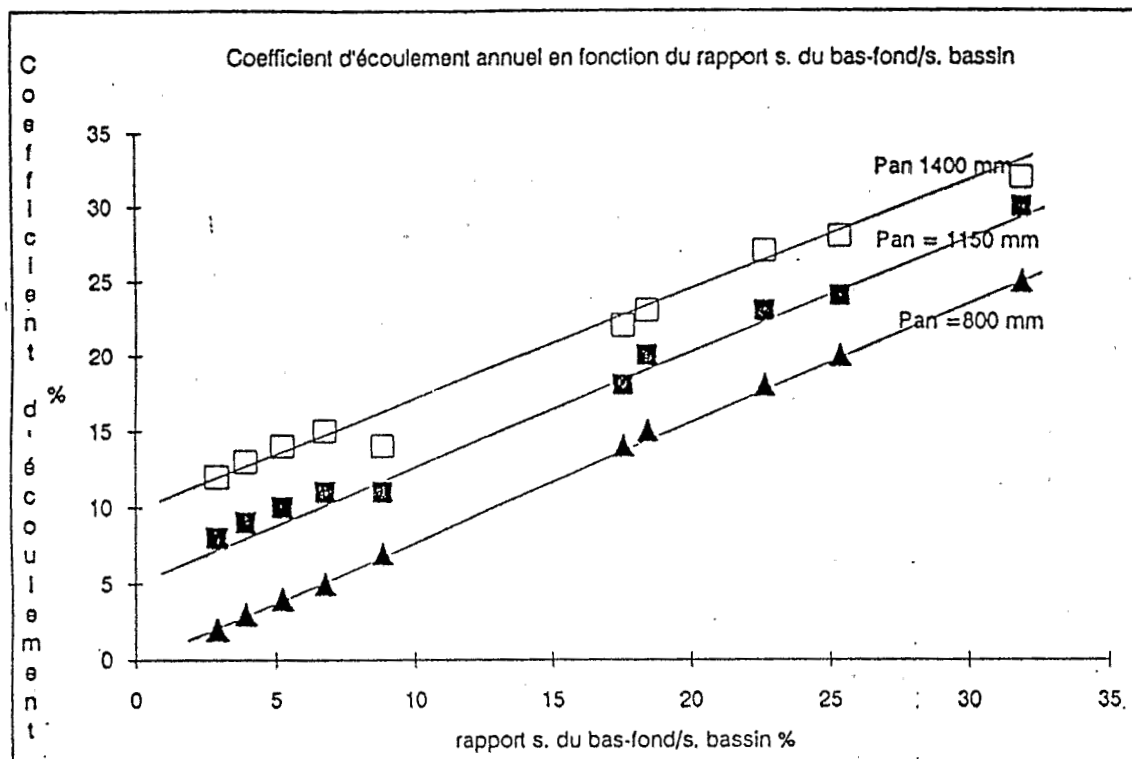
Pour les zones basses, la quasi permanence de la submersion leur confère un coefficient d'écoulement très fort, est évalué dans les études citées plus haut à 80%. Ce coefficient ne varie guère selon les années

La répartition des surfaces entre zones basses et zones hautes est donnée dans le tableau 1. Le coefficient d'écoulements et les volumes correspondant pour chaque site.



L'étude sur la gestion de la vallée de DJIGUINOUM a montré, que pour un dessalement satisfaisant des sols avant le repiquage du riz (1<sup>ère</sup> quinzaine d'août) il fallait évacuer en moyenne 2500 m<sup>3</sup> par hectare de bas-fond rizicultivable.

Figure 5



#### 4. Prédétermination de la crue d'étude et de la crue de projet

«La crue d'étude est la crue provoquée par une lame précipitée sur le bassin, de récurrence décennale; toutes les autres conditions étant moyennes». Sa détermination a été faite en utilisant la méthode de RODIER et AUVRAY, 1965.

La crue de projet est un indicateur du risque naturel. Il est généralement demandé dans ce style d'étude d'estimer le débit maximum de la crue de période de retour 25 ans. Il est calculé en multipliant le débit maximal de la crue d'étude par le rapport : pluie ponctuelle de retour 25 ans/pluie ponctuelle de retour 10 ans.

Le tableau 4 réunit les paramètres de la crue d'étude pour chaque site et le tableau 5 donne les débits maximum de la crue de projet.

Tableau 4 Crue d'étude (Décennale)

BASSIN	AVERSE DECENNALE		LR	Tm	Tb	Q10	q10
	Hauteur	Abat.	mm	heure	heure	m <sup>3</sup> /s	l/s/Km <sup>2</sup> :
ESSOM	143	.85	9.7	10	>50	17	136
MADINA	143	.75	7.5	10	>50	26	85
TANAF	143	.70	6.0	15	>50	30	67
TOUMIATABA	143	.95	10.8	7.5	38	9.5	306
SANSAKOUTO	143	1	11.8	5	20	8.0	597
SAMINE	143	.85	9.7	10	>50	16	131
NDIAMA	143	.80	9.1	12	>50	18	106
BONKILING	140	.75	7.6	13	>50	22	108
DIATOK	140	1	11.9	4.7	20	7.5	630
BALINGOR	140	.95	10.6	6.5	30	8.5	405
DJIMANDE	140	1	11.9	4	15	6.0	923

Abat : coefficient d'abattement d'une pluie ponctuelle.

LR : Lane ruisselée.

TB : Temps de base TM : Temps de montée.

Q10 : Débit maximum de la crue décennale.

q10 : Débit spécifique maximale de la crue décennale.

La méthode de RODIER et AUVRAY est limitée aux bassins versants dont la superficie est inférieure à 200 km<sup>2</sup>; nous l'avons extrapolée à des surfaces allant jusqu'à 400 km<sup>2</sup>. OLIVRY et DACOSTA (1984), extrapolent cette méthode pour des bassins dépassant 1000 km<sup>2</sup> sur le marigot de BAILA. Les débits spécifiques obtenus par cette méthode sont légèrement supérieurs à ceux donnés par la courbe expérimentale proposée par LOUIS BERGER (1985) (débit maximum spécifique en fonction de la surface pour les bassins de Basse CASAMANCE).

Tableau 5 Crue de projet (25 ANS)

BASSIN	H10	H25	K	Q10	Q25
	mm	mm		m <sup>3</sup> /s	m <sup>3</sup> /s
ESSOM	143	165	1.15	17	20
MADINA	143	170	1.18	26	31
TANAF	143	170	1.18	30	35
TOUMIATABA	143	170	1.18	9.5	11.2
SANSAKOUTO	143	170	1.18	8.0	9.4
SAMINE	143	170	1.18	16	19
NDIAMA	143	170	1.18	18	21
BONKILING	140	165	1.18	22	26
DIATOK	140	165	1.18	7.5	8.9
BALINGOR	140	165	1.18	8.5	10.0
DJIMANDE	140	165	1.18	6.0	7.1

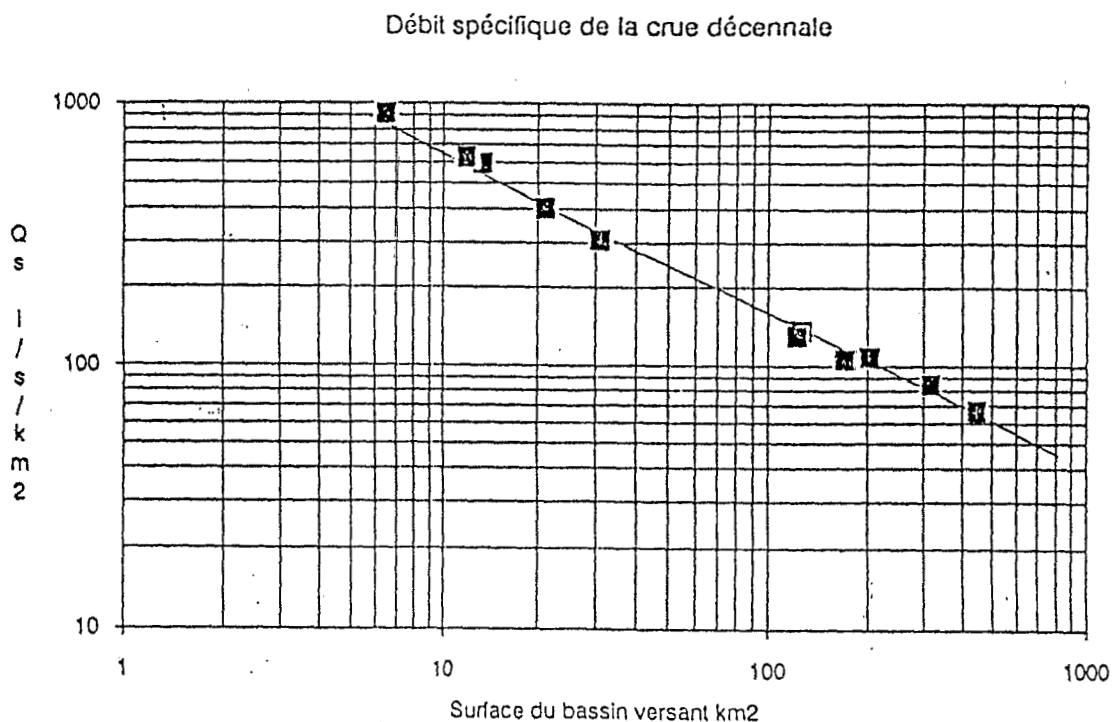
Q10 : Débit maximum de la crue décennale.

Q25 : Débit maximum de la crue de retour 25 ans.

Remarque: La crue de projet estimée comme pour un bassin continental ne correspond pas au débit à évacuer par l'ouvrage dans la mesure où l'ancien bief soumis à marée en amont du barrage va jouer le rôle de réservoir amortisseur; elle en est tout au plus la limite supérieure (pour l'évènement de récurrence 25 ans). L'évacuation des crues devient un problème de gestion en fonction des niveaux maximum que l'on se fixe en amont (cultures) et des niveaux à l'aval de l'ouvrage (marée haute ou basse).

La figure 6 représente la valeur du débit spécifique décennal en fonction de la surface du bassin.

Figure 6



#### Conclusion

L'édification de barrages anti-sel en basse et moyenne CASAMANCE montre qu'il est possible de gagner des terres agricoles pour la riziculture à la condition d'appliquer une gestion rationnelle à ces ouvrages. Dans la vallée de DJIGUINOUM, un barrage anti-sel a été édifié en 1984 sur le site de DJILAKOUN. Jusqu'en 1987, aucun dessalement tangible des sols n'a été observé. L'ouvrage de régulation du niveau d'eau constitué par un batardeau était peu manoeuvrable, et les ouvertures pour les lâchers d'eau en marée basse n'étaient pas faites. En 1988, le dispositif d'ouverture a été modifié pour permettre la vidange par le fond des eaux de remplissage du barrage. Les trois portes de l'ouvrage de régulation ont été équipées de vannes actionnées verticalement par un crémaillère. Ce système a l'avantage d'être fonctionnel pendant tout l'hivernage et simple d'utilisation. Les règles de gestions ont été ensuite établies afin d'avoir un dessalement maximum tout en conservant un plan d'eau propice à la riziculture. En 1989, du riz a poussé dans la basse vallée de DJIGUINOUM, pour la première fois depuis la construction du barrage. Le rendement obtenu est intéressant, 2700 kg/ha en culture traditionnelle sans apport d'intrant. On a estimé à 2250 t, la quantité de sels évacués, soit en moyenne 15 tonnes par ha (la superficie rizicultivable étant de 150 ha). Dans le même temps, la salinité du sol a baissé environ de 60%, et la plupart des terres nues stérilisées par le sel ont disparues. Une végétation naturelle composée de cypéracées et de graminées s'est installée sur l'ensemble des sols nus.

## BIBLIOGRAPHIE

ALBERGEL J. et al (1990); Rapport hydrologique 1989. Vallée de Djiguinoun. Casamance. ORSTOM, ISRA, IRAT. DAKAR

ALBERGEL J. BRUNET D DUBEE G. MONTOROI J.P. ZANTE P. (1990); Gestion d'un barrage anti-sel en basse CASAMANCE (SENEGAL), Journées hydrologiques de MONTPELLIER, 1990

ALBERGEL J.(1987); Expertise hydrologique sur 11 sites de basse et moyenne Casamance. ORSTOM DAKAR

BARRY B. (1986) Situations des aménagements hydro-agricoles des terres salées de Basse Casamance. III ème séminaire sur les aménagements hydro-agricoles et systèmes de productio, 16-19 Dec 1986, Montpellier

BARRY B. et al (1988) Sécheresse et modification des ressources hydriques en basse Casamance. Conséquences pour le milieu naturel et son aménagement. Deuxièmes journées de l'eau au Sénégal, UCAD, Dakar

BCEOM(1985); Aménagement de la plaine de Baïla.

BOIVIN P., LOYER J.Y. et al.(1988); Mise en valeur des mangroves au Sinigal. Rapport final. ISRA, ORSTOM, CEE.

BOIVIN (1990) Caractérisation physique des sols sulfatés acides de la vallée de KATOURE (Casamance); étude de la variabilité spatiale et relations avec les caractéristiques pédologiques. Thèse de doctorat, ORSTOM

BRUNET-MORET Y.(1970); Etude hydrologique en Casamance. Rapport définitif. ORSTOM PARIS

BRUNET-MORET Y..(1968); Etude générale des averses exceptionnelles en Afrique occidentale. Rapport de synthèse. CIEH ORSTOM

DACOSTA H.(1989); Précipitations et écoulements sur le bassin de la Casamance, Thèse de géographie. Université de DAKAR

LE BRUSQ J.Y. ZANTE P. PERAUDEAU M (1987) La mesure in situ de paramètres physico chimiques (pH Eh) dans un sol sulfaté acide de Casamance (Sénégal) cah; ORSTOM, ser. Pédol., vol. XXIII, n°1, 55-66

LOUIS BERGER , COYNÉ ET BELLIER(1985); Etude des possibilités de stockage des eaux de ruissellement au Sénégal.

OLIVRY J.C. , DACOSTA H.(1984); Le marigot de Baïla. Bilan des apports hydriques et évolution de la salinité. Campagne 1980-1983. ORSTOM DAKAR.

OLIVRY J.C., CHOURET A.(1981); Etude hydrologique du marigot de Bignona. Campagne 1970-1971. ORSTOM DAKAR..

OLIVRY, J.C. (1983); Le point en 1982 sur la sécheresse en SENEGAMBIE et aux Iles du CAP-VERT. Examen de quelques série de longues durées (Débits et précipitations) Cah. ORSTOM, ser hydro Vol XX,1, pp 47-69

OLIVRY J.C. (1987) Les conséquences durables de la sécheresse actuelle sur l'écoulement du fleuve sénégal et l'hypersalinisation de la basse Casamance, IAHS Publication N° 168 pp 501-512

SAOS J.C. & DACOSTA H. (1987) Evolution Hydrologique d'un bassin versant margino-littoral : Le marigot de BAILA. Rapport final EPEEC/UNESCO Dakar

USAID/SOMIVAC/ISRA (1985) Acte de la II ème Table Ronde sur les barrages anti-sel, 12-15 juin 1985 ZIGUINCHOR