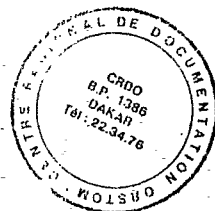


MINISTERE DU DEVELOPPEMENT RURAL.

INSTITUT SENEGALAIS DE RECHERCHES AGRICOLES



DEPARTEMENT DE RECHERCHE SUR LES
PRODUCTIONS HALIEUTIQUES ET L'OCEANOGRAPHIE

ETUDE DU FONCTIONNEMENT HYDROLOGIQUE
DE LA CASAMANCE MARITIME

par

B. MILLET (1) ; J.C. OLIVRY(1) ; Y. LETROQUER(2)

(1) Hydrologues de l'ORSTOM en poste au Centre ORSTOM de Montpellier - Miniparc
n° 2. 34100 - Montpellier - FRANCE

(2) Technicien hydrologue de l'ORSTOM en poste au Centre ORSTOM de Dakar-Hann.

SEMINAIRE CASAMANCE - ZIGUINCHOR

19 - 25 JUIN 1986

D, DBO MIL

CRDO - DAKAR
date 10/05/89
n° 6712 cote

ORSTOM Fonds Documentaire

N° : 30118, ex 1

Cote : B

11 JUIN 1990
P185-11

L'étude pluridisciplinaire "Pêche et Environnement" développée sur l'estuaire de la Casamance depuis le début de l'année 1984 ne pouvait être envisagée sans une approche des caractéristiques du fonctionnement hydrologique (au sens le plus large du terme) de l'estuaire.

Une précédente étude limnimétrique de propagation de la marée a été effectuée entre 1968 et 1970 par Mr. BRUNET-MORET (ingénieur hydrologue à l'ORSTOM). Cette étude de référence nécessitait d'être réactualisée eu égard aux conditions climatiques sévissant actuellement dans la région et d'être complétée par une étude du champ des vitesse de courant dans l'estuaire, afin de pouvoir être utile aux études biologiques menées parallèlement.

C'est ainsi qu'ont été envisagées les trois études suivantes qui se situent respectivement à trois niveaux de réflexion différents. Les deux premières études obéissent à une logique purement hydrologique et consistent à suivre, d'une part, sur plusieurs cycles de marée la répartition spatiale et les variations horaires du champ des vitesses de courant dans l'estuaire et à tenter, d'autre part, le calcul d'un bilan hydrique saisonnier de tout l'estuaire situé à l'amont d'une section choisie au niveau du pont de Ziguinchor.

La troisième approche, par contre, obéit à une logique hydrodynamique et consiste à élaborer un modèle mathématique de propagation de marée et de dispersion saline à travers l'ensemble de l'estuaire compris entre Ziguinchor et Diana Malari, en incluant le bolon du Soungrougrou.

1. LE SUIVI DU CHAMP DES VITESSES DE COURANT

Cette phase préliminaire de l'étude hydrologique est destinée à situer un ordre de grandeur des vitesses d'écoulement de marée et d'approcher la variabilité temporelle et spatiale de ces flux dans différentes parties de l'estuaire. La figure 1 présente les résultats des quatre premières campagnes de mesure qui consistaient à suivre longitudinalement dans l'estuaire l'évolution des vitesses maximales d'un même courant de marée, dans une logique par conséquent lagrangienne.

.../

Peu de différence apparaît entre le flot et le Jusant, mais une très nette diminution des vitesses reste sensible entre Tambacoumba et Diattacounda, c'est-à-dire entre les points kilométriques 30 et 70, comptés à partir de Ziguinchor.

La figure 2 présente la localisation des quatre stations de Ziguinchor (PK = 0), Goudomp (PK = 45 km), Hamdalaye (PK = 72 km) et Séfa (PK = 108 km), sur lesquelles ont été effectué un total de seize suivis complets au champ de courant à travers toute la section mouillée de ces stations, et sur des cycles complets de marée (12 heures). Ces mesures qui s'appuient sur la méthode de jaugeage par verticales indépendantes sont les seules qui permettent de quantifier les volumes oscillants et les excursions de marée dans une logique typiquement eulérienne (c'est-à-dire, l'évaluation d'un déplacement issu de l'intégration dans le temps d'un seul vecteur ponctuel de vitesse). La figure 3 présente trois exemples de la structure verticale des vitesses de marée, dans la section de Ziguinchor, au niveau de la partie la plus profonde du chenal (P = 10,5 m) et dans la section de Hamdalaye, au niveau du chenal (P = 7 m) et au niveau du platier peu profond (P = 3 m) qui s'étend en rive droite.

On remarquera, l'excellente homogénéisation verticale du champ des vitesses, ce qui sera le cas pour toutes les observations effectuées à travers l'estuaire, et qui sera déterminante quant au choix du modèle hydrodynamique ultérieur. La rapidité du renversement de courant (Flot/Jusant) apparaît à toutes les sections observées. On notera également la très grande hétérogénéité longitudinale des vitesses décroissant fortement de l'aval vers l'amont, ainsi que l'existence d'une assez grande hétérogénéité latérale entre les valeurs des courants de chenal et sur platier, qui apparaît nettement sur les section hétérogènes telles que celle d'Hamdalaye et qui peut avoir des conséquences non négligeables dans la migration de certaines espèces (crevettes). Les figures 4 et 5 présentent respectivement les variations longitudinales des volumes oscillants (en millions de m³) et des excursions eulériennes de marée (en kilomètres), calculées à partir des jaugeages effectués à chacune des stations précédentes.

Il apparaît la légère dominance des volumes et excursions de Jusant par rapport au flot, et la nette diminution des vitesses de circulation des eaux à l'amont de Goudomp. Cette "zone de rupture" hydrologique est intéressante et peut-être mise en parallèle avec les zonations écologiques issues des études biologiques. Et est à noter que cette chute des vitesses pourrait correspondre à un amortissement des ondes de marée à l'amont de la confluence avec le Soungrougrou.

2. LA TENTATIVE DE BILAN A ZIGUINCHOR

Un courantomètre enregistreur de la vitesse et de la direction du courant a été immergé ponctuellement à 4 mètres de profondeur dans la partie la plus profonde du chenal de la section de Ziguinchor (10,5 m), choisie comme l'exutoire de notre étude. Sur les 438 jours d'immersion de l'appareil, 177 journées d'enregistrements sont exploitables, à raison de deux mesures (vitesse et direction) toutes les 5 minutes.

Les tentatives de corrélation entre les valeurs de débits mesurés lors des six étalonnages effectués sur la totalité de la section de Ziguinchor et les valeurs synchrones des vitesses enregistrées au courantomètre sont encore assez décevantes et mettent en évidence :

- une hétérogénéité spatiale entre la répartition des courants de flot et de Jusant dans la section de Ziguinchor.

- Une hétérogénéité dans le temps entre les durées de flot et de Jusant mesurées sur la section totale de Ziguinchor et enregistrées au courantomètre.

Les seules corrélations acceptables montrant une bonne représentativité des vitesses ponctuelles du courantomètre, ont été obtenues dans les limites des périodes où les courants de marée sont bien établis, environ 3 ou 4 heures pendant chaque marée).

- Enfin, une nette tendance du courantomètre à mesurer des courants de Jusant, en présentant des différences de temps pouvant dépasser une heure et demi par rapport aux durées de Jusant mesurées lors des étalonnages.

.../

Les mesures en continu du courantomètre immergé à Ziguinchor apparaissent par conséquent bien peu représentatives des écoulements résiduels à cette section, et le dépouillement des enregistrements devra être désormais affiné par un filtrage des mesures permettant de se limiter aux heures de régime établi. Le biais constaté entre les débits mesurés et les vitesses du courantomètre peut être dû, soit à la nature propre de la répartition spatiale des courants de marée dans la section de Ziguinchor, soit à une anomalie du système de mouillage de l'appareil.

3. LA MISE EN PLACE D'UN MODELE HYDRODYNAMIQUE DE CIRCULATION DANS L'ESTUAIRE

Cette dernière étape, de loin la plus élaborée de cette réflexion hydrologique, consiste à élaborer un modèle hydrodynamique de la propagation des marées et de la dispersion saline à travers tout l'estuaire afin de comprendre et de simuler la circulation dans l'estuaire en prenant comme conditions aux limites, un hydrogramme de flux continental, des fonctions de transfert latéral au niveau des bolons tributaires et un forçage de marée à l'aval.

Cette approche hydrodynamique s'appuie sur une formulation mathématique qui reprend, en les adaptant à la nature littorale de l'estuaire, les équations fondamentales de l'écoulement des fluides, dans une représentation bidimensionnelle intégrée sur la profondeur (équations de ST VENANT). Un schéma numérique aux différences finies semi implicite permet l'approximation des équations différentielles en utilisant un maillage régulier de 500 mètres de côté et un pas de temps de l'ordre de quelques minutes seulement afin de conserver la stabilité du calcul numérique. Ce modèle est actuellement en cours de réalisation au Centre ORSTOM de Montpellier, Département "Ecosystèmes Aquatiques", (B. MILLET et A. LAHOUD).

L'utilisation du modèle sur l'estuaire de Casamance devra impérativement faire l'objet de plusieurs campagnes de bathymétrie et de l'installation d'une série de limnigraphes, rattachés au Nivellement Général, entre Ziguinchor et Diana-

.../

Malari, pour ces mesures de calage en hauteur d'eau. L'approche ultérieure de la dispersion saline saisonnière dans l'estuaire, nécessitera le couplage de ce modèle compartimenté de conception hydrologique, fonctionnant à pas de temps long à partir des champs de vitesses résiduelles issus du premier modèle avec un modèle...

CONCLUSION

Dans l'état actuel d'avancement de cette étude hydrologique, il apparaît que la recherche du fonctionnement d'un estuaire tel que celui de Casamance (13500 km² de Bassin versant à Ziguinchor) ne pourrait se satisfaire du calcul hasardeux d'un bilan global de flux à l'exutoire qui se heurte à la fois aux problèmes techniques d'enregistrement courantométrique en continu et à l'instabilité du régime des courants de marée dans la section de Ziguinchor. L'interprétation des enregistrements du courantomètre fera toutefois l'objet d'une analyse plus approfondie qui tentera d'optimiser les données initiales. Par contre, l'utilisation ultérieure, d'ici quelques mois, du modèle de circulation de marée sur l'estuaire laisse entrevoir avec un espoir raisonnable et l'appui de quelques mesures complémentaires, la possibilité de comprendre et de simuler de façon plus réaliste la réponse fine de l'estuaire aux contraintes d'évaporation et de marée, avant de simuler à son tour la salinisation spectaculaire du milieu.

REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE

- Y. BRUNET-MORET - Etude Hydrologique en Casamance
Rapport final, 1970
Laboratoire d'Hydrologie de l'ORSTOM.

Fig 1 VARIATION LONGITUDINALE
DES VITESSES MAXIMALES
DE COURANT DE MAREE

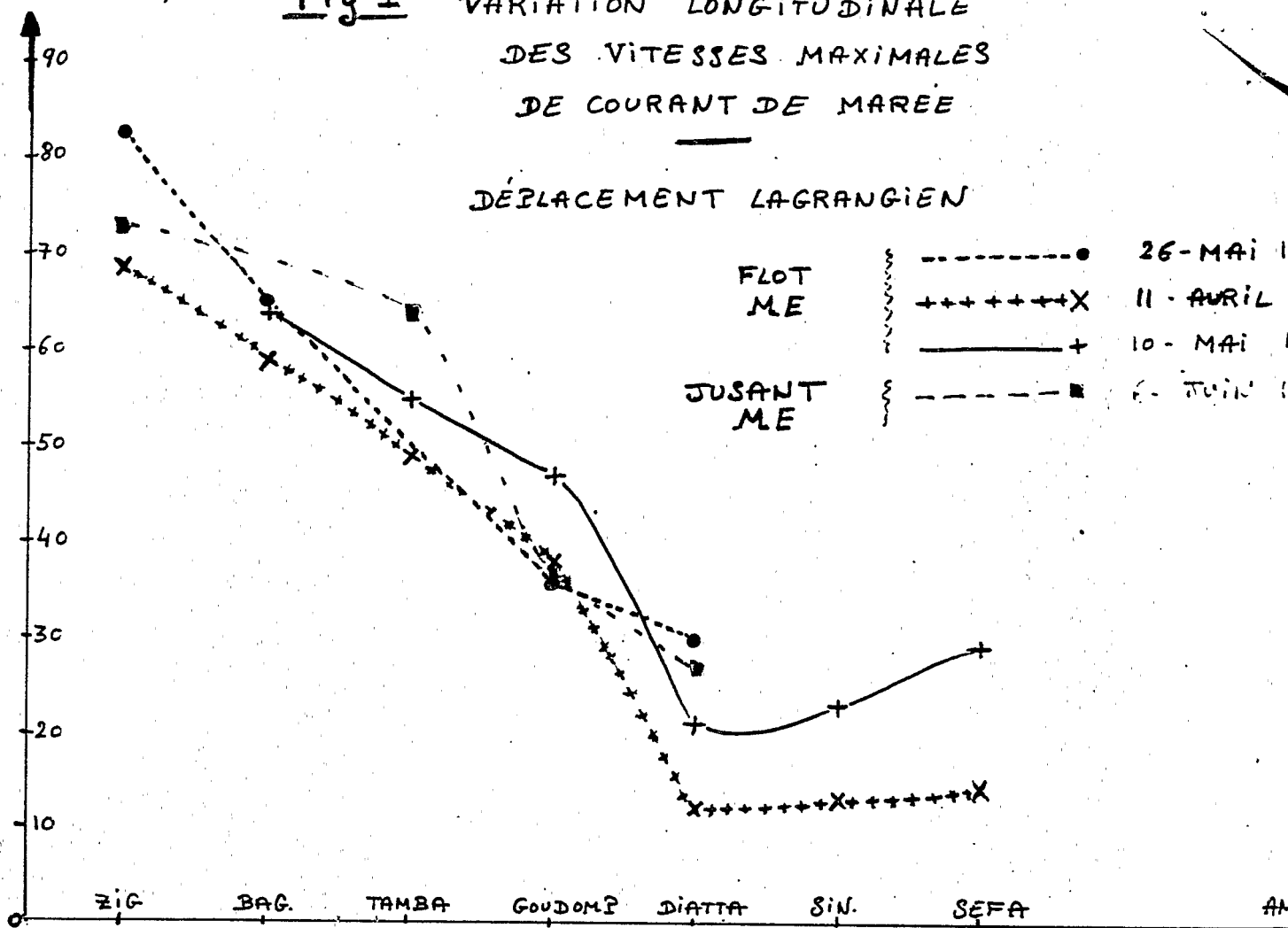
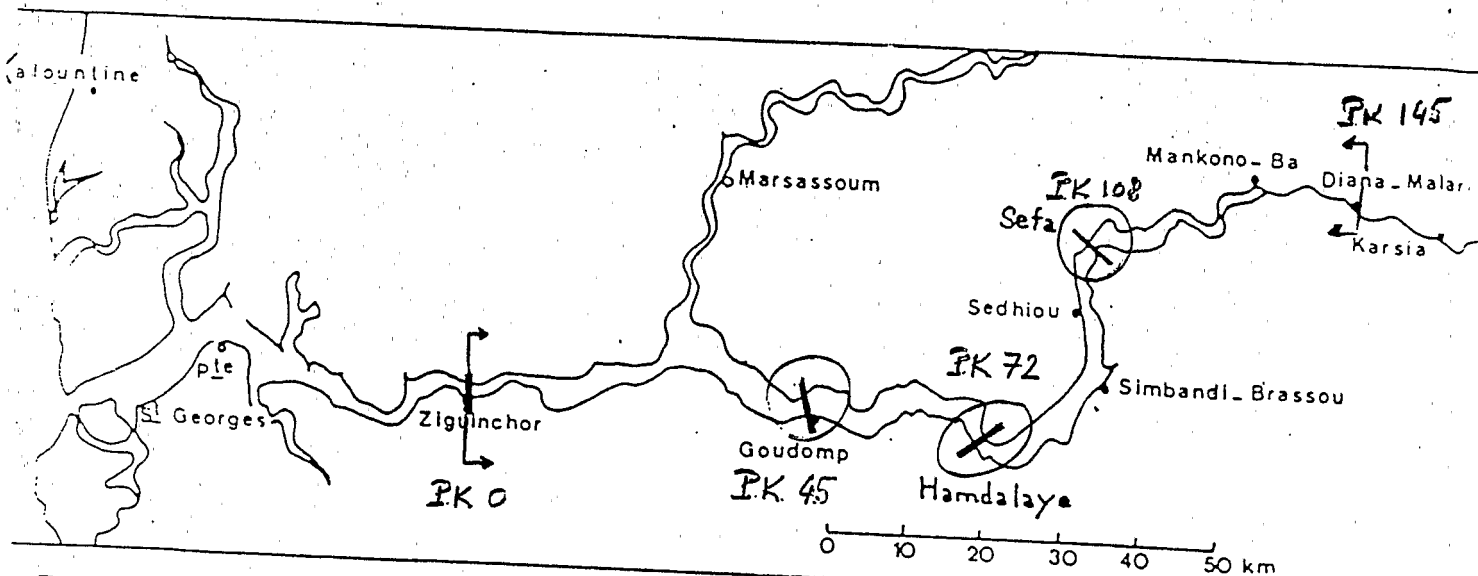


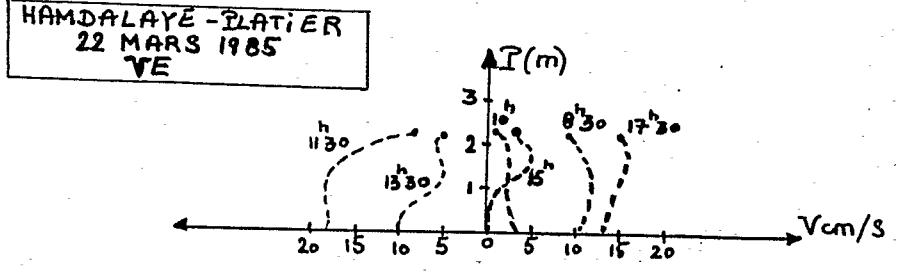
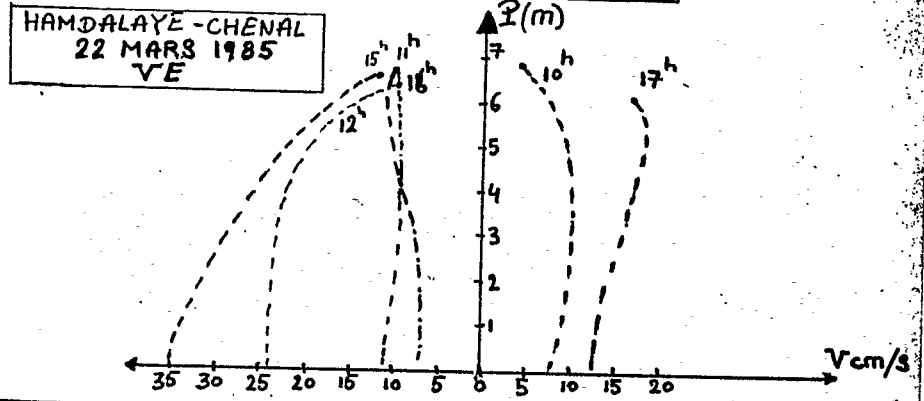
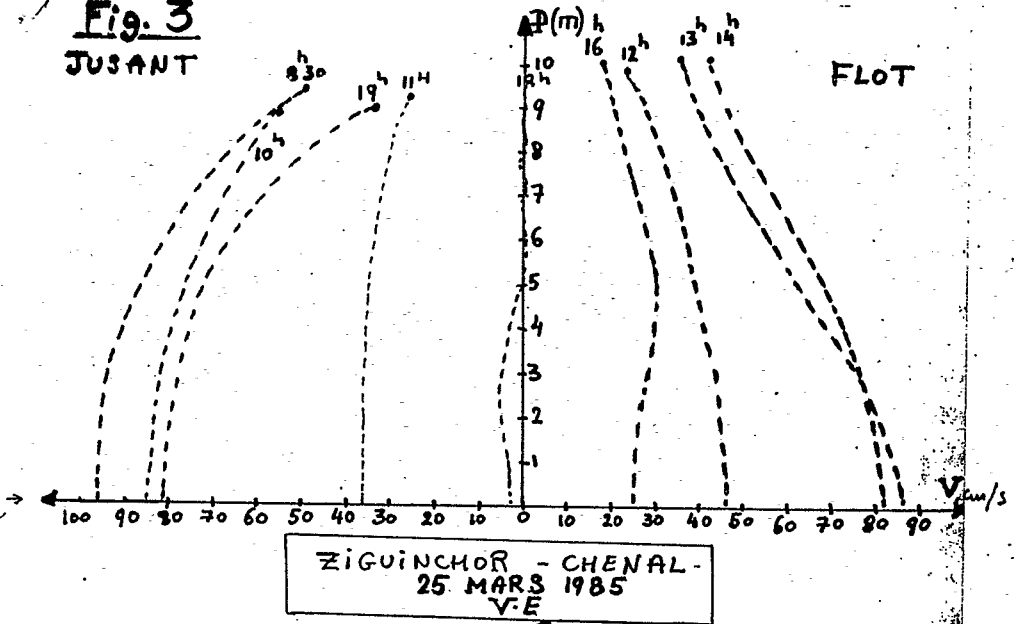
Fig. 2 CASAMANCE MARITIME



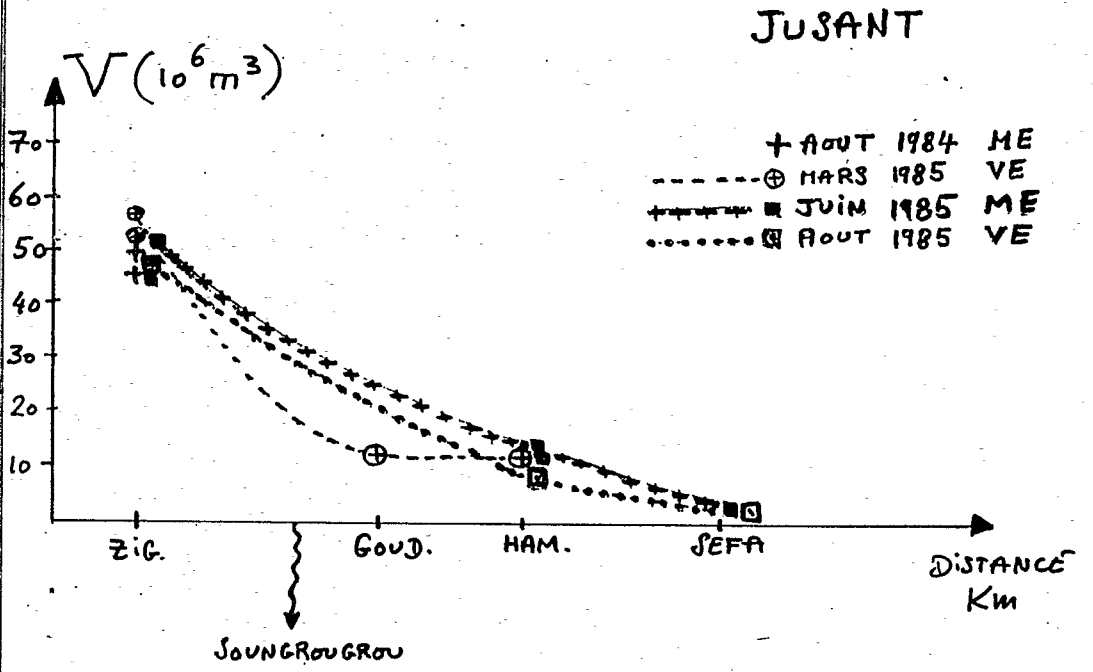
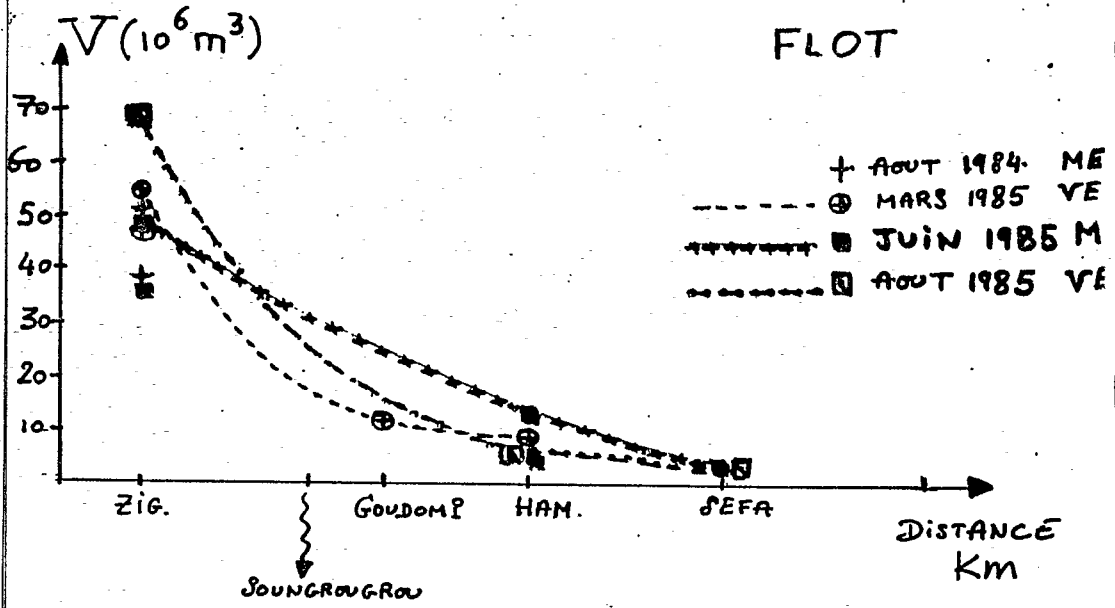
ETUDE HYDROLOGIQUE

- | | | |
|-----------------------|---|---|
| ETUDES
JONCTUELLES | } | 1- ETUDE <u>LIMNIMETRIQUE</u> DE M. BRUNET-MORET (1981) |
| | | 2- ETUDE DU CHAMP DES <u>VITESSES DE MAREE</u> (1982) |
| ETUDES
GLOBALES | } | 1- MODELE HYDRODYNAMIQUE DE <u>PROPAGATION DE MAREE</u> |
| | | 2- MODELE GLOBAL DE <u>DISPERSION SALINE</u> . |

Fig. 3
JUSANT

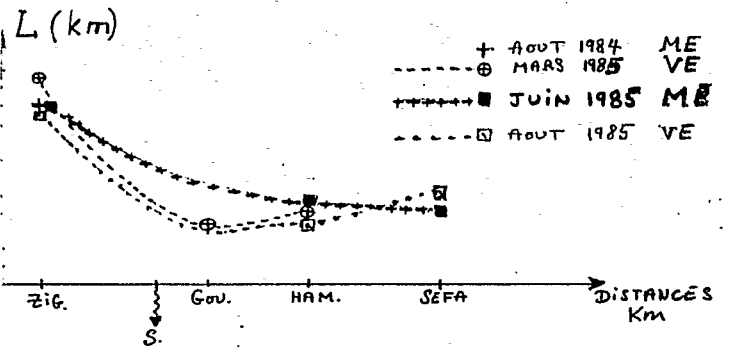


VOLUMES OSCILLANTS DE MAREE



5 EXCURSIONS EULÉRIENNES DE MAREE

JUSANT



FLOT

