

Atelier d'Étude des mangroves au Sud de l'estuaire
du Saloum: Diomboss - Bandiala (Sénégal).
Rapport Final, Dakar: EPEEC, dec. 1983

CARACTERES HYDRODYNAMIQUES*

Les travaux réalisés au cours de l'étude de la zone Nord-Saloum (Rapport final de la première phase de l'Atelier d'étude des mangroves et de l'estuaire du Saloum - Sénégal ; décembre 1982) ont montré l'existence d'un fonctionnement inverse de l'hydrodynamique estuarienne dans le Saloum.

Les objectifs assignés à la seconde phase étaient de vérifier la validité de ce schéma au cours d'autres périodes de l'année et d'en contrôler la généralité en opérant des mesures dans les deux autres bras principaux du delta : le Diomboss et le Bandiala.

I. MODALITES OPERATIONNELLES

Toutes les mesures ont été réalisées en station fixe à l'aide d'un courantomètre instantané Braystoke ou, pour l'une des stations, en continu avec enregistrement (courantographe Aanderaa).

Grâce à un treuil léger à main facilement démontable, il a été possible d'équiper les pirogues locales en prenant la précaution de les mouiller sur deux ancres de façon à éviter les oscillations pendulaires dans le courant. Toute cette procédure opératoire ne requiert que des dispositifs peu onéreux aisés à trouver dans les conditions locales du terrain.

Les mesures ont été réalisées aux dates et aux points suivants (tabl. et figure 1) :

Chenal	Transect de :	Date	Type d'appareil	Durée
Saloum	Djiffère	1 ^{er} mars 83	Braystoke	10 h
Diomboss	Guilor	7 et 8 mai 83	"	3 h

* Chapitre rédigé par :

J.P. BARUSSEAU, Département de Géologie, Université de Dakar.

E.S. DIOP, Département de Géographie, Université de Dakar.

J.L. SAOS, ORSTOM, Dakar-Hann.

ORSTOM Documentation



010004639

mhp n° 14

Fonds Documentaire ORSTOM

Cote: BX 4639 ex 1

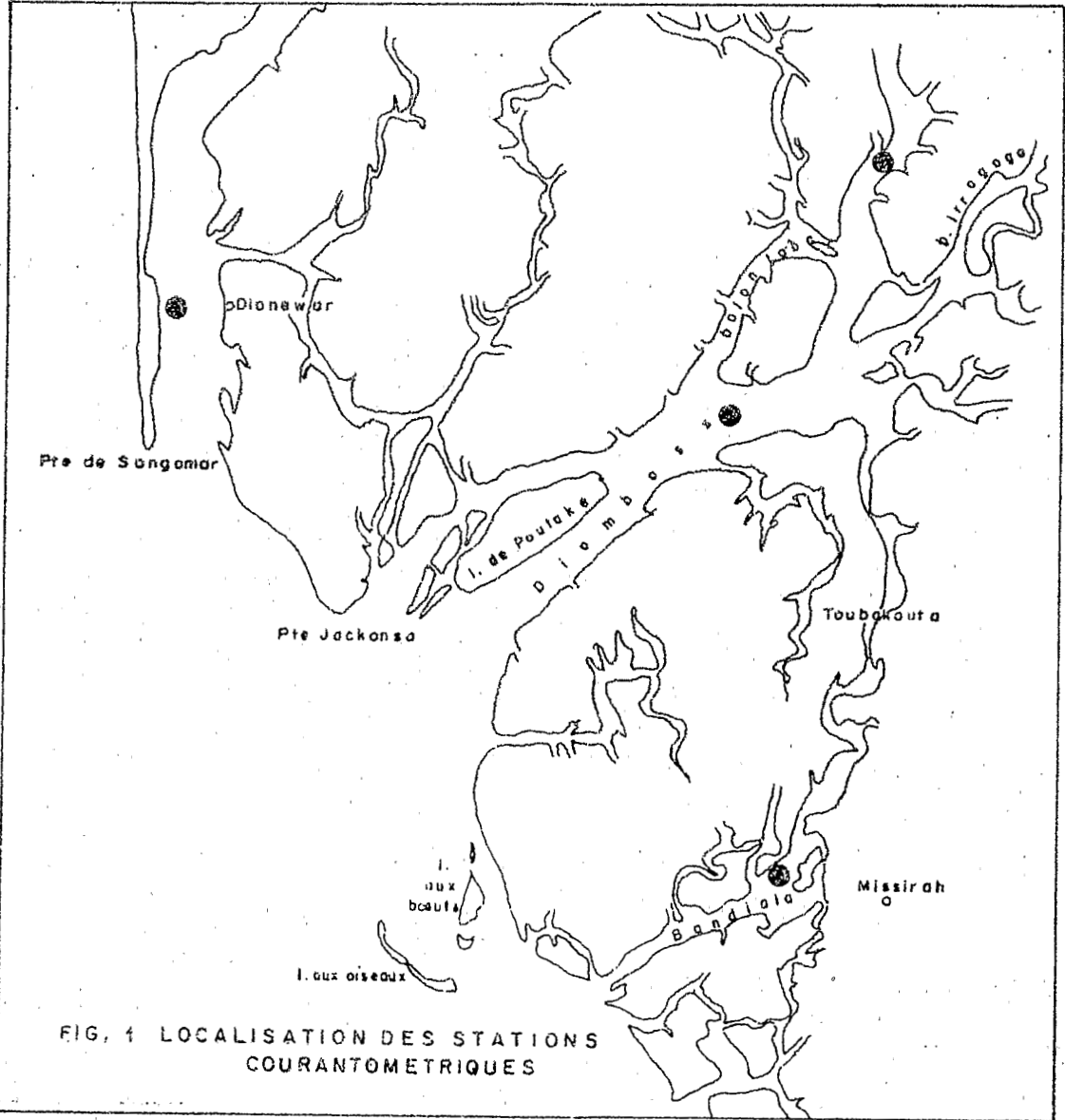


FIG. 1 LOCALISATION DES STATIONS
COURANTOMETRIQUES

Bandiala	Missirah	8 mai 83	Braystoke	9 h 45
Diomboss	Sud Ile de Gouk	2 au 8 mai 83	Aanderaa	139 h 50
Saloum	Dionewar	30 mai 83	Braystoke	12 h 45

II. RESULTATS

Les données brutes obtenues sont représentées sous forme de graphiques (fig. 2, 3, 5 et 6).

Plusieurs aspects peuvent être retenus :

- durée des alternances tidales,
- vitesses maximales atteintes,
- facteur de restitution de l'eau.

1. Durée des alternances tidales

A. Diomboss (7 et 8 mai 1983)

	Flot (h)	Jusant (h)
Surface	7.05	5.40
Fond	7.10	5.50

B. Bandiala (8 mai 1983)

	Flot	Jusant (h)
Surface	?	6.00
Fond	?	5.40

C. Saloum (30 mai 1983)

	Flot (h)	Jusant (h)
Surface	6.20	5.55
Fond	5.35	6.50

D. Diomboss (2 au 8 mai 1983)

Cette dernière série de mesures, réalisées en enregistrant toutes les

FLOT

JUSANT

100
80
60
40
20
0
20
40
60
80
100

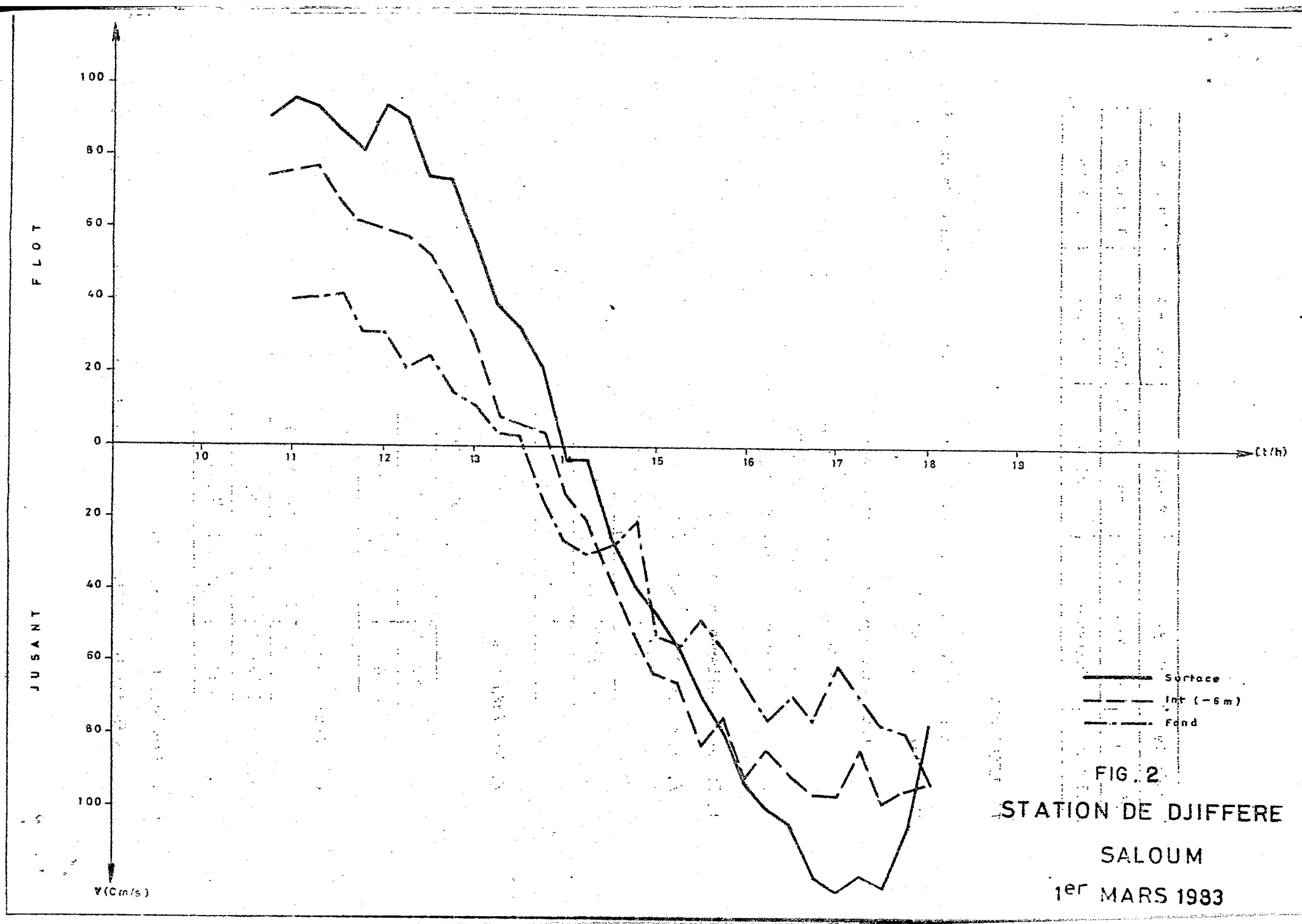
10 11 12 13 14 15 16 17 18 19

(t/h)

V (Cm/s)

— Surface
- - - Int (-6m)
- - - Fond

FIG. 2
STATION DE DJIFFERE
SALOUM
1^{er} MARS 1993



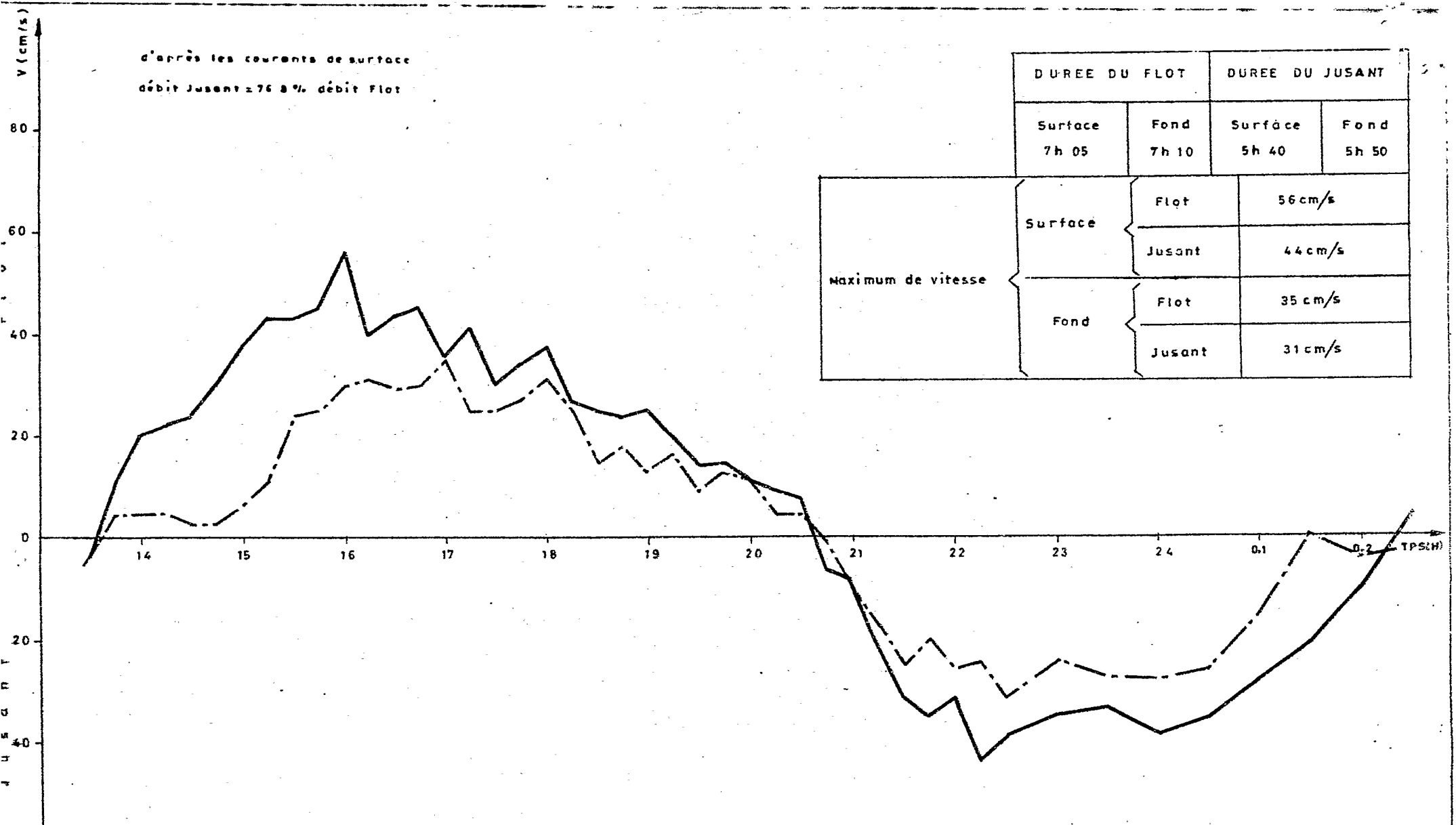


FIG. 3
STATION AMONT DU DIOMBOSS
7 et 8 MAI 1983

Planimétrie
 Surface ———
 Fond - - - -
 courant de surface Flot: 0.2910 g
 Jusant: 0.2735 g

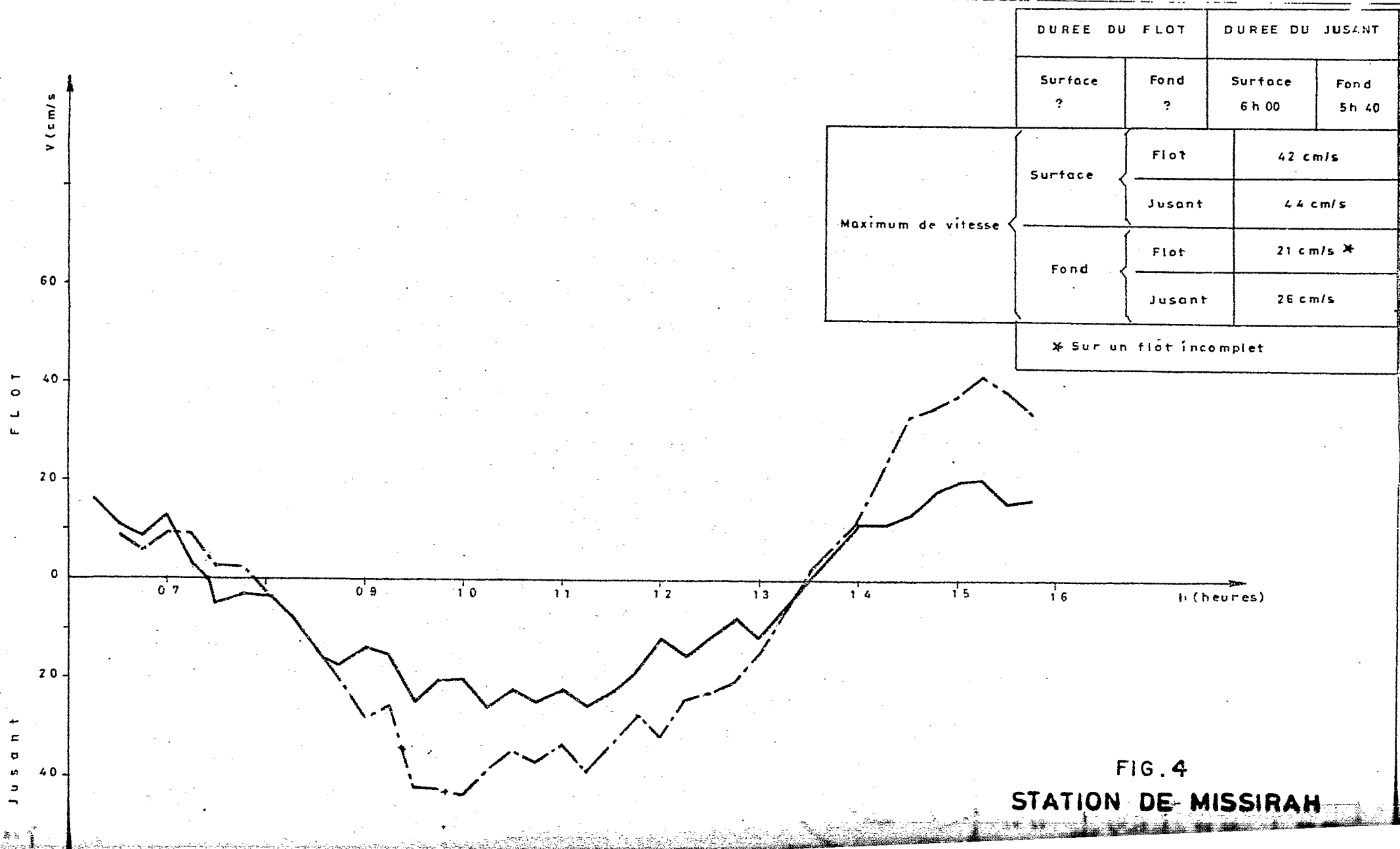
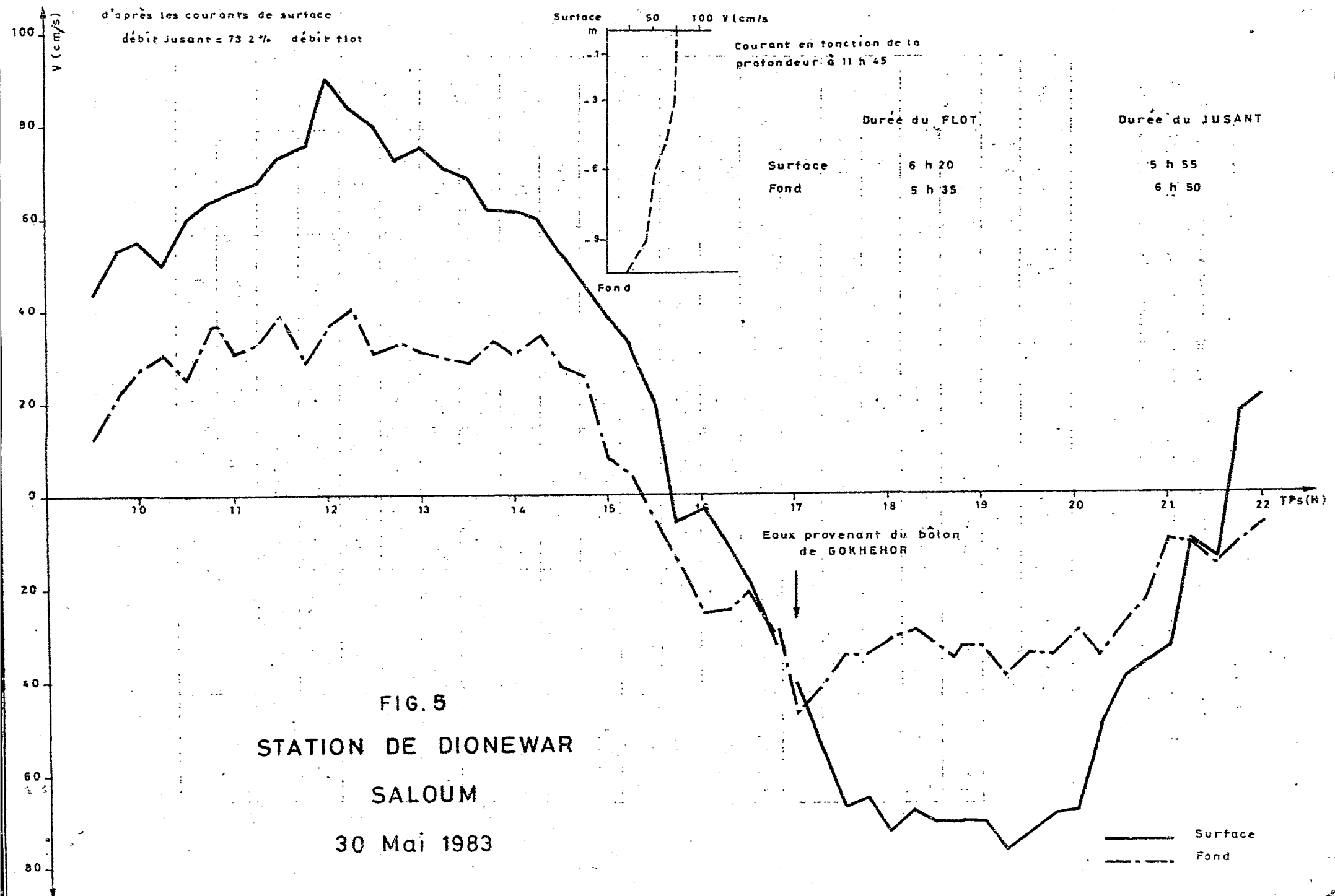


FIG. 4
STATION DE MISSIRAH



2 minutes la vitesse et la direction du courant (Données brutes Rapport Technique 2^e phase, p. 20-33), ne concerne que les variations hydrodynamiques en surface (-0,70 m sous la surface en réalité), données se rapportant à la durée des alternances sont consignées les 3^e, 4^e et 5^e colonnes du tableau I.

DATE	ALTERNANCE	DEBUT		DUREE	VITESSE MAX. ENREGISTREE	μQ	Q ₃
	J: jusant ; F: flot	h.mn.	h.mn.	h.mn.	cm/s	J: jusant F: flot	
02.05.83	F	20.35	03.20	6.45	60	2183	61
03.05.83	J	03.20	08.35	5.15	52	1861	
	F	08.35	16.05	7.30	73	4192	
	J	16.05	21.25	5.20	58	2212	
04.05.83	F	21.25	03.20	5.55	45	2068	90
	J	03.20	09.05	5.45	41	1867	
	F	09.05	11.05	8.00	46	3180	
	J	17.05	22.15	5.10	45	1833	
05.05.83	F	22.15	04.55	6.40	45	2103	57,
	J	04.55	10.05	5.10	30	1218	
	F	10.05	18.15	8.10	48	3038	
	J	18.15	23.35	5.20	42	1696	
06.05.83	F	23.35	06.05	6.30	48	2244	52,
	J	06.05	11.30	5.25	25	1192	
	F	11.30	19.15	7.45	59	3343	
	J	19.15	00.55	5.40	49	2143	
07.05.83	F	00.55	07.55	7.00	48	2708	64,1
	J	07.55	12.55	5.00	34	1419	
	F	12.55	20.25	7.30	69	3910	
	J	20.25	01.55	5.30	69	2527	

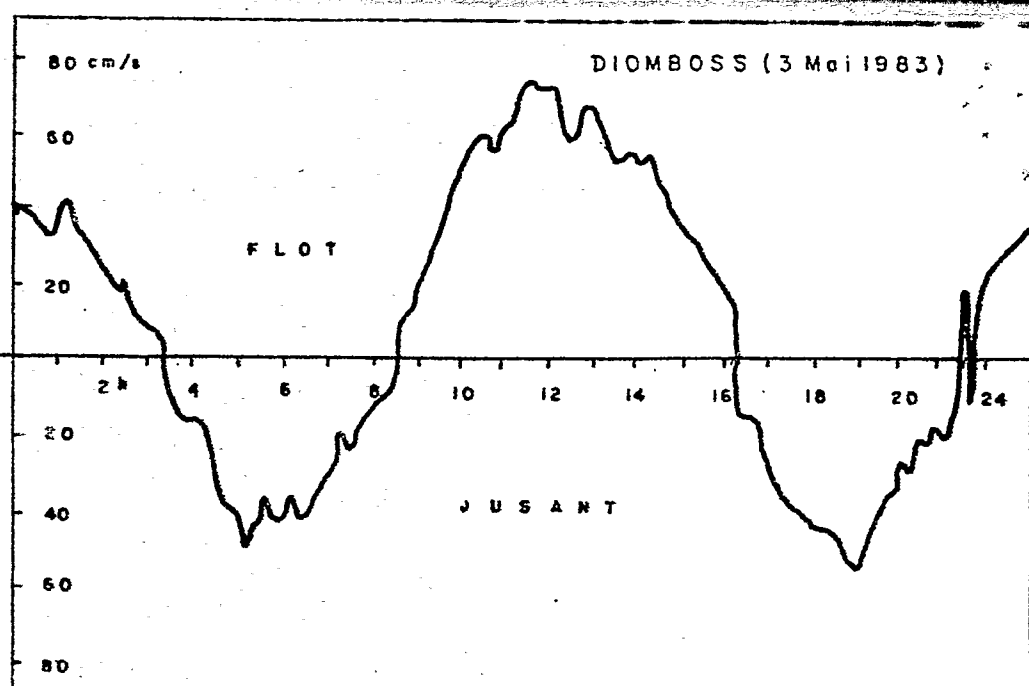
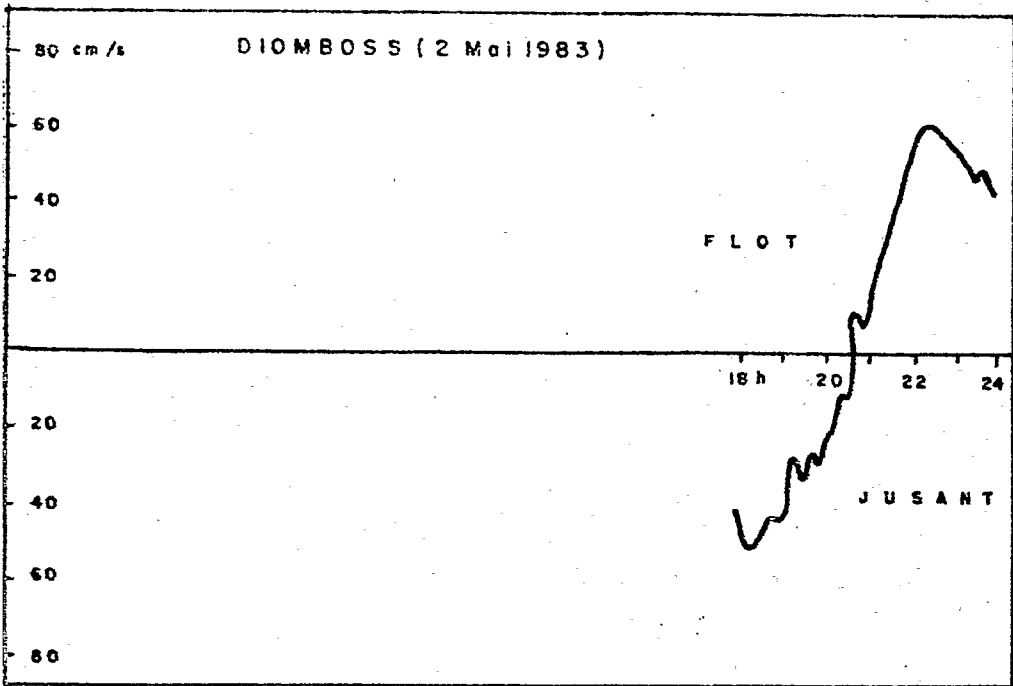
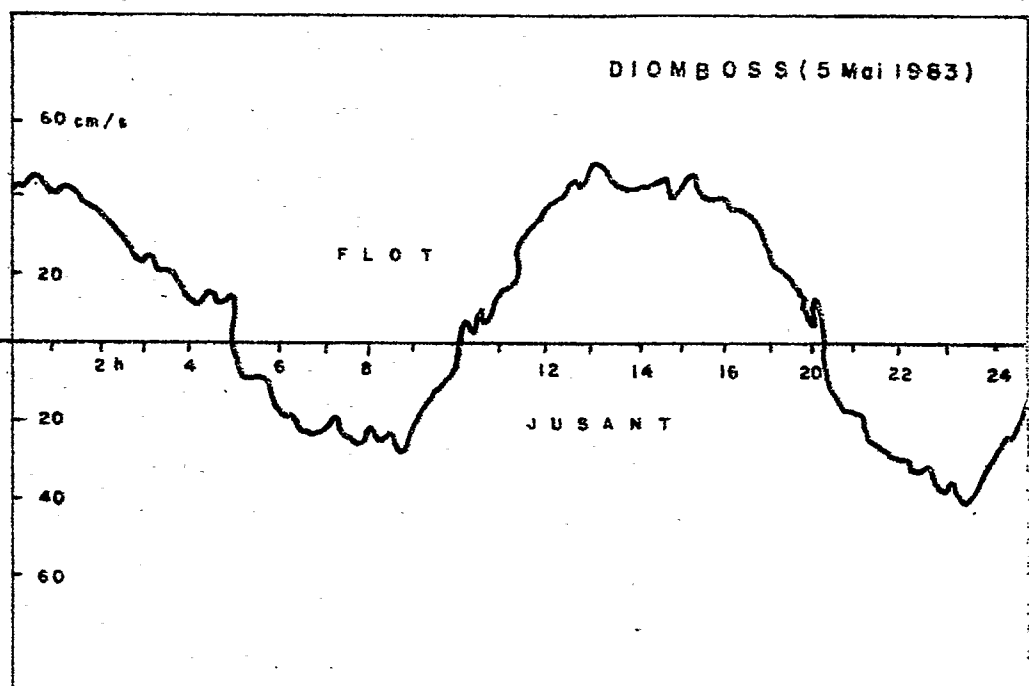
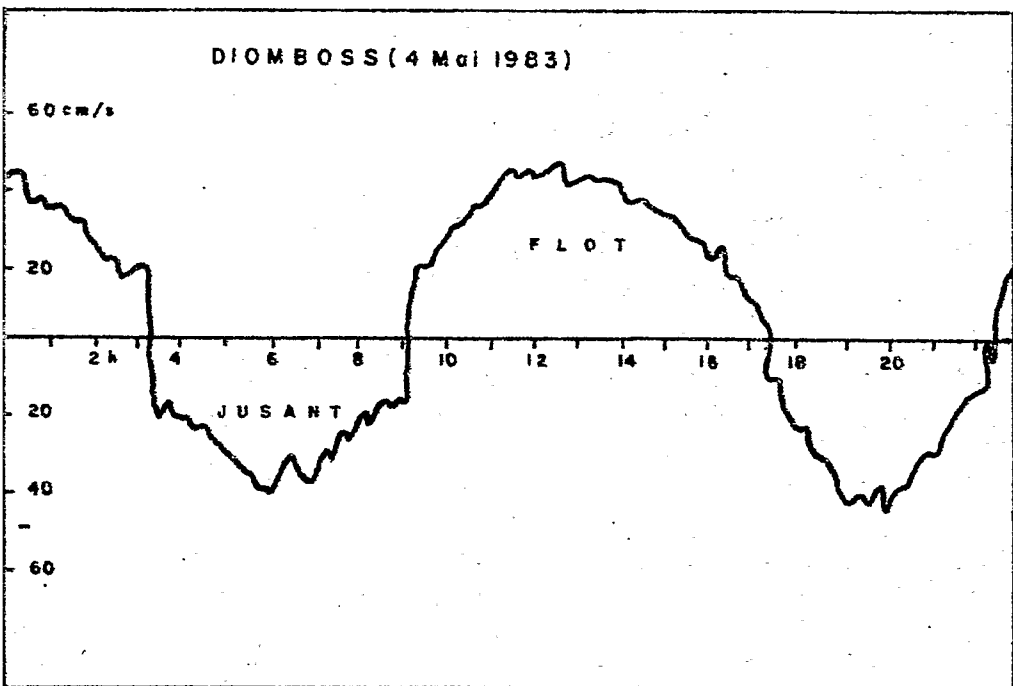


FIG. 6 - ENREGISTREMENT CONTINU DES COURANTS DE SURFACE



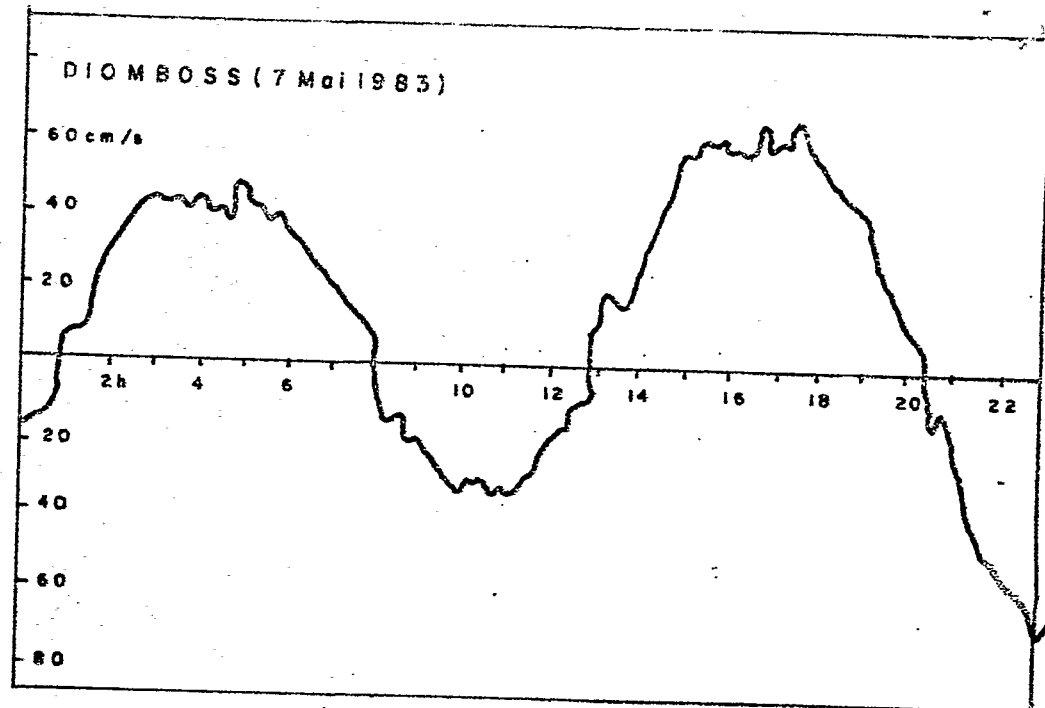
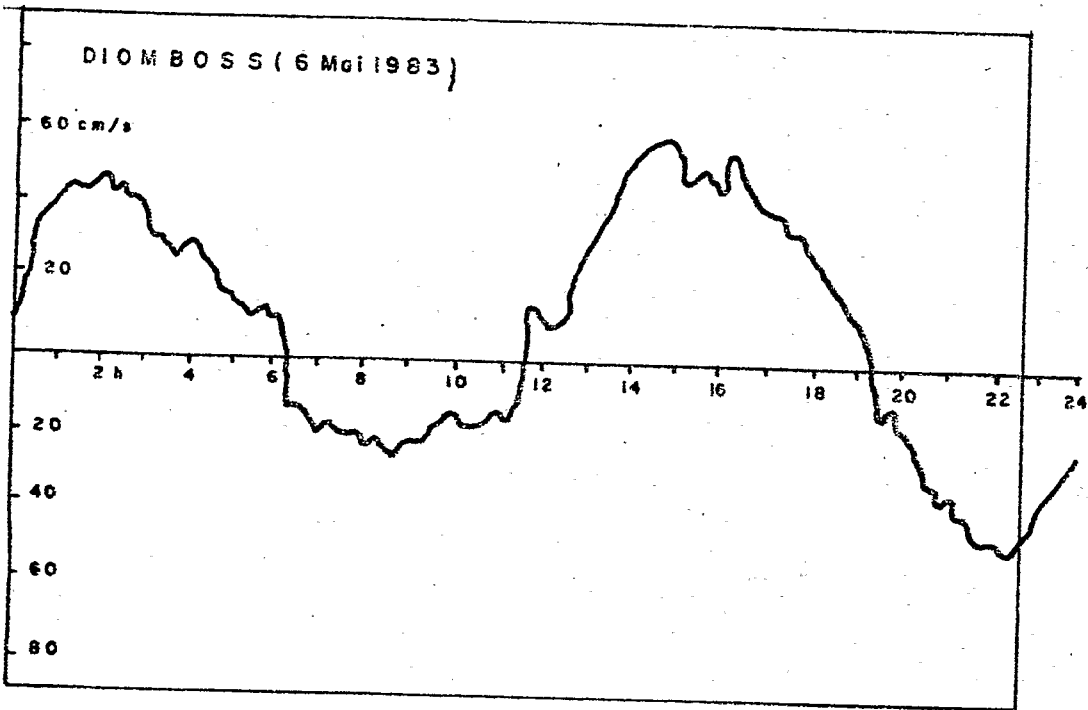
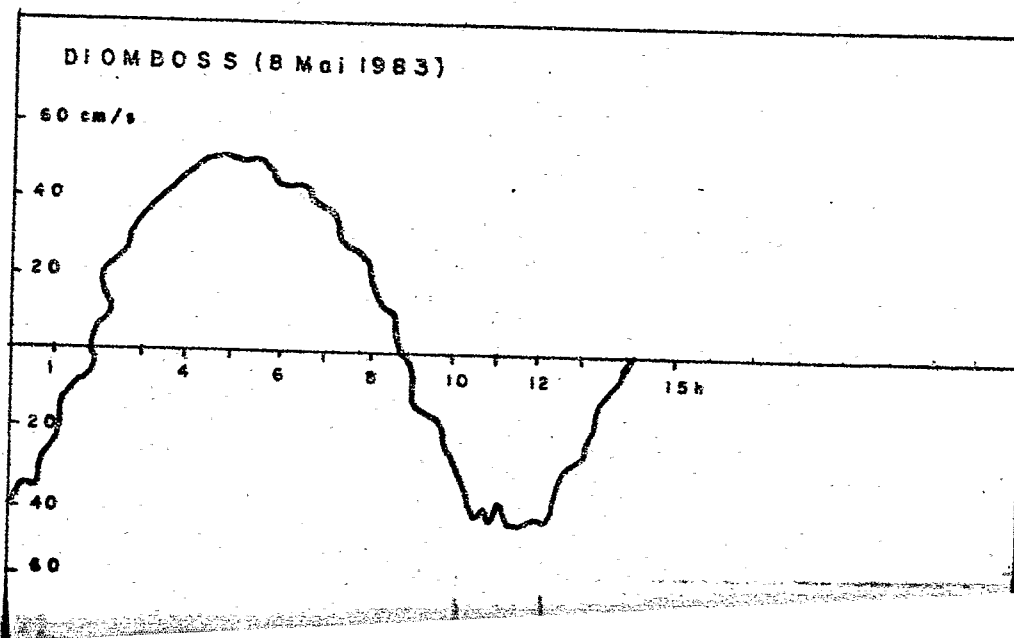


FIG. 6 (suite)



08.05.83	F	01.55	08.55	7.00	51	2838	65,6
	J	08.55	13.55	5.00	46	1856	

Tabl. I : Caractères des cycles de marée dans le Diomboss et facteur de restitution de l'eau.

(Q représente une valeur proportionnelle au débit et obtenue par planimétrage ; voir explications dans le texte).

Notons que les 11 cycles de marée mesurés ont duré 137 h 20 soit une moyenne de 12 h 29 mn par marée.

2. Vitesses maximales atteintes

Les résultats de la série de mesures du 1^{er} mars 1983 ne sont pas exploitables sauf en jusant (1,18 m/s en surface ; 0,94 m au fond) car seule la seconde partie du flot correspondant a été saisie ; or les longues séries de mesures (fig. 6) montrent que généralement le pic de vitesse de flot est atteint dans la première moitié de l'alternance.

Les résultats pour les autres points de mesures de vitesse instantanée sont indiqués dans le tableau II et pour l'enregistrement du Diomboss dans le tableau I (colonne 6).

		Flot (cm/s)	Jusant (cm/s)
DIOMBOSS	Surface	56	44
	Fond	35	31
BANDIALA	Surface	42	44
	Fond	21	26
SALOUM	Surface	90	77
	Fond	40	46

Tabl. II : Valeurs maximales de vitesse en flot et jusant dans les 3 bras principaux du delta du Saloum.

La variabilité que l'on obtient sur l'enregistrement en continu

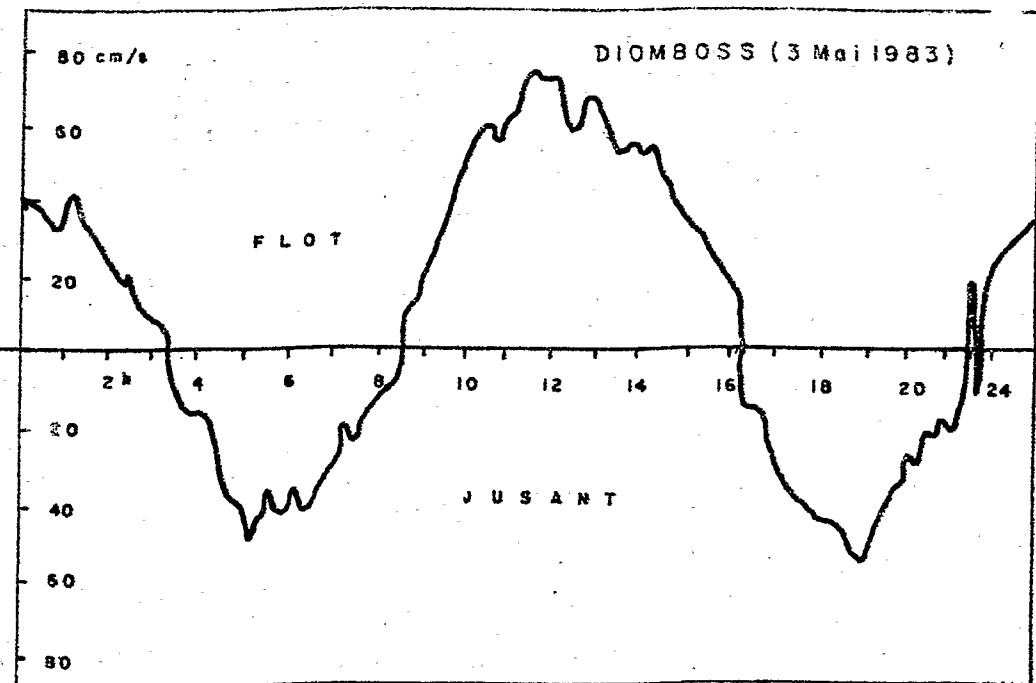
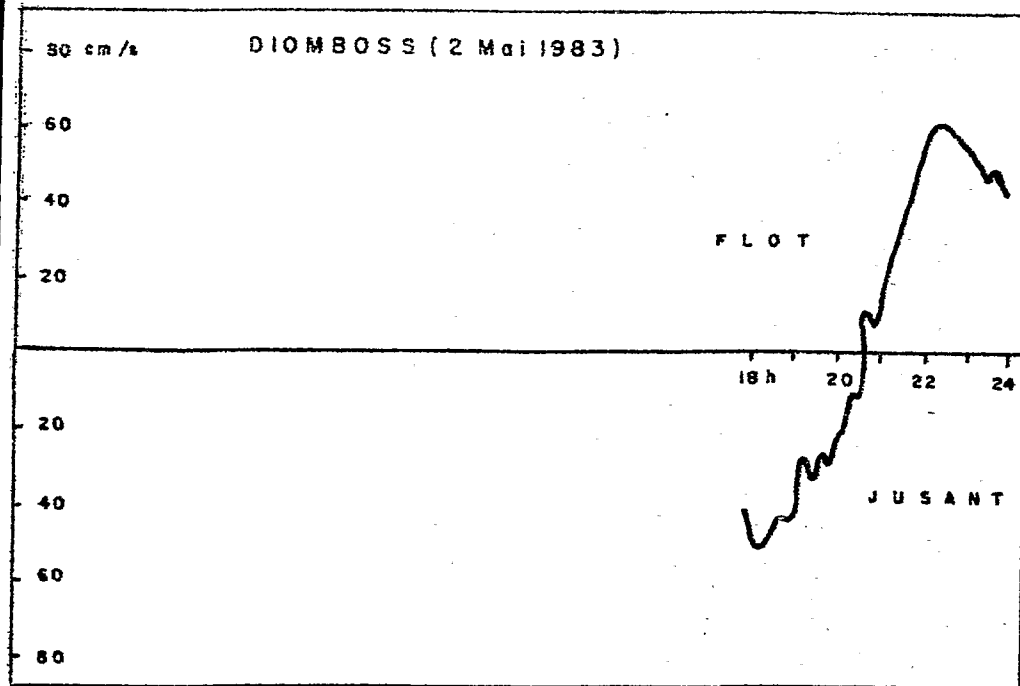
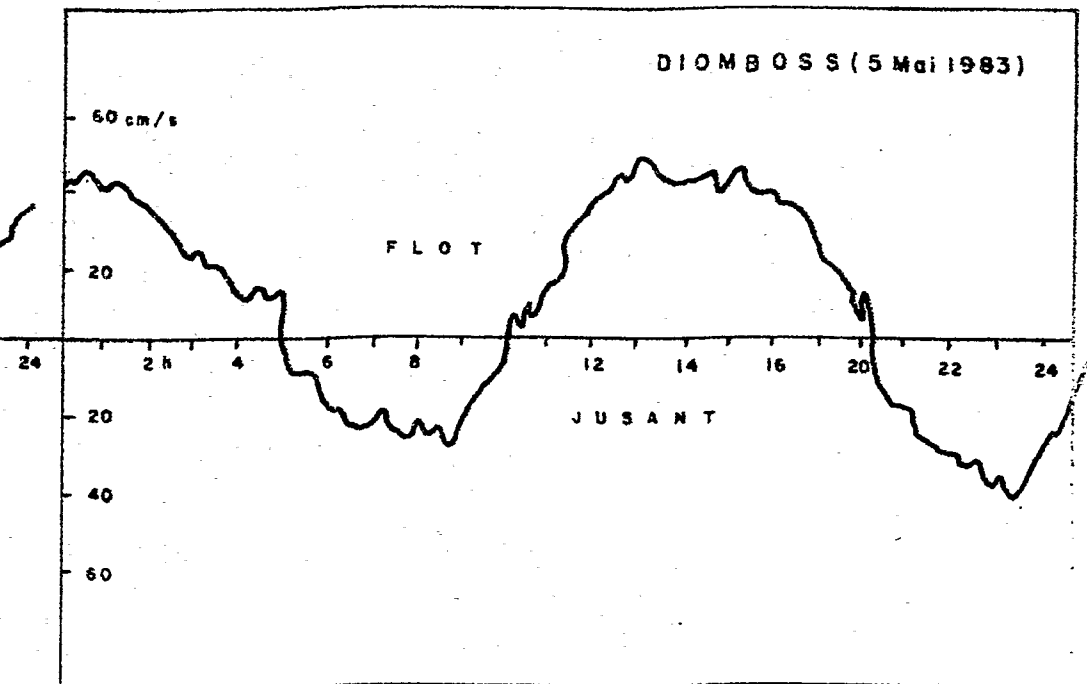
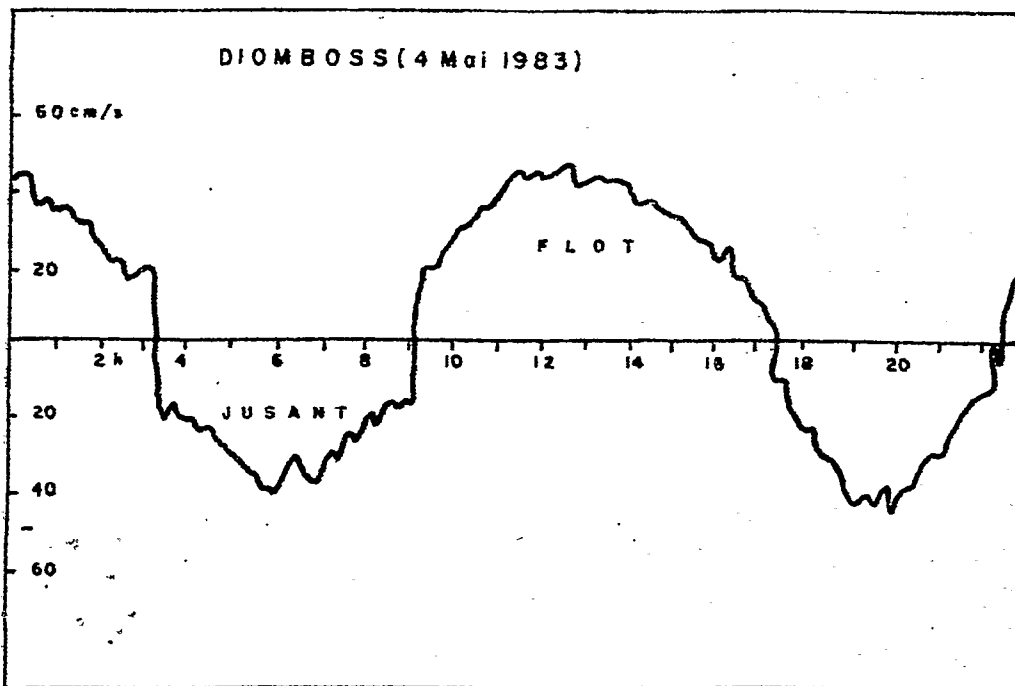


FIG. 6 - ENREGISTREMENT CONTINU DES COURANTS DE SURFACE



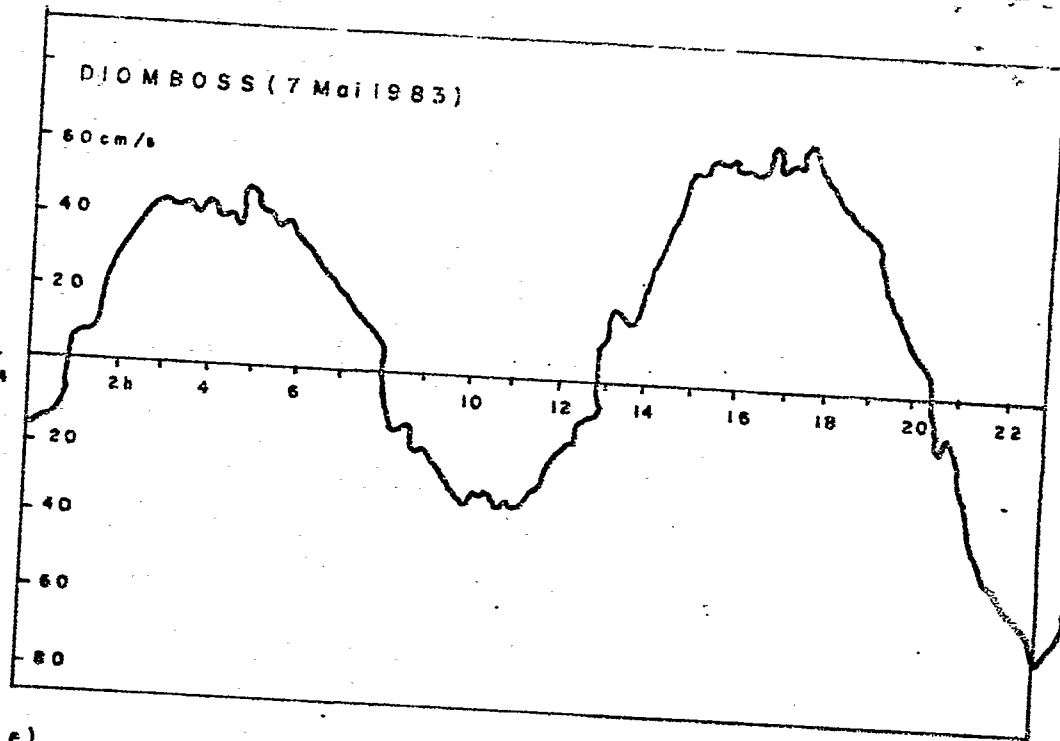
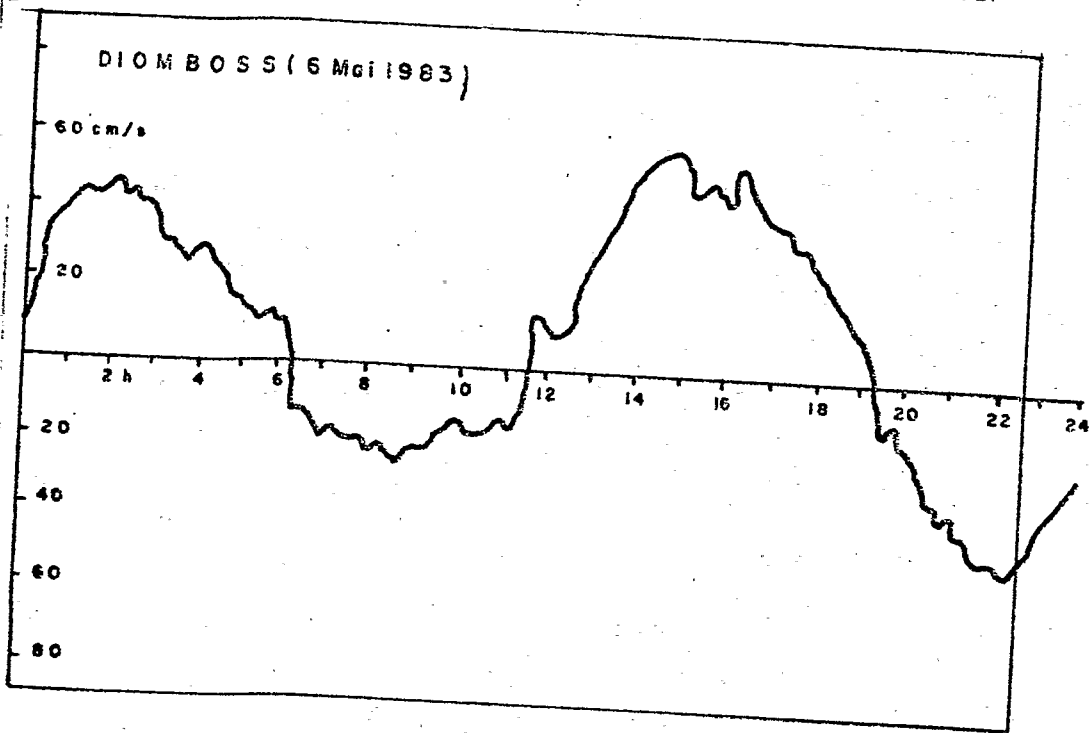
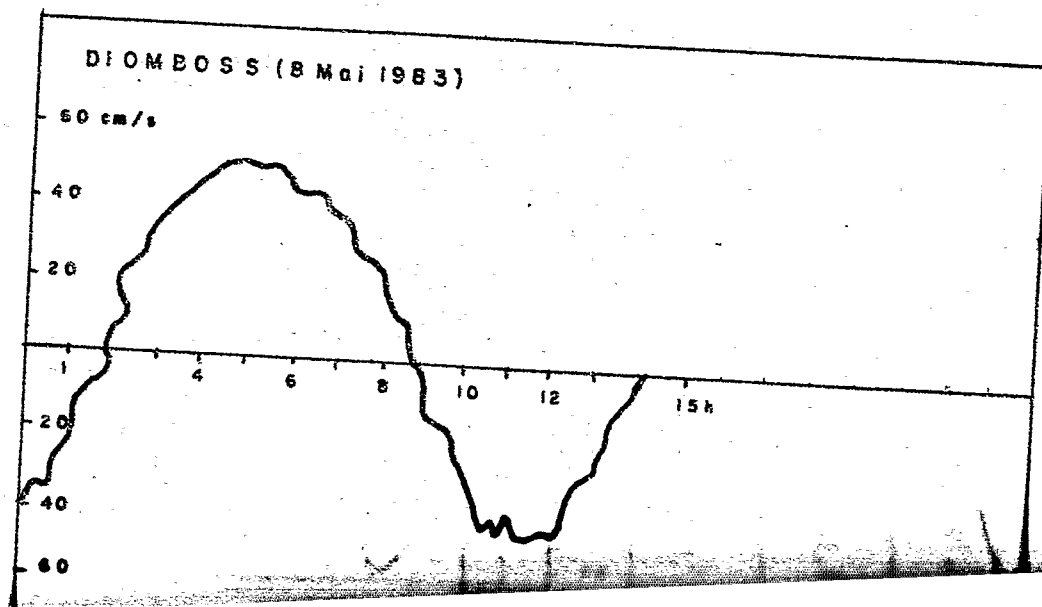


FIG. 6 (suite)



08.05.83	F	01.55	08.55	7.00	51	2838	65,6
	J	08.55	13.55	5.00	46	1856	

Tabl. I : Caractères des cycles de marée dans le Diomboss et facteur de restitution de l'eau.

(Q représente une valeur proportionnelle au débit et obtenue par planimétrage ; voir explications dans le texte).

Notons que les 11 cycles de marée mesurés ont duré 137 h 20 soit une moyenne de 12 h 29 mn par marée.

2. Vitesses maximales atteintes

Les résultats de la série de mesures du 1^{er} mars 1983 ne sont pas exploitables sauf en jusant (1,18 m/s en surface ; 0,94 m au fond) car seule la seconde partie du flot correspondant a été saisie ; or les longues séries de mesures (fig. 6) montrent que généralement le pic de vitesse de flot est atteint dans la première moitié de l'alternance.

Les résultats pour les autres points de mesures de vitesse instantanée sont indiqués dans le tableau II et pour l'enregistrement du Diomboss dans le tableau I (colonne 6).

		Flot (cm/s)	Jusant (cm/s)
DIOMBOSS	Surface	56	44
	Fond	35	31
BANDIALA	Surface	42	44
	Fond	21	26
SALOUM	Surface	90	77
	Fond	40	46

Tabl. II : Valeurs maximales de vitesse en flot et jusant dans les 3 bras principaux du delta du Saloum.

La variabilité que l'on obtient sur l'enregistrement en continu

dans le Diomboss interdit d'établir une comparaison directe entre les valeurs représentées dans le tableau II qui n'ont pas été obtenues simultanément (même les mesures du 8 mai dans le Diomboss et le Bandiala sont successives et non concomitantes).

3. Facteur de restitution de l'eau

Le facteur de restitution de l'eau est le rapport en pourcentage du débit du jusant (Q_J) au débit du flot qui le précède (Q_F). L'estimation du rapport est fondée sur l'hypothèse que le problème peut être considéré comme bidimensionnel, la vitesse variant seulement sur la verticale selon une loi linéaire (Rapport Final n° 1, p. 31). De ce fait, le débit d'une alternance varie comme l'intégrale au cours du temps du vecteur vitesse moyenne. En d'autres termes, le rapport des débits Q_J/Q_F est comme le rapport de la surface planimétrée sous la courbe de variation de vitesse moyenne ou de vitesse de surface si -nouvelle hypothèse- on présume que la loi linéaire de décroissance est la même en jusant et en flot.

Sous réserve de vérifications ultérieures de ces hypothèses tenant aux répartitions horizontale et verticale des vitesses et compte tenu du fait que, dans l'évaluation recherchée, l'ordre de grandeur est plus important que l'exacte mesure en un point, il est possible de calculer le Facteur de Restitution de l'eau

Ce facteur s'établit à 76,8 % dans le Diomboss les 7 et 8 mai 1983 et à 73,2 % dans le Saloum le 30 mai. Aucune évaluation n'est disponible pour le Bandiala car la série de mesures n'est pas complète. En outre, ce chenal en raison de son étroitesse répond difficilement à l'hypothèse faite du chenal "infiniment large" (Rapport Final n° 1, p. 41). Il n'a enfin pas la même importance que le Saloum et le Diomboss.

La série des 11 alternances mesurées en continu au Sud de l'île de Gouk indique des valeurs du Facteur de Restitution comprises entre 52,4 et 90,2 ; la moyenne s'établit à 61,8 % : (tabl. I, dernière colonne).

En tenant compte de la valeur obtenue au cours de la 1^e phase ($Q_F/Q_J = 79,3$ %), on voit que le débit du jusant peut être estimé entre 60 et 80 % de celui du flot en moyenne.

4. Remarques

Quelques points complémentaires méritent d'être soulignés.

a) Propagation de la marée dans le Diomboss

Le 7 et le 8 mai (entre 13 h et 02 h 30), les vitesses de surface ont été mesurées simultanément dans le Diomboss en 2 points situés à 15 km l'un de l'autre (respectivement 15 et 30 km de l'embouchure).

Les courbes sont indiquées dans la figure 7.

Le module moyen de la courbe locale de vitesse est, en amont, plus faible qu'en aval. Un déphasage de 15 à 30 minutes s'observe entre les débuts de flot aux deux stations tandis que les débuts de jusant sont pratiquement synchrones.

Le pointage, demi-heure par demi-heure, des couples de valeurs en Flot (F sur la figure 8) et en Jusant (J sur cette figure) montre que le type de correspondance est le même. Dans les deux cas la variation est directe ; quand la vitesse croît en aval, elle croît aussi en amont. En outre en flot (la pénétration de l'onde de marée en aval commande la vitesse en amont) comme en jusant (la restitution de l'eau en amont est responsable de la vitesse de l'écoulement en aval), le taux de variation de la fonction est plus rapide que celui de la variable. La fonction est donc croissante.

En flot, ce résultat est très significatif et confirme la notion de "bouchon atténuateur" dégagée lors des travaux de la première phase. En effet un accroissement de la vitesse, interprété, en l'absence de variation sensible de la surface mouillée dans les bras principaux (Rapport Final n° 1, p. 40), comme l'expression d'un identique accroissement de débit doit, si la surface mouillée se conserve, se répercuter par un accroissement de vitesse dans les mêmes proportions quelle que soit la section considérée. Le taux d'accroissement, plus fort en amont, pendant le flot, signifie donc que la surface mouillée s'y réduit. Cela ne peut s'expliquer que sur un retard de transmission de la masse d'eau entrante au niveau du bouchon atténuateur constitué par les mangroves bien développés dans le centre du delta.

En jusant, l'explication peut être fondée sur les rapports particuliers entre variations des niveaux et variations des courants dans un

FIG. 7 - COURBES DE VARIATION SIMULTANEE DES VITESSES DE COURANT DANS LE DIOMBOSS

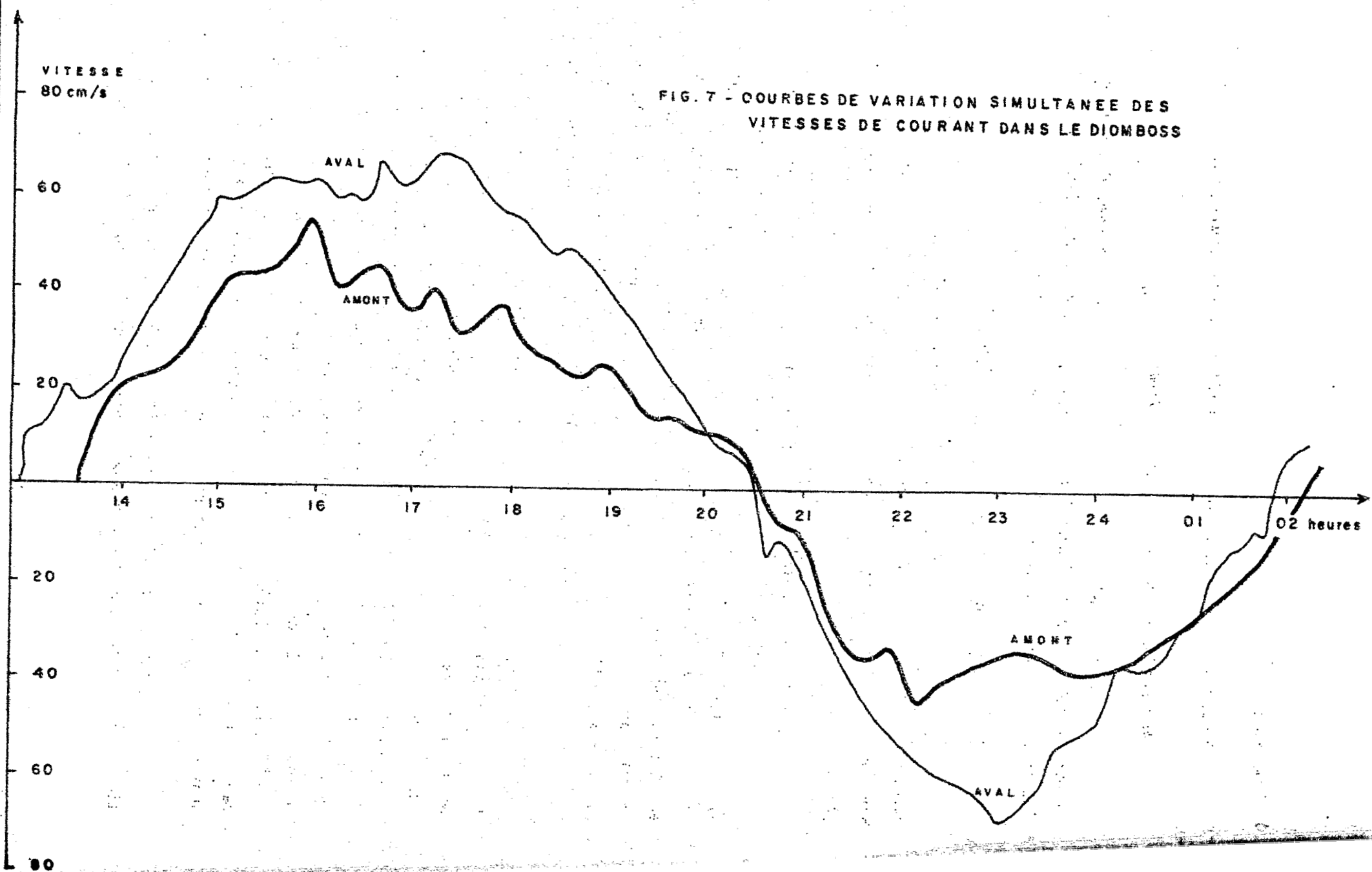
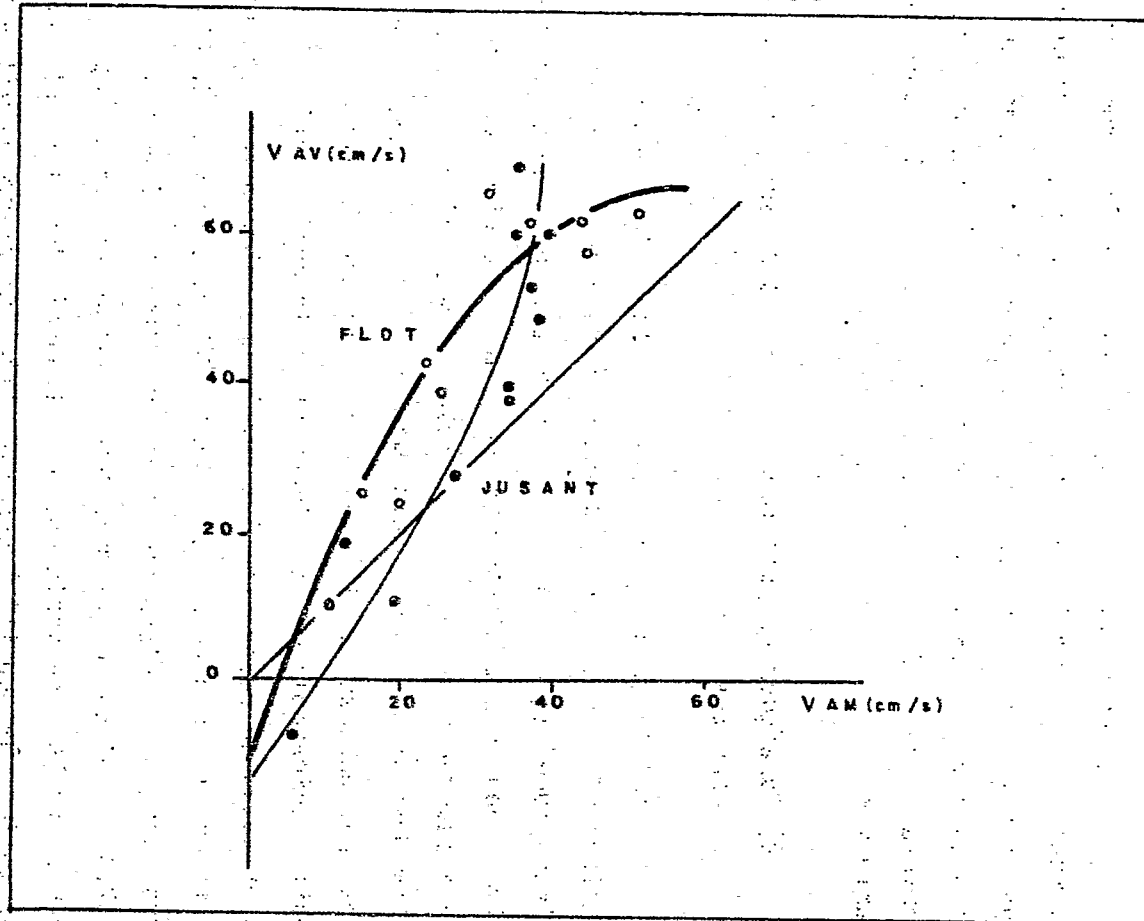


FIG. 8- RELATION ENTRE LES VITESSES AMONT-AVAL
DANS LE DIOMBOSS



système présentant un tel ralentisseur d'échanges (cf. Rapport Final n° 1, p. 36, fig. 17). Comme le taux de chute de niveau pendant le descendant est maximale dans la partie du cours la moins affectée par le bouchon atténuateur (puisque la plus près de l'embouchure), les vitesses y sont globalement plus accrues qu'en amont.

Ces observations soulignent le caractère très complexe du mécanisme hydraulique du fonctionnement estuarien inverse. Sa compréhension implique une modélisation mathématique qui ne peut être abordée qu'après une phase d'analyse très détaillée en nature de façon à bien reconnaître tous les phénomènes mais aussi à quantifier valablement les facteurs et leurs taux de variation.

b) Conséquences possibles sur le biseau salé et les phénomènes connexes

Le biseau salé, pénétration d'un coin d'eau de mer au fond de l'estuaire, ne peut se former dans un système réglé par une absence d'afflux d'eau douce et, en conséquence du déficit hydrique, par une importation massive d'eau de mer. Par contre on peut concevoir l'existence d'un *coin sur-salé inverse* représentant l'écoulement vers l'aval de l'eau de mer concentrée dans le système évaporatoire. Si tel est le cas, ce qui reste à démontrer par une exploration adéquate, l'importance théorique du phénomène serait considérable et, pratiquement, cela expliquerait la concentration des particules en suspension à l'entrée des embouchures sur cette partie des côtes africaines (DIOP E.S., BARUSSEAU J.P. et SALL M. (1982). Le coin salé fonctionne de manière bien démontré comme un piège sédimentaire (ALLEN, 1972) en raison des circulations résiduelles qui y règnent et par le fait que la turbulence marine ne peut franchir les gradients nés des rapides variations de densité à son interface supérieure (CHAUSSAVOINE, comm. orale). Le "bouchon vaseux" (GLANGEAUD, 1938) des estuaires à fonctionnement entièrement ou partiellement inverse serait donc localisé en position externe et non dans l'estuaire lui-même.

BIBLIOGRAPHIE

- Rapport final de l'Atelier d'Etude des mangroves et de l'Estuaire du Saloum (Sénégal). UNESCO, BREDA, Dakar, déc. 1982.

- DIOP, E.S. et BARUSSEAU, J.P., SALL, M. (1982). - Caractéristiques hydrodynamiques comparatives de deux environnements estuariens : Saloum et Casamance. A paraître Annales de la Faculté des Lettres de Dakar.
- ALLEN, G. (1972). - Etude des processus sédimentaires dans l'estuaire de la Gironde. Thèse Etat, Bordeaux I, 314 p., 134 fig.
- GLANGEAUD, L. (1938). - Transport et sédimentation dans l'estuaire et l'embouchure de la Gironde. Bull. Soc. géol. Fr., 5^e s., VIII, 599-631.