

ORSTOM

**INSTITUT FRANCAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE POUR LE
DEVELOPPEMENT EN COOPERATION**

PROGRAMME NOE

RESULTATS

HYDROLOGIQUES ET COURANTOLOGIQUES

DES CAMPAGNES NOE

MAI - JUIN ET JUILLET 1989

PAR

C. COLIN - R. CHUCHLA - J. MERLIVAT

ORSTOM

INSTITUT FRANCAIS DE RECHERCHE SCIENTIFIQUE POUR LE
DEVELOPPEMENT EN COOPERATION

PROGRAMME NOE

RESULTATS
HYDROLOGIQUES ET COURANTOLOGIQUES
DES CAMPAGNES NOE
MAI - JUIN ET JUILLET 1989

C.COLIN - R.CHUCHLA - J.MERLIVAT

CENTRE ORSTOM DE CAYENNE BP 165 97323 CAYENNE Cedex
TEL. : 30.27.85 TELEX : 910608 FG TELEFAX : 31.98.55

SOMMAIRE

I : Introduction	page 2
II : Mesures hydrologiques	page 3
III : Mesures courantométriques	page 4
IV : Programme scientifique (NOE 1,2 et 3)	page 4
IV.1 : Calendrier	page 4
IV.2 : Personnel scientifique	page 5
IV.3 : Matériel scientifique	page 6
IV.4 : Travail effectué	page 7
V : Résultats	page 8
VI : Remerciements	page 9
Annexe 1 : Liste des figures	page 10
Annexe 2 : Bibliographie	page 12

I : INTRODUCTION

Le programme NOE (région Nord Ouest Equatoriale atlantique) a pour objet l'étude des transferts méridiens saisonniers de masse et de chaleur entre les hémisphères Nord et Sud de l'Océan Atlantique (cf: document NOE de C.Colin pour des informations complémentaires). Ces transferts, conséquence de la rotation de la terre, s'effectuent préférentiellement le long du bord Ouest par le courant Guyano-Brésilien (C.G.) et alimentent ainsi le Gulf Stream, via la mer des Caraïbes, en eaux chaudes équatoriales.

Ces transferts méridiens ne sont toutefois pas permanents au-delà de la latitude 5°N - 6°N . Il se produit en effet au printemps (avril-mai) une rétroflexion du courant de surface, liée au déplacement vers le Nord de la Zone Intertropicale de Convergence des Alizés (Z.I.C.A.). Il se développe, au Sud de la Z.I.C.A., un rotationnel négatif (composante verticale) du champ de vent qui a pour effet d'intensifier le Contre Courant Equatorial Nord (C.C.E.N.) situé entre les latitudes 4°N - 8°N et, en aval, "d'aspirer" vers le large les eaux côtières. La rétroflexion peut être aussi amplifiée par l'intensité du transport du courant de surface et par la bathymétrie de fond qui présente, au large de la Guyane, une structure particulière (resserrement des isobaths).

Si les distributions mensuelles de la dérive des bateaux marchands et les simulations climatologiques du modèle tridimensionnel du G.F.D.L. (Richardson et Philander, 1987) montrent toujours, bien que réduit, un flux dirigé vers la Mer des Caraïbes et parallèle à la côte en été boréal, les trajectoires des bouées dérivantes SEQUAL/FOCAL (Richardson et Reverdin, 1987) suggèrent en revanche, durant cette période de l'année, une discontinuité du flux côtier, entre l'équateur et la Mer des Caraïbes. En subsurface, par contre, les courants géostrophiques et les simulations du modèle suggèrent une rétroflexion permanente.

L'objet du programme NOE consiste donc en l'étude de l'interconnexion, en surface et subsurface, entre le Courant

Guyano-Brésilien (C.G.) et le Contre Courant Equatorial Nord (C.C.E.N.).

Les trois campagnes NOE-1, 2 et 3 ont été effectuées à bord du Navire Océanographique André NIZERY de l'ORSTOM.

II : MESURES HYDROLOGIQUES

Ces mesures ont été effectuées ^{avec} ~~par~~ une sonde SEABIRD SBE-19 fixée à l'extrémité d'un câble lesté; les mesures étaient faites de la surface à l'immersion 1000 mètres.

La sonde SEABIRD SBE-19 mesure la conductivité électrique, la température et la pression (capteur utilisé: 0 - 6800 m). Elle est alimentée par 6 piles alcalines de 1.5 V chacune. Le nombre maximum d'enregistrements est de 2 par seconde; une mémoire intégrée (RAM statique) de 64 Ko permet une heure et demie d'enregistrement continu, à cette fréquence d'enregistrement. L'initialisation de la sonde et le dépouillement des données peuvent s'effectuer sans ouvrir le boîtier-sonde à l'aide du logiciel SEASOFT délivré par le constructeur; ce programme peut fournir à partir des données enregistrées par la sonde des résultats physiques et des tracés (33 paramètres possibles). Le transfert des données enregistrées est réalisé à l'aide d'une liaison série RS-232, à une vitesse de 9600 bauds, vers le micro-ordinateur embarqué (GOUPIL-GOLF).

Les résultats issus des stations-sonde ont permis de valider les données fournies par les profileurs AANDERAA et, en particulier, de corriger la dérive de salinité.

L'ensemble sonde logiciel fourni par SEABIRD s'est avéré être d'une utilisation très simple, que ce soit lors des manutentions de mise à l'eau et de récupération de la sonde ou lors du dépouillement des données. Les documents techniques relatifs à la sonde et le manuel d'utilisation du logiciel SEASOFT sont complets et précis. Le traitement des données hydrologiques et leur archivage ont été réalisés respectivement par des logiciels développés par D.Corre et J.J.Lechauve (Atelier Informatique ORSTOM Brest).

III : MESURES COURANTOMETRIQUES

Les profils de courant (0-500 mètres maximum) utilisent un courantomètre AANDERAA fixé à un profileur glissant le long d'un câble lesté soutenu en surface par une bouée équipée d'un flash et d'un réflecteur radar.

Le système utilisé est le même que celui employé lors du programme FOCAL (1982-1984). Eu égard aux très forts courants observés en surface et subsurface, il a fallu alourdir le profileur de courant de manière conséquente (500 g par exemple lors des stations effectuées à la rupture du plateau continental) afin de vaincre la traînée due au courant. La durée d'une station courantométrique est voisine d'une heure. Les enregistrements obtenus sont décodés à bord à l'aide d'un décodeur AANDERAA-2650 et traités par un micro-ordinateur PC-AT.286 de type GOUPIL GOLF.

IV : PROGRAMME SCIENTIFIQUE

IV.1 Calendrier

NOE-1:

- Première partie:

Départ de Cayenne le 13 Mai au matin
du 13 au 17 Mai: stations 1-10
Retour à Cayenne le 17 Mai au soir

- Deuxième partie:

Départ de Cayenne le 18 Mai au matin
du 18 au 21 Mai: stations 11-22
Retour à Cayenne le 21 Mai au soir

NOE-2:**- Première partie:**

Départ de Cayenne le 3 Juin
 du 3 au 5 Juin: stations 1-11
 du 5 au 7 Juin: stations 12-19
 Retour à Cayenne le 7 Juin

- Deuxième partie:

Départ de Cayenne le 7 Juin au soir
 du 8 au 10 Juin 1989: stations 20-31
 du 10 au 12 Juin 1989: stations 32-41
 Retour à Cayenne le 12 Juin au soir

NOE-3:**- Première partie:**

Départ de Cayenne le 4 Juillet 1989
 du 4 au 5 Juillet 1989: station 1-7
 Retour à Cayenne le 6 Juillet au soir

- Deuxième partie:

Départ de Cayenne le 7 Juillet au matin
 du 7 au 10 Juillet 1989: stations 8-19
 du 10 au 12 Juillet 1989: stations 20-29
 Retour à Cayenne le 13 Juillet

IV.2 Personnel scientifique embarqué**NOE-1:**

- C.COLIN, ORSTOM-Cayenne, Chef de mission
- R.CHUCHLA, (*) ORSTOM-Brest
- J.MERLIVAT, ORSTOM-Cayenne
- J.L.PAULHIAC, ORSTOM-Cayenne (Labo Pédologie)

(*) R.CHUCHLA a effectué la radiale XBT Dakar-Cayenne (programme TOGA).

NOE-2**- Première partie**

- B.PITON, ORSTOM-Brest, Chef de mission
- C.COLIN, ORSTOM-Cayenne
- J.M.BORE, ORSTOM-BREST
- J.MERLIVAT, ORSTOM-Cayenne

- Deuxième partie

- B.PITON, ORSTOM-Brest, Chef de mission
- J.M.BORE, ORSTOM-BREST
- J.MERLIVAT, ORSTOM-Cayenne
- M.SARRAZIN, ORSTOM-Cayenne

NOE-3**- Première partie**

- C.COLIN, ORSTOM-Cayenne, Chef de mission
- J.M.BORE, ORSTOM-BREST
- R.CAMPILLO, ORSTOM-Paris
- J.MERLIVAT, ORSTOM-Cayenne

- Deuxième partie

- C.COLIN, ORSTOM-Cayenne, Chef de mission
- J.M.BORE, ORSTOM-BREST
- R.CAMPILLO, ORSTOM-Paris
- J.MERLIVAT, ORSTOM-Cayenne

IV.3 Matériel scientifique embarqué**- Equipe scientifique**

- Une sonde SEABIRD avec matériel d'acquisition (micro-ordinateur GOUPIL-GOLF)
- Deux courantographes AANDERAA avec décodeur, testeur et matériel d'acquisition.
- Un profileur de courant.

- NIZERY

- Treuil hydrologique.
- Confection d'une ligne de mouillage (longueur de 550 mètres) supportée par une bouée de surface (système autonome de dérive) pour mesures courantologiques au profileur.
- Bouteilles hydrologiques équipées de thermomètres à renversement.

IV.4 Travail effectué

NOE-1

- nombre total de stations profondes: 14
- durée totale des stations profondes: 22 heures
- nombre total de stations sur le plateau: 8
- durée totale des stations sur le plateau: 7 heures

NOE-2

- nombre total de stations profondes: 29
- durée totale des stations profondes: 45 heures
- nombre total de stations sur le plateau: 12
- durée totale des stations sur le plateau: 10 heures

NOE-3

- nombre total de stations profondes: 19
- durée totale des stations profondes: 35 heures
- nombre total de stations sur le plateau: 10
- durée totale des stations sur le plateau: 8 heures

Au total, 92 stations ont été effectuées lors des trois premières campagnes NOE de mai, juin et juillet 1989.

V: RESULTATS

Lors de NOE-1 (mai) les mesures de salinité obtenues avec la sonde se sont révélées trop élevées en fin de campagne, suite à une détérioration du capteur; lors de NOE-2, c'est le capteur de pression qui de temps à autre a fourni des données erronées. Dans les deux cas, le constructeur contacté a expédié, dans des délais très courts, une sonde de rechange afin de ne pas entraver la bonne marche du programme.

Les résultats hydrologiques présentés pour ces deux campagnes sont, afin d'assurer une présentation cohérente, les données de température et de salinité obtenues avec le profileur (AANDERAA), après calage sur les données sonde et bouteilles disponibles. Ceux de la campagne NOE-3 sont ceux de la sonde, sans traitement préalable; les mesures de salinité effectuées sur les prélèvements d'échantillons d'eau de mer ont montré une grande stabilité et précision du capteur de salinité.

Les coupes de courant présentées pour les trois campagnes sont obtenues à partir des résultats bruts du profileur (AANDERAA), non corrigés de la dérive du système bouée-profileur. En effet, la précision des mesures obtenues par le système de positionnement satellite "KODEN" est insuffisante et les positions GPS ne sont accessibles que 12 heures par jour en moyenne. Les figures 4, 16 et 36 montrent les distributions horizontales de cette dérive déduites du GPS. La référence 500 m (immersion la plus profonde) n'a pas été utilisée car les vitesses du courant peuvent être élevées à ce niveau si l'on se réfère aux profils verticaux de courant obtenus avec le Pegasus en septembre 1989 et février 1990. Les composantes de la vitesse sont comptées positivement vers l'Est et le Nord.

VI : REMERCIEMENTS

Tous nos remerciements à Louis PLESSIS, Commandant du Navire Océanographique André NIZERY ainsi qu'à tout l'équipage pour leur constante disponibilité et efficacité.

Les coupes hydrologiques ont été réalisées par Olivier LAMONGE, dessinateur au Centre ORSTOM de Cayenne.

ANNEXE 1: LISTE DES FIGURES:**NOE-1**

	page
figure 1 Plan de la campagne.....	14
figure 2 Vent de surface....."	"
figure 3 Dérive de surface.....	15
figure 4 Dérive GPS pendant les stations....."	"
figure 5 Température de surface.....	16
figure 6 Salinité de surface....."	"
figure 7 Courants de surface.....	17
figure 8 Courants à 50 m....."	"
figure 9 Courants dans la couche 200-300 m.....	18
figure 10 Immersion de l'isotherme 20°C....."	"
figure 11 Coupe verticale Température (stations 1 à 9)....	19
figure 12 Coupe verticale Salinité (stations 1 à 9)....."	"
figure 13 Composante E-W (stations 1 à 9).....	20
figure 14 Composante N-S (stations 1 à 9)....."	"
figure 15 Coupe verticale Température (stations 11 à 20)...	21
figure 16 Coupe verticale Salinité (stations 11 à 20)....."	"
figure 17 Composante E-W (stations 11 à 20).....	22
figure 18 Composante N-S (stations 11 à 20)....."	"

NOE-2

figure 19 Plan de la campagne.....	23
figure 20 Vent de surface....."	"
figure 21 Dérive de surface.....	24
figure 22 Dérive GPS pendant les stations....."	"
figure 23 Température de surface.....	25
figure 24 Salinité de surface....."	"
figure 25 Courants de surface.....	26
figure 26 Courants à 50 m....."	"
figure 27 Courants dans la couche 200-300 m.....	27
figure 28 Immersion de l'isotherme 20°C....."	"
figure 29 Coupe verticale Température (stations 12 à 19)...	28
figure 30 Coupe verticale Salinité (stations 12 à 19)....."	"
figure 31 Composante E-W (stations 12 à 19).....	29

figure 32	Composante N-S (stations 12 à 19)....."	
figure 33	Coupe verticale Température (stations 1 à 10)....	30
figure 34	Coupe verticale Salinité (stations 1 à 10)....."	
figure 35	Composante E-W (stations 1 à 10).....	31
figure 36	Composante N-S (stations 1 à 10)....."	
figure 37	Coupe verticale Température (stations 31 à 41)...	32
figure 38	Coupe verticale Salinité (stations 31 à 41)....."	
figure 39	Composante E-W (stations 31 à 41).....	33
figure 40	Composante N-S (stations 31 à 41)....."	
figure 41	Coupe verticale Température (stations 20 à 31)...	34
figure 42	Coupe verticale Salinité (stations 20 à 31)....."	
figure 43	Composante E-W (stations 20 à 31).....	35
figure 44	Composante N-S (stations 20 à 31)....."	

NOE-3

figure 45	Plan de la campagne.....	36
figure 46	Vent de surface....."	
figure 47	Dérive de surface.....	37
figure 48	Dérive GPS pendant les stations....."	
figure 49	Température de surface.....	38
figure 50	Salinité de surface....."	
figure 51	Courants de surface.....	39
figure 52	Courants à 50 m....."	
figure 53	Courants dans la couche 200-300 m.....	40
figure 54	Immersion de l'isotherme 20°C....."	
figure 55	Coupe verticale Température (stations 1 à 7)....	41
figure 56	Coupe verticale Salinité (stations 1 à 7)....."	
figure 57	Composante E-W (stations 1 à 7).....	42
figure 58	Composante N-S (stations 1 à 7)....."	
figure 59	Coupe verticale Température (stations 19 à 29)...	43
figure 60	Coupe verticale Salinité (stations 19 à 29)....."	
figure 61	Composante E-W (stations 19 à 29).....	44
figure 62	Composante N-S (stations 19 à 29)....."	
figure 63	Coupe verticale Température (stations 8 à 19)....	45
figure 64	Coupe verticale Salinité (stations 8 à 19)....."	
figure 65	Composante E-W (stations 8 à 19).....	46
figure 66	Composante N-S (stations 8 à 19)....."	

ANNEXE 2: BIBLIOGRAPHIE

Richardson P.L. et S.G.H. Philander, 1987: 'The seasonal variations of surface currents in the tropical Atlantic Ocean. A comparison of ship drift data with results from a General Circulation Model'. J. Geophys. Res ,92, C1, pp 715-724.

Ridcharson P.L. et G.Reverdin, 1987: 'Seasonal cycle of velocity in the Atlantic North Equatorial Countercurrent as measured by surface drifters, currentmeters and ship drifts'. J. Geophys. Res. 92, C4, pp 3691-3768.

FIGURES

NOE 1:	page 14
NOE 2:	page 23
NOE 3:	page 36

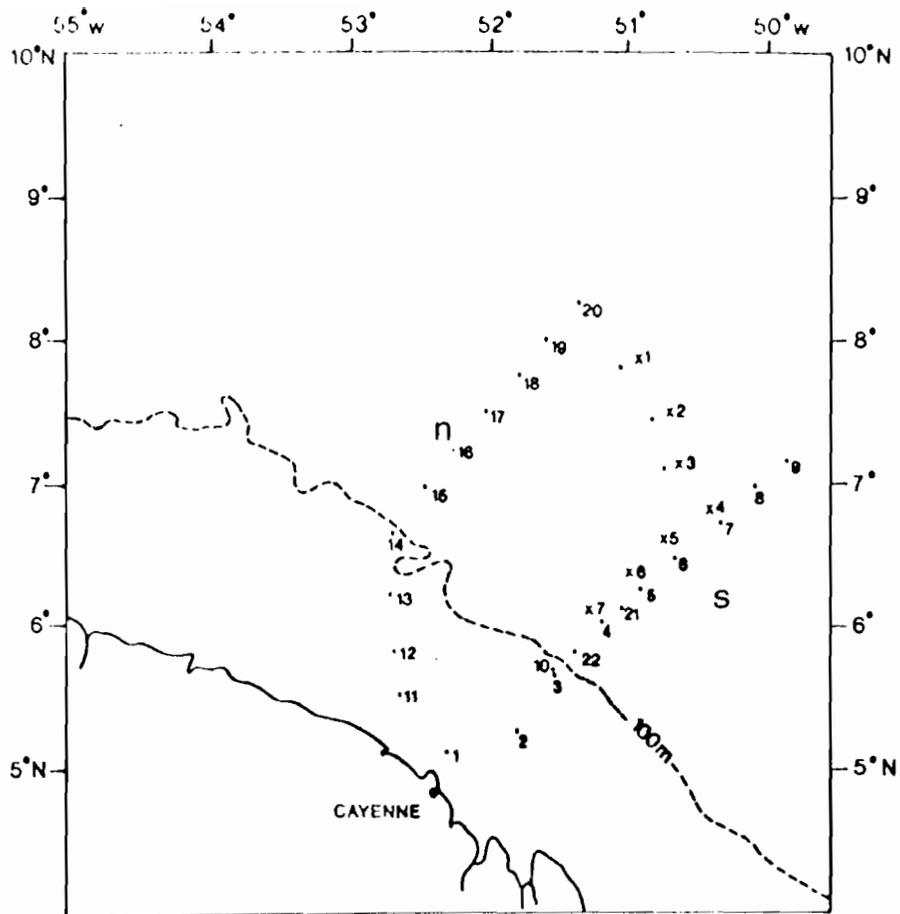


figure 1 - NOE 1 positions géographiques des stations sonde (.) et xbt (x)

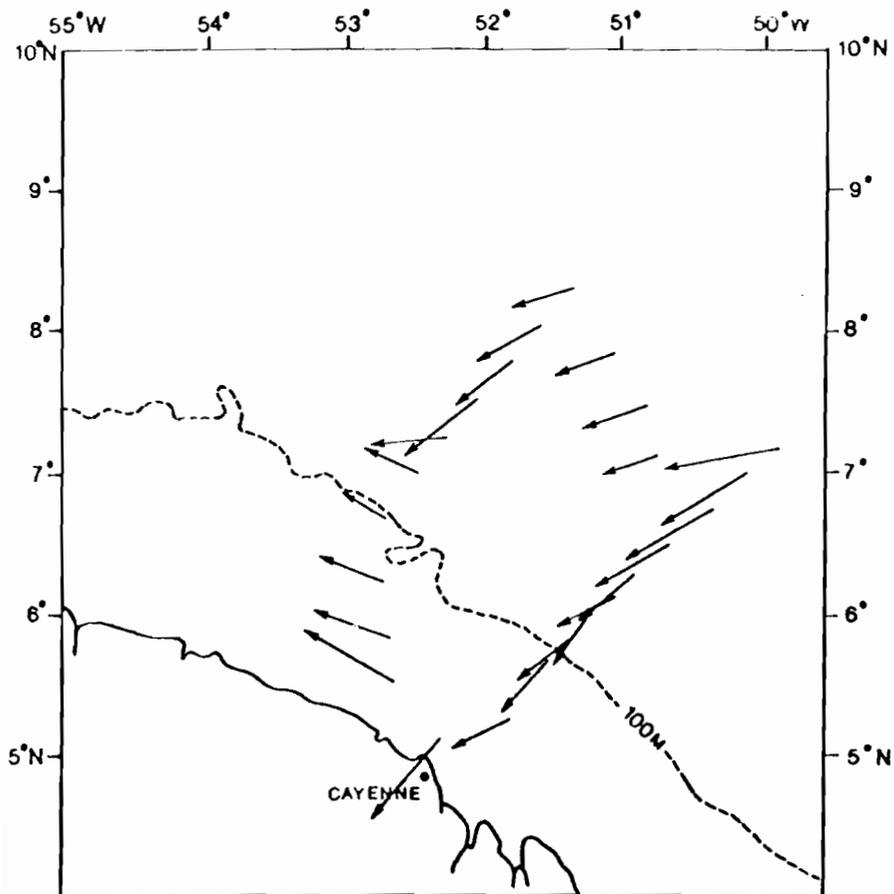


figure 2 - NOE 1 vent (→ 10 noeuds)

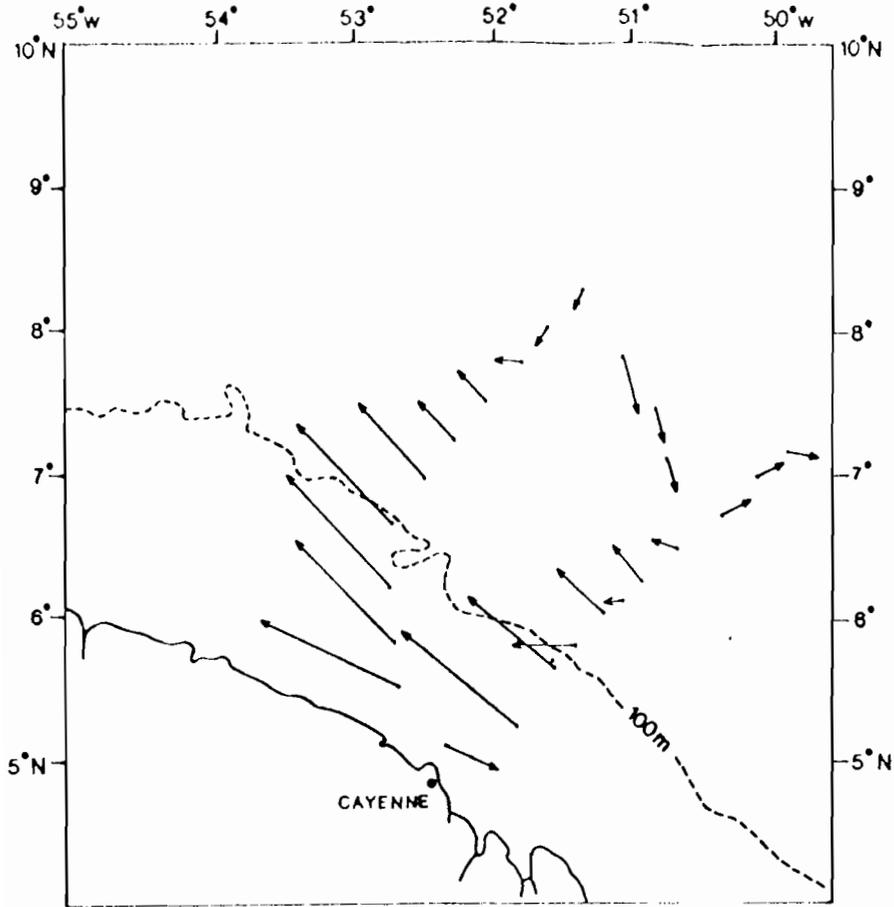


figure 3 - NOE 1 dérive bateau (↔ 1 noeud)

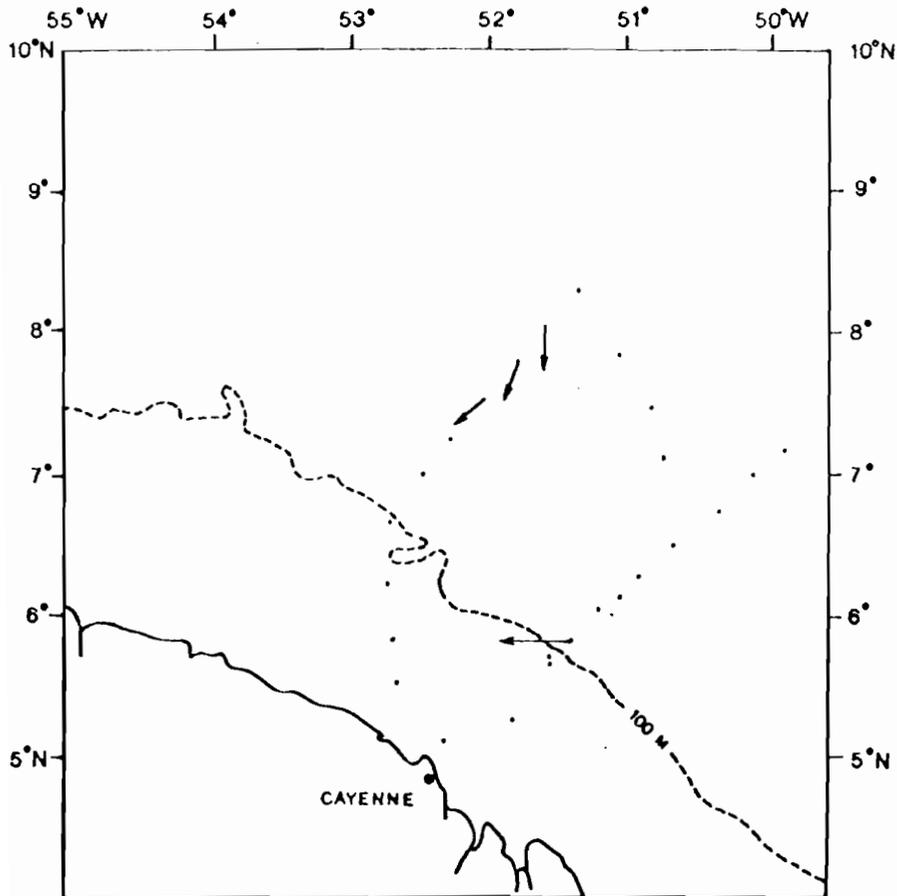


figure 4 - NOE 1 dérive GPS (↔ 1 noeud)

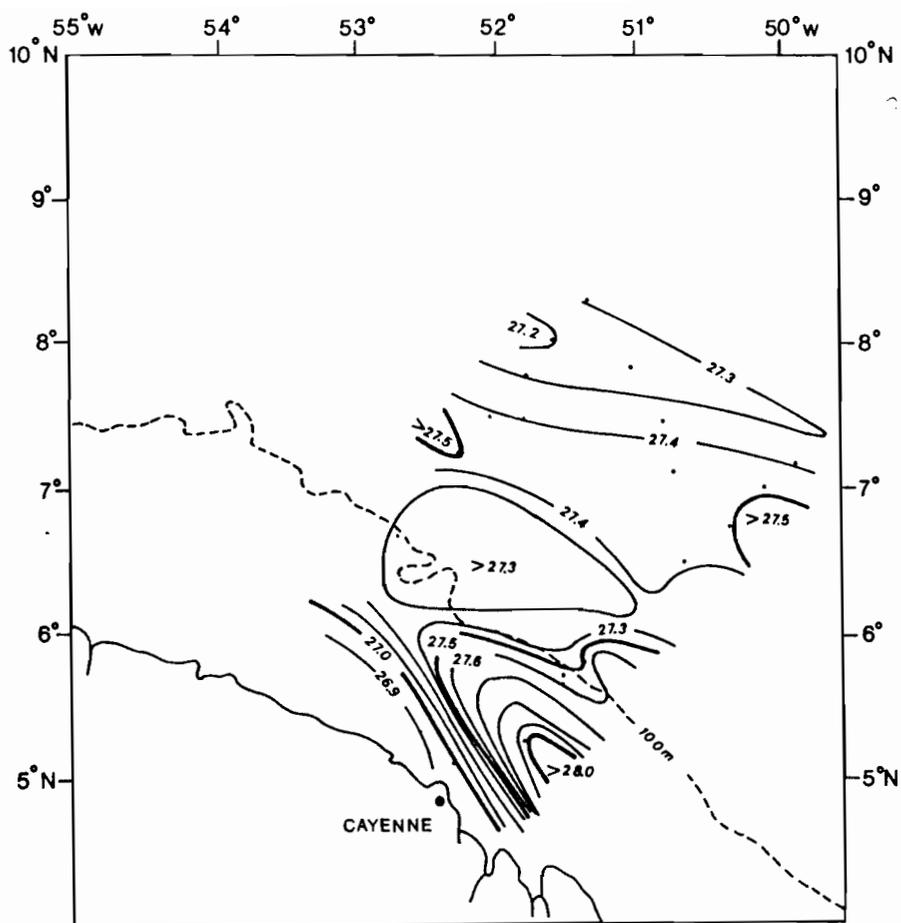


figure 5 - NOE 1 température de surface

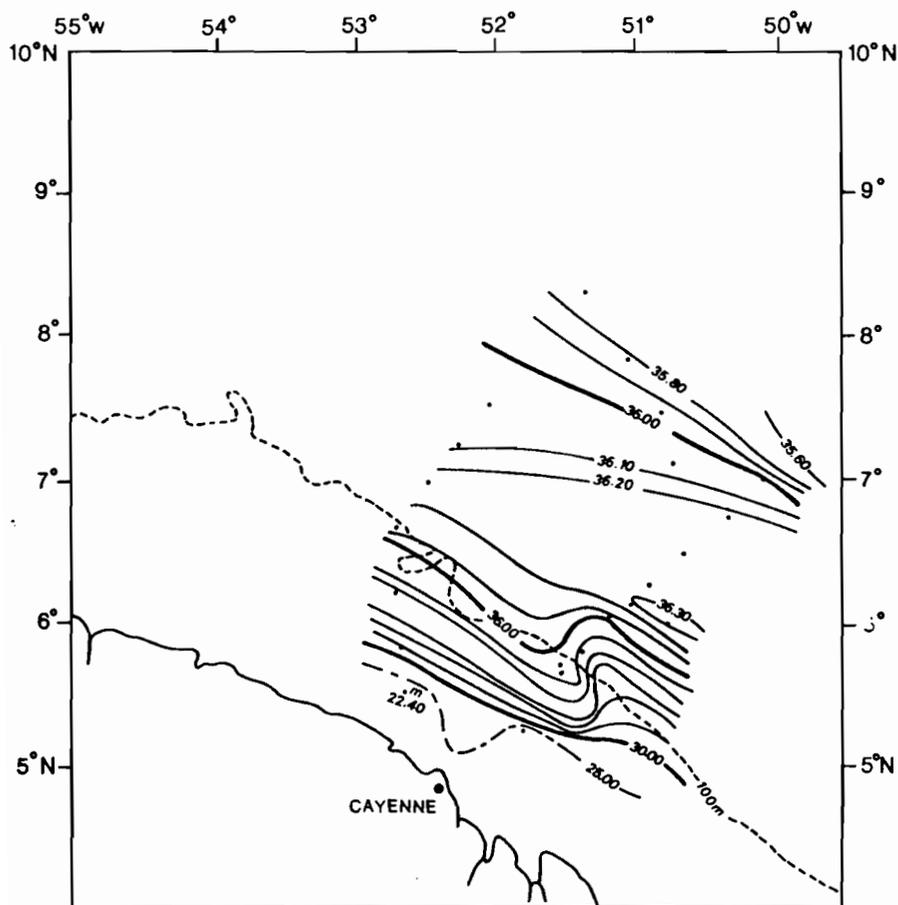


figure 6 - NOE 1 salinité de surface

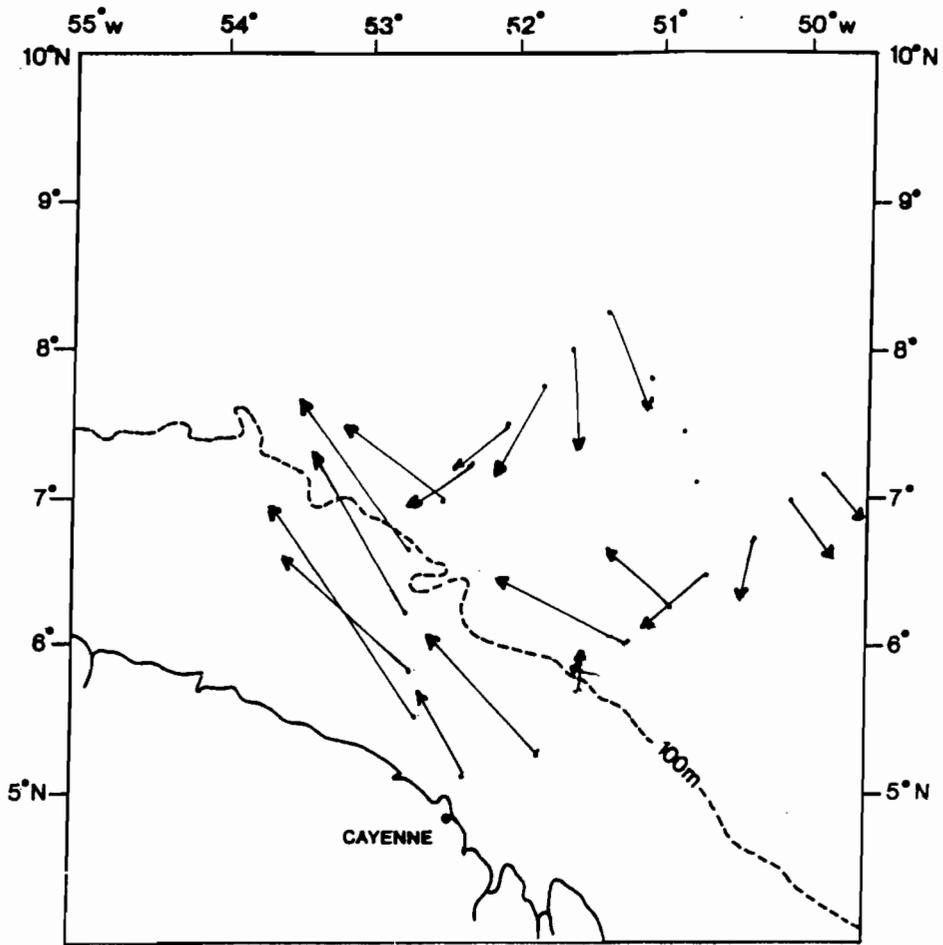


figure 7 - NOE 1 courants de surface (\longleftarrow 40 cm/s)

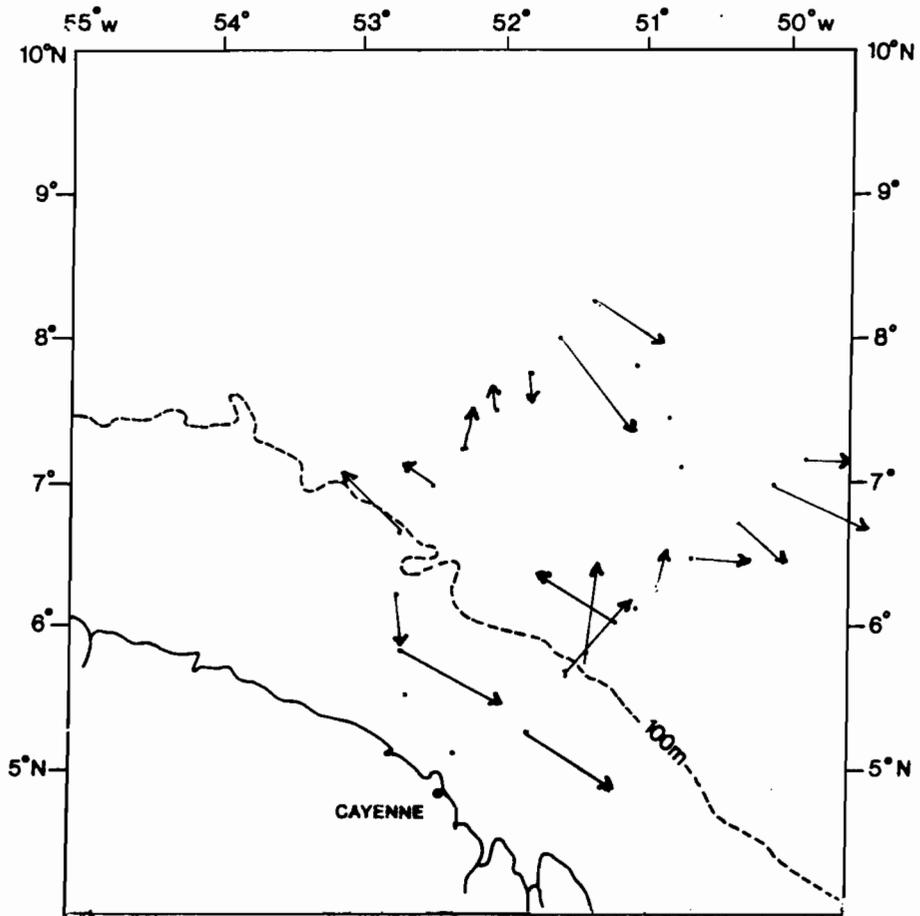


figure 8 - NOE 1 courants à 50 m. (\longleftarrow 40 cm/s)

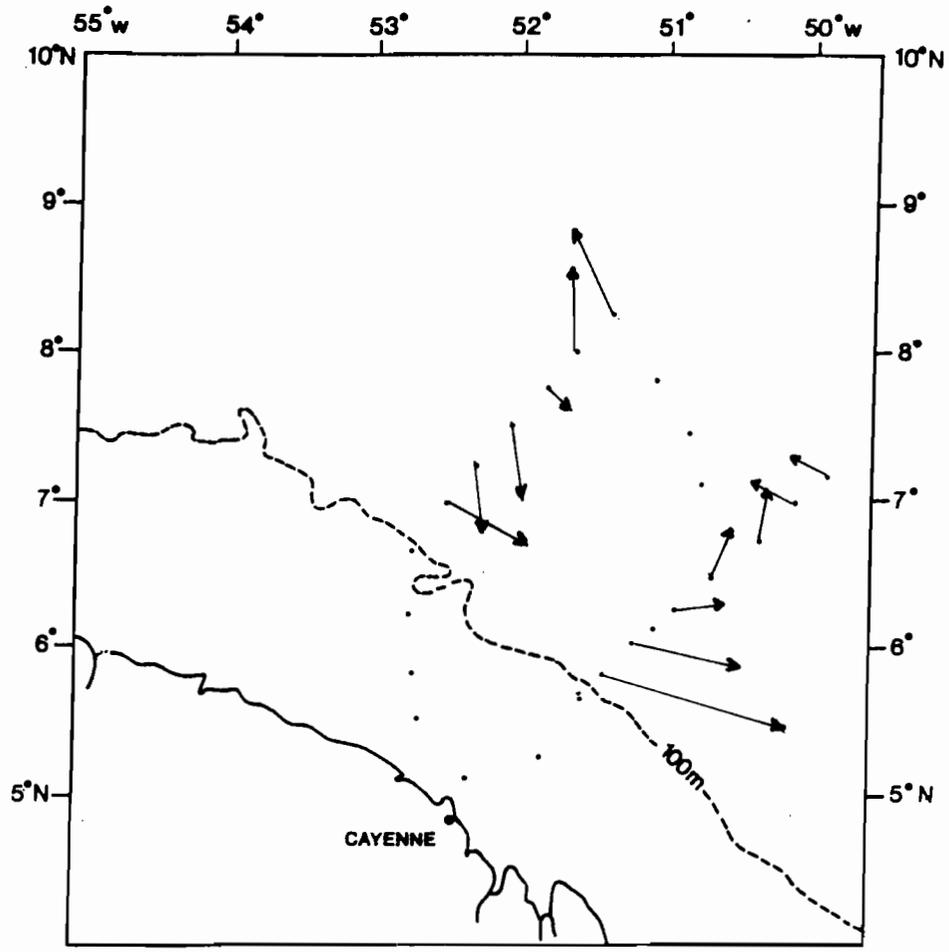


figure 9 - NOE 1 courants dans la couche 200-300 m. (———— 20 cm/s)

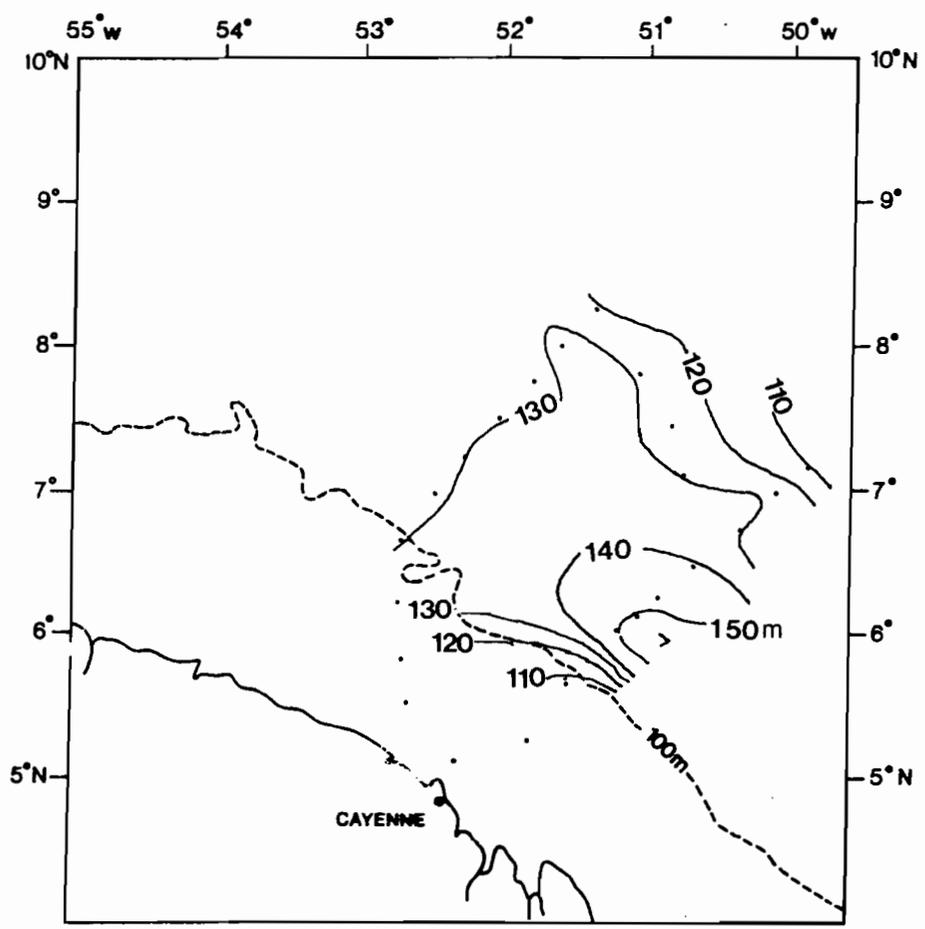


figure 10 - NOE 1 immersion (m.) de l'isotherme 20 °C

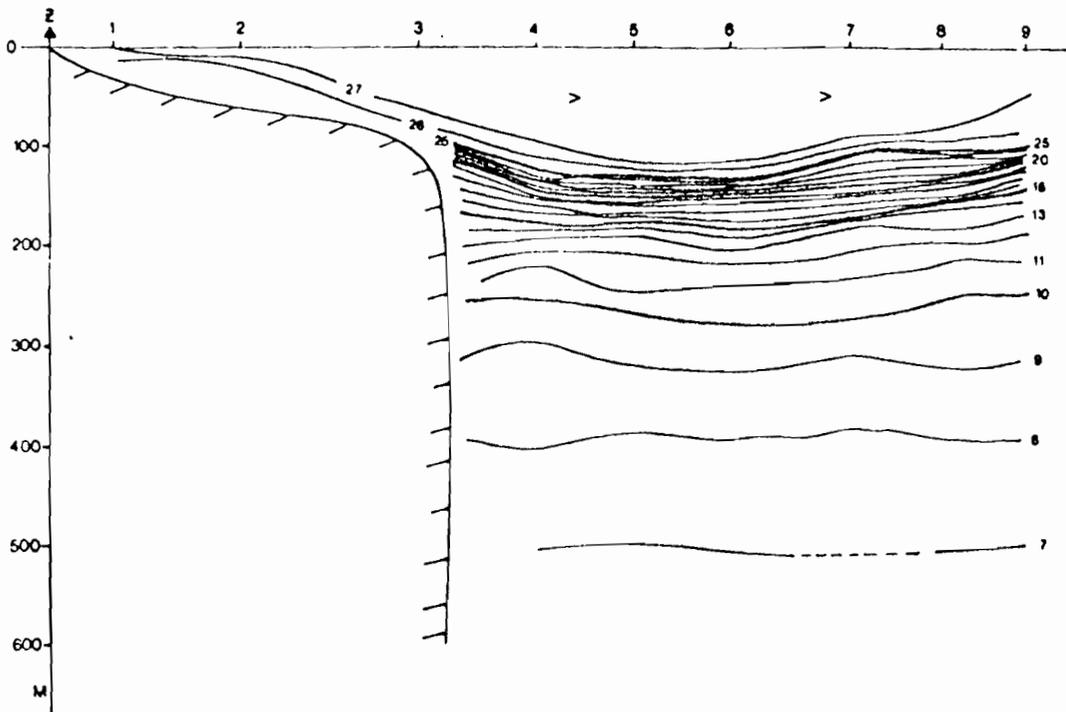


figure 11 - NOE 1 section Sud (s) Température (°C)

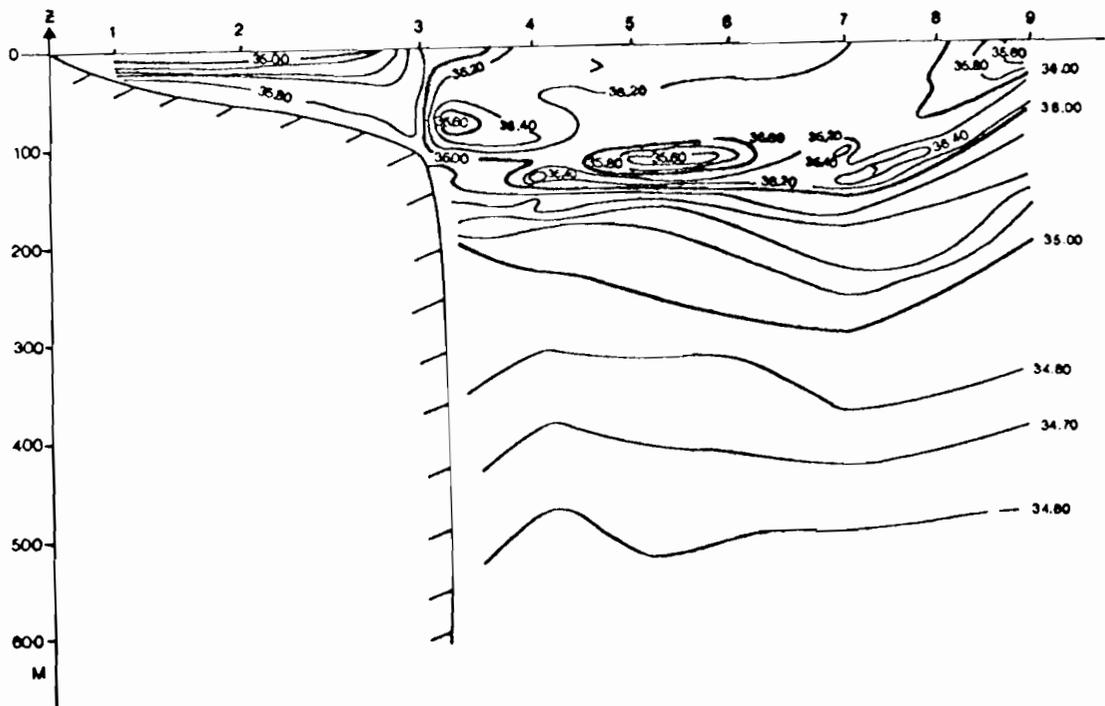


figure 12 - NOE 1 section Sud (s) Salinité (g/l)

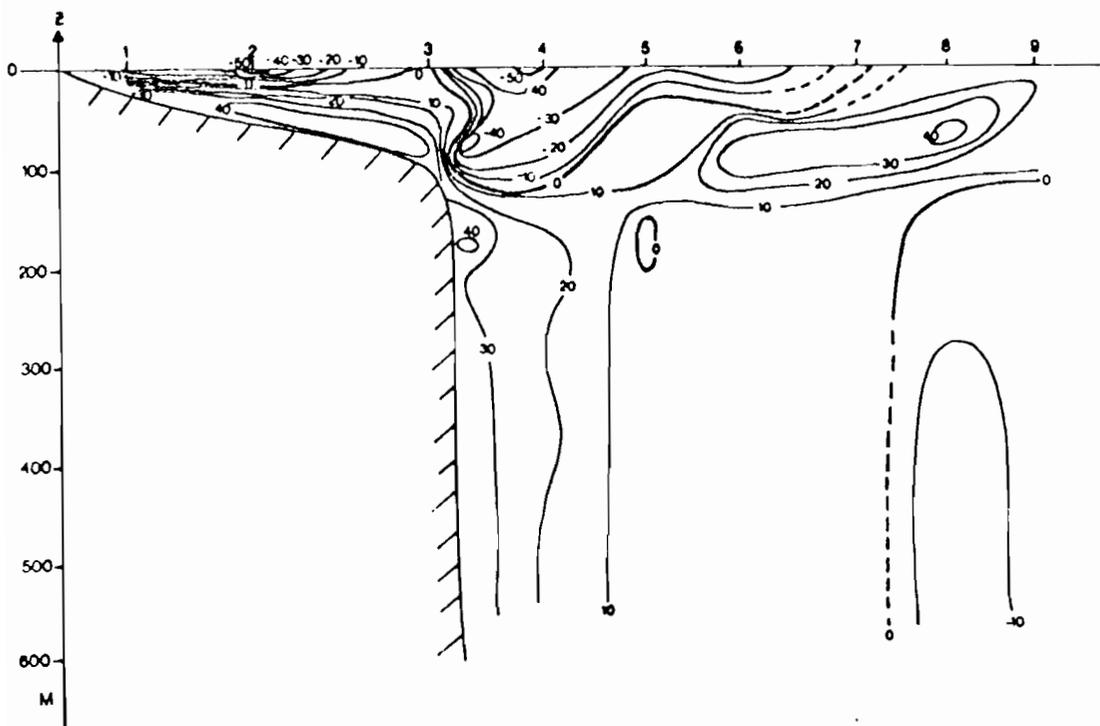


figure 13 - NOE 1 section Sud (s) Composante E-W (cm/s)

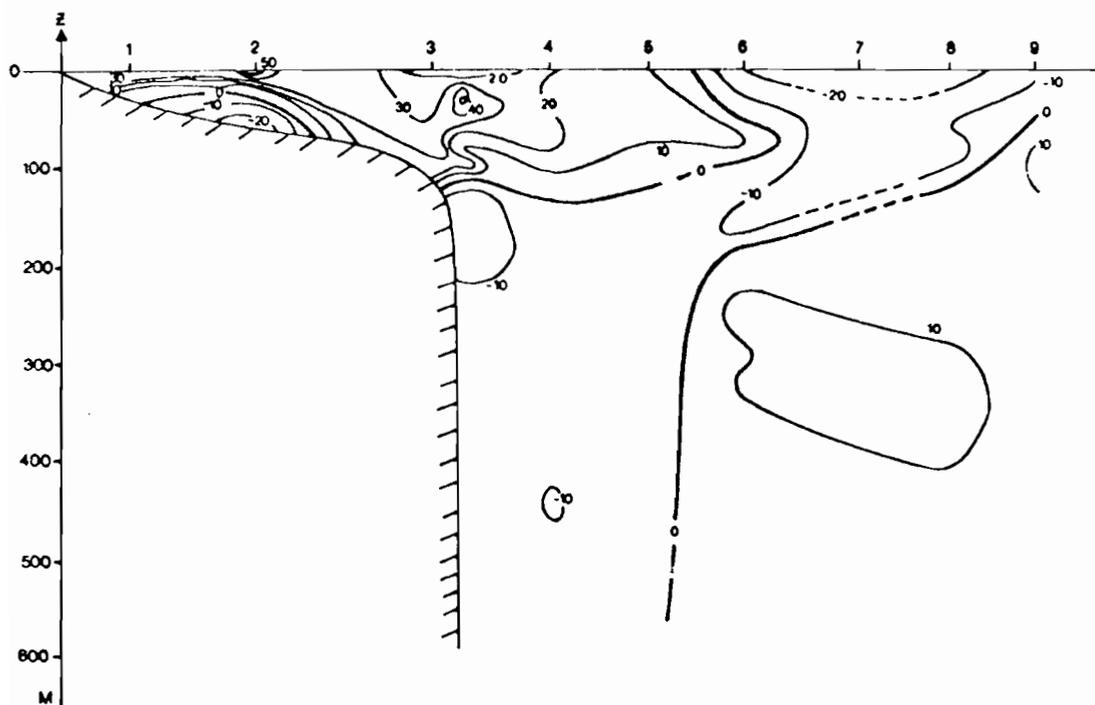


figure 14 - NOE 1 section Sud (s) Composante N-S (cm/s)

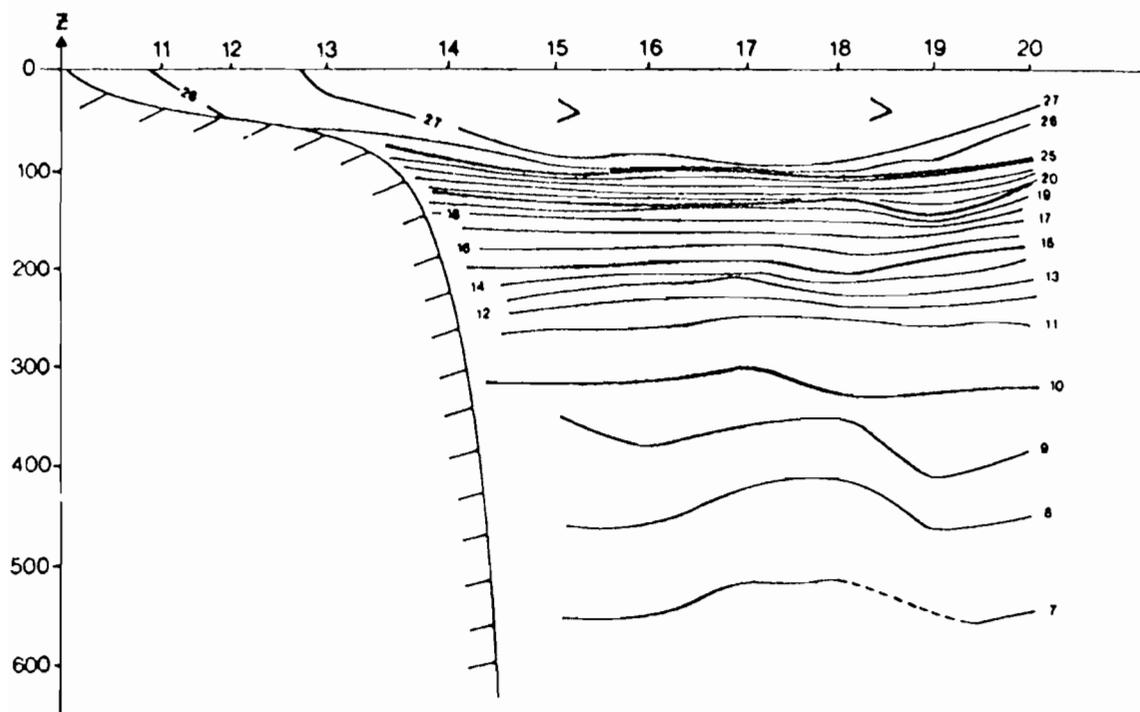


figure 15 - NOE 1 section Nord (n) Température (°C)

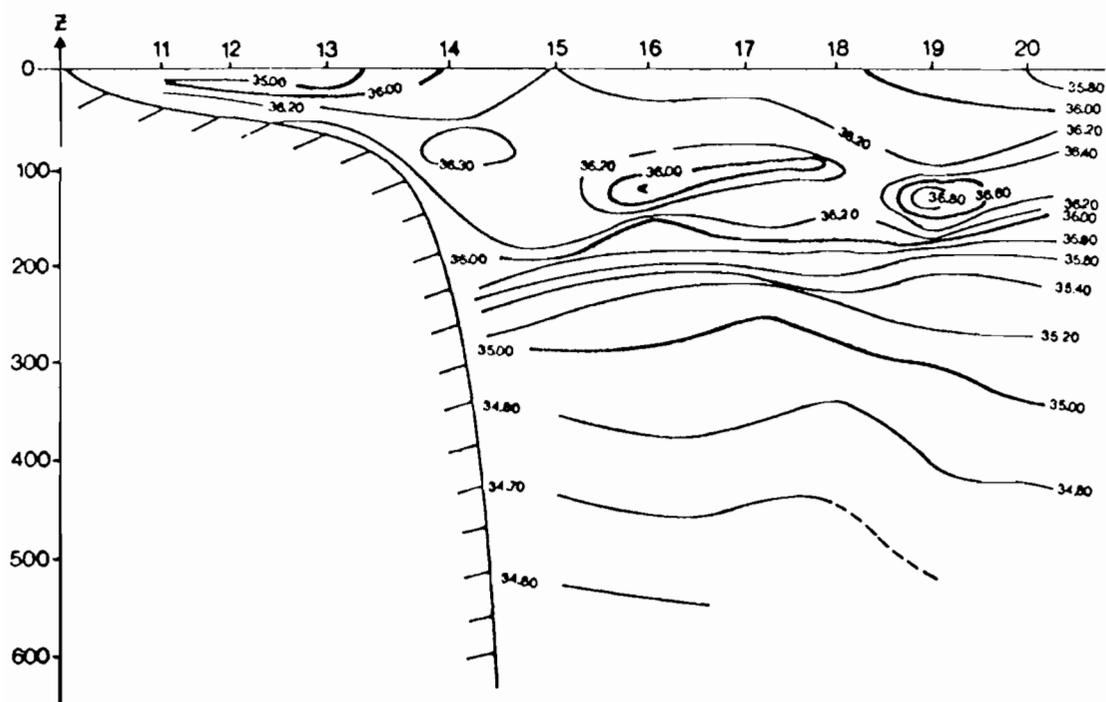


figure 16 - NOE 1 section Nord (n) Salinité (g/l)

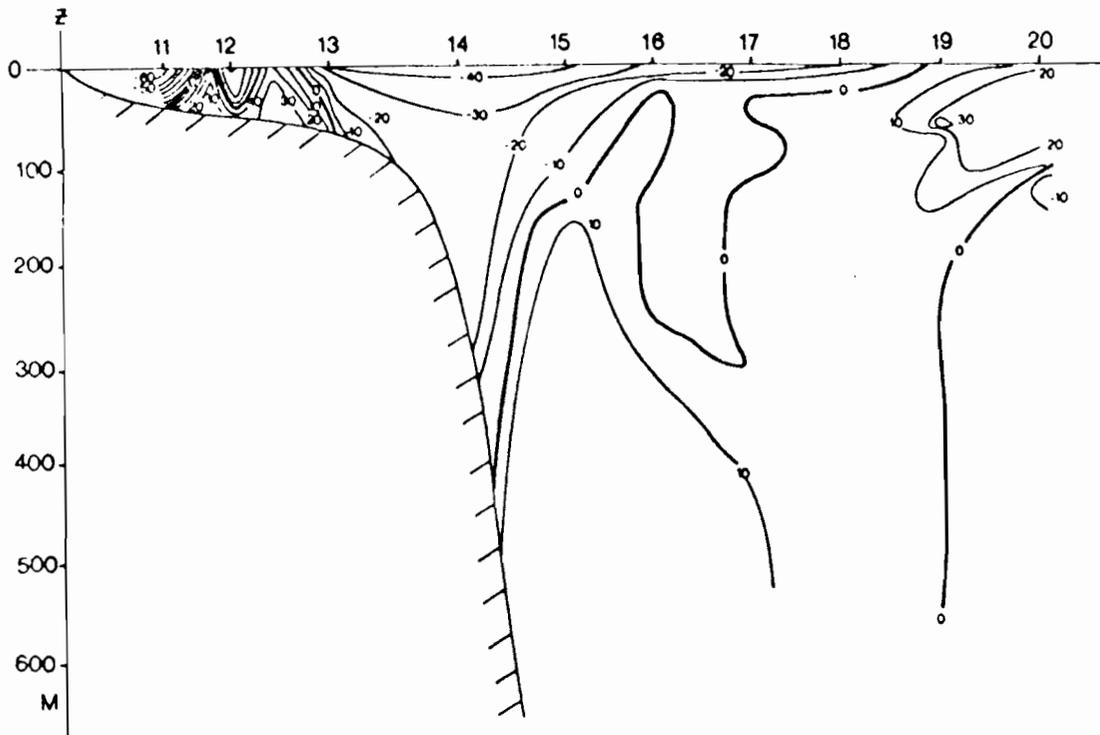


figure 17 - NOE 1 section Nord (n) Composante E-W (cm/s)

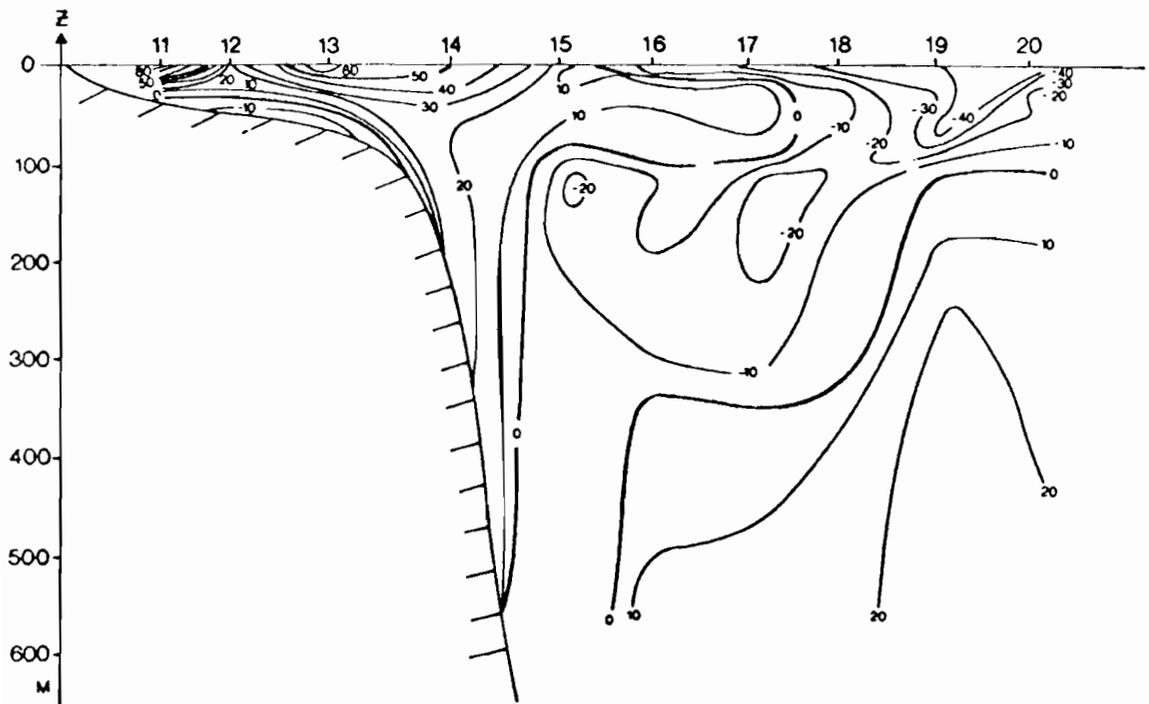


figure 18 - NOE 1 section Nord (n) Composante N-S (cm/s)

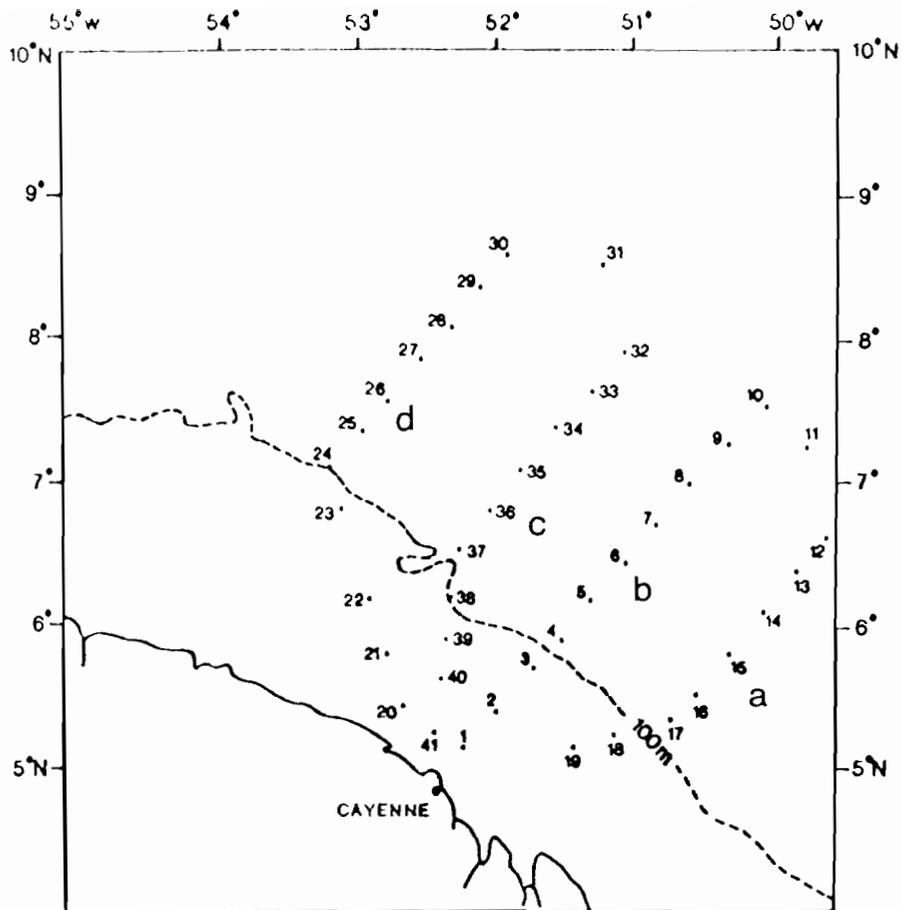


figure 19 - NOE 2 positions géographiques des stations

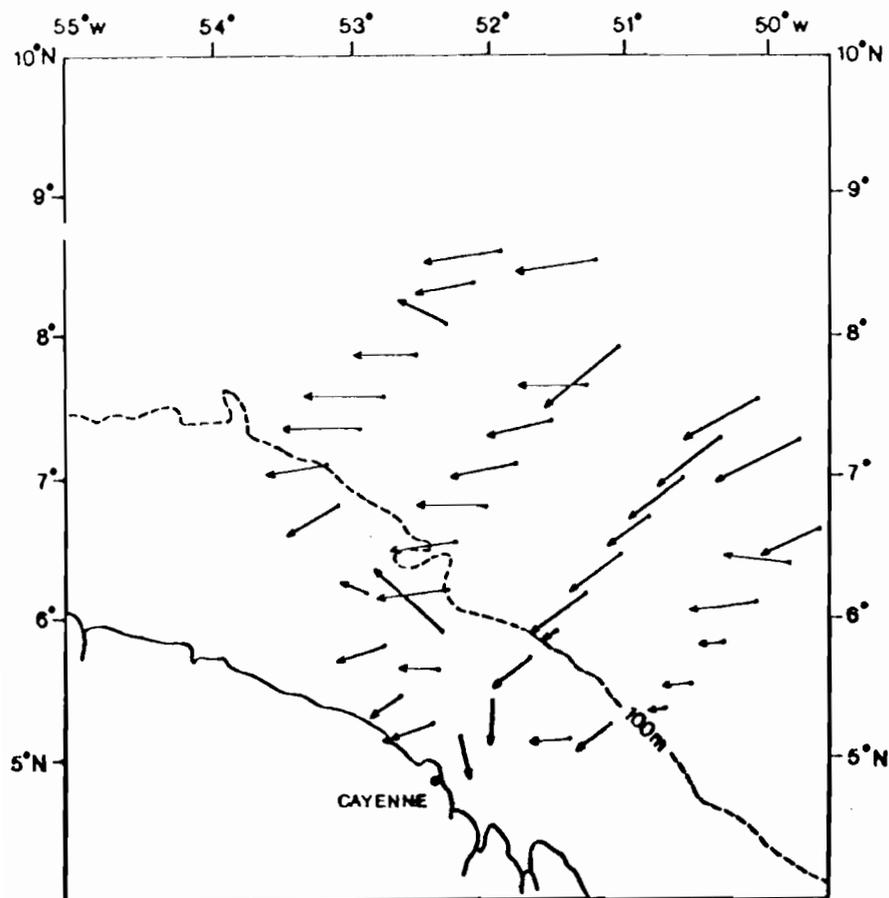


figure 20 - NOE 2 vent (— 10 noeuds)

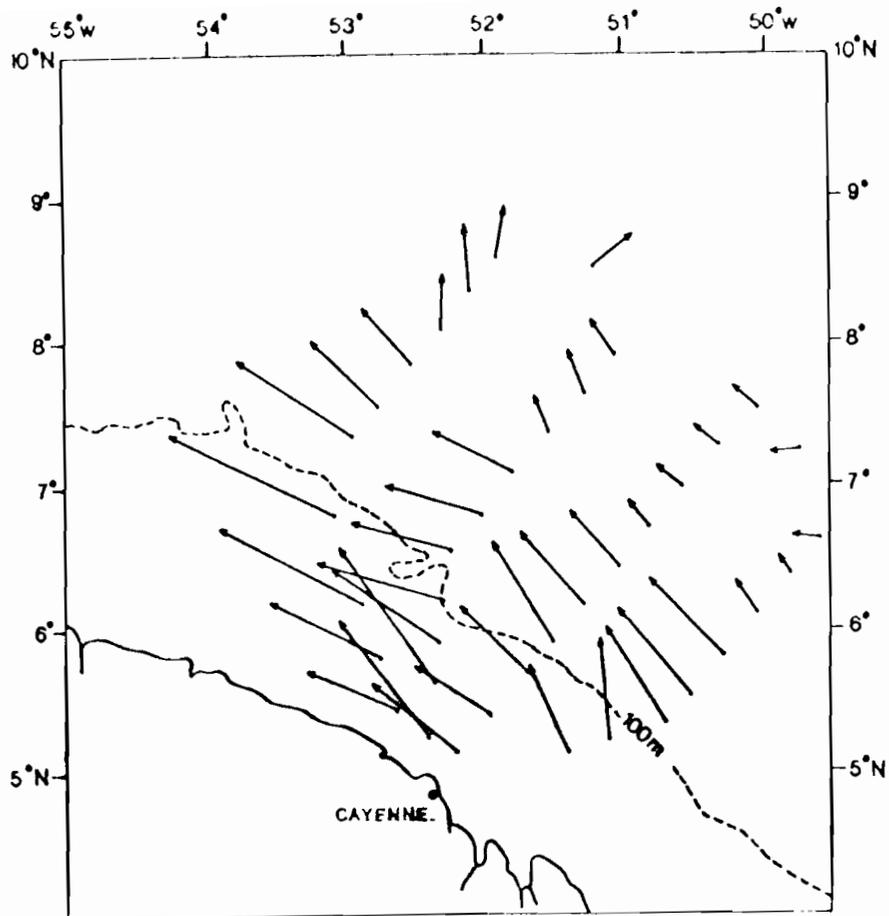


figure 21 - NOE 2 dérive bateau (\longleftarrow 1 noeud)

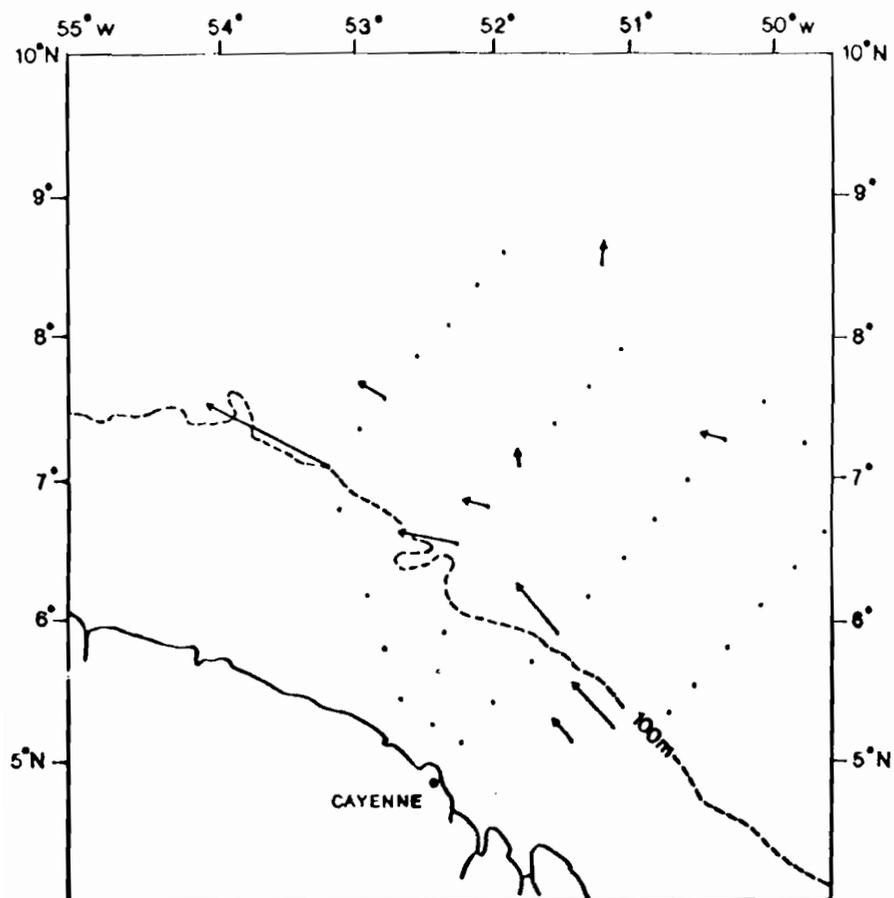


figure 22 - NOE 2 dérive GPS (\longleftarrow 1 noeud)

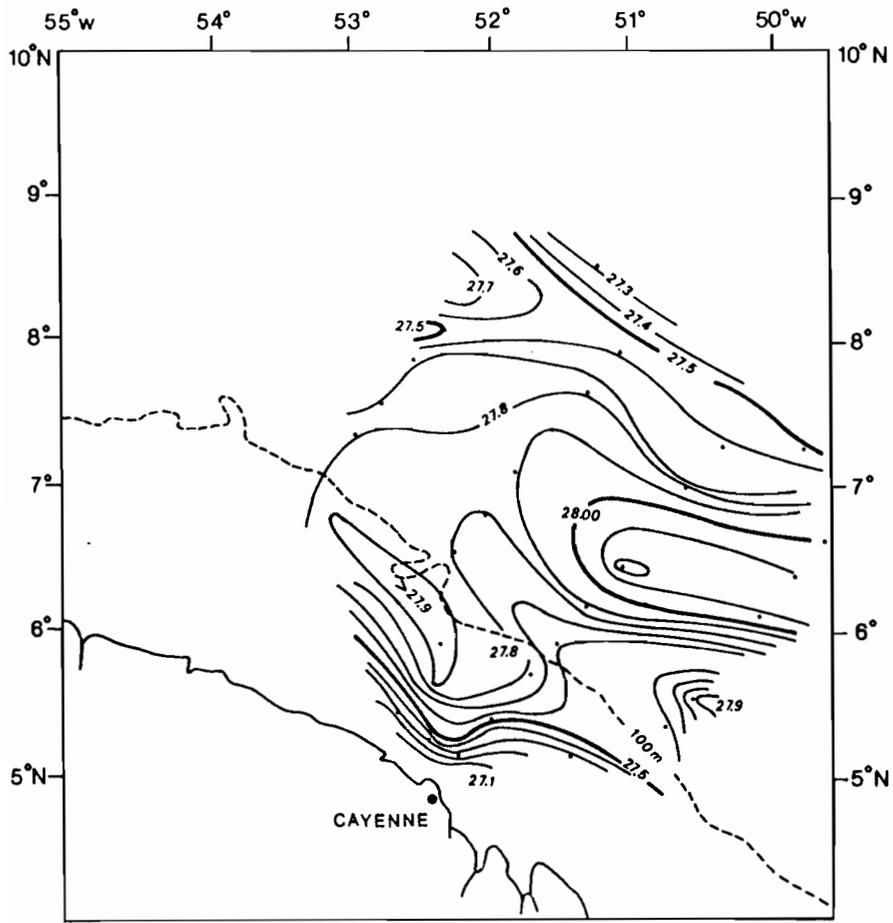


figure 23 - NOE 2 température de surface

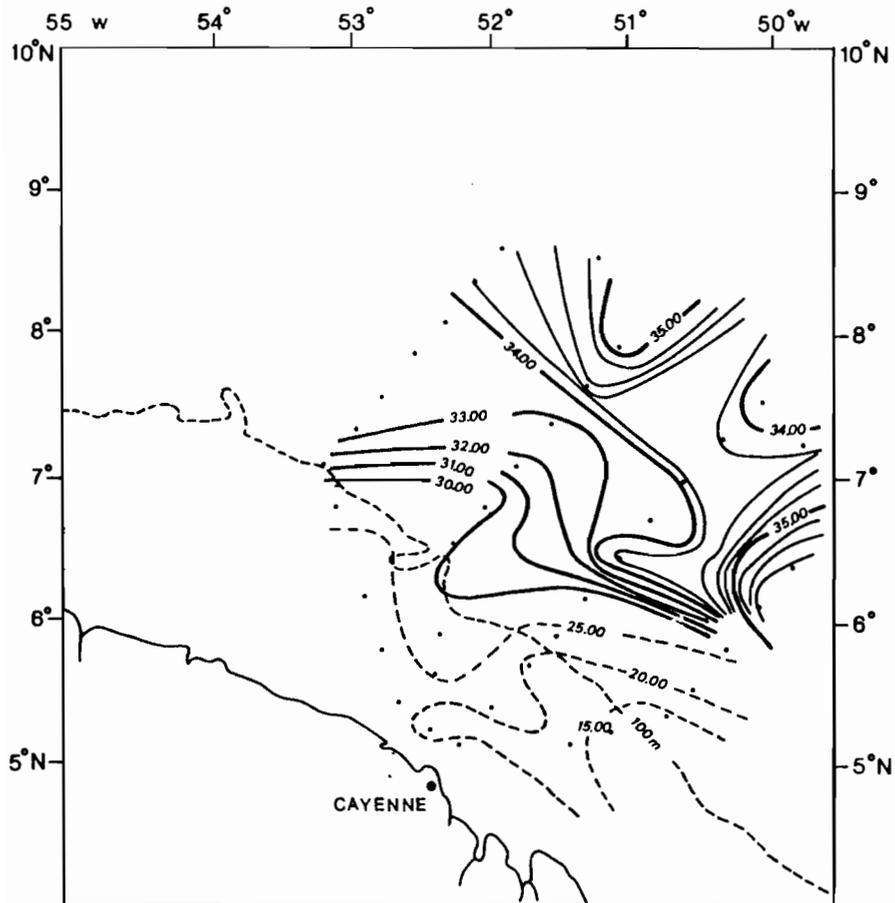


figure 24 - NOE 2 salinité de surface

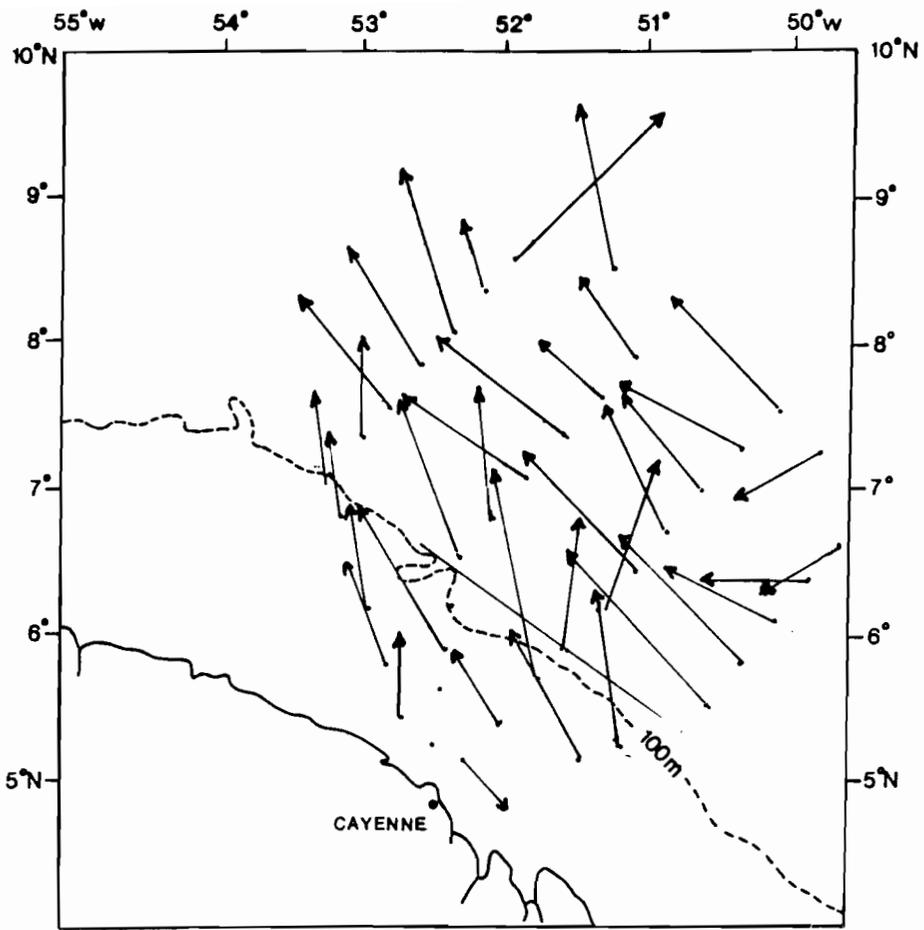


figure 25 - NOE 2 courants de surface (——— 40 cm/s)

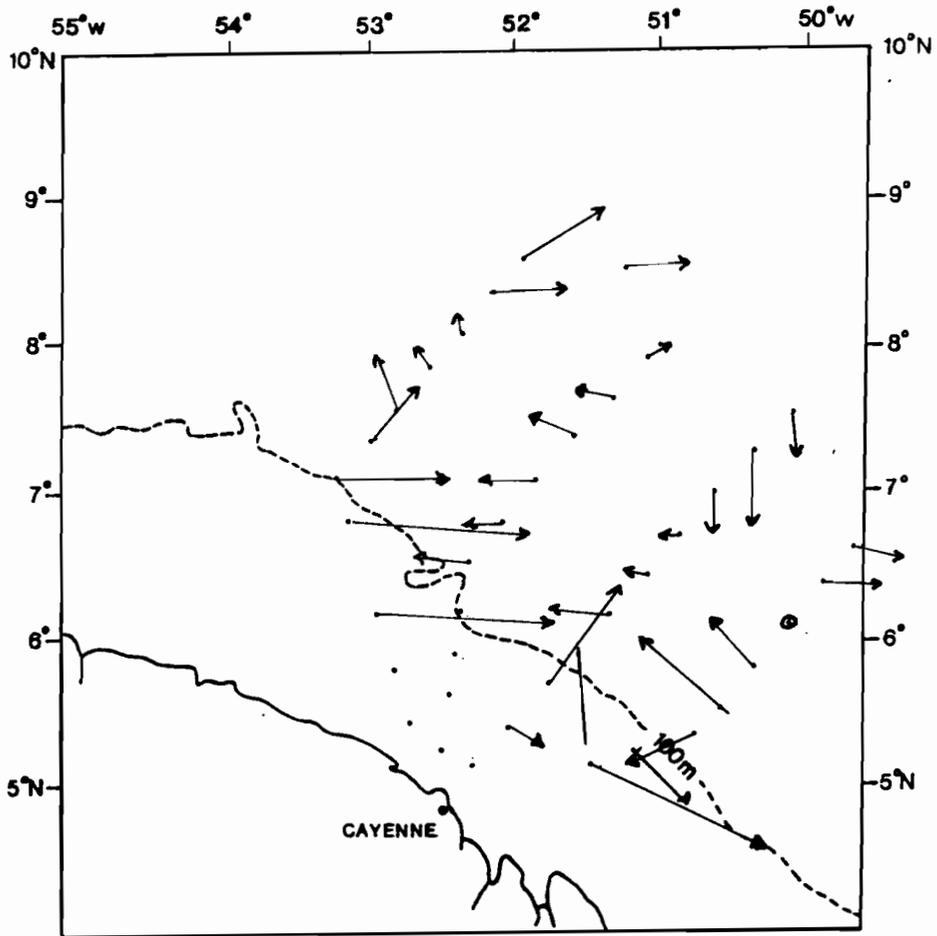


figure 26 - NOE 2 courants à 50 m. (——— 40 cm/s)

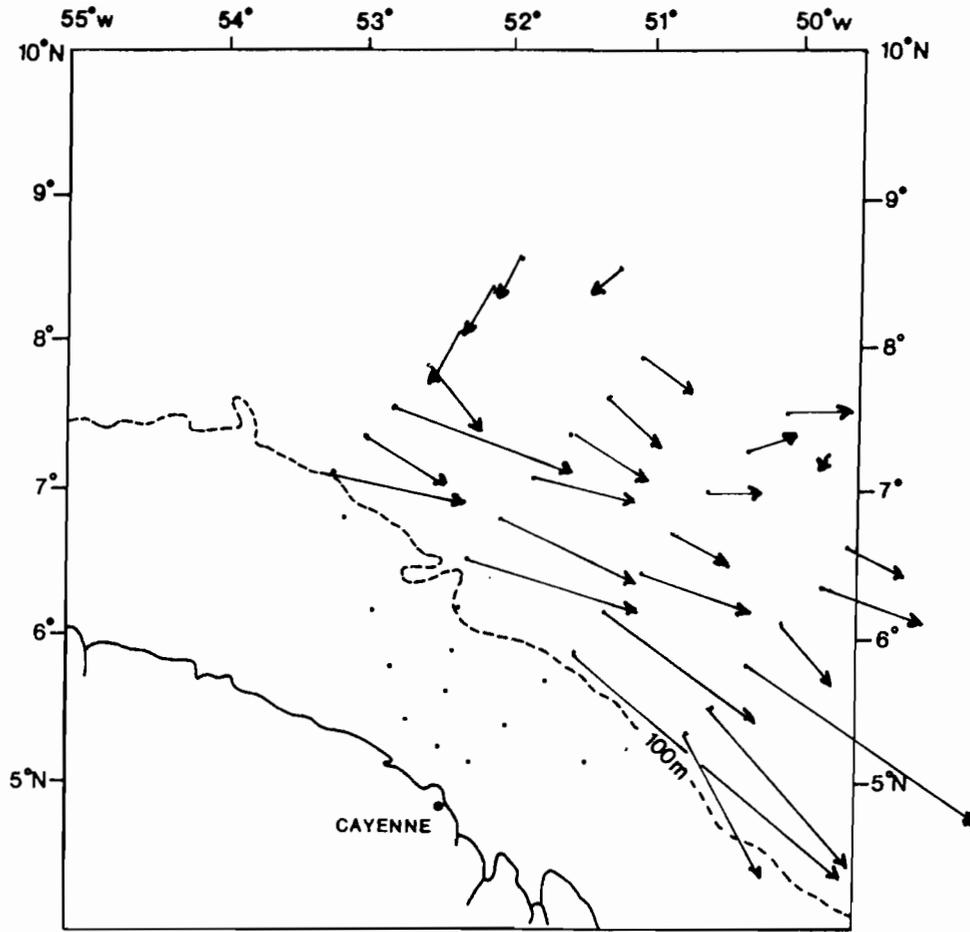


figure 27 - NOE 2 courants dans la couche 200-300 m. (——— 20 cm/s)

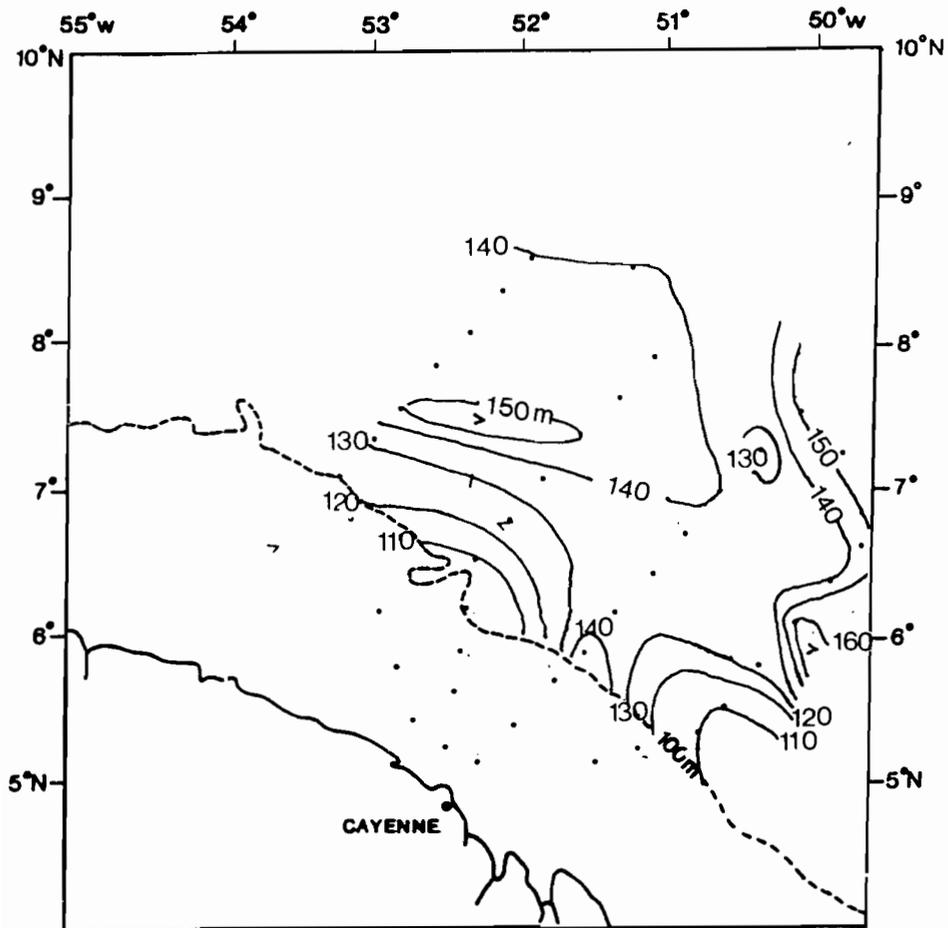


figure 28 - NOE 2 immersion (m.) de l'isotherme 20 °C

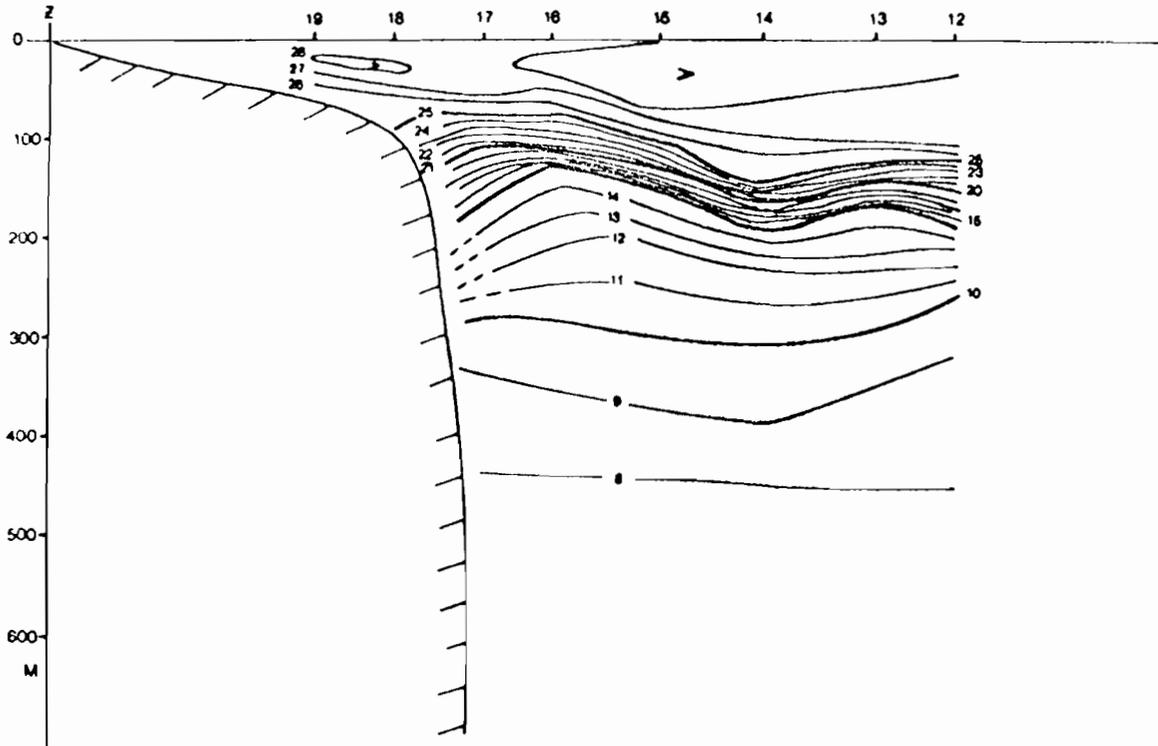
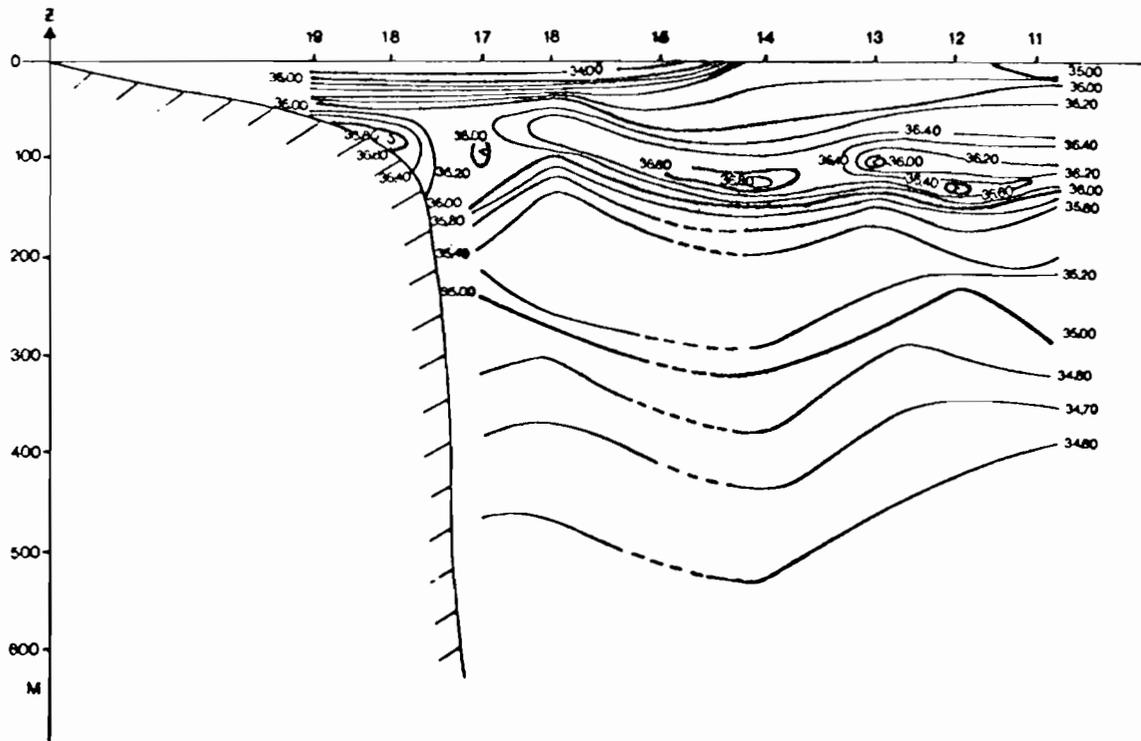


figure 29 - NOE 2 section "a" Température (°C)



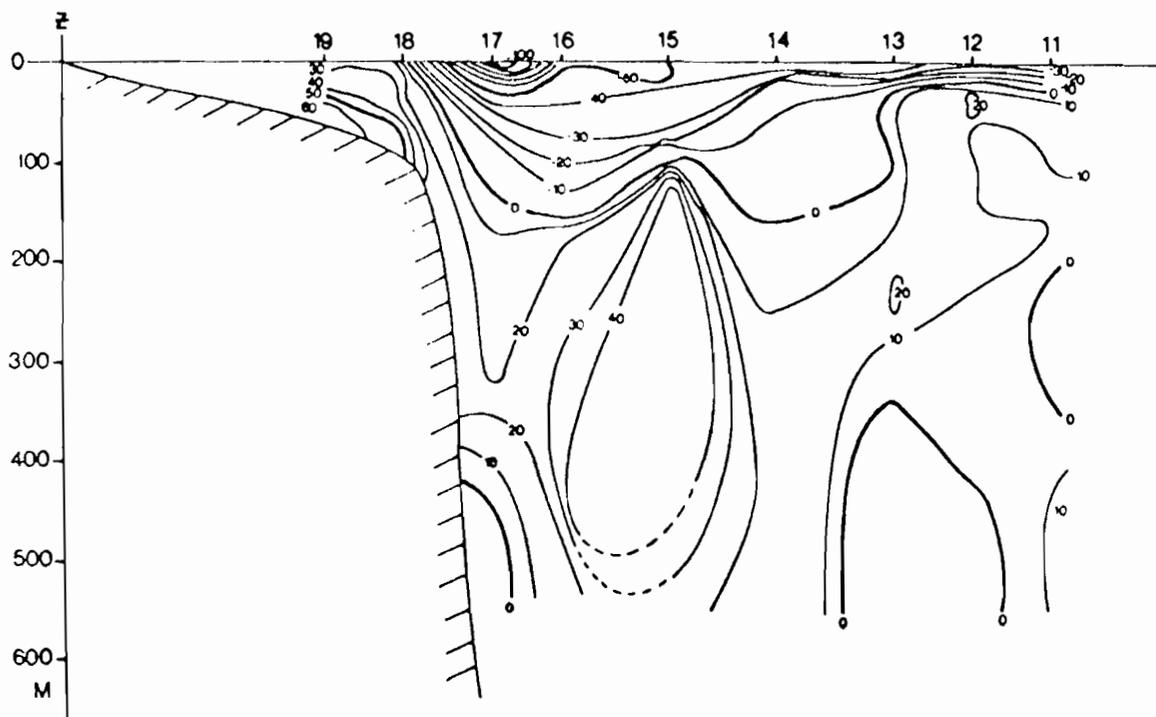


figure 31 - NOE 2 section "a" Compositante E-W (cm/s)

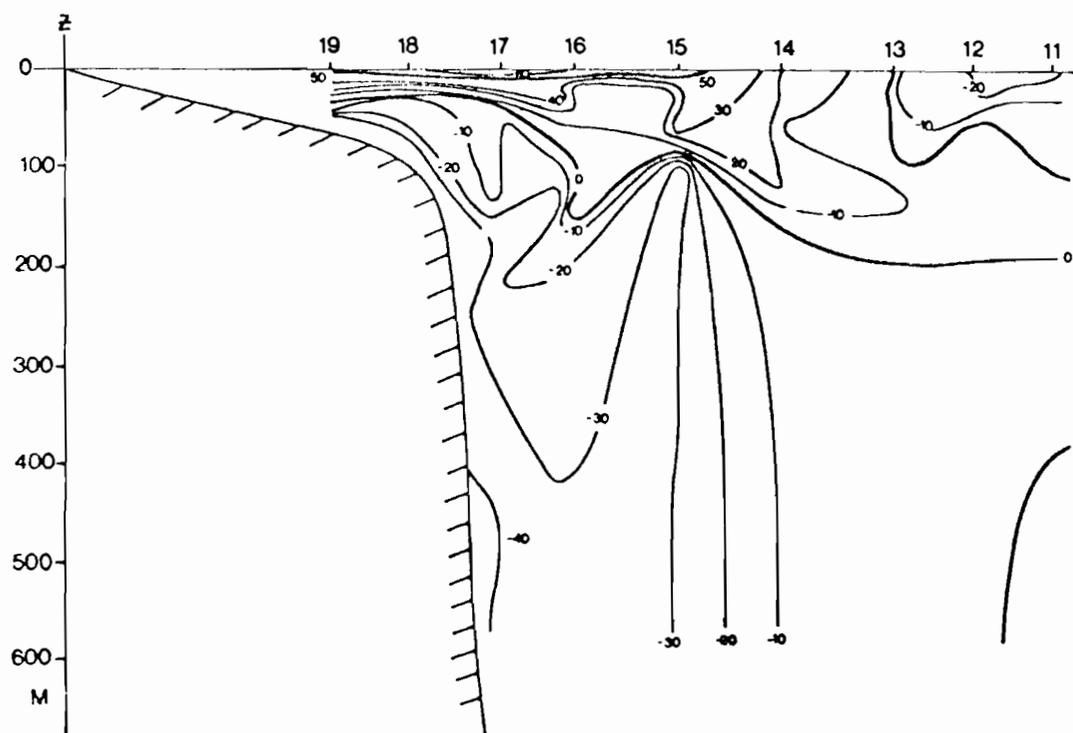


figure 32 - NOE 2 section "a" Compositante N-S (cm/s)

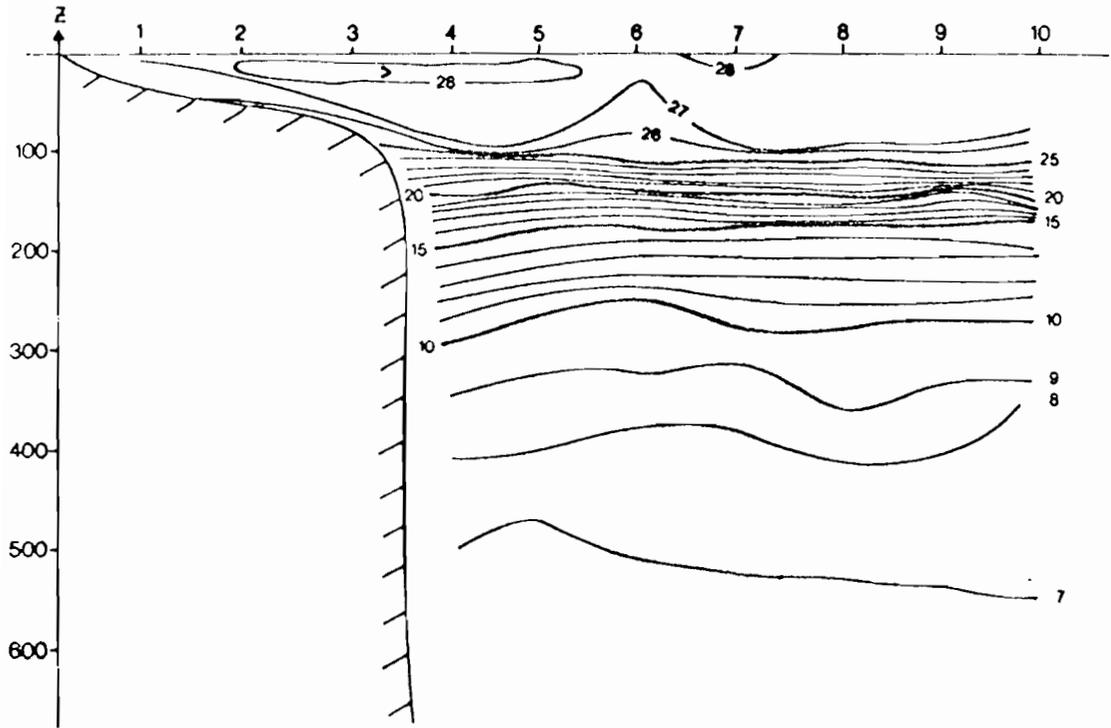


figure 33 - NOE 2 section "b" Température (°C)

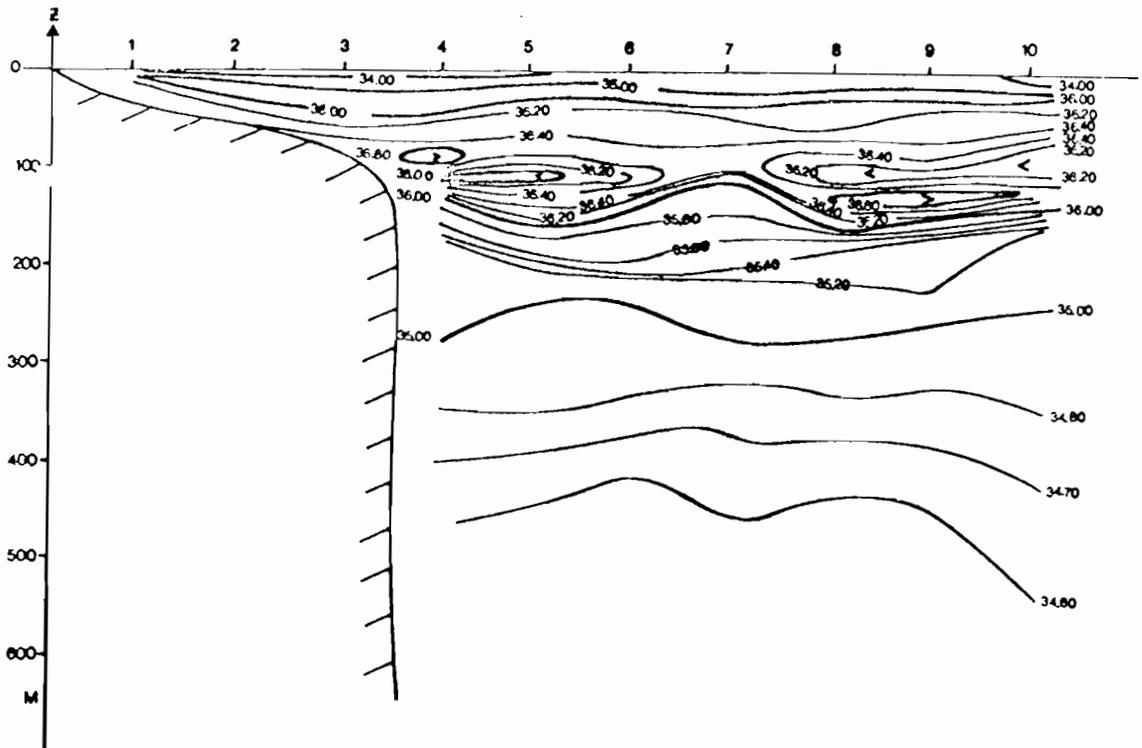


figure 34 - NOE 2 section "b" Salinité (g/l)

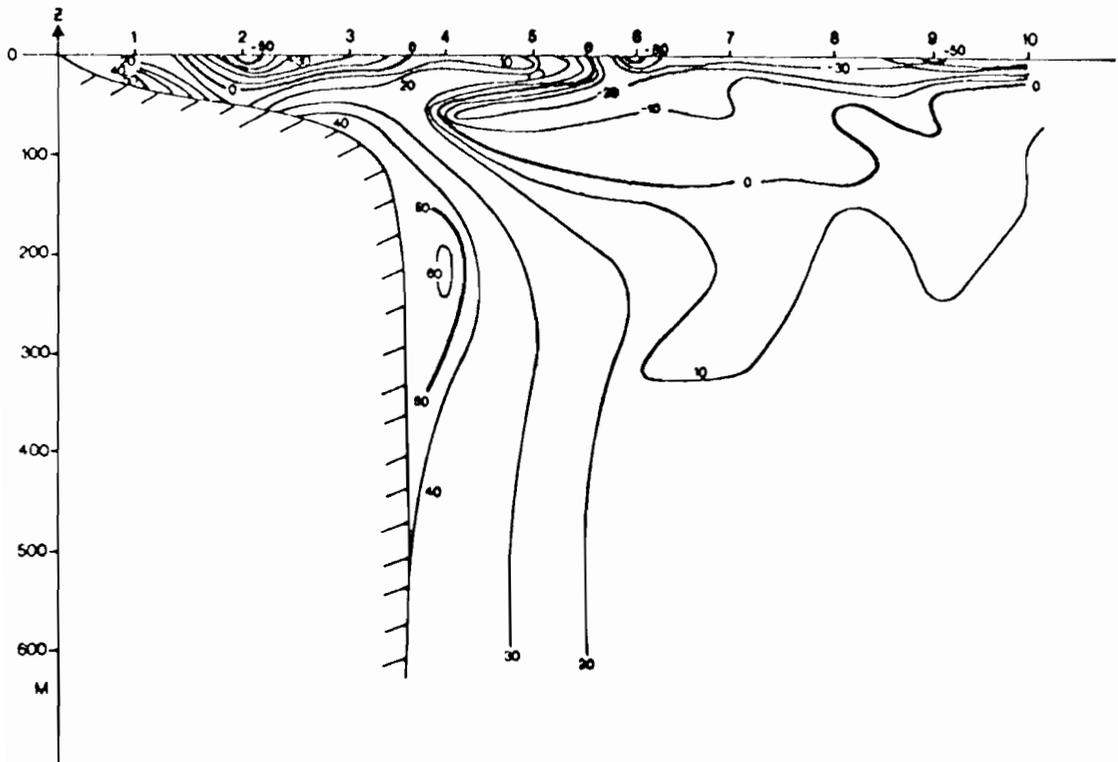


figure 35 - NOE 2 section "b" Composante E-W (cm/s)

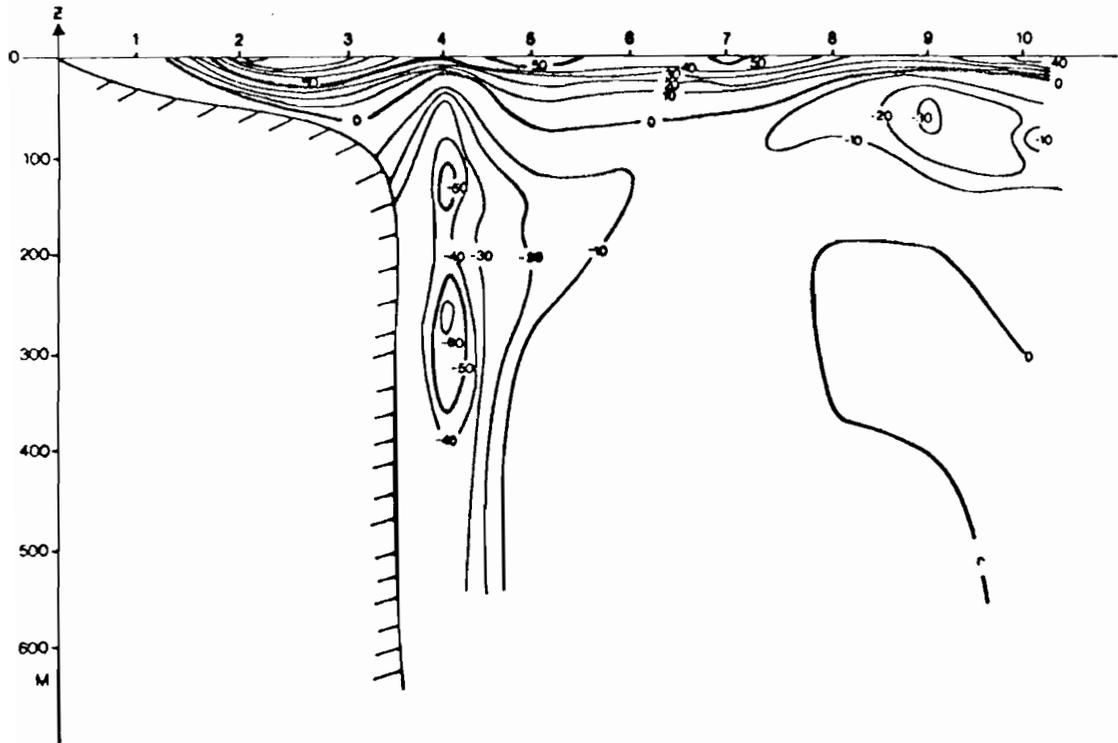


figure 36 - NOE 2 section "b" Composante N-S (cm/s)

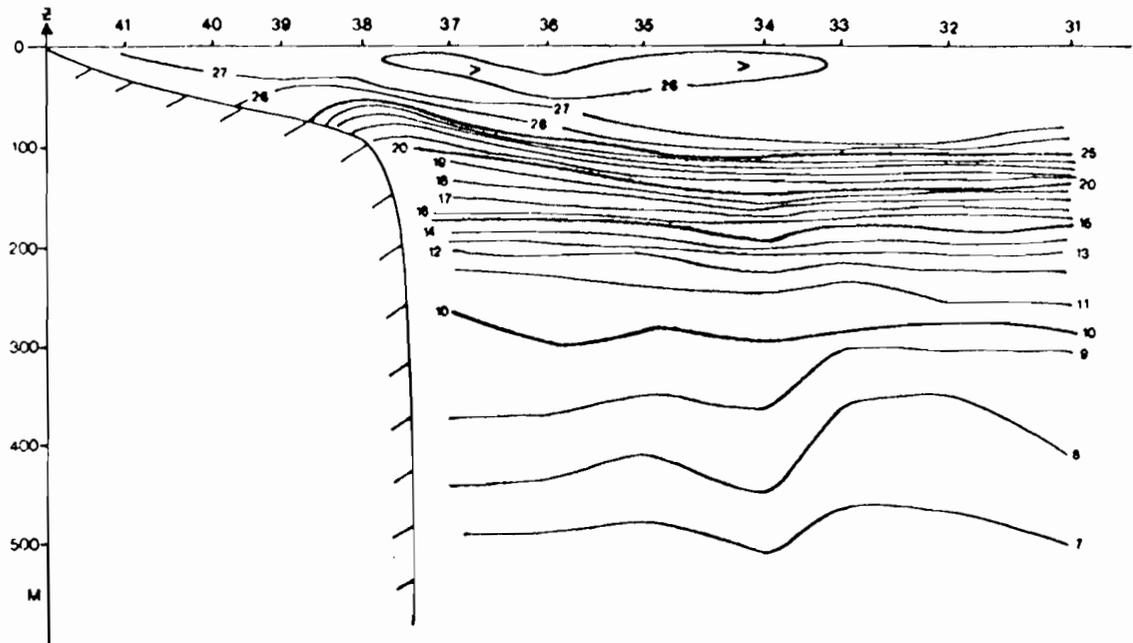


figure 37 - NOE 2 section "c" Température (°C)

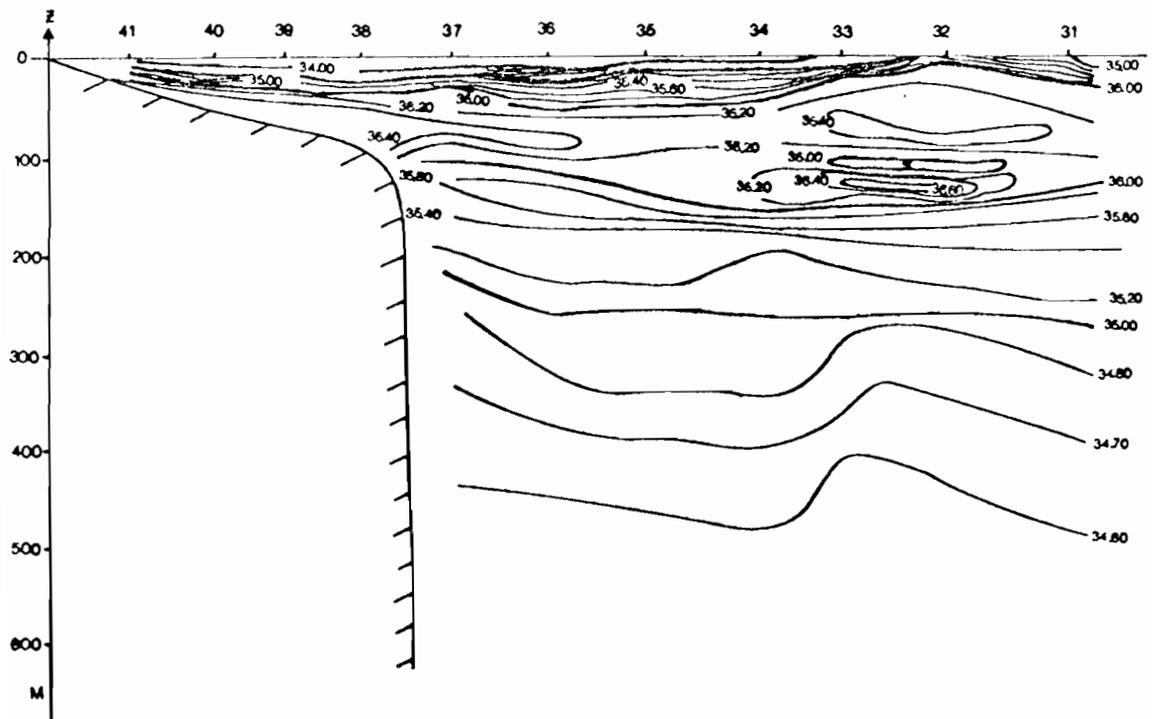


figure 38 - NOE 2 section "c" Salinité (g/l)

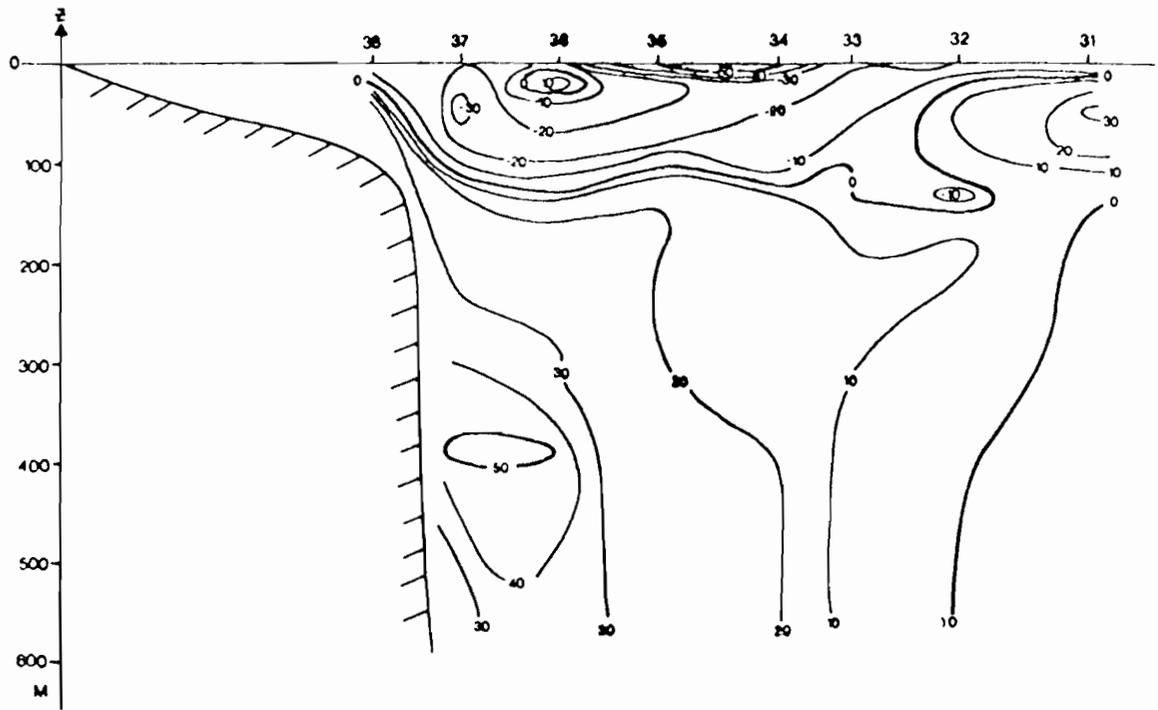


figure 39 - NOE 2 section "c" Composante E-W (cm/s)

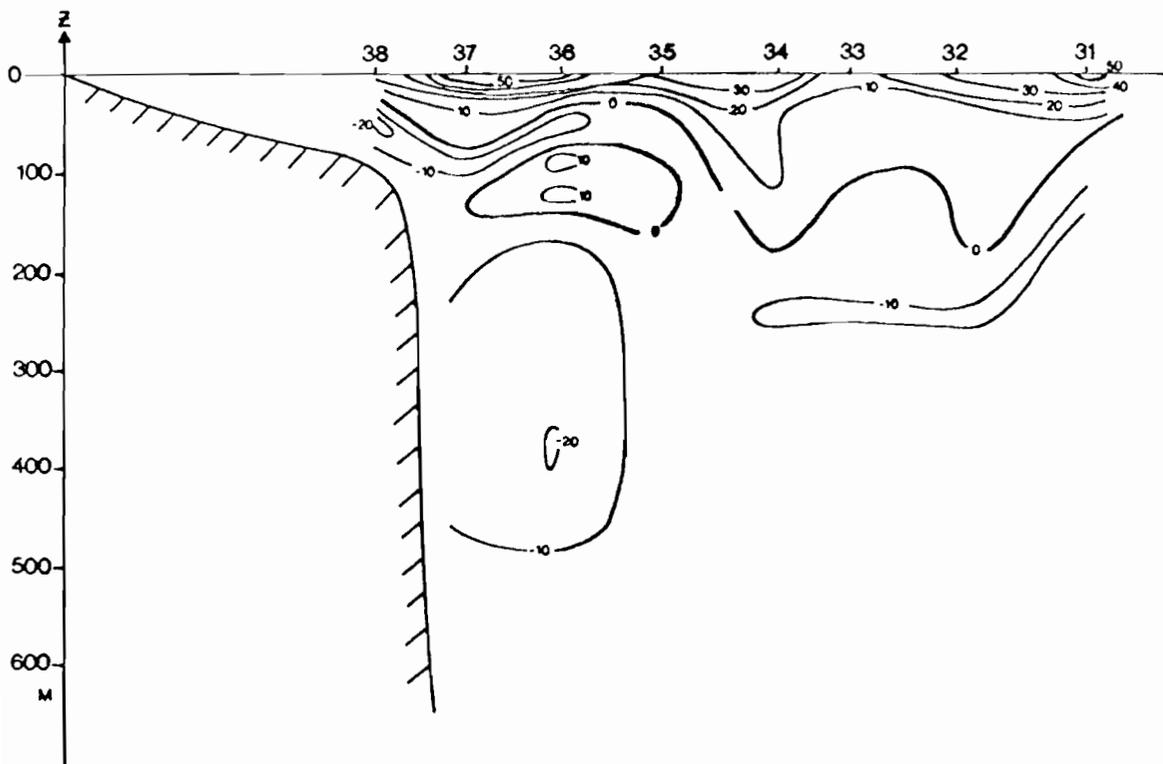


figure 40 - NOE 2 section "c" Composante N-S (cm/s)

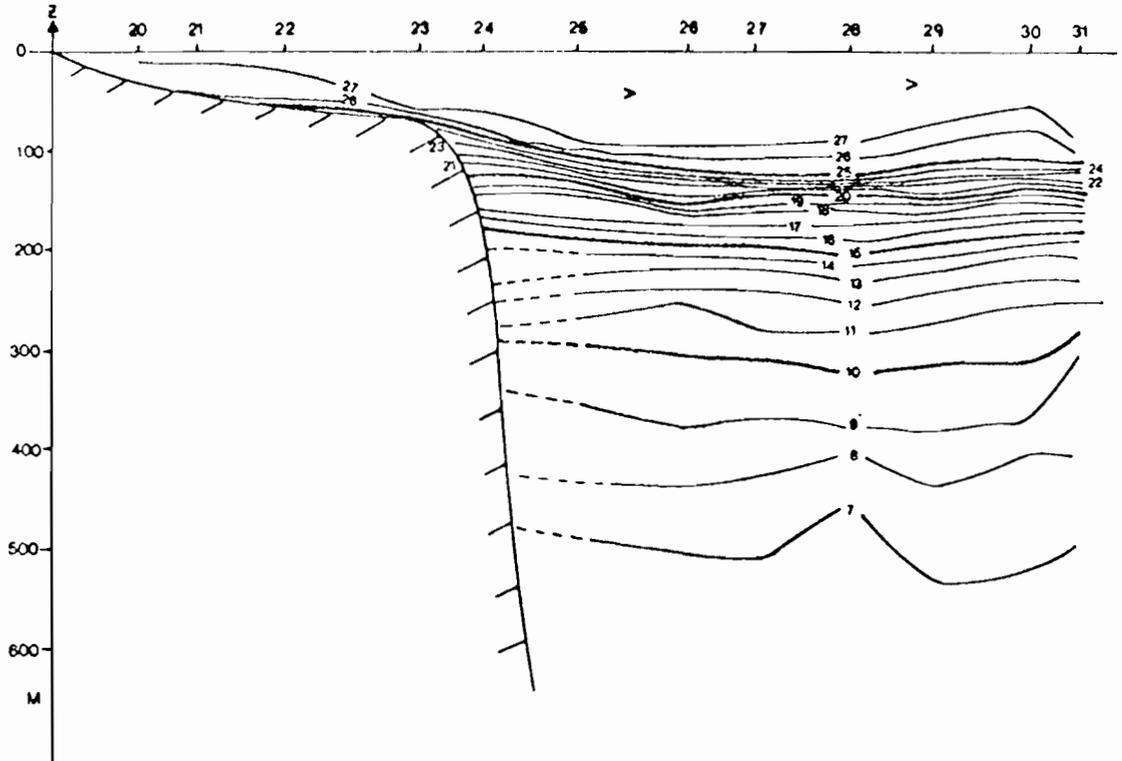


figure 41 - NOE 2 section "d" Température (°C)

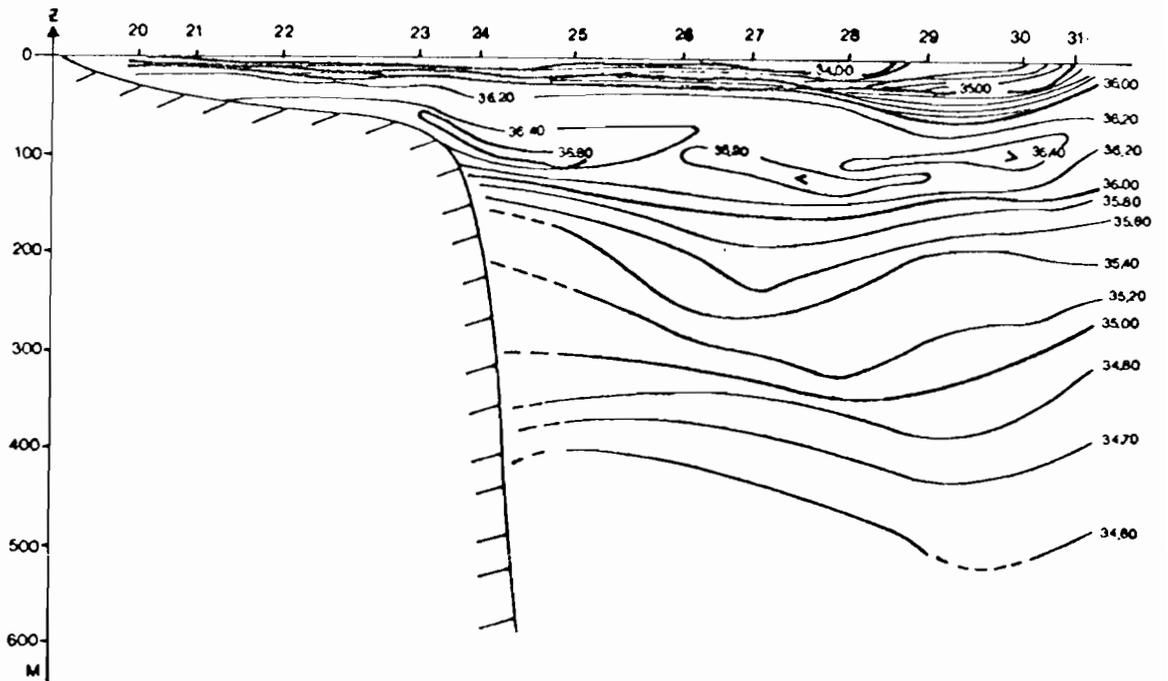


figure 42 - NOE 2 section "d" Salinité (g/l)

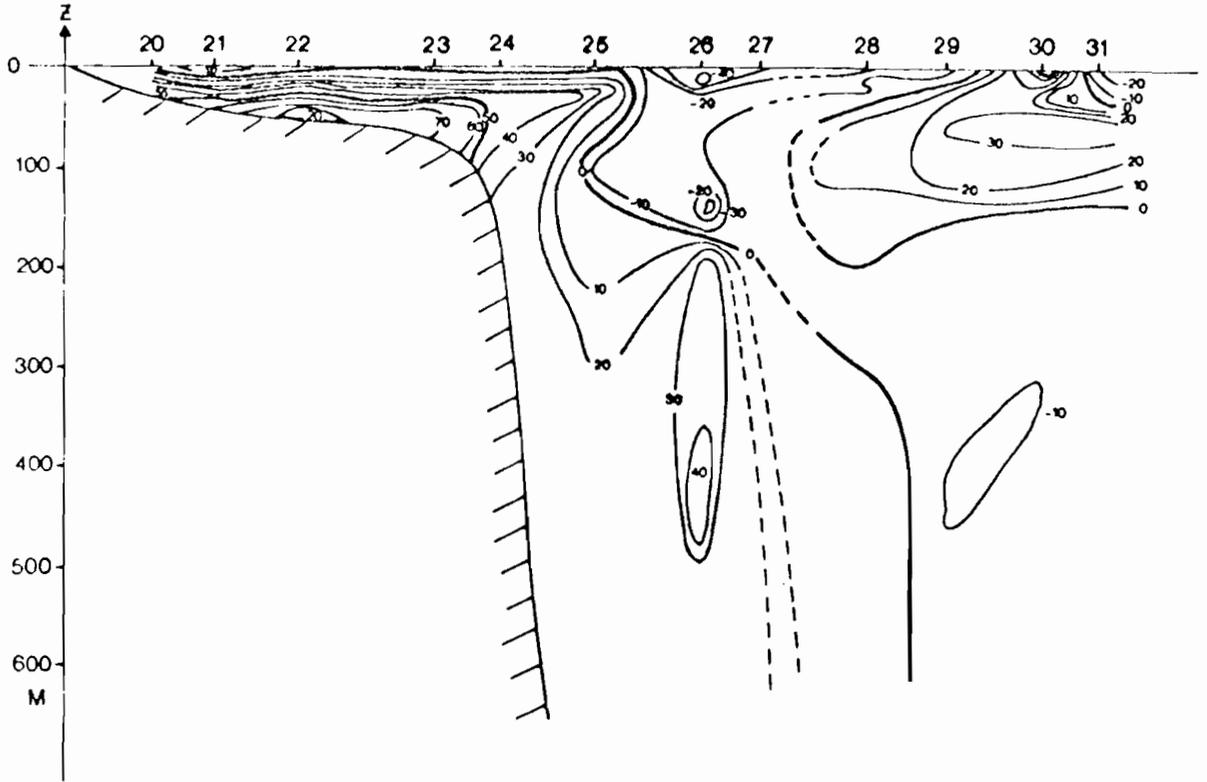


figure 43 - NOE 2 section "d" Compositante E-W (cm/s)

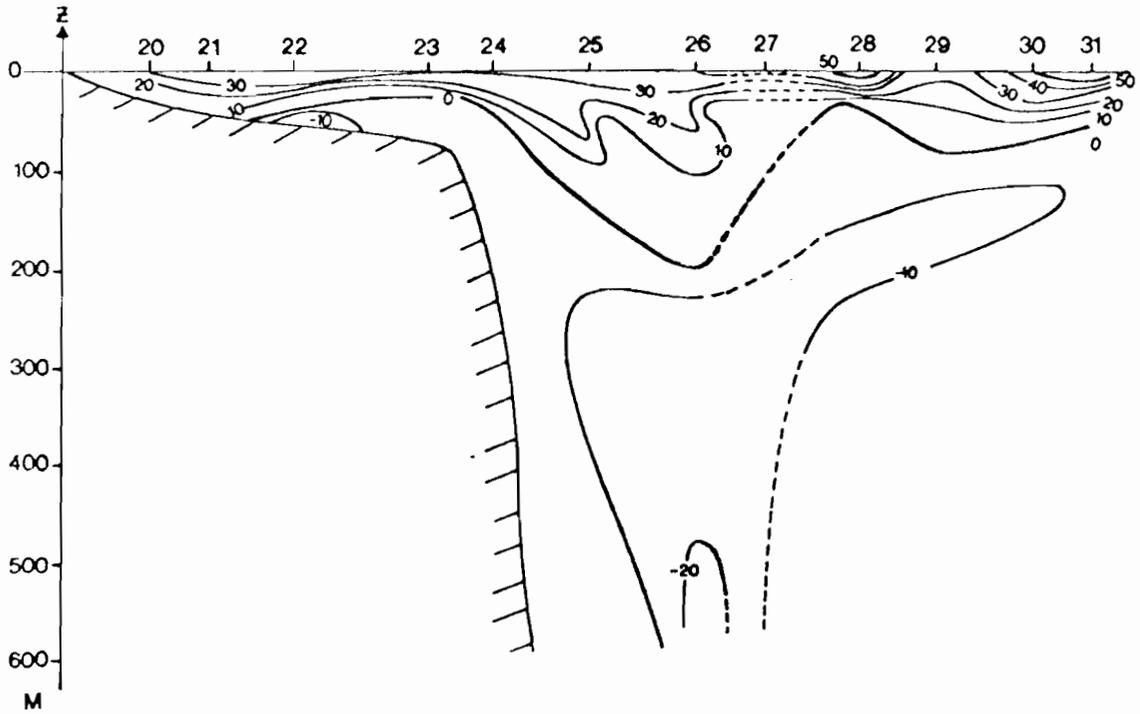


figure 44 - NOE 2 section "d" Compositante N-S (cm/s)

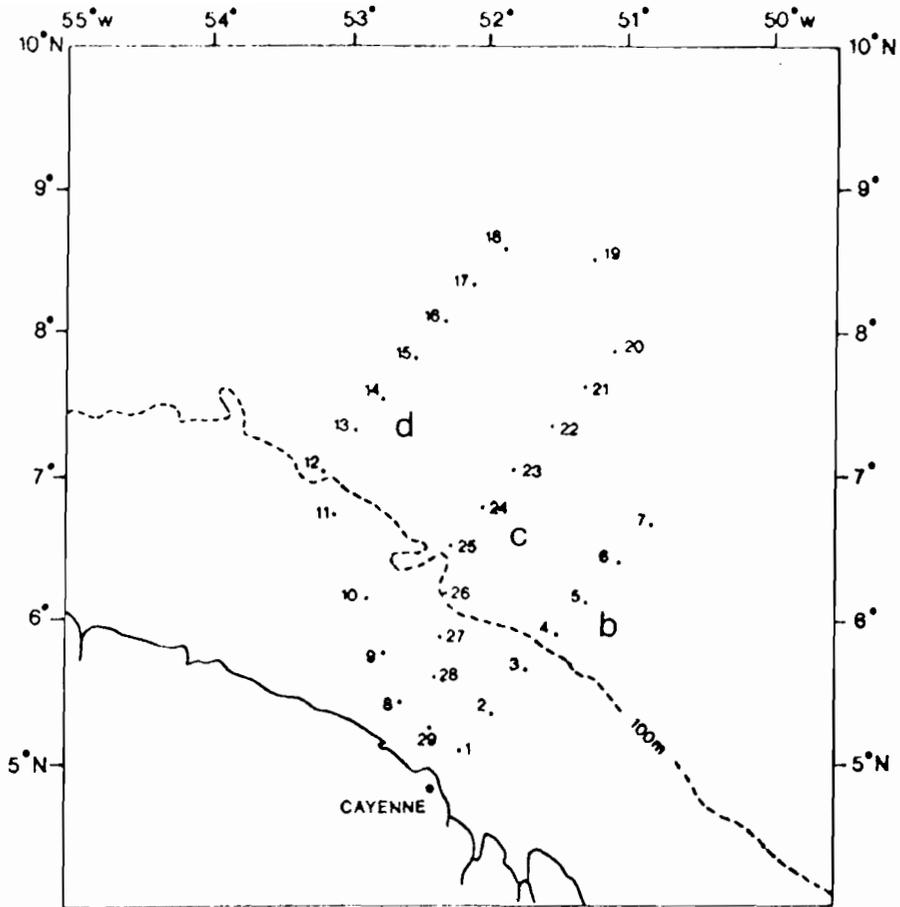


figure 45 - NOE 3 positions géographiques des stations

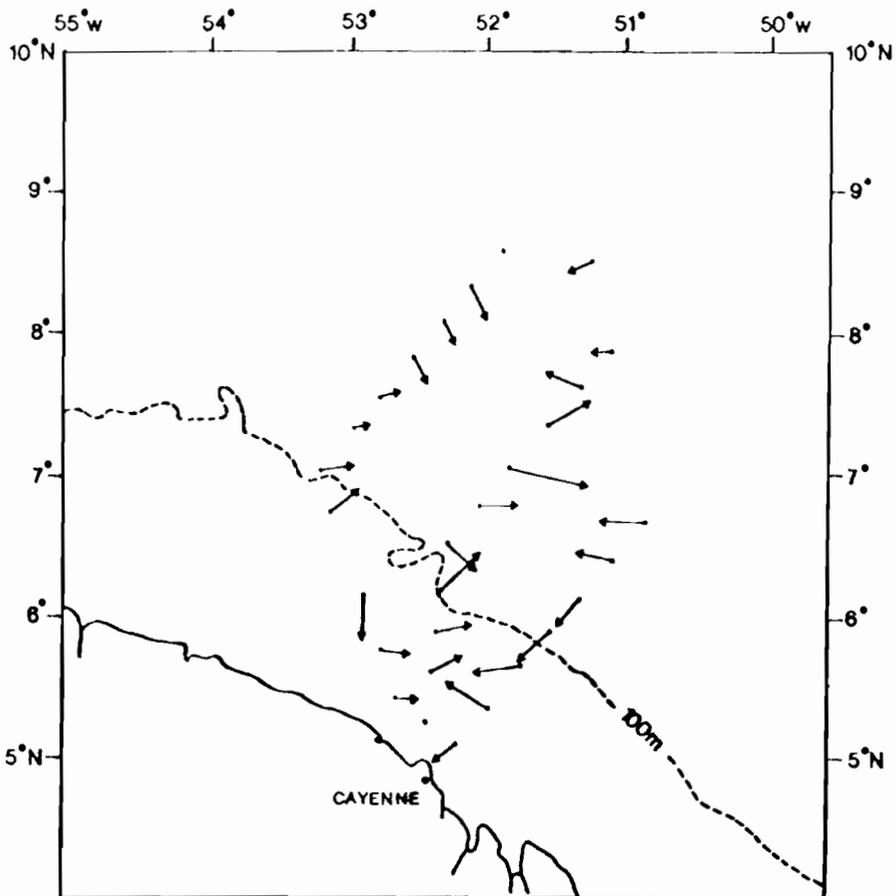


figure 46 - NOE 3 vent (———, 10 noeuds)

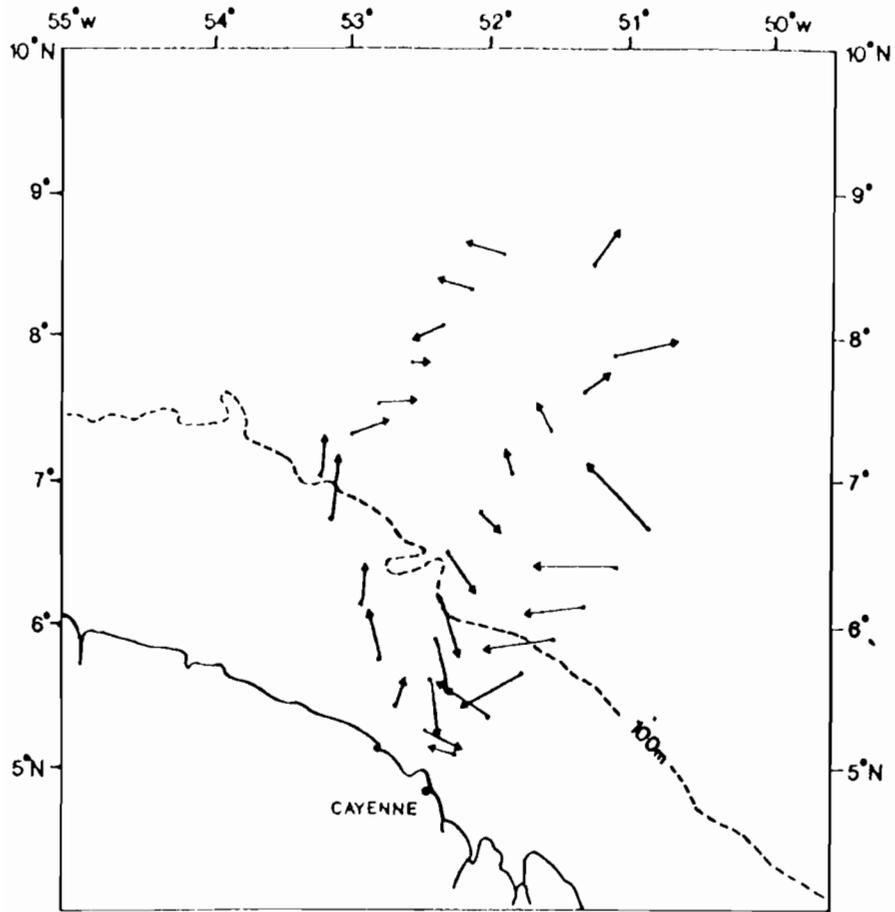


figure 47 - NOE 3 dérive bateau (\longrightarrow 1 noeud)

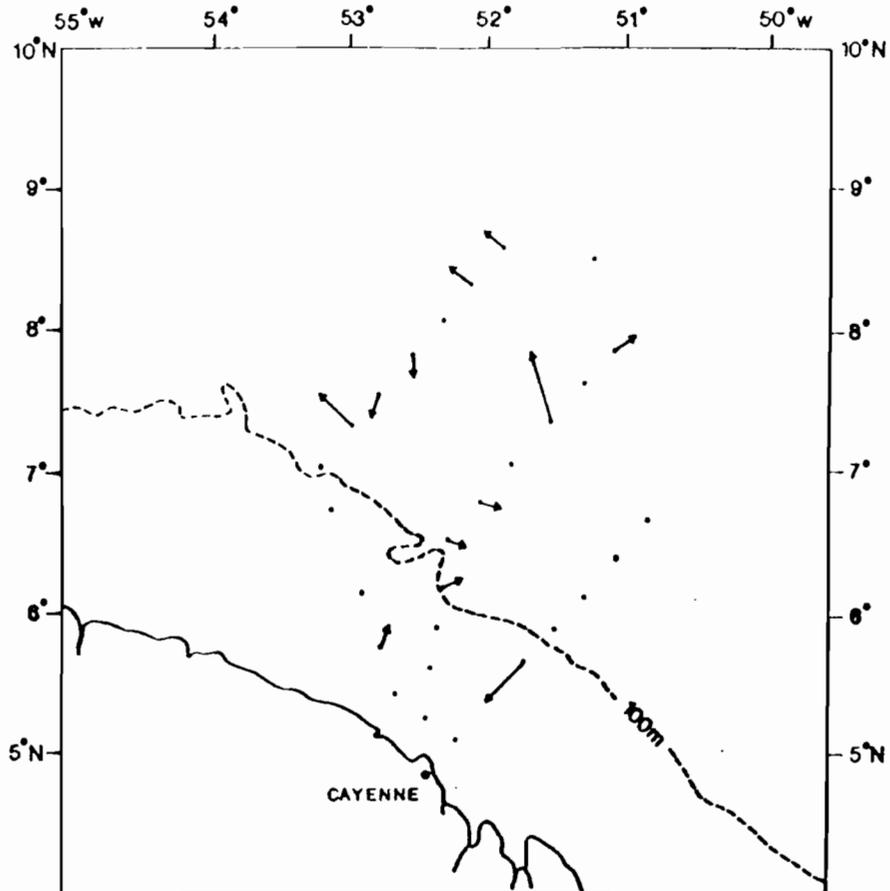


figure 48 - NOE 3 dérive GPS (\longrightarrow 1 noeud)

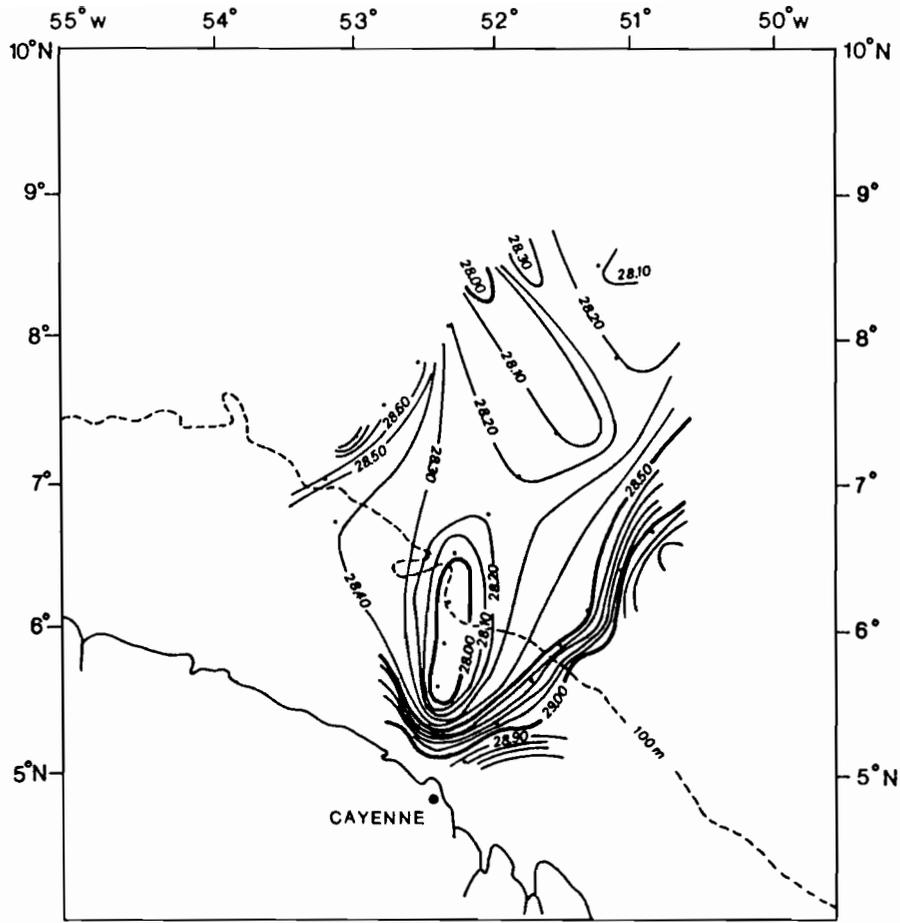


figure 49 - NOE 3 température de surface

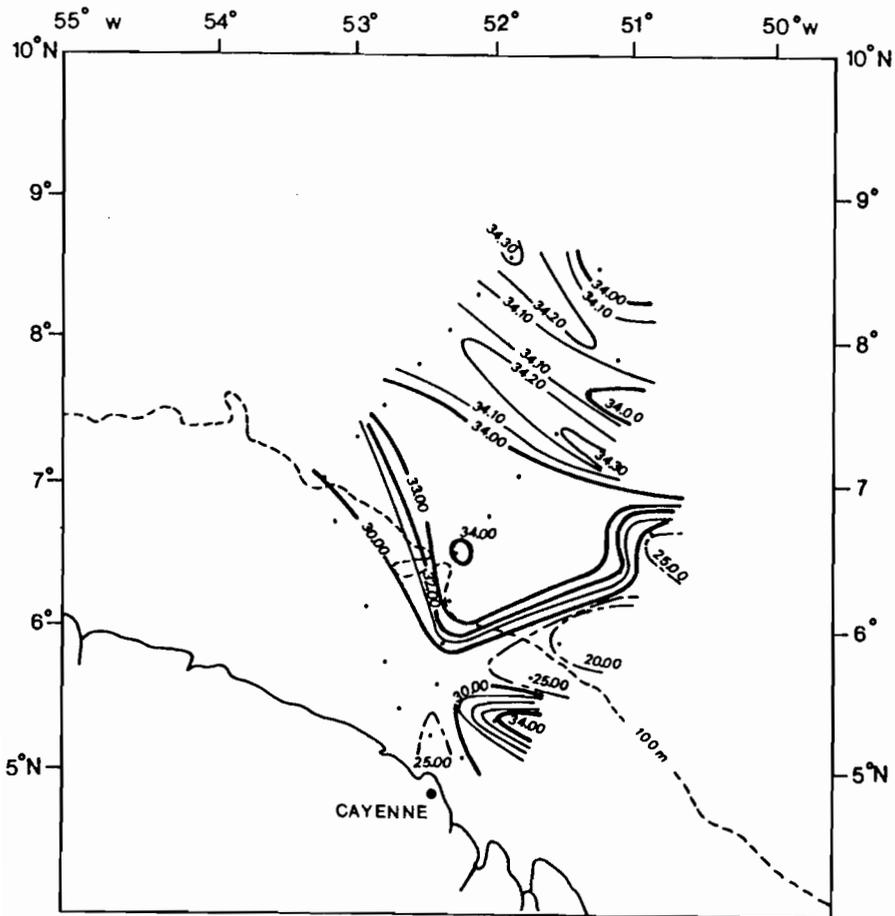


figure 50 - NOE 3 salinité de surface

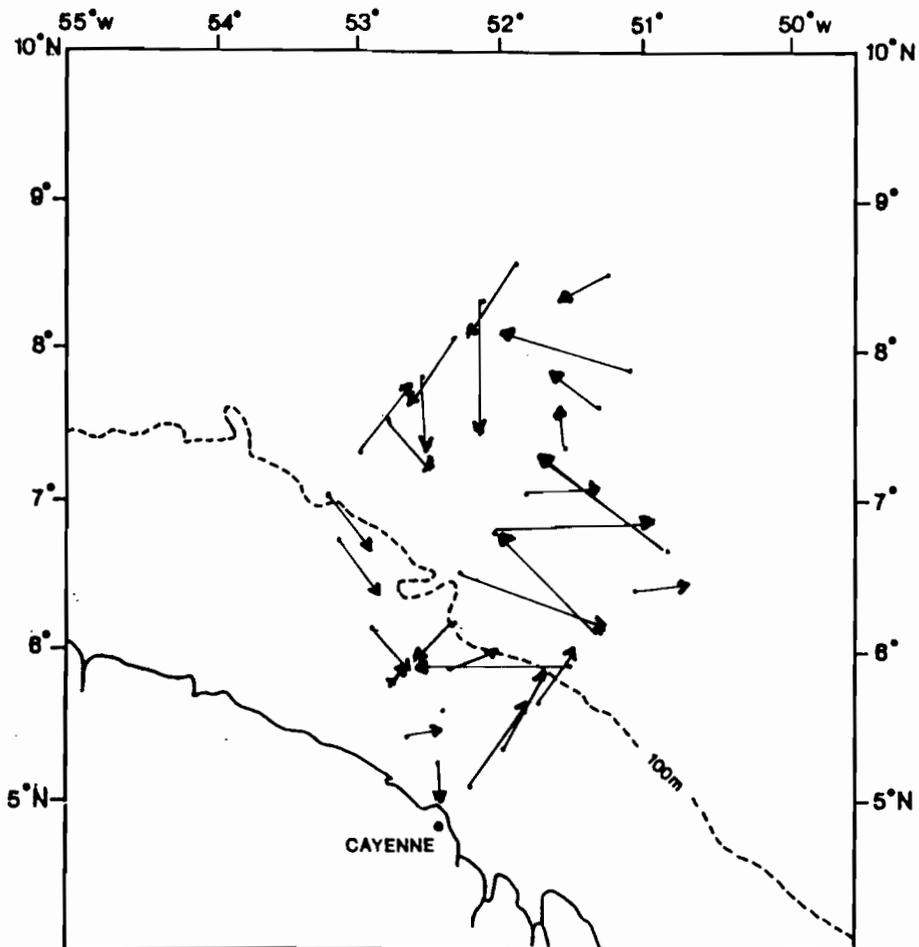


figure 51 - NOE 3 courants de surface (——— 40 cm/s)

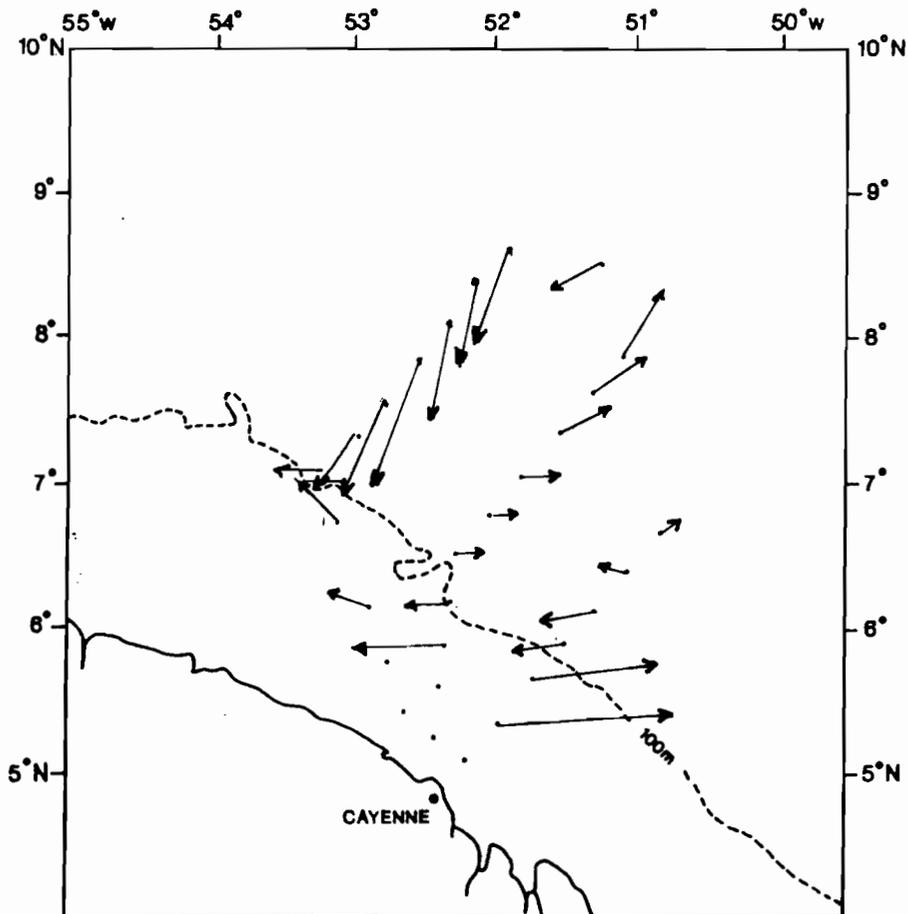


figure 52 - NOE 3 courants à 50 m. (——— 40 cm/s)

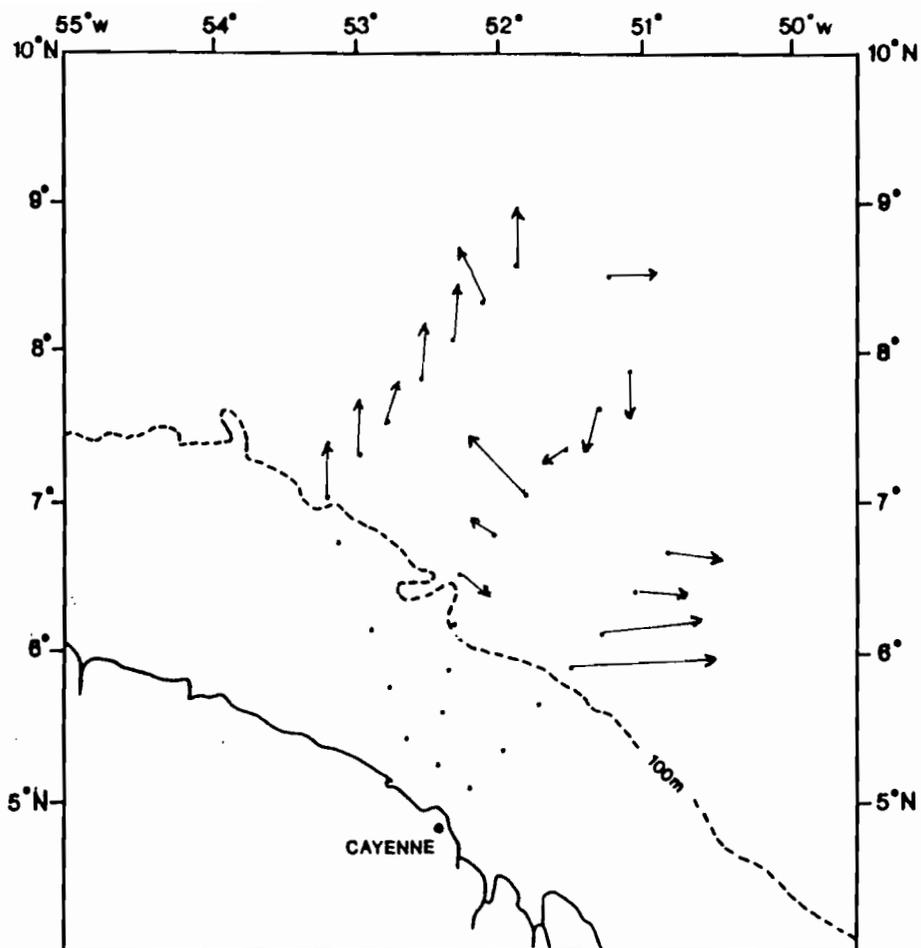


figure 53 - NOE 3 courants dans la couche 200-300 m. (\longrightarrow 20 cm/s)

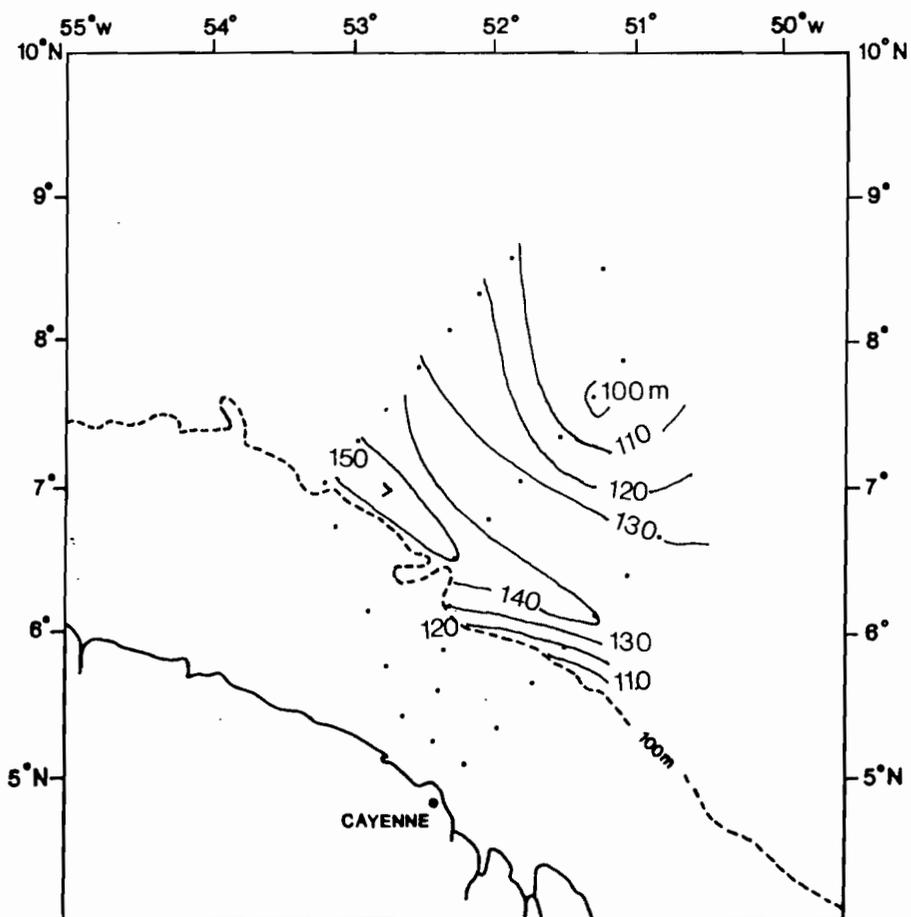


figure 54 - NOE 3 immersion (m.) de l'isotherme 20 °C

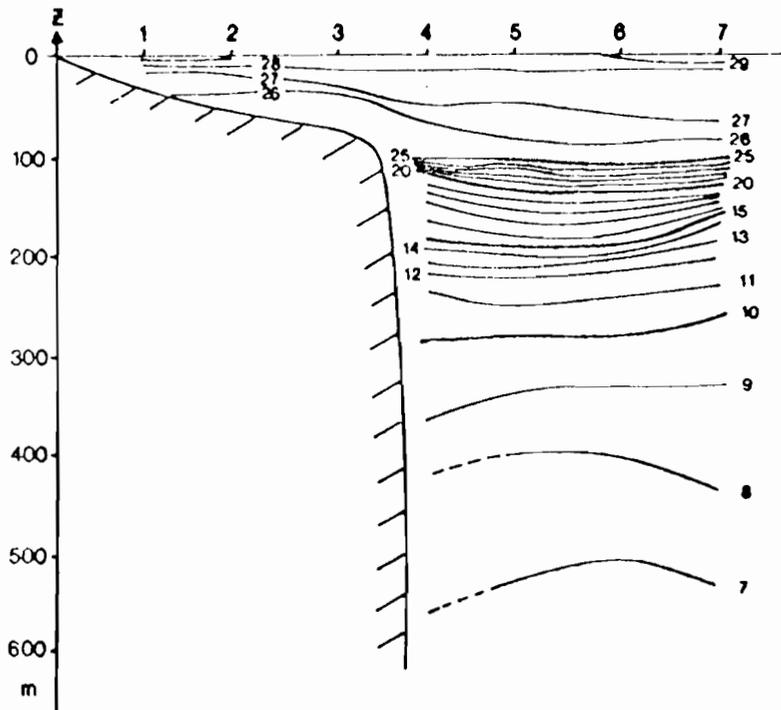


figure 55 - NOE 3 section "b" Température (°C)

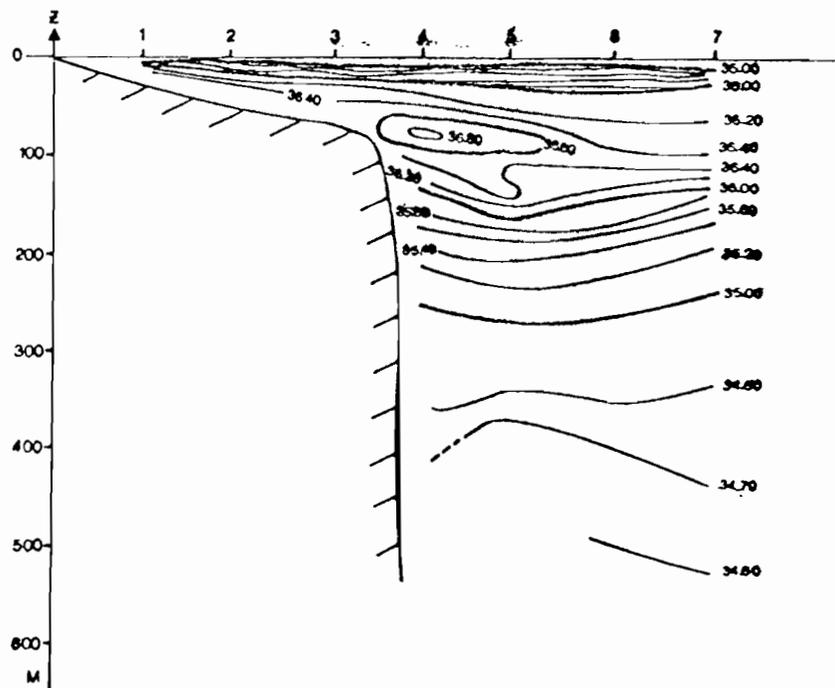


figure 56 - NOE 3 section "b" Salinité (g/l)

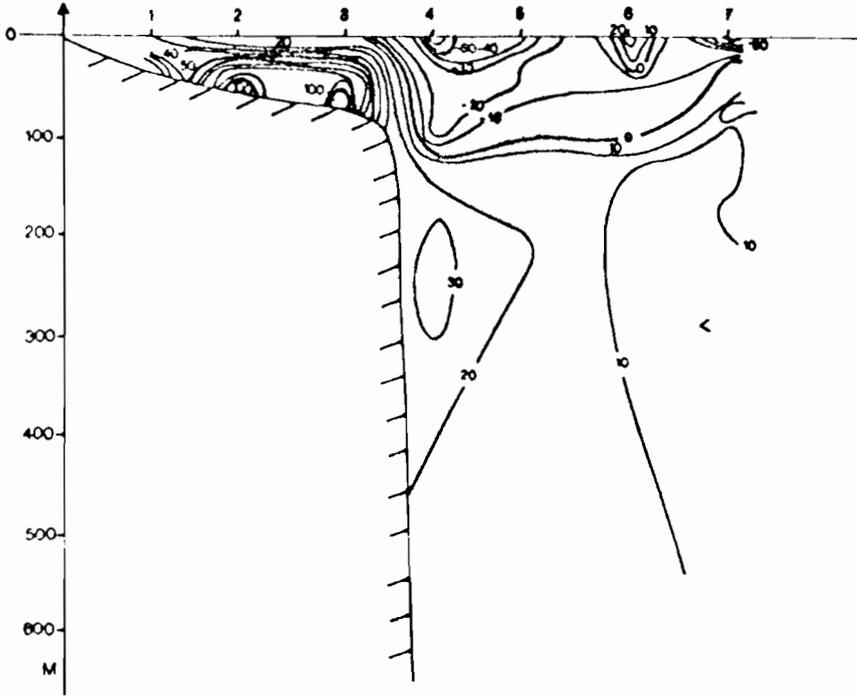


figure 57 - NOE 3 section "b" Composante E-W (cm/s)

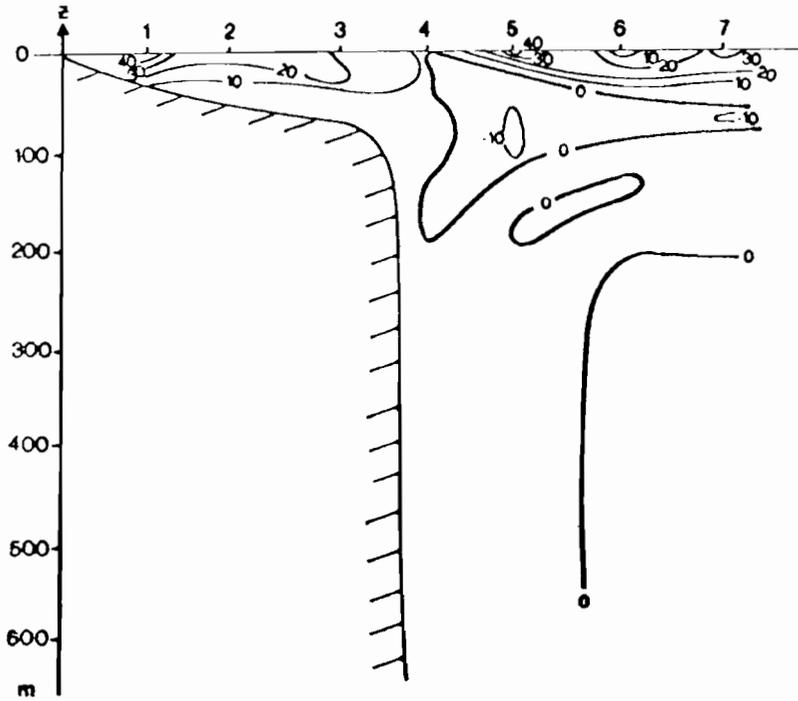


figure 58 - NOE 3 section "b" Composante N-S (cm/s)

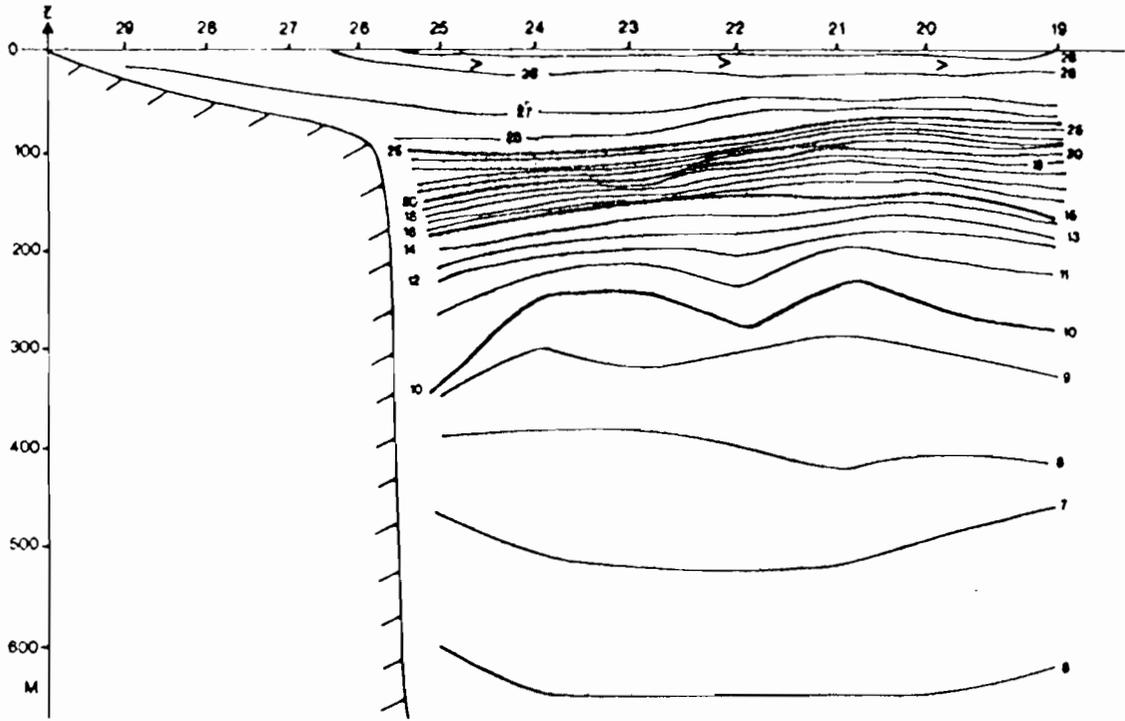


figure 59 - NOE 3 section "c" Température (°C)

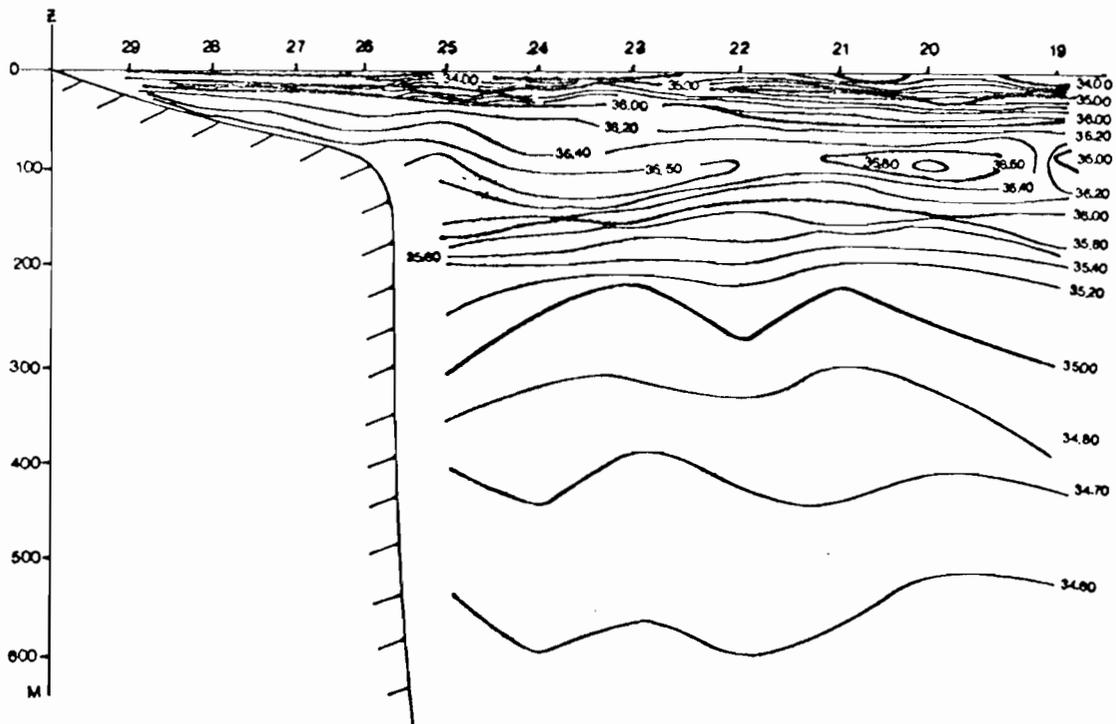


figure 60 - NOE 3 section "c" Salinité (g/l)

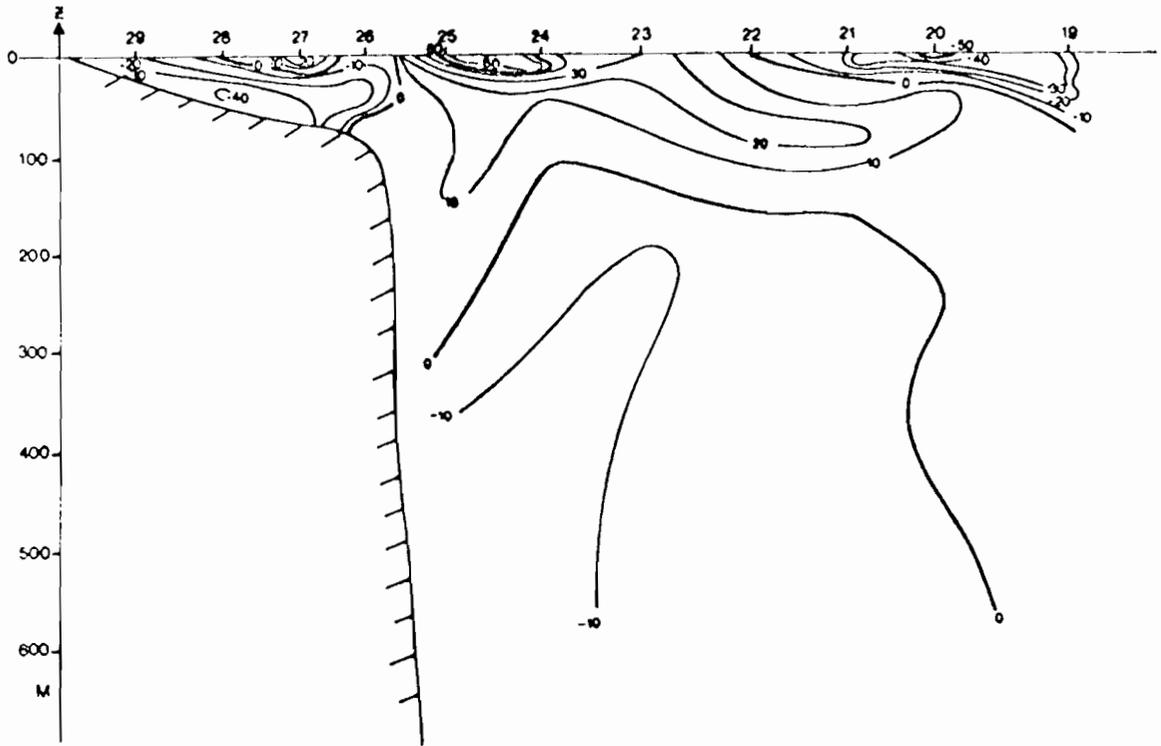


figure 61 - NOE 3 section "c" Composante E-W (cm/s)

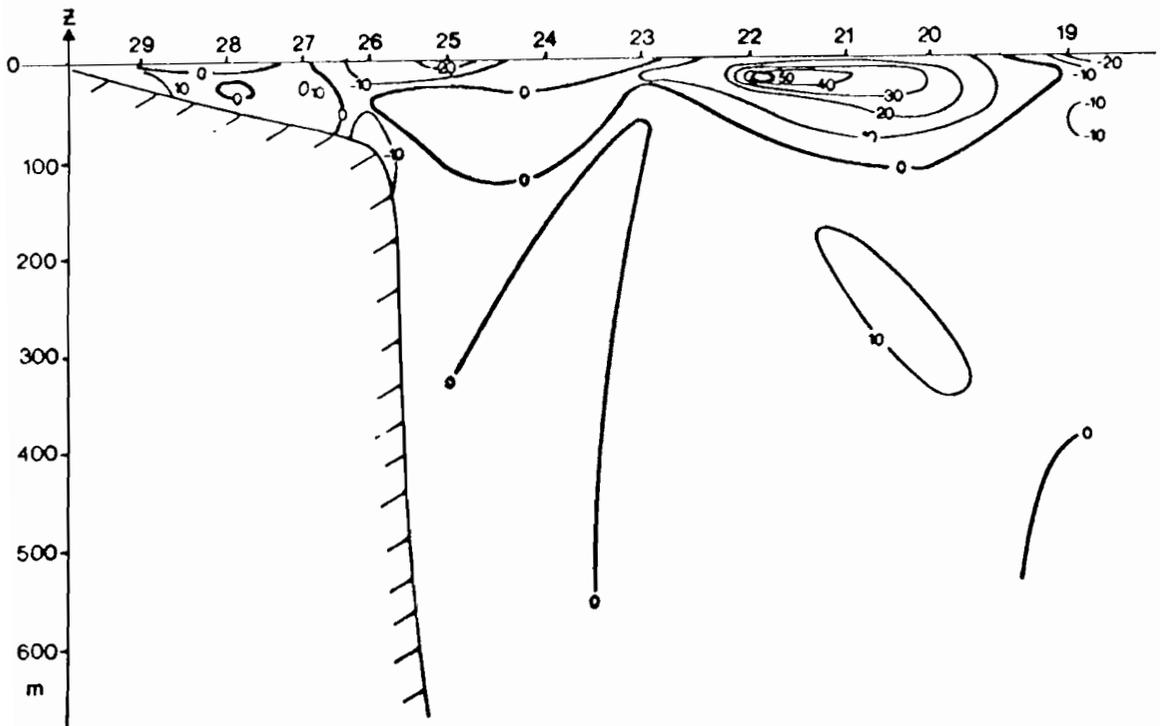


figure 62 - NOE 3 section "c" Composante N-S (cm/s)

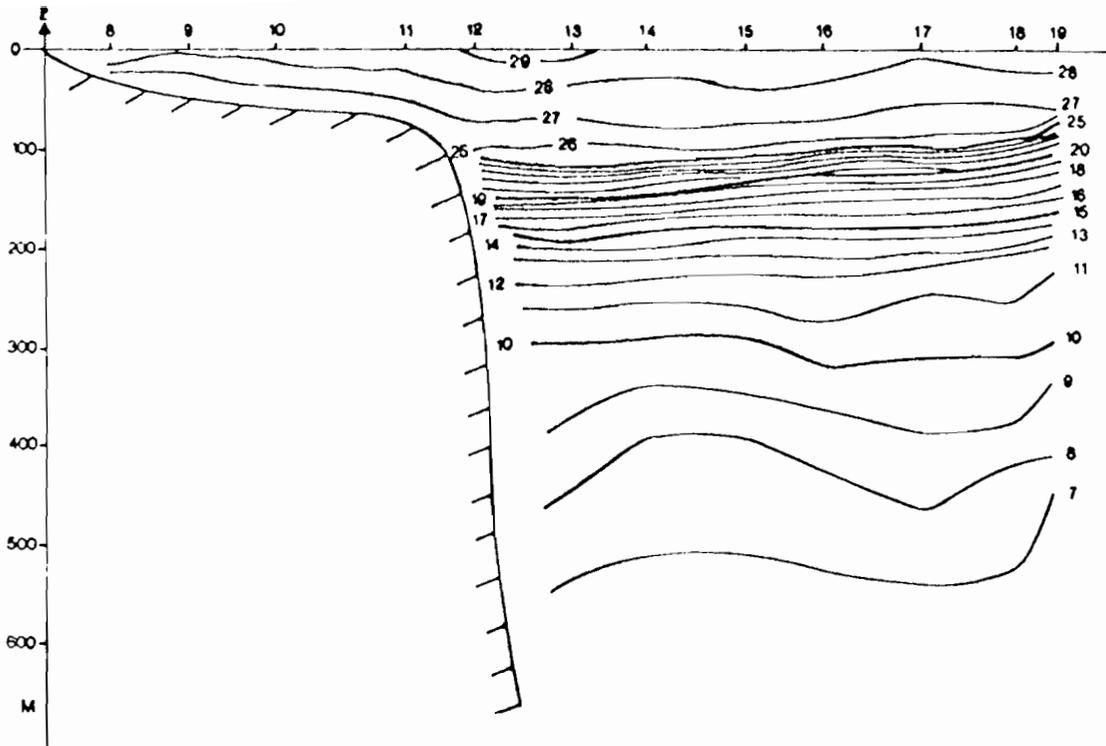


figure 63 - NOE 3 section "d" Température (°C)

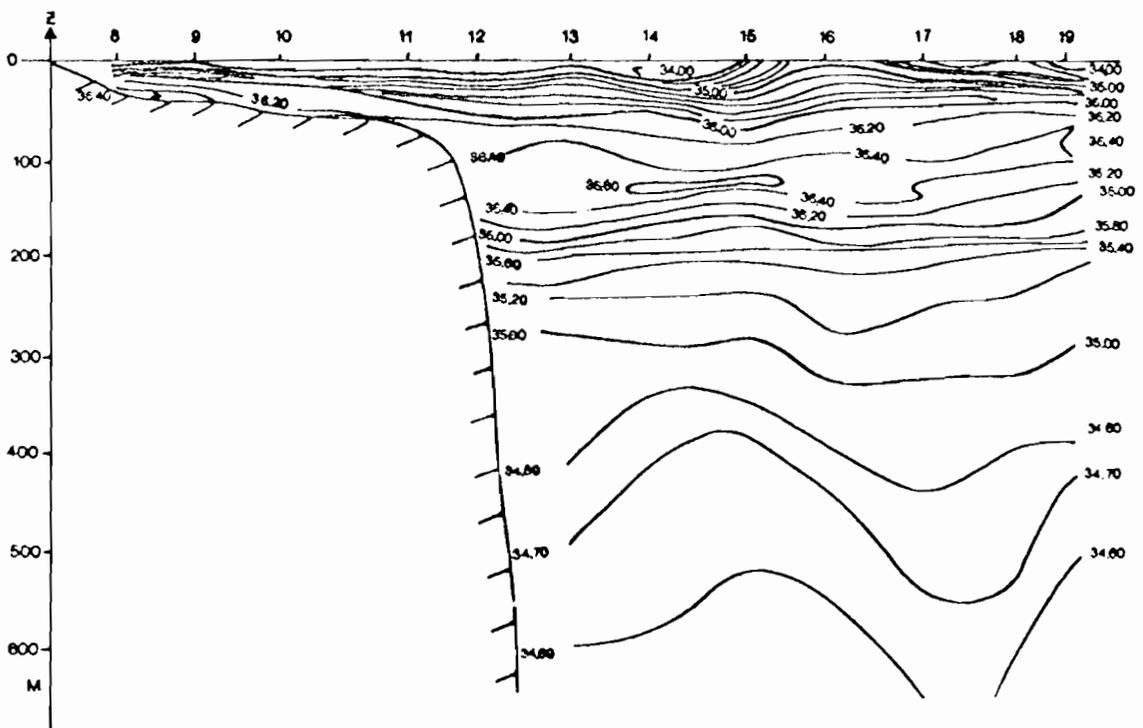


figure 64 NOE 3 section "d" Salinité (g/l)

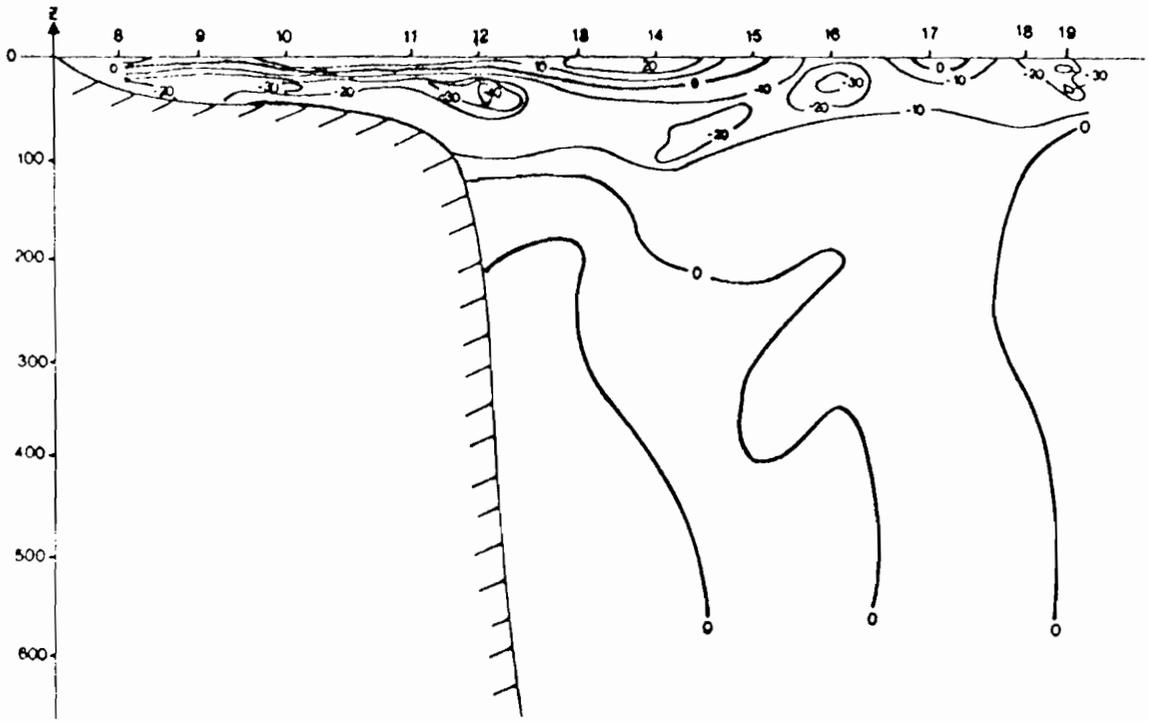


figure 65 - NOE 3 section "d" Composante E-W (cm/s)

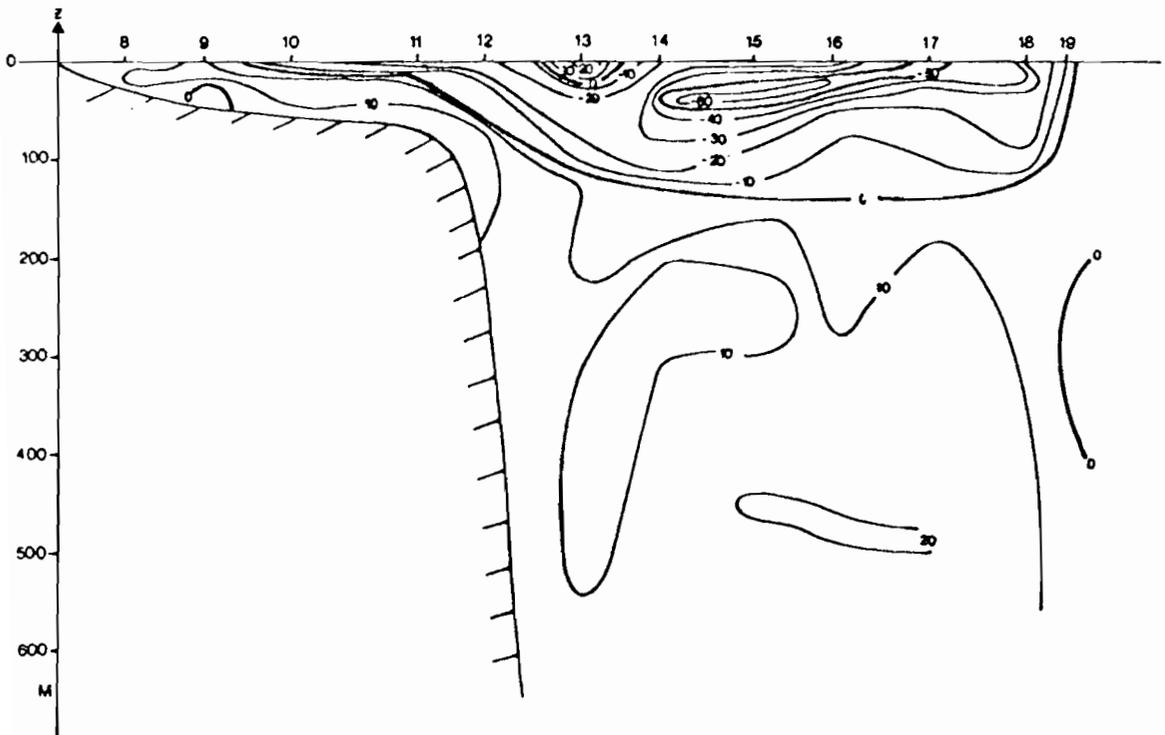


figure 66 - NOE 3 section "d" Composante N-S (cm/s)