

**DIRECTION DE L'ENVIRONNEMENT
ET DES RECHERCHES OCEANIQUES**

LES COURANTS EN BAIE DE VILAINE
Synthèse des Résultats

Guy De NADAILLAC

Marguerite BRETON



IFREMER - Centre de BREST SDP
BP. 337 - 29273 BREST CEDEX
Tél. 98 22.40.40 - Télex 940627 F

DERO - 86 .02 - EL

IFREMER
 Centre de BREST
 S.D.P.
 B.P. 337
 29273 BREST CEDEX
 Tél. : 98.45.80.55
 Télex 940 627

DIRECTION ENVIRONNEMENT
 ET RECHERCHES OCEANIQUES

DEPARTEMENT ENVIRONNEMENT LITTORAL

AUTEUR(S) : Guy de NADAILLAC Marguerite BRETON		CODE : N° <u>DERO 86.02-EL</u>
TITRE Les courants en baie de Vilaine Synthèse des résultats		Date : 20 janvier 1986 Tirage nb : 80 Nb pages : 34 Nb figures : 27 Nb photos :
CONTRAT (intitulé) N° _____		DIFFUSION Libre X Restreinte Confidentielle
<p><u>RESUME</u> :-Quatre mouillages de deux courantomètres ont été réalisés en baie de Vilaine. Ils ont duré 4 mois et demi. Ils permettent de connaître les courants de marée, les excursions de marée et des schémas de circulation résiduelle. Celle-ci est essentiellement due au vent et peut s'inverser pour des conditions météorologiques différentes. La présence d'une stratification donne une inversion entre la surface et le fond. —</p> <p><u>ABSTRACT</u> :-4 moorings with two currentmeters have been achieved in the bay of Vilaine. They lasted 4 months. Tidal currents and residual circulation main features are given. The latter is essentially driven by the wind and can reverse for different meteorological conditions. When stratification exists, surface currents are opposite to bottom currents. —</p>		
Mots-clés : Courants, Vilaine, marée		
Key words : Currents, Vilaine, tide		



Ifremer Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer

AVANT - PROPOS

Suite à des mortalités massives de poissons survenues dans la baie de Vilaine durant l'été 1982, il a été lancé en 1983 une série de travaux scientifiques destinés à comprendre les mécanismes et les causes du phénomène et, dans la mesure du possible, à proposer des mesures visant à en prévenir le retour. Depuis lors, l'apparition plus ou moins régulière dans cette zone de l'espèce phytoplanctonique Dinophysis acuminata, responsable d'intoxications diarrhéiques par l'intermédiaire des moules, a conduit à élargir le champ des investigations.

Les travaux ont été financés initialement par le Secrétariat d'Etat à la Mer, auquel d'autres partenaires se sont joints depuis lors (Secrétariat d'Etat à l'Environnement, Agence Financière de Bassin Loire-Bretagne, Etablissements Publics Régionaux de Bretagne et des Pays de Loire, Conseils Généraux du Morbihan et de Loire Atlantique). La coordination des travaux a été confiée à l'Association Halieutique du Mor Bras qui a été créée à cette occasion.

De par sa mission, l'IFREMER était directement concerné par les événements précités, et il a été amené à autofinancer la plus grande partie des travaux qu'il a effectués. Une campagne de courantométrie a été réalisée du 10 mars au 10 septembre 1984 de façon à connaître l'hydrodynamique de la région. 3 mouillages sur 4 ont été sous-traités au SHOM (Service Hydrographique et Océanographique de la Marine) par l'Association Halieutique.

LES COURANTS EN BAIE DE VILAINE SYNTHÈSE DES RESULTATS

Introduction

Une campagne de courantométrie a eu lieu en baie de Vilaine du 10 avril 1984 au 6 septembre 1984. Elle avait pour but de mieux connaître la circulation des masses d'eau.

Ce rapport donne les résultats de l'interprétation. Par ailleurs, ceux-ci sont commentés et argumentés dans un rapport technique :

"les courants en Baie de Vilaine : présentation et interprétation des mesures", rapport interne IFREMER DERO-85.08-EL.

I - Présentation des données

Le SHOM a équipé 3 mouillages, tandis que l'IFREMER prenait à son compte le mouillage au 4ème point (OXYMOR). Le SHOM a, en outre, fourni un marégraphe qui a été disposé à OXYMOR.

La figure 1 donne les emplacements des mouillages. La figure 2 montre le mouillage proprement dit avec un courantomètre en surface et un autre au fond.

Le fouling et des problèmes de fonctionnement interne des appareils font que 84 % des mesures sont exploitables. La figure 3 donne les durées pendant lesquelles les appareils ont marché.

Les mesures de courant sont moyennées sur 10 minutes. La houle est donc filtrée.

La température de l'eau a été enregistrée à la station OXYMOR en surface et au fond.

Le vent a été enregistré avec une station automatique prêtée par la Météorologie Nationale. Il est moyenné sur 6 minutes.

Toutes ces données ont été prétraitées. Les petites lacunes dans les mesures ont été comblées par interpolation.

Les tableaux 1 et 2 donnent les valeurs caractéristiques des courants (courants moyens, maxima) et les directions privilégiées probables de flot et de jusant.

Les valeurs sont plutôt faibles par rapport à ce qu'il est possible d'observer dans le golfe Normano-breton ou la Baie de Seine.

LES ZONES I ET II CORRESPONDENT
AUX SECTEURS PLANIMETRES

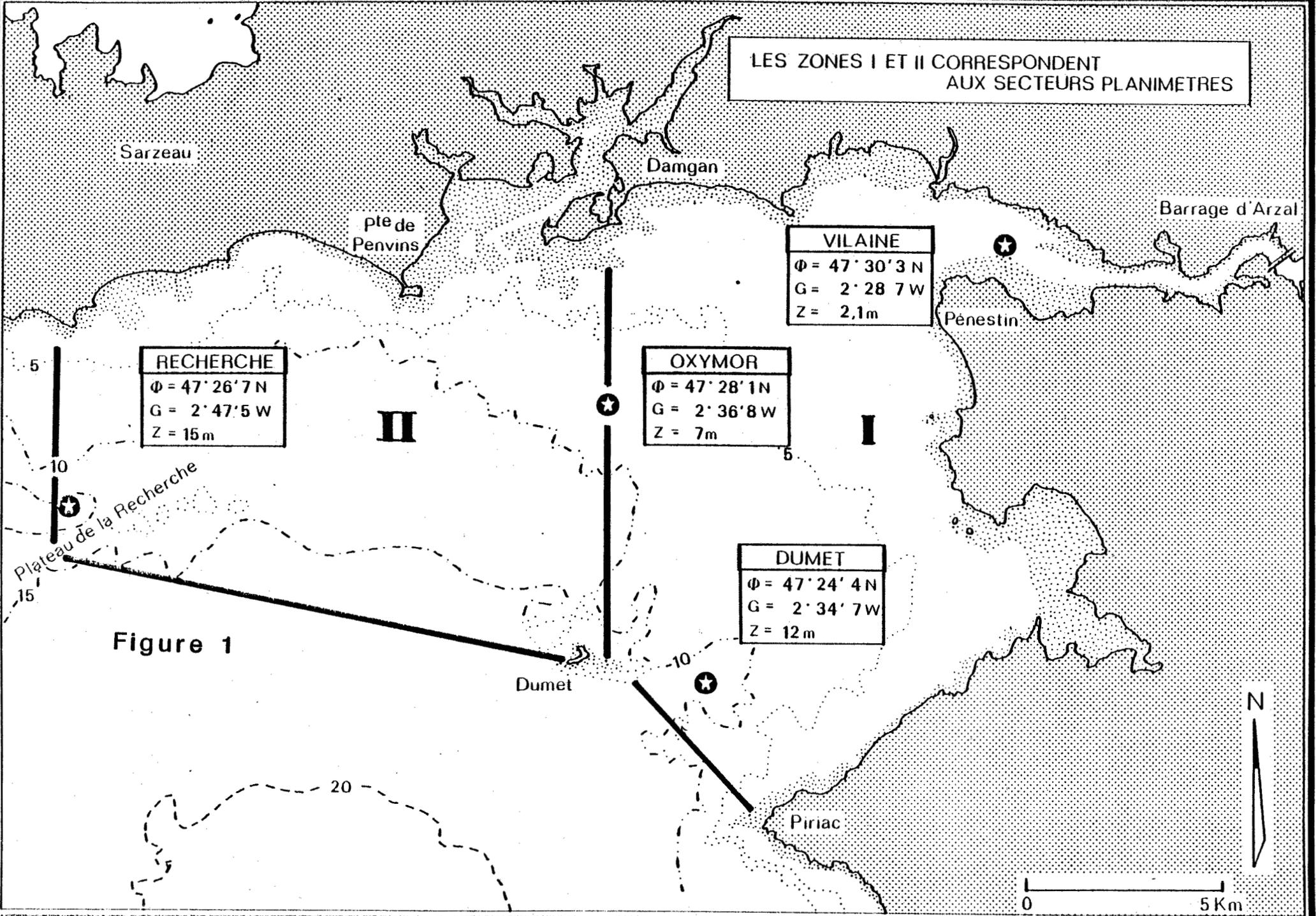


Figure 1

Mouillage au Fond
par Potence

Feu jaune
5 éclats en 10s; période 20s.

Mouillage de Surface

Figure 2

Mouillages de fond
et de surface
(KERDREUX et L'YAVANC, 83)

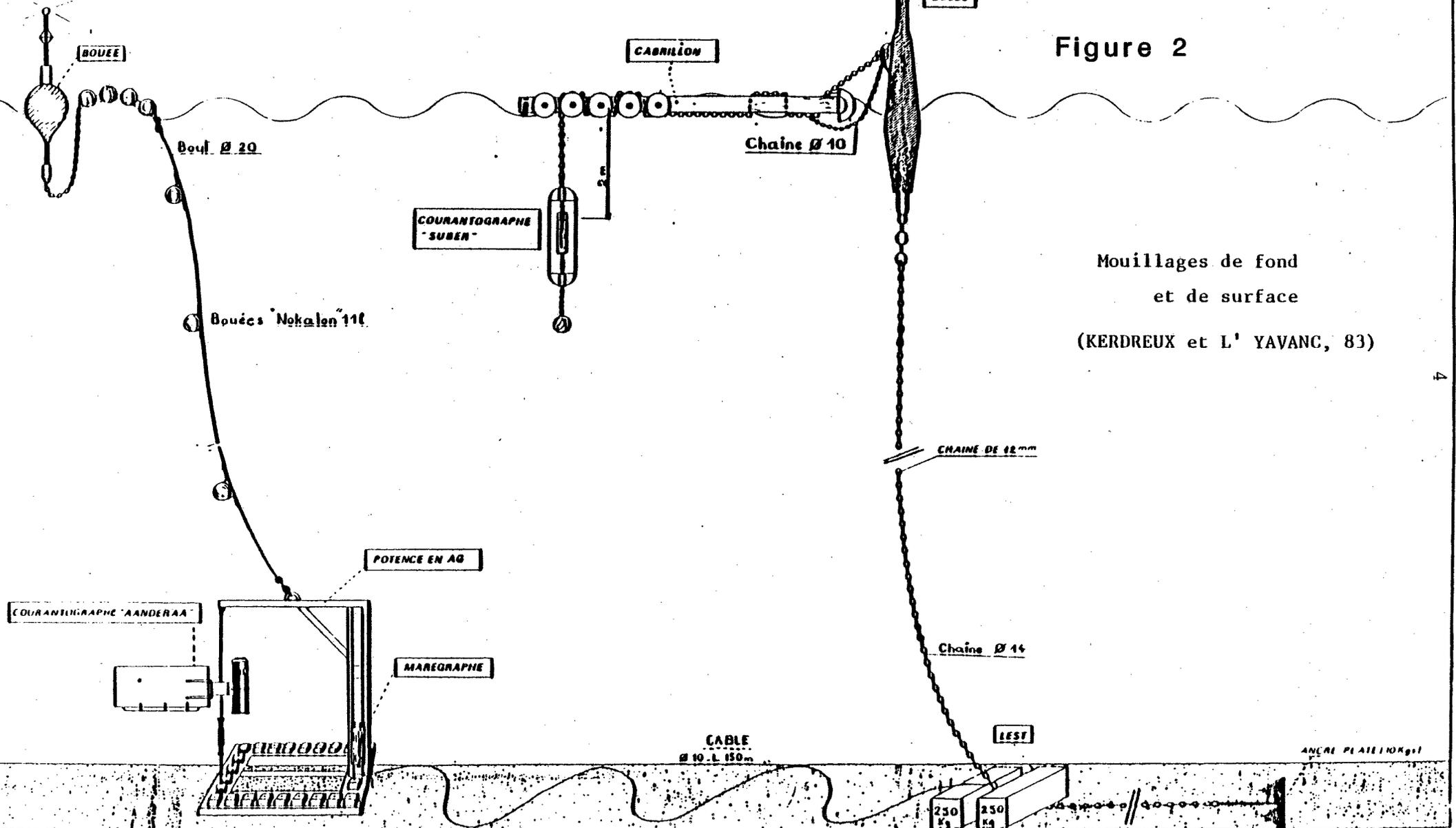


Figure 3

**DUREE DES MESURES VALIDEES
APRES INTERPOLATION**

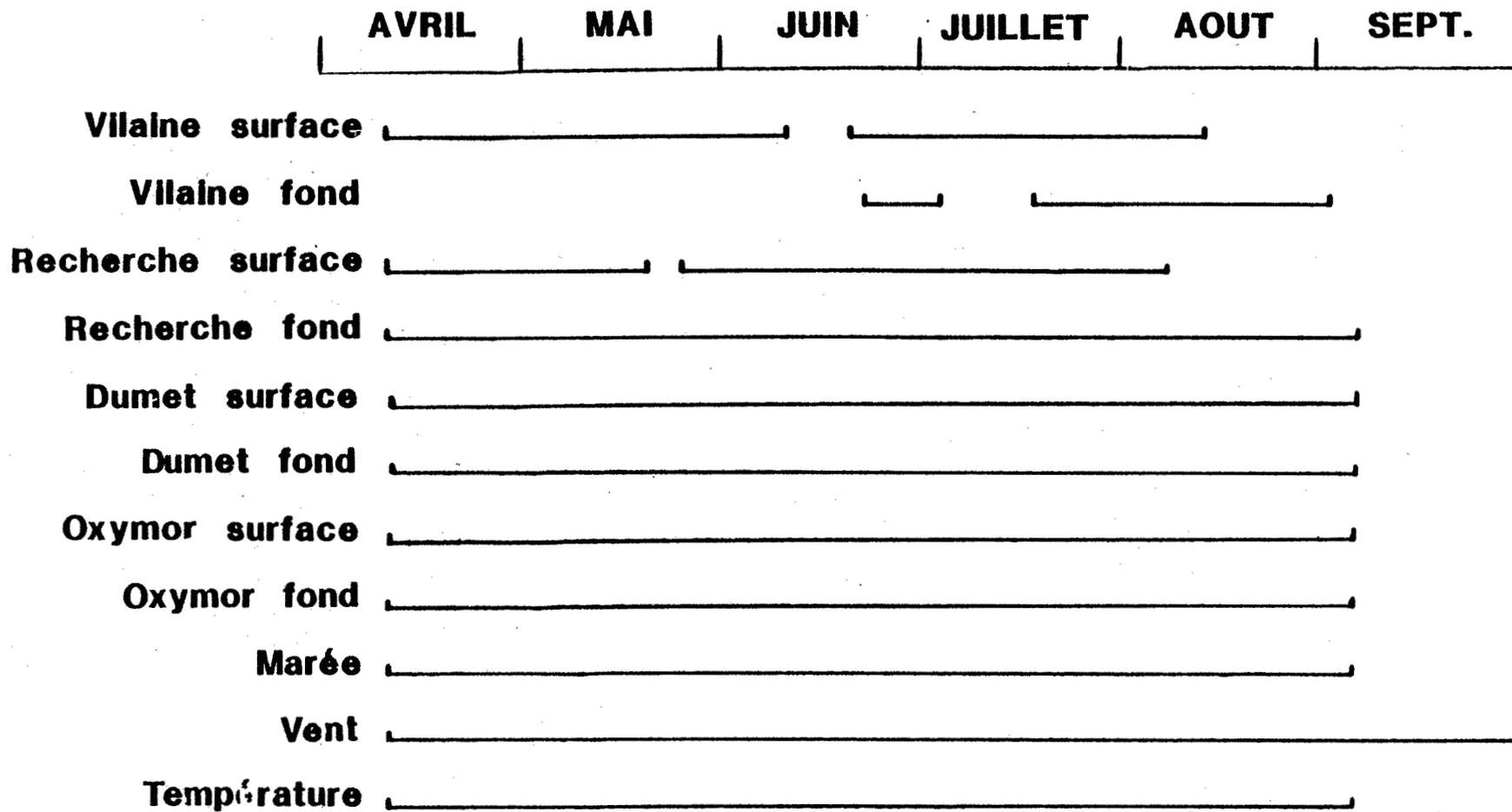


TABLEAU 1
VALEURS CARACTERISTIQUES DES COURANTS OBSERVES

Station	Moyen cm/s	Max. m/s	Minima m/s	Maxima
Recherche surface (4 mois)	E - 1.6 cm/s N - 3.3 cm/s	0.73 m/s	E - 0.7 m/s N - 0.35 m/s	E + 0.48 m/s N + 0.37 m/s
Recherche fond (5 mois)	E - 0.7 cm/s N + 0.6 cm/s	0.31 m/s	E - 0.31 m/s N - 0.17 m/s	E + 0.25 m/s N + 0.23 m/s
Dumet surface (5 mois)	E - 0.9 cm/s N - 3 cm/s	0.88 m/s	E - 0.62 m/s N - 0.74 m/s	E + 0.57 m/s N + 0.82 m/s
Dumet fond (5 mois)	E - 0.5 cm/s N - 0.4 cm/s	0.45 m/s	E - 0.26 m/s N - 0.27 m/s	E + 0.31 m/s N + 0.37 m/s
Vilaine surface (4 mois)	E - 4.5 cm/s N - 0.2	1.65 m/s	E - 1.46 m/s N - 0.75 m/s	E + 0.94 m/s N + 1.2 m/s
Vilaine fond (2 mois)	E - 0.5 cm/s N - 1.7 cm/s	1 m/s	E - 0.9 m/s N - 0.35 m/s	E + 0.6 m/s N + 0.4 m/s
Oxymor surface	E + 0.2 cm/s N - 2.9 cm/s	0.5 m/s	E - 0.5 m/s N - 0.4 m/s	E + 0.5 m/s N + 0.3 m/s
Oxymor fond	E + 0.1 cm/s N + 0.7 cm/s	0.45 m/s	E - 0.4 m/s N - 0.3 m/s	E + 0.4 m/s N + 0.3 m/s

Une composante Est (ou Nord) négative correspond à une composante Ouest (ou Sud) positive.

Le courant moyen est une simple moyenne arithmétique sur les composantes.

TABLEAU 2
DIRECTIONS PRIVILEGIEES DES COURANTS OBSERVES

Point de mesure	Flot (degres)	Jusant (degres)
Recherche surface	100 E	243 WSW
Recherche fond	63 ENE	243 WSW
Vilaine surface	117 ESE	288 WNW
Vilaine fond	117 ESE	288 WNW
Dumet surface	45 NE	225 SW
Dumet fond	45 NE	225 SW
Oxymor surface	63 ENE	230 SW
Oxymor fond	85 E	255 WSW

II - Courants de marée

Les valeurs observées des courants ont été filtrées par le filtre DEMERLIAC pour extraire le courant de marée (dont la période est inférieure à 24 h) du courant observé. La différence est appelée courant résiduel.

Les courants de marée sont présentés heure par heure pour des coefficients de vive-eau, marée moyenne et morte-eau (figures 4 à 9). On observe qu'ils sont généralement faibles.

L'excursion de marée, qu'on peut définir comme la longueur du grand axe de l'ellipse approximative que décrirait une particule d'eau au cours de la marée, est présentée dans le tableau suivant.

TABLEAU 3
EXCURSIONS ET DIRECTIONS DES COURANTS DE MAREE

Lieu	Morte-eau		Maree moyenne		Vive-eau	
	E (m)	Direction	E (m)	Direction	E (m)	Direction
Recherche						
Surface	1.250	38 - 218	1.500	47 - 227	1.750	70 - 250
Fond	400	45 - 225	1.000	?	1.150	40 - 220
Dumet						
Surface	2.000	50 - 230	3.500	45 - 225	5.250	33 - 213
Fond	700	?	1.500	40 - 220	1.750	40 - 220
Vilaine						
Surface	2.250	115 - 295	4.500	115 - 295	4.750	120 - 300
Fond	1.500	115 - 295	3.000	113 - 293	3.750	123 - 303
Oxymor						
Surface	1.250	48 - 228	2.000	50 - 230	2.500	55 - 235
Fond	750	?	1.750 m	50 - 230	1.250	55 - 235

III - Courants résiduels

III - 1 Classes de courants résiduels

Les courants résiduels peuvent avoir 4 origines :

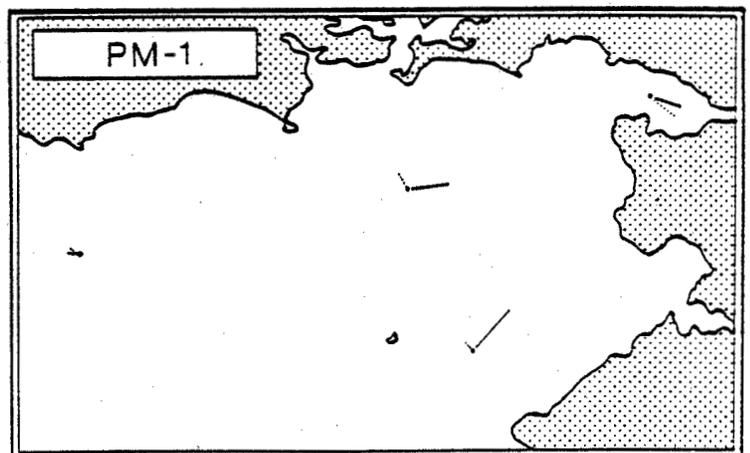
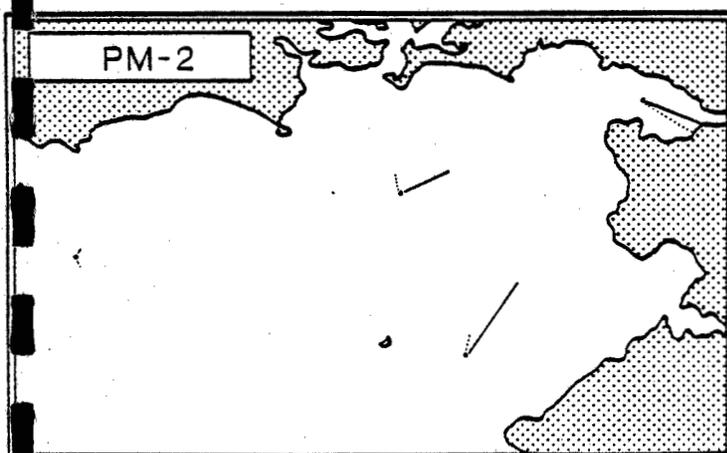
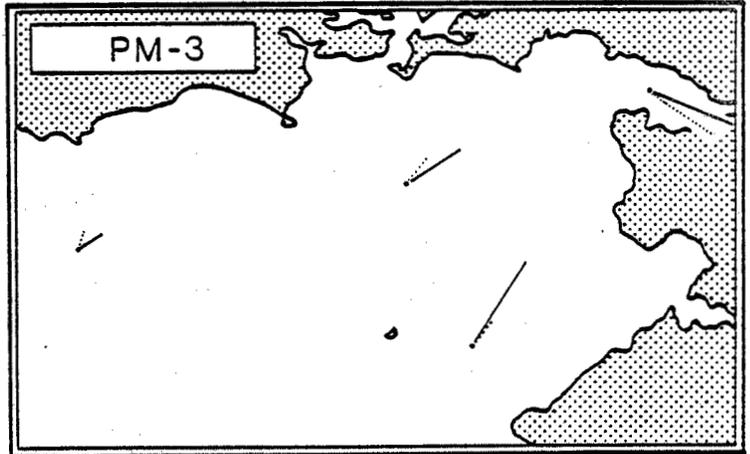
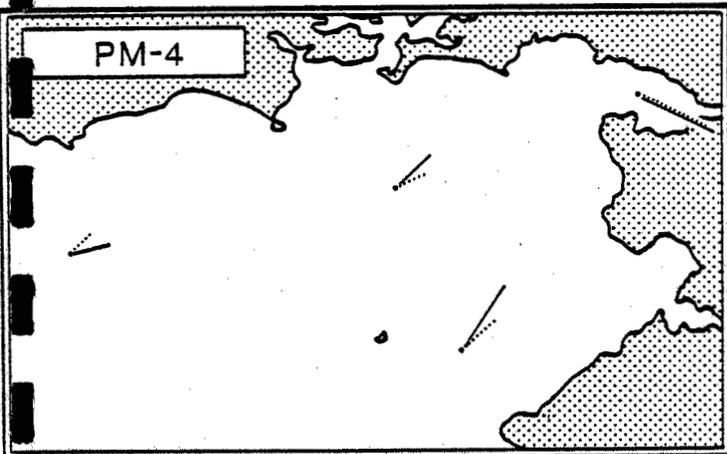
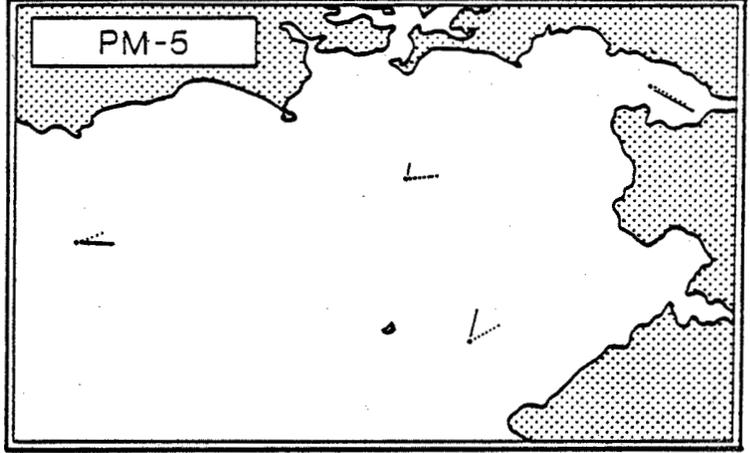
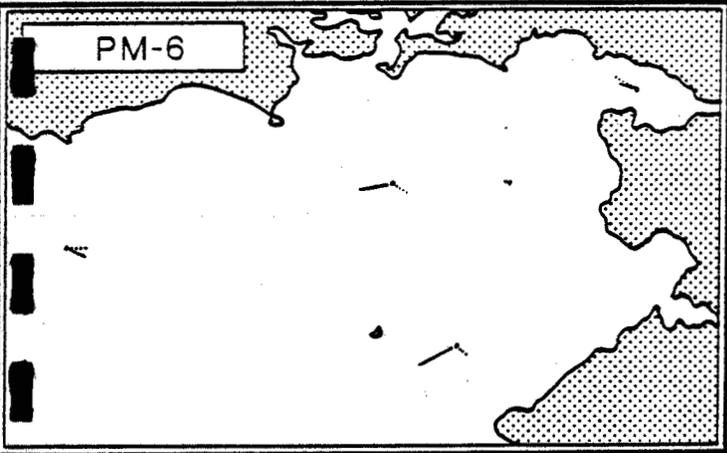
- courant de continuité dû au flux d'eau à la sortie de la Vilaine. A quelques kilomètres de l'embouchure, ce courant est faible (OXYMOR).
- Courant de densité dû au gradient de densité (c'est à dire au gradient de salinité dans le cas d'un estuaire). Les mesures de salinité effectuées au point OXYMOR sont difficilement exploitables à cause des dérives dues au fouling.

COURANTS de MAREE

VIVE EAU · Coefficient : 98

Figure 4

..... Fond
—— Surface
┌ 1m.s ─┐



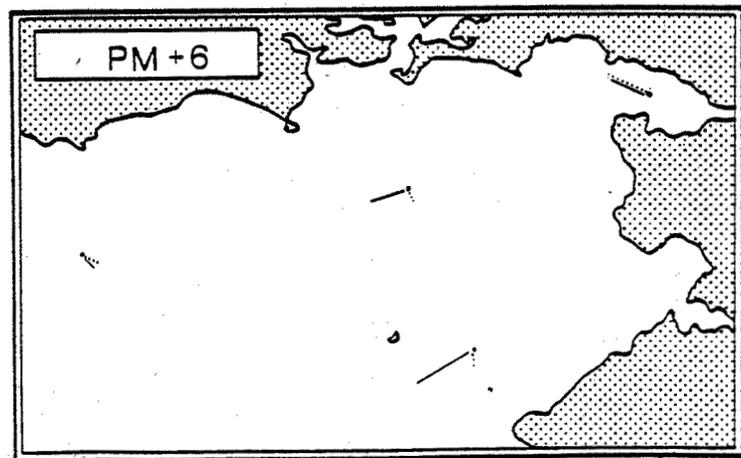
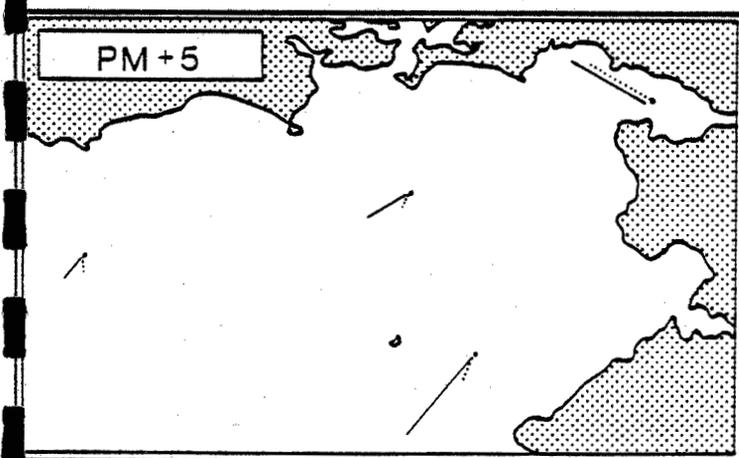
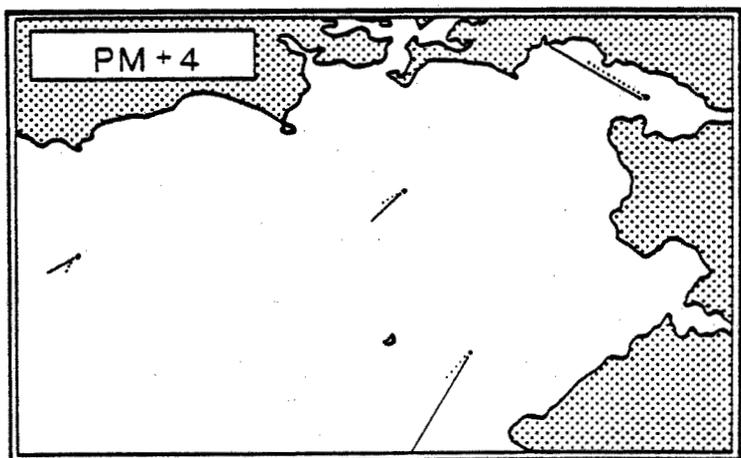
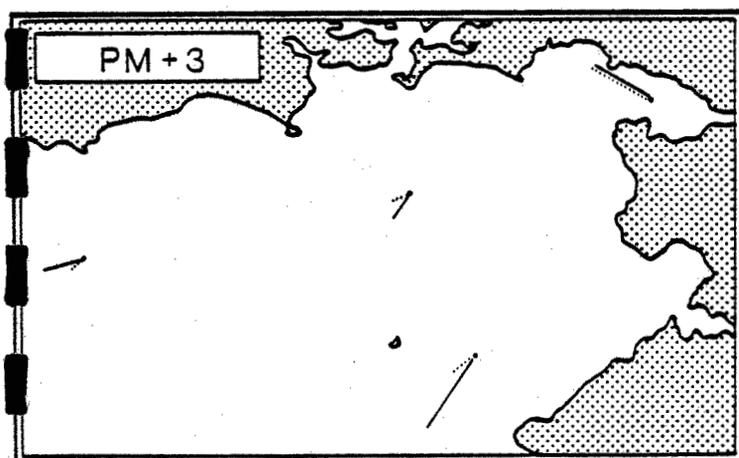
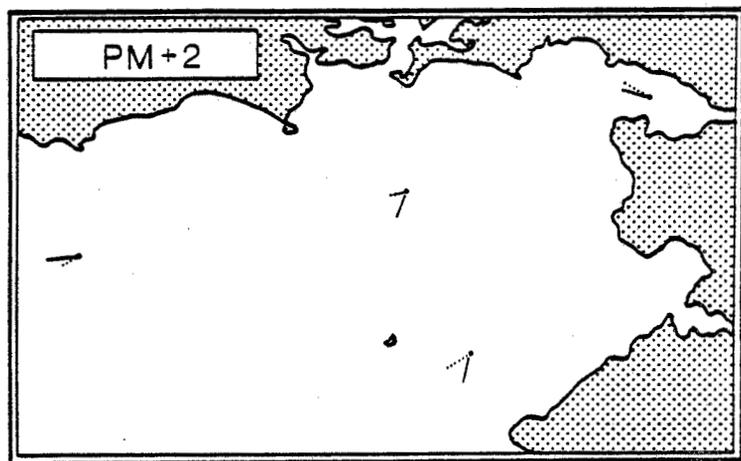
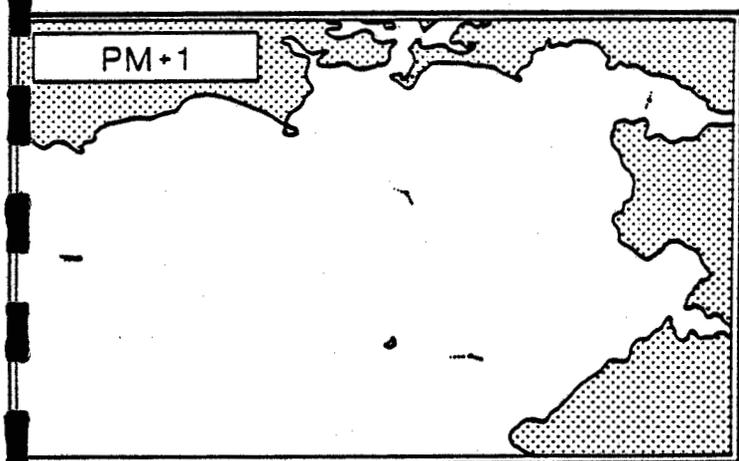
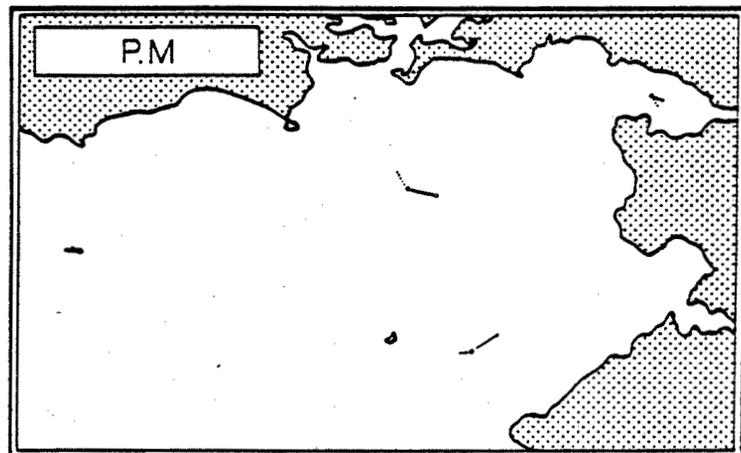
COURANTS de MAREE

VIVE EAU - Coefficient : 98

Figure 5

..... Fond
—— Surface

1m.s

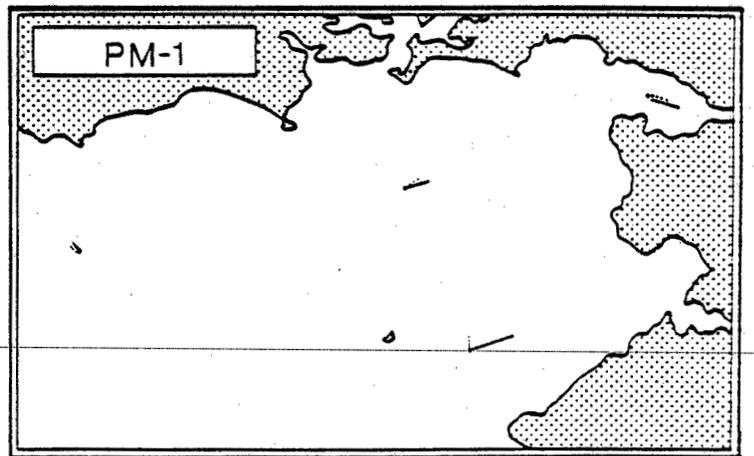
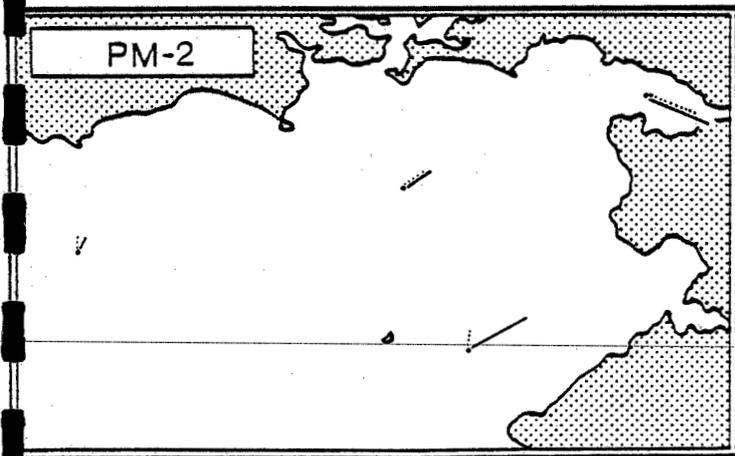
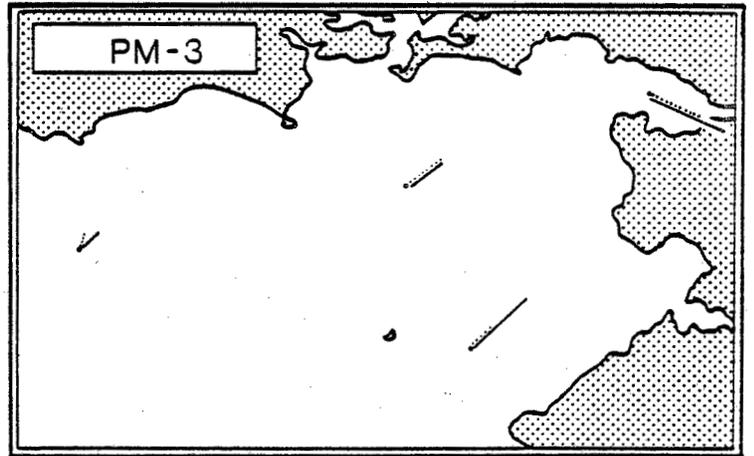
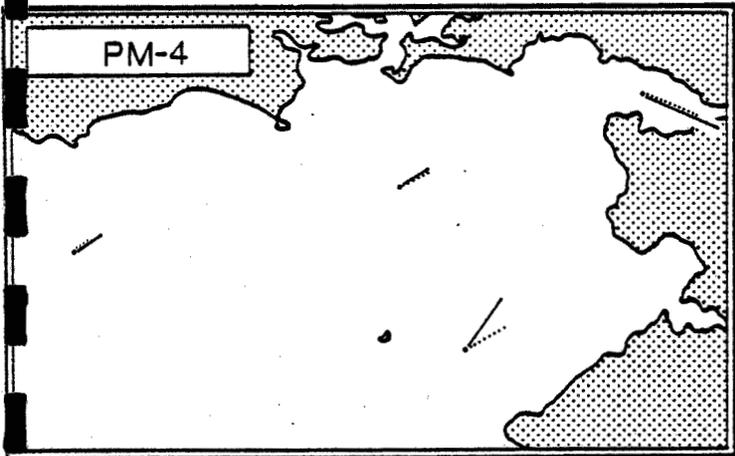
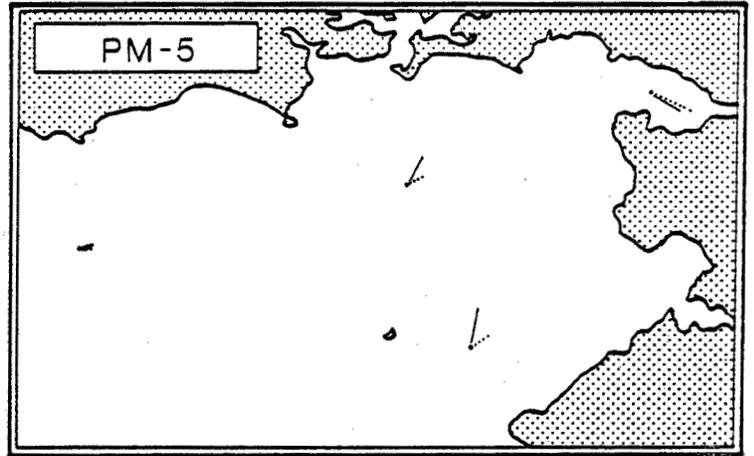
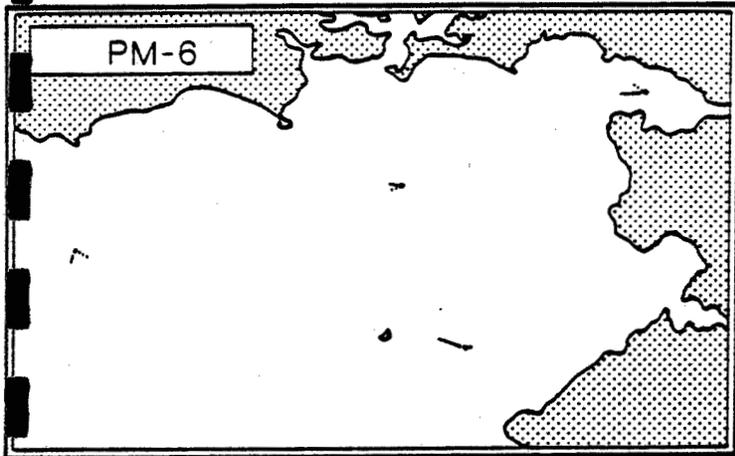


COURANTS de MAREE

Marée moyenne - Coefficient : 77

Figure 6

..... Fond
—— Surface
└── 1m.s ─┘



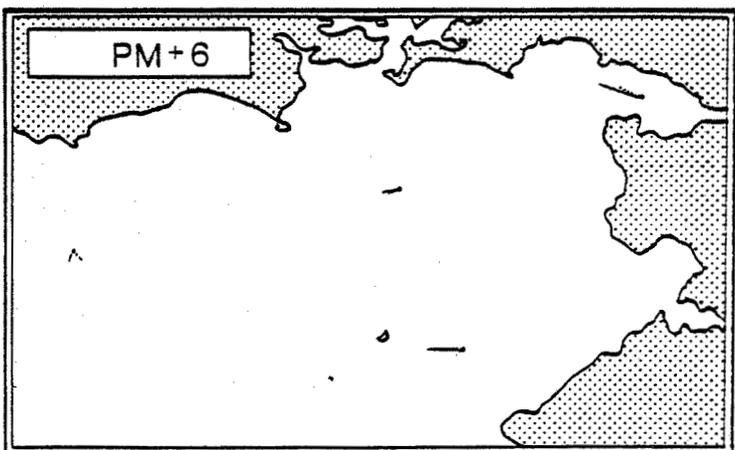
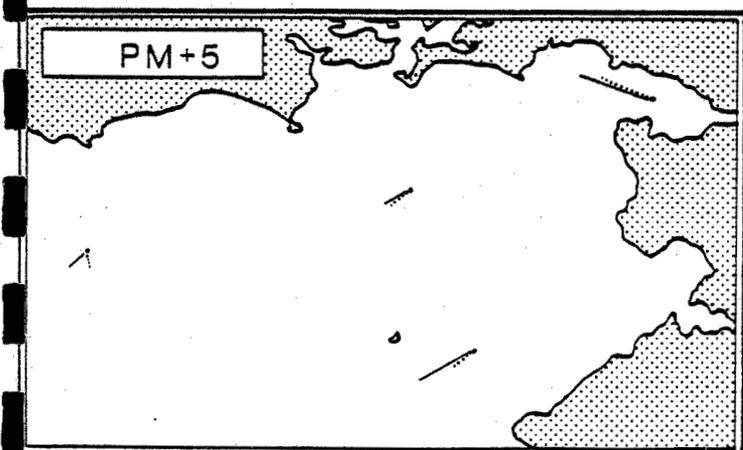
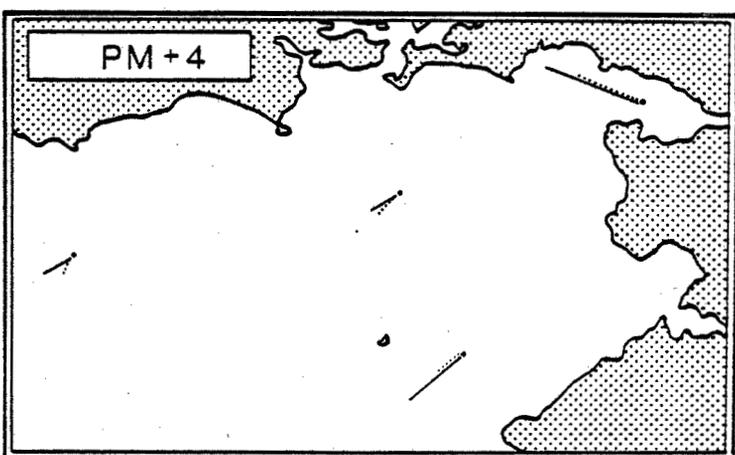
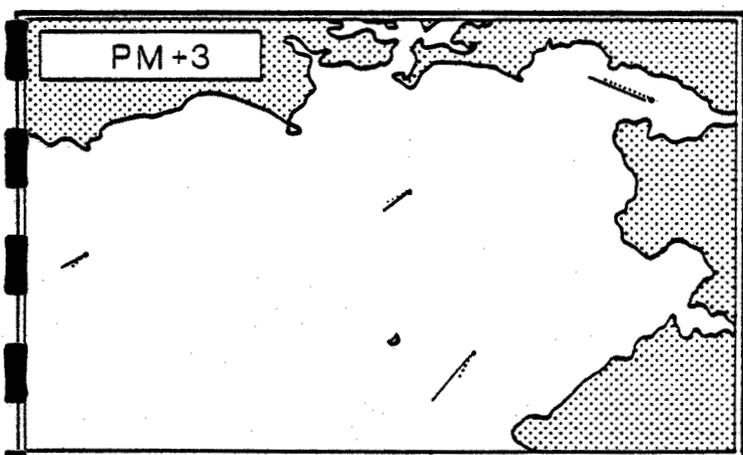
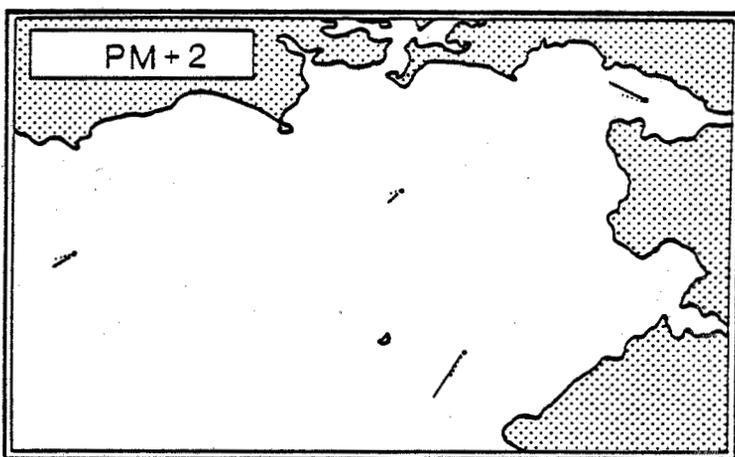
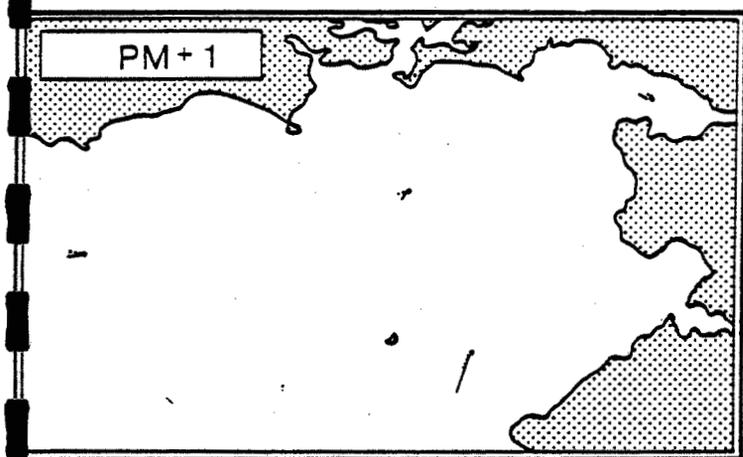
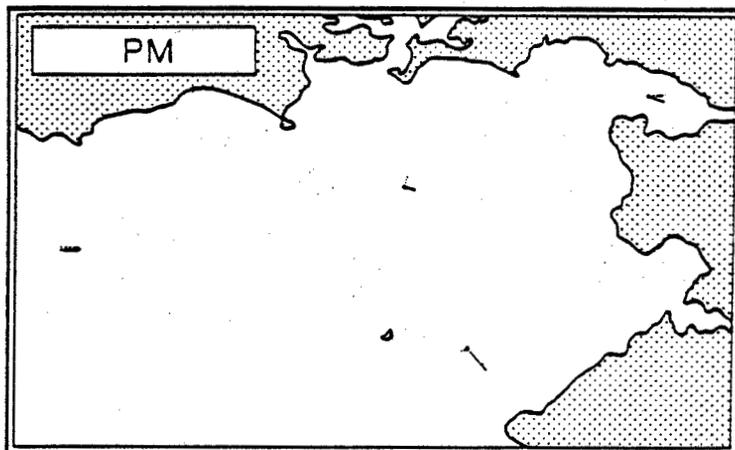
COURANTS de MAREE

Marée moyenne - Coefficient : 77

Figure 7

..... Fond
—— Surface

1m.s

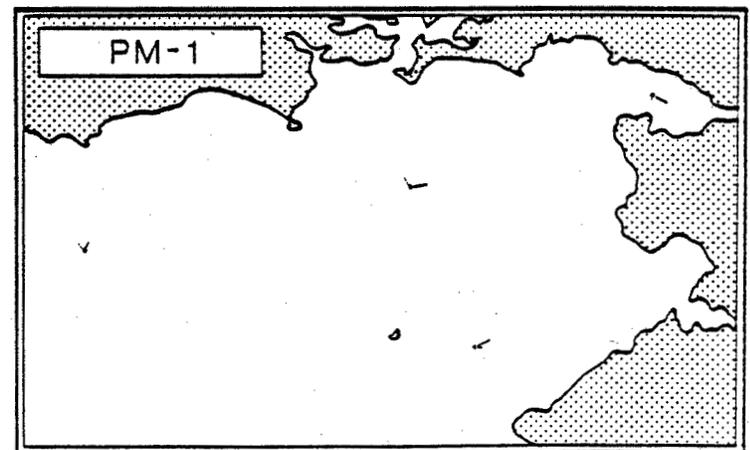
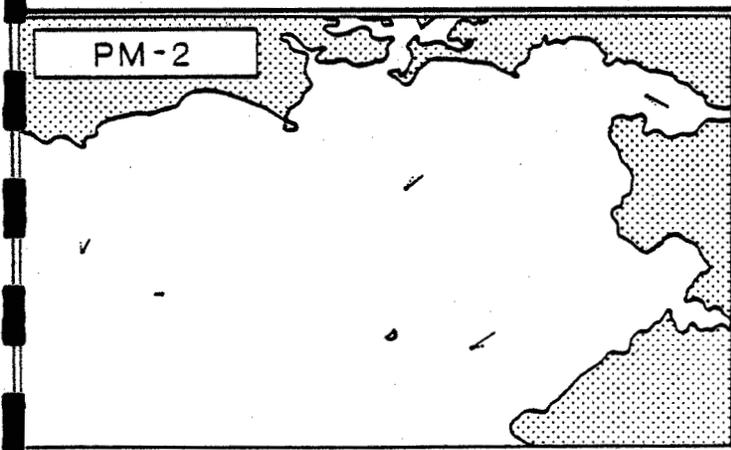
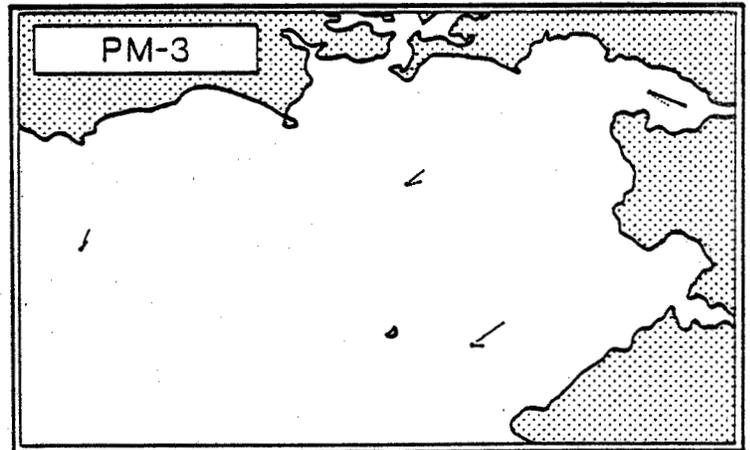
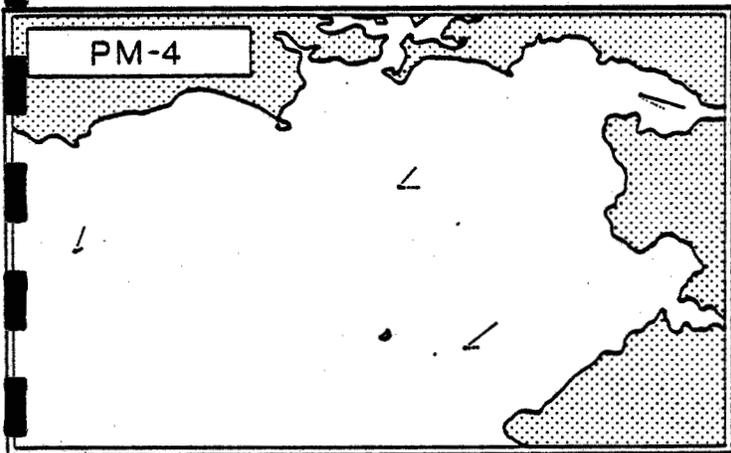
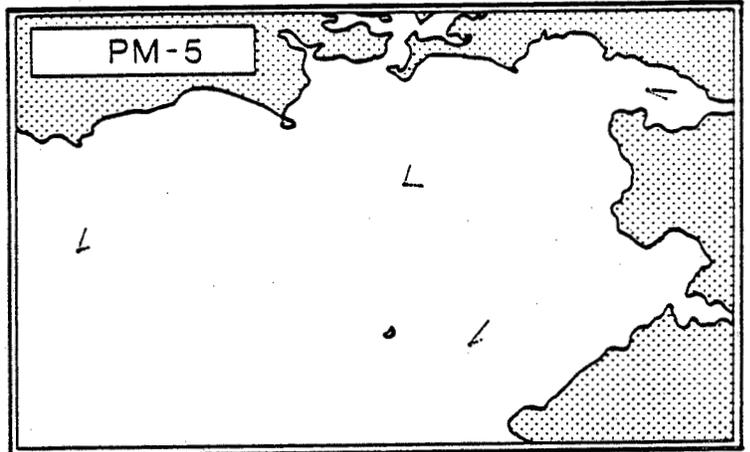
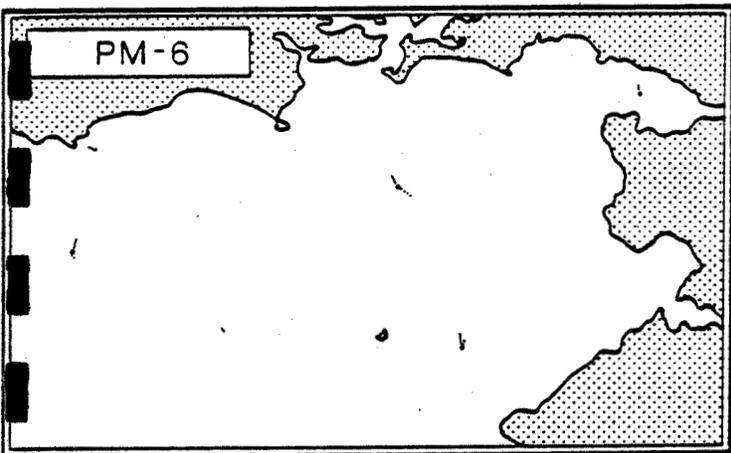


COURANTS de MAREE

Morte Eau

Figure 8

..... Fond
—— Surface
┌ 1m.s ─┘



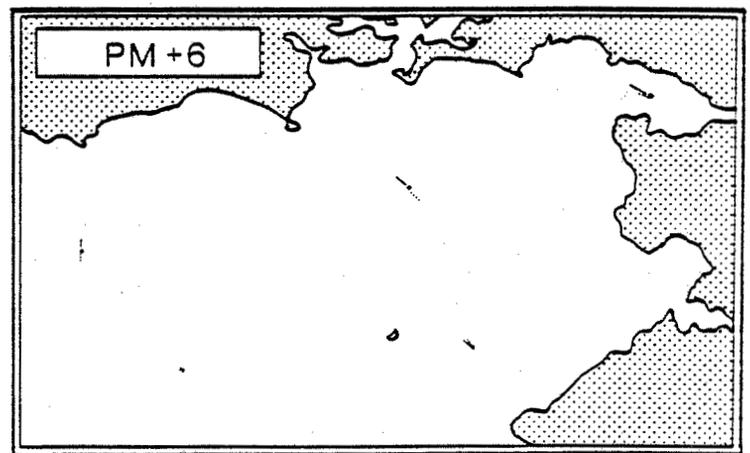
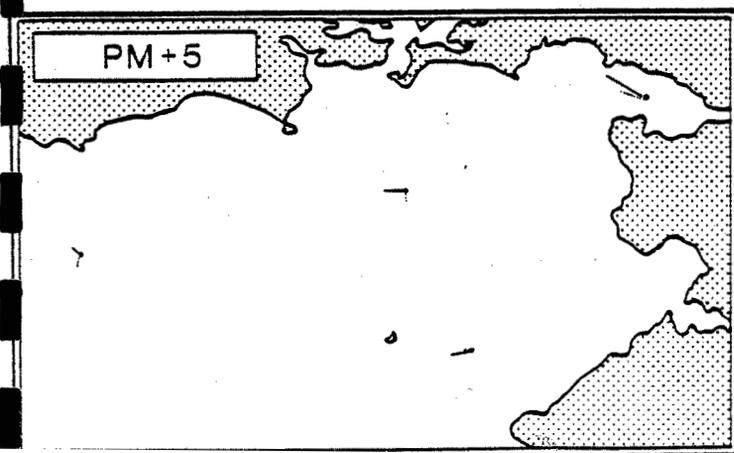
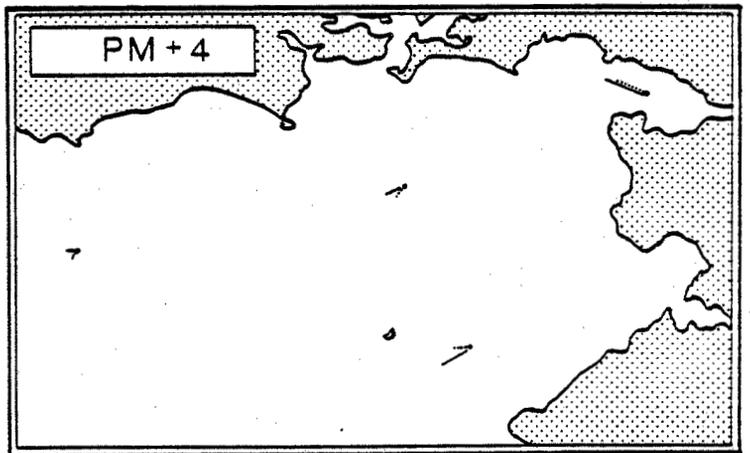
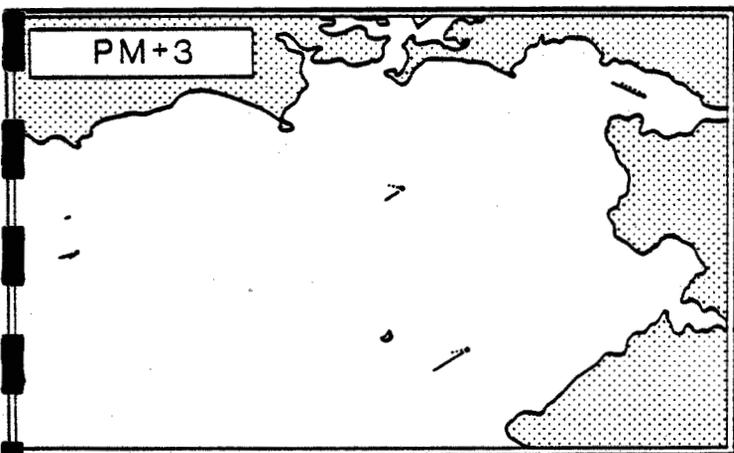
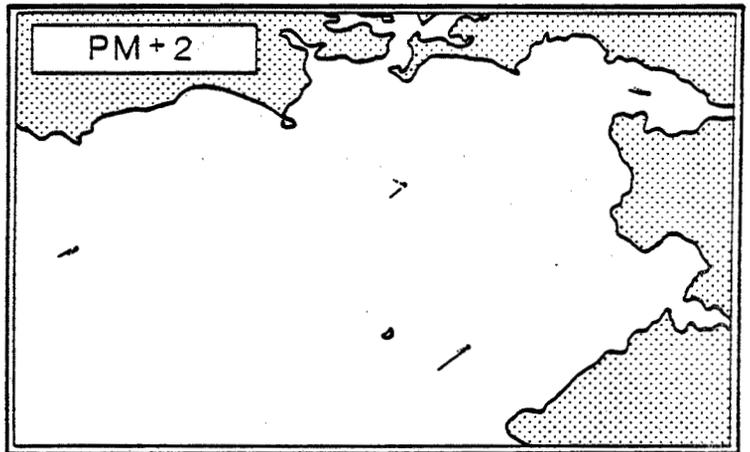
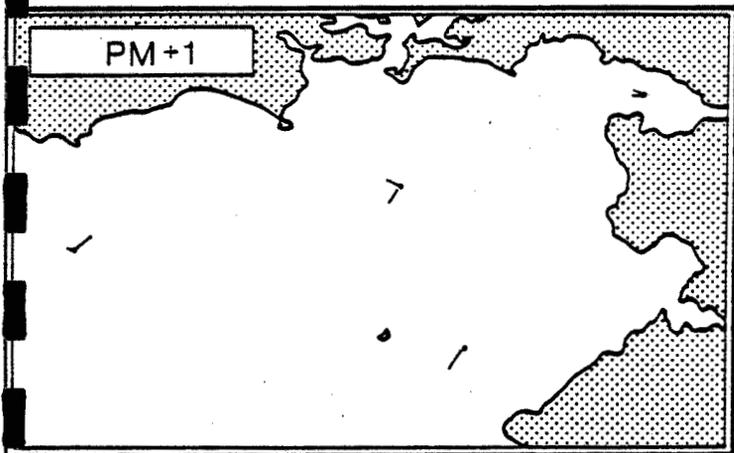
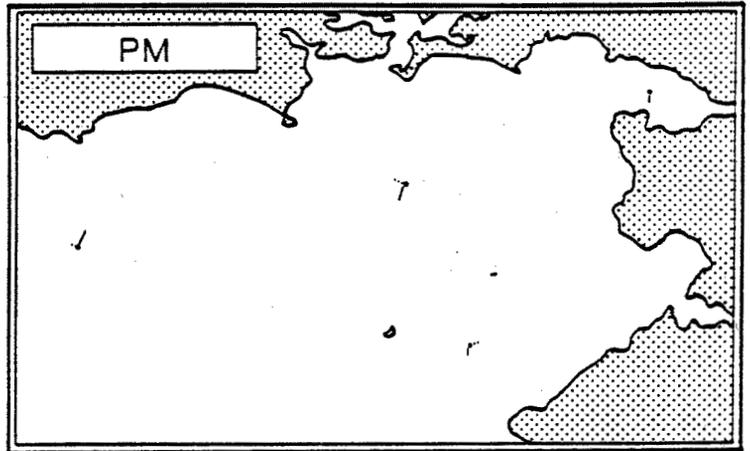
COURANTS de MAREE

Morte Eau

Figure 9

..... Fond
—— Surface

1m.s



- Courant résiduel de marée : si une différence flot-jusant est observée au cours de la marée, elle sera modulée par le coefficient (donc tous les 14 jours). Les courants de marée sont faibles ; l'influence de ce courant résiduel est donc faible.
- Courant dû au vent. Il est prépondérant.

III - 2 Courant résiduel dû au vent

Les équations montrent que, s'il y a une relation linéaire simple entre le vent et le courant, il est préférable d'utiliser la tension du vent plutôt que la vitesse. Schématiquement, la tension du vent correspond au carré de sa vitesse.

La figure 10 illustre l'évolution de la tension du vent au cours du temps. Ces valeurs sont filtrées pour éliminer les variations jour-nuit (brises thermiques). On remarquera que les vents d'Est et de Nord-Est sont faibles en comparaison des vents de Sud-Ouest.

Dans un but de simplification, l'interprétation a été effectuée avec des débits résiduels plutôt qu'avec les composantes de la vitesse de courant.

IV - Débits résiduels

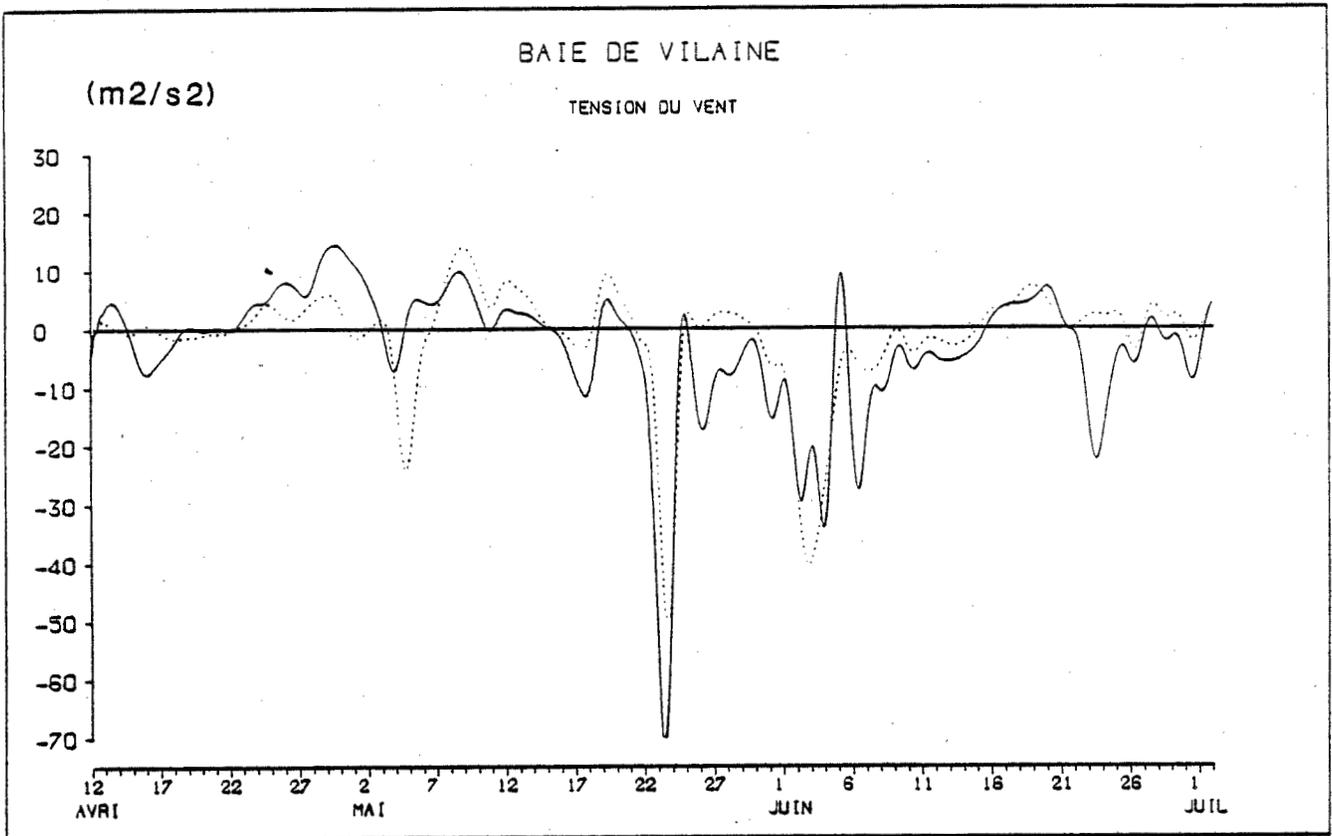
IV - 1 Volumes d'eau dans la baie

La baie de Vilaine a été divisée en deux régions (voir figure 1). Le tableau 4 récapitule les volumes et les surfaces des deux régions.

TABLEAU 4
VOLUMES ET SURFACES DE LA BAIE DE VILAINE
(cf. Figure 1)

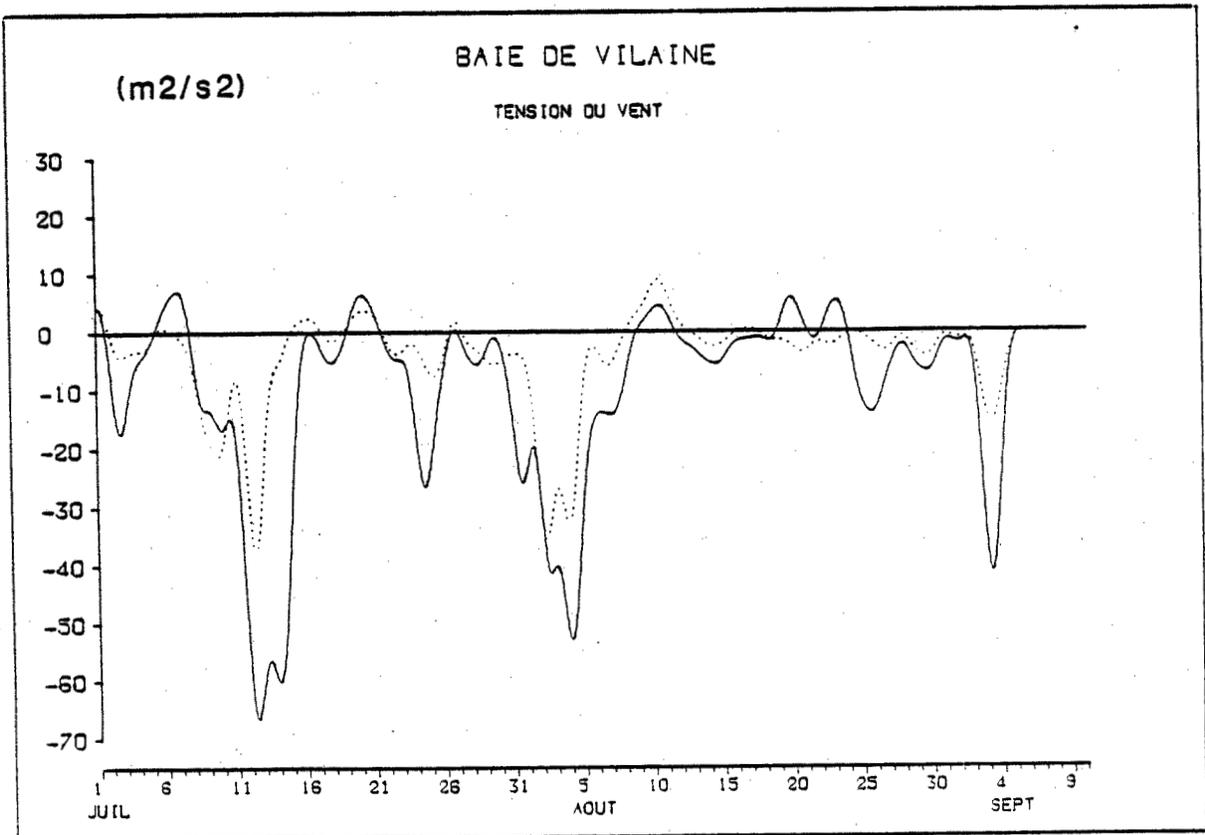
	Region I	Region II	Total
Volume d'eau au 0 des cartes marines	$565 \times 10^6 \text{ m}^3$	$1042 \times 10^6 \text{ m}^3$	$1607 \times 10^6 \text{ m}^3$
Volume oscillant maximal	$726 \times 10^6 \text{ m}^3$	$730 \times 10^6 \text{ m}^3$	$1456 \times 10^6 \text{ m}^3$
Profondeur moyenne au 0 des C.M.	4.9 m	9.1 m	7.1 m
Surface	$113.5 \times 10^6 \text{ m}^2$	$114 \times 10^6 \text{ m}^2$	$227.5 \times 10^6 \text{ m}^2$

Figure 10



— tension est

-- tension nord



IV - 2 Calculs des sections schématiques

Pour calculer un débit, il est nécessaire de construire des sections au niveau de DUMET-PIRIAC, LA RECHERCHE-PTE ST JACQUES, OXYMOR et l'estuaire de la VILAINE. Ces sections sont représentées sur la figure 11. Elles correspondent aux sections montrées sur la carte de la figure 12. Sur cette figure, les angles des sections sont calculés à partir du Nord. La convention de signe pour les débits est :

- débit positif si l'eau rentre dans la baie par les sections DUMET, VILAINE et RECHERCHE,
- débit positif si l'eau rentre dans la région I par la section OXYMOR.

IV - 3 Calcul des débits résiduels

Le courant de fond peut être opposé au courant de surface quand il y a une différence de salinité ou de température significative entre le fond et la surface et des conditions de vent adéquates. Il faut donc séparer les débits. L'épaisseur de la couche de surface peut-être prise à :

- 2 mètres pour l'estuaire de la VILAINE,
- 5,5 mètres pour les autres points.

Ces épaisseurs ne variant pas au cours de la marée, le débit résiduel de surface est donc simplement le produit du courant résiduel par la largeur et la hauteur de la section considérée. La hauteur de la couche de fond variant avec la marée, la section dépend donc aussi de la marée. Le calcul est donc effectué avec les données brutes puis le filtrage donne le débit résiduel de fond.

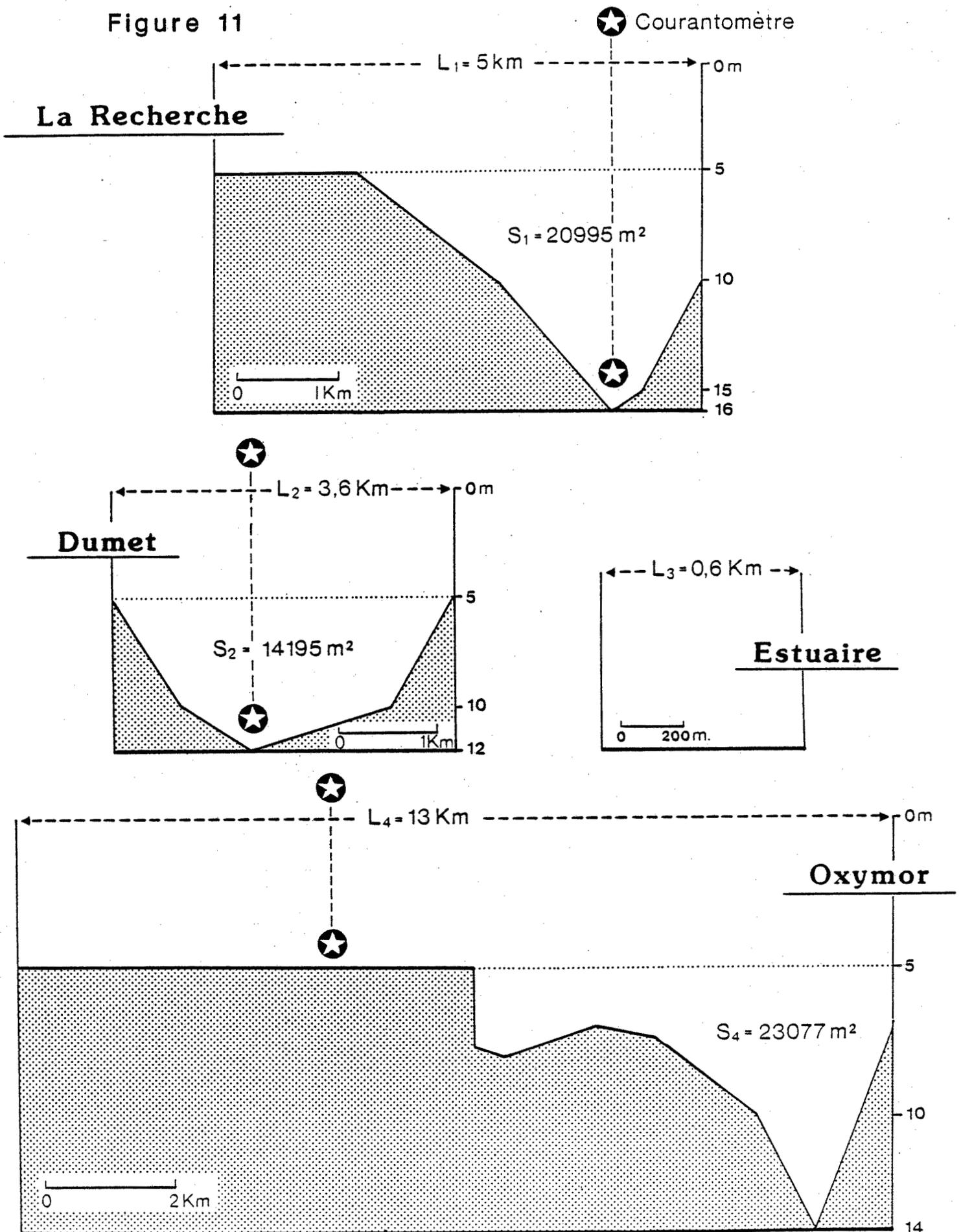
Les débits résiduels obtenus sont représentés sur les figures 13 à 20. La figure 25 représente le débit de la VILAINE au niveau du barrage tel qu'il a été estimé d'après la lecture de deux échelles en amont et en aval du barrage. (débit journalier moyen).

Le coefficient de marée est tracé sur la figure 24, les températures de fond et de surface sur les figures 26 et 27.

Les figures 21 à 23 montrent des schémas de circulation induits par différentes conditions de vent. Il faut remarquer qu'en cas de stratification, les débits de surface et de fond sont opposés. Les flux au travers de la section RECHERCHE-DUMET sont déduits des autres.

17
**SECTIONS SCHEMATIQUES
POUR LES CALCULS DE DEBIT RESIDUEL**

Figure 11



CALCUL des DEBITS : LOCALISATION des SECTIONS

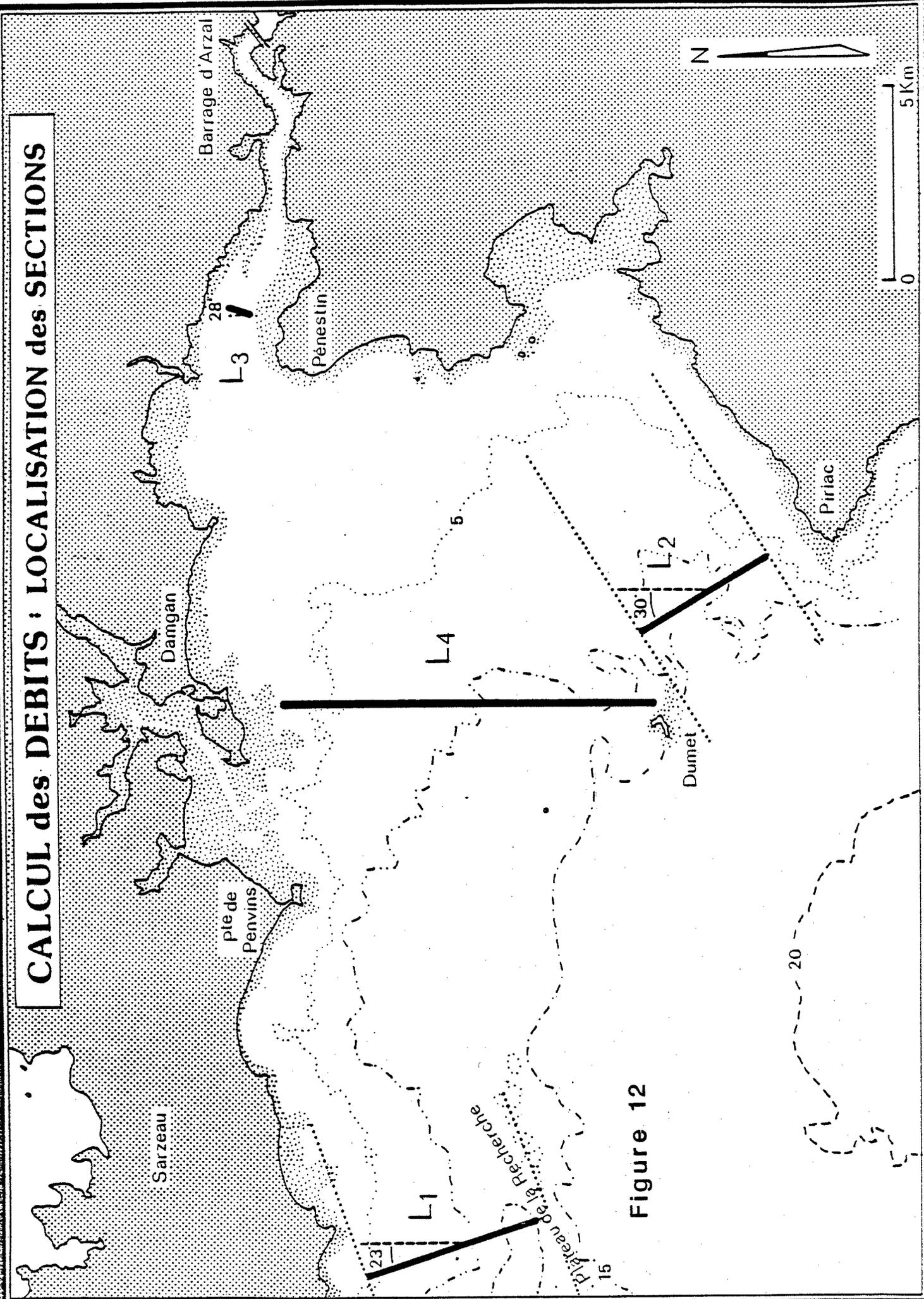


Figure 12

Figure 13

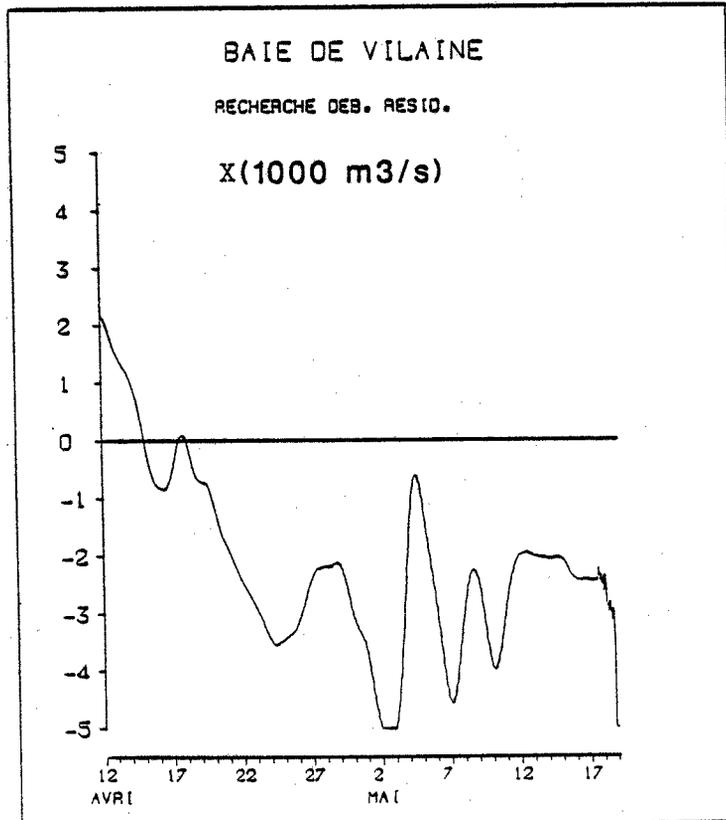
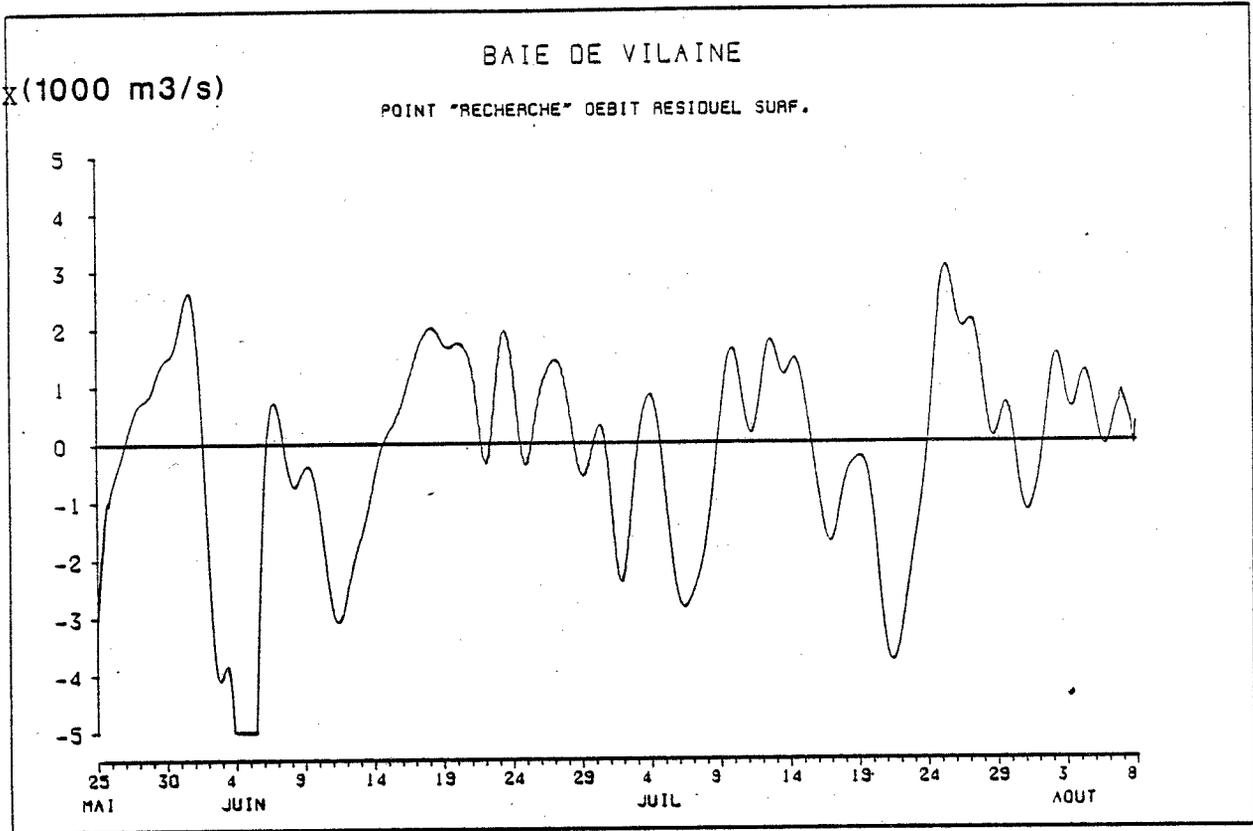


Figure 14

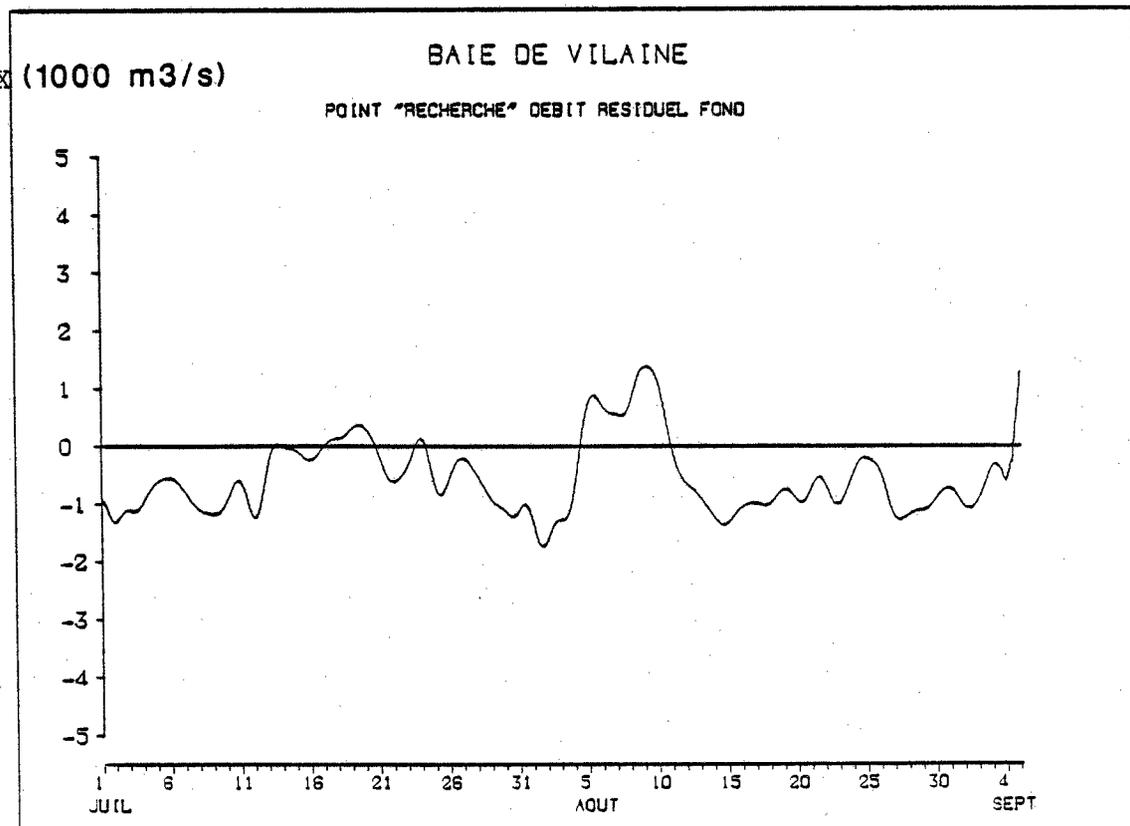
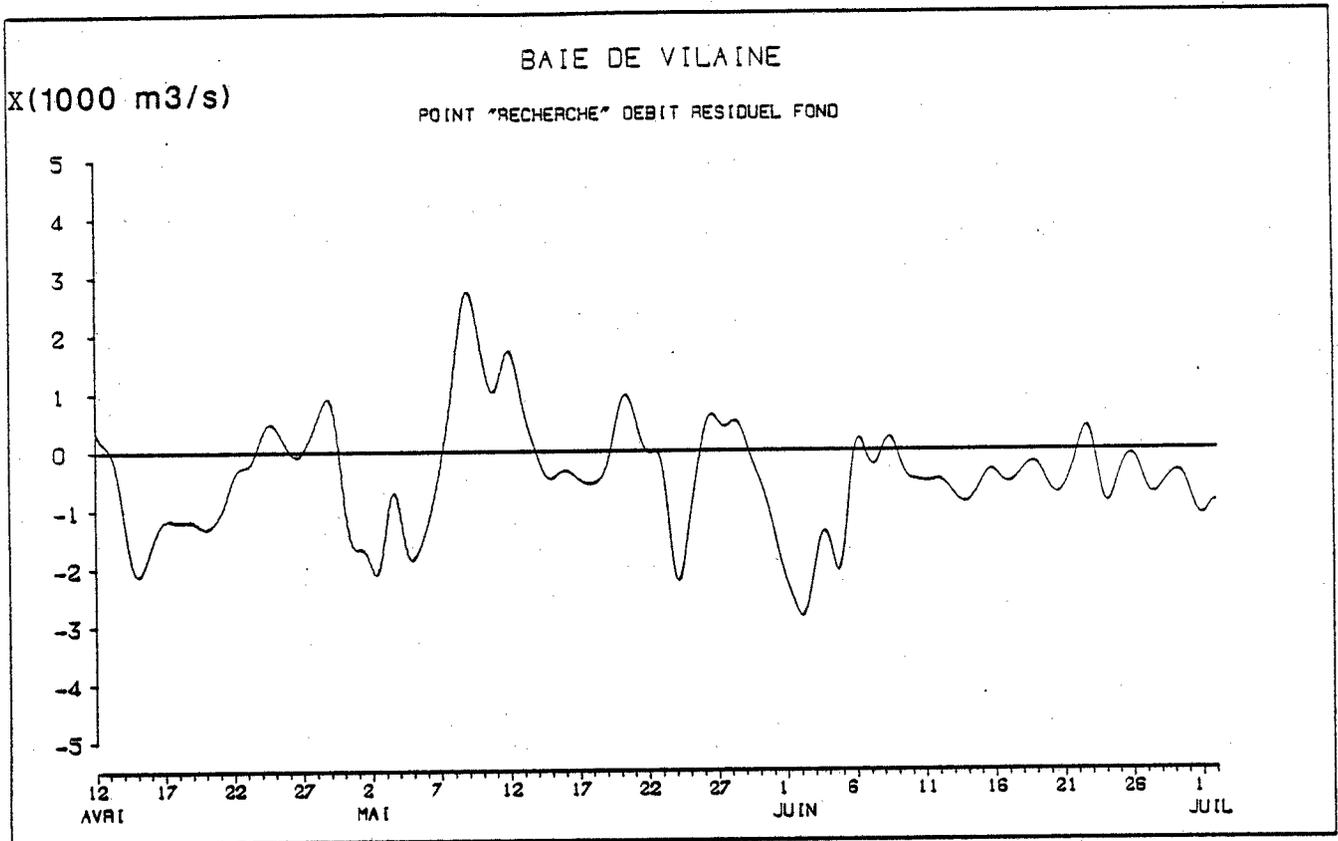


Figure 15

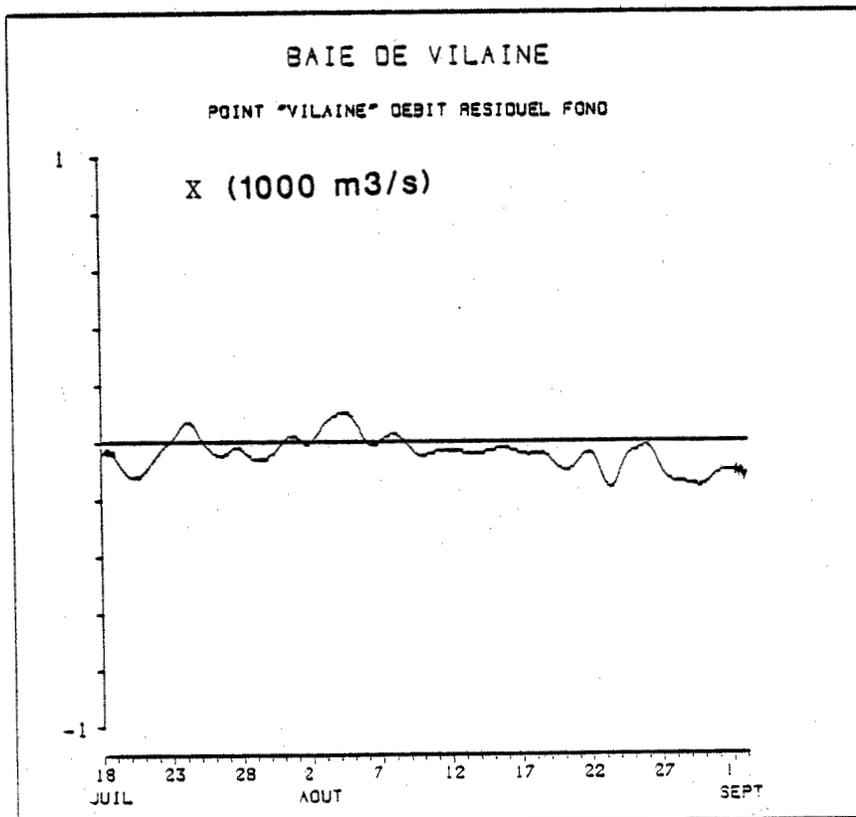
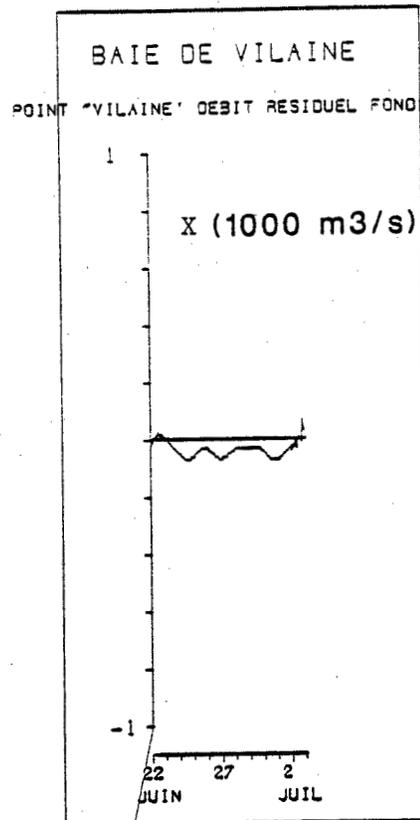


Figure 16

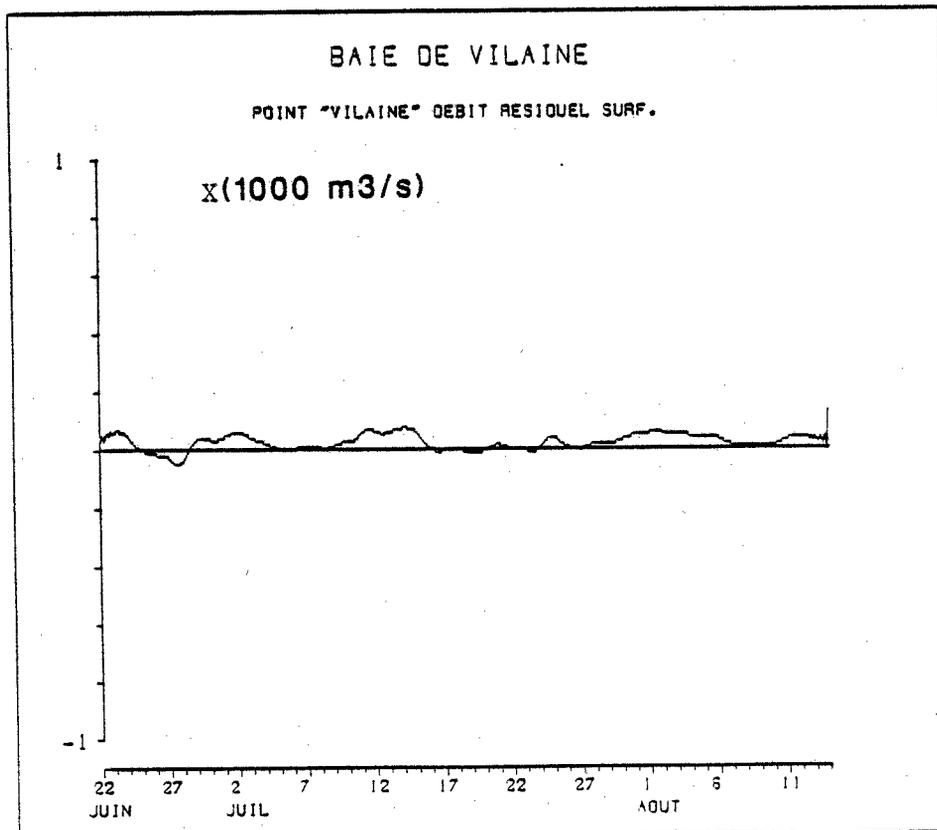
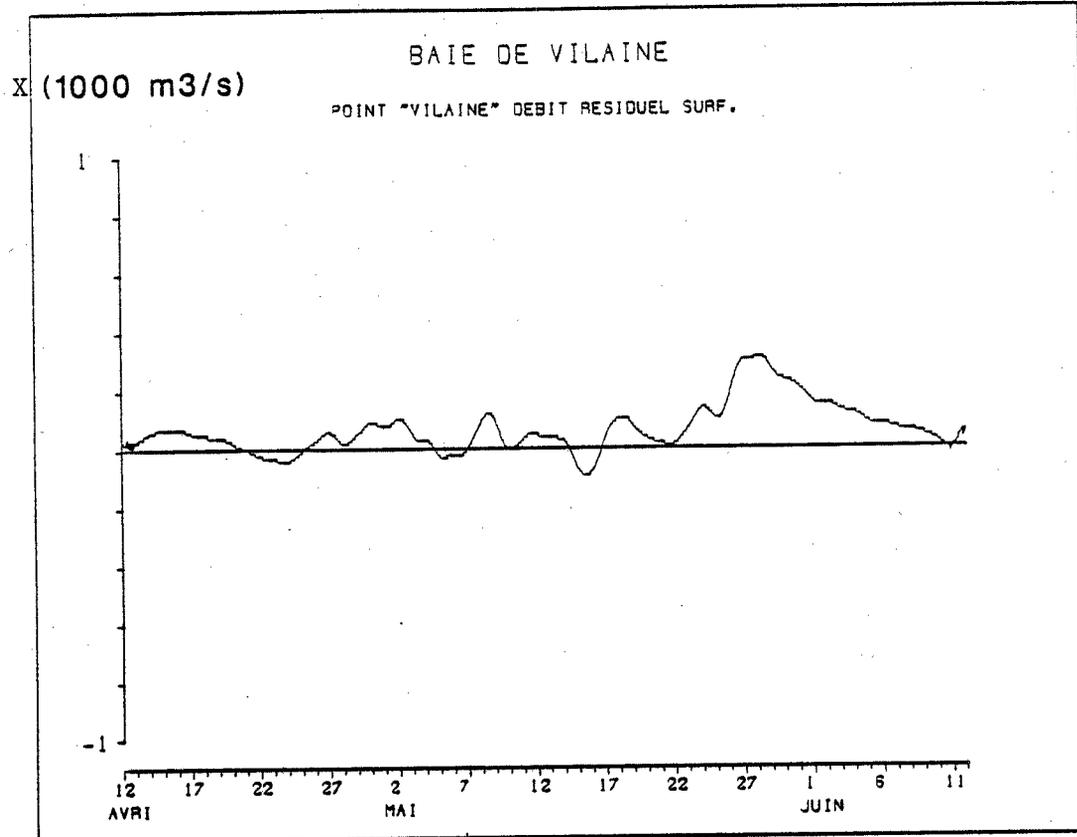


Figure 17

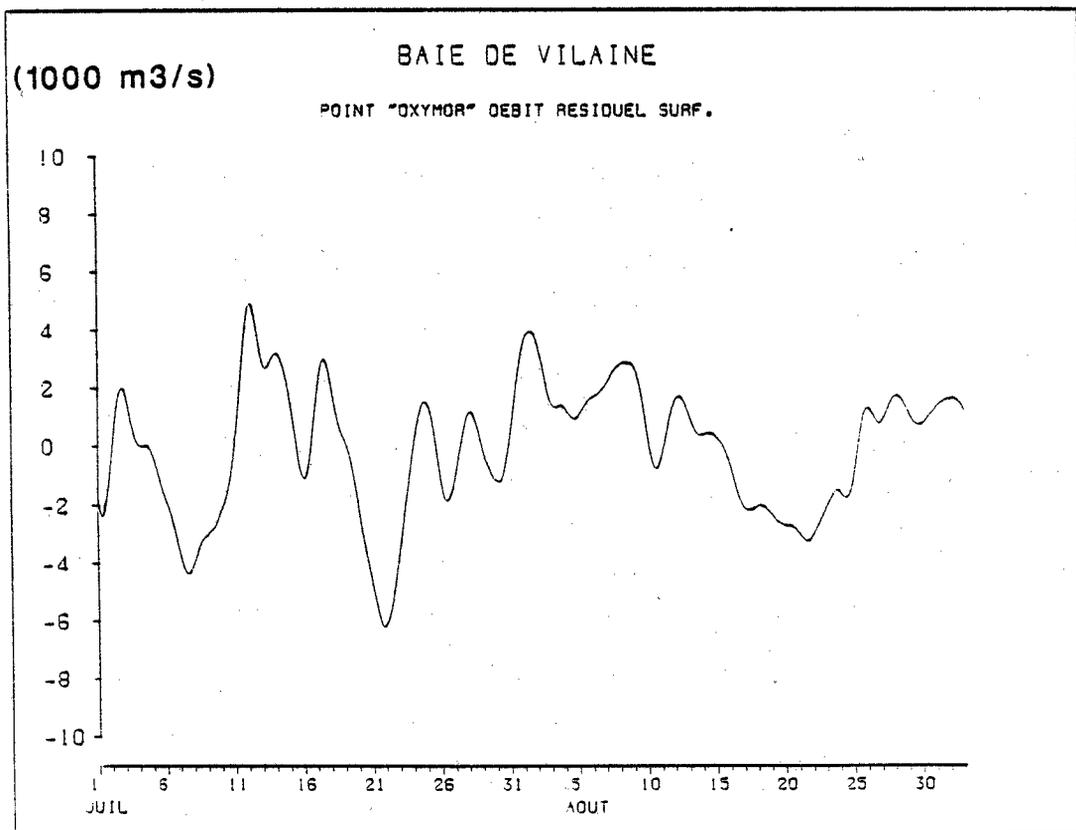
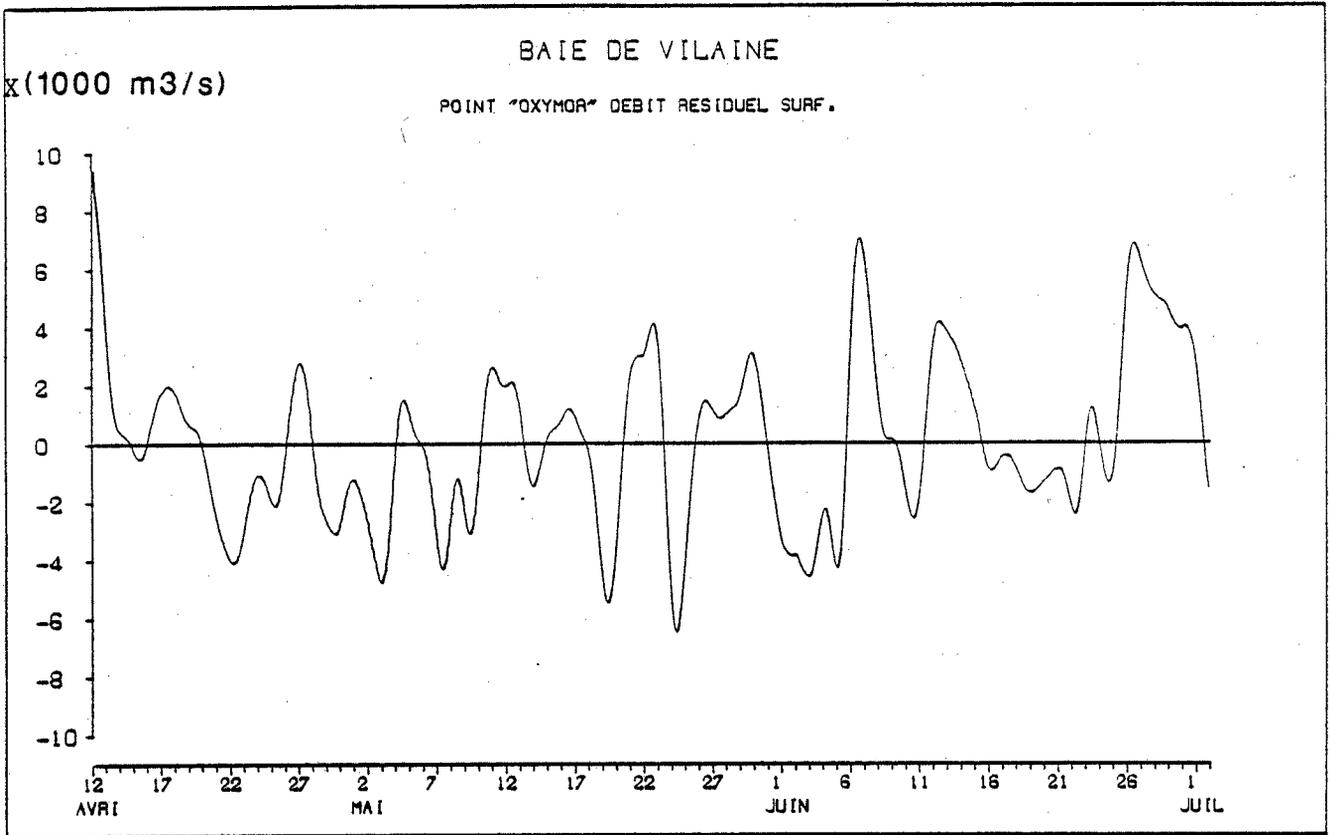


Figure 18

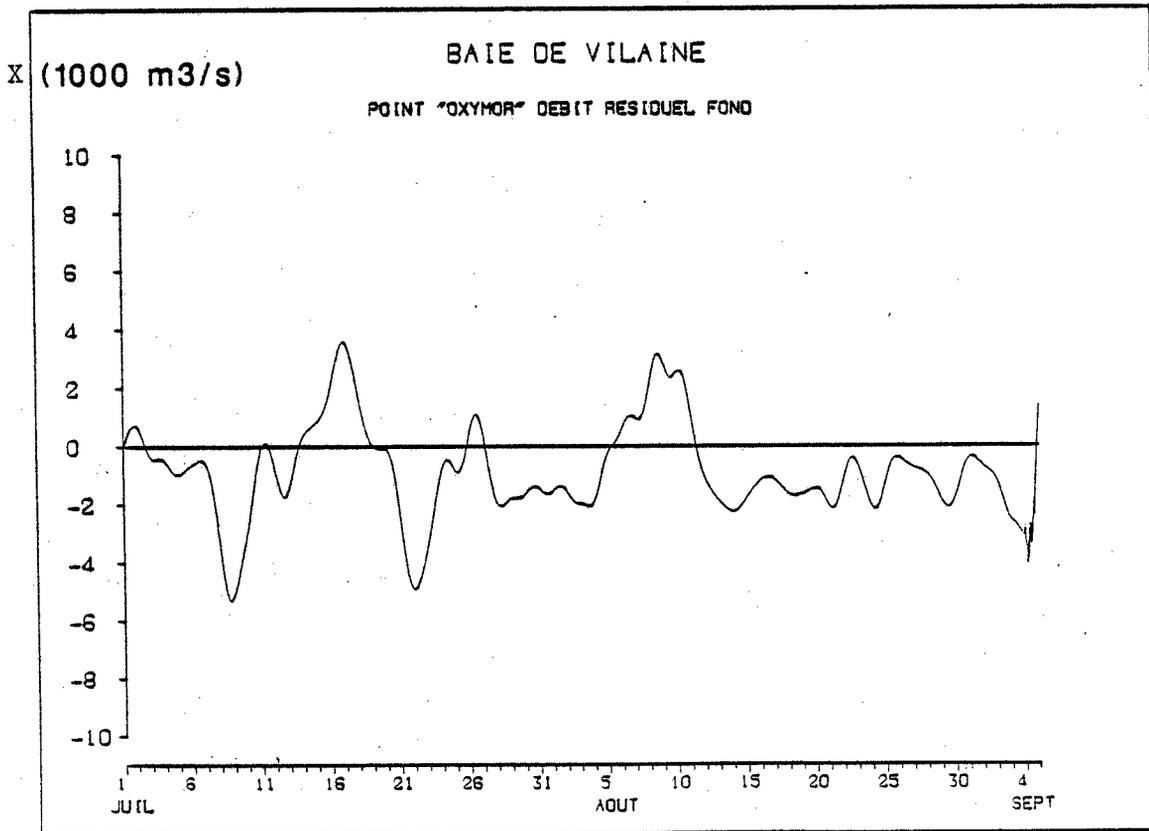
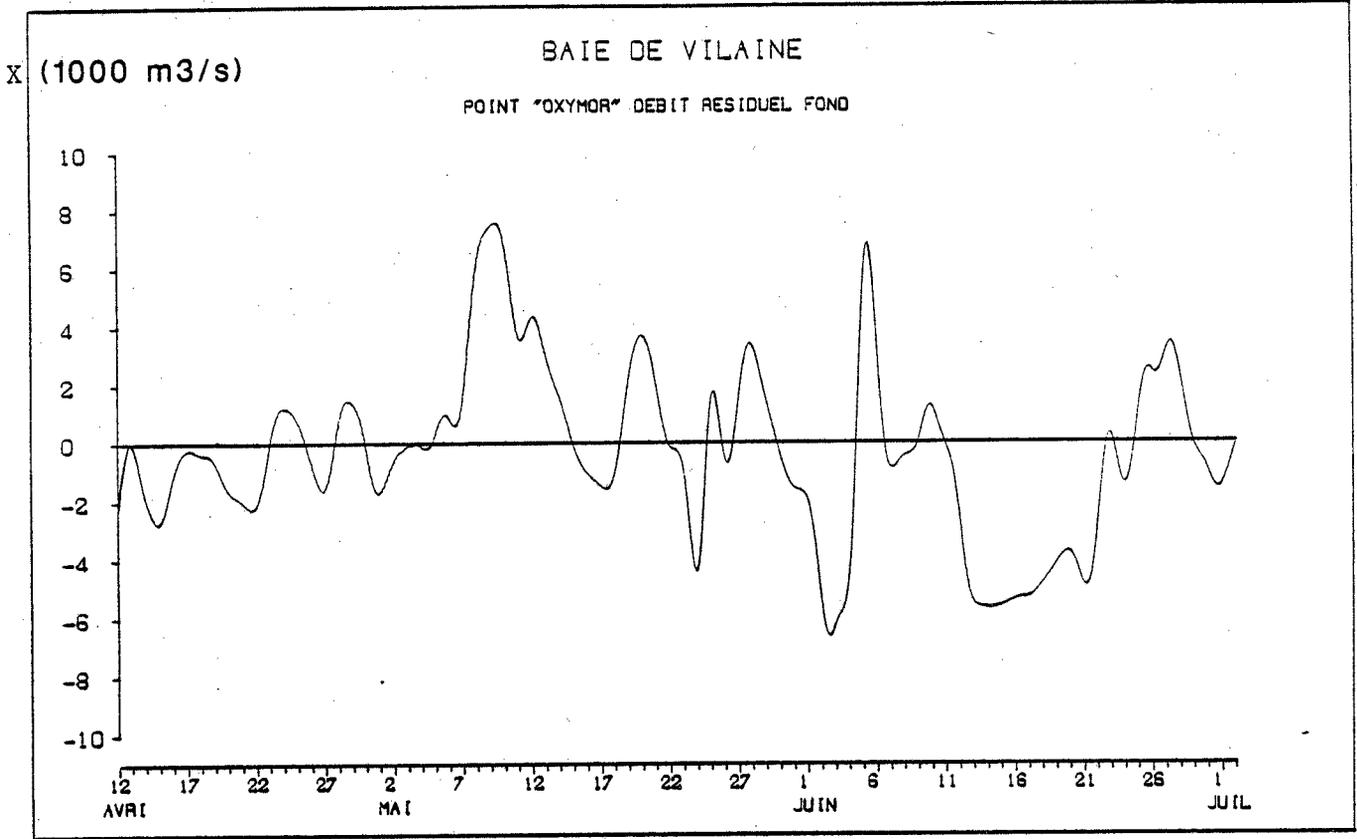


Figure 19

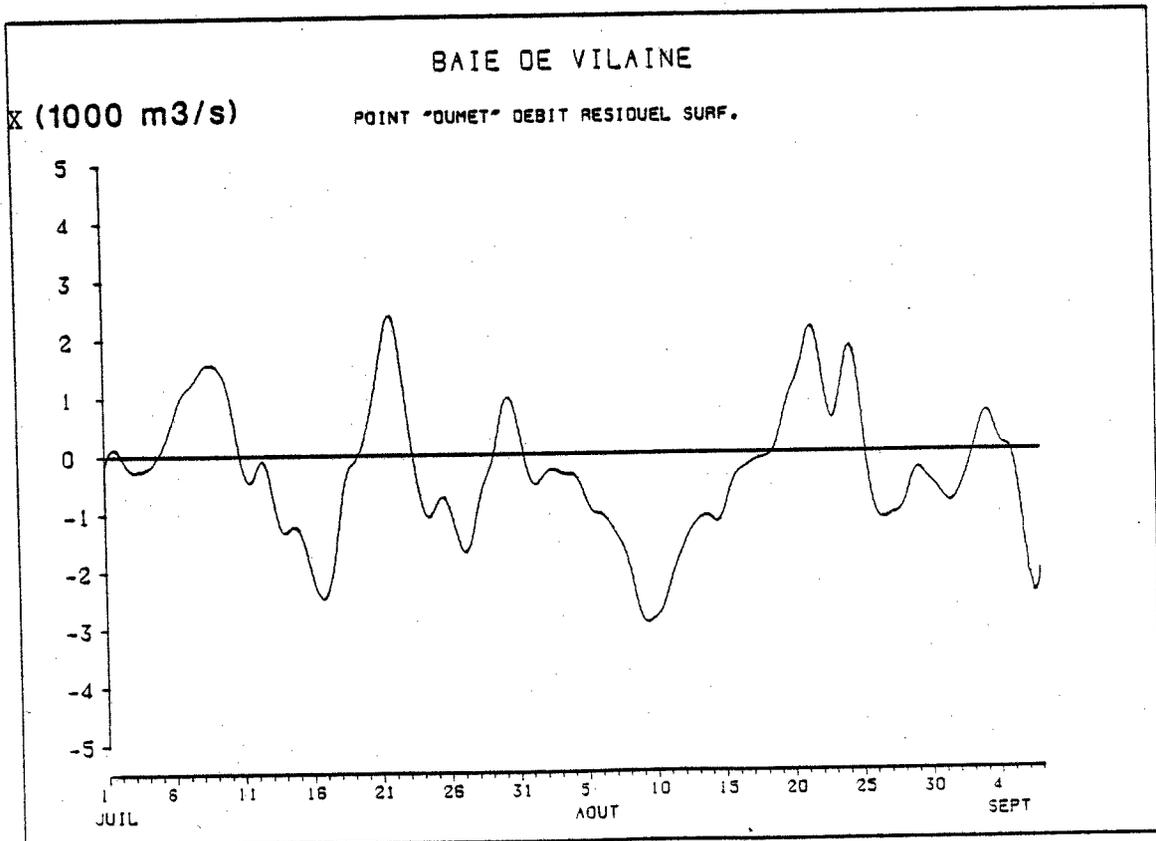
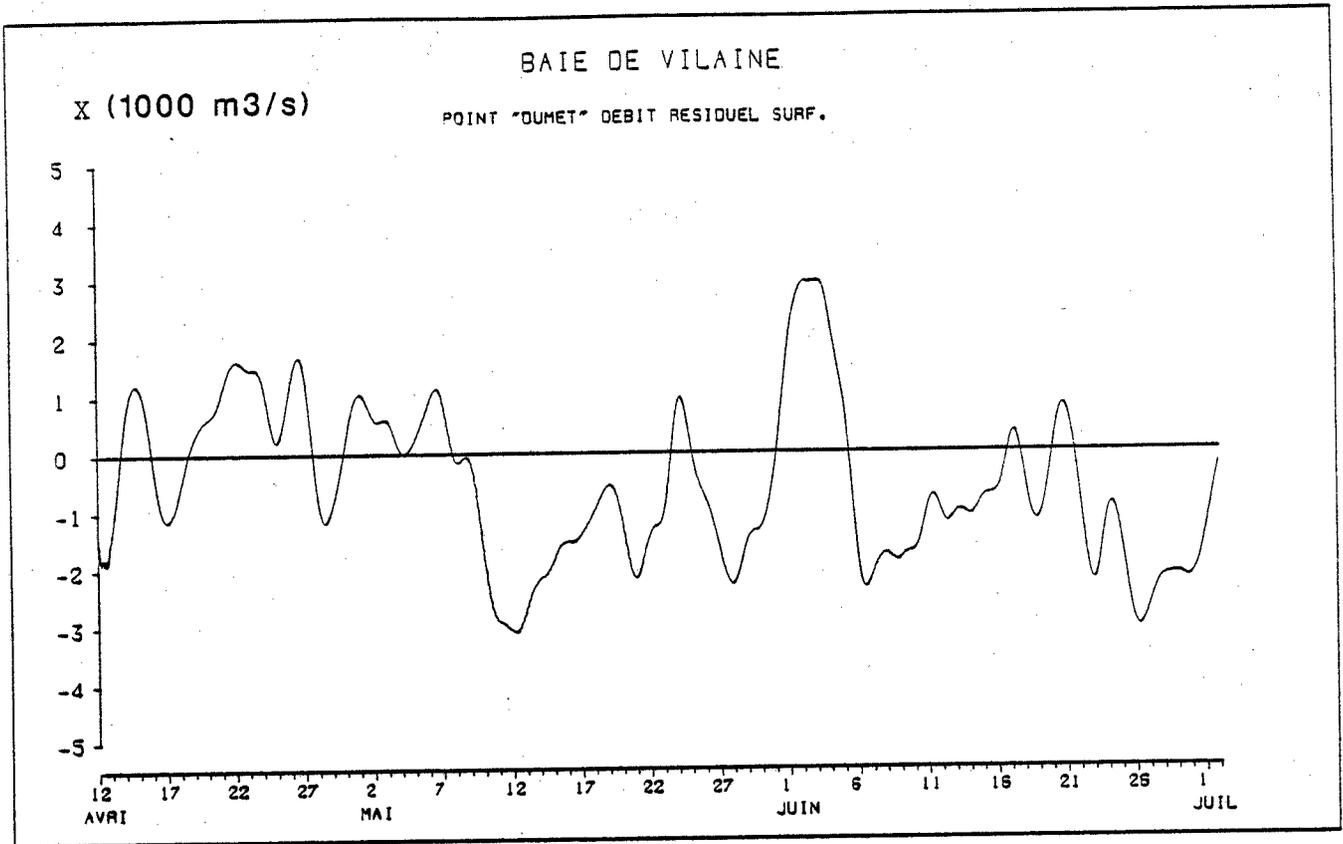
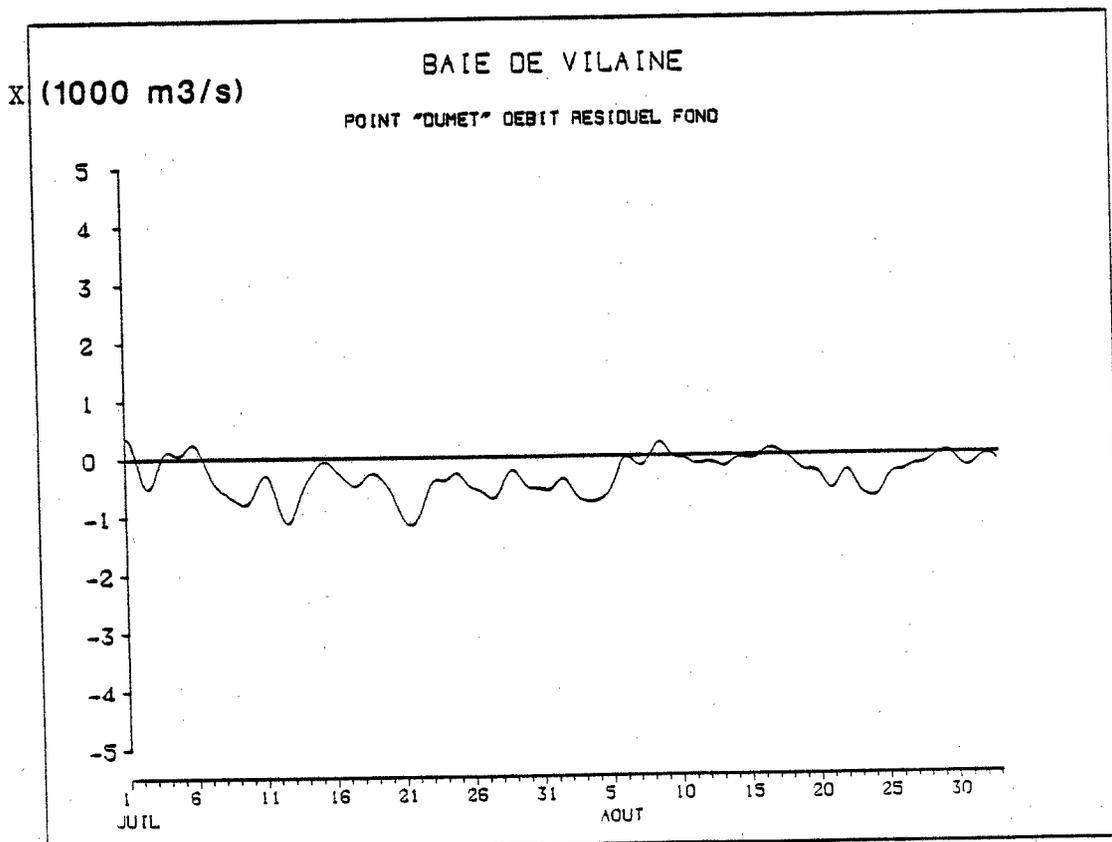
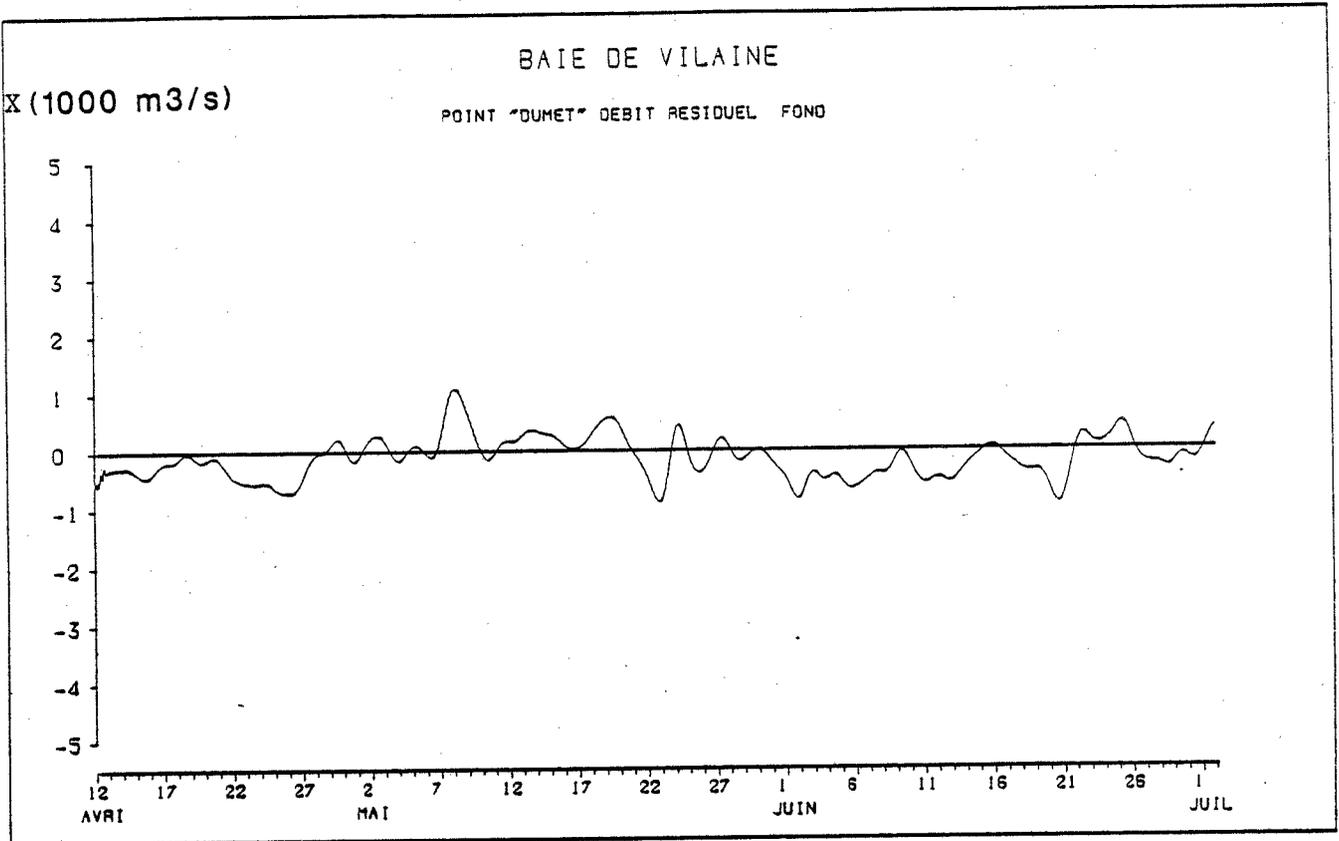


Figure 20

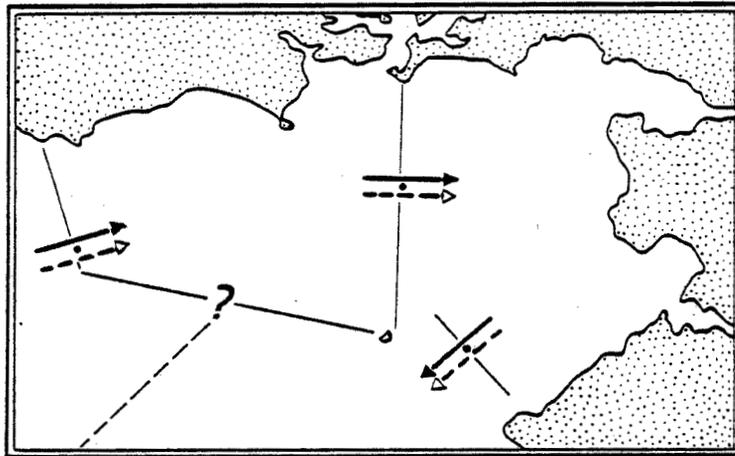


SCHEMA DE CIRCULATION RESIDUELLE DUE AU VENT

← Surface
←--- Fond

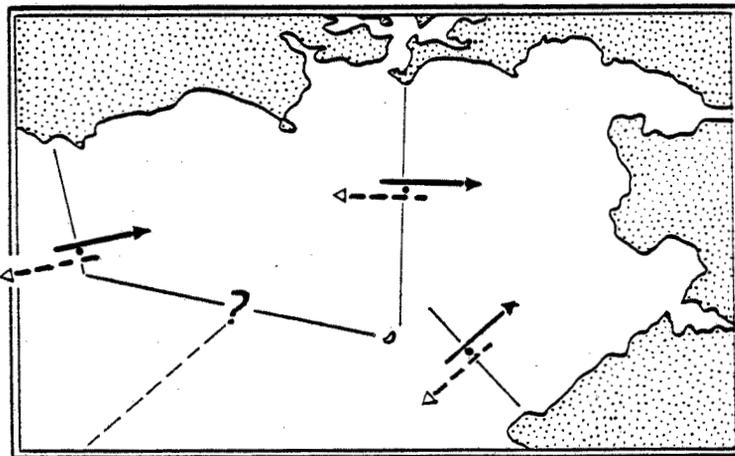
Figure 21

MILIEU NON-STRATIFIE



Dépend de l'Orientation du Vent { Légèrement NORD = FLUX SORTANT
SUD = RENTRANT

MILIEU STRATIFIE



Dépend de l'Orientation du Vent { Légèrement NORD = FLUX SORTANT
SUD = RENTRANT

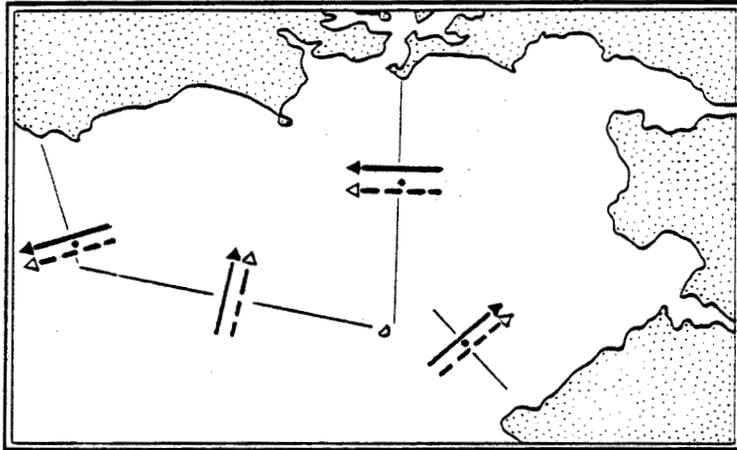
SCHEMA DE CIRCULATION RESIDUELLE DUE AU VENT

← Surface

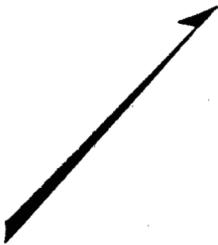
←--- Fond

Figure 22

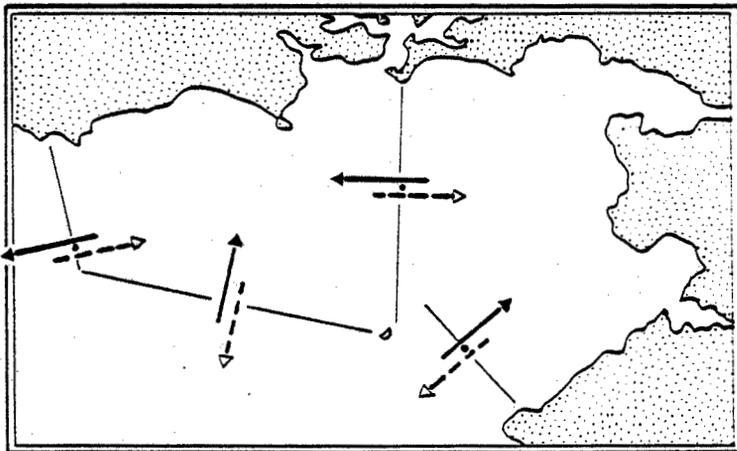
MILIEU NON-STRATIFIE



Sud-Ouest



MILIEU STRATIFIE



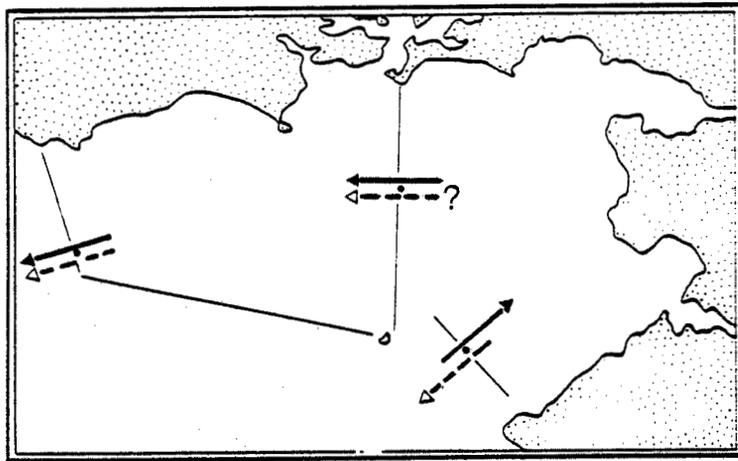
Sud-Ouest



SCHEMA DE CIRCULATION RESIDUELLE DUE AU VENT

← Surface
←--- Fond

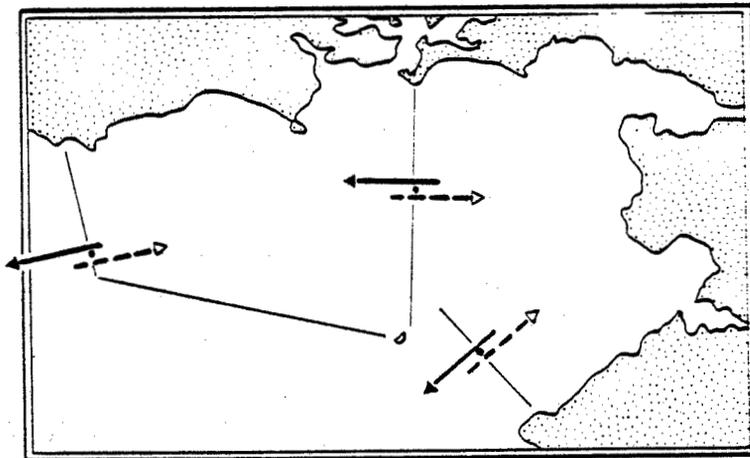
Figure 23



Est - NE

Circulation très variable

MILIEU STRATIFIE



Nord - NE

Circulation très variable

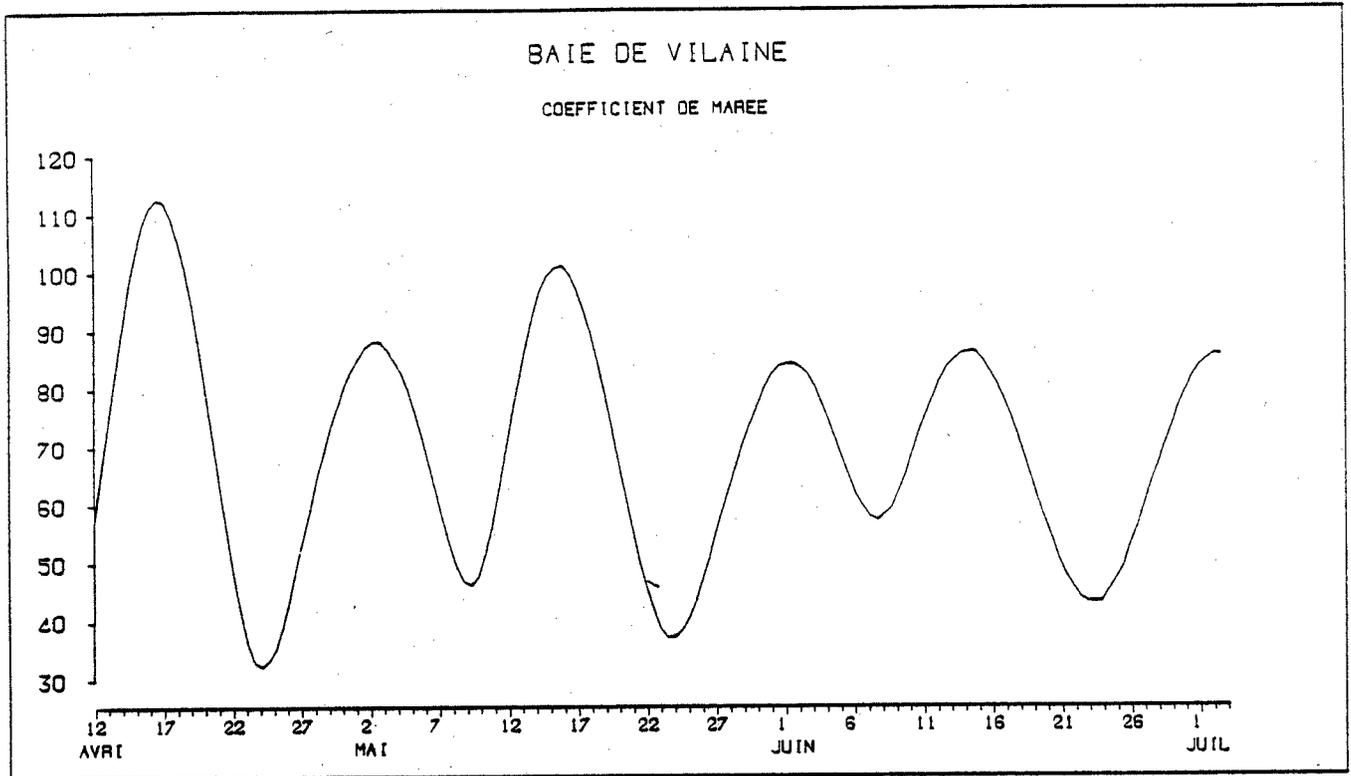


Figure 24

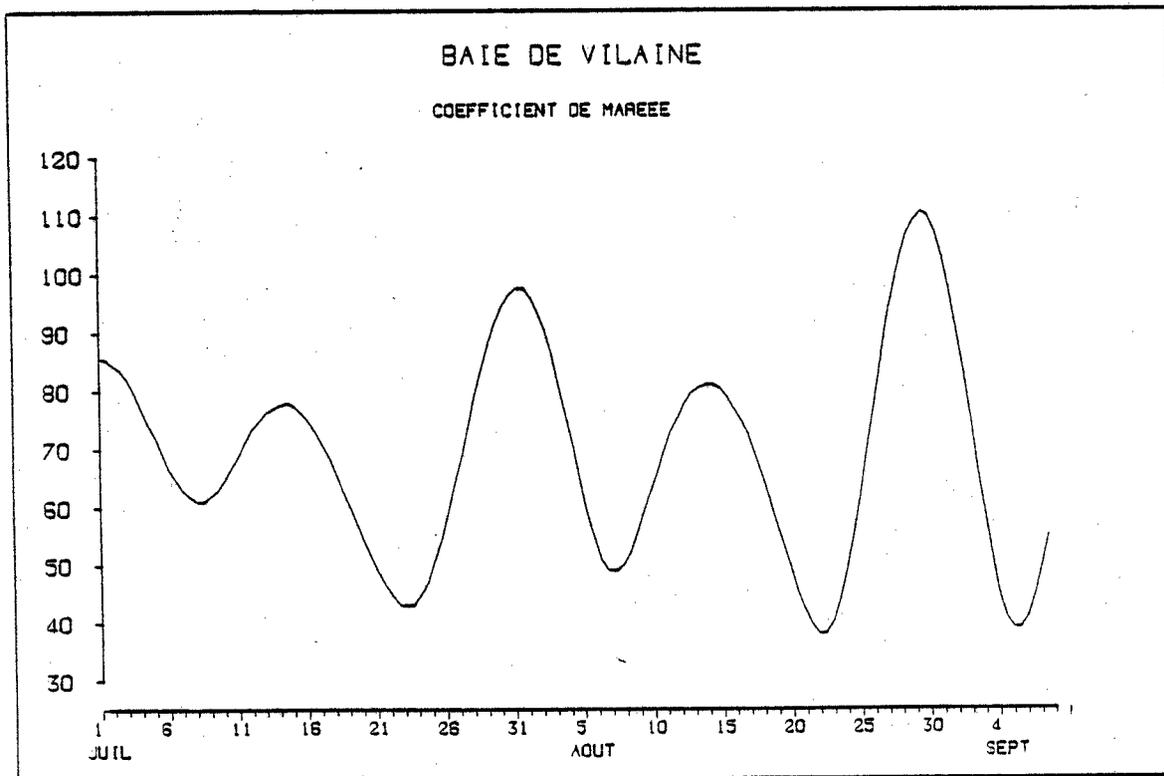
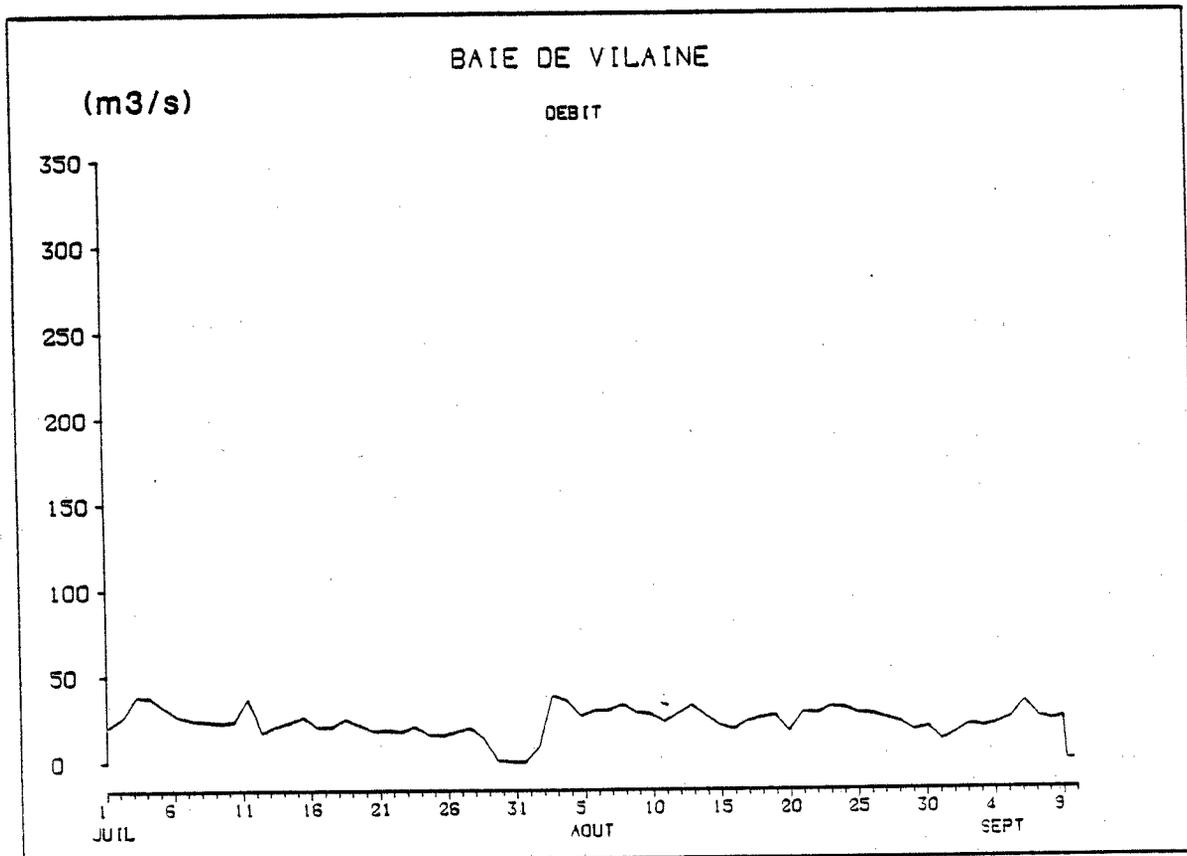
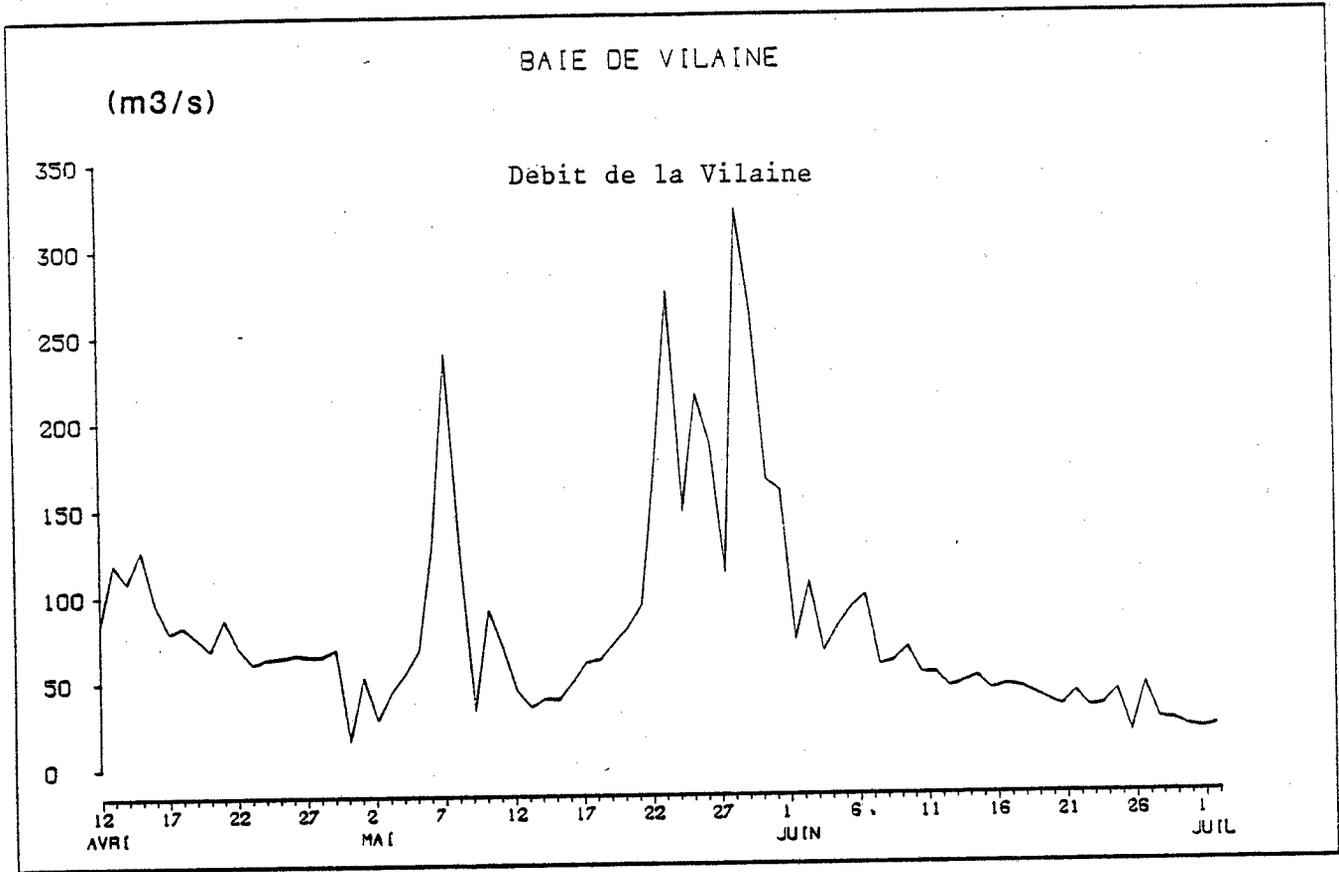


Figure 25



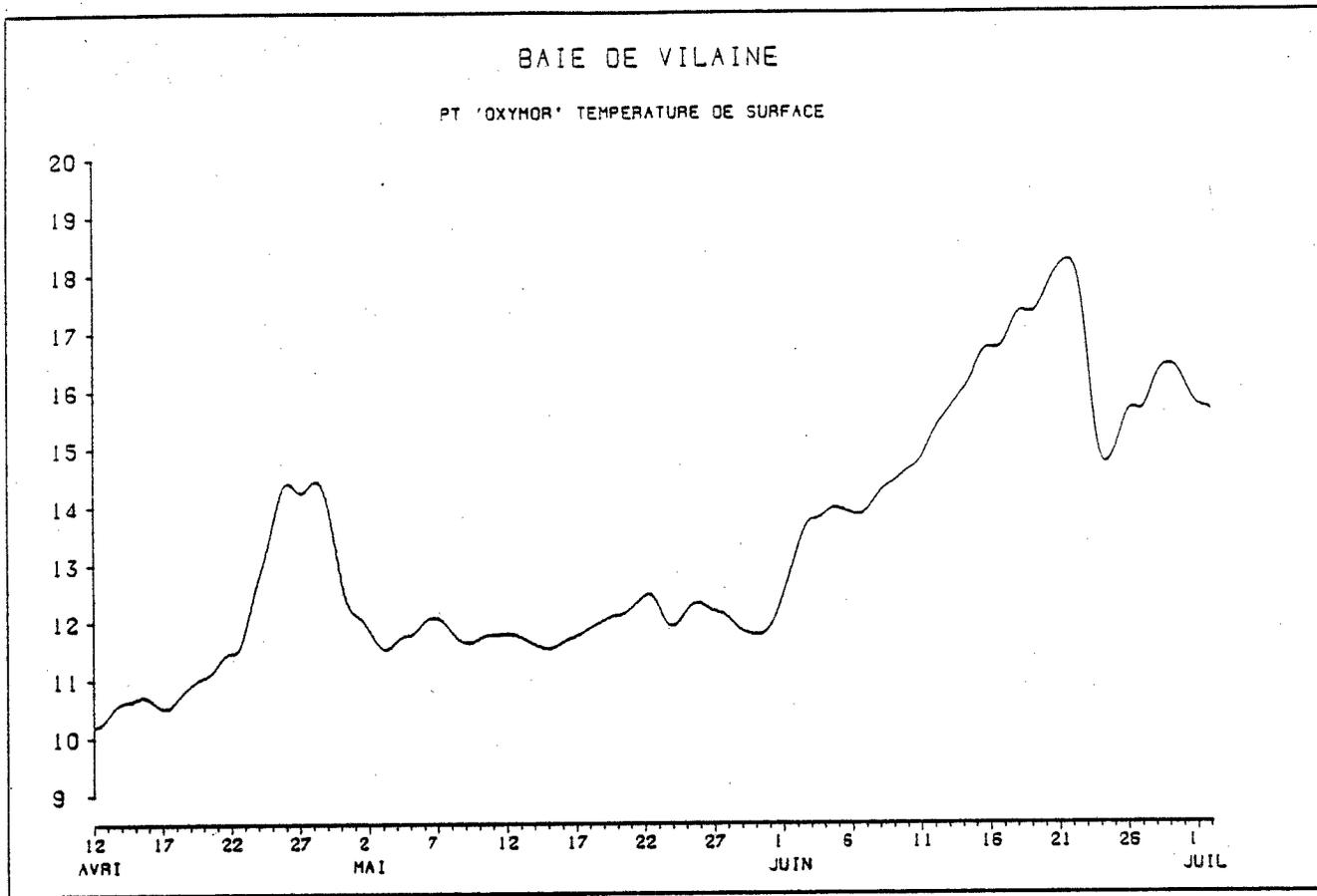
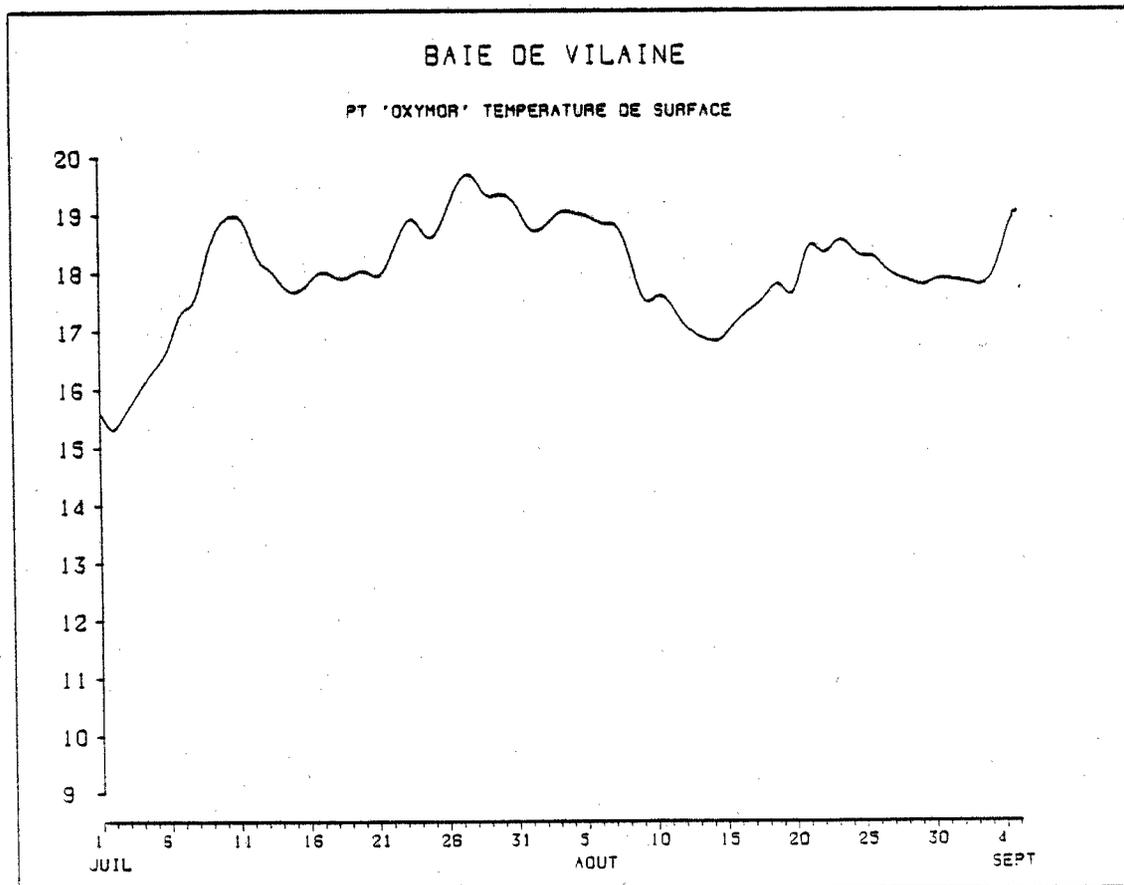


Figure 26



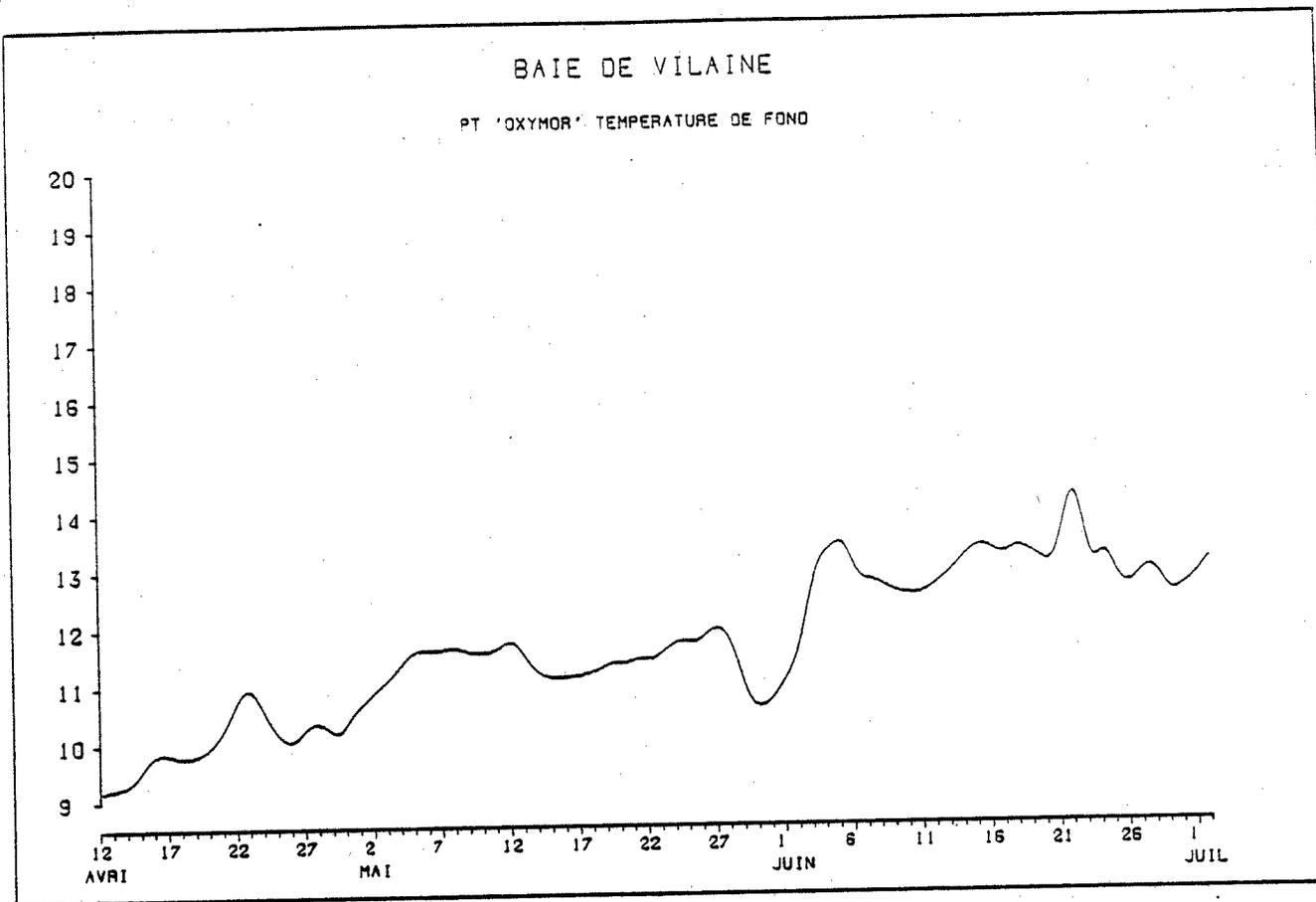
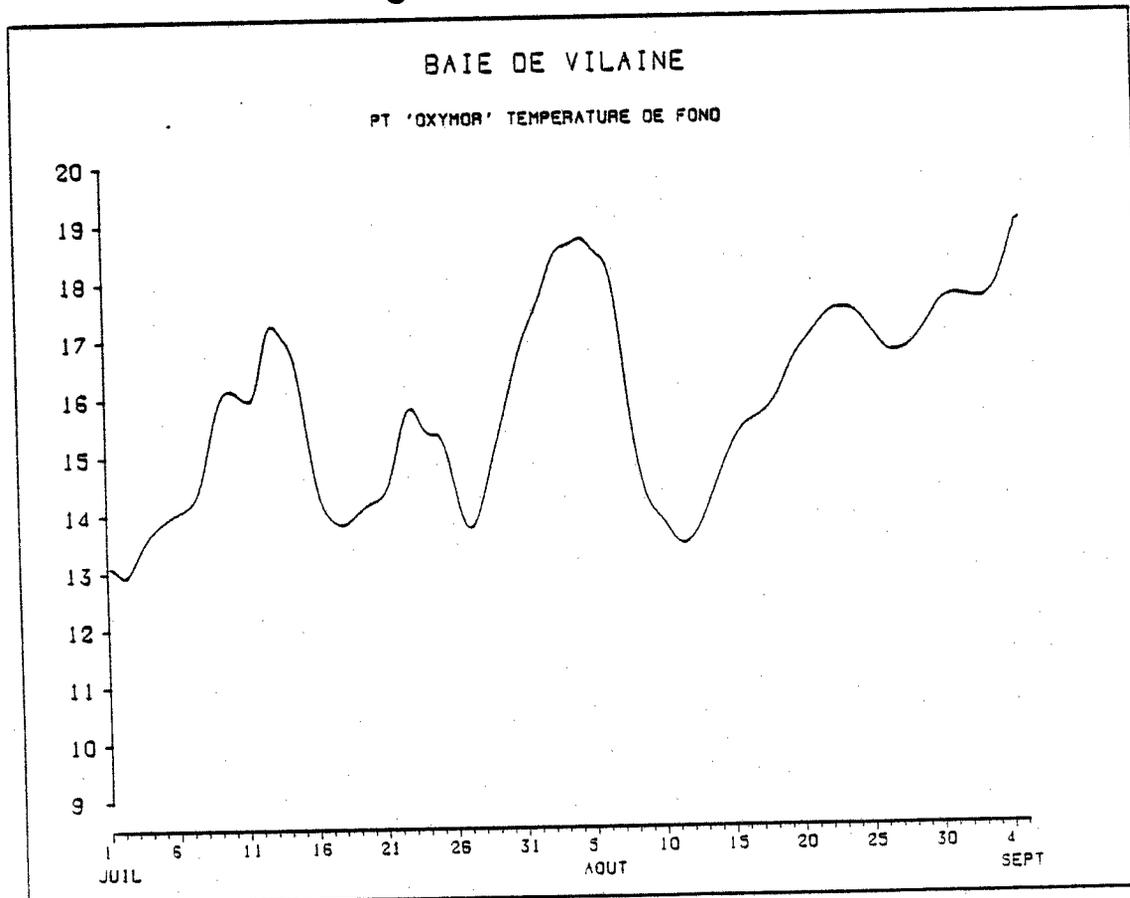


Figure 27



IV - 4 Temps de résidence

Les réserves quant à la rigueur d'un temps de résidence sont nombreuses. Toutefois, il est possible d'estimer un temps de résidence de l'eau de surface dans la région I grâce au flux passant par la section DUMET. Pour des vents d'OUEST et de SUD-OUEST assez forts (vent moyen journalier de 10 à 20 nds), le débit rentrant ou sortant à DUMET est de l'ordre de 1000 à 3000 m³/s. Le temps de renouvellement serait donc de l'ordre de 2 à 8 jours. Pour des vents de NORD-EST ou EST plus faibles, les temps sont plus longs. De façon générale, la formule est :

$$T = \frac{\text{Surface de la zone I} \times \text{hauteur de la couche de surface}}{\text{Débit résiduel de surface à DUMET}}$$

(Cf. figure 19)

La même formule peut être appliquée au débit résiduel de fond à Dumet. Toutefois, la hauteur de la couche de fond a été estimée par la différence entre la hauteur d'eau moyennée sur une marée, et l'épaisseur de la couche de surface (2.4 m). Pour un débit résiduel de 1.000 m³/s (débit maximum observé, cf figure 20), le temps de résidence de l'eau de fond dans la zone I est de l'ordre de 3 jours.

Ces données constituent donc des minima. De plus, on suppose ces débits constants pendant les temps de résidence alors que des inversions de débit peuvent intervenir. Ces temps peuvent alors être sous-estimés.

CONCLUSION

Globalement, les courants sont faibles en Baie de Vilaine. Les courants de marée (0.4 m/s) et les courants résiduels (0.2 m/s) sont du même ordre de grandeur. La circulation résiduelle est essentiellement dominée par le vent. Toutefois, il n'existe pas de relation simple entre le vent et le courant. La dépendance vis-à-vis du vent contribue à une certaine irrégularité des courants. La stratification peut induire des circulations inverses en surface et au fond. Par des vents de Sud-Ouest ou d'Ouest (les plus fréquents), les temps de résidence de l'eau de surface au fond de la baie de Vilaine ont des valeurs minimum de l'ordre de 2 à 8 jours. Pour l'eau de fond, le temps de résidence est alors supérieur à 3 jours.