DIREN Guyane
Direction Régionale
de l'Environnement
de la Guyane Française

ORSTOM
L'Institut Français de
Recherche Scientifique
pour le Développement
en Coopération

Etude de l'Hydrodynamique de l'Estuaire du Fleuve Mahury

Novembre 98

P.VAUCHEL

Fonds Documentaire ORSTOM
010016043

TABLE DES MATIERES

1 - INTRODUCTION 1

2 - INSTALLATION D'APPAREILS DE MESURE 1

3 - ANALYSE DES DONNEES HYDROLOGIQUES 2

3.1 - Mesure des niveaux au pont de Roura 2

3.2 - Mesure des niveaux et des débits de l'Orapu à Saut Bernard 7

3.3 - Mesure des niveaux et des débits de la Comté à Saut Bief 7

3.4 - Régime de débits de la rivière du Tour de l'Ile 10

4 - PROFILS DE SALINITE 11

4.1 - Méthodologie 11

4.2 - Résultats des profils de salinité 12

5 - GEOMETRIE DE L'ESTUAIRE 16

6 - MODELISATION DE L'INTRUSION SALINE 21

6.1 - Présentation du modèle 21

6.2 - Estimation de l'excursion (ou dérive) 22

6.3 - Ajustements empiriques du modèle pour chaque profil 23

6.4 - Ajustement du modèle prédictif 24

7 - MESURES D'OXYGENE DISSOUS 28

Fonds Documentaire ORSTOM
Cote : A * 16043 Ex :

1 – Introduction

Par une lettre de commande envoyée à l'ORSTOM à la mi-95, la Direction Régionale de l'Environnement de GUYANE a demandé à l'ORSTOM de réaliser une étude de l'hydrodynamique de l'estuaire du Mahury. Suite à diverses raisons administratives, et notamment à un changement de Direction de l'Institut, l'ORSTOM n'a accepté cette lettre de commande que le 11 Avril 96. Par contre les mesures de terrain avaient démarré dès Novembre 95. Le présent rapport présente les résultats de l'étude réalisée de la fin 95 à 97 pour répondre à cette lettre de commande.

2 – Installation d'appareils de mesure

Le Mahury constitue le débouché vers l'Océan de la rivière Oyak, elle même formée par la confluence des rivières Comté et Orapu. La rivière Oyak prend le nom de Mahury à l'aval de la défluence de la rivière du Tour de l'Ile.

Le limnigraphe de Saut Bief sur la Comté contrôle depuis 1969 le régime hydrologique de cette rivière. Il est suivi par l'ORSTOM dans le cadre du Réseau Hydrométrique Guyanais, et fournit les données sur le régime hydrologique de la Comté.

Dans le cadre de cette étude, deux nouveaux limnigraphes ont été installés :

- Un limnigraphe électronique de type ELSYDE CHLOE-E à capteur de pression a été installé sur l'Orapu à Saut Bernard le 26 Octobre 95. Il permet de contrôler les niveaux et, au moyen d'un étalonnage hauteur – débit, les débits de ce tributaire important de la rivière Comté.
- Un limnigraphe électronique de type SAB CR2M à capteur de pression installé sur le Mahury au niveau du pont de Roura, enregistre depuis le 22 Août 96 les niveaux du Mahury, afin de mieux connaître les conditions de propagation de la marée dans l'estuaire.

3 – Analyse des données hydrologiques

3.1 – Mesures des niveaux au pont de Roura

L'appareil installé le 22 Août 96 a commencé à enregistrer les niveaux à partir du 28 Août 96. Il a fonctionné depuis cette date jusqu'au 28-8-97, avec deux lacunes du 7-11-96 au 20-2-97 et du 31-7-97 au 15-8-97. Les cotes mesurées par cet appareil sont calées sur une échelle limnimétrique installée au droit du pont et non rattachée au nivellement général.

Malheureusement durant toute cette période, l'appareil n'a pas enregistré les cotes supérieures à 437 cm à l'échelle, le capteur de pression ayant été placé trop bas. Cela signifie que les marées hautes les plus fortes n'ont pas été enregistrées par cet appareil. Nous avons cependant obtenu des données intéressantes sur les niveaux à marée basse, et sur les marées de faible amplitude, et nous avons également pu retrouver dans les bases de données des enregistrements du signal de marée au pont de Roura du 10-11-88 au 26-04-89, qui permettent de connaître les amplitudes de marée pour les fortes marées.

Afin d'analyser les relations entre la marée à l'embouchure et au pont de Roura, nous disposons également des hauteurs de marée au port de Degrad des Cannes, obtenues au moyen du logiciel PREDIT du SHOM (Service Hydrographique de la Marine Nationale). On trouvera à la figure n°1 une comparaison des enregistrements de niveau à Roura de 96 à 97 avec les hauteurs de marée à Degrad des Cannes. On notera sur cette figure la troncature des niveaux à marée haute à Roura à la cote 437 cm. On trouvera de la même manière à la figure n°2 une comparaison des enregistrements de niveau à Roura de 88 à 89 avec les hauteurs de marée à Degrad des Cannes.

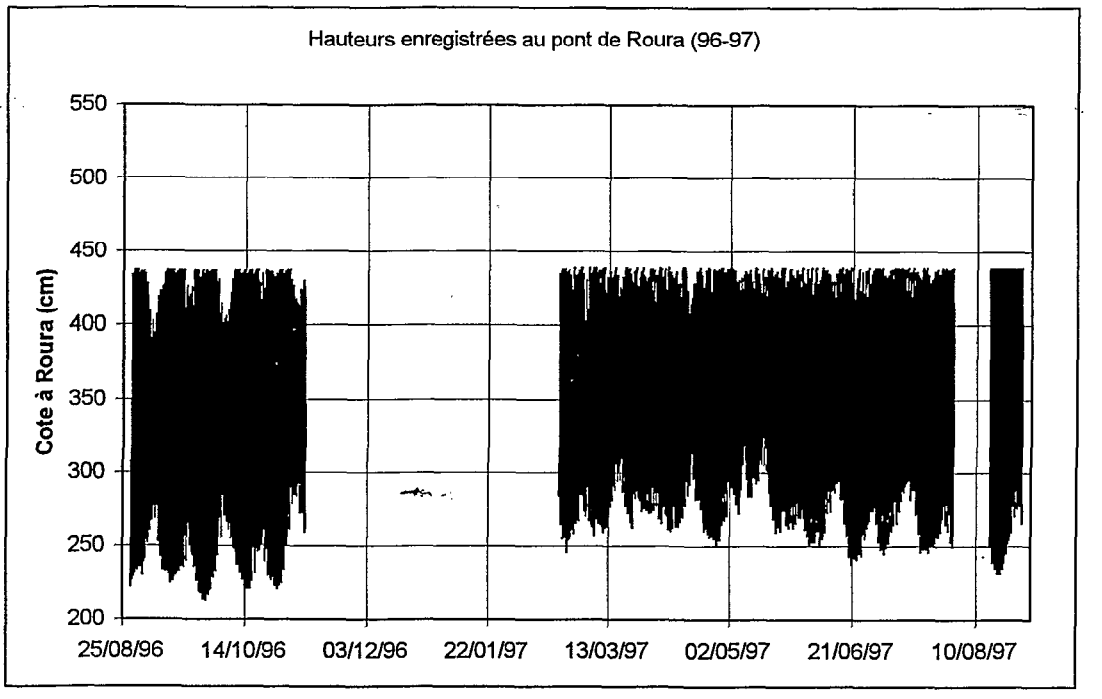
Afin d'analyser la dynamique des amplitudes de marée entre Degrad des Cannes et Roura, nous avons mis en correspondance dans un tableur les hauteurs de marée haute et de marée basse aux deux stations sur la période 88-89.

Les décalages de temps entre les hautes mers et basses mers aux deux stations sont donnés dans le tableau ci-dessous.

Tableau n° 1 : temps de propagation de la marée entre Degrad des Cannes et Roura

Marée Haute	Marée Basse
0h 27 mn	1h 29 mn

On constate que l'onde de marée haute se propage un peu plus rapidement que l'onde de marée basse, ce qui est courant dans ce type d'estuaire.



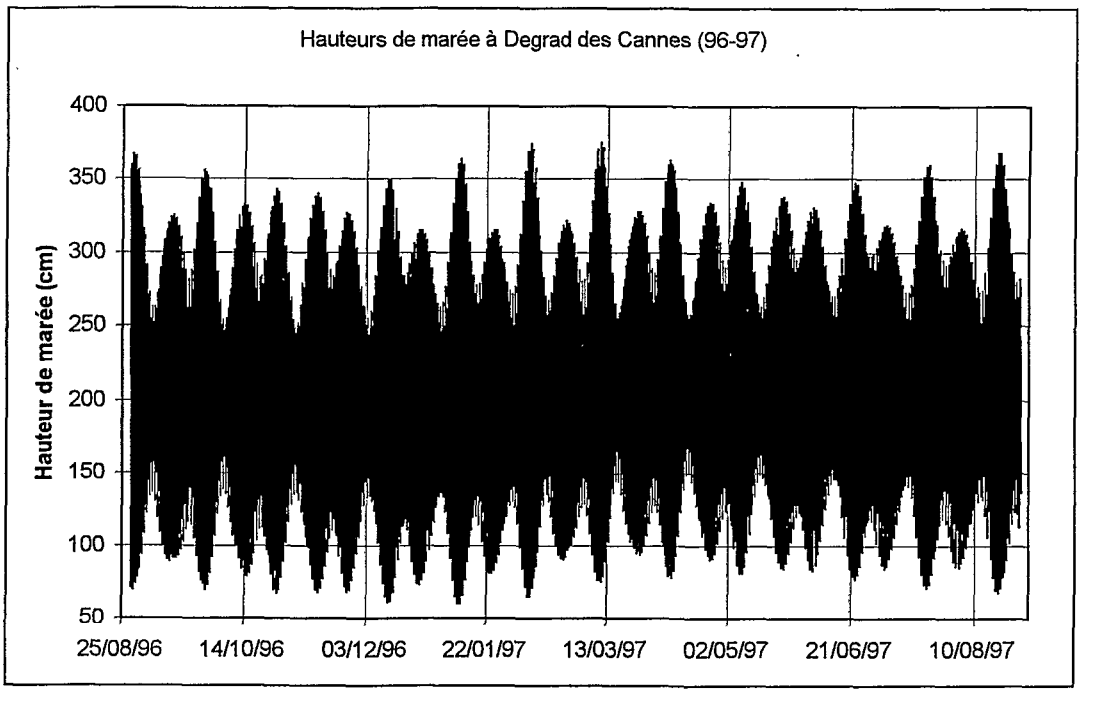
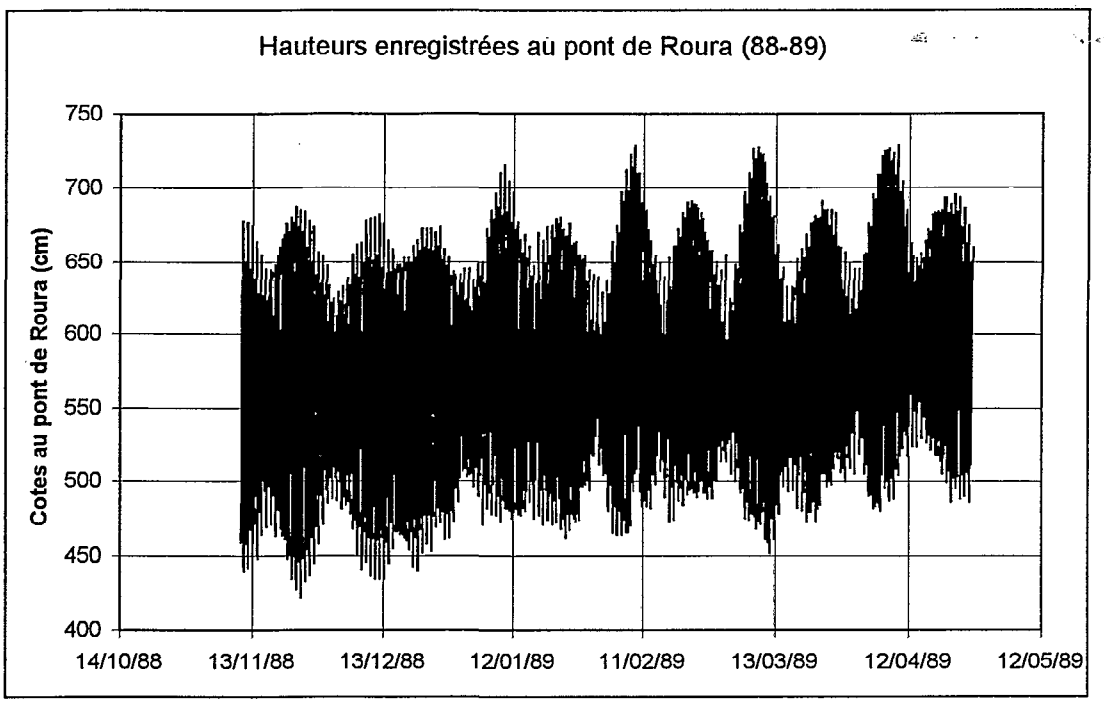


Figure n° 1

Hauteurs enregistrées à Roura comparées aux hauteurs de marée à Degrad des Cannes



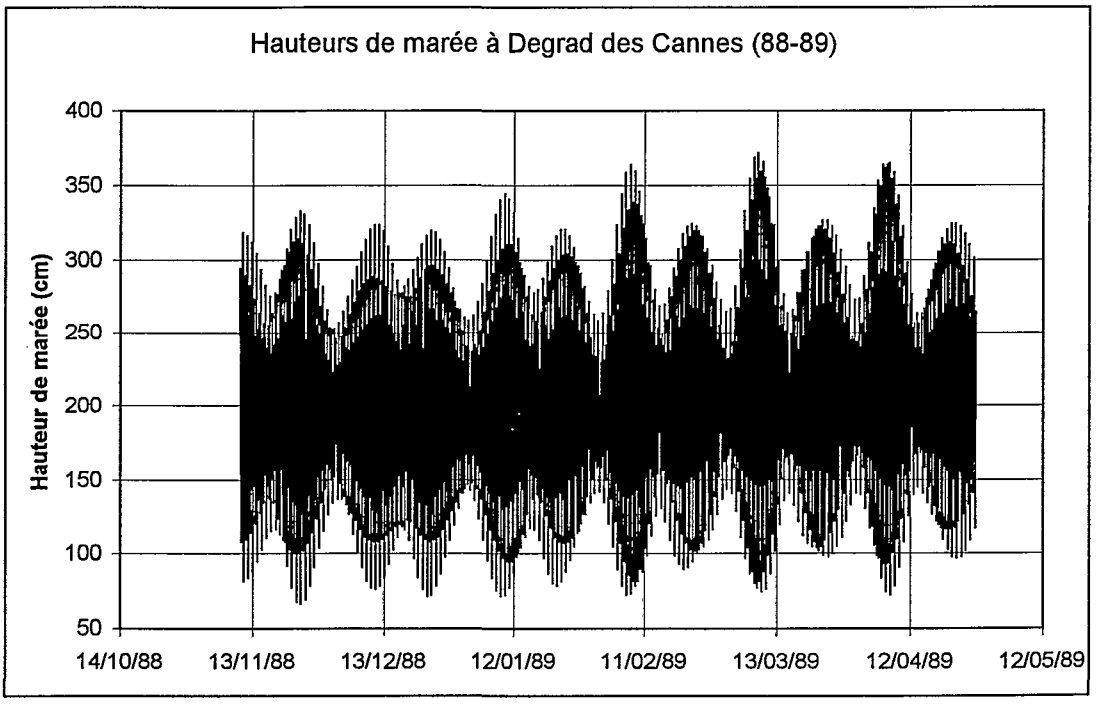


Figure n° 2

Hauteurs enregistrées à Roura comparées aux hauteurs de marée à Degrad des Cannes

On trouvera à la figure n° 3 le graphe de l'amplitude de marée à Roura en fonction de l'amplitude à Degrad des Cannes. On constate que les deux amplitudes sont peu différentes. Les faibles amplitudes à l'embouchure (inférieures à 150 cm) sont légèrement amplifiées par la forme d'entonnoir de l'estuaire. Par contre les fortes amplitudes (supérieures à 200 cm) se trouvent légèrement réduites.

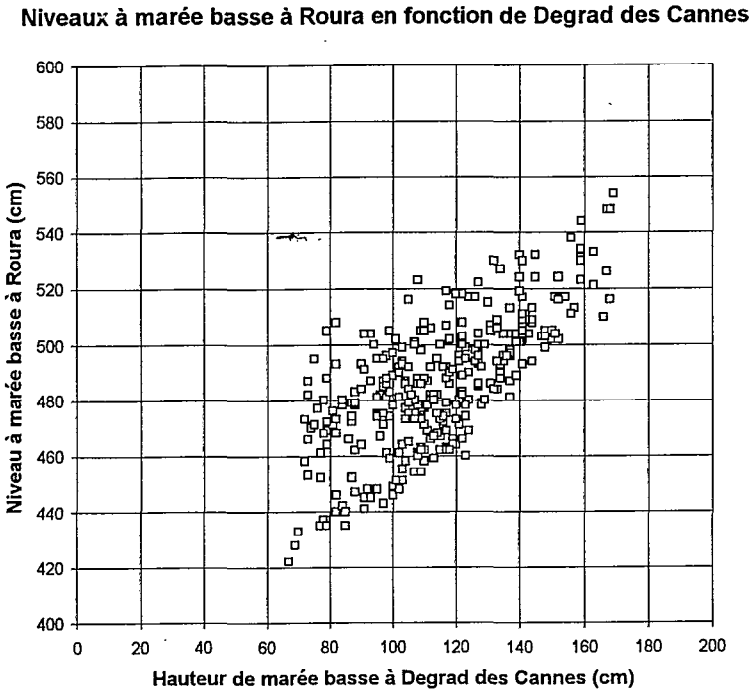


Figure n° 3

Les niveaux à marée haute à Roura dépendent essentiellement de la marée haute à l'embouchure, comme le montre la figure n° 5 ci-dessous. On y constate que les niveaux à Roura sont très proches des niveaux de Degrad des Cannes, au calage des échelles près (les 2 séries de valeurs ne sont pas rattachées entre elles en nivellement général.

Par contre, les niveaux à marée basse à Roura dépendent beaucoup moins nettement des niveaux à marée basse à Degrad des Cannes. C'est qu'ils sont beaucoup plus affectés que les niveaux à marée haute par le régime des écoulements en eau douce provenant de la Comté et de l'Orapu. On observe en effet un gonflement des niveaux à marée basse lors du passage des crues.

En première approximation, on peut dire toutefois que la marée à Roura est peu différente de la marée à Degrad des Cannes.

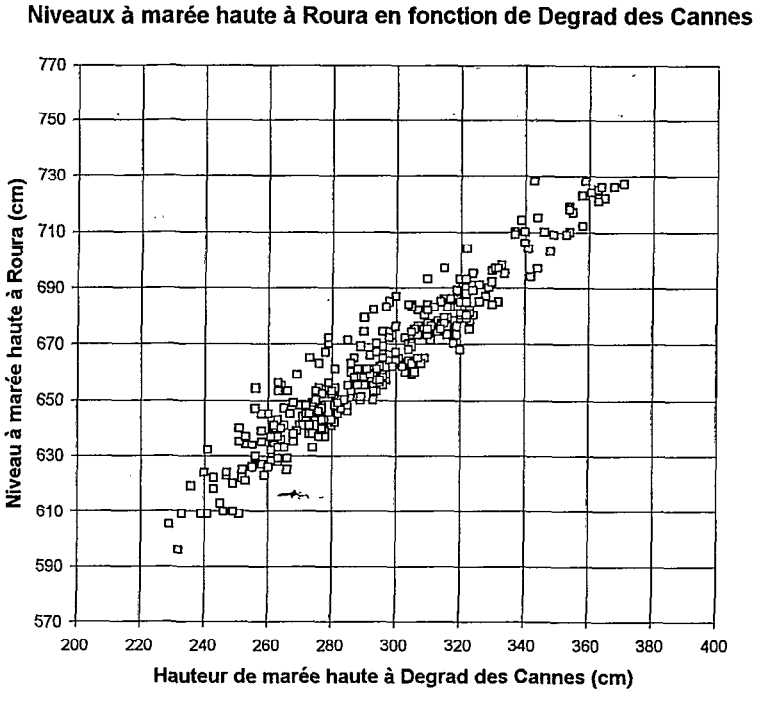


Figure n° 5

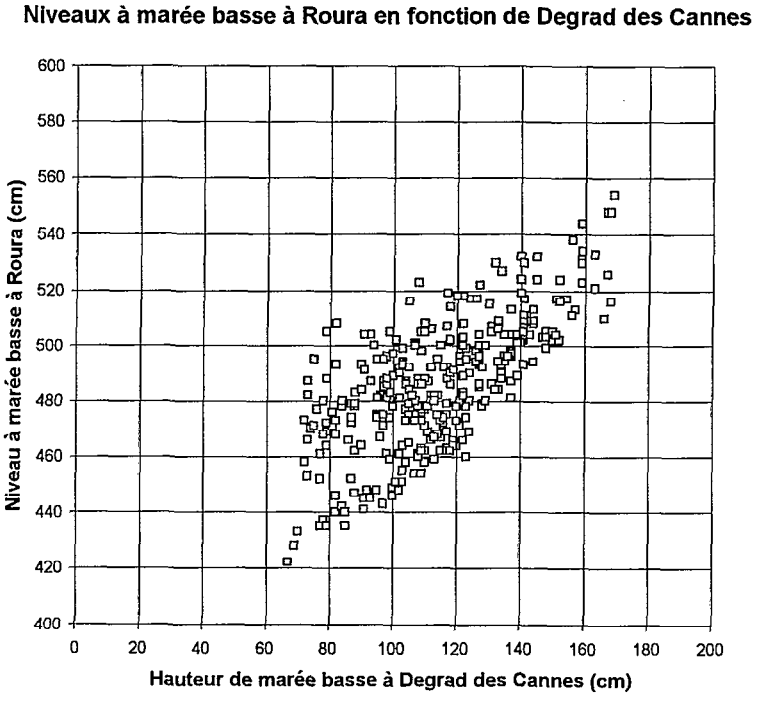


Figure n° 6

3.2 – Mesure des niveaux et des débits de l'Orapu à Saut Bernard

Le limnigraphe installé à Saut Bernard sur l'Orapu a fonctionné sans interruption depuis le 26 Octobre 95 jusqu'au 21 Octobre 97. Cet appareil est installé à la limite de la zone influencée par la marée, ce qui permet d'établir pour cette station une courbe d'étalonnage pour le calcul des débits.

Cet étalonnage a été établi à partir de 32 jaugeages réalisés de 95 à 97. On trouvera cet étalonnage à la figure n° 7.

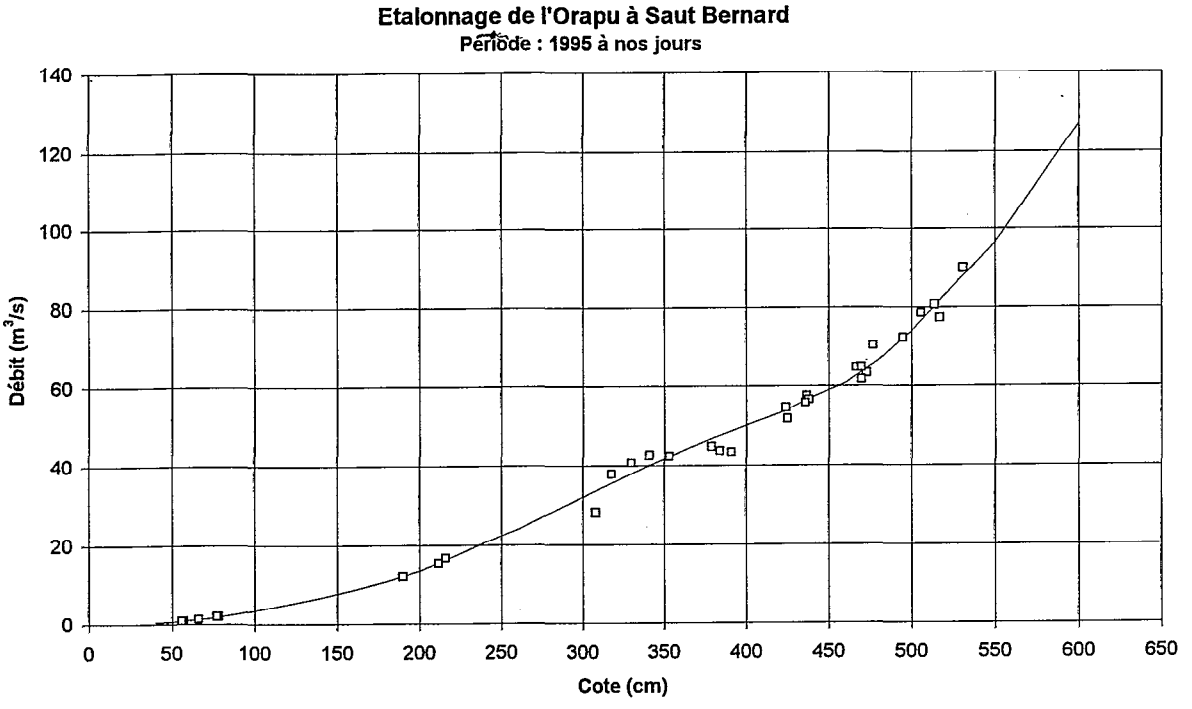


Figure n° 7

Cette courbe d'étalonnage a permis le calcul des débits de l'Orapu sur toute la période comportant des données.

3.3 – Mesure des niveaux et des débits de la Comté à Saut Bief

Le limnigraphe de Saut Bief sur la Comté, situé à l'amont du village de Cacao, enregistre les niveaux de cette rivière depuis 1969, avec quelques lacunes qui ont pu être complétées. Sur la période de l'étude, cet appareil a malheureusement présenté une lacune du 14-4-96 au 17-6-96. Nous avons utilisé les données enregistrées à Saut Bernard sur l'Orapu pour estimer les données de Saut Bief durant cette période.

Pour ce faire, nous avons mis en correspondance les hauteurs moyennes journalières de

chacune des stations durant leur période commune d'observation, et nous avons établi la fonction permettant le passage de l'une à l'autre, en recherchant pour chaque tranche de niveau de 50 cm à Saut Bernard la corrélation linéaire expliquant les cotes à Saut Bief obtenues le même jour.

Nous obtenons la fonction de passage décrite à la figure n° 8

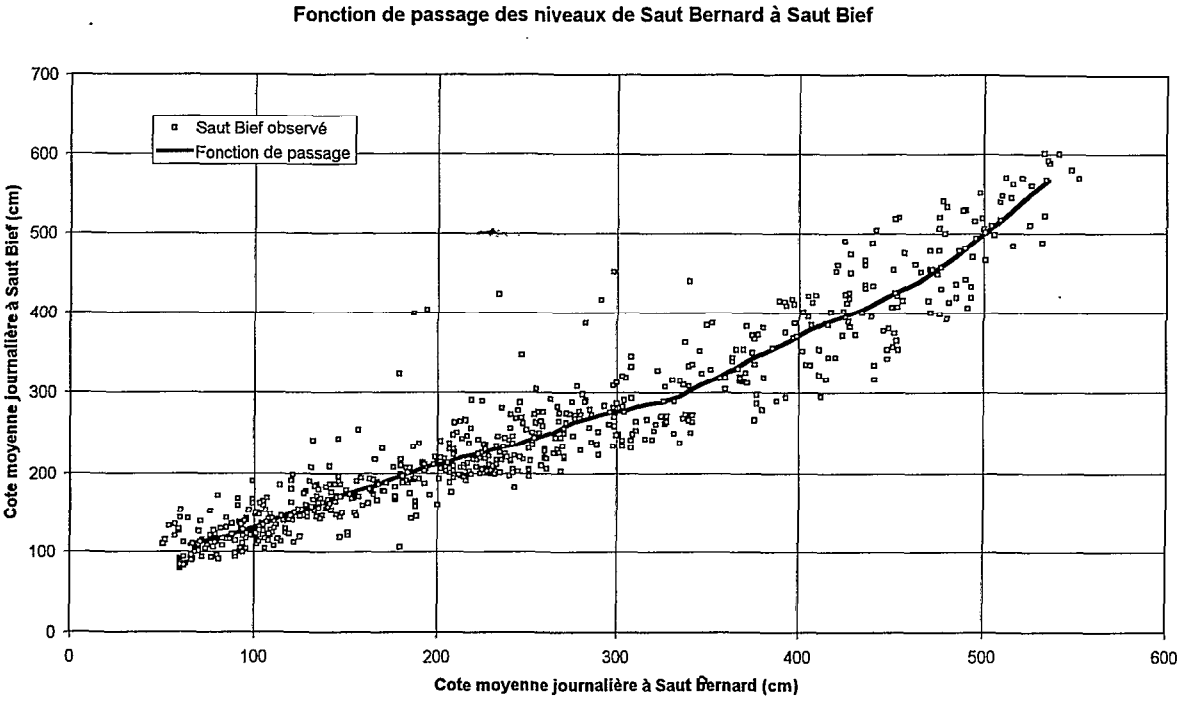


Figure n° 8

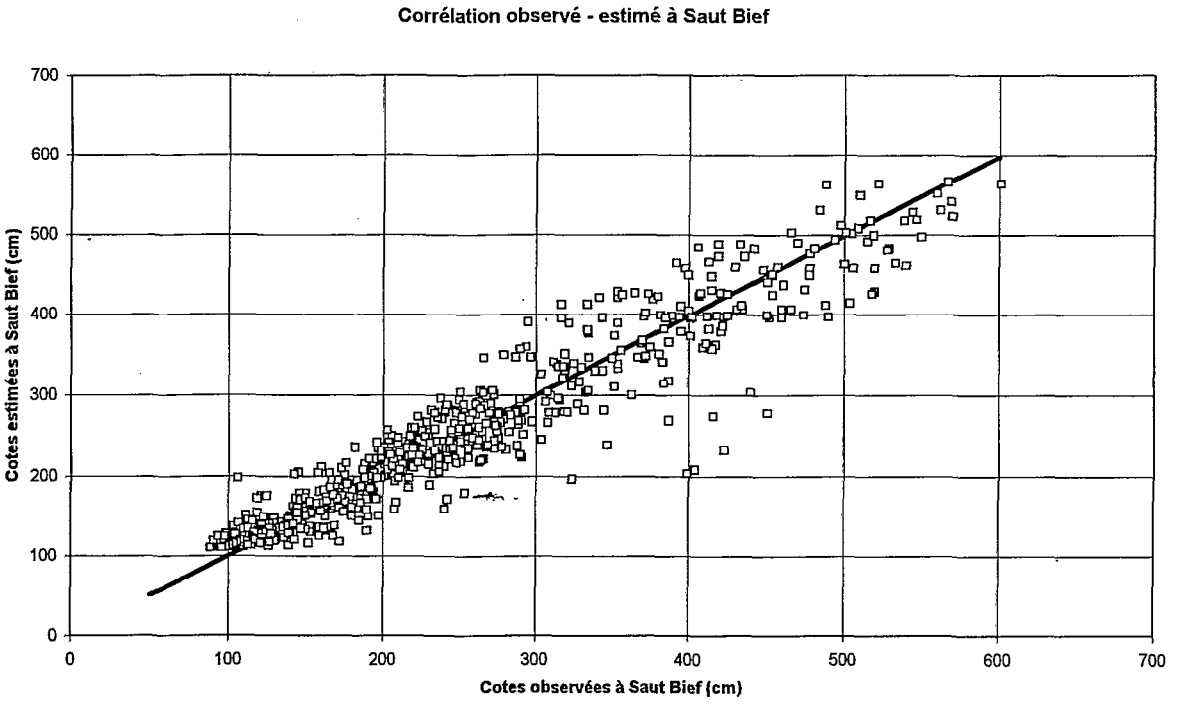


Figure n° 9

Nous avons calculé les paramètres de la corrélation obtenue entre les valeurs observées à Saut Bief et estimées au moyen de cette fonction de passage (figure n° 9). Nous obtenons un coefficient de corrélation de 0.95, un écart moyen de 285 cm et un écart type résiduel de l'estimation de 35 cm. Cette corrélation est acceptable, et l'on voit qu'à quelques exceptions près (crues survenant sur l'un des bassins et pas sur l'autre) les deux stations ont un régime hydrologique assez similaire.

Quelques jaugeages de basses eaux supplémentaires réalisés à Saut Bief sur la durée de l'étude ont permis de préciser la courbe d'étalonnage de Saut Bief. Nous obtenons la courbe décrite à la figure n° 10, qui a permis un calcul fiable des débits de la Comté à Saut Bief.

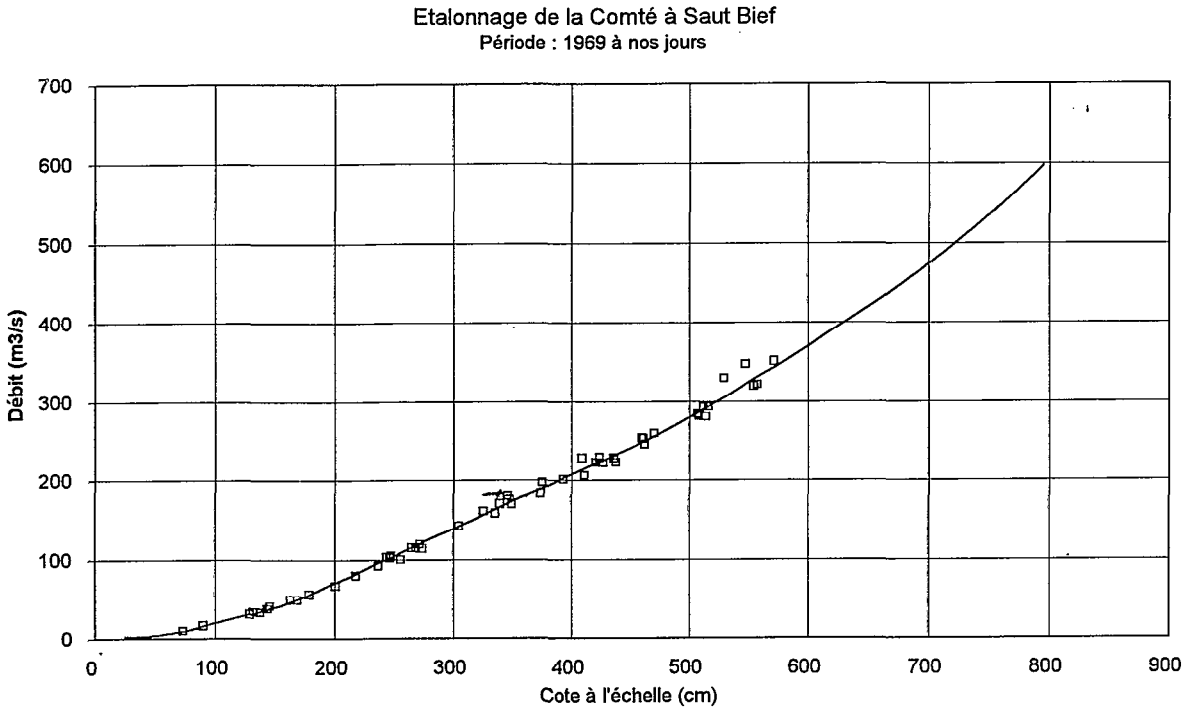


Figure n° 10

3.4 – Régime des débits de la rivière du Tour de l'Ile

L'une des questions posées dans le cadre de cette étude était le régime des débits de la rivière du Tour de l'Ile, défluent de l'Oyak rejoignant l'océan par la rivière de Cayenne. Quelques essais de mesure des débits sur cette rivière entre le pont sur la RN et la rivière Tonnégrande ont montré que celle-ci est totalement envahie par la végétation, et qu'elle ne transite pas de débits significatifs. Cette rivière n'évacue donc pas de débits de l'Oyak vers la rivière Tonnégrande.

4 – Profils de salinité

4.1 - Méthodologie

Les profils de salinité sont réalisés grâce à la méthode dite du bateau mobile. Les ondes de marée (haute comme basse) se propagent de l'embouchure du fleuve vers l'amont avec une vitesse de l'ordre de 15 km/h. Il est donc possible à une embarcation suffisamment rapide (pouvant atteindre au moins 30 km/h) d'attendre à l'embouchure l'étale de marée haute ou basse, et d'accompagner l'étale de l'embouchure vers l'amont en prélevant des échantillons d'eau tous les 2 à 3 km environ. On obtient ainsi un profil de concentrations maximales de sel à l'étale de marée haute, ou minimales à l'étale de marée basse.

Etant donné le peu de temps dont on dispose, il n'est possible de prélever des échantillons que sur une seule verticale tous les 2 à 3 km. Il est donc conseillé de bien suivre l'axe du fleuve, où les concentrations en sel seront les plus représentatives de la section. Deux campagnes de mesures sur une même section durant un cycle de marée, effectuées en 94-95 à l'embouchure de la rivière Sinnamary, ont permis de montrer que les mesures faites sur une verticale au centre du fleuve sont bien représentatives de l'ensemble de la section.

En chaque verticale, nous avons prélevé 4 échantillons, au fond, à mi-profondeur, à 80 cm de la surface et en surface. Nous avons augmenté la densité de prélèvements près de la surface, car c'est généralement près de la surface que les gradients de salinité sont les plus forts. Du fait que l'eau salée est plus dense que l'eau douce, on observe souvent, surtout à marée montante, une stratification des eaux en fonction de la salinité. Il peut arriver par exemple qu'une mince couche d'eau peu salée coule sur une couche plus épaisse d'eau saumâtre.

Les concentrations en sel des prélèvements ont été mesurées au laboratoire au moyen d'un conductimètre de marque WTW.

Afin de pouvoir comparer entre eux les profils, une échelle commune de distances a été adoptée. Nous avons adopté comme origine des distances les bouées D11-D12 situées en mer face à l'embouchure du Mahury et repérées sur la carte IGN au 1/25000ème de Cayenne.

4.2 – Résultats des profils de salinité

Un ensemble de 5 profils de salinité (dont 3 à marée haute et 2 à marée basse) a été réalisé sur l'estuaire du Mahury les 3 Novembre 95, 9 Avril 96 et 22 Avril 96. Ils sont présentés aux figures 11 à 15.

Les caractéristiques des différents profils sont données dans le tableau n° 2. Les hauteurs de marée proviennent de l'annuaire des marées pour la station de Degrad des Cannes, et les débits en eau douce sont obtenus en faisant la somme des débits moyens journaliers mesurés la veille de la mesure à Saut Bief et à Saut Bernard.

Tableau n° 2 : caractéristiques hydrologiques des profils

Date mesure	3/11/95	9/4/96	9/4/96	22/4/96	22/4/96
Type Marée	Haute	Haute	Basse	Haute	Basse
Hauteur Marée (cm)	295	314	107	305	122
Débit eau douce (m^3/s)	24	62	62	57	57

Ces différents profils appellent les remarques suivantes :

- La stratification des eaux en fonction de la salinité tend à disparaître pour les faibles débits en eau douce du bassin, comme on le voit sur le profil du 3 Novembre 95.
- La salinité de l'océan à l'embouchure varie fortement suivant les saisons, en fonction des apports en eau douce continentale des fleuves côtiers. La présence d'eau à faible salinité à l'embouchure du Mahury à certaines époques de l'année a une influence sur l'intrusion saline.

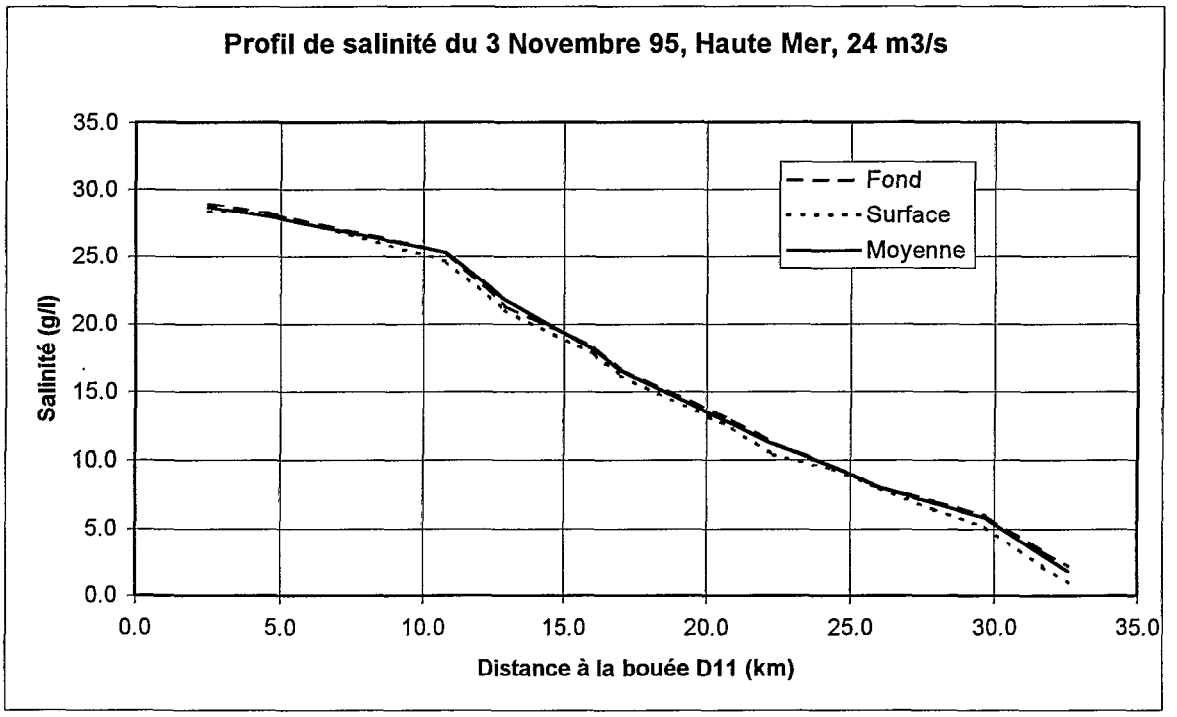


Figure n° 11

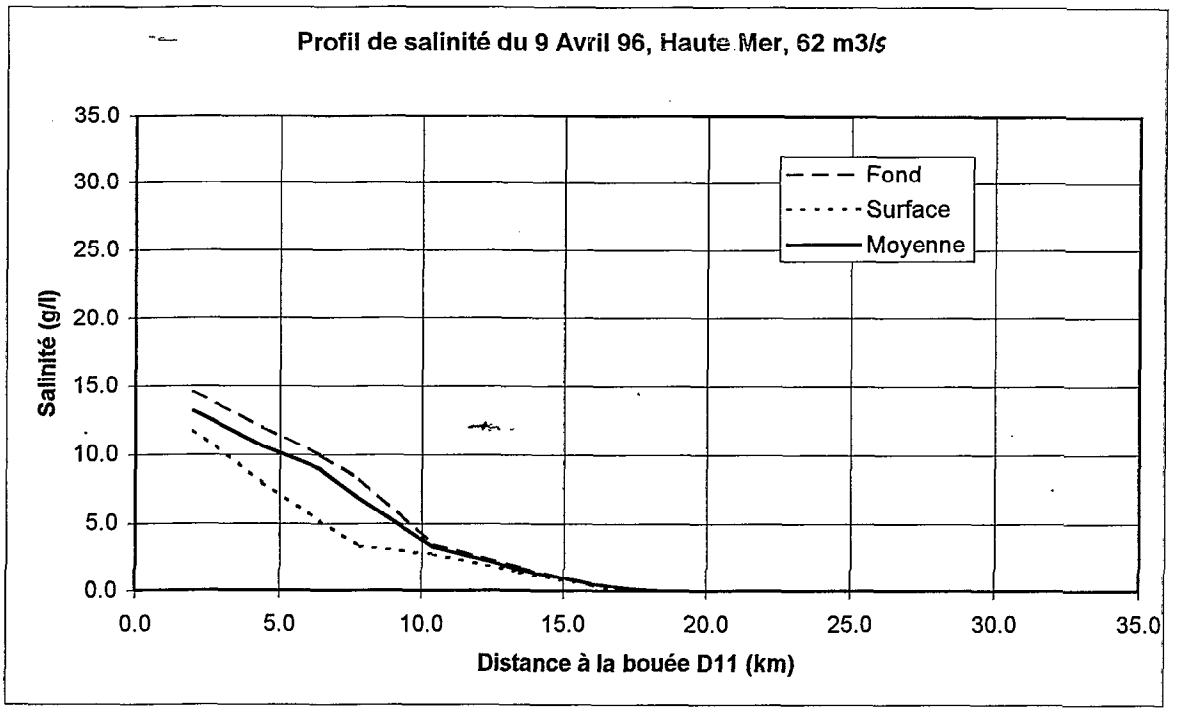


Figure n° 12

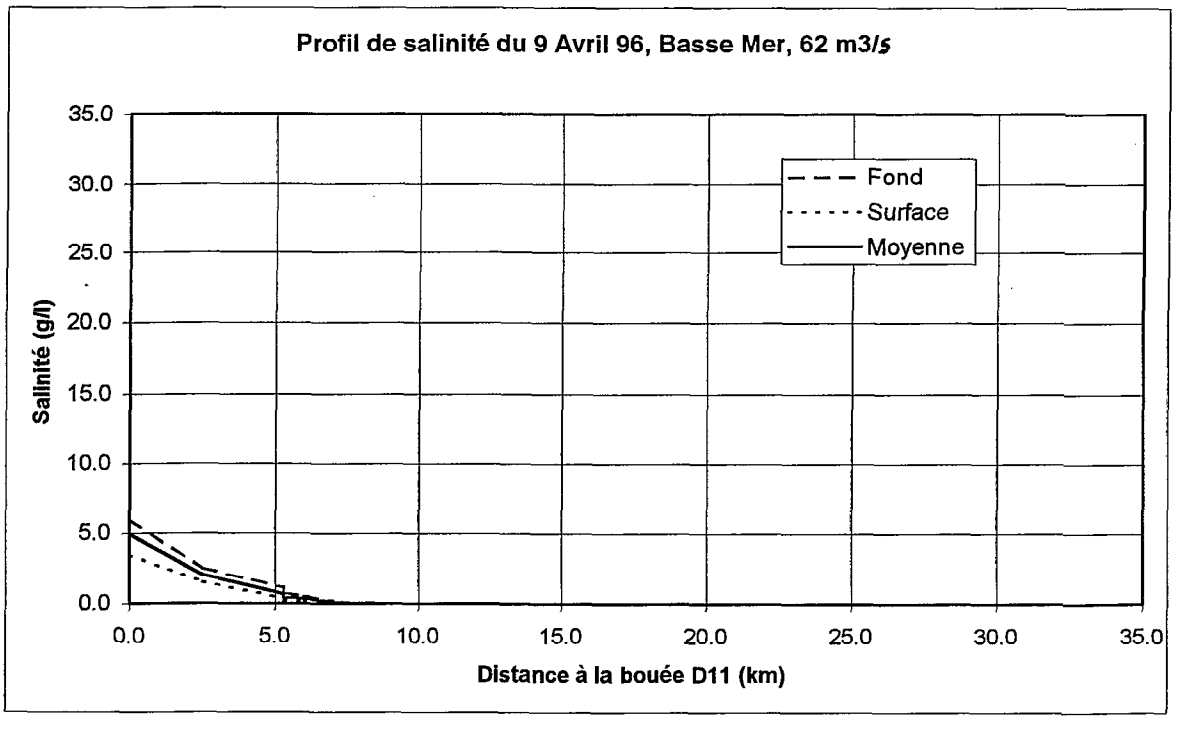


Figure n° 13

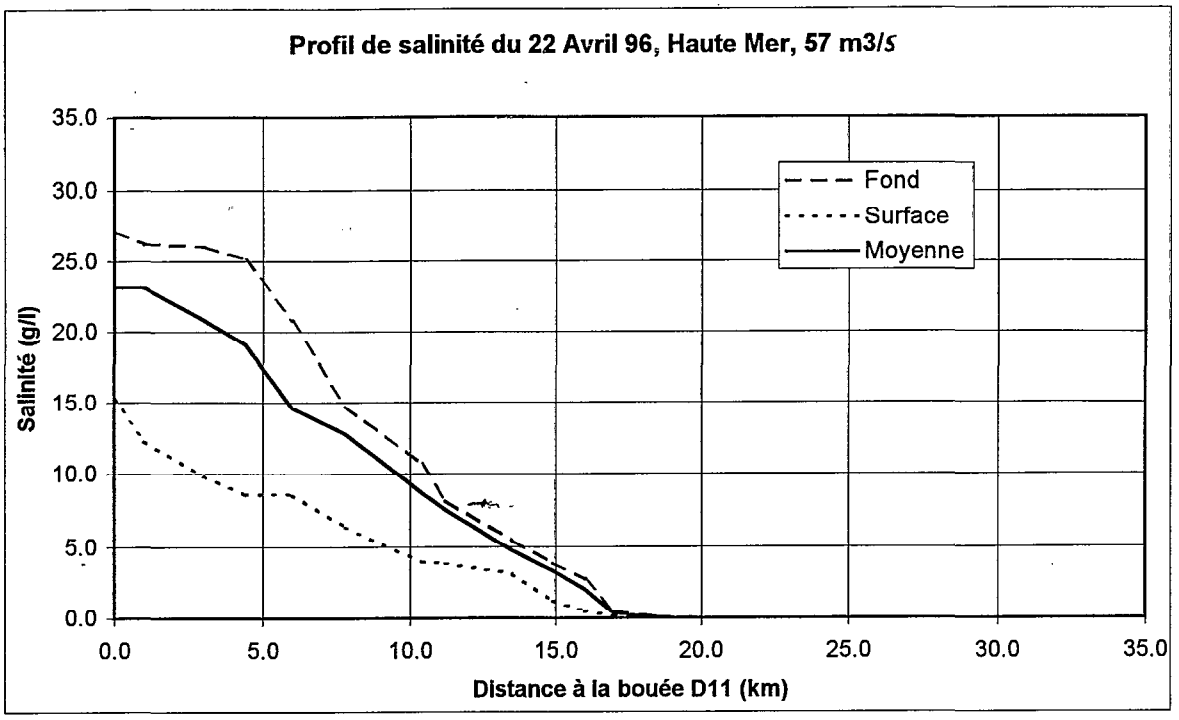


Figure n° 14

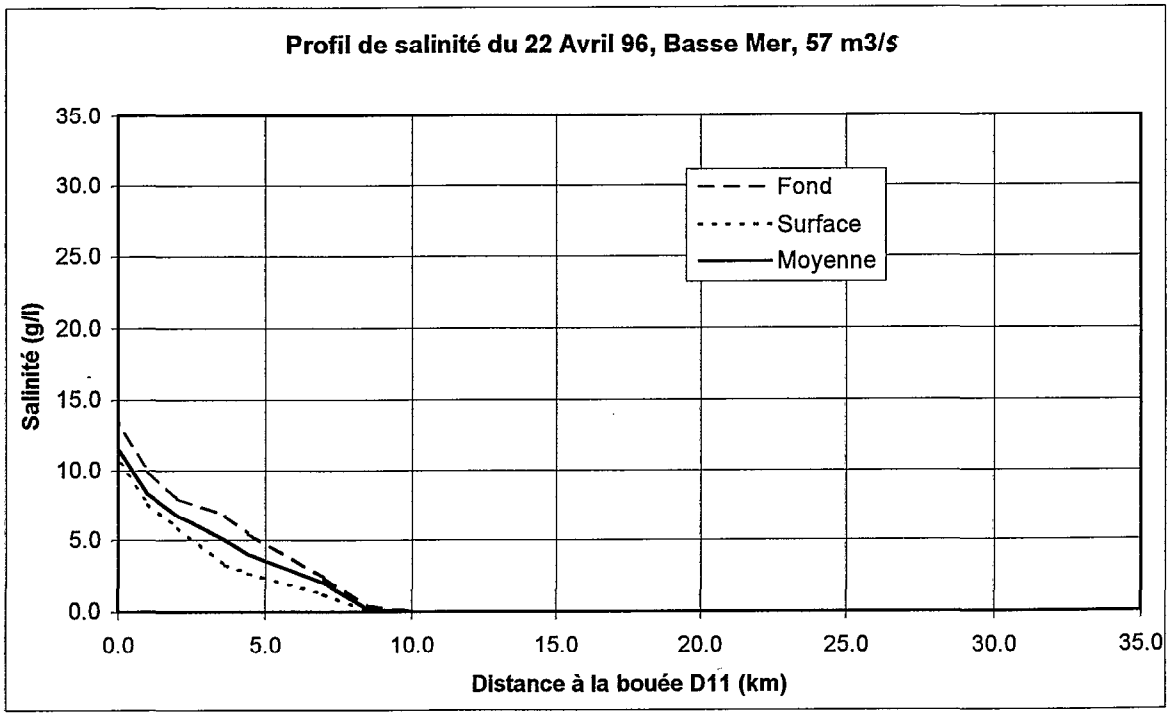


Figure n° 15

Les résultats des salinités moyennes observées pour les différentes mesures sont regroupés dans le tableau n° 3.

Tableau n° 3 : salinités moyennes des profils

Section	Distance (km)	03-11-95 HM	09-04-96 HM	09-04-96 BM	22-04-96 HM	22-04-96 BM
Entre B9 et B11	-0.7					13.71
D11	0.0			4.98	23.13	
D13-D14	1.0				23.05	8.31
D15	2.0		13.18			6.74
Fort Diamant	2.5	28.66		2.03		
D17-D18	3.0				20.78	
D19	3.6					5.01
D21	4.4				19.11	4.00
Ecole voile	4.6	27.97				
D23	5.3			0.63		3.50
D Verte	6.0			0.32	14.63	
Aval D Verte	6.1					
Marine	6.4		9.00			
D22	7.0			0.10		1.98
D-Dégrad Cannes	7.5	27.03				
Amont DC	7.8		6.82		12.76	
Pipe Line	8.5			0.02		0.20
Roche Renard	9.2					
Aval Courbery	10.4		3.25		8.73	0.00
Ilots Courbery	10.8	25.25				
Amont Courbery	11.2				7.57	
Dégrad Marianne	12.9	21.78				
Grand Carbet	13.5		1.56		4.75	
Aval Grand Carbet	14.9				3.35	
Bouée 1	16.0				2.05	
Dégrad Maripa	16.1	18.06	0.51			
Bouée 2	17.0	16.53	0.24		0.38	
Intermédiaire	18.4		0.02		0.06	
Marina Stoupan	20.0		0.02			
Amont Stoupan	20.5				0.02	
Dégrad Stoupan	20.9	12.60				
Pont Stoupan	21.5		0.01			
Tour de l'Ile	22.3	11.13	0.01		0.01	
Roura	24.4	9.55	0.01		0.01	
Inter Roura- ?	26.0	7.99				
Crique Gueydon	27.9	6.88				
Crique Fayard	29.7	5.75				
Dégrad St Antoine	31.7	3.03				
La Batterie	32.6	1.77				

A partir de ce tableau n° 3, nous pouvons tracer sur un même graphique l'ensemble des profils de salinité réalisés (figure n° 16)

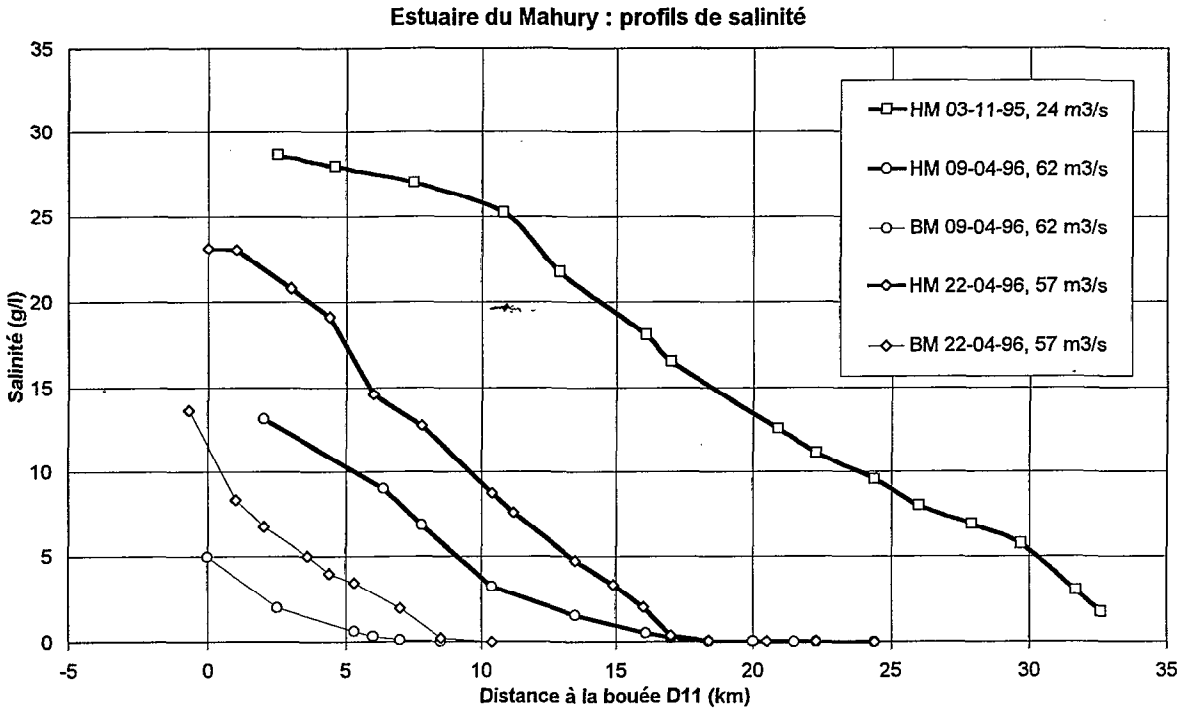


Figure n° 16

5 – Géométrie de l'estuaire

Les mesures de profondeur effectuées dans l'axe médian du fleuve lors de l'acquisition des profils de salinité nous renseignent sur les profondeurs de l'estuaire. On trouvera à la figure 17 les profils en long des profondeurs obtenues lors des différentes mesures. Ces différents profils présentent une certaine dispersion due au fait que le bateau ne passe pas toujours exactement au même endroit. Afin d'obtenir un profil en long des profondeurs, représentatif de l'estuaire, nous avons ajusté manuellement aux différents profils une **courbe de profondeur moyenne** valable à marée haute (figure 17).

Le modèle d'intrusion saline qui sera développé au chapitre 6 utilise pour caractériser la géométrie de l'estuaire :

- La profondeur moyenne de la zone de l'estuaire soumise à l'intrusion saline, mesurée à marée moyenne.
- Le profil en long des sections mouillées à marée moyenne depuis l'embouchure jusqu'à l'extrémité de la zone salée.

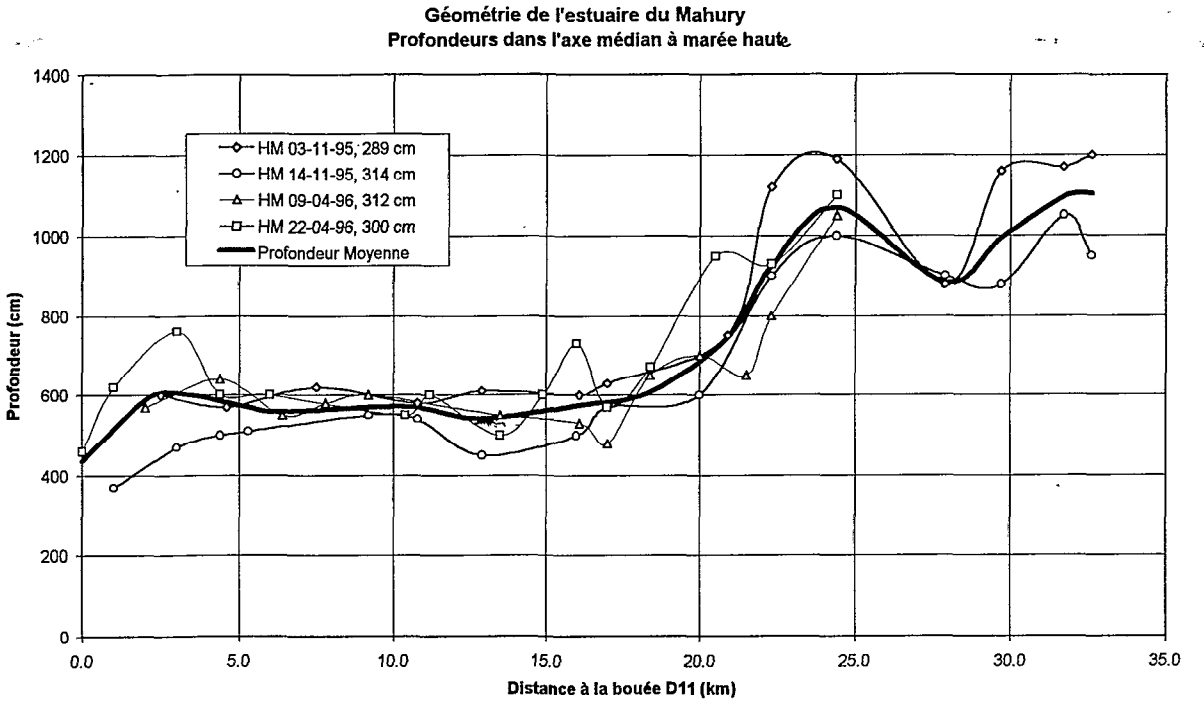


Figure n° 17

La courbe de profondeur moyenne ayant été obtenue à marée haute pour des marées d'une amplitude voisine de 2 mètres, nous avons simplement retiré 1 mètre à ces profondeurs pour obtenir les profondeurs à mer moyenne. Du fait que l'amplitude de la marée varie peu sur l'étendue de la zone salée (voir 3.1), nous avons considéré que cette correction d'un mètre était valable sur toute l'étendue de l'estuaire.

Pour passer de la profondeur dans l'axe du fleuve à la profondeur moyenne sur la section, nous nous sommes basés sur les résultats de l'étude réalisée en 94-95 sur l'estuaire du Sinnamary pour lequel une bathymétrie complète avait été réalisée. On trouvera au tableau n° 4 les mesures disponibles pour l'estuaire du Sinnamary.

La figure n° 18 fournit, pour la mer moyenne, le graphe des profondeurs au milieu de l'estuaire en fonction des profondeurs moyennes au même niveau de l'estuaire, déduites de l'étude bathymétrique. La figure n° 19 montre tout au long de l'estuaire les coefficients permettant de passer des profondeurs mesurées au milieu de chaque section aux profondeurs moyennes sur ces mêmes sections. On constate que ces coefficients sont compris entre 0.55 et 0.90, et que le coefficient moyen est de 0.75.

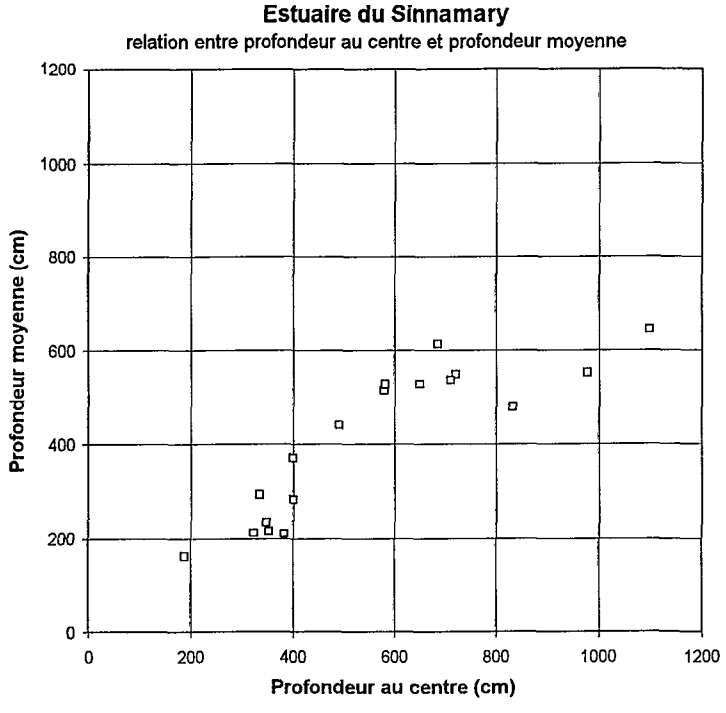
Nous avons donc adopté ce coefficient de 0.75 pour calculer les profondeurs moyennes de l'estuaire du Mahury à partir des profondeurs mesurées dans l'axe médian du fleuve, rapportées à la mer moyenne. Nous avons ensuite pu déduire de ces profondeurs moyennes les surfaces mouillées des sections à mer moyenne, en multipliant ces profondeurs par la largeur de l'estuaire mesurée en chaque section sur la carte au 1/25 000ème.

Les données géométriques de l'estuaire du Mahury sont résumées au tableau n° 5.

Tableau n° 4 : données de bathymétrie de l'estuaire du Sinnamary
(HM = Haute Mer, MM = Mer Moyenne)

Distance à l'océan (km)	Profondeur Milieu à HM (cm)	Profondeur Milieu à MM (cm)	Section à MM (m^2)	Largeur (m)	Profondeur Moyenne à MM (cm)	Coefficient
18	680	580	648	126	514	0.89
17	682	582	770	146	527	0.91
16	750	650	792	150	528	0.81
15	786	686	680	111	613	0.89
14	821	721	1206	220	548	0.76
13	933	833	979	205	478	0.57
12	1198	1098	845	131	645	0.59
11	1078	978	860	156	551	0.56
10	811	711	923	172	537	0.75
9	592	492	1385	315	440	0.89
8	500	400	981	266	369	0.92
7	448	348	1107	470	236	0.68
6	434	334	965	330	292	0.88
5	423	323	861	407	212	0.65
4	453	353	1087	505	215	0.61
3	483	383	823	391	210	0.55
2	500	400	1140	403	283	0.71
1	289	189	1315	810	162	0.86

Figure n° 18



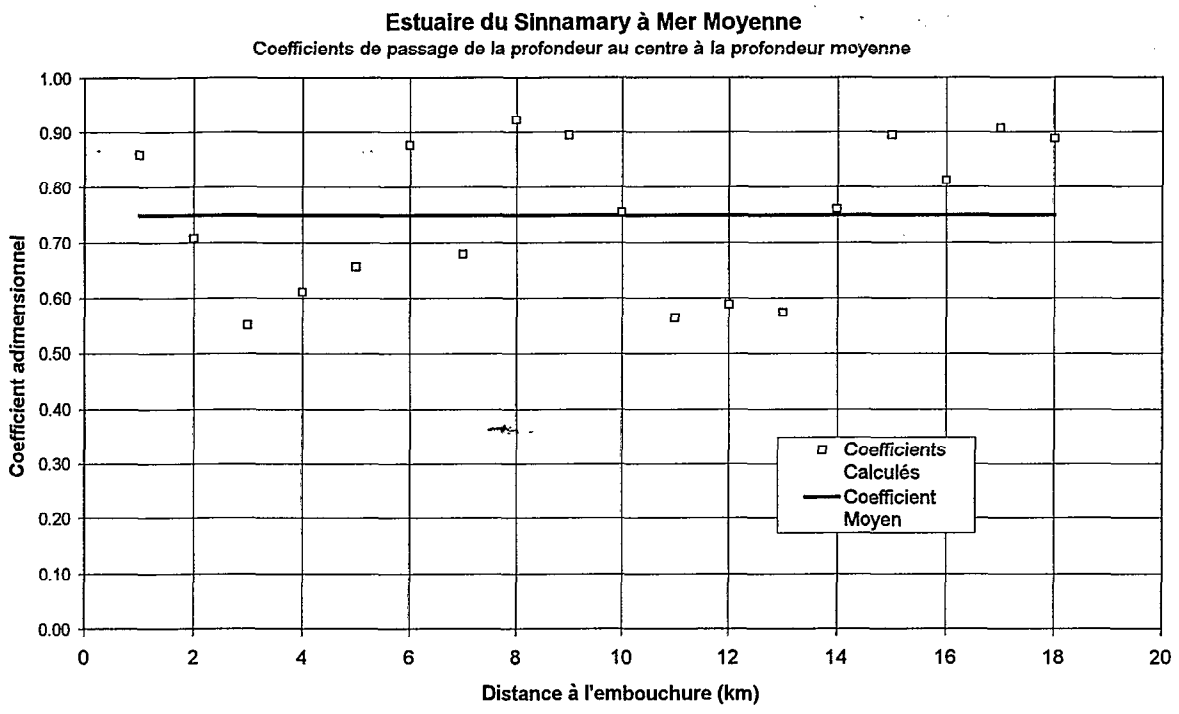


Figure n° 19

Tableau n° 5 : données géométriques de l'estuaire du Mahury

Distance bouée D11 (km)	Profondeur milieu à marée haute (cm)	Profondeur milieu à mer moyenne (cm)	Profondeur moyenne à mer moyenne (cm)	Largeur (m)	Section mouillée (m^2)
0.0	437	337	253	4000	10110
2.0	588	488	366	2000	7320
3.6	605	505	379	2000	7575
5.3	569	469	352	1750	6156
6.0	558	458	344	1400	4809
7.0	560	460	345	1100	3795
7.5	562	462	347	900	3119
9.2	569	469	352	700	2462
10.8	569	469	352	750	2638
12.9	541	441	331	800	2646
16.1	574	474	356	600	2133
18.4	607	507	380	650	2472
20.9	745	645	484	600	2903
22.3	925	825	619	200	1238
24.4	1068	968	726	150	1089
27.9	885	785	589	125	736
29.7	994	894	671	125	838
31.7	1094	994	746	125	932
32.6	1103	1003	752	125	940

Le modèle d'intrusion saline qui sera développé ci-après utilise une formulation mathématique de la géométrie de l'estuaire, et en particulier des sections mouillées à marée moyenne. Spécifiquement, ces sections mouillées doivent être représentées par une fonction exponentielle décroissante de la section mouillée à l'embouchure. En cas de besoin, cette fonction peut présenter un point d'inflexion.

Nous avons donc calé sur les sections estimées dans le tableau n° 5 une fonction exponentielle décroissante en fonction de l'éloignement de l'embouchure. Les résultats du calage sont présentés à la figure n° 20.

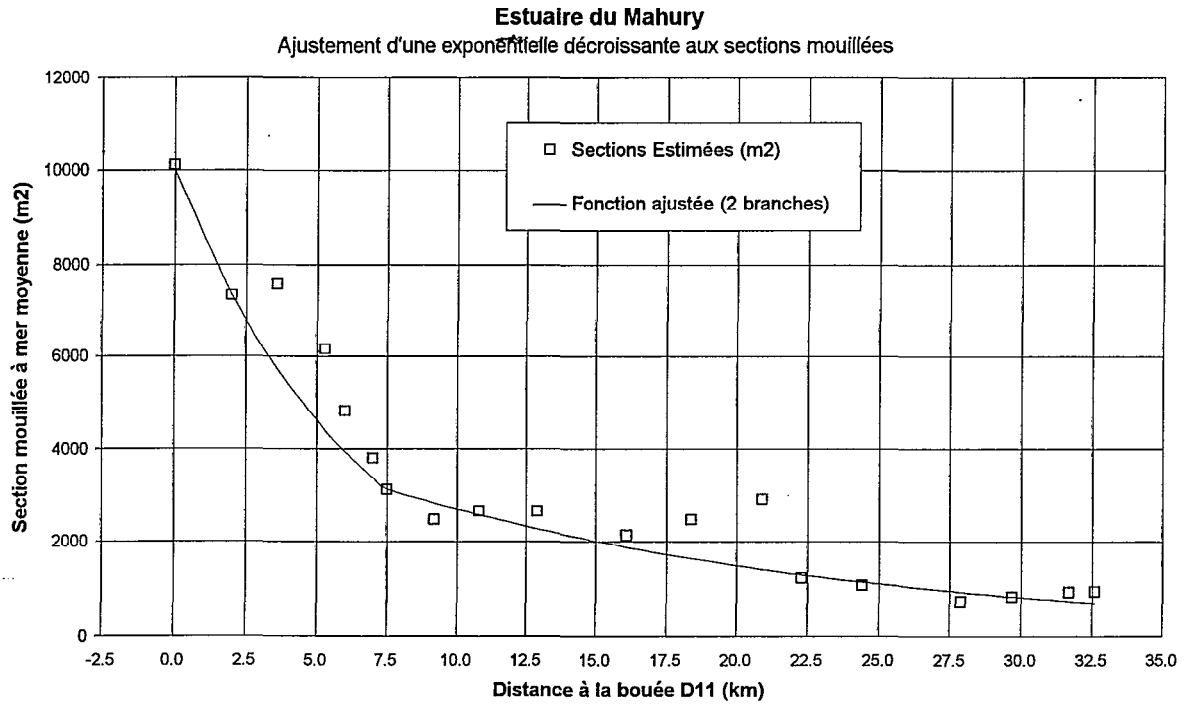


Figure n° 20

La formulation mathématique de la fonction est la suivante :

- De 0 à 7.5 km de la bouée D11 :
  Section = 10 000 . Exp (- Distance / 6.44)

- Au delà de 7.5 km de la bouée D11
  Section = 3 120 . Exp (- (Distance – 7.5) / 17)

Nous en tirons les paramètres suivants qui serviront pour le modèle :
A0 = Section à l'embouchure = 10 000 m^2
A1 = Section au point d'inflexion = 3 120 m^2
X1 = Distance du point d'inflexion = 7.5 km
B1 = Distance de convergence de la première branche = 6.44 km
B2 = Distance de convergence de l'estuaire = 17 km

6 – Modélisation de l'intrusion saline

6.1 - Présentation du modèle

Nous avons utilisé pour représenter l'intrusion saline un modèle mis au point par Mr SAVENIJE de l'IHE de Delft. Ce modèle est amplement décrit dans l'ouvrage « Rapid Assessment Technique for Salt Intrusion in Alluvial Estuaries, IHE Delft, 1992 ». Le but de ce modèle est d'offrir aux ingénieurs un outil permettant une détermination rapide de l'intrusion saline dans un estuaire. Il a été utilisé avec succès pour rendre compte de 52 mesures de salinité réalisées sur 16 estuaires différents de par le monde.

Le modèle est basé sur une résolution analytique unidimensionnelle des équations du mouvement et de conservation de la masse d'eau et de sel. Afin d'arriver à cette résolution, des hypothèses simplificatrices sont faites sur la géométrie de l'estuaire, l'hydraulique de la marée et les mécanismes de mélange. Le modèle est prédictif dans le sens qu'une fois calé, il peut prédire l'intrusion saline correspondant à un certain débit en eau douce du fleuve et à une certaine amplitude de marée. Les paramètres du modèle sont donc reliés directement aux grandeurs mesurables caractérisant un estuaire.

Le modèle est bien adapté aux estuaires alluviaux (dont la forme a été modelé par la rivière en fonction des apports en sédiments et du débit). Il ne peut s'appliquer à des estuaires dont le lit serait indépendant de la rivière, comme c'est le cas pour les fjords ou autres vallées fossiles envahies par la mer.

Le modèle s'applique en principe aux estuaires de type « partiellement mélangés » à « biens mélangés », c'est à dire dans lesquels les salinités au fond et en surface ne s'écartent pas de plus de 30% de la salinité moyenne. C'est généralement le cas sur les estuaires qui ont un débit suffisamment élevé pour provoquer le mélange des eaux fluviales et marines. Le modèle est tolérant à des dépassements éventuels de ce critère à proximité de l'embouchure.

Les principales simplifications et hypothèses utilisées pour la mise en œuvre du modèle concernent à la fois la géométrie de l'estuaire et les mécanismes de mélange. Ces hypothèses sont les suivantes :

- l'estuaire peut être assimilé à un canal convergent dont la section et la largeur suivent des lois exponentielles décroissantes.
- la profondeur de l'estuaire dans la zone d'intrusion saline est plus ou moins constante.
- du fait de la forme convergente de l'estuaire, l'excursion (ou la dérive, c'est à dire la distance entre les profils de salinité à marée haute et à marée basse) est la même sur l'ensemble de l'estuaire.
- la variation du coefficient de dispersion le long de l'estuaire est proportionnelle à la vitesse du flux d'eau douce (équation de Van der Burgh, dont le coefficient K de proportionnalité détermine la forme de la courbe d'intrusion saline).

- ce coefficient de dispersion unidimensionnel est valable pour les conditions de mer moyenne (intermédiaire entre marée haute et marée basse).

- les profils de salinité à marée haute et à marée basse peuvent être déduits du profil à mer moyenne par translation d'une demi valeur de l'excursion.

Le processus à suivre pour caler ce modèle à un estuaire est le suivant :

- Déterminer la géométrie de l'estuaire et notamment la fonction exponentielle décroissante représentant les sections mouillées à mer moyenne en fonction de la distance à l'embouchure. C'était l'objet du chapitre 5.
- Estimer l'excursion (ou la dérive) à l'aide de quelques profils de salinité réalisés sur une marée haute et sur la marée basse venant immédiatement après.
- Procéder à un calage empirique du modèle sur chacun des profils réalisés, en cherchant la valeur K du coefficient de Van der Burgh qui représente le mieux la forme des courbes d'intrusion saline pour l'ensemble des profils. Cette valeur K caractérisant l'estuaire, elle devra être la même pour tous les profils.

6.2 - Estimation de l'excursion (ou dérive)

L'excursion (ou dérive) est la distance moyenne parcourue par une particule d'eau entre deux étales successives (la première à marée haute et la seconde à marée basse). Elle peut donc être estimée comme étant la distance moyenne séparant 2 profils de salinité réalisés successivement, l'un à l'étale de marée haute et l'autre à l'étale de marée basse. L'excursion est en principe proportionnelle à l'amplitude de la marée à l'embouchure.

L'essentiel des mélanges dans un estuaire se produisant à marée haute, il est préférable pour obtenir une bonne estimation de l'excursion de mesurer d'abord un profil à marée haute, puis de mesurer le profil lors de la marée basse suivante, et non l'inverse.

Afin d'obtenir une estimation de l'excursion, nous avons calculé le déplacement moyen entre les profils de salinité obtenus à marée haute et basse lors des mesures du 9 et du 22 Avril 96 (figure n° 21). Les résultats sont présentés dans le tableau n° 6, présenté ci-dessous, exprimant l'excursion par unité d'amplitude de marée :

Tableau n° 6

Date	Hauteur BM	Hauteur HM	Amplitude	Excursion	Excursion / mètre
	(m)	(m)	(m)	(km)	(km/m)
09-04-96	1.07	3.14	2.03	10.0	4.93
22-04-96	1.22	3.05	1.83	9.5	5.19

Nous avons donc adopté pour l'excursion une valeur de 5 kilomètres par mètre d'amplitude de marée.

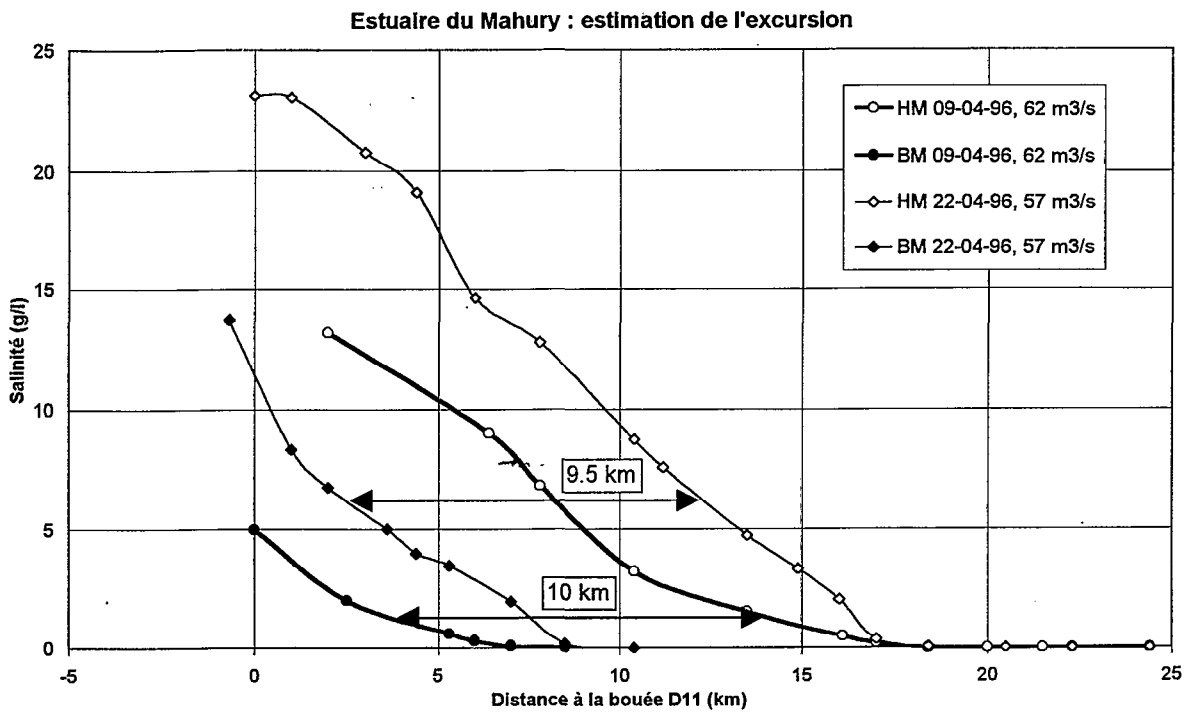


Figure n° 21

6.3 - Ajustements empiriques du modèle pour chaque profil

Pour réaliser un ajustement empirique, il faut attribuer des valeurs à un certain nombre de paramètres afin de superposer les profils de salinité donnés par le modèle aux profils obtenus par mesure directe. Les paramètres à ajuster sont les suivants :

- Excursion E : nous avons utilisé la valeur mesurée au paragraphe précédent, soit **E = 5 km / m**.

- Coefficient de dispersion Van Der Burgh K : il caractérise la fonction de mélange eau douce - eau salée d'un estuaire, et doit donc rester constant sur l'ensemble des ajustements. Nous avons donc dans un premier temps cherché par tâtonnements successifs la valeur du coefficient de Van Der Burgh qui puisse s'appliquer aux 3 profils de marée haute et aux 2 profils de marée basse, et nous avons adopté une valeur de **K = 0.5**.

- Coefficient Alpha : ce coefficient de mélange intègre les conditions hydrologiques au moment de la réalisation du profil. Il varie en fonction de l'amplitude de la marée, du débit en eau douce du fleuve, et de la salinité de l'océan à l'embouchure.

- Salinité de l'océan à l'embouchure à mer moyenne : permet d'ajuster le modèle à proximité de l'embouchure, surtout quand la salinité de la mer varie fortement au cours de l'année comme c'est le cas pour le fleuve Mahury.

6.4 - Ajustement du modèle prédictif

Les ajustements empiriques réalisés nous ont permis de connaître ou de confirmer les valeurs :

- du coefficient de Van Der Burgh, égal à 0.5
- de l'excursion par mètre d'amplitude de marée, égale à 5000 mètres
- de la salinité de la mer à l'embouchure, qui varie ici de 15 à 28 g/l

Afin d'obtenir un modèle unifié qui puisse représenter l'ensemble des mesures réalisées, il nous reste à exprimer le coefficient de mélange Alpha en fonction des caractéristiques hydrologiques ou géométriques de l'estuaire. Selon Mr SAVENIJE, le coefficient Alpha est lié aux caractéristiques de l'estuaire par la formule :

Alpha = Cste . Kd . H0 . Sqr (E0 . T . g . H0 / (Qf . A0)) / b

avec :

Cste = Constante d'ajustement, prise par Mr SAVENIJE égale à 220
Kd = coefficient de correction de densité en fonction de la salinité de la mer
H0 = Profondeur Moyenne de l'estuaire à marée moyenne, sur la zone salée
b = Distance de convergence de l'estuaire = 17 km
Sqr = fonction racine carrée
E0 = Excursion = 5000 m par mètre d'amplitude de la marée
T = Périodicité de la marée, égale à 12.3 heures
g = accélération de la pesanteur terrestre, égale à 9.81 m/s^2
Qf = Débit en eau douce du fleuve (m^3/s), variable suivant les cas
A0 = Section à l'embouchure = 10 000 m^2

Le meilleur calage du modèle sur les 5 profils réalisés s'obtient avec une constante d'ajustement égale à 200. On trouvera au tableau n° 7 les paramètres pris en compte pour le calage des différents profils.

Tableau n° 7 : paramètres de calage du modèle pour les différents profils

Date	3-11-95	9-4-96	22-4-96
Débit eau douce Qf (m^3/s)	24	62	57
Profondeur moyenne zone salée à mer moyenne (m)	4.66	3.46	3.46
Salinité de la mer (g/l)	29	15	21
Amplitude marée (m)	1.88	2.07	1.83

On notera que le paramètre H0 est égal à la profondeur moyenne de l'estuaire **dans la zone salée**. Comme l'estuaire du Mahury s'approfondit fortement à partir du kilomètre 20, et que l'intrusion saline le 3-11-95 atteignait 35 km, nous obtenons pour ce profil une profondeur moyenne nettement plus élevée que pour les deux mesures suivantes. On trouvera au tableau n° 8 présenté ci-dessous les profondeurs moyennes de l'estuaire en fonction de la distance de l'intrusion saline.

Tableau n° 8
Profondeurs moyennes de l'estuaire, à mer moyenne, en fonction de la distance

Distance à la bouée D11 (km)	Profondeur moyenne de l'estuaire à mer moyenne (cm)
0.0	253
2.0	309
3.6	337
5.3	346
6.0	346
7.0	346
7.5	346
9.2	347
10.8	347
12.9	346
16.1	346
18.4	349
20.9	359
22.3	371
24.4	397
27.9	429
29.7	441
31.7	458
32.6	466

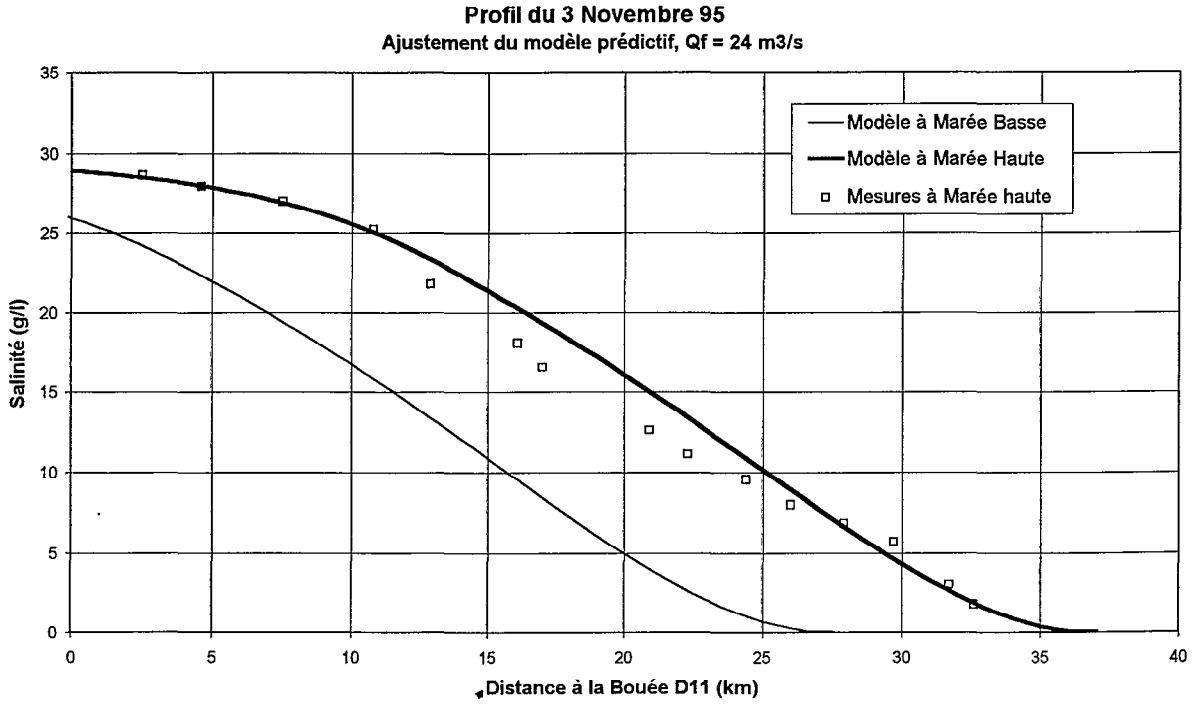
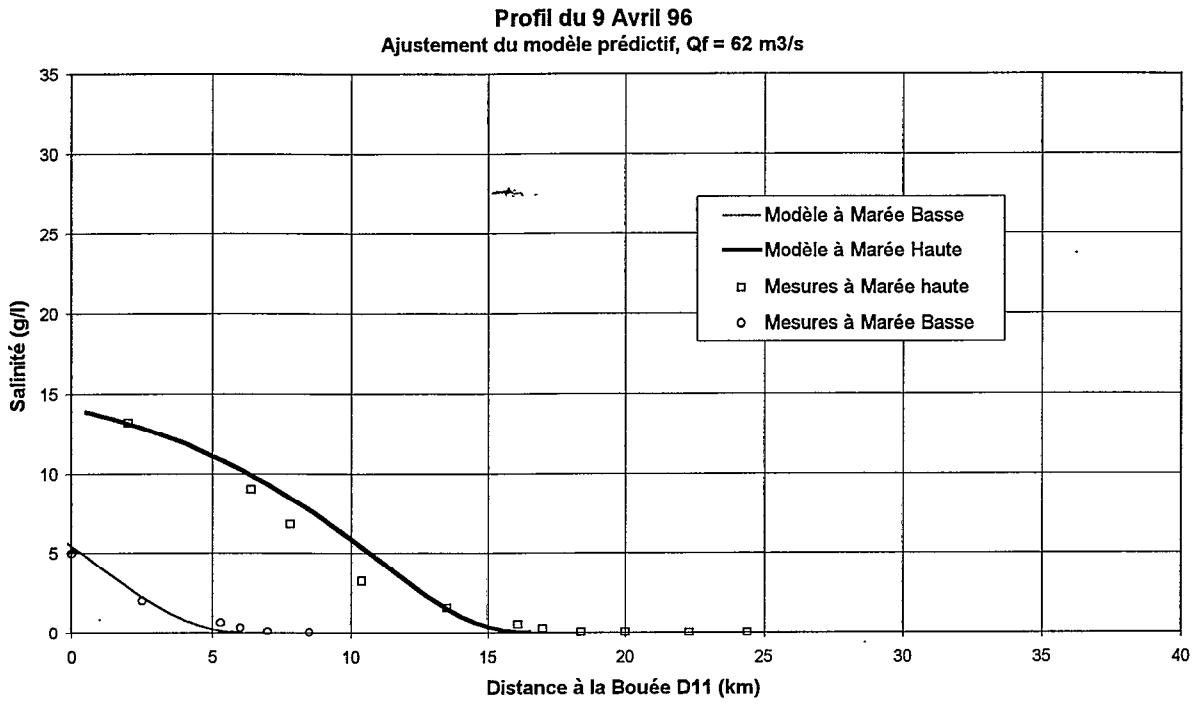


Figure n° 23

On trouvera aux figures n° 23 à 25 les graphes des ajustements du modèle d'intrusion saline. Les ajustements sont corrects pour les mesures du 3-11-95 et du 9-4-96. L'ajustement de la mesure du 22-4-96 est moins bon. Il est vrai que pour cette date, le débit de la Comté a dû être estimé par corrélation avec celui de l'Orapu, et que cela a pu introduire une certaine imprécision dans l'estimation du débit Qf.

Figure n° 24



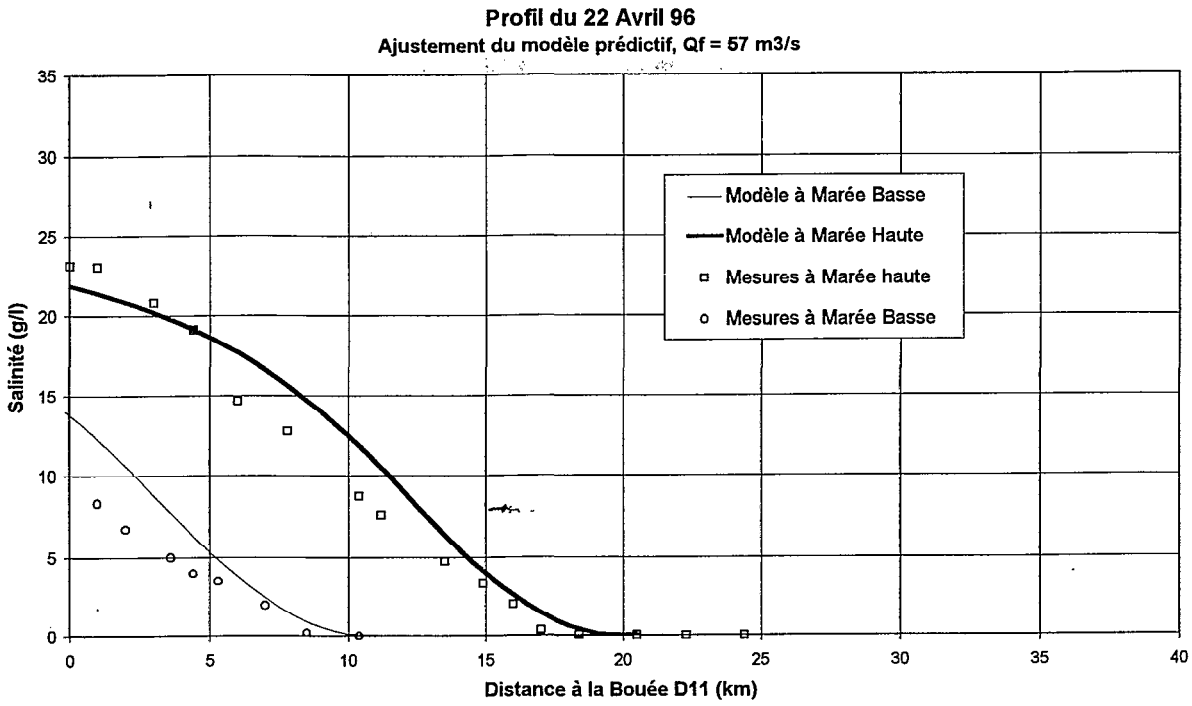

Profil du 22 Avril 96
Ajustement du modèle prédictif, Qf = 57 m3/s
Salinité (g/l)
Distance à la Bouée D11 (km)
Modèle à Marée Basse
Modèle à Marée Haute
Mesures à Marée haute
Mesures à Marée Basse
0
5
10
15
20
25
30
35
40

Figure n° 25

7 – Mesures d'oxygène dissous

Une mesure d'oxygène dissous réalisée le 7 Mai 96 a permis d'obtenir des informations sur ce paramètre dans l'estuaire du Mahury et le long de la rivière du Tour de l'Ile. Les résultats sont consignés dans le tableau n° 9 présenté ci-dessous.

Tableau n° 9 : Mesures d'oxygène dissous

Localisation	Oxygène dissous (g/l)
Degrad des Cannes	5.9
Degrad Madeleine	5.4
Degrad Stoupan	5.4
Confluence Mahury -Tour de l'Ile	5.4
Confluence Tour de l'Ile – Crique du Galion	4.9
Confluence Tour de l'Ile – Crique Deux Flots	4.2
Tour de l'Ile au Pont RN	3.9
Confluence Tour de l'Ile – Crique Cavalet	3.7
Extrémité Tour de l'Ile (obstruée par végétation)	2.1

On constate que les concentrations en oxygène dissous le long du Mahury sont analogues à celles que l'on trouve couramment dans les rivières guyanaises. Par contre l'extrémité de la rivière du Tour de l'Ile est très mal oxygénée, et on y retrouve des concentrations en oxygène caractéristiques de zones d'eau dormante ou marécageuse.