

**DIRECTION
DEPARTEMENTALE
DE L'EQUIPEMENT**

**Bureau d'Etudes
Routières,
Eau et Assainissement**

ORSTOM

Institut Français
de Recherche Scientifique
pour le Développement
en Coopération

Centre de Cayenne

Laboratoire d'Hydrologie
Opérationnelle de Cayenne

DEPARTEMENT DE LA GUYANE

DEVIATION DE LA RN1 AU NIVEAU DE SINNAMARY

ETUDE HYDROLOGIQUE SOMMAIRE

réalisée le 26 Avril 1995

par P. VAUCHEL, Ingénieur de Recherches ORSTOM

Table des matières

1 - Etude Fréquentielle des crues à Petit Saut	1
2 - Relation Cote - Débit au niveau de la ville de Sinnamary	2
3 - Caractéristiques hydrauliques des sections des ponts ancien et futur	4
4 - Influence de la marée	7
4.1 - Sur le marnage	7
4.2 - Sur la salinité	8
5 - Influence du barrage de Petit Saut	9
6 - Effet de barrage de la digue d'accès au futur pont dans le lit majeur	10

Dans le cadre de l'étude du nouveau pont sur le fleuve Sinnamary, la DDE souhaite une étude hydrologique afin de s'assurer, par des moyens d'étude sommaires, que le projet de la déviation de SINNAMARY ne risque pas d'être remis en question pour des raisons liées à l'hydrologie ou l'hydrogéologie. La présente étude vise à préciser les contraintes liées à l'hydrologie du fleuve Sinnamary, et à l'hydraulique des sections de l'ancien pont et du nouveau pont en projet.

1 - Etude Fréquentielle des crues à Petit Saut

La station hydrométrique de Petit Saut sur le Sinnamary contrôle les neuf dixièmes de la superficie du bassin versant du fleuve. Les débits observés à Petit Saut sont donc un excellent indicateur du débit du fleuve à Sinnamary.

Nous disposons à Petit Saut de 25 années complètes d'enregistrement des niveaux et des débits. Ces données nous permettent de connaître pour chaque année le débit maximum observé à Petit Saut. On trouvera la liste des débits maximums observés au tableau n° 1.

Tableau n° 1
Débits Maximums du Sinnamary à Petit Saut Aval

Année	Débit (m ³ /s)
1969	839
1970	881
1971	912
1972	673
1973	808
1974	885
1975	921
1976	1110
1977	1180
1978	741
1979	735
1980	729
1981	685
1982	1040
1983	752
1984	951
1985	599
1986	1050
1987	742
1988	731
1989	932
1990	1140
1991	809
1992	778
1993	715

Cet échantillon nous permet de réaliser une étude fréquentielle. La loi de Galton (Gausso Logarithmique) s'ajuste bien à l'échantillon, comme le montre la figure n° 1. Les résultats de l'étude fréquentielle des débits maxi sont présentés au tableau n° 2.

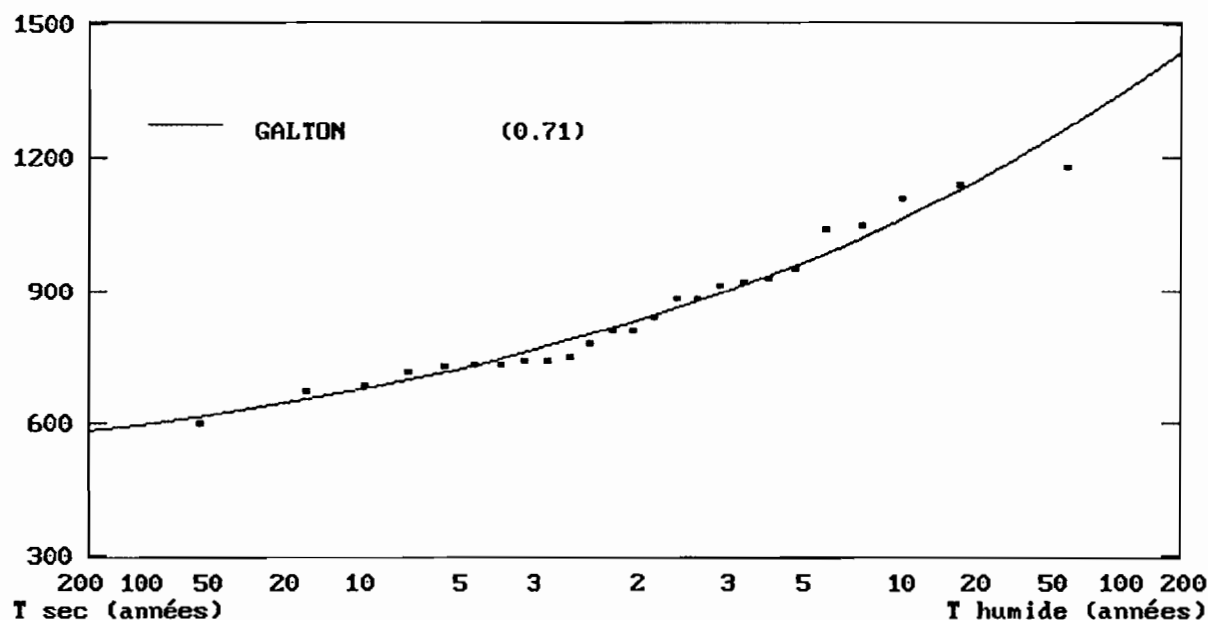


Figure n° 1
Sinnamary à Petit Saut Aval
Etude fréquentielle des débits Maxis Annuels, Ajustement à une loi de Galton

Tableau n° 2
Résultats de l'étude fréquentielle des débits maxi du Sinnamary à Petit Saut

Temps de Retour	2 ans	5 ans	10 ans	20 ans	50 ans	100 ans
Débit (m ³ /s)	828	970	1062	1150	1250	1325

2 - Relation Cote-Débit au niveau de la ville de Sinnamary

Nous ne disposions avant cette étude d'aucune mesure de cotes du fleuve au niveau de la ville de Sinnamary. Or la connaissance des cotes correspondant à de forts débits est importante :

- pour évaluer les caractéristiques hydrauliques de la section projetée (tirant d'air sous poutre, section mouillée, vitesse moyenne...) et les comparer aux mêmes caractéristiques de la section de l'ancien pont.
- pour évaluer l'extension des zones inondées en cas de crue, si l'on dispose d'une topographie suffisamment précise de ces zones.

Les mesures réalisées en Avril 1995 ont permis de préciser les niveaux du fleuve par rapport au Nivellement Général de la Guyane. Les niveaux NGG observés pour un débit du fleuve à Petit Saut Aval de 111 m³/s sont résumés au tableau n° 3.

Tableau n° 3
Niveaux de marée et du fleuve exprimés en NGG le 20 Avril 1995

	Marée Haute	Marée Basse	Amplitude
Fleuve à Sinnamary	1.35 m	-0.49 m	1.84 m
Iles du Salut	1.08 m	-1.02 m	2.10 m

Ces résultats sont obtenus pour une hauteur de marée aux Iles du salut de 3 mètres. Pour une hauteur de marée exceptionnelle de 3.40 mètres, le niveau NGG du fleuve à Sinnamary à marée haute devrait donc s'établir autour de 1.75 m (toujours pour un débit de l'ordre de 100 m³/s).

Afin de mettre en relation les niveaux du fleuve à marée haute à Sinnamary avec les débits du fleuve à Petit Saut, nous avons enquêté chez les riverains du fleuve à Sinnamary pour retrouver les niveaux les plus hauts atteints par le fleuve dans le passé, lors des crues exceptionnelles. Après de nombreuses visites, nous avons obtenu 2 témoignages qui nous ont semblé fiables et cohérents :

- La maison de Mme Jacquemin située au bord du Canal Rémy a été atteinte par les eaux en Avril 1990, lorsque le débit du fleuve à Petit Saut a atteint 1140 m³/s. Le niveau des plus hautes eaux a été nivelé à 2 m NGG environ.
- Le jardin de Mr Achille situé près de la maison forestière de Sinnamary n'a jamais de mémoire de son propriétaire été atteint par les eaux, depuis 40 ans qu'il habite sur les lieux. Le niveau de ce jardin est à 2.12 m NGG environ.

Lors de la crue d'Avril 90, les plus fortes marées ont été de l'ordre de 3.20 m aux Iles du Salut (1.28 NGG). Pour un débit de 100 m³/s, ces marées auraient provoqué un niveau à marée haute d'environ 1.55 m NGG à Sinnamary. On peut donc en déduire qu'une augmentation de débit de 1000 m³/s sur le fleuve conduit à un gonflement du niveau à marée haute à Sinnamary de seulement 45 cm. A titre de comparaison, on peut noter que lors de cette crue l'augmentation de niveau à Petit Saut Aval a été de l'ordre de 8 m.

Ces résultats confirment que les niveaux du fleuve à Sinnamary à marée haute sont gouvernés plutôt par la hauteur de marée que par le débit du fleuve, même si le débit joue un rôle que l'on ne peut entièrement négliger. Si l'on considère que l'augmentation de niveau en fonction du débit est linéaire (acceptable en première approximation), une crue centennale sur le fleuve (1320 m³/s) combinée à une forte marée de hauteur 3.30 m aux Iles du Salut pourrait provoquer à Sinnamary des niveaux de l'ordre de 2.20 m NGG.

Etant donné la présence du barrage de Petit Saut, une telle crue centennale a un peu moins de chances de se produire que par le passé. En conséquence, il apparaît que le niveau des plus hautes eaux fixé pour le projet du futur pont à 2.20 m NGG est tout à fait réaliste, et ne demande pas à être modifié.

3 - Caractéristiques hydrauliques des sections des ponts ancien et futur

Afin de confirmer la validité des caractéristiques hydrauliques de la section du futur pont, il est utile de pouvoir les comparer avec les caractéristiques de l'ancien pont, qui n'a pas connu de défaillances depuis sa construction. Nous avons donc proposé :

- de réaliser une bathymétrie des sections de l'ancien et du futur pont, simultanément à marée haute pour les 2 sections, afin d'obtenir des données comparables entre elles.
- de calculer pour chacune des sections et pour la crue centennale, les sections mouillées et la vitesse moyenne du courant.

Les bathymétries des 2 sections ont été réalisées et exprimées en NGG. Les résultats sont donnés pour l'ancien pont au tableau 4 et figure 2, et pour le futur pont au tableau 5 et figure 3.

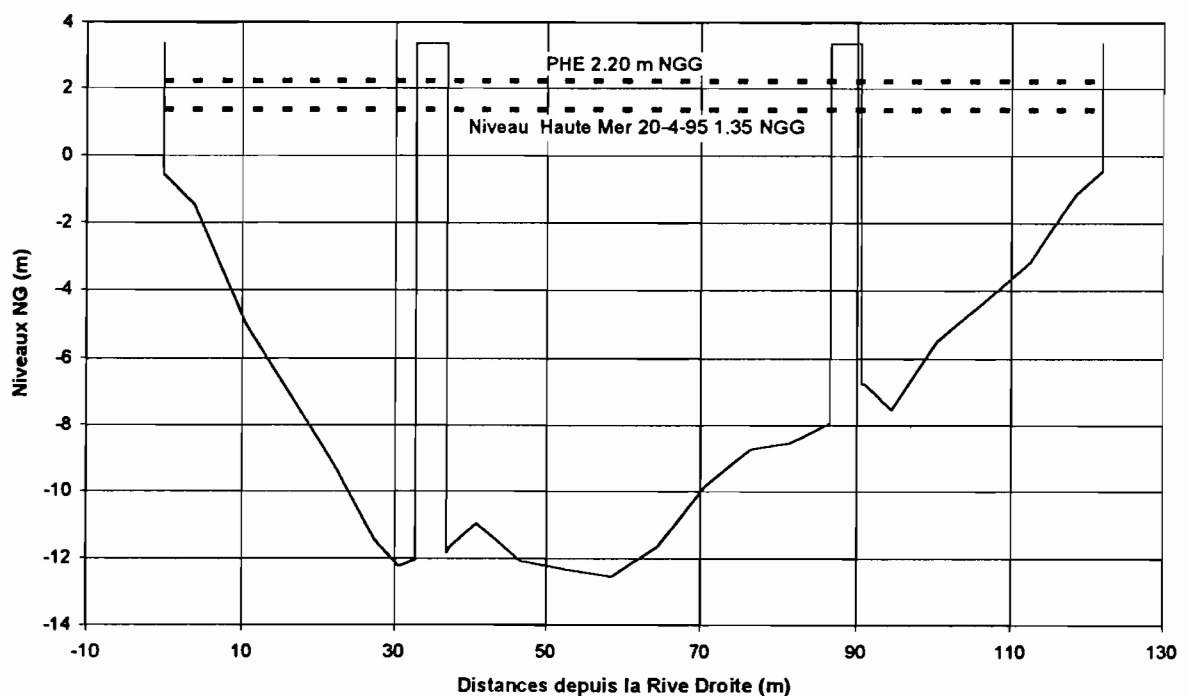


Figure n° 2
Profil en travers au droit de l'ancien pont

Tableau n° 4
Profil en travers au droit de l'ancien pont

Distance (m)	Niveau Terrain NGG (m)
0	3.35
0	-0.53
4	-1.45
10.6	-5.05
16.6	-7.25
22.6	-9.4
27.5	-11.45
30.6	-12.25
32.6	-12.05
32.6	3.35
36.6	3.35
36.6	-11.85
37.1	-11.65
40.6	-10.95
46.6	-12.1
52.6	-12.35
58.6	-12.55
64.6	-11.65
70.6	-9.85
76.6	-8.75
81.6	-8.55
86.6	-7.95
86.6	3.35
90.6	3.35
90.6	-6.75
91.1	-6.75
94.6	-7.55
100.6	-5.5
106.6	-4.35
112.6	-3.15
118.6	-1.15
122.1	-0.45
122.1	3.35

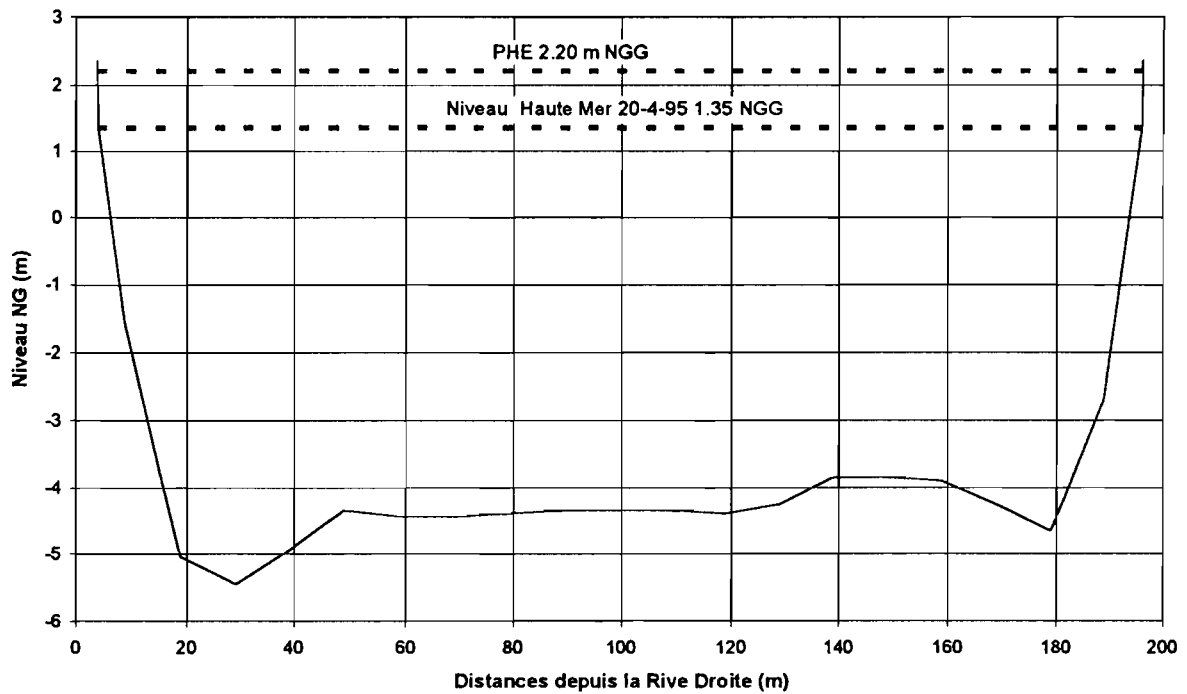


Figure n° 3 : Profil en travers au droit du futur pont

Tableau n° 5 : Profil en travers au droit du futur pont

Distance (m)	Niveau Sol NGG (m)
3	2.50
4	1.35
9	-1.55
19	-5.05
29	-5.45
39	-4.95
49	-4.35
59	-4.45
69	-4.45
79	-4.4
89	-4.35
99	-4.35
109	-4.35
119	-4.4
129	-4.25
139	-3.85
149	-3.85
159	-3.9
169	-4.25
179	-4.65
189	-2.7
196	1.35
197	2.50

Les surfaces mouillées des sections en fonction des niveaux sont les suivantes.

Section\Niveau	-0.49 m NGG (Basse Mer)	1.35 m NGG (Haute Mer)	2.20 m NGG (PHE)
Ancien Pont	845 m ²	1055 m ²	1155 m ²
Nouveau Pont	685 m ²	1040 m ²	1200 m ²

Dans l'hypothèse où l'on doit transiter le débit centenal de 1320 m³/s, on peut alors estimer les vitesses moyennes sous les ouvrages. Pour les plus hautes eaux, ces vitesses seraient de l'ordre de 1.1 m/s, soit une valeur relativement faible. A marée basse, il est difficile de prévoir à quel niveau s'établirait la ligne d'eau, car il est probable que pour un tel débit le contrôle du niveau ne soit plus dû au niveau de la mer (contrôle par l'aval) mais aux caractéristiques de la section elle-même. De manière générale dans un estuaire, le passage des crues ne gonfle que légèrement les niveaux à marée haute (comme il apparaît clairement d'après ce qui précède), mais augmente de manière très significative les niveaux à marée basse. En mettant les choses au pire, c'est à dire en considérant que le niveau à marée basse demeure aux alentours de -0.50 m NGG dans le cas du passage d'une crue centennale, les vitesses moyennes seraient de l'ordre de 1.6 m/s pour l'ancien pont et 1.9 m/s pour le nouveau pont, ce qui demeure acceptable.

Il apparaît donc que le futur pont doit pouvoir transiter sans problème les débits de la crue centennale sur le fleuve Sinnamary. Il est un peu paradoxal que les vitesses les plus élevées soient obtenues pour les niveaux plus faibles. Il faut cependant garder à l'esprit que nous sommes dans une situation d'estuaire où le contrôle des niveaux se fait par l'aval.

4 - Influence de la marée.

4.1 - sur le marnage

Nous avons vu au chapitre 2 que pour une amplitude de marée de 2.10 m aux Iles du Salut, et un débit de 111 m³/s à Petit Saut, le marnage à Sinnamary est de 1.84 m. Dans cette gamme de débits, ces proportions devraient se conserver.

Nous disposons depuis 1994 d'enregistreurs de niveau sur l'estuaire du fleuve Sinnamary situés à Pointe Combi et sur l'Ilet Brigandin (près de l'embouchure). Ces appareils donnent toutefois des niveaux qui ne sont pas rattachés au nivellement général. Afin de visualiser de quelle manière s'effectue la réduction d'amplitude de marnage dû à la marée au niveau de Sinnamary, nous avons essayé de recalculer les niveaux donnés par ces appareils sur le NGG, grâce aux mesures effectuées dans le cadre de la présente étude, et d'interpoler linéairement les temps et les niveaux au pont de Sinnamary.

Les résultats de ce travail sont présentés sur la figure n° 4. Bien que les niveaux soient calés approximativement, et que l'hypothèse de linéarité est probablement fautive, cette figure donne une idée acceptable de la propagation de l'onde de marée. On observe que la réduction d'amplitude du marnage se fait surtout par le bas. Cela signifie que la pente du fleuve est plus forte à marée basse qu'à marée haute.

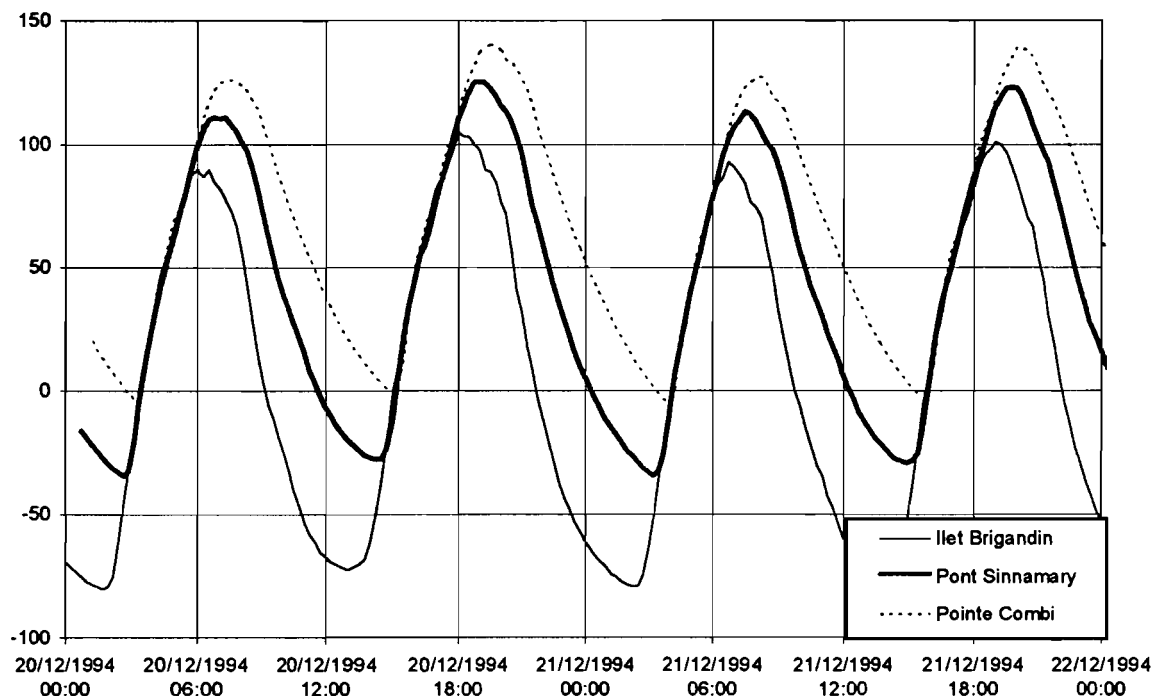


Figure n° 4
Déformation de l'onde de marée de l'embouchure à Pointe Combi

4.2 sur la salinité

Des mesures de salinité sur l'estuaire du Sinnamary ont été réalisées dans le cadre de l'étude d'impact du barrage de Petit Saut les années 1983, 1988 et 1994. Ces mesures ont permis de mieux connaître la dynamique du coin salé. A marée basse, il n'a jamais observé de présence de sel au niveau de la ville de Sinnamary. A marée haute et pour des débits du fleuve de l'ordre de 100 m³/s, on observe de manière systématique une présence de sel, généralement plus importante au fond du fleuve, l'eau salée étant plus dense que l'eau douce. Nous présentons à la figure n° 5 les profils de salinité les plus significatifs, donnant la salinité au fond du fleuve à marée haute en fonction de la distance à Pointe Combi (le pont de Sinnamary se trouve au kilomètre 15). Nous pouvons observer que :

- En 1983, la mer se trouvait à près de 15 km du pont de Sinnamary. L'ouverture d'une brèche dans le cordon littoral au niveau de l'embouchure entre 1983 et 1988 a ramené la mer à 11 km de Sinnamary.
- au niveau du pont de Sinnamary, les salinités observées en 1994 sont à peu près similaires à celles observées en 1983, bien qu'à cette époque la mer était 4 km plus loin. Cela est probablement dû à la présence d'un banc de vase sur le littoral qui depuis quelques années tend à refermer l'embouchure et à empêcher la pénétration du sel qui s'effectue surtout par le fond.
- les salinités observées en 1988 sont sensiblement plus importantes que les autres années, probablement parce qu'en 1988 l'embouchure était plus profonde suite au désenvasement récent.

On peut donc conclure à la présence fréquente à marée haute de salinités de l'ordre de 5 g/l au niveau de la ville de Sinnamary.

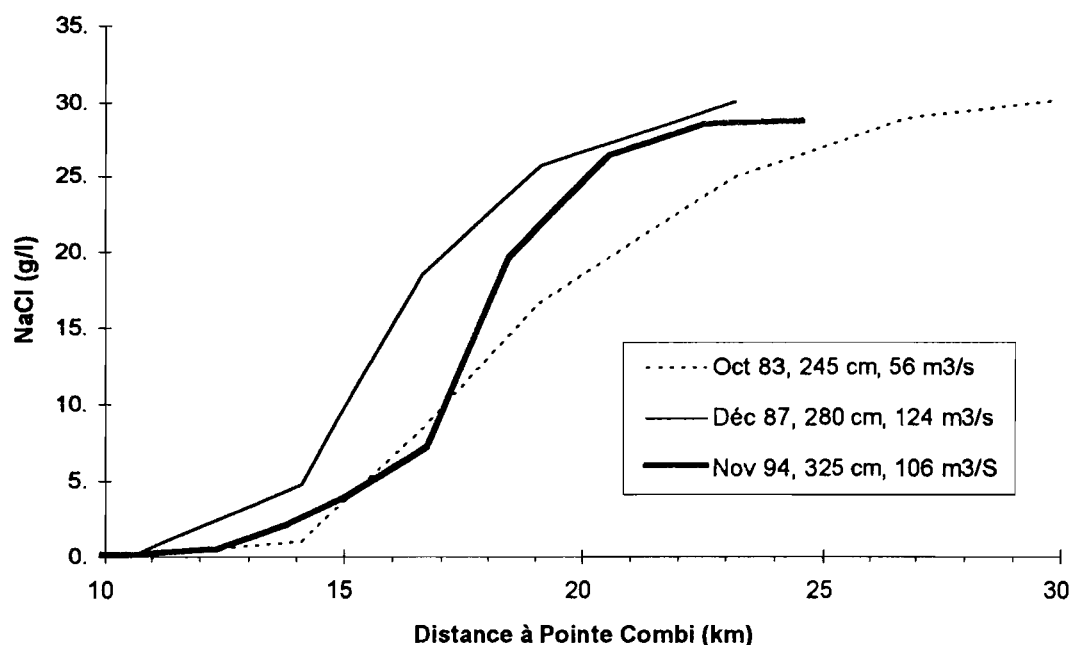


Figure n° 5
Profils de salinité au fond du fleuve à marée haute

5 - Influence du barrage de Petit Saut

Le barrage de Petit Saut aura un effet certain d'écrêtement sur les crues, qui devrait aller dans le sens de la sécurité de l'ouvrage. Il nous faut cependant observer que cet effet d'écrêtement sera surtout important pour les crues faibles et moyennes, mais qu'il existe une possibilité que les très fortes crues remplissent totalement le volume de la retenue puis s'écoulent vers l'aval sans réduction notable de leur débit de pointe. En effet :

- la capacité utile de la retenue est de 1 Milliard de m³ entre les cotes mini (31.5 m NGG) et maxi (35 m NGG). En supposant que le niveau du plan d'eau avant l'arrivée de la crue soit à son minimum, cette capacité utile peut donc être remplie en 11.5 jours de débit égal à 1000 m³/s.
- les fortes crues surviennent évidemment en saison des pluies à une époque où le niveau de la retenue est en principe déjà au dessus de son minimum et parfois proche de son maximum. La capacité de stockage à l'arrivée d'une forte crue risque donc d'être relativement réduite dans un certain nombre de cas. Il existe bien une réserve de sécurité (le niveau des plus hautes eaux ayant été fixé à 36.5 m NGG, cela correspond à un stockage additionnel de 500 millions de m³ soit presque 6 jours de débit de 1000 m³/s). Mais même avec cette réserve, une crue présentant un débit supérieur à 1000 m³/s pendant quelques jours risque de remplir la retenue et d'obliger à ouvrir les vannes de fond pour l'évacuer.
- Depuis 1969, on a observé 6 fois des débits supérieurs ou très proches de 1000 m³/s. Les caractéristiques de ces crues sont reportées au tableau n° 6. Sur ces 6 crues, 4 sont survenues après une période relativement longue (2 à 3 mois) de débits excédentaires (400 à 500 m³/s) qui auraient pu remplir la retenue. Dans 2 cas, les débits sont restés voisins de 1000 m³/s durant 9 à 10 jours.

Tableau n° 6
Caractéristiques des principales crues observées sur le fleuve Sinnamary

Date	Débit Maxi (m ³ /s)	Durée Débit ≥ 1000 (jours)	Débit mois précédent (m ³ /s)	Débit mois -2 (m ³ /s)
30-4-76	1110	10	507	478
26-4-77	1180	6	276	226
25-5-82	1040	4	589	553
21-5-86	1050	1	110	90
23-4-90	1140	9	440	310
25-5-90	945	2	750	650

En conséquence, il apparaît plus prudent pour dimensionner des ouvrages à l'aval de ne pas tenir compte de l'effet écrêteur du barrage de Petit Saut en ce qui concerne les crues exceptionnelles.

6 - Effet de barrage de la digue d'accès au futur pont dans le lit majeur

Cet effet de barrage est très difficile à évaluer en l'absence de plans cotés du lit majeur. On a vu précédemment cependant que la section de l'ouvrage est largement suffisante pour laisser passer les débits les plus forts. L'ouvrage ne devrait donc pas créer de forts dénivélés entre les plans d'eau à l'amont et à l'aval de la digue.

On a vu également que les plus fortes vitesses ne sont pas obtenues pour les cotes les plus élevées. Ce fait devrait contribuer également à éviter les mises en vitesse dans les plaines d'inondation.

Il faut remarquer encore que les plaines d'inondation sont totalement couvertes de végétation herbacée ou arbustive assez dense, ce qui là encore contribue à éviter les mises en vitesse.

Enfin, étant donné le mouvement de marnage bi-quotidien entre les niveaux de marée haute et de marée basse, il faut noter que les mouvements d'inondation-exondation des plaines devraient induire plutôt des flux transversaux, (du lit du fleuve vers les plaines et vice-versa) que des flux longitudinaux. En d'autres termes, les mises en vitesse les plus à craindre devraient plutôt se produire lors des mouvements de retrait de l'eau des plaines d'inondation, suite à une baisse de niveau rapide du fleuve.

Au vu de ce qui précède, on peut conclure qu'une réelle étude hydraulique de ces phénomènes (modélisation bi-dimensionnelle en plan des écoulements) serait très lourde et coûteuse, et paraît disproportionnée avec l'enjeu. Il apparaît cependant prudent de veiller à une installation rapide de la végétation au pied des digues d'accès, afin d'éviter la création de cheminements préférentiels de l'eau dans des zones privées de végétation suite aux travaux de construction.