

«AMOCO CADIZ»

CARTOGRAPHIE DES APPORTS POLLUANTS ET DES ZONES CONTAMINÉES

S. BERNE et L. D'OZOUVILLE



Centre National pour l'Exploitation des Océans

MAI 1979

Photo CNEXO, IFP, IGN
Porsall, le 18 mars 1978

I.S.B.N. 2-902723-05-06

Les cartes sont au 1/25000 et éditées par l'Institut Géographique National.

Copyright © IGN. Autorisation N° 991377

«AMOCO CADIZ»

CARTOGRAPHIE DES APPORTS POLLUANTS ET DES ZONES CONTAMINÉES

S. BERNE et L. D'OZOUVILLE

CNEXO
Centre Océanologique de Bretagne
B.P. 337 - 29273 BREST Cedex
FRANCE

MAI 1979

Avec la collaboration de :

- Erich R. GUNDLACH (Research Planning Institute - COLUMBIA S.C.- U.S.A.) pour la campagne de terrain de Novembre 1978.
- Lionel LOUBERSAC (CNEXO-COB-ELGMM) pour la campagne de terrain et le dépouillement des données de Mars 1979.

Et la participation de :

- Anne BESLIER (Laboratoire de Géologie Marine de l'Université de CAEN) pour la campagne de terrain de Novembre 1978
- V. CHAPRON (COB-BNDO) et A. LEVERGE (COB- ELGMM) pour les prises de vues aériennes
- D. QUEMENEUR et J. GUICHARDOT pour les travaux de dessin.

Nous remercions la Marine Nationale, la Direction Départementale de l'Équipement du FINISTÈRE et le CEDRE pour les renseignements qu'ils ont bien voulu nous communiquer.

SOMMAIRE

INTRODUCTION

I - DESCRIPTION DES MOYENS EMPLOYES

I.1 - TRAVAUX DE TELEDETECTION

I.1.1 - Reconnaissance par moyens lourds

I.1.2 - Reconnaissance par moyens légers

I.2 - METHODE D'ETUDE UTILISEE SUR LE TERRAIN

II - RAPPELS SUR L'EVOLUTION DE LA POLLUTION

II.1 - ETAT MAXIMUM DE LA POLLUTION

II.2 - PARAMETRES AYANT CONTROLE LA POLLUTION

III - EVOLUTION DE LA DECONTAMINATION

III.1 - EVOLUTION DE LA LONGUEUR DES COTES POLLUEES EN SURFACE

III.2 - EVOLUTION DE LA DECONTAMINATION DES DIFFERENTS TYPES DE COTES

III.2.1. - Les côtes rocheuses

III.2.2. - Les plages

III.2.2.1 - Critères géomorphologiques et granulométriques

III.2.2.2 - Variabilité de la pollution pour un même site

III.2.3 - Les Abers

III.2.4 - Les marais maritimes

III.3 - INDEX DE VULNERABILITE

IV - EVALUATION QUANTITATIVE DES HYDROCARBURES AYANT ATTEINT LA COTE

IV.1 - DESCRIPTION DE LA METHODE

IV.2 - CRITIQUES DE LA METHODE

IV.2.1 - Complexité géomorphologique de la côte

IV.2.2 - Hydrocarbures piégés par le sédiment

IV.2.3 - Extension des hydrocarbures sur les plages

CONCLUSIONS

V - CONCLUSIONS SUR L'UTILISATION DE LA TELEDETECTION POUR LA CARTOGRAPHIE DE LA POLLUTION DES COTES PAR HYDROCARBURES

V.1 - INTERETS DES MOYENS DE TELEDETECTION

V.2 - CHOIX DES OBJECTIFS

V.3 - CHOIX DES CAPTEURS

V.3.1 - *Détection des nappes en mer*

V.3.2 - *Détection du pétrole à la côte*

V.3.2.1 - *Choix des émulsions*

V.3.2.2 - *Interprétation*

V.3.2.3 - *Limites d'utilisation*

V.4 - CHOIX DU VECTEUR

V.4.1 - *Choix d'un vecteur pour la cartographie des nappes en mer*

V.4.2 - *Cartographie de la pollution des côtes*

V.5 - CONDITIONS DE VOL

V.5.1 - *Altitude de vol*

V.5.2 - *Conditions de vol*

V.6 - CONCLUSIONS

ADDENDA

CONCLUSIONS GENERALES

BIBLIOGRAPHIE

ANNEXE

- *Suivi de l'impact des hydrocarbures de l'AMOCO CADIZ sur la côte*

- *Profils de plage*

- *Documents photographiques*

INTRODUCTION

Ce rapport présente les résultats du suivi cartographique et géomorphologique de la pollution des côtes bretonnes par le pétrole de l'AMOCO CADIZ jusqu'au mois de Mars 1979, c'est-à-dire un an après la catastrophe.

Les reconnaissances aériennes associées à des visites détaillées des 160 stations établies entre la pointe ST MATHIEU et le sillon du TALBERT ont permis de suivre l'arrivée du pétrole à la côte puis sa disparition plus ou moins rapide. Pour dresser ce bilan, plus d'une vingtaine de vols ont été effectués ainsi que 5 campagnes de terrain ; débutés immédiatement après le naufrage de l'AMOCO CADIZ en collaboration avec de nombreux organismes, ces travaux se sont poursuivis à partir de Novembre 1978 dans le cadre du programme de suivi écologique coordonné par le CNEOX pour le compte du Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie.

Le premier aspect de ce document est purement descriptif ; il s'agit de localiser et de décrire la pollution à différentes dates ; la constatation qui s'impose alors est l'extraordinaire décontamination du littoral, aussi bien sous l'effet des activités humaines de nettoyage que grâce au brassage naturel particulièrement intense durant les mois d'hiver, phénomène facilité par la faible viscosité du pétrole léger de l'AMOCO CADIZ.

L'étude plus détaillée de ce bilan fait cependant apparaître de grandes différences dans l'évolution de la décontamination en fonction de la nature géomorphologique des zones atteintes. En conséquence, on s'est attaché à expliciter les processus contrôlant la persistance ou l'élimination du pétrole le long des côtes, ce qui permet de définir un index de vulnérabilité du littoral.

Enfin, à la lumière de l'expérience acquise à l'occasion de ce sinistre, on a tenté de dégager quelques règles de conduite permettant à une équipe scientifique d'intervenir avec le maximum d'efficacité en cas de renouvellement d'une marée noire.

I - DESCRIPTION DES MOYENS EMPLOYES

Deux types d'investigations complémentaires ont été mis en oeuvre immédiatement après le naufrage de l'AMOCO CADIZ. Il s'agit des reconnaissances aériennes d'une part, et des travaux de terrain, d'autre part. (tableau 1).

Réalisés de façon répétée, ces travaux ont permis d'obtenir un suivi de l'état de pollution, mais aussi de comprendre les phénomènes ayant contrôlé l'arrivée, la persistance ou la disparition du pétrole à la côte.

I.1 - Travaux de télédétection

Les opérations aériennes organisées à la suite du naufrage de l'AMOCO CADIZ répondaient à un double but : d'une part, repérer les nappes de pétrole en mer, d'autre part, établir un état de pollution du littoral. Les enseignements qui se dégagent de l'expérience acquise à cette occasion sont présentés au chapitre V. On se bornera donc ici à rappeler les différents travaux entrepris et les moyens utilisés.

I.1.1 - Reconnaissance par moyens lourds

Dès le 18 mars, un avion B 17 réalisait deux vols entre la Pointe Saint-Mathieu et l'Ile Vierge, à l'initiative de l'I.G.N., de l'I.F.P., et du CNEXO ; cette opération devait se répéter le 21 mars 1978 entre la Pointe Saint-Mathieu et Saint-Michel en Grèves. Ces trois vols intéressent plus particulièrement la cartographie du pétrole à la côte. Par contre, à partir du 24 mars, jusqu'au 7 avril, l'avion I.G.N. était mis à la disposition de la Marine Nationale pour réaliser la cartographie des nappes en mer (*).

* Le rapport CNEXO-IFP-IGN "AMOCO CADIZ : télédétection des pollutions par hydrocarbures" dresse le bilan de ces interventions.

TABLEAU 1 : RECAPITULATION DES TRAVAUX ENTREPRIS
ENTRE MARS 1978 ET MARS 1979

ANNEE	MOIS	RECONNAISSANCES AERIENNES		TRAVAUX DE TERRAIN
		PAR VECTEUR LOURD	PAR VECTEUR LEGER	
1978	MARS	18/3) VOLS AU-DESSUS 21/3) DE LA COTE 24/3) 26/3) CARTOGRAPHIE 28/3)- DES 29/3) NAPPES EN 30/3) MER 31/3)	21/3 : DU MT ST MICHEL A ROSCOFF	18 MARS AU 3 AVRIL
	AVRIL	6/4) CARTOGRAPHIE DES 7/4) NAPPES EN MER 28/4 : ABERS (AERONAVALE)	3/4 : TREOMPAN LES ABERS 11/4 : ST MATHIEU SILLON DU TALBERT 18/4 : ABER BENOIT 28/4 : Pte DU RAZ ILE GRANDE	20 AU 28 AVRIL
	MAI	26/5 : COUVERTURE COMPLETE DE LA ZONE TOUCHEE		
	JUIN			
	JUILLET			18 AU 23 JUILLET
	AOUT SEPT. OCT.			
	NOV.		14/11 : ST MATHIEU SILLON DU TALBERT	3 AU 7 NOVEMBRE
	DEC.			
1979	JANV.	PERIODE D'AUTONETTOYAGE INTENSE PAR LES TEMPETES HIVERNALES		
	FEV.			
	MARS		17/3 : ST MATHIEU SILLON DU TALBERT	1 AU 15 MARS

A la demande du CNEOX, un nouveau vol, couvrant au 1/5000e la quasi-totalité du littoral entre Saint-Mathieu et Tréguier, était réalisé le 26 mai 1978.

Le tableau 2 récapitule les différents vols effectués entre mars et mai 1978.

Les capteurs utilisés à bord des avions I.G.N. ont été présentés dans le rapport CNEOX, IFP, IGN ; rappelons qu'il s'agissait :

- d'un radiomètre à balayage DAEDELUS enregistrant les radiations de l'infra-rouge thermique ;

- de deux caméras de prise de vue aérienne de format 24 x 24 cm et de focale 152 mm.

Plusieurs émulsions furent utilisées :

- + l'infra-rouge noir et blanc de manière systématique
- + les émulsions "couleur naturelle" le 18 et le 21 mars 1978
- + le panchromatique noir et blanc le 26 mai 1978
- + l'infra-rouge couleur, testé le 29 mars 1978, n'a pu être exploité.

A ces différents enregistrements, on peut ajouter les commentaires réalisés en temps réel par l'observateur placé dans le bulbe à l'avant de l'appareil et qui étaient communiqués par radio aux équipes dirigeant le nettoyage.

En ce qui concerne la cartographie du pétrole à la côte, seules les émulsions photographiques étaient utilisables.

TABLEAU 2 Travaux aériens mars - mai 1978

IR : Infra-rouge
 IRC ou P : Infra-rouge couleur ou pan-
 C : Couleur naturelle chromatique

Axe	Date	Mission photo	EMULSIONS			I R Thermique	
			IR	IRC ou P	C		
1	18.03.78	ESS 139/120	1 à 38		1 à 38	Scanner B	
2			39 à 98		39 à 98	Scanner A	
3			99 à 108		99 à 108		
4			109 à 141		109 à 141	Scanner 5	
5			142 à 168		142 à 168	Scanner 6	
6			169 à 184		169 à 184	Scanner 7	
7			185 à 199		185 à 199		
8			200 à 211		200 à 211		
9			212 à 225				
10			ESS 139/40	1 à 32		1 à 32	Scanner 9
11				33 à 42		33 à 42	Scanner 10
12				43 à 63		43 à 63	Scanner 11
13				64 à 78		64 à 77	Scanner 12
14	21.03.78	FR 2992/60	1 à 18		7 à 18	Scanner 2	
15			19 à 27		19 à 27		
16			28 à 37		28 à 37	Scanner 4	
17			38 à 47		38 à 47	Scanner 5	
18			48 à 58		48 à 58	Scanner 6	
19			59 à 62		59 à 62	Scanner 7	
20			63 à 71		63 à 71	Scanner 8	
21			72 à 78		72 à 78	Scanner 9	
22			79 à 93			Scanner 11	
23			94 à 102			Scanner 12	
24			103 à 115		103 à 115	Scanner 13 +15	
25			116 à 133			Scanner 17	
26			134 à 151		146 à 151		
27		152 à 169			Scanner 18		
28		170 à 177		170 à 177	Scanner 19		
29		178 à 188		178 à 188	Scanner 20		
30		FR 2992/200	1 à 11		1 à 11		
31			12 à 14		12 à 14		
32			15 à 27		15 à 27		
33			28 à 36		28 à 36		
34	24.03.78	FR 2995/40	1 à 39			Scanner 1	
35			40 à 73			Scanner 2	
36			74 à 106			Scanner 3	
37			107 à 161			Scanner 4	
38			162 à 186			Scanner 5	
39			187 à 214			Scanner 6	
40			215 à 245			Scanner 7	
41			246 à 278			Scanner 8	
42	26.03.78	FR 2995/30	279 à 301			Scanner 1	
43			302 à 317			Scanner 2	
44		FR 2995/40	318 à 333			Scanner 3	
45			334 à 343			Scanner 4	
46			344 à 367			Scanner 5	
47			368 à 388			Scanner 6	
48			389 à 445			Scanner 7	
49	28.03.78	FR 2995/26	446 à 476			Scanner 1	
50			477 à 486			Scanner 2	
51		FR 2995/28	487 à 501			Scanner 3	
52			502 à 515			Scanner 4	
53			/26	516 à 530			Scanner 5
54			/40	531 à 573			Scanner 6
55			/34	574 à 589			Scanner 7
56			/29	590 à 603			Scanner 8
57	29.03.78	FR 2995/70	604 à 610			Scanner 1	
58			/40	611 à 616			Scanner 2
59		/40	617 à 627			Scanner 3	
60		/40	628 à 638			Scanner 4	
61		/40	639 à 648			Scanner 5	
62		/40	649 à 666	649 à 666 IRC		Scanner 6	

Axe	Date	Mission photo	EMULSIONS			I R Thermique
			I R	IRC ou P	C	
63	29.03.78	FR 2995/44 /40 /40	667 à 686	667 à 686 IRC		Scanner 7
64			687 à 693			Scanner 8
65			694 à 706			Scanner 9
	30.03.78					Scanner de nuit
						1
						2
						3
						4
						5
						6 7
66	31.03.78	FR 2995/30	707 à 721			Scanner 1
67			722 à 733			Scanner 2
68			734 à 746			Scanner 3
69			747 à 757			Scanner 4
70			758 à 776			Scanner 5
71			777 à 800			Scanner 6
72	06.04.78	FR 2995/60	801 à 867			Scanner 1
73			868 à 872			Scanner 2
74			873 à 877			Scanner 3
75			878 à 888			Scanner 4
76			889 à 913			
77			914 à 919			Scanner 5
78			920 à 926			Scanner 6
79			927 à 929			
80			930 à 932			Scanner 7
81			933 à 937			Scanner 8
82			938 à 943			Scanner 9
83			944 à 951			Scanner 10
84	07.04.78	FR 2995/60	952 à 958			Scanner 1
85			959 à 962			Scanner 2
86			963 à 969			Scanner 3
87			970 à 977			Scanner 4
88			978 à 1017			Scanner 5
89			1018 à 1026			Scanner 6
90	26.05.78	FR 3019/50	1 à 11	1 à 11 P		
91			12 à 19	12 à 19 P		
92			20 à 23	20 à 23 P		
93			24 à 34	24 à 34 P		
94			35 à 43	35 à 43 P		
95			44 à 48	44 à 48 P		
96			49 à 54	49 à 54 P		
97			55 à 63	55 à 63 P		
98			64 à 66	64 à 66 P		
99			67 à 71	67 à 71 P		
100			72 à 75	72 à 75 P		
101			76 à 85	76 à 85 P		
102			86 à 91	86 à 91 P		
103			92 à 100	92 à 100 P		
104			101 à 113	101 à 113 P		
105			114 à 121	114 à 121 P		
106			122 à 128	122 à 128 P		
107			129 à 139	129 à 139 P		
108			140 à 152	140 à 152 P		
109			153 à 159	153 à 159 P		
110			160 à 166	160 à 166 P		
111			167 à 173	167 à 173 P		
112			174 à 180	174 à 180 P		
113			181 à 204	181 à 204 P		
114			205 à 217	205 à 217 P		
115			218 à 224	218 à 224 P		
116			225 à 235	225 à 235 P		
117			236 à 244	236 à 244 P		
118			245 à 259	245 à 259 P		
119			260 à 270	260 à 270 P		
120			271 à 276	271 à 276 P		
121			277 à 286	277 à 286 P		
122			287 à 291	287 à 291 P		
123			292 à 307	292 à 307 P		
124	308 à 318	308 à 318 P				
125	319 à 324	319 à 324 P				

Les clichés ont été interprétés au stéréoscope (le recouvrement de 20 % ne permettant une vision stéréoscopique que pour 40 % de chaque image). Le degré de pollution était estimé (fort, moyen, faible, très faible, propre) et reporté par un trait de côte distinctif sur un fond de carte I.G.N. au 1/50 000^e. Les différentes cartes ont ensuite été assemblées au 1/100 000 e.

Pour la phase de pollution primaire (mars-avril 1978), l'interprétation n'a pas posé de problèmes majeurs compte tenu des quantités très importantes de pétrole couvrant le littoral.

Pour le vol du 26 mai 1978, l'interprétation était encore possible pour la plupart des sites, et a pu être confirmée par la carte établie à la même date par la Direction Départementale de l'Équipement du Finistère.

Après le 26 mai 1978, le système de télédétection a été allégé ; la pollution de la côte ayant fortement diminué et l'interprétation des clichés devenant souvent très difficile, la couverture systématique du littoral en photographie verticale ne se justifiait plus. (On peut regretter cependant que des raisons techniques aient empêché le suivi en photographie verticale de certains sites encore très touchés, comme les marais de l'Île Grande).

I.1.2 - Reconnaissance par moyens légers

Le CNEXO et de nombreux autres organismes ont utilisé des avions de tourisme et des hélicoptères pour survoler les côtes polluées. Les observations visuelles et les photographies obliques en couleur réalisées permettaient en particulier de guider les travaux de terrain.

En novembre 1978, et mars 1979, deux vols ont été réalisés entre la Pointe Saint-Mathieu et le Sillon du Talbert avec un avion CESSNA, immédiatement après les campagnes de terrain. Compte tenu du nettoyage important survenu depuis mai 1978, ces vols, en particulier le second, servaient plus à illustrer des phénomènes observés sur le terrain qu'à guider les campagnes.

TABLEAU N° 3

SURVOLS DE PHOTOGRAPHIES OBLIQUES
REALISES ENTRE MARS 1978 ET MARS 1979

ORGANISME	DATE	QUANTITE DE CLICHES (approximative)
CNEXO/COB	21.03.1978	60
Université de Sud-Caroline et CNEXO/COB	03.04.1978	30
CNEXO/COB	11.04.1978	120
CNEXO/COB	18.04.1978	70
CNEXO/COB et Université de Sud-Caroline	28.04.1978	80
CNEXO/COB	14.11.1978	132
CNEXO/COB	17.03.1979	146

Un grand nombre de clichés en couleur ont été réalisés à l'aide d'un appareil Hasselblad muni de chargeurs 70 vues et d'appareils réflex 24 x 36. Chaque cliché était immédiatement positionné sur une carte au 1/50 000e pendant le vol et un commentaire de l'état de pollution de la côte était enregistré sur magnétophone.

I.2 - Méthode d'étude utilisée sur le terrain

Jusqu'à l'échouage de l'AMOCO CADIZ, peu d'études avaient été entreprises en France sur l'évolution de la pollution accidentelle par hydrocarbures en fonction de la géomorphologie et en conséquence, aucune méthode n'avait été développée. Parmi les équipes envoyées par la NOAA, figuraient des géomorphologues de l'Université de Caroline du Sud qui avaient acquis une grande expérience dans ce type de problèmes.

L'étude d'un grand accident pétrolier tel que celui de l'AMOCO CADIZ nécessite des techniques qui soient capables d'être mises en oeuvre rapidement et qui permettent d'acquérir le maximum d'informations dans le minimum de temps. Dans ce but, le Professeur HAYES a développé en 1973 une méthode qui a déjà été utilisée pour les accidents du METULA, de l'URQUIOLA et du JACOB MAERSK.

Le première étape consiste à survoler la côte pour étudier la distribution des hydrocarbures le long du rivage, observer les processus de transport et de dispersion et enfin interpréter la morphologie du littoral et les figures de sédimentation. Les observations aériennes sont vérifiées et complétées sur le terrain par des stations de deux types :

- stations avec inspection visuelle, photos, creusements de trous pour étudier la pollution en profondeur ;

- stations plus complètes avec la saisie des informations suivantes :

- Mesure de profil topographique de la plage à basse mer. Des piquets sont mis en place comme repères pour pouvoir recommencer le profil. Des observations sont faites sur la nature, la répartition et l'épaisseur des hydrocarbures afin de pouvoir estimer par la suite la quantité de pétrole ayant atteint la côte.

- Collecte de trois échantillons de sédiments et d'hydrocarbures le long du profil.

- Creusement de tranchées pour étudier qualitativement et quantitativement l'enfouissement des hydrocarbures.

- Dessin du site étudié pour montrer la géomorphologie générale et la distribution des hydrocarbures en surface.

- Photographies de la zone.

Cinq campagnes de terrain ont été réalisées entre le moment de l'échouage de l'AMOCO CADIZ (mars 1978) et le mois de mars 1979 (voir tableau 3). La première a débuté immédiatement après le naufrage, les suivantes étant répétées de façon régulière pour suivre l'évolution de la dépollution en fonction des agents climatiques.

II - RAPPELS SUR L'EVOLUTION DE LA POLLUTION

L'évolution spatiale de la pollution dans la période suivant immédiatement l'échouement de l'AMOCO CADIZ a été essentiellement contrôlée par l'intensité et la direction des vents. Les vents d'ouest ont provoqué une dérive côtière rapide des nappes d'hydrocarbures vers la Baie de Saint-Brieuc et les Iles Anglo-Normandes. Les nappes ont atteint successivement l'Aber WRAC'H (19 mars), ROSCOFF (20 mars), la Baie de LANNION (21 mars), les Sept Iles (22 mars), le Sillon du Talbert (23 mars). Au total, durant les quinze premiers jours, 350 km de côtes ont été touchés, de Porspoder (10 km à l'ouest de Portsall) au Sillon de Talbert, limite nord-ouest de la Baie de Saint-Brieuc.

Le tableau ci-contre illustre la rapidité avec laquelle les nappes se sont répandues ; la vitesse moyenne de déplacement a été estimée à 1,5 km/heure pour le mois de mars.

En avril, le changement de direction des vents (passage au secteur est) renverse le sens de progression des nappes. Le Conquet et Ouessant sont légèrement touchés le 11 avril, le Raz de Sein le 13 avril, Douarnenez le 22 avril. Les dernières nappes sont observées fin-avril début mai entre la Pointe Saint-Mathieu et la Pointe du Raz, et quelques traces d'hydrocarbures atteignent le secteur de la Baie d'Audierne en mai. Dans la même période, des côtes orientées à l'est, épargnées en mars, sont touchées par le décollement des nappes de la côte.

Finalement, on peut distinguer :

- une zone ayant subi l'impact direct de la pollution limitée par la Pointe Saint-Mathieu à l'ouest et le Sillon du Talbert à l'est. C'est cette zone qui a fait l'objet d'un suivi régulier.

TABLEAU 4 - EVOLUTION DE LA "PREMIERE VAGUE" DE LA POLLUTION

DATE	VENT		PROGRESSION DE LA POLLUTION
	DIRECTION	FORCE (km/h)	
Nuit du 16 au 17 mars 1978	NW	55	Echouement de l'AMOCO CADIZ
18 mars	N à NE	20	La nappe s'étend vers le Sud et atteint la pointe St MATHIEU, menaçant la rade de BREST
20 mars	W à NW	10 à 45	Le passage du vent du NE à l'W repousse les nappes vers le N.E., épargnant la rade de BREST. Le pétrole atteint ROSCOFF dans la nuit
21 mars	NW	45 à 55	Le pétrole arrive en baie de LANNION dans l'après-midi
23 mars	W puis NW	10 à 15	La côte nord de la BRETAGNE est touchée jusqu'au Sillon de TALBERT
Du 24 au 26 mars	NW à SW	10 à 55	Des nappes sont repérées en baie de St-BRIEUC et à l'ouest des Iles Anglo-normandes
Du 27 au 31 mars	Sud à ouest	20 à 30	Déplacement des nappes vers le large Ces nappes proviennent soit directement de l'épave, soit du décollement des nappes déposées antérieurement à la côte.

- des zones "périphériques", délimitées par l'enveloppe d'extension maximale des nappes d'hydrocarbures (figure 1) où quelques traces de pollution du littoral ont pu être observées localement. Ces zones s'étendent de la Baie d'Audierne, au sud-ouest, jusqu'à la Baie de Saint-Brieuc, à l'est.

II.1 - Etat maximum de la pollution

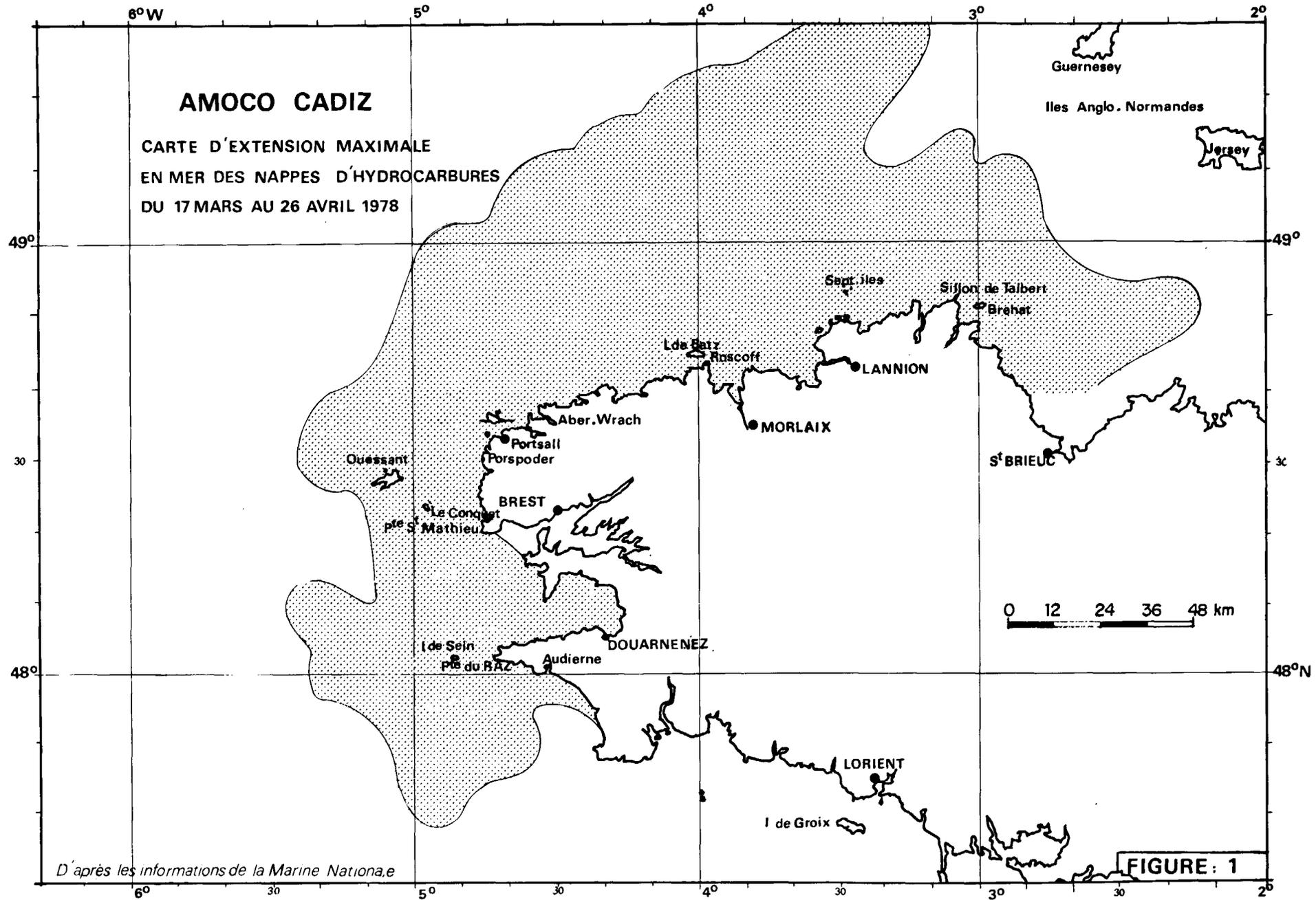
A la fin du mois d'avril 1978, on peut considérer que l'état maximum de la pollution était atteint : les premières zones touchées étaient encore fortement contaminées et la deuxième "vague de pollution" était terminée. La carte n° 1 présentée en annexe établit l'inventaire de cette pollution entre la Pointe Saint-Mathieu et le Sillon du Talbert ; cette carte établit la synthèse des différentes opérations de cartographie engagées, en particulier :

- les 12 vols de photographies verticales, organisés par le CNEOX, l'IFP et l'IGN et la Marine Nationale ;

- les deux campagnes de terrain organisées par l'Université de Sud Caroline en collaboration avec le CNEOX ;

- les travaux de la Direction Départementale de l'Equipement du Finistère.

On constate sur cette carte que toute la côte a été touchée à des degrés divers, à l'exception du fond de la Baie de Morlaix. Ce secteur présente un phénomène particulier puisque les côtes y sont propres mais que les sédiments benthiques présentent une pollution très importante (S. BERNE, A. BESLIER: rapports de missions). Ce phénomène a été expliqué par l'existence de courants profonds ayant transporté les hydrocarbures.



II.2 - Paramètres ayant contrôlé la pollution

Différents articles ont fait le point sur les processus contrôlant le piégeage des hydrocarbures à la côte (D'OZOUVILLE, HAYES et GUNDLACH, actes de colloques CNEXO n° 6). Rappelons que c'est l'association des paramètres physiques (vent, courant, coefficients de marées) et géomorphologiques qui a contrôlé la distribution de la pollution.

Le suivi du littoral effectué jusqu'en mars 1979 permet de constater que les mêmes paramètres ont également contrôlé la décontamination.

III - EVOLUTION DE LA DECONTAMINATION

Globalement, on peut considérer que la phase de décontamination du littoral a débuté en mai 1978.

Cependant, de nouveaux apports polluants ont été observés longtemps après cette date. Ainsi, les reconnaissances aériennes du 26 mai et du 14 novembre 1978 révélaient la présence de fines nappes d'hydrocarbures (avec quelques plaques de "mousse au chocolat") s'échappant de l'épave ; le 31 janvier 1979, on observait une légère pollution du littoral entre Portsall et l'Aber Benoît, une fine pellicule d'hydrocarbures provenant de l'AMOCO se déposant sur la partie supérieure de l'estran (cette fuite étant probablement occasionnée par le déplacement de l'épave sous l'action d'une forte tempête associée à des coefficients de marée importants). Quoiqu'il en soit, ces phénomènes ont toujours revêtu une importance très limitée, surtout si on les compare à la phase primaire de la pollution. (photo 12 - Planche n°4)

III.1 - Evolution de la longueur des côtes polluées en surface

Les reconnaissances aériennes associées aux campagnes de terrain permettent de suivre l'évolution de la dépollution. Les cartes présentées en annexe illustrent cette décontamination.

A partir de ces cartes, on a déterminé l'état de la pollution de surface du littoral en mesurant la longueur de côtes polluées.

Le tableau ci-après présente les résultats obtenus entre mars 1978 et mars 1979.

TABLEAU N° 5 : EVOLUTION DE LA POLLUTION DU LITTORAL EN SURFACE ENTRE SAINT MATHIEU ET LE SILLON DU TALBERT

DATE	ETAT DE POLLUTION DU LITTORAL EN SURFACE		
	FORT (KM)	MOYEN A FAIBLE (KM)	TRES FAIBLE A PROPRE (KM)
Fin Mars 1978	72	0	291
Etat maximum de pollution (Avril 1978)	175	155	33
26 Mai 1978	109	123	131
14 Nov. 1978	54	156	153
17 Mars 1979	8	69	286

En fait, le tableau précédent fournit une image imprécise et déformée de l'état de pollution :

- imprécise : car toutes les portions du littoral n'ont pas eu le même comportement face à la pollution ;

- déformée : car si les séquelles de l'AMOCO CADIZ ont très souvent disparu en surface, il en persiste souvent des traces plus ou moins importantes en profondeur et au niveau de l'eau intersticielle.

C'est pourquoi, un an après la catastrophe, il a paru nécessaire de réaliser un nouvel "état des lieux" complet, en revisitant les 160 stations établies en mars-avril 1978. Ainsi, à la carte de pollution de surface, on peut superposer un état de pollution en profondeur qui illustre la diversité de réactions des différents types littoraux soumis à une même pollution initiale.

III.2 - Evolution de la décontamination des différents types de côtes

Cette évolution est présentée en détail en annexe dans les fiches descriptives ; il s'agit ici de dégager les grands traits qui ressortent du suivi de la côte pendant un an.

III.2.1 - Les côtes rocheuses (voir photographies-Planche n°2)

L'autonettoyage des côtes rocheuses par les éléments naturels avait déjà été très actif à l'entrée de l'automne 1978, et s'est accentué pendant tout l'hiver. Le contraste était saisissant pour des secteurs comme la côte entre la Pointe de Landunvez et la Pointe de Trémazan, extrêmement touchés en 1978 et qui avaient pratiquement retrouvé leur état antérieur en mars 1979.

Cependant, certains secteurs rocheux exposés à l'ouest, mais protégés des tempêtes par des îlots au large, présentaient encore des traces de pollution, en particulier dans les anfractuosités et dans la partie supérieure de l'estran (région d'Argenton par exemple).

Un autre phénomène s'opposant à l'autonettoyage, est l'existence de plateformes d'érosion, dont la structure en escalier favorise la persistance de pétrole en haut de l'estran ; ce phénomène est particulièrement net au Nord de Plouescat.

Enfin, certaines zones rocheuses abritées, exposées à l'est ayant été polluées en avril au moment du renversement de la direction des vents, demeurent polluées, comme la station F 58 à l'est de Ploumanac'h.

III.2.2 - Les plages

La tendance générale observée à partir d'avril-mai 1978 était un fort autonettoyage des plages (mis à part les importants efforts de nettoyage manuels et mécaniques déployés jusqu'à l'été). Si l'on regarde plus en détail, on s'aperçoit que l'évolution a été très variable d'un site à l'autre (en fonction de critères géomorphologiques et granulométriques) et, pour un même site, différente entre le haut et le bas de la plage.

III.2.2.1 - Critères géomorphologiques et granulométriques

Il est évident que, pour un même degré de pollution initiale, les plages abritées (région d'Argenton par exemple) ont moins bénéficié de l'autonettoyage que celles exposées à un brassage intense. De plus, tous les processus qui ont contrôlé l'arrivée et le piégeage des hydrocarbures à la côte interviennent également dans leur élimination éventuelle.

Un autre paramètre contrôlant la persistance des hydrocarbures est la granulométrie du sédiment. Les plages les plus polluées sont celles constituées de galets (KASTEL MEUR, Pointe de Séhar) ; on y observe la formation d'une croûte en surface, formant une sorte de "poudingue" avec les galets, tandis que le pétrole ayant percolé sur plusieurs dizaines de centimètres de profondeur conserve son aspect frais de "mousse au chocolat" un an après la catastrophe. (planche n°1)

On observe un phénomène analogue pour de nombreuses plages constituées de sable grossier (St Cava, Portsall...), à la station AMC 1 (port de Portsall), l'imprégnation atteignant 30 cm. (Planche n° 5)

Par contre, les sables fins (dunes de Tréompan, plages du Dossen...) sont beaucoup moins sensibles à ce phénomène, c'est pourquoi les niveaux pollués qui persistent interstratifiés (voir § 3.2.2.2) sont d'une épaisseur n'excédant pas quelques centimètres. A l'inverse, l'usage d'engins lourds sur les terrasses de basse mer constituées de sédiments fins et meubles (Presqu'île Sainte-Marguerite par exemple) a contribué à mélanger le pétrole au sable sur une épaisseur importante et l'autonettoyage par percolation de l'eau interstitielle y est très faible, (voir en annexe les commentaires pour la station AMC 11).

3.2.2.2 - Variabilité de la pollution pour un même site

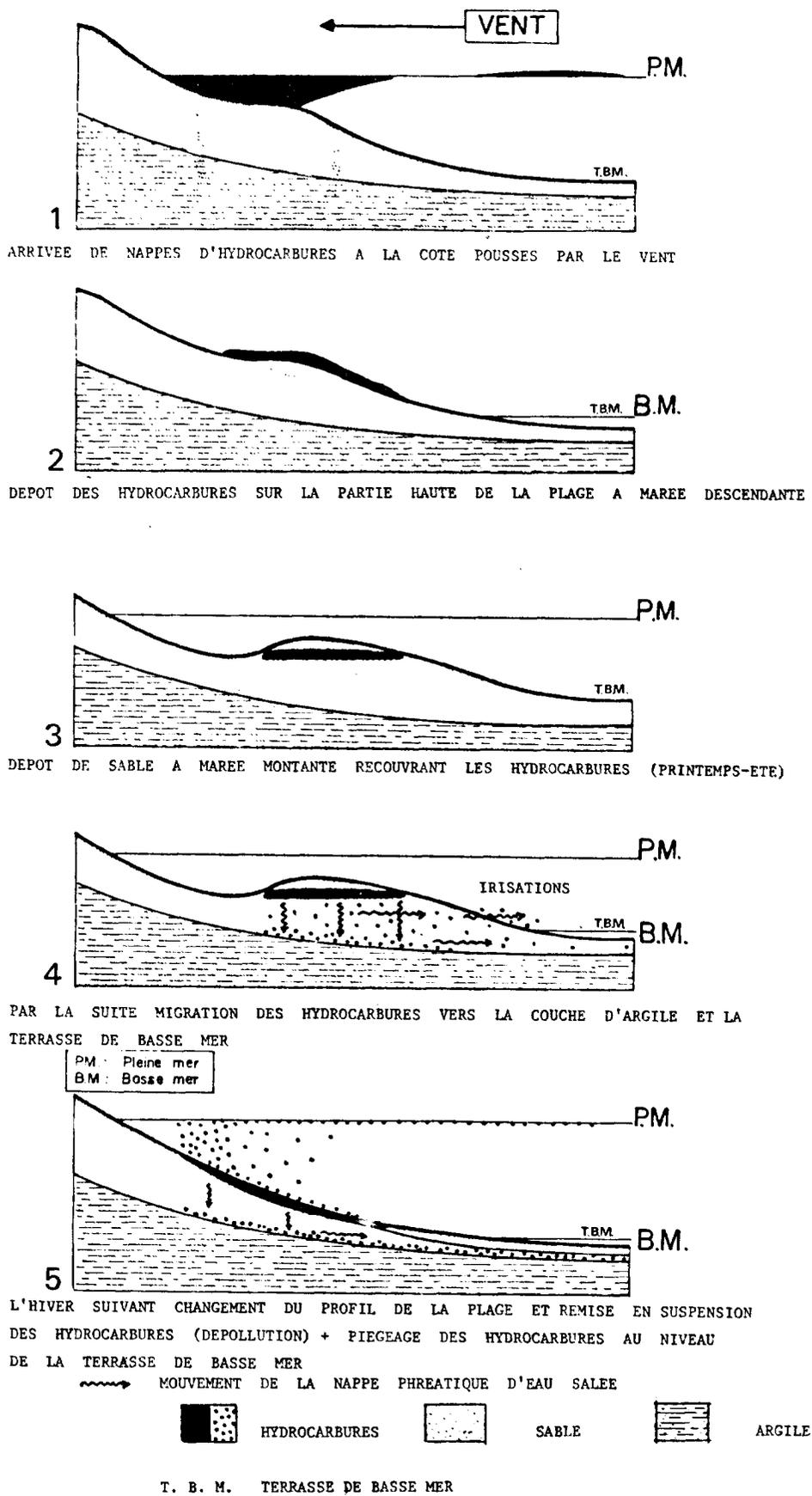
a) En haut de la plage, persistance assez fréquente de plaques localisées d'hydrocarbures, ne couvrant généralement pas plus de 10 % de la surface (Argenton, Penfoul, Portsall, Trestignel, etc...).

b) Les faces de plages sont généralement propres en surface ; le pétrole interstratifié durant la période d'engraissement estivale (voir figure 2), et que l'on retrouvait en juillet 1978 à des profondeurs de 5 à 80 cm a souvent été décapé par l'érosion hivernale (dunes de Tréompan). Malheureusement, la campagne de terrain a du être réalisée dans la première quinzaine de mars 1979, c'est-à-dire avant les importantes tempêtes liées aux marées d'équinoxe de printemps, ce qui explique que l'on ait retrouvé des couches interstratifiées dans de nombreux cas. L'exemple le plus étonnant est celui de la Presqu'île de Sainte-Marguerite où l'on retrouve en mars 1979 le pétrole interstratifié à la même profondeur qu'en novembre 1978. Quoiqu'il en soit, on peut affirmer que d'ici quelques années, les couches interstratifiées auront presque toutes disparu.

Quelques encroûtements ont été parfois observés à la surface des faces de plages (Portsall, Kerlerdut, Lerret, Tresseny...) ; il peut s'agir de couches interstratifiées remises à nu par l'érosion ou, le plus souvent, de plages où les transports sédimentaires cycliques sont faibles. Beaucoup moins adhérentes que celles du "Boehlen", ces traces devraient disparaître progressivement.

c) Les terrasses de basse mer présentent une persistance et parfois même une concentration de la pollution qui se matérialise par l'existence d'irisations plus ou moins fortes à la surface de l'eau interstitielle. Ce phénomène est très général pour toutes les stations ayant été touchées en mars-avril 1978 (voir carte n° 4 en annexe) et est explicité par la figure 2. Il mériterait d'être suivi dans l'avenir car il affecte, pour une durée probablement assez longue, la partie des plages la plus active d'un point de vue écologique.

FIGURE 2: Evolution du pétrole sur les plages



Parfois, on observe une interstratification du pétrole au niveau de la terrasse de basse mer, toujours à une faible profondeur (moins de 5 cm). Le plus souvent, il s'agit en fait d'un phénomène de percolation bloqué par l'argile sous-jacent et non d'un enfouissement par apport sédimentaire.

Dans un seul cas (St-Cava), on a observé la persistance d'encroûtements d'hydrocarbures à la surface de la terrasse de basse mer.

III.2.3 - Les abers

L'Aber Benoît et l'Aber Wrac'h ont été très sévèrement touchés par la pollution ; très abrités, ils ne bénéficient que peu de l'autonettoyage naturel ; ce sont les parties les plus abritées (Loc Majan, le Carpont...) qui demeurent les plus touchées. Les reconnaissances aériennes mettent cependant en évidence un certain autonettoyage puisque l'on distingue sur de nombreux clichés des irisations libérées par les sédiments vaseux.

Des études spécifiques sont actuellement en cours sur l'évolution de ces milieux.

III.2.4 - Les marais maritimes (Planche n° 6)

Les marais se développent dans les zones les plus abritées, loin de l'action des vagues et des tempêtes. Les forts coefficients de la fin du mois de mars (coefficient 101 le 26 mars 1978) ont porté très haut le pétrole, dans un milieu réducteur où les possibilités de dégradation naturelle sont faibles. Les principaux marais concernés sont ceux de l'Ile Grande et sa région, de Cantel et de la région de Pelinec. Par rapport au mois de juillet 1978 (fin des travaux de nettoyage), l'évolution est à peu près nulle. On peut distinguer cependant deux étages :

- la partie basse des marais, caractérisée par une flore à *Sésuvium*, est entièrement détruite là où le pétrole s'est déposé ; l'usage d'engins lourds a aggravé la pollution en faisant pénétrer le pétrole profondément dans la vase.

- la partie haute des marais, caractérisée par une flore à *Juncus*, a mieux résisté à la pollution : les joncs restent vivants bien que leur base soit couverte d'encroûtements.

Dans l'avenir, il serait intéressant de suivre la lente restauration de ces milieux et de comparer en particulier l'évolution des marais de Cantel où aucuns travaux de nettoyage n'ont été effectués, à celle des marais de l'Ile Grande.

III.3 - Index de vulnérabilité

Cet index est basé sur la longévité des hydrocarbures dans un environnement géomorphologique donné et il a été développé à la suite de l'accident du METULA et l'URQUIOLA (HAYES, BROWN et MICHEL, 1976 - GUNDLACH et HAYES, 1978).

Cette classification a été modifiée pour s'adapter au mieux à la côte bretonne compte tenu de sa complexité morphologique. L'aspect biologique n'a pas été pris en considération. Le premier critère retenu pour cette classification est la notion d'énergie à laquelle est exposée la section de côte considérée qui, souvent, correspond aux zones d'érosion ou d'accrétion. Le deuxième critère est la granulométrie du sédiment qui permet ou non la percolation en profondeur des hydrocarbures. Le comportement des hydrocarbures est déterminé par leur viscosité, celle-ci étant très variable d'un type de pétrole à l'autre. L'échelle a été établie en fonction d'un pétrole léger.

Le tableau ci-joint modifié d'après HAYES et al (1976), GUNDLACH et al (1978), synthétise en fonction des différents environnements, le comportement d'hydrocarbures de type léger, la durée de la pollution, enfin quelques recommandations pour le nettoyage compte tenu de ce qui a pu être observé pour l'AMOCO CADIZ.

TABLEAU 6 : INDEX DE VULNERABILITE DE LA COTE NORD-BRETONNE (Etabli pour un pétrole léger de type "Amoco Cadiz")

Index de vulnérabilité	Types de côtes Exemples	Accumulation des hydrocarbures	Nettoyage	Durée de la pollution	
ZONES DE HAUTE ENERGIE	1	Côtes et promontoires rocheux. Pointe St-Mathieu au Conquet . Primel Trégastel à Locquirec.	La réflexion des vagues sur les rochers ne permet pas aux hydrocarbures de s'y déposer pendant une tempête.	- Très difficile d'accès - Autonettoyage suffisant	Quelques jours ou semaines
	2	Plateforme rocheuse d'érosion TREMAZAN	Dépôt à marée descendante des hydrocarbures sur le plateau rocheux	- Difficile d'accès - Autonettoyage suffisant, seules resteront polluées les parties abritées des rochers - Si nécessaire, nettoyage au jet haute pression	Quelques semaines
	3	Plage de sable fin TREOMPAN	Peu de percolation en profondeur, compte tenu de la compacité du sédiment Déposés sur la surface de la plage, les hydrocarbures peuvent être décollés et transportés ailleurs par le fait des marées.	- Facile d'accès - Mise en oeuvre de moyens mécaniques permettant le raclage de la surface de la plage - Eviter le mélange sable et hydrocarbures	Quelques mois à 1 an
	4	Plage de sable moyen à grossier SAINT CAVA	Enfouissement et percolation des hydrocarbures. La profondeur de pénétration est fonction de la nature du substratum. Pollution de l'eau interstitielle.	- Facile d'accès - Pas de tranchées sur la plage - Utilisation des moyens mécaniques réduits au maximum surtout quand il y a des hydrocarbures sur la plage - Lorsqu'il y a des hydrocarbures enfouis dans le sédiment, méthode de hersage ou de labourage mais sans toucher le substratum. - Autonettoyage par le jeu d'érosion et d'accrétion du sable sur les plages.	1 à 2 ans
	5	Plage de graviers et de galets Pointe de SEMAR	Percolation rapide des hydrocarbures en profondeur ; peu ou pas de dépôts en surface.	- Facile d'accès - Utilisation d'engins mécaniques pour favoriser l'autonettoyage. Déplacement des galets vers le bas de plage, formation de sillons.	2 à 3 ans
ZONES DE FAIBLE ENERGIE	6	Côtes rocheuses et plateformes d'érosion (ROC'H HUIT)	Accumulation des hydrocarbures dans les anfractuosités des rochers Rochers recouverts d'une fine pellicule	- Accès difficile - Nettoyage au jet haute pression	Plusieurs années
	7	Plage de sable fin à moyen ARGENTON	Percolation en profondeur Pollution de la zone subtidale par les marées (mélange des hydrocarbures et des sédiments fins) Formation en surface d'une couche durcie après un an	- Accès facile - Intervention rapide pour le nettoyage : mise en oeuvre de moyens mécaniques pour le raclage de la surface mais éviter de faire un mélange sable + hydrocarbures - Biodégradation.	Plusieurs années
	8	Plages de sable grossier et de galets CASTEL MEUR	Percolation rapide en profondeur jusqu'au substratum Formation d'une croûte de galets et d'hydrocarbures après un an.	- Accès souvent facile - Moyens mécaniques pour favoriser l'autonettoyage - Nettoyage au jet haute pression	> 5 ans
	9	Vasières ABER BENOIT	Percolation en profondeur due aux organismes fouisseurs et mouvements d'eau interstitielle	- Accès difficile - Faible autonettoyage du aux marées - Favoriser la biodégradation	≥ 5 ans
	10	Marais ILE GRANDE	Recouverts uniquement aux grandes marées ; Dépôt en surface et faible pénétration dans le substratum	- Accès facile à difficile - Nettoyage manuel - Favoriser la biodégradation - Pas d'engins mécaniques	≥ 5 ans

Cet index a été appliqué à la côte nord-bretonne pour établir la carte n°5 en faisant cinq classes dans les degrés de longévité de la pollution. Une telle carte, en cas de pollution accidentelle par hydrocarbures, permet aux autorités d'intervenir le plus efficacement possible. A titre de prévention, ces cartes pourraient être établies là où pèse un risque de pollution (à proximité des ports pétroliers, des rails, etc...). Afin d'établir un document aussi complet que possible, ces cartes devront prendre en compte aussi les aspects biologiques et socio-économiques.

TABLEAU 7 - INDEX DE LA VULNERABILITE DE LA COTE NORD BRETONNE
COMPARAISON AVEC L'ETAT MAXIMUM DE POLLUTION

	INDEX DE VULNERABILITE	LONGUEUR DE COTE (KM)	ETAT DE POLLUTION MAXIMUM (AVRIL 1978)		
			FORTE	FAIBLE OU MOYENNE	PROPRE
ZONE DE HAUTE ENERGIE	COTES ROCHEUSES, PLATE FORME D'EROSION	70	50	20	0
	PLAGES DE SABLE FIN, GROSSIER ET GALETS	60	35	25	0
ZONE DE FAIBLE ENERGIE	COTES ROCHEUSES ET PLATE FORME D'EROSION	68	30	25	5
	PLAGES DE SABLE FIN, GROSSIER ET GALETS	75	40	35	5
	VASIERES ET MARAIS	90	20	50	23
TOTAL		363	175	155	33

IV - EVALUATION QUANTITATIVE DES HYDROCARBURES AYANT ATTEINT LA COTE

La méthode utilisée pour l'accident de l'AMOCO CADIZ a été développée par HAYES et GUNDLACH et a été améliorée en fonction des photographies réalisées par le CNEXO, l'IGN et l'IFP.

IV.1 - Description de la méthode

IV.1.1 - L'évaluation de la longueur de la côte polluée est déterminée par l'étude sur le terrain et les survols en avion. Cette longueur de côte polluée peut être subdivisée en fonction de limites géographiques, de différents types morphologiques et de son état de pollution. Ainsi, pendant la première étude, du 19 mars au 2 avril, on a considéré que la pollution était uniforme le long de la côte. Pendant la deuxième période d'étude, du 20 au 28 avril, deux distinctions ont été faites en ce qui concerne l'état de la pollution. Pour les différents types morphologiques, le marais de l'Ile Grande a été classé comme une zone particulière. (Tableau 8).

IV.1.2 - En même temps que la réalisation de profils topographiques sur certaines plages (méthode zonale de HAYES et al) (fig. 3), on notait l'épaisseur d'hydrocarbures le long du profil et leur extension sur la plage. Trois échantillons étaient pris pour connaître la proportion d'hydrocarbures sur chaque plage étudiée, puis le poids d'hydrocarbures par kilomètre de côte. Le tableau 9 récapitule ces résultats.

IV.2 - Critiques de la méthode

IV.2.1 - Complexité géomorphologique de la côte

A cet égard, la côte nord bretonne est un bon exemple : marais, plages, estuaires, côtes rocheuses, etc... En particulier, il est extrêmement difficile d'évaluer la quantité d'hydrocarbures sur ou sous les rochers et même d'en donner un ordre de grandeur. Il faudrait aussi tenir compte des paramètres qui ont contrôlé la dispersion des hydrocarbures le long de la côte (orientation de la côte par rapport aux vents dominants, effets d'accumulation dus aux tombolos, etc...).

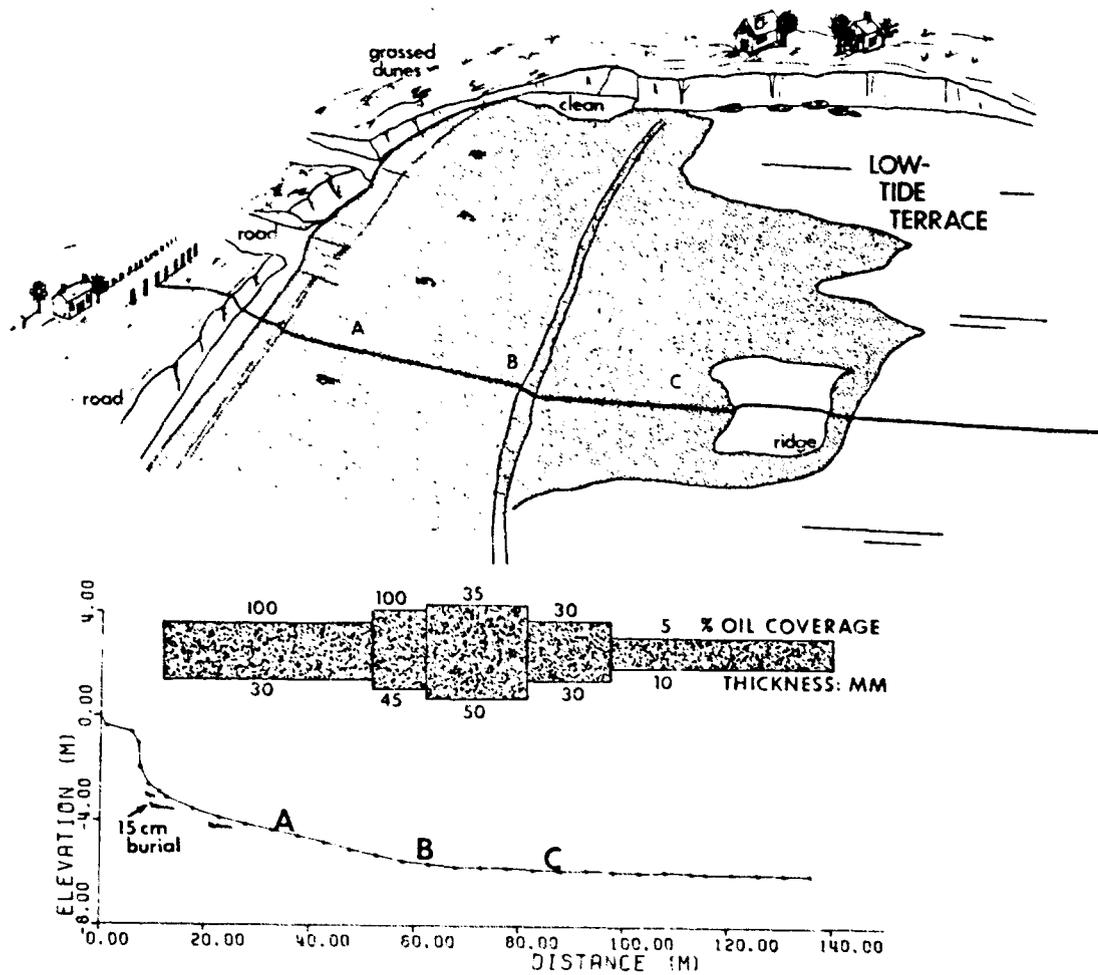


Figure 3 : Profil topographique et répartition des hydrocarbures à la station AMC 12 (27 mars 1978) (The AMOCO CADIZ Oil Spill, NOAA/EPA Special Report).

IV.2.2 - Hydrocarbures piégés dans le sédiment

Après avoir réalisé le profil topographique de la plage, une tranchée est creusée suivant cet axe. On mesure la longueur et l'épaisseur de la couche d'hydrocarbures enfouis, puis on utilise la même méthode de calcul que citée précédemment. Il est très difficile aussi de connaître l'extension des hydrocarbures enfouis sous la plage due à la dynamique côtière et des concentrations non localisées mais importantes dues au creusement de tranchées.

Il faut cependant signaler que la quantité d'hydrocarbures enfouis est souvent très faible par rapport à la quantité d'hydrocarbures en surface et ce paramètre peut être négligé dans certains cas.

IV.2.3 - Extension des hydrocarbures sur les plages

Ces mesures n'ont pu être réalisées que sur une vingtaine de plages dans le cas de l'AMOCO CADIZ et sur une période de quelques jours. Ainsi, il a été possible de compter plusieurs fois la même nappe d'hydrocarbures si celle-ci ayant atteint une plage, a été décollée puis a touché une autre plage.

Pour éviter cet inconvénient et augmenter la précision des mesures, il faudrait avoir une couverture photographique aérienne verticale, couleur et infra-rouge, de la côte polluée, cette opération aérienne étant couplée avec une étude sur le terrain. Les photographies pourraient être dépouillées avec l'aide d'un planimètre, pour obtenir une valeur précise de la surface de la plage recouverte par les hydrocarbures.

CONCLUSIONS

Le tableau 10 montre la démarche à respecter pour essayer d'évaluer la quantité d'hydrocarbures ayant atteint une côte. Indépendamment des méthodes utilisées, la précision d'une telle estimation est directement liée à la complexité morphologique de la côte.

N° des sites ayant fait l'objet d'une évaluation d'hydrocarbures	Longueur de la plage (km)	Quantité d'hydrocarbures (en tonnes)		
		Première étude	Deuxième étude	
			Faiblement pollué	Fortement pollué
1	0,50	50.2		7.3
2	0.25	1.8		2.4
3	0.25	44.6		5.5
4	0.20	284.1		2.5
5	1.25	1146.9	2.5	
6	0.20	51.8	1.0	
7	0.20	102.5	1.7	
8	0.20	9.6	0.4	
9	2.00	1039.4	10.6	
10	1.25	46.3	6.0	
11	0.45	175.2		1.0
12	0.40	357.7		6.3
13	0.55	248.3	0.6	
15	0.30	83.3		3.9
16	0.40	81.2		66.3
17	0.30	136.4	1.6	
18 *	4.00	7400.0		2760.0
Sub total	8.7	3859.1	24.4/5.9km	95.2/2.75km
Total (tonnes/km)		443.6	4.1	34.6

Tableau 8 : quantité d'hydrocarbures par longueur de plage étudiée (D'OZOUVILLE et al, 1978).

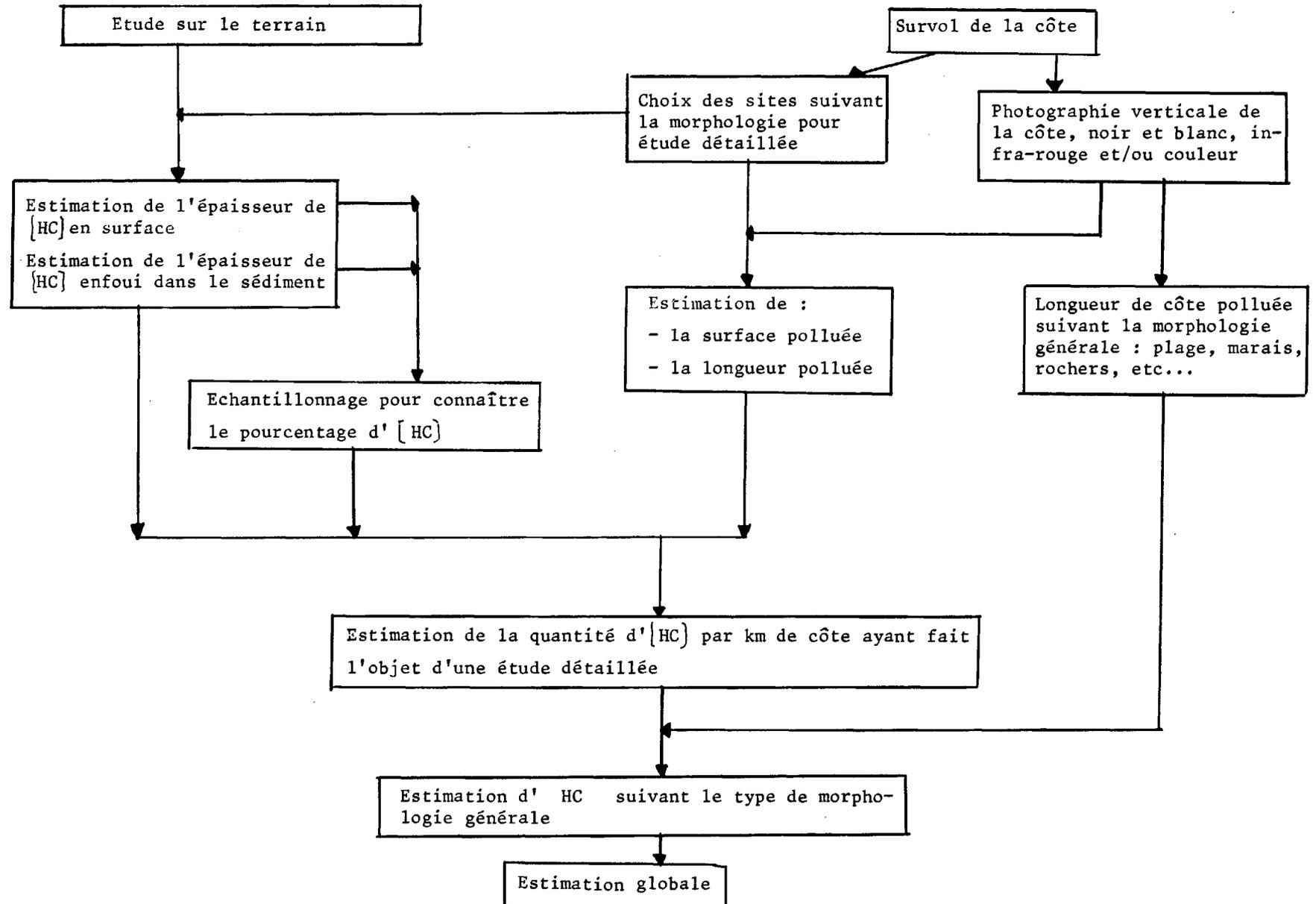
* La station 18 correspond à l'Ile Grande ; n'a pas été incluse pour évaluer la quantité d'hydrocarbures par kilomètre de plage. En effet, l'Ile Grande a une géomorphologie particulière et elle a été plus polluée que le reste de la côte.

	Première étude 19 mars - 2 avril	Deuxième étude 20 au 28 avril
Longueur (Km) de rivage très pollué	72	107
Longueur (km) d'îlots rocheux très pollués	51	55
Longueur (km) de rivage faiblement pollué	-	213
TOTAL (kilomètres)	123	375
Quantité d'hydrocarbures (tonnes, excepté Ile Grande)	54 600	6 440
Hydrocarbures à Ile Grande (tonnes)	7 400	2 760
TOTAL (tonnes)	62 000	9 200

TABLEAU N°9 : récapitulatif de l'estimation quantitative des hydrocarbures de l'AMOCO CADIZ ayant atteint la côte nord bretonne (D'OZOUVILLE et al, 1978).

TABEAU 10

EVALUATION QUANTITATIVE DES HYDROCARBURES AYANT ATTEINT LA COTE



V - CONCLUSIONS SUR L'UTILISATION DE LA TELEDETECTION POUR LA CARTOGRAPHIE DE LA POLLUTION DES COTES PAR HYDROCARBURES

La télédétection des nappes de pétrole en mer a fait l'objet de nombreuses études durant les dernières années, des rejets volontaires d'hydrocarbures au large étant même effectués pour tester les différents capteurs. Il n'en va pas de même pour la télédétection du pétrole à la côte, ceci pour deux raisons simples :

- il était difficilement envisageable de souiller volontairement des portions du littoral dans le seul but de tester les capteurs,

- les catastrophes précédentes n'avaient pas pollué de longueurs de côte telles qu'il faille faire appel à la télédétection pour en dresser l'inventaire.

La catastrophe de l'AMOCO CADIZ a fourni la triste occasion de tester les moyens existant puisque, dès les premiers jours ayant suivi le naufrage, près de 300 km de côtes étaient touchés ; la très grande diversité géomorphologique du littoral breton a rendu les travaux d'interprétation plus délicats, mais permet en contrepartie de dégager des enseignements pour la plupart des régions côtières soumises à la menace potentielle d'une nouvelle marée noire.

Les différents vols organisés entre mars 1978 et mars 1979 par l'IFP, l'IGN, le CNEXO et la Marine Nationale, associés à des campagnes de "vérité terrain", permettent de dresser aujourd'hui un bilan des possibilités offertes par les moyens de télédétection disponibles en FRANCE, d'en dégager les avantages et inconvénients respectifs, et de proposer en conclusion un schéma d'intervention adapté à chaque cas de sinistre.

V - 1) Intérêts des moyens de télédétection

La télédétection n'est pas un but en soi, mais un outil précieux dont il importe de définir les applications et limites.

- En mer, c'est le seul moyen possible pour repérer des nappes, donc pour guider les opérations de traitement et déterminer les zones côtières menacées.

- Quand une longueur de côte importante est polluée, c'est le meilleur moyen (en l'associant à la vérité terrain) pour obtenir une vision globale du phénomène, guider les opérations de nettoyage et les équipes scientifiques, mettre en évidence les processus d'arrivée, de persistance et de décontamination du pétrole, estimer les quantités déposées sur la côte, juger de l'effet des activités de nettoyage ou de la pose des barrages ; enfin, d'un point de vue juridique, il est possible d'établir ainsi un "état des lieux".

Cependant, il faut insister sur le fait qu'il est impossible de dresser une cartographie complète, uniquement d'après les données de télédétection, ce qui rend indispensable l'emploi de la vérité terrain pour lever certaines indéterminations et corriger les erreurs dues aux "fausses alertes".

V - 2) Le choix des objectifs

Il importe au départ de savoir si le but du vol est de repérer les nappes en mer ou de cartographier la pollution des côtes. Le type d'avion et les capteurs adaptés ne sont pas les mêmes dans les deux cas ; de plus,

les délais de dépouillement des données à respecter sont également différents :

- le positionnement des nappes et l'estimation de leur importance n'ont d'intérêt que si les observations sont immédiatement transmises aux équipes chargées de la lutte anti-pollution ;

- la cartographie de la pollution des côtes, même si elle est utile en temps réel pour les équipes de terrain, demeure intéressante avec un certain délai puisqu'il s'agit surtout d'établir un "état des lieux" et de suivre une évolution.

V - 3) Le choix des capteurs

V - 3-1 Détection des nappes en mer (pour mémoire)

De nombreux travaux ont tenté de définir et de mettre au point les capteurs les mieux adaptés à la détection du pétrole sur la mer ; un article de A. Fontanel et A. Roussel a dressé une synthèse de ces travaux et la Marine Marchande a adopté un système comprenant un radiomètre à balayage "super-cyclope" SAT et une caméra photographique HASSELBLAD. Dans le tableau 11, on se borne à comparer les capteurs ayant été utilisés à l'occasion du naufrage de l'AMOCO CADIZ.

V -3-2 Détection du pétrole à la côte

L'utilisation, à l'occasion du naufrage de l'AMOCO CADIZ des avions de l'Institut Géographique National pour réaliser une couverture complète de la côte en photographie verticale était la première expérience de détection systématique du pétrole à la côte. En fait, l'expérience prouve que les seuls capteurs adaptés actuellement à cette détection -hormis l'oeil humain- sont les émulsions photographiques.

TABLEAU II - Comparaison des différents moyens de télédétection utilisés après le naufrage de l'AMOCO CADIZ

		CARTOGRAPHIE DU PETROLE EN MER		CARTOGRAPHIE DU PETROLE A LA COTE		
		Avantages	Inconvénients	Avantages	Inconvénients	
CAPTEURS	EMULSIONS PHOTOGRAPHIQUES	Radiomètre à balayage dans l'infra-rouge thermique	<ul style="list-style-type: none"> - très efficace de jour comme de nuit, - approche semi-quantitative en distinguant les nappes épaisses et moyennes, - couvre une bande plus large que les photos, - document en temps réel, avec possibilité de transmission à terre. 	<ul style="list-style-type: none"> - "aveugle" pour les faibles irradiances, - peu performant pour les pétroles denses (AXELSON-1974) 	Inutilisable	
		Infra-rouge noir et blanc	<ul style="list-style-type: none"> - permet de distinguer les irradiances n'apparaissant pas sur les thermographies - bande du spectre présentant le plus grand contraste huile-eau par temps brumeux (Fontanel et Roussel-1976) 	<ul style="list-style-type: none"> - faible latitude de pose, - impossibilité de dépouiller en temps réel, - évaluation seulement qualitative : les zones épaisses se distinguent très mal. 	<ul style="list-style-type: none"> - permet de distinguer les algues vivantes du pétrole (ce qui est difficile sur les clichés en couleur naturelle), - traverse bien le voile atmosphérique. 	<ul style="list-style-type: none"> - moins performant que les clichés en couleur naturelle pour distinguer le pétrole dans les zones de marais et d'estuaires, - aucune pénétration dans l'eau de mer.
		Couleur Naturelle	<ul style="list-style-type: none"> - permet de distinguer les différentes parties d'une nappe (Meyer-1977) 	<ul style="list-style-type: none"> - emploi systématique coûteux - nécessite une bonne luminosité - impossibilité de dépouiller en temps réel. 	<ul style="list-style-type: none"> - permet de distinguer le pétrole sur presque tous les types d'estran quand les quantités sont importantes. 	<ul style="list-style-type: none"> - très difficile de distinguer les algues et le pétrole sur les rochers, - nécessite une bonne luminosité
		Panchromatique noir et blanc	<ul style="list-style-type: none"> - peu onéreux, - donne de bons résultats associé à un filtre atténuant la bande vert-orange (Fontanel-Roussel) - grande latitude de pose. 	<ul style="list-style-type: none"> - permet seulement une évaluation qualitative, - impossibilité de dépouiller en temps réel. 	<ul style="list-style-type: none"> - peu onéreux. 	<ul style="list-style-type: none"> - dépouillement plus difficile que sur les images "couleur naturelle".
	Observateur scientifique	<ul style="list-style-type: none"> - acquisition, enregistrement et transmission des informations en temps réel, - champ de vision plus étendu que pour les autres capteurs. 	<ul style="list-style-type: none"> - subjectivité, - limite au spectre visible 	Mêmes avantages et inconvénients que pour la cartographie en mer.		
VECTEURS	VECTEURS LÉGERS	Vecteur Lourd (avion IGN type B17)	<ul style="list-style-type: none"> - grand rayon d'action, - stabilité, - capacité à affronter de mauvaises conditions météorologiques au large des côtes, - possibilité d'embarquer du personnel et des capteurs nombreux. 	<ul style="list-style-type: none"> - coût élevé, - mise à disposition aléatoire. 	<ul style="list-style-type: none"> - stabilité, - possibilité d'embarquer du personnel et des capteurs nombreux, - couverture complète en photographie verticale du littoral et des flots, donc possibilité de réaliser un "état des lieux". 	<ul style="list-style-type: none"> - coût élevé, - manque de maniabilité (nécessité de préparer les axes de vol), - mise à disposition aléatoire.
		Avions de tourisme	Les avions de tourisme sont très mal adaptés à la cartographie des nappes en mer. Par contre, l'avion "Push Pull", équipé par la Marine Marchande pour la détection des déballastages frauduleux, qui n'a pas pu être testé lors de la catastrophe de l'Amoco Cadiz, serait le plus adapté à cette mission.		<ul style="list-style-type: none"> - grande disponibilité de ces appareils dans les différents aéro-clubs, - coût peu élevé. 	<ul style="list-style-type: none"> - difficile de réaliser des photographies verticales, - impossibilité de faire une couverture complète.
	Hélicoptère			<ul style="list-style-type: none"> - maniabilité, possibilité de faire des points fixes et des arrêts. 	<ul style="list-style-type: none"> - vibrations très importantes. 	

V- 3-2-1 Choix des émulsions

Le tableau 12 compare deux émulsions employées à l'occasion du naufrage de l'AMOCO CADIZ.

Leurs performances dépendent en grande partie de la nature du littoral survolé et sont, dans une certaine mesure, complémentaires. Ainsi, on remarque que le pétrole se distingue très bien sur les marais en "couleur naturelle" alors que la distinction est plus difficile en infra-rouge noir et blanc. Par contre, il est presque impossible de distinguer, sur les rochers, les algues brunes du pétrole avec une émulsion couleur, alors que les algues apparaîtront en clair, si elles sont vivantes, avec une émulsion infra-rouge noir et blanc. En règle générale, les zones humides, plus sombres, se distinguent toujours très bien du pétrole dans l'infra-rouge.

Il paraît donc avantageux d'associer deux émulsions, une en "couleur naturelle" et l'autre en infra rouge noir et blanc. A défaut, on utilisera une émulsion infra-rouge couleur, mais son emploi est plus délicat.

V - 3-2-2 Interprétation

Les images IGN permettent un travail très précis ; le dépouillement au stéréoscope favorise l'interprétation (par exemple pour distinguer les laisses d'algues et de pétrole). Pour cette raison, un recouvrement entre deux photos de 60 % est souhaitable, s'il est compatible avec l'importance de la surface à couvrir. Le report sur fond de carte topographique ne pose alors aucun problème, et peut permettre des évaluations quantitatives (longueur de côtes polluées, quantités estimées...) En même temps que le survol de la côte, il est utile de réaliser une couverture des îlots (particulièrement nombreux en Bretagne) car s'ils ne peuvent faire l'objet d'un nettoyage, ils sont souvent la source de pollution secondaire, longtemps après le sinistre.

TABLEAU 12 - Possibilité de distinguer le pétrole sur un cliché en fonction du type d'émulsion employée, de la nature de la côte et du degré de pollution.

		TYPE D'EMULSION			
		Infra-rouge noir et blanc		"Couleur Naturelle"	
TYPE DE COTE	Vasière	Difficile	Impossible	Possible	Impossible
	Marais	Possible	Difficile	Facile	Possible
	Plage de sable	Facile	Possible	Facile	Possible
	Plage de galets	Facile	Impossible	Facile	Possible
	Rochers couverts d'algues vivantes	Facile	Difficile	Difficile	Impossible
	Rochers couverts de lichens	Possible	Impossible	Possible	Impossible
	Laisses de haute mer (algues mortes)	Possible	Impossible	Facile	Impossible
		FORT	FAIBLE	FORT	FAIBLE
DEGRE DE POLLUTION					

Un autre avantage des images IGN réside dans la possibilité d'établir une cartographie fine de la pollution de certains secteurs, afin d'en suivre l'évolution.

V- 3-2-3 Limites d'utilisation

- le premier facteur limitant l'interprétation est le degré de pollution : l'utilisation des photographies aériennes n'est possible que dans un cas de pollution importante, comme celui de l'AMOCO CADIZ. En cas de pollution disséminée, elle n'est guère possible que pour des plages de sable ;

- même dans des cas de pollutions fortes, certains secteurs ne sont pas cartographiables, par exemple les zones rocheuses très escarpées ou encore la vase très sombre des estuaires. Il y a également risque de "fausse alerte" dans le cas de rochers dont la teinte naturelle est noire (comme à Primel) ou qui sont couverts de lichens (dont la réflectance est faible en infra-rouge).

Ces différentes raisons plaident en faveur d'une étroite collaboration avec les équipes de terrain chargées du suivi géomorphologique ; il est en fait souhaitable que les mêmes personnes soient associées aux deux tâches.

4) Le choix du vecteur

Le tableau 11 compare les avantages et inconvénients des différents appareils utilisés à l'occasion de la marée noire de l'AMOCO CADIZ.

V -4-1 Choix d'un vecteur pour la cartographie des nappes en mer

L'avion FTB 337 "Push Pull" de la Marine Marchande, équipé d'un radiomètre à balayage SAT et d'une caméra photographique Hasselblad, doté d'un système de navigation précis, est, en France, le système le plus adapté à la télédétection des hydrocarbures en mer.

Ce système n'étant pas opérationnel en mars 1978, les avions IGN (B17, Hurel Dubois), équipés d'un radiomètre à balayage dans l'infra-rouge thermique DAEDELUS et de films infra-rouge noir et blanc ou couleur ont obtenus des résultats équivalents (sans possibilité de transmission à terre de l'image infra-rouge thermique).

V- 4-2 Cartographie de la pollution des côtes

Dès qu'une pollution est annoncée, il s'agit d'organiser une reconnaissance rapide pour guider les équipes de terrain et déterminer les zones polluées ; un avion de tourisme (avec ailes au-dessus de l'habitacle) ou mieux, un hélicoptère, volant à 200 ou 300 mètres d'altitude est suffisant pour réaliser les premières observations visuelles et photographies obliques.

Ensuite, et en fonction de l'ampleur du sinistre, on mettra en place un système adapté :

- si la pollution s'étend, ou menace de s'étendre, sur plusieurs dizaines de kilomètres de côte, il devient indispensable de réaliser une couverture de photographie verticale avec un avion de type B 17;

- Si la pollution est localisée, on peut organiser à moindre frais des vols de photographie "pseudo-verticale" en montant sur un avion léger un berceau portant 2 appareils (de type Hasselblad par exemple, équipés de moteurs d'entraînement, d'un intervalomètre, d'un boîtier de déclenchement simultané, d'une commande automatique de diaphragme et de magasins pour film de 500 vues). On associera alors une émulsion couleur naturelle et une émulsion infra-rouge noir et blanc (ou infra-rouge couleur).

V- 5) Conditions de vol

V- 5-1 Altitude de vol

Pour un capteur donné, l'altitude de vol détermine l'échelle du document qui conditionne l'interprétation. Ainsi, les photographies au 1/20 000 réalisées le 21 mars sont très difficilement interprétables, à

l'exception des zones de plages couvertes de pétrole ou aucune ambiguïté n'est possible. L'échelle la mieux appropriée à une cartographie fine paraît être le 1/5000, ce qui correspond, pour les chambres employées par l'IGN et avec une focale de 152 mm, à une altitude de vol d'environ 800 m. En fait, ce sont souvent les conditions météorologiques qui imposent l'altitude de vol.

Dans le cas d'un avion de tourisme ou d'un hélicoptère devant réaliser des observations et des photographies obliques ou pseudo-verticales, une altitude de vol de 200 ou 300 mètres est souhaitable.

V-5-2 Conditions de vol

Pour des raisons d'incidence et d'intensité de la lumière, il est préférable de centrer les vols sur le milieu de la journée.

Dans les régions soumises au régime des marées, il importe, pour faciliter l'interprétation, de réaliser la couverture photographique dans la période chevauchant la marée basse (par exemple entre 3 heures avant et 3 heures après la basse mer). Si on a le choix entre plusieurs jours pour une période donnée, il sera avantageux d'effectuer le vol à la basse mer suivant la pleine mer de plus fort coefficient.

Il va de soi que ces considérations sont avant tout subordonnées aux conditions météorologiques et qu'elles s'appliquent surtout à la phase de décontamination pendant laquelle la fréquence des vols est suffisamment faible pour permettre de choisir un ensemble de conditions favorables. Le hasard veut que pour la côte Nord de la Bretagne, les marées basses de vive eau correspondent toujours au milieu de la journée.

V-6) Conclusions

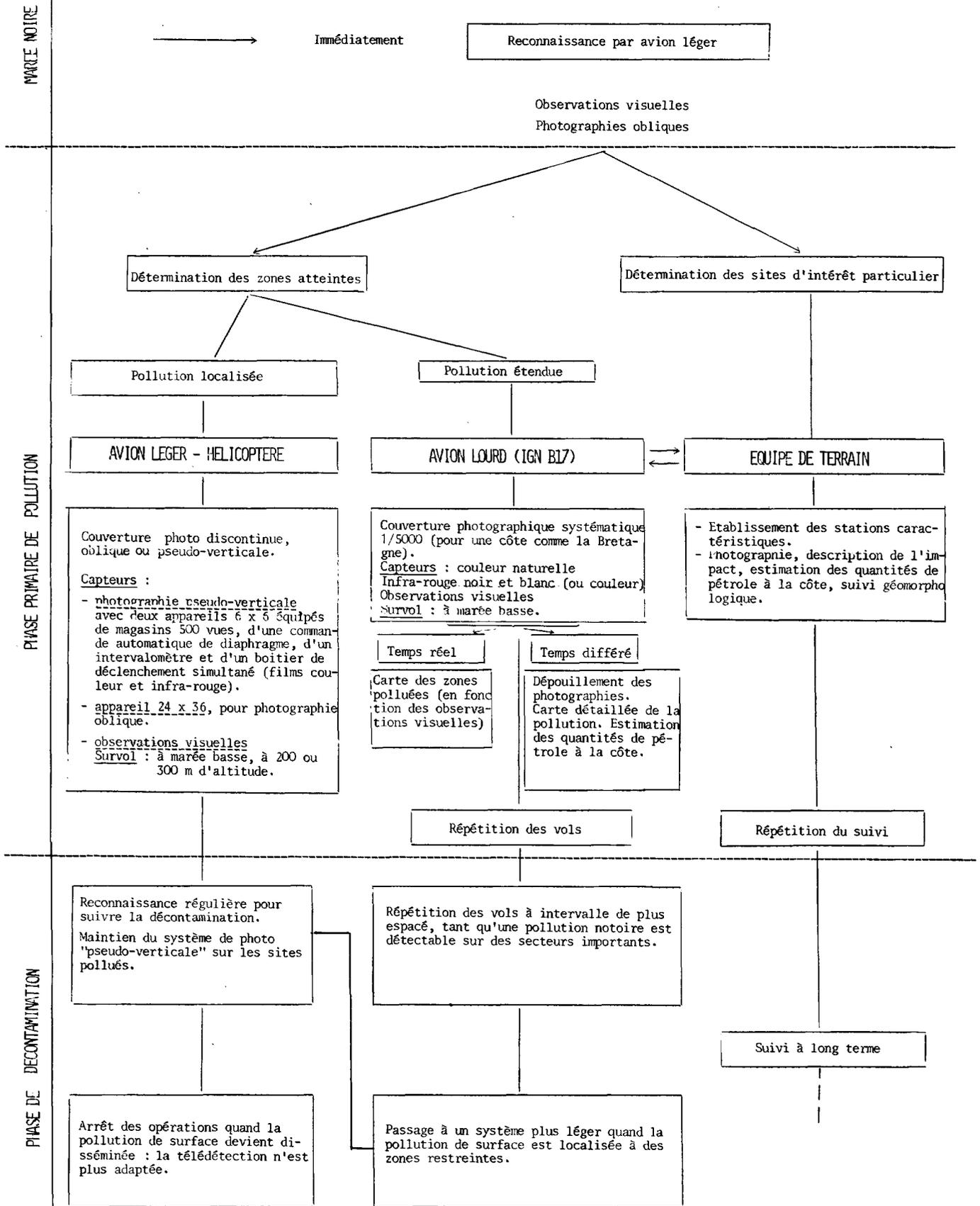
Une opération de télédétection ne doit pas être conçue comme une fin en soi mais en fonction d'impératifs scientifiques, techniques, économiques et juridiques. Il n'est pas possible d'établir un modèle "passe-partout" d'intervention, adaptable à n'importe quelle marée noire ; par contre,

on peut énumérer certaines règles générales et proposer, en fonction des paramètres les plus importants (type de côte, degré de pollution, extension géographique...) un "schéma d'intervention" approprié.

- Toute opération aérienne doit être appuyée par un travail de terrain,
- A l'inverse, tout suivi géomorphologique d'une zone étendue doit être appuyé par des opérations aériennes ;
- Les moyens lourds ou légers doivent être choisis en fonction de l'étendue de la zone polluée et de sa situation géographique ;
- Hormis l'oeil humain, les seuls capteurs utilisables pour la cartographie du pétrole à la côte sont les émulsions photographiques ;
- Le choix des émulsions est fonction de la nature de la côte survolée ; les meilleurs résultats seront obtenus en associant une émulsion "couleur naturelle" et une émulsion infra-rouge (noir et blanc ou couleur)
- L'importance des observations visuelles réalisées pendant le vol ne doit pas être sous-estimée ; elles permettront de produire très rapidement un premier document et, dans certains cas, de lever les doutes qui persistent à l'interprétation.

Le tableau **13** présente les grandes lignes d'un "schéma-type" d'intervention.

TABLEAU 13 - "Schéma type" d'intervention pour le suivi de la pollution par hydrocarbures du littoral



ADDENDA : 2.5.1979

L'expérience récente du "GINO" a fourni une nouvelle occasion de tester les moyens d'intervention disponibles ;

Samedi 28 avril 1979, quelques heures après le naufrage, une reconnaissance en avion CESSNA permettait de compléter les informations recueillies par les hélicoptères et les navires de la Marine Nationale. Dès le 29 avril, l'avion FTB 337 "Push Pull" des Affaires Maritimes réalisait un vol avec enregistrement par radiomètre SAT (dans l'infra rouge thermique). Dans le même temps, un avion B17 de l'IGN effectuait 6 axes au-dessus de la zone touchée, avec réalisation d'enregistrements par radiomètre SAT (infra rouge thermique), radiomètre Daedelus (visible-proche U.V.), par radar latéral et photographie en panchromatique noir et blanc. A partir du 30 avril, le "camion de télédétection" associé au Push Pull ayant été installé à la Pointe St Mathieu, il a été possible d'obtenir en temps réel à terre les images thermiques captées par l'avion des Affaires Maritimes et de transmettre immédiatement les informations sur la position et l'importance des nappes, ainsi que l'identité des navires se livrant à des déballastages frauduleux.

CONCLUSION GENERALE

A la suite de l'accident de l'AMOCO CADIZ, la cartographie des apports polluants et des zones contaminées permet un an après cet évènement de conclure sur les points suivants :

1 - EVOLUTION ET EVALUATION DE L'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT GEOLOGIQUE LITTORAL D'UNE POLLUTION ACCIDENTELLE PAR HYDROCARBURES pendant la phase paroxysmale puis pendant la phase de décontamination.

Cette expérience a été acquise grâce au travail en commun avec l'équipe du Dr. HAYES qui associe le survol de la côte à une étude sur le terrain permettant d'obtenir le maximum d'informations dans le minimum de temps. Ainsi dès les premières semaines après l'échouage de l'AMOCO CADIZ, il était possible de :

- Cartographier et mesurer l'extension du pétrole à la côte
- Faire un bilan quantitatif du pétrole ayant atteint le rivage.

2 - ETAT DE LA POLLUTION EN MARS 1979

Seulement 2% de la côte touchée par les hydrocarbures en Mars 1978 est encore fortement polluée. Ce sont principalement des zones abritées telles que marais (ILE GRANDE), estuaires (ABER BENOIT), criques rocheuses (CASTEL MEUR).

La majorité des niveaux de pétrole interstratifiés dans les plages ont disparu après la phase d'amaigrissement hivernal. Par contre, l'eau interstitielle reste souvent faiblement polluée (irisations à la surface). On constate de façon presque systématique une pollution en profondeur des terrasses de basse mer, probablement provoquée par une migration des hydrocarbures du haut vers le bas des plages.

Il serait donc intéressant de suivre l'évolution de la décontamination jusqu'en Mars 1980 par deux missions sur le terrain, l'un en été 1979 et l'autre au printemps 1980.

3 - ETABLISSEMENT D'UN INDEX DE VULNERABILITE DU LITTORAL

En utilisant une classification des cotes (modifiée d'après HAYES et al 1976) en fonction de la longévité d'un pétrole léger type AMOCO CADIZ sur la côte. Les paramètres qui ont servi à établir cet index sont les suivants :

- Energie à laquelle est exposée la côte
- Nature de la côte et du sédiment
- Possibilités de nettoyage par intervention humaine.

Cet index de vulnérabilité a été appliqué à la côte Nord bretonne (carte n° 5). Une telle carte qui, par la suite, devrait intégrer les paramètres socio-économiques, permettrait aux autorités chargées de la lutte anti pétrole de prévoir les zones qu'il faut protéger en priorité et les méthodes de nettoyage qu'il faut mettre en oeuvre.

L'expérience de l'AMOCO CADIZ devrait donc avoir comme conséquences dans l'avenir :

- La formation d'une équipe opérationnelle de terrain comprenant un biologiste, un chimiste et un géologue, qui serait dotée des outils et des méthodes nécessaires pour établir un bilan aussi précis que possible d'une pollution accidentelle par hydrocarbures.

- A titre préventif, une étude de vulnérabilité pour les côtes les plus exposées aux risques d'une pollution par hydrocarbures.

BIBLIOGRAPHIE

- AXELSSON, S., 1974. Remote sensing of oil slicks. Rapport Saad Scania. RLO-3-R. 27
- BERNE, S., R. BROSSIER, A. FONTANEL, L. D'OZOUVILLE, J. SERRIERE, A. WADSWORTH, 1978, Télédéttection des pollutions par hydrocarbures de l'AMOCO CADIZ. Acte des colloques. CNEXO pp. 9-26
- CHASSE Claude J.M. 1972, Economie sédimentaire et biologique (production) des estrans meubles des côtes de Bretagne : Thèse, Université de Paris VI, 293p.
- EMERY, K.O., 1961, A simple method of measuring beach profiles : *Limn. and Ocean.*, V.6, p. 90-93
- Emm. DE MARTONNE, 1903, Le développement des côtes bretonnes et leur étude morphologique : *Bull. Soc. sc. Medic. Ouest (RENNES)*, V. 12, p. 244-160
- Emm. DE MARTONNE, 1906, La peneplaine et les côtes bretonnes : *Ann. de géog.*, V. 15, p. 299-328
- FOLK, R. L., 1968, *Petrology of sedimentary rocks* : HEMPHILL'S, AUSTIN, TEXAS, 170p.
- FONTANEL, A., et J.C. RIVER EAU, 1973. La détection des hydrocarbures sur la mer. Campagne IFP CNEXO, 1973. Publication IFP
- FONTANEL, A., C. BOCART, G. LEGENDRE, J.C. RIVER EAU, J.C. MOURLON, 1974. Traitement en mer des nappes d'hydrocarbures par produits dispersants. Campagne IFP. CNEXO, 1974. Publication IFP.
- FONTANEL, A., L. LOUBERSAC, J.C. RIVER EAU, 1975. Détection et échantillonnage de nappes d'hydrocarbures traitées par produits dispersants. Campagne IFP. CNEXO, 1975. Publication IFP
- FONTANEL, A. et A. ROUSSEL, 1976. La détection des nappes d'hydrocarbures sur la mer. Journées de télé-déttection GDTA, 1976.
- GUILCHER André, 1948. Le relief de la Bretagne méridionale de la Baie de DOUARNENEZ à LA VILAINE : Thèse, Paris
- GUILCHER André, 1968, Coastal and submarine morphology : translated by B.W. Sparks and Rev. R. H. W. Kneese, Methuen & Company, Ltd., LONDON, 274p.
- GUNDLACH, E.R., HAYES, M.O., 1978, Investigations of beach processes. NOAA/EPA. Special Report, pages 85 à 196
- GUNDLACH, E.R., HAYES, M.O., 1978, The AMOCO CADIZ oil spill, Third follow up survey of oil impact on the shoreline, July 1978
- GUNDLACH, E.R. and HAYES, M.O., in press, Vulnerability of coastal environments to oil spill impacts : ms. accepted for publication by Marine Tech. Soc. Jour., 23p.
- HAYES, M.O., BROWN, P.J. and MICHEL, J. 1976, Coastal morphology and sedimentation, lower Cook Inlet, ALASKA : with emphasis on potential oil spill impacts : Technical Report No. 12-CRD, Coastal Research Division, Department of Geology, University of South Carolina, 107p.

- HAYES, M.O., OWENS, E.H., HUBBARD, D.K., and ABELE, R.W., 1973, Investigation of form and processes in the coastal zone : in Coates, D.R., ed., Coastal Geomorphology, Proc. 3rd Annual Geomorphology Symposium, State University of NEW YORK at BINGHAMPTON, p. 11-41
- HAYES, M.O., RUBY, C.H., STEPHEN, M.F., and WILSON, S.J., 1976, Geomorphology of the Southern coast of ALASKA : 15th Conference on Coastal eng., Proc., V. 2 p. 1992-2008
- LOUBERSAC, L., 1976. L'opération de surveillance aérienne des rejets d'hydrocarbures dans la zone du Cap de la HAGUE. Convention CNEXO-751373. Ministère de la Qualité de la Vie n° 48-75
- PALOMO, C., J. ACOSTA, J.R. DE ANDRES, P. HERRANZ, J. REY et J.L. SANZ (1978). Contribucion al estudio del impacto causado en el litoral de la CORUNA (ESPANA) por el derrame de crudos originados en el accidente del petrolero MONTE URQUIOLA (Mayo 1976) Bol. Inst. espa. Oceano. T. IV n° 245 pp. 133-161
- OZOUVILLE (D'), L., E.R. GUNDLACH, M.O. HAYES, 1978, Effect of coastal processes on the distribution and persistence of oil spilled by the AMOCO CADIZ. Preliminary conclusions. Actes de colloques n° 6 CNEXO pp. 69 à 96.
- OWENS, E.H. et M.A. RASHID, 1976. Coastal environments and oil spill residues in Chedaducto Bay, NOVA SCOTIA. Can. J. Earth Sci. Vol. 13, p. 908-928
- VAN DER MEULEN, J.H. et D.C. GORDON Jr., 1976. Reentry of 5 years old stranded Bunker C. fuel oil from a low energy beach into the water, sediments and biota of chedaducto Bay. NOVA SCOTIA. J. Fish. Res. Board Can. 33 : pp. 2002-2010
- VAN DER MEULEN, J.H., 1977, The chedaducto Bay spill, Arrow 1970, The self-cleaning processes and the biological recovery. Oceanus 20, 4, pp. 31-39
- VAN DER MEULEN, J.H., D.E. BUCKLEY, E.M. LEVY, B. LONG, P. Mc LAREN et P.G. WELLS. 1978. Immediate impact of AMOCO CADIZ environmental oiling : oil Behavior and Burial, and biological aspects. Actes de colloques n° 6, pp. 159-174.

«AMOCO CADIZ»

CARTOGRAPHIE DES APPORTS POLLUANTS ET DES ZONES CONTAMINÉES

— ANNEXES —

ANNEXE 1

**SUIVI DE L'IMPACT DES HYDROCARBURES DE
L'AMOCO CADIZ SUR LA CÔTE ENTRE
LA POINTE DE St-MATHIEU ET LE SILLON DU TALBERT
JUSQU'AU MOIS DE MARS 1979**

Dès les premiers jours ayant suivi le naufrage de l'AMOCO CADIZ, l'équipe de géomorphologie de l'Université de SUD CAROLINE, (U.S.A.), travaillant pour le compte de la NOAA, débutait un suivi de la pollution comprenant 160 stations d'observations.

Ce suivi fut répété en Avril, puis en Juillet 1978. A chacune de ces trois campagnes furent associées des géologues du CNEXO.

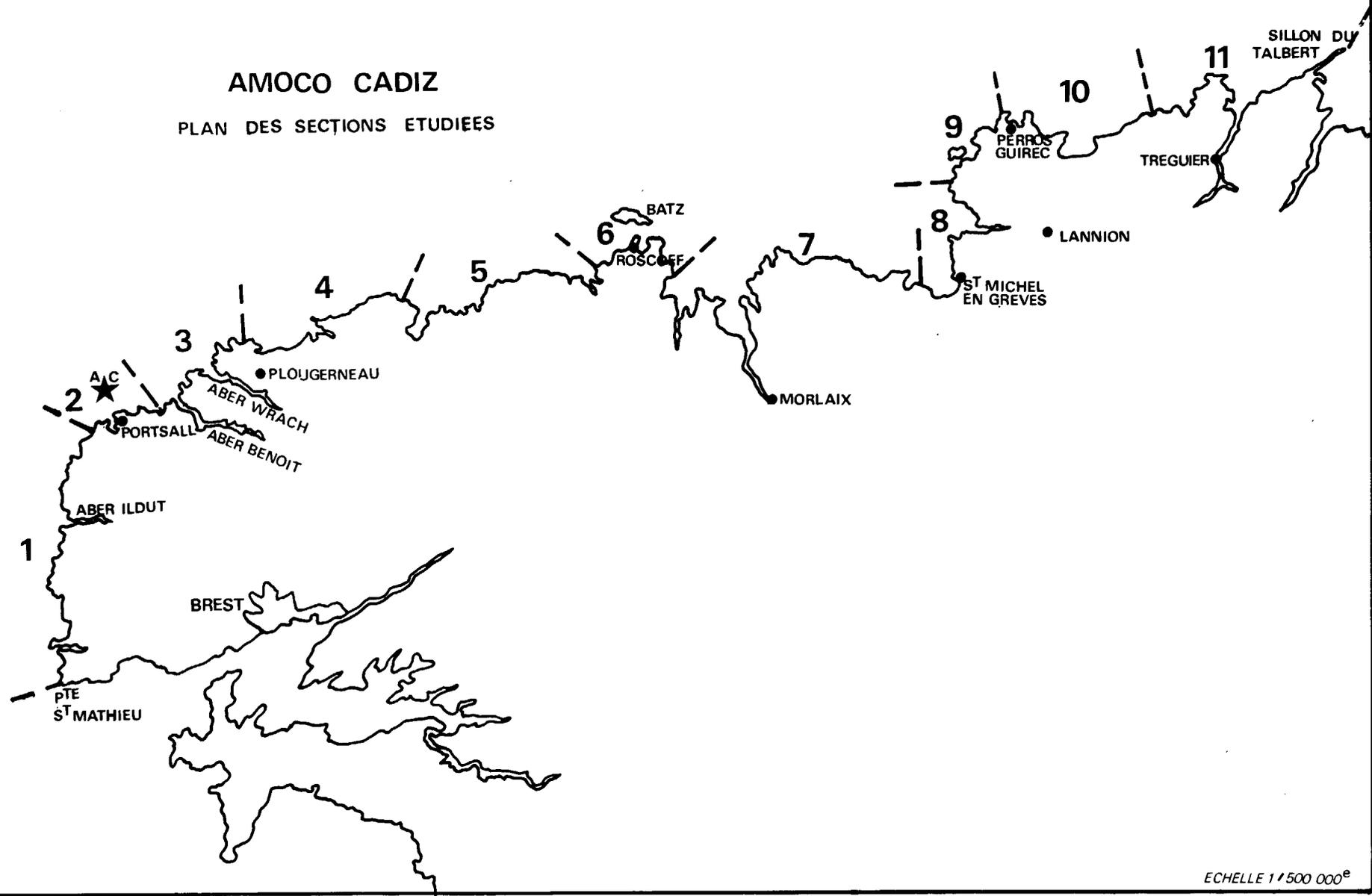
Par la suite, dans le cadre du programme de suivi écologique coordonné par le CNEXO pour le Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie, ce suivi a été répété en Novembre 1978 (en collaboration avec les américains) et en Mars 1979, où une visite complète de toutes les stations a été réalisée.

On trouvera, pour chaque section définie sur la figure 1, une description de l'état général de la côte en Novembre 1978 et Mars 1979, un plan de position des stations au 1/25 000 et des fiches de description de l'évolution de la pollution pour chacune des stations.

Pour les informations générales concernant ces stations (granulométrie, géomorphologie...) ainsi que pour la description détaillée de l'impact de la pollution avant Novembre 1978, on se réfèrera aux travaux de l'équipe américaine (GUNDLACH, E.R., HAYES, M.O., 1978)

AMOCO CADIZ

PLAN DES SECTIONS ETUDIEES



59

ECHELLE 1/500 000^e

Novembre 1978

SECTION : 1

ETAT GENERAL DE LA COTE

Mars 1979

AU SUD DE L'ABER ILDUT

- Les plages sont propres en surface
- Les rochers sont localement pollués, mais il s'agirait plutôt d'une pollution chronique (liée aux déballastages frauduleux) et de traces de pétrole du Boehlen (Blancs sablons...)

AU NORD DE L'ABER ILDUT

- Les plages, généralement abritées sont encore polluées en surface (PORSPODER - ARGENTON - MELON...)
- Les côtes rocheuses sont :
 - polluées dans les zones abritées (Presqu'île St Laurent, Argenton)
 - En cours de nettoyage dans les zones exposées (Landunvez) avec cependant persistance de la pollution dans la zone supérieure de l'estran et dans les anfractuosités

PRINCIPAUX SECTEURS POLLUES

- Plage de MELON, PORSPODER, ARGENTON
- Ile ST LAURENT (Côte Ouest)
- Rochers à l'embouchure de la PENFOUL
- Côte rocheuse de LANDUNVEZ (pollution localisée dans les niveaux à faible énergie = anfractuosités, zone supérieure de l'estran)

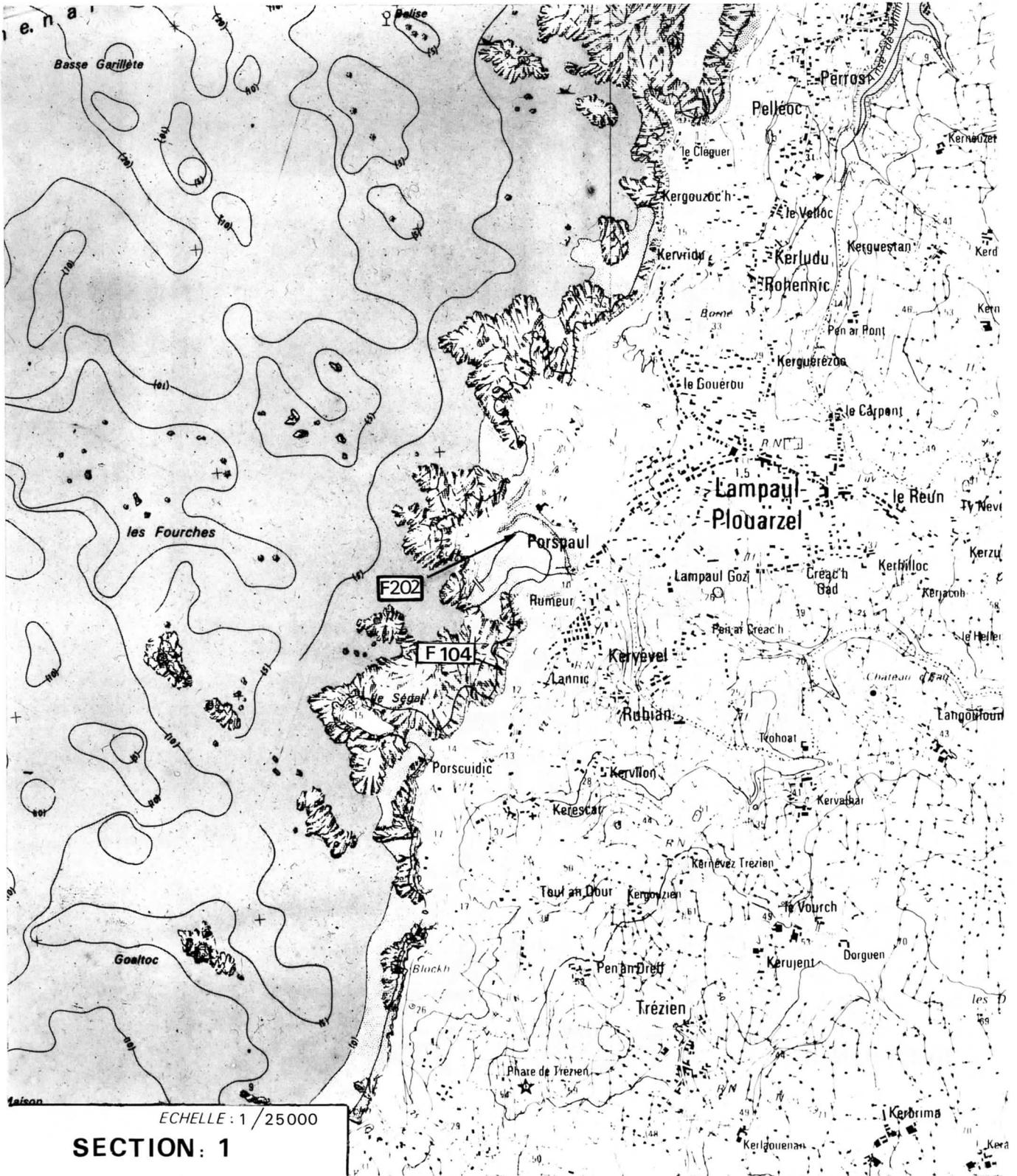
AU SUD DE L'ABER ILDUT

- Les plages sont propres en surface et en profondeur mais la pollution chronique (boulettes de pétrole) est assez importante.
- Les rochers présentent les mêmes traces de pollution chronique et de "Boehlen" qu'en Novembre 78

AU NORD DE L'ABER ILDUT

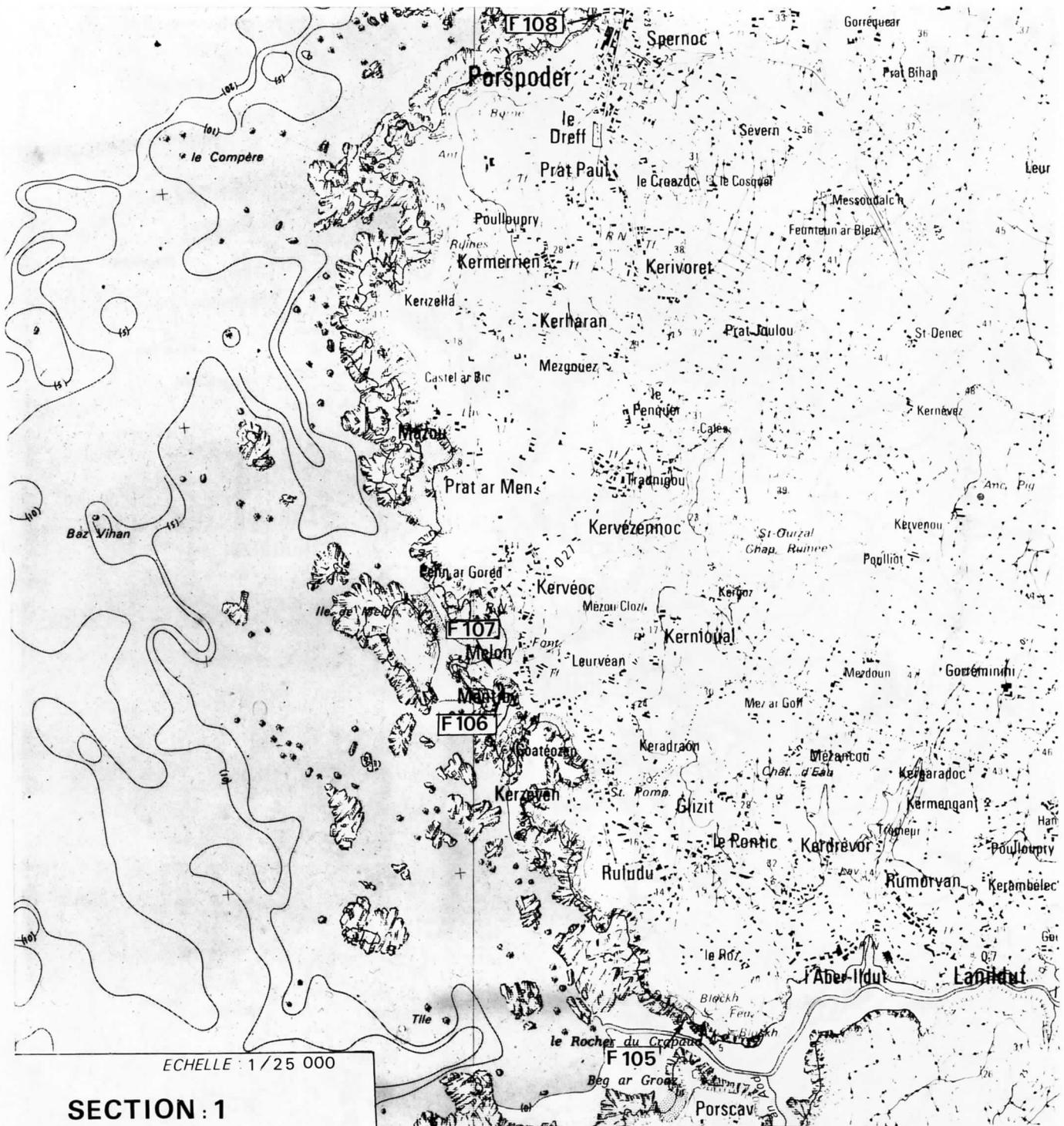
La tendance générale est au nettoyage

- Les plages abritées sont cependant encore polluées, en particulier l'eau interstitielle au niveau de la terrasse de basse mer
- Les côtes rocheuses sont beaucoup plus propres qu'en Novembre, avec persistance de la pollution dans les zones les plus abritées.
Les algues rouges se développent sur les rochers ayant été pollués.



ECHELLE: 1/25000

SECTION: 1



SECTION: 1

ECHELLE: 1/25 000



Porspoder - D 27 vers St Renan

ECHELLE : 1/25 000.
SECTION : 1

SUIVI DES STATIONS SECTION N° 1	ETAT DE POLLUTION { m : moyen p: propre F : fort f: faible	SURFACE	EAU INTERSTITIELLE	PROFONDEUR
<u>F200 = F 98 - PLAGE DE PORSLIOGAN</u> <u>1° MARS 1979</u>	La station est propre à l'exception de taches de pétrole en haut des rochers, ne provenant pas de l'AMOCO CADIZ mais de déballastages frauduleux ou du Boehlen	fp	p	p
<u>F 99 - PLAGE DE PORTEZ</u> <u>1° MARS 1979</u>	On distingue le même phénomène qu'à la station F 98, mais également un apport récent au niveau des plus hautes mers	fp	p	p
<u>F 101 - PORT DU CONQUET</u> <u>1° MARS 1979</u>	Le site est propre à l'exception de plaques de pétrole lourd (Boehlen ?) formant une sorte de "poudingue" avec les galets	fp	p	p
<u>F 100 - POINTE DE KERMORVAN</u> <u>1° MARS 1979</u>	La pointe rocheuse est propre, mais on distingue quelques traces de pétrole lourd (Boehlen ?) et également une phase récente de pollution au niveau des plus hautes mers. La pollution survenue en Avril 78 a disparu	f	p	p
<u>F 102 - PLAGE DES BLANCS SABLONS</u> <u>1° MARS 1979</u>	La plage est entièrement propre mais les laisses de haute mer présentent de nombreuses boulettes de pétrole	pf	p	p
<u>F 103 - GREVE D'ILLIEN</u> <u>1° MARS 1979</u>	Les rochers au Sud de la plage présentent des traces de pétrole lourd et des boulettes sont visibles dans les laisses de haute mer	fp	p	p
<u>F 201 - PLAGE DE PORSMOQUER (NOUVELLE STATION)</u> <u>1° MARS 1979</u>	Les détritiques et les boulettes de pétrole sont accumulés dans la partie Nord de cette baie crénelée	fp	p	p

SUIVI DES STATIONS SECTION N°1	ETAT DE POLLUTION { m : moyen p: propre F : fort f: faible	SURFACE	EAU INTERSTITIELLE	PROFONDEUR
<u>F 202 - PORSPAUL (NOUVELLE STATION)</u> <u>1° MARS 1979</u> La station est propre en surface à l'exception de nombreuses boulettes sur toute la face de la plage. Cette station représente la limite Sud de pollution de l'eau interstitielle. (au niveau de la terrasse de basse mer).		fp	f	p
<u>F 105 - EMBOUCHURE DE L'ABER ILDUT</u> <u>1° MARS 1979</u> Certains rochers sont faiblement pollués. Les algues rouges, abondantes, semblent occuper préférentiellement les surfaces ayant été polluées.		f	p	p
<u>F 106 - MENTIBY</u> <u>1° MARS 1979</u> La surface de la plage est propre, à l'exception de nombreuses boulettes de pétrole. L'eau interstitielle, propre sous la face de la plage, est polluée sous la terrasse de basse mer.		fp	m	p
<u>F 107 - MELON</u> <u>1° MARS 1979</u> Cette station avait été très touchée en Avril 1978. La seule trace qui en demeure est une légère pollution de l'eau interstitielle de la terrasse de basse mer.		pf	f	p
<u>F 108 - PORSPODER</u> <u>1° MARS 1979</u> La station très polluée en Avril 1978, est complètement propre, à l'exception de quelques irrisations sur l'eau interstitielle.		p	pf	p
<u>F 109 - ARGENTON</u> La plage et le port ont été très touchés en Avril 78. Abrisée des vents d'Ouest par la presqu'île du Vivier, l'anse d'ARGENTON a peu bénéficié du nettoyage naturel. <u>7 NOVEMBRE 1978</u> Les rochers sont pollués, le sable du port est localement couvert de plaques de pétrole enduré		m	m	-

SUIVI DES STATIONS SECTION N° 1	ETAT DE POLLUTION { m : moyen p: propre F : fort f: faible	SURFACE	EAU INTERSTITIELLE	PROFONDEUR
<u>1° MARS 1979</u> La décontamination est sensible mais le haut de plage peu sensible à l'action des vagues est encore couvert de plaques d'asphalte sur une largeur de 2 mètres et couvrant environ 10% de la surface..		m	f	f
<u>F 110 - ESTUAIRE DE LA PENFOUL (EMBOUCHURE)</u> <u>7 NOVEMBRE 1978</u> Le sable est propre en surface et en profondeur mais les rochers sont encore pollués.		m	f	p
<u>1° MARS 1979</u> Le nettoyage est sensible par rapport à Novembre ; la pollution des rochers se localise dans les zones à l'abri des vagues (anfractuosités et partie supérieure de l'estran).		f	f	p
<u>F 203 - FOND DE L'ESTUAIRE DE PENFOUL (NOUVELLE STATION)</u> <u>1° MARS 1979</u> Le pétrole s'était engouffré jusqu'au fond de l'estuaire en Avril. Des plaques d'asphalte sont encore visibles en haut de plage. L'activité des bulldozers a contribué à l'imprégnation du sédiment par le pétrole en profondeur, et l'eau interstitielle est par conséquent assez polluée.		m	m	m
<u>F 82 - POINTE DE LANDUNVEZ</u> Cette pointe rocheuse très exposée à l'action des tempêtes, a été très touchée en Mars-Avril 78.				
<u>7 NOVEMBRE 1978</u> L'autonettoyage naturel a déjà joué un rôle important ; les rochers sont encore pollués dans les anfractuosités et dans la partie supérieure de l'estran. Les rochers ayant été pollués commencent à se couvrir d'algues vertes et rouges		mf	-	-
<u>1° MARS 1979</u> L'autonettoyage s'est poursuivi pendant les tempêtes d'hiver. Les algues rouges ont proliféré ; une légère patine, peu adhérente, marque encore les rochers ayant été pollués.		f	-	-
<u>F 81 - ST SAMSON</u> <u>1° MARS 1979</u> Cette station peu touchée en Mars-Avril 78, est entièrement propre.		p	-	-

<p style="text-align: center;">Novembre 1978</p>	<p style="text-align: center;">SECTION : 2 ETAT GENERAL DE LA COTE</p>	<p style="text-align: center;">Mars 1979</p>
--	--	--

LA COTE ROCHEUSE ENTRE ST SAMSON ET PORTSALL

Est encore localement polluée dans la partie supérieure de l'estran (pointe de TREMAZAN)

L'ANSE DE PORTSALL

piège à pétrole abrité des vents d'Ouest, est encore extrêmement polluée (pétrole induré pouvant imprégner les sédiments sur une épaisseur de 30 cm.)

LA COTE ROCHEUSE DE PORTSALL A L'ILE CARN

est localement très polluée

LES PLAGES DE SABLE FIN (Dunes de TREOMPAN) sont propres en surface à l'exception de quelques plaques et boulettes, mais le pétrole se retrouve interstratifié jusqu'à 80cm de profondeur et l'eau interstitielle est très polluée.

LA COTE ROCHEUSE ENTRE ST SAMSON ET PORTSALL

est complètement propre

L'ANSE DE PORTSALL

est encore très polluée, en particulier sa partie la plus abritée. Les rochers sont progressivement recolonisés par les algues, mais le sédiment et l'eau interstitielle demeurent très pollués.

LA COTE ROCHEUSE DE PORTSALL A L'ILE CARN

est en cours de nettoyage naturel mais les parties les plus abritées sont encore polluées

LES PLAGES DES DUNES DE TREOMPAN

affectées par une nouvelle pollution sans gravité sont propres en surface (à l'exception de la base des dunes). Le pétrole interstratifié a été décapé pendant la phase hivernale d'amalgissement, par contre on observe de façon systématique une concentration de la pollution au niveau de la terrasse de basse mer. On constate également une très forte érosion des dunes par rapport à Novembre 78.



SUIVI DES STATIONS	ETAT DE POLLUTION	{ m : moyen p: propre F : fort f: faible	SURFACE	EAU INTERSTITIELLE	PROFONDEUR
<u>F1 - POINTE DE TREMAZAN</u> Cette pointe rocheuse était très fortement touchée dès le lendemain de la catastrophe <u>7 NOVEMBRE 1978</u> A la suite du nettoyage mécanique et naturel, la décontamination du site est déjà très avancée ; seule demeure polluée la partie supérieure de l'estran <u>1° MARS 1979</u> Tous les rochers sont propres			f	-	-
<u>AMC 1 - PORT DE PORTSALL</u> C'est un des sites ayant été le plus touché, et de façon répétée. Malgré les importants travaux de nettoyage, il est demeuré très pollué. <u>7 NOVEMBRE 1978</u> Le haut de plage est partiellement couvert d'asphalte. L'eau interstitielle, en particulier au niveau de la terrasse de basse mer, est très polluée. A l'Ouest du port, les rochers sont en cours de recolonisation par les algues vertes, par contre le sédiment est localement couvert d'asphalte, l'imprégnation atteignant localement 30cm d'épaisseur. <u>2 MARS 1979</u> En haut de plage, la pollution a peu évoluée ; les encroutements persistent. L'eau interstitielle demeure fortement irrisée, voire couverte de mousse brûnâtre. En profondeur, la pollution est plus forte en haut de la plage que dans la partie inférieure. A l'Ouest du port, la recolonisation des rochers par les algues brunes et vertes se poursuit. Par contre, la pollution du sédiment n'a pas variée.			F	F	F
			F	F	F

SUIVI DES STATIONS SECTION N° 2	ETAT DE POLLUTION { m : moyen p: propre F : fort f: faible	SURFACE	EAU INTERSTITIELLE	PROFONDEUR
<p><u>AMC 2 - PORT DE PORTSALL</u> (Voir photographie n° 6)</p> <p>Cette station a été extrêmement polluée et de façon répétée; elle a bénéficié d'un important nettoyage mécanique et manuel.</p> <p><u>7 NOVEMBRE 1978</u></p> <p>Les murets ont été nettoyés, mais la plage demeure partiellement couverte d'asphalte . L'eau interstitielle est fortement polluée.</p> <p><u>2 MARS 1979</u></p> <p>Les changements sont peu importants, les plaques d'asphalte couvrent 10 à 20% de la face de la plage, provoquant une érosion différentielle (les zones couvertes de pétrole résistent mieux à l'érosion).</p> <p>Cette pollution affecte le sédiment sur 15cm d'épaisseur. L'eau interstitielle est polluée, ainsi que les flaques d'eau couvrant la terrasse de basse mer (signe d'une certaine décontamination).</p>		F m	F m	F m
<p><u>AMC 3 - PORTSALL NORD</u></p> <p><u>2 MARS 1979</u></p> <p>Cette station extrêmement polluée a bénéficié d'un intense nettoyage humain ; encore légèrement polluée en Juillet, elle est maintenant entièrement propre en surface ; l'eau interstitielle y demeure légèrement polluée. Cependant, une recontamination s'est produite récemment, donnant aux laisses de haute mer et au sable en surface un aspect huileux.</p>		f	f	p
<p><u>F 84 - PRAT LEAC'H - KERROS</u></p> <p><u>2 MARS 1979</u></p> <p>La station, très polluée en Mars- Avril 78, présentait encore en Juillet un enfouissement important de la pollution sous le sable propre : le 2 Mars 79, cette interstratification a disparu sous l'effet de l'amaigrissement de la plage ; par contre, l'eau interstitielle reste polluée, surtout en bas de plage, ainsi que les rochers. Comme à la station AMC 3, les laisses de haute mer huileuses indiquent une légère recontamination.</p>		m	m	p
<p><u>AMC 4 - ILE CARN</u></p> <p>Station très polluée dès le début de la catastrophe, en particulier la partie Est de la plage exposée aux vents dominants.</p> <p><u>7 NOVEMBRE 1978</u></p> <p>La plage est propre en surface. En profondeur, on trouve une fine couche de pétrole associée à l'argile, à - 82cm. La base des dunes est partiellement couvert de plaques de pétrole altéré.</p>		mf	f	f

SUIVI DES STATIONS SECTION N° 2	ETAT DE POLLUTION { m : moyen p: propre { F : fort f: faible	SURFACE	EAU INTERSTITIELLE	PROFONDEUR
<p><u>2 FEVRIER 1979</u></p> <p>Cette station a été revisitée à la suite d'une recontamination notable.</p> <p>Les laisses de haute mer étaient huileuses, mais la face de la plage était propre, ainsi que l'eau interstitielle (sauf quelques traces en terrasse de basse mer). La couche interstratifiée a disparu.</p> <p>A la base des dunes, on distingue plusieurs horizons de pétrole interstratifié ayant échappé à l'érosion et, en surface, des plaques de pétrole induré de plusieurs centimètres d'épaisseur.</p> <p><u>2 MARS 1979</u></p> <p>Les laisses de haute mer huileuses ont disparu, mais la pollution de la base des dunes demeure. L'eau interstitielle est propre, sauf au niveau de la terrasse de basse mer où le pétrole s'est accumulé par lessivage.</p>		mf	f	f
<p><u>AMC 5 - DUNES DE TREOMPAN</u> (Voir figure 4 et photographie n°12)</p> <p>Station très polluée à plusieurs reprises jusqu'en Avril 1978, elle a été revisitée en Février à la suite d'une nouvelle contamination.</p> <p><u>1° ET 2 FEVRIER 1979</u></p> <p>Les grandes marées associées aux tempêtes de la fin Janvier ont porté très haut le pétrole ; le dépôt, d'un millimètre d'épaisseur, couvre 50% du haut de la plage sur une largeur de 3 mètres (soit environ 7 tonnes pour l'ensemble des dunes de TREOMPAN).</p> <p>L'interstratification (à -40cm en Juillet 78) a disparu, ce qui traduit un amaigrissement notable de la plage. Par contre, on trouve trois niveaux discontinus de pétrole interstratifié dans la base des dunes. Ces niveaux apparaissent en relief du fait de leur plus forte cohésion par rapport au sable propre.</p> <p>L'érosion des dunes est très marquée, avec effondrement de pans entiers.</p> <p>Le sable de la face de la plage est propre, mais couvert de nombreuses boules de pétrole.</p> <p>L'eau interstitielle est fortement polluée au niveau de la terrasse de basse mer.</p> <p><u>2 MARS 1979</u></p> <p>La situation est inchangée par rapport au mois précédent à l'exception du haut de la plage où la fine couche déposée le 31 Janvier a disparu.</p>		m	m	fp
		fp	m	p

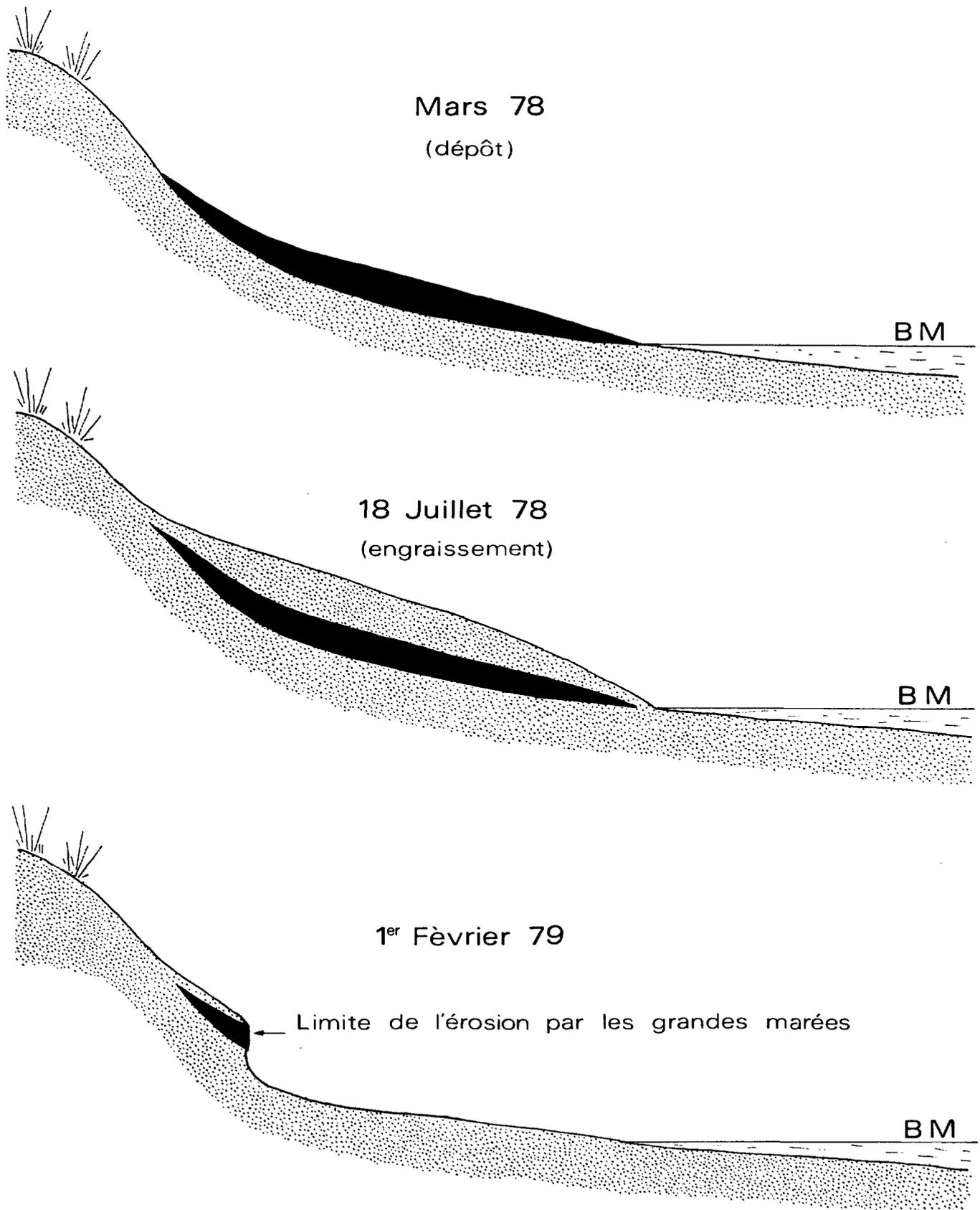


Fig. 4 - STATION AMC 5 - Evolution entre mars 78 et février 79.

<p style="text-align: center;">Novembre 1978</p>	<p style="text-align: center;">SECTION : 3</p> <p style="text-align: center;">ETAT GENERAL DE LA COTE</p>	<p style="text-align: center;">Mars 1979</p>
---	---	---

Les plages à l'Ouest de l'ABER BENOIT (KER VIGORN) sont propres en surface

ABER BENOIT et ABER WRACH (site étudié en détail par ailleurs)
Encore très pollué ; la décontamination est lente, en particulier dans les secteurs marécageux. Dans le fond des abers, nombreuses plaques d'asphalte

PRESQU'ILE STE MARGUERITE

Au Sud, la pollution est très forte en surface. Plus au Nord, la pollution est surtout importante sur les rochers mais le sable est pollué en profondeur et l'eau interstitielle est couverte de très fortes irradiations

COTE AU NORD OUEST DE PLOUGUERNEAU

Les zones rocheuses sont encore polluées dans la zone supérieure de l'estran.

Les nombreux îlots rocheux, peu accessibles au nettoyage sont toujours très pollués, ainsi que les criques sableuses

A l'Ouest de l'ABER BENOIT, les plages sont propres en surface et en profondeur

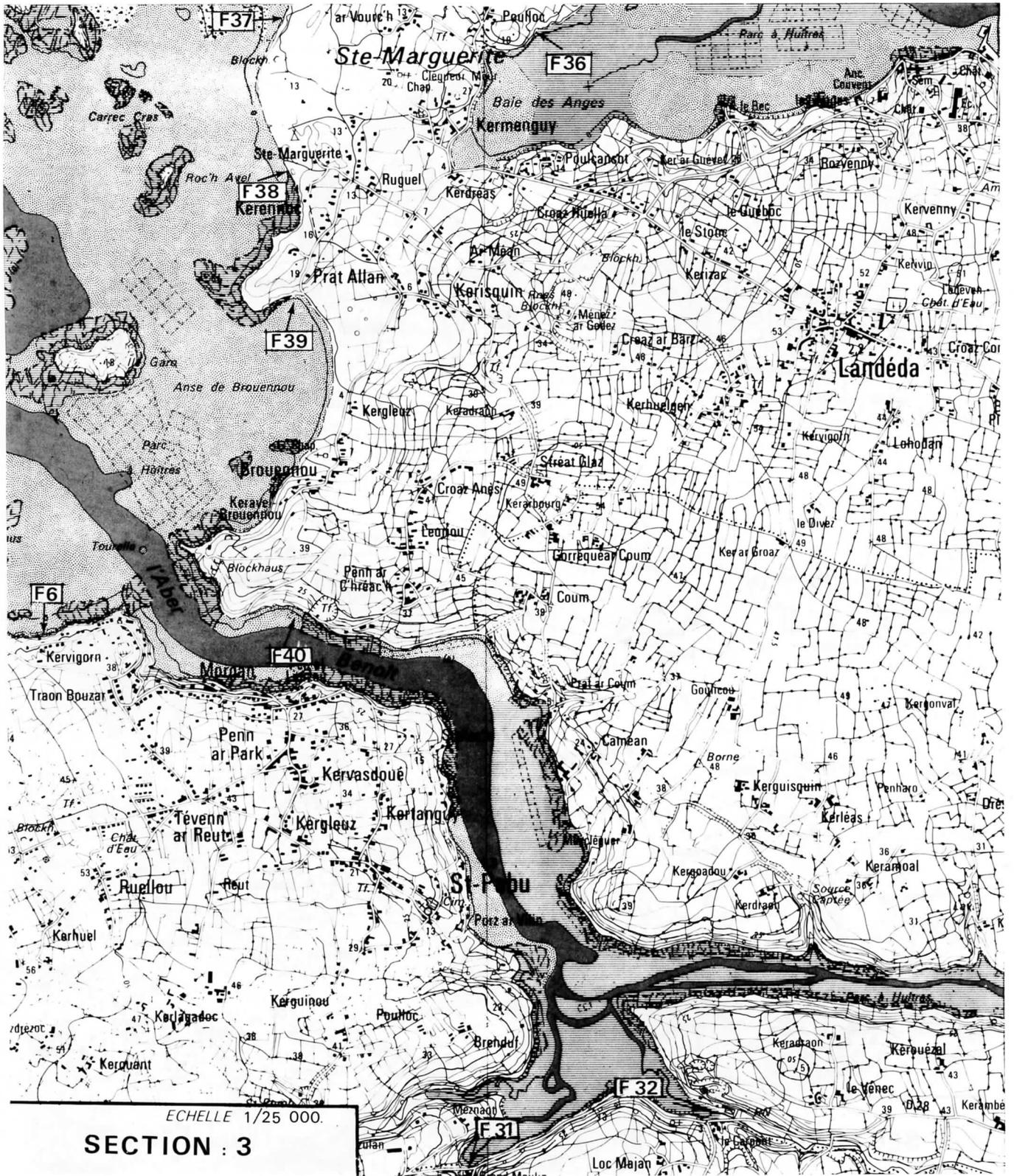
L'ABER BENOIT est encore très pollué, bien que l'on observe un certain lessivage par le jeu des marées. L'ABER WRACH est moins atteint (voir études spécifiques sur ce secteur)

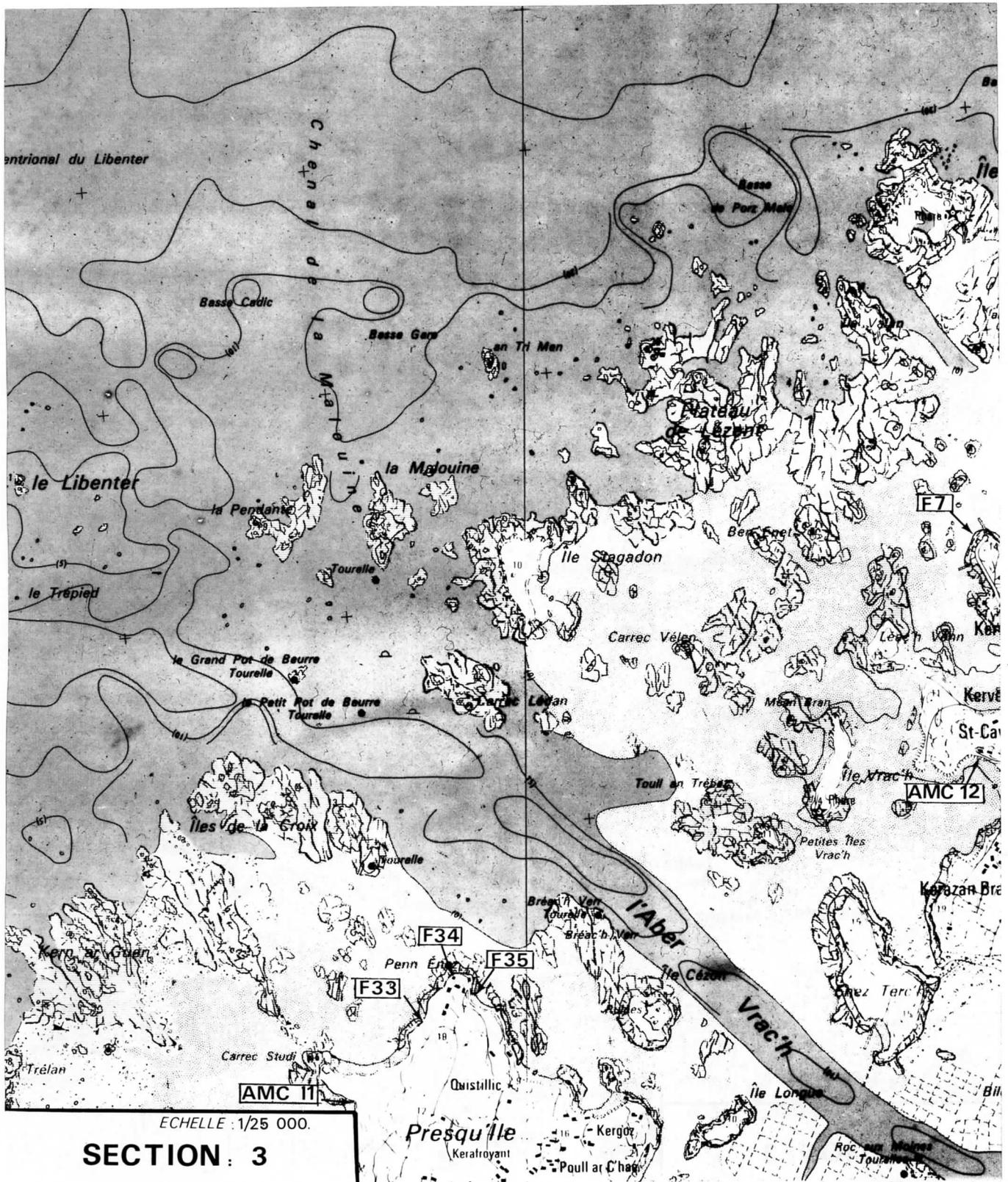
PRESQU'ILE STE MARGUERITE

La pollution des plages a disparu en surface ; par contre, contrairement à la région de TREOMPAN, la pollution interstratifiée n'a pas été décapée par les tempêtes hivernales et se retrouve à la même profondeur qu'en Novembre. De plus, la pollution se concentre au niveau de la terrasse de basse mer.

COTE AU NORD OUEST DE PLOUGUERNEAU

La région de ST CAVA-LILIA demeure encore polluée, en particulier au niveau des terrasses de basse mer. Plus au Nord, la côte a bénéficié d'un important auto nettoyage.







SUIVI DES STATIONS SECTION N° 3	ETAT DE POLLUTION { m : moyen p: propre F : fort f: faible	SURFACE	EAU INTERSTITIELLE	PROFONDEUR
<u>F6 - KERVIGORN</u> <u>7 MARS 1979</u> Le site, pollué en Mars 78, est entièrement propre.		p	p	p
<u>F 31 - LE GRAND MOULIN (ABER BENOIT)</u> <u>7 MARS 1979</u> La vase a piégé le pétrole qui s'était engouffré jusqu'au fond de l'estuaire ; la décontamination est très lente, mais la présence d'irrisations à la surface de l'eau traduit néanmoins un certain autonettoyage		m	F	F
<u>F 32 - LE CARPONT (ABER BENOIT)</u> <u>2 FEVRIER 1979</u> La station est très polluée (cf F31). On observe des irrisations sur l'eau et le sédiment. Dans la partie haute, les plaques de pétrole induré sont nombreuses. <u>7 MARS 1979</u> On n'observe pas de décontamination notable par rapport au mois précédent		m	F	F
<u>F 85 - PONT DE TREGLOU (ABER BENOIT)</u> <u>7 MARS 1979</u> Cette station, très polluée en Mars 78, a bénéficié d'un nettoyage important. Les irrisations de l'eau interstitielle sont moyennes à faible.		f	m	m
<u>F 40 - PEN AR CREAC'H</u> Très polluée en Mars 78, cette station était relativement propre en Juillet à l'exception de la partie supérieure de la berge. <u>7 MARS 1979</u> La situation a peu évolué depuis Juillet 78 ; l'argile affleurant en haut de plage est partiellement couvert d'asphalte, par contre, la face de la plage est propre en surface ; immédiatement sous la surface, on trouve une couche polluée de 5 cm d'épaisseur.		m	m	m
<u>F 38 - PRESQU'ILE STE MARGUERITE</u> Station extrêmement polluée en Mars 1978 <u>2 MARS 1979</u> La surface de la plage est propre, à l'exception du pied des dunes couvert de laisses de haute mer huileuses. Le phénomène est analogue à celui observé le mois précédent dans le même secteur (voir stations AMC 5 et AMC 11).		p	m	m

SUIVI DES STATIONS SECTION N° 3	ETAT DE POLLUTION (m : moyen p: propre F : fort f: faible	SURFACE	EAU INTERSTITIELLE	PROFONDEUR
<p>A 54 cm de profondeur, on trouve une couche de pétrole interstratifié de 2 cm d'épaisseur. (partie supérieure de la plage).</p>				
<p><u>F 37 - PRESQU'ILE STE MARGUERITE</u></p> <p>Station très polluée en Mars 78, mais déjà nettoyée en surface en Juillet.</p> <p><u>2 MARS 1979</u></p> <p>En haut de plage, on trouve des plaques d'asphalte sur l'argile affleurant. Les rochers sont encore pollués. La face de la plage est propre en surface, mais une couche de pétrole de 8 cm d'épaisseur est interstratifiée à 50 cm de profondeur. La terrasse de basse mer présente une eau interstitielle polluée.</p>				
<p><u>AMC 11 - PRESQU'ILE STE MARGUERITE</u> (Voir photographie 16 et figure 5)</p> <p>Station extrêmement polluée en Mars 1978.</p> <p><u>5 NOVEMBRE 1978</u></p> <p>La face de la plage est propre en surface, mais on rencontre un horizon discontinu pollué à 50 cm de profondeur. Cet horizon a été bloqué par une couche d'argile. Au niveau de laterrasse de basse mer, la tranchée creusée au bulldozer pour pomper le pétrole a atteint la couche d'argile. Toute la zone ainsi remaniée demeure très polluée, l'argile extrait piégeant le pétrole. Là où l'argile n'a pas été remanié, la terrasse de basse mer est faiblement polluée, à l'exception des zones de rochers et de galets plus sales.</p> <p><u>2 FEVRIER 1979</u></p> <p>Par rapport à Novembre 78, le fait marquant est l'érosion qui affecte les dunes ; quelques laisses de pétrole sont déposées en haut de plage. On retrouve le niveau pollué discontinu à 42 cm de profondeur.</p> <p><u>2 MARS 1979</u></p> <p>Mêmes observations que le mois précédent, les laisses de pétrole ont disparu, le niveau pollué discontinu en haut de plage se retrouve à - 50 cm.</p>				
<p><u>F 34 - PEN ENEZ</u></p> <p>Cette pointe rocheuse a été très polluée en Mars 78.</p> <p><u>2 MARS 1979</u></p> <p>Les rochers sont propres ou faiblement pollués.</p>				

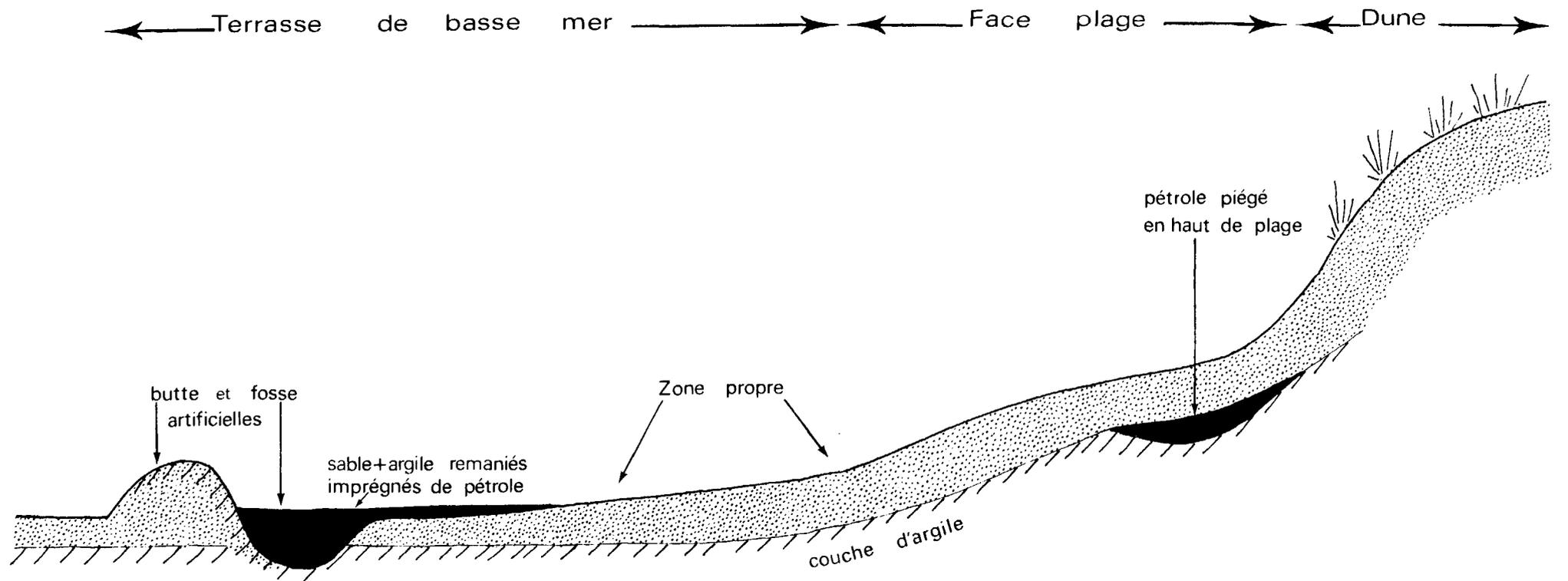


Fig. 5 - STATION AMC 11 - Etat en mars 79

SUIVI DES STATIONS SECTION N° 3	ETAT DE POLLUTION { m : moyen p: propre F : fort f: faible	SURFACE	EAU INTERSTITIELLE	PROFONDEUR
<p><u>F 36 - BAIE DES ANGES</u> Cette baie abritée a peu été touchée <u>2 MARS 1979</u> Tout le site est propre, à l'exception de quelques faibles irrisations sur l'eau interstitielle</p>		p	fp	p
<p><u>AMC 12 - ST CAVA</u> (Voir photographie n° 14) Cette station, très polluée en Mars-Avril 1978, a fait l'objet d'un nettoyage mécanique et manuel. Le passage d'engins lourds sur la terrasse de basse mer a contribué à l'enfouissement du pétrole. <u>7 NOVEMBRE 1978</u> En milieu de plage, le sable présente une teinte brune et quelques plaques d'asphaltes persistent. Sous la surface, la pollution est très forte. Au niveau de la terrasse de basse mer, le pétrole est mélangé au sédiment argileux. L'eau interstitielle est couverte de mousse brune. <u>8 MARS 1979</u> La surface de la plage est propre, mais on trouve un horizon pollué à quelques centimètres de profondeur, le pétrole étant bloqué sur un niveau argileux. La terrasse de basse mer est couverte de plaques d'asphalte sur 10% de sa surface. L'eau interstitielle est très fortement polluée, en particulier au niveau d'un chenal vaseux de 20 mètres de large situé au pied de la plage.</p>		m	F	F
<p><u>F 41 - KERVENNY BRAZ</u> Cette station a été extrêmement polluée. L'usage d'engins lourds sur la terrasse de basse mer a provoqué, comme à la station AMC 12, un enfouissement du pétrole. <u>7 NOVEMBRE 1978</u> Les murets du port, nettoyés au jet, ont retrouvé leur aspect d'origine. En haut de plage, le sable est partiellement couvert d'asphalte et présente une pollution interstratifiée à - 10 cm. Sur la terrasse de basse mer, les plaques d'asphalte sont encore nombreuses, épaisses d'environ 15 cm. Les parties remaniées par les bulldozers présentent une forte imprégnation du sédiment, l'eau interstitielle est très polluée. <u>7 MARS 1979</u> Il y a peu de changement par rapport à Novembre 78.</p>		F	F	F

SUIVI DES STATIONS SECTION N° 3	ETAT DE POLLUTION { m : moyen p: propre F : fort f: faible	SURFACE	EAU INTERSTITIELLE	PROFONDEUR
<p><u>F 7 - CASTEL AC'H</u></p> <p>Cette station a été touchée tardivement, à la fin du mois d'Avril. En Juillet 78, seules quelques traces sur les rochers persistaient.</p> <p><u>7 MARS 1979</u></p> <p>La station est entièrement propre.</p>		p	-	-
<p><u>F 111 - KERJEGU</u></p> <p>Seul le marais occupant le fond de la baie était touché par la pollution en Mars 78.</p> <p><u>8 MARS 1979</u></p> <p>Quelques dizaines de m² du marais sont couverts d'encroutements de pétrole ; la plage est propre en surface ainsi que la terrasse de basse mer. On trouve une couche de pétrole interstratifié à une profondeur variant de 2 à 15 cm. La pollution de l'eau interstitielle est concentrée à la limite face plage-terrasse de basse mer, et diminue progressivement vers le large.</p>		m	m	m
<p><u>F 112 - KERLERDUT</u></p> <p>C'est la partie supérieure de la plage qui a été la plus touchée en Avril 1978.</p> <p><u>8 MARS 1979</u></p> <p>Les rochers et galets situés en haut de plage sont encore partiellement pollués, en particulier leur base.</p> <p>Environ 15% de la surface de la plage est couverte d'encroutements de pétrole, ce qui provoque une érosion différentielle (les parties propres sont plus sensibles à l'érosion).</p> <p>Il n'y a pas d'interstratification, l'eau interstitielle est très polluée en haut de la terrasse de basse mer, beaucoup moins vers le large.</p>		m	m	f
<p><u>F 113 - PORZ GRAE</u></p> <p>Station très polluée en Mars-Avril 78, en particulier la partie Nord du port.</p> <p><u>8 MARS 1979</u></p> <p>Les rochers en haut de plage sont encore pollués. La plage est propre en surface et la couche interstratifiée, observée en Juillet, a disparu. L'eau interstitielle est propre.</p>		mf	p	p
<p><u>F 42 - ROCH PELLGUENT</u></p> <p>L'extrémité de la presqu'île de PLOUGUERNEAU n'a été que modérément touchée en Mars-Avril 78.</p> <p><u>8 MARS 1979</u></p> <p>La partie Est de la plage est encore légèrement polluée, la partie Ouest est propre ; l'eau interstitielle est propre également.</p>		fp	p	p

SUIVI DES STATIONS	ETAT DE POLLUTION	{ m : moyen p: propre } F : fort f: faible	SURFACE	EAU INTERSTITIELLE	PROFONDEUR
SECTION N° 3					
<u>F 114 - PORZ GUEN</u> Cette station semble avoir été touchée tardivement, la visite effectuée le 23 Avril n'ayant révélée aucune pollution. Son exposition la protégeait en effet de la première vague de la pollution.					
<u>8 MARS 1979</u> La plage de sable est entièrement propre, en surface comme en profondeur. Seul le cordon de galets en haut de plage présente des traces de pollution en cours de nettoyage, seuls les galets enfouis demeurant pollués.			mf	fp	p

<p style="text-align: center;">Novembre 1978</p>	<p style="text-align: center;">SECTION : 4 ETAT GENERAL DE LA COTE</p>	<p style="text-align: center;">Mars 1979</p>
---	--	---

AU NORD DE PLOUGUERNEAU

La côte rocheuse est encore localement polluée dans la partie supérieure de l'estran

LA PRESQU'ILE DE TROLOUCH

est propre par contre le secteur de CORREJOU semble encore pollué (d'après reconnaissance aérienne)

LA GREVE DU VOUGO et les îlots rocheux au Nord (ENEZ DU-CAREC HIR) sont propres

LA POINTE DE NEIZ VRAN (ENEZ AMAN) est encore légèrement polluée

LES PLAGES, DUNES ET ROCHERS A L'EST DE ENEZ AMAN (BOUTROUILLE, MENBREACH...) sont propres jusqu'à BRIGOGNAN

AU NORD DE PLOUGUERNEAU

La côte rocheuse est pratiquement propre

LA PRESQU'ILE DE TROLOUCH et la région de CORREJOU

sont globalement propres

LA GREVE DU VOUGO

est propre

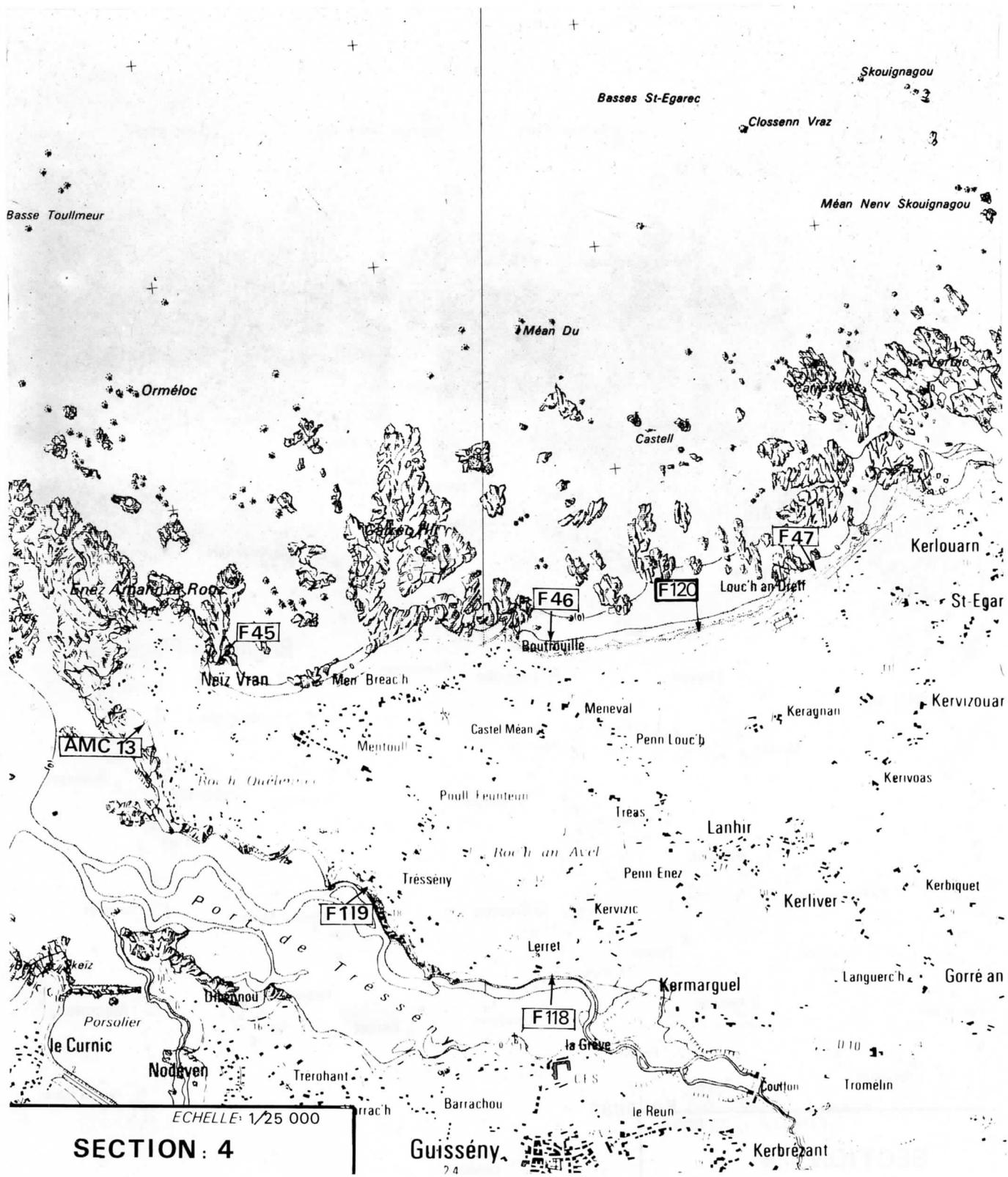
LA POINTE DE NEIZ VRAN et l'ANSE DE TRESSENY

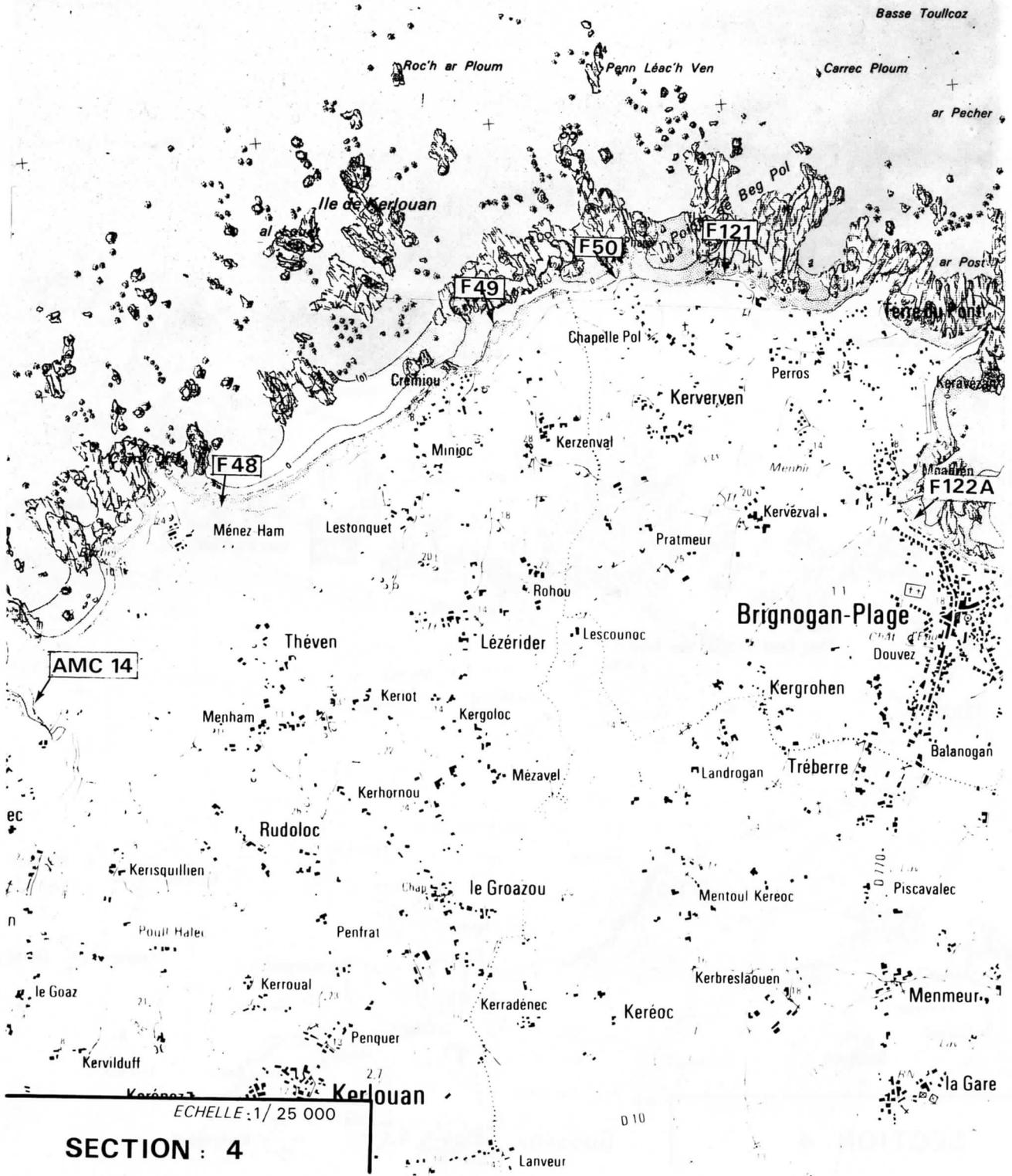
sont encore assez polluées ; des plaques de pétrole induré sont encore visibles ; on trouve également du pétrole interstratifié et une pollution notable de l'eau interstitielle

A L'EST DE ENEZ AMAN

la côte est propre à l'exception des marais de KERLOUARN (AMC 14)







SECTION : 4

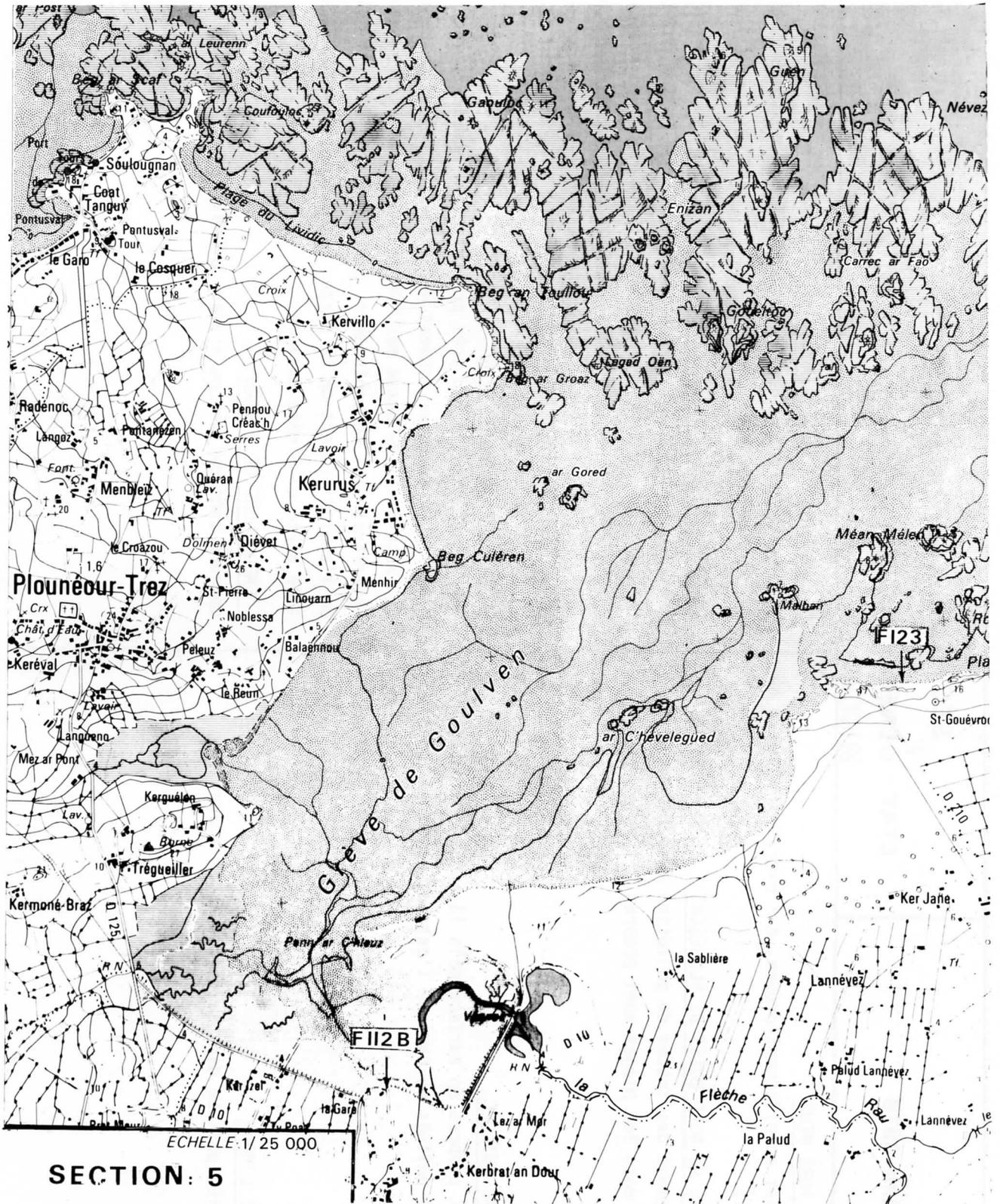
SUIVI DES STATIONS SECTION N° 4	ETAT DE POLLUTION { m : moyen p: propre { F : fort f: faible	SURFACE	EAU INTERSTITIELLE	PROFONDEUR
<p><u>F 115 - PENN AR STREJOU</u></p> <p>La plage et les rochers avaient été moyennement touchés en Mars-Avril 78. La visite de Juillet 78 avait permis de constater une dépollution, seuls les rochers demeurant pollués.</p> <p><u>8 MARS 1979</u></p> <p>Peu d'évolution par rapport à Juillet ; les rochers sont encore pollués à leur base ; les herbes au pied des dunes présentent également les traces de l'arrivée des nappes.</p> <p>On note également la présence d'un très grand nombre de boulettes de pétrole.</p>		f	p	p
<p><u>F 116 - COREJOU</u></p> <p>Station très polluée en Mars 78 (cf photographie dans "Actes de colloques n° 6" du CNEOX)</p> <p><u>8 MARS 1979</u></p> <p>La surface de la plage et les rochers sont propres. Seules quelques irrigations de l'eau interstitielle à la limite face plage-terrasse de basse mer demeurent.</p>		p	f	p
<p><u>F 43 - MOGUERAN</u></p> <p>Station légèrement touchée lors de la deuxième phase de pollution, en Avril 1978.</p> <p><u>8 MARS 1979</u></p> <p>Quelques légères traces demeurent sur les rochers ; la plage est propre en surface et en profondeur. Comme à la station F 116, quelques irrigations demeurent à la surface de l'eau interstitielle, en bas de la plage.</p>		p	f	p
<p><u>F 117 - GREVE DU VOUGOT</u></p> <p>Cette station était très touchée le 2 Mars 1978 (cf travaux de télédétection) ; lors du survol du 26 Mai, la pollution était encore forte.</p> <p><u>9 MARS 1979</u></p> <p>Seuls les rochers présentent encore quelques traces de pollution en haut de plage. La plage et l'eau interstitielle sont propres.</p>		f	p	p
<p><u>F 44 - LE CURNIC</u></p> <p>Station polluée en Mars 78</p> <p><u>9 MARS 1979</u></p> <p>Le pied de la jetée (côté W) présente encore quelques traces de pollution.</p>		p	f	p

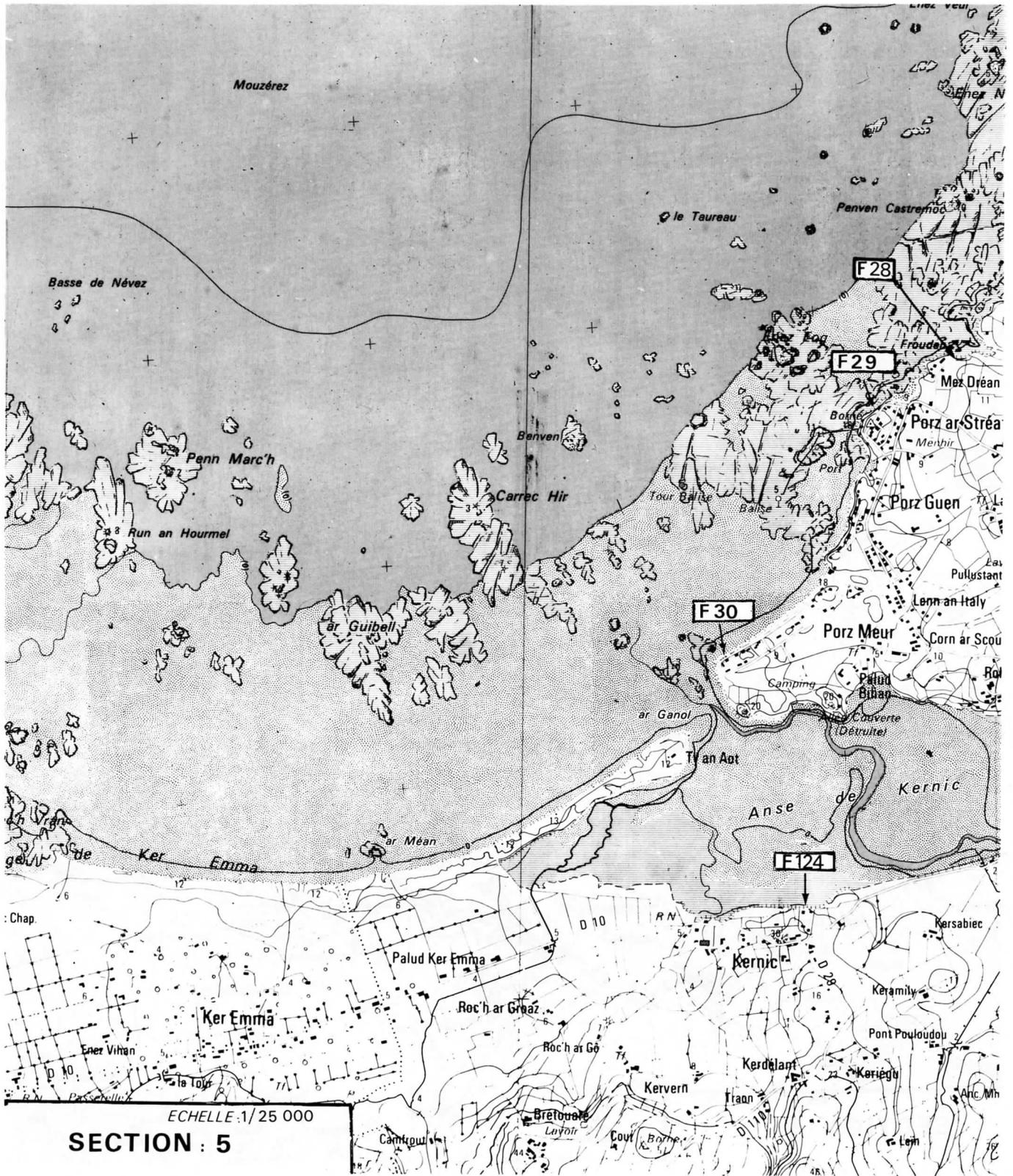
SUIVI DES STATIONS SECTION N° 4	ETAT DE POLLUTION { m : moyen p: propre F : fort f: faible	SURFACE	EAU INTERSTITIELLE	PROFONDEUR
A l'est de la jetée, l'eau interstitielle est polluée au niveau de la terrasse de basse mer.				
<p><u>F 118 - LERRET</u></p> <p>Station très polluée en Mars 78 ; le vol du 26 Mai 78 révélait une pollution encore importante.</p> <p><u>9 MARS 1979</u></p> <p>La digue est encore polluée ; 5% de la face de la plage est couvert de plaques d'asphaltes.</p> <p>En bas de la face de plage, on trouve une interstratification à une profondeur de 5 à 10 cm, la couche de pétrole atteignant 3 cm d'épaisseur.</p>		m	f	m
<p><u>F 119 - TRESSENY</u></p> <p>La partie orientale de l'anse de TRESSENY a piégé d'assez importantes quantités de pétrole ; lors de la reconnaissance du 26 Mai 1978, elle apparaissait comme encore fortement polluée.</p> <p><u>9 MARS 1979</u></p> <p>La base des herbes, en haut de plage, est encore polluée, ainsi que les rochers bordant les digues.</p> <p>La face de la plage est couverte de 2% de plaques indurées d'hydrocarbures.</p> <p>On retrouve un niveau interstratifié pollué à 15cm de profondeur.</p> <p>L'eau interstitielle est assez fortement polluée.</p>		m	m	m
<p><u>AMC 13 - ROC'H QUELENNEC</u></p> <p>Cette station a été très fortement touchée en Mars 78; en Juillet, la plage était largement nettoyée, mais les rochers demeuraient pollués.</p> <p><u>12 MARS 1979</u></p> <p>Seule la végétation au pied des dunes et la base des rochers demeurent légèrement polluées.</p> <p>Les couches de pétrole interstratifié observées en Juillet 78 ont disparu.</p> <p>L'eau interstitielle est propre.</p>		f	p	p
<p><u>F 45 - NEIZ VRAN</u></p> <p>Cette plage, exposée à l'Est, n'a été que faiblement touchée par la deuxième "vague" de pollution, en Avril 78. Sa surface était propre lors du vol du 26 Mai 78.</p> <p><u>12 MARS 1979</u></p> <p>Les rochers et la plage sont entièrement propres. Seule l'eau interstitielle de la terrasse de basse mer présente quelques irritations.</p>		p	f	p

SUIVI DES STATIONS SECTION N° 4	ETAT DE POLLUTION { m : moyen p : propre F : fort f : faible	SURFACE	EAU INTERSTITIELLE	PROFONDEUR
<u>F 46 - BOUTROUILLE</u> (Voir photographie n° 9) <u>12 MARS 1979</u> La plage est propre en surface et en profondeur. Sur les rochers, on observe les marques en biseau traduisant l'arrivée des nappes. Ces empreintes de pétrole sont à 10 ou 20 cm au-dessus du niveau actuel de la plage, ce qui illustre l'amaigrissement hivernal.		fp	p	p
<u>F 120 - LOUC'H AN DREFF</u> <u>12 MARS 1979</u> Peu polluée en Mars-Avril 78, cette station est entièrement propre.		p	p	p
<u>F 47 - ST EGAREC</u> <u>12 MARS 1979</u> Les traces de pétrole sur les rochers traduisent, comme à la station F 46, un amaigrissement de la plage. Le sable est propre en surface et en profondeur, ainsi que l'eau interstitielle.		fp	p	p
<u>AMC 14 - KERLOUARN</u> (Voir photographie n° 8) Cette petite baie marécageuse ne communique avec le large que par une passe très étroite et aurait pu être facilement protégée de la pollution. Le pétrole s'est accumulé, à la fin Mars 78, au fond de la baie. <u>12 MARS 1979</u> La partie supérieure du marais est couverte d'encroutements de pétrole ; une route a été tracée sur cette partie très polluée. Par contre, tout le restant du marais est entièrement propre. A l'entrée de la baie, les rochers présentent la marque de l'arrivée du pétrole qui s'est produite à marée haute. Le profil réalisé en Mars-Avril 78 dans la partie très polluée du marais n'a pas été refait, aucun changement n'étant observé.		m	p	p
<u>F 48 - CARREC ZU</u> (Voir photographie n° 10) Cette station a été légèrement polluée en Mars 78. <u>12 MARS 1979</u> Les rochers sont encore légèrement pollués (ce phénomène est généralisé entre les stations F 48 et AMC 14). La plage est entièrement propre, en surface et en profondeur.		fp	p	p

SUIVI DES STATIONS SECTION N° 4	ETAT DE POLLUTION { m : moyen p: propre F : fort f: faible	SURFACE	EAU INTERSTITIELLE	PROFONDEUR
<u>F 49 - CHAPELLE POL</u> Les rochers étaient fortement pollués en Mars 1978. <u>12 MARS 1979</u> Les rochers sont encore assez fortement pollués localement. La plage est propre en surface et en profondeur, ainsi que l'eau interstitielle.		mp	p	p
<u>F 50 - PHARE DE BEG POL</u> Station très touchée en Mars 78. <u>12 MARS 1979</u> Les herbes en haut de plage sont encore polluées; les rochers également présentent quelques traces mais la plage est propre. quelques irrigations de l'eau interstitielle sont observées au niveau de la terrasse de basse mer.		p	f	p
<u>F 121 - KERVEVEN</u> Station légèrement polluée en Mars-Avril 78 <u>12 MARS 1979</u> Le site est entièrement propre.		p	p	p
<u>F 122a - BRIGNOGAN PLAGE</u> Malgré la pose d'un barrage, cette station a été légèrement touchée en Mars 78. <u>12 MARS 1979</u> Les rochers localement pollués en haut de plage, sont généralement propres. La plage est propre. La terrasse de basse mer, propre en surface, présente par endroit une pollution interstratifiée à 7 cm de profondeur. L'eau interstitielle y est légèrement polluée.		fp	f	f

<p style="text-align: center;">Novembre 1978</p>	<p style="text-align: center;">SECTION : 5</p> <p style="text-align: center;">ETAT GENERAL DE LA COTE</p> <p style="text-align: center;">BRIGNOGAN SANTEC</p>	<p style="text-align: center;">Mars 1979</p>
<p><u>DE BRIGNOGAN A PORZ MEUR</u> Toute la côte est complètement propre, à l'exception du fond de l'anse de KERNIC</p> <p><u>LA COTE ROCHEUSE AU NORD OUEST DE PLOUESCAT</u> présente localement des traces de pollution dans les zones de faible énergie mais les plages sont propres</p> <p><u>DE KERFISSIEN AU GUILLEC</u> Les plages sont propres en surface mais là aussi, les rochers sont localement pollués en haut de l'estran, comme au tombolo de AN AMIED</p> <p><u>L'EMBOUCHURE DE L'HORN</u> est toujours très polluée dans sa partie amont (marais)</p>	<p><u>DE BRIGNOGAN A PORZ MEUR</u> La côte est propre, le marais de PALUDEN HIR demeure, pollué dans sa partie supérieure</p> <p><u>LA COTE ROCHEUSE AU NORD OUEST DE PLOUESCAT</u> présente toujours des traces assez fortes de pollution bien que très exposée aux vents et aux vagues. En effet, la structure en marche d'escalier de l'estran rend la partie supérieure du rivage peu accessible au nettoyage, sauf dans les périodes de grande marée</p> <p><u>DE KERFISSIEN AU GUILLEC</u> Les rochers sont à peu près propres ainsi que la surface des plages ; on retrouve souvent des traces de pollution au niveau de la terrasse de basse mer. On retrouve parfois les niveaux interstratifiés en profondeur, parfois ils affleurent à la suite de l'amaigrissement de la plage. Parfois enfin, cette couche polluée a été elle même décapée</p> <p><u>L'EMBOUCHURE DE L'HORN</u> demeure très polluée au niveau de CANTEL</p>	



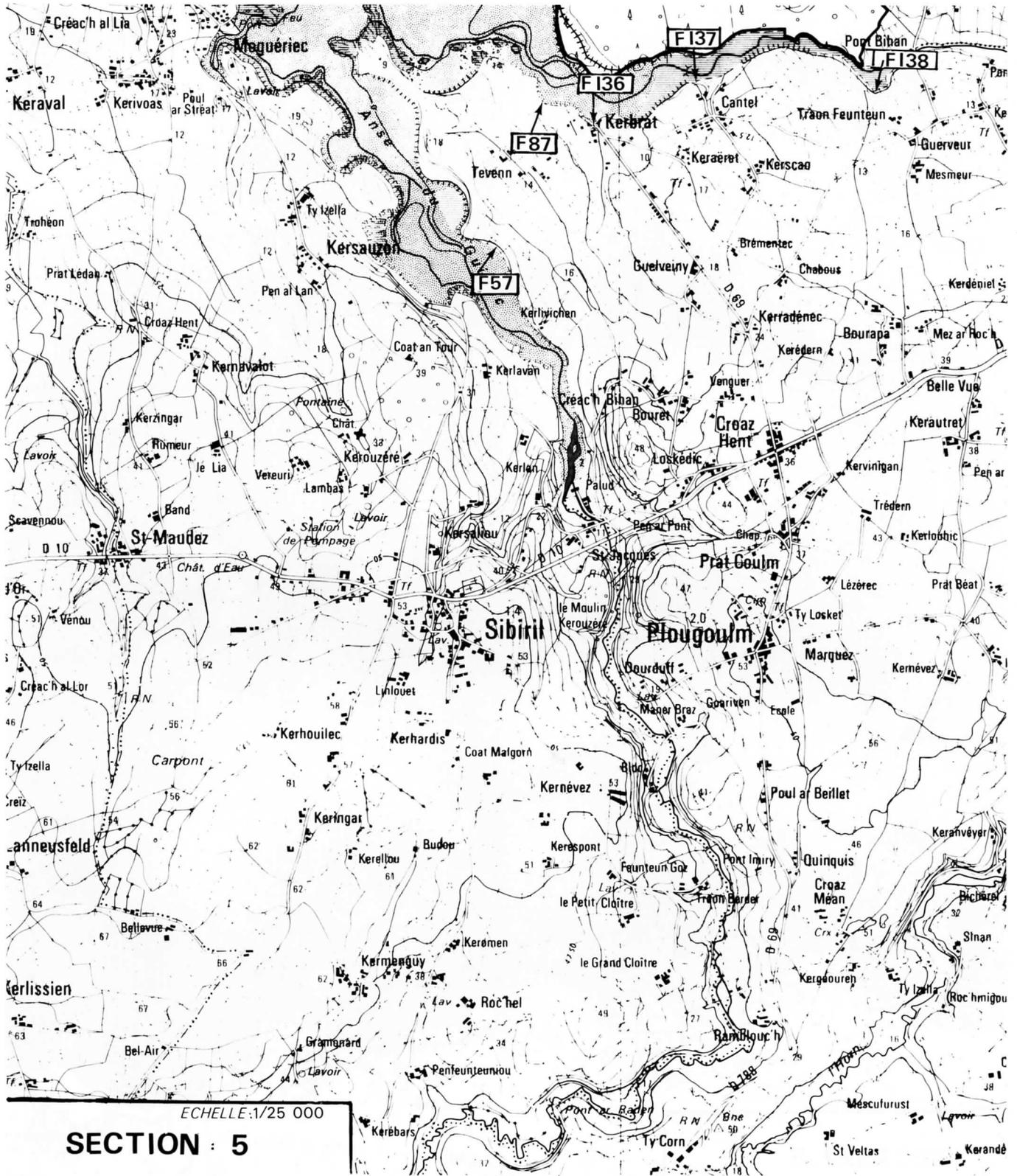




ECHELLE: 1/25 000
SECTION : 5



SECTION : 5



ECHELLE: 1/25 000

SECTION : 5

SUIVI DES STATIONS SECTION N° 5	ETAT DE POLLUTION { m : moyen p: propre F : fort f: faible	SURFACE	EAU INTERSTITIELLE	PROFONDEUR
<p><u>F 122b - GOULVEN</u> Cette grande zone marécageuse n'a été que peu touchée en Mars-Avril 78. <u>12 MARS 1979</u> Le site est entièrement propre.</p>		p	p	p
<p><u>F 123 - KER EMMA</u> Cette station a été touchée lors de la seconde vague de pollution, en Avril 78. <u>12 MARS 1979</u> Le site est entièrement propre</p>		p	p	p
<p><u>F 124 - ANSE DE KERNIC</u> Le marais a été légèrement pollué en Mars 78. <u>12 MARS 1979</u> La station est entièrement propre</p>		p	p	p
<p><u>F 86 - PALUDEN-HIR - (PLOUESCAT)</u> Le fond de l'anse de KERNIC a été très polluée en Mars 78 <u>12 MARS 1979</u> La partie haute du marais est en grande partie couverte de pétrole induré. La vase est propre en surface, mais l'eau interstitielle y est légèrement polluée.</p>		m	f	p
<p><u>F 30 - POINTE DE PORZ MEUR</u> Cette station était touchée, en Mars puis en Avril 78. <u>12 MARS 1979</u> La station est entièrement propre</p>		p	p	p
<p><u>F 29 - PORZ AR STREAT</u> Cette station a été très polluée en Mars 78; lors de la visite effectuée en Juillet 78, la surface de la plage était propre, mais on notait la présence d'une couche de pétrole interstratifié à - 15 cm de profondeur. <u>12 MARS 1979</u> Le site est entièrement propre, à l'exception de légères traces sur la jetée. La couche interstratifiée a disparu.</p>		p	p	p

SUIVI DES STATIONS SECTION N° 5	ETAT DE POLLUTION { m : moyen p: propre F : fort f: faible	SURFACE	EAU INTERSTITIELLE	PROFONDEUR
<p><u>F 28 - FROUDEN</u></p> <p>Cette station a fonctionné comme un piège à pétrole en Mars 78</p> <p><u>13 MARS 1979</u></p> <p>En surface, la pollution a disparu, à l'exception de quelques traces à la base des rochers. Par contre, l'eau interstitielle présente d'importants signes de pollution, selon un gradient inverse du cas général :</p> <ul style="list-style-type: none"> - elle est propre au niveau de la terrasse de basse mer - légèrement polluée au niveau de la face de la plage - fortement polluée en haut de plage 		fp	m	p
<p><u>F 27 - AR GORED</u></p> <p>Cette station a été très touchée en Mars 78 ; lors de la visite de Juillet 78, on constatait la présence de plaques d'asphalte.</p> <p><u>5 NOVEMBRE 1978</u></p> <ul style="list-style-type: none"> - Dans la partie supérieure de l'estran, les rochers sont encore pollués, en particulier leur base. - Dans la partie intermédiaire, quelques plaques d'asphalte persistent sur les boules granitiques - Dans la partie inférieure, les rochers sont propres. <p><u>13 MARS 1979</u></p> <p>Les rochers sont encore pollués en haut de plage. Les coquilles de patelles mortes sont très nombreuses. La terrasse de basse mer et la face de la plage sont propres en surface, mais on trouve une couche de pétrole interstratifiée à 20 cm de profondeur ; ce niveau huileux est bloqué sur une couche d'argile.</p>		mF	f	m
<p><u>F 26 - POINTE ST EDEN</u></p> <p>Station très polluée en Mars 78 et qui présentait, en Juillet 78, une couche de pétrole interstratifié à 50 cm de profondeur.</p> <p><u>13 MARS 1979</u></p> <p>Les rochers sont très légèrement pollués ; la surface de la plage est propre, mais on trouve un niveau pollué, bloqué sur l'argile, à 40 cm de profondeur.</p>		fp	m	m
<p><u>F 25 - PORZNEJEN</u></p> <p>Cette station était extrêmement polluée en Mars 78. Lors de la visite de Juillet 78, 30% de la surface des rochers demeuraient pollués;</p>				

SUIVI DES STATIONS SECTION N° 5	ETAT DE POLLUTION { m : moyen p: propre } F : fort f: faible	SURFACE	EAU INTERSTITIELLE	PROFONDEUR
<u>13 MARS 1979</u> La partie supérieure de l'estran rocheux demeure très polluée, en particulier, les anfractuosités et la base des rochers.		F	-	-
<u>F 24 - POULFOEN</u> Station très polluée en Mars 78. <u>13 MARS 1979</u> Les rochers sont encore pollués en haut de plage ; les encroutements d'asphalte sont nombreux sur l'argile affleurant et sur la végétation au pied des dunes. La plage et la terrasse de basse mer sont propres, l'eau interstitielle est légèrement polluée.		mf	f	p
<u>F 23 - KERFISSIEN</u> Cette plage était "moyennement" polluée en Mars 78 ; elle était propre en Juillet, mais une couche de pétrole discontinue se trouvait interstratifiée à 30 cm de profondeur. <u>13 MARS 1979</u> En surface, la plage est propre à l'exception de quelques encroutements sur l'herbe. Le niveau interstratifié se retrouve à une profondeur de 5 à 10 cm, en haut de plage. L'eau interstitielle est polluée au niveau de la terrasse de basse mer.		f	mf	mf
<u>F 22 - AN AMIED</u> Ce site a été très fortement pollué le 20 mars 78 ; il a servi à illustrer l'"effet tombolo" de piégeage des hydrocarbures (cf photo p.14. "Actes de colloques", CNEXO n°6) <u>13 MARS 1979</u> Le site est entièrement propre aussi bien le sable que les rochers.		p	p	p
<u>F 21 - TEVENN KERBRAT</u> Cette station n'a été que peu touchée. <u>13 MARS 1979</u> Les rochers et la plage sont entièrement propres		p	p	p
<u>F 57 - ANSE DU GUILLEC</u> Cette anse, assez protégée des vents dominants, a été peu touchée en Mars 78 ; en Avril une nouvelle contamination était observée, ainsi qu'un enfouissement à 6-8 cm sous la surface.				

SUIVI DES STATIONS SECTION N° 5	ETAT DE POLLUTION { m : moyen p: propre F : fort f: faible	SURFACE	EAU INTERSTITIELLE	PROFONDEUR
<p><u>13 MARS 1979</u></p> <p>Les rochers sont légèrement pollués ; en haut de plage, on trouve en surface d'assez nombreuses plaques d'hydrocarbures (probablement la couche interstratifiée observée en Avril 78). L'eau interstitielle est polluée au niveau de la terrasse de basse mer.</p>		m	m	p
<p><u>F 136 - PLAGE DE KERBRAT</u></p> <p>L'entrée de l'estuaire de l'HORN a été très peu touchée par la pollution</p> <p><u>13 MARS 1979</u></p> <p>Le site est entièrement propre</p>		p	p	p
<p><u>F 137 - MARAIS DE CANTEL (=AMC 23)</u></p> <p>Le fond de l'estuaire de l'HORN a été très touché, on peut suivre l'avancée de la nappe à travers le marais. En Juillet, aucune évolution n'était perceptible</p> <p><u>5 NOVEMBRE 1978</u></p> <p>Les dépôts de pétrole (jusqu'à 10 cm d'épaisseur) n'ont été remaniés ni artificiellement, ni naturellement. Dans les dépressions, l'eau est couverte d'une forte pellicule d'hydrocarbures. Le marais, composé essentiellement de Sésuvium, est touché sur une bande d'une dizaine de mètres de largeur, et allongée selon un axe suivant le cours du fleuve. La végétation y est entièrement détruite. Un nouveau profil (AMC 23) a été établi pour suivre l'évolution à long terme de la zone polluée.</p> <p><u>13 MARS 1979</u></p> <p>Le profil n'a pas été refait, compte tenu du peu de changement intervenu entre les 2 visites : la zone polluée n'a pas diminuée, la végétation est toujours détruite bien que l'on observe localement, à travers la gangue de pétrole, l'apparition de jeunes pousses.</p> <p>A long terme, il sera intéressant de comparer l'évolution de ce site, qui n'a pas été nettoyé, à celle de l'ILE GRANDE où d'importants moyens de nettoyage ont été employés.</p>		F F	F F	F F

<p align="center">Novembre 1978</p>	<p align="center">SECTION : 6</p> <p align="center">ETAT GENERAL DE LA COTE</p>	<p align="center">Mars 1979</p>
--	---	--

DE LA FORET DE SANTEC A ROSCOFF

Les plages sont toutes propres en surface mais d'importants horizons de pétrole interstratifié persistent en profondeur

L'ILE DE SIEC

reste fortement polluée (sable et rochers) dans sa partie occidentale

L'ILE DE BATZ

Sa côte Ouest (rocheuse) très touchée en Mars 78, est propre, sauf localement dans la partie supérieure de l'estran.

La côte Nord, moins touchée initialement à peu près propre.

La côte Sud de l'île reste très polluée, aussi bien les plages que les rochers

LE SECTEUR DE ROSCOFF

initialement très pollué, est propre en surface, à l'exception de quelques rochers en haut d'estran (Pointe des JACOBINS).

L'eau interstitielle est encore polluée. Une nappe était repérée le 14/11/78 à l'entrée du port de ROSCOFF.

DE LA FORET DE SANTEC A ROSCOFF

Les plages sont propres en surface ; l'interstratification de pétrole a parfois disparu (AMC 10, AMC 9) mais persiste en de nombreux- endroits (F 19, F 18, F 140, AMC 7). Les stations F 19 et F 140 sont les plus touchées

L'ILE DE SIEC

est propre

L'ILE DE BATZ

est propre en surface à l'exception de sa partie Sud-Est. Seule une reconnaissance aérienne ayant été effectuée, il n'est pas possible d'estimer le degré de pollution en profondeur.

LE SECTEUR DE ROSCOFF

est propre en surface, légèrement pollué en profondeur

<p>Novembre 1978</p>	<p>SECTION : 6 ETAT GENERAL DE LA COTE</p>	<p>Mars 1979</p>
----------------------	--	------------------

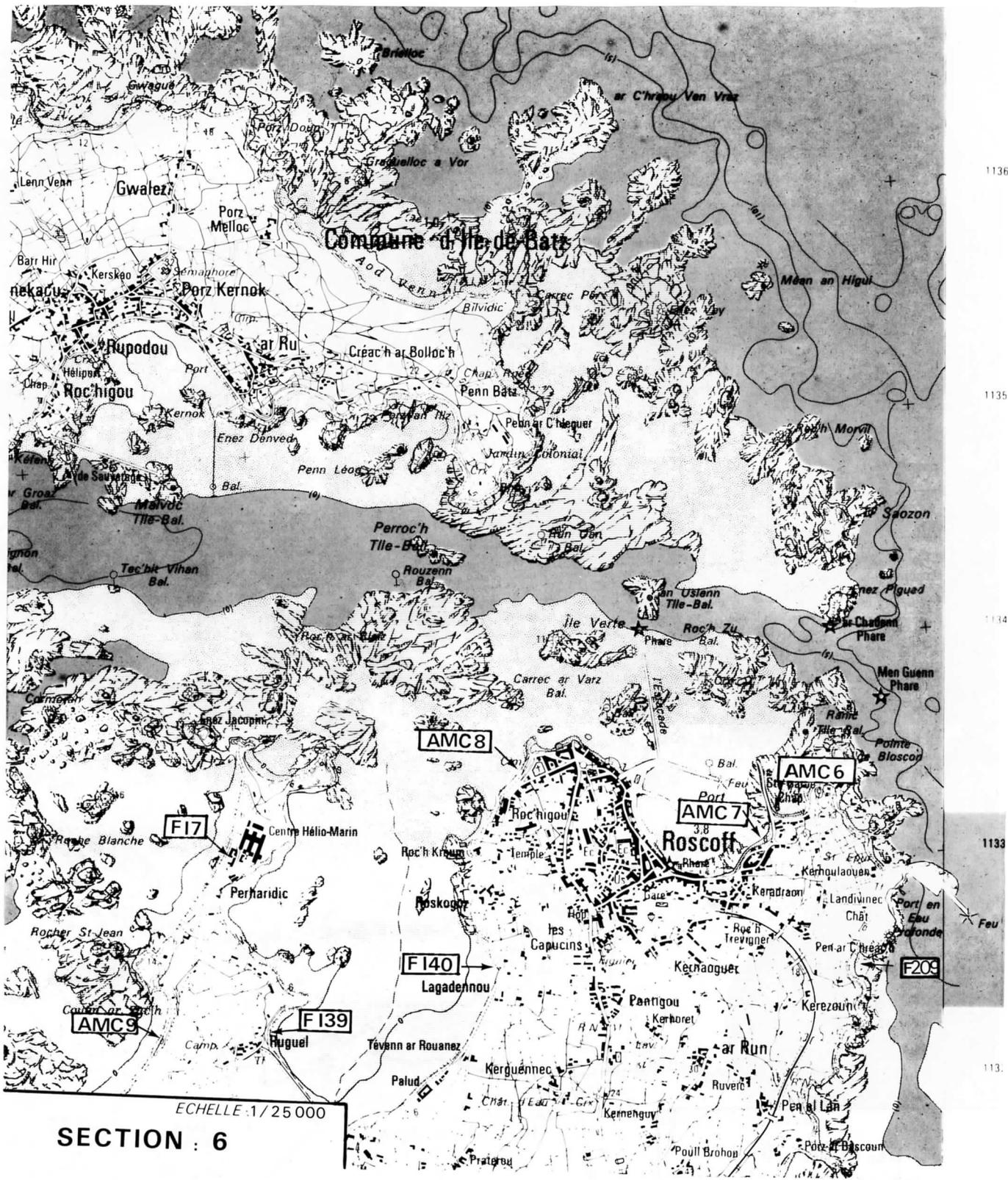
LA COTE ENTRE ST POL DE LEON ET ROSCOFF

est peu polluée, à l'exception de la plage de PEN AR CREACH

DE ROSCOFF A ST POL DE LEON

la côte est propre à l'exception de la plage de PEN AR CREACH,
très polluée.





SUIVI DES STATIONS SECTION N° 6	ETAT DE POLLUTION { m : moyen p: propre F : fort f: faible	SURFACE	EAU INTERSTITIELLE	PROFONDEUR
<p><u>AMC 10 - FORET DE SANTEC</u></p> <p>Cette station exposée à l'Ouest a reçu de plein fouet la première vague de pollution (21 Mars 78). Revisitée en Juillet, elle était alors propre en surface, ne présentant qu'une faible couche interstratifiée discontinue entre 8 et 18 cm de profondeur.</p> <p><u>13 MARS 1979</u></p> <p>La station est entièrement propre ; l'interstratification a disparu.</p>		p	p	p
<p><u>F 20 - DOSSEN</u></p> <p>Le système constitué par l'île de SIEC et la côte a produit un effet tombolo accumulant le pétrole au niveau du DOSSEN</p> <p><u>13 MARS 1979</u></p> <p>Les rochers sont très légèrement pollués entre la côte et l'île de SIEC : la plage est propre.</p>		fp	p	p
<p><u>F 206 - PORT DE L'ILE DE SIEC</u></p> <p>Nouvelle station</p> <p><u>13 MARS 1979</u></p> <p>La surface de la plage est propre ; quelques irrisations sur l'eau de la terrasse de basse mer. Quelques traces également sur la jetée du port.</p>		fp	f	p
<p><u>F 19 - PORZ AR VIL</u></p> <p>Station extrêmement polluée en Mars 78. Revisitée en Juillet 78, elle présentait une forte pollution interstratifiée à 12-18 cm de profondeur en haut de plage.</p> <p><u>13 MARS 1979</u></p> <p>La plage est propre en surface. En haut de plage, on retrouve une épaisse couche polluée (3 à 10 cm) à 30 cm de profondeur ; ce niveau se poursuit vers le bas de plage sur une distance de quelques mètres. L'eau interstitielle est polluée.</p>		p	m	F
<p><u>F 18 - TEVENN</u></p> <p>Station extrêmement polluée en Mars 78. L'usage d'engins lourds a contribué à l'enfouissement du pétrole. La visite de Juillet révélait la présence d'épaisses lentilles de pétrole interstratifiées.</p> <p><u>13 MARS 1979</u></p> <p>Les rochers en haut de plage sont pollués. La surface de la plage est propre mais on retrouve dans sa partie supérieure des niveaux discontinus à 10 cm de profondeur, bloqués au-dessus du niveau de tourbe. L'eau interstitielle est légèrement polluée en bas de plage.</p>		mp	mf	mf

SUIVI DES STATIONS SECTION N° 6	ETAT DE POLLUTION { m : moyen p: propre F : fort f: faible	SURFACE	EAU INTERSTITIELLE	PROFONDEUR
<p><u>AMC 9 - COUGN-AR-ZAC'H</u></p> <p>Station extrêmement polluée en Mars 78, mais ayant retrouvé son aspect propre en surface dès le mois de Juillet. Une couche interstratifiée à 10 cm de profondeur était observée.</p> <p><u>14 MARS 1979</u></p> <p>Le site est entièrement propre ; la terrasse de basse mer n'a pu être contrôlée (marée trop haute). Pas d'interstratification.</p>		p	p	p
<p><u>F 17 - CENTRE HELIO-MARIN</u></p> <p>Station extrêmement polluée en Mars 78 (voir photographie n°15 page 22 dans "Actes de colloques")</p> <p><u>14 MARS 1979</u></p> <p>Le haut de plage présente encore des traces de pollution (quelques plaques) mais la face de la plage est entièrement propre. L'eau interstitielle est légèrement polluée en bas de la plage.</p>		f	mf	p
<p><u>F 139 - LE RUGUEL</u></p> <p>Cette station n'a été que peu touchée en Mars-Avril 78</p> <p><u>14 MARS 1979</u></p> <p>La station est entièrement propre à l'exception de légères irrigations de l'eau interstitielle sur la terrasse de basse mer.</p>		p	fp	p
<p><u>F 140 - LAGADENOU</u> (Voir photographie n° 15)</p> <p>Station extrêmement polluée en Mars 1978 (photo 17 page 24 "Actes des colloques").</p> <p><u>14 MARS 1979</u></p> <p>La surface de la plage est entièrement propre. Par contre, l'eau interstitielle est très fortement polluée au début de la terrasse de basse mer.</p> <p>En haut de plage, on rencontre un niveau pollué interstratifié à une trentaine de cm de profondeur.</p>		p	F	mf
<p><u>AMC 8 - ROSCOFF-OUEST</u></p> <p>Station extrêmement touchée le 21 Mars 78</p> <p><u>14 MARS 1979</u></p> <p>Seules quelques irrigations sur l'eau interstitielle de la terrasse de basse mer persistent. La plage est propre en surface et en profondeur.</p>		p	f	p

<p>SUIVI DES STATIONS</p> <p>SECTION N° 6</p>	<p>ETAT DE POLLUTION</p> <p>{ m : moyen p: propre F : fort f: faible</p>	<p>SURFACE</p>	<p>EAU INTERSTITIELLE</p>	<p>PROFONDEUR</p>
<p><u>AMC 7 - ROSCOFF</u></p> <p>Station extrêmement polluée. Elle a bénéficié d'un très important nettoyage mécanique et manuel. La visite de Juillet révélait l'existence d'un niveau de pétrole interstratifié à 10-20 cm de profondeur.</p> <p><u>5 NOVEMBRE 1978</u></p> <p>L'eau interstitielle est polluée, un niveau discontinu interstratifié de profondeur variable demeure.</p> <p><u>14 MARS 1979</u></p> <p>Peu de changement par rapport à Novembre ; la surface est propre, l'eau interstitielle est légèrement polluée. On retrouve le niveau interstratifié à 25 cm sous la surface en haut de plage.</p>		<p>p</p> <p>p</p>	<p>mf</p> <p>mf</p>	<p>fm</p> <p>mf</p>
<p><u>F 209 - PEN AR CREAC'H</u></p> <p>Cette station a été établie en Mars 79 ; en effet, les reconnaissances aériennes du 26 Mai et du 14 Novembre 78 avaient mis en évidence une forte pollution de cette plage.</p> <p><u>14 MARS 1979</u></p> <p>La plage, constituée de galets, a été entièrement remaniée par les pelles mécaniques.</p> <p>Les galets ont été remontés en haut de plage, où ils échappent au nettoyage naturel. Dans le coin Sud de la plage, plusieurs tonnes de déchets très pollués ont été déposés, faute de pouvoir être évacués.</p> <p>Paradoxalement, l'eau interstitielle n'est que légèrement polluée.</p>		<p>F</p>	<p>f</p>	<p>-</p>

<p style="text-align: center;">Novembre 1978</p>	<p>SECTION : 7</p> <p>ETAT GENERAL DE LA COTE</p>	<p style="text-align: center;">Mars 1979</p>
---	---	---

DE ST POL DE LEON A LA PRESQU'ILE DE BARNENEZ

Toute la côte est propre, à l'exception de l'île CALLOT, dont l'extrémité Nord demeure polluée

DE LA PRESQU'ILE DE BARNENEZ A ST SAMSON

la pollution est localisée en haut des rochers

DE ST SAMSON A PRIMEL

La pollution est encore très forte, en particulier à la plage du GUERZIT et sur le côté Ouest de la pointe de PRIMEL. Par contre la pointe du DIBEN est beaucoup moins sale qu'en été. La plage de PRIMEL-TREGASTEL est propre, mais les rochers l'encadrant sont encore pollués

DE PRIMEL A LOCQUIREC

Les rochers sont encore très pollués dans la partie supérieure de l'estran, comme à la plage de KERGAREC très polluée en Mai 78. Cependant, cette zone, soumise à l'action directe des vagues bénéficie d'un important autonettoyage, marquée par la formation de petites nappes sous le vent des côtes, comme le 14 Novembre au large de PLOUGASNOU

DE ST POL DE LEON A BARNENEZ

La côte est propre en surface, quelques irrisations persistent à la surface de l'eau interstitielle en bas de plage

DE BARNENEZ A ST SAMSON

La côte est propre

DE ST SAMSON A PRIMEL

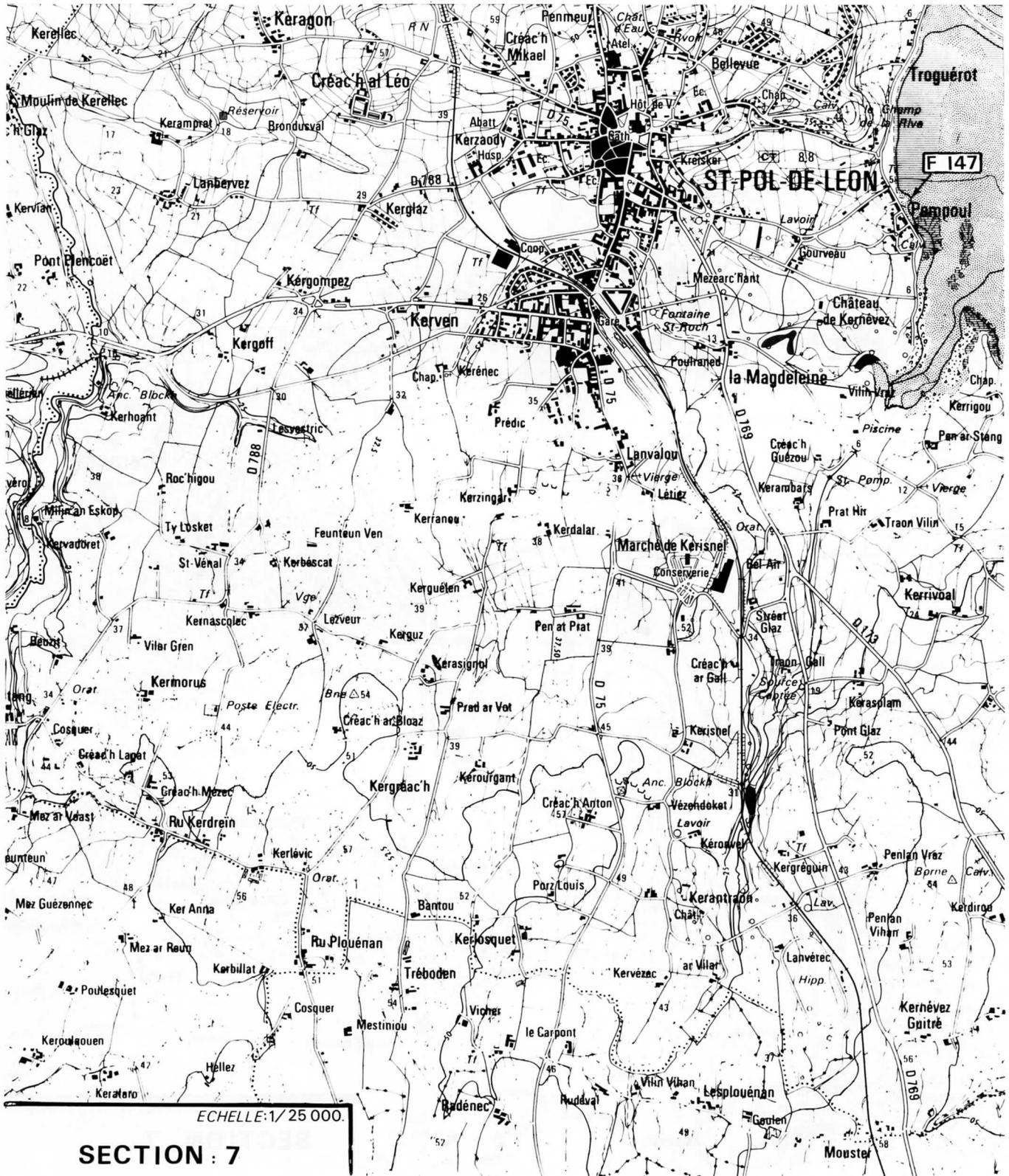
Le nettoyage naturel a été très important pendant l'hiver, en particulier dans les secteurs qui étaient les plus pollués en Novembre. La pollution persiste dans la partie supérieure des plages (qui échappe à l'auto nettoyage) et se concentre dans l'eau interstitielle des terrasses de basse mer (par lessivage)

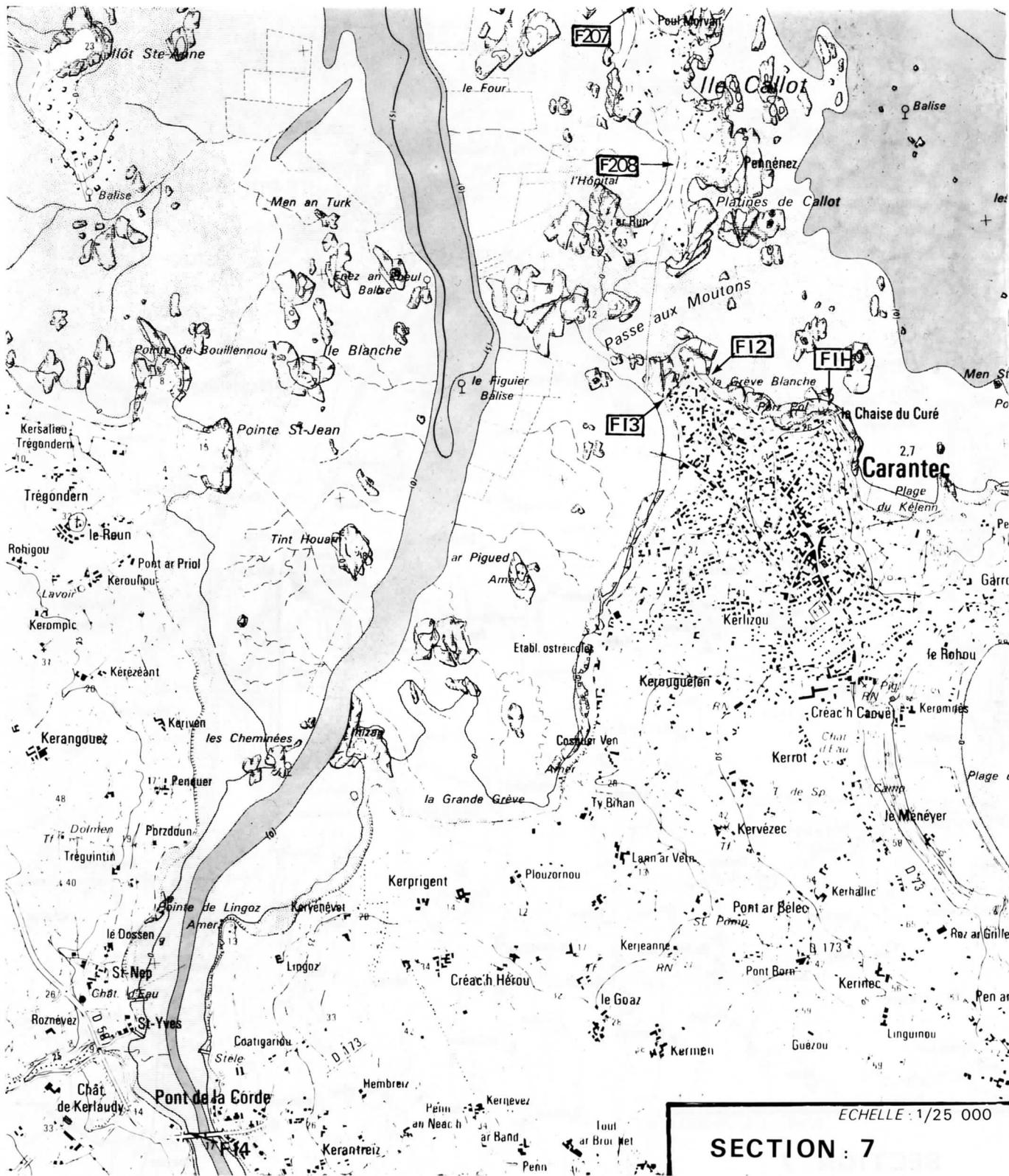
DE PRIMEL A LOCQUIREC

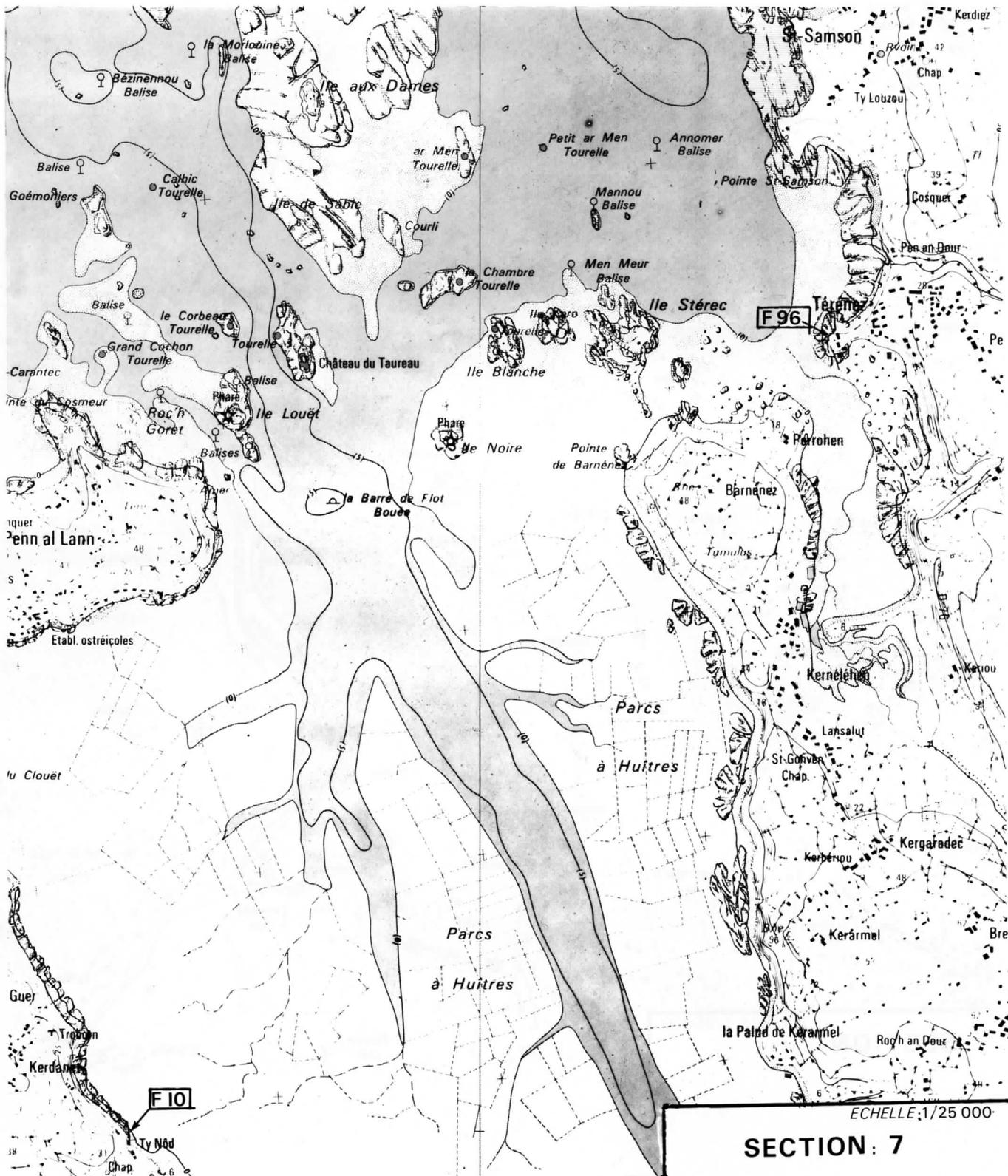
L'autonettoyage est important, avec, comme ailleurs, une persistance de la pollution au niveau des terrasses de basse mer. Entre le Moulin de la rive et LOCQUIREC, la pollution est encore importante (station F 90)

DE LOCQUIREC A LA POINTE D'ARMORIQUE

La côte est propre

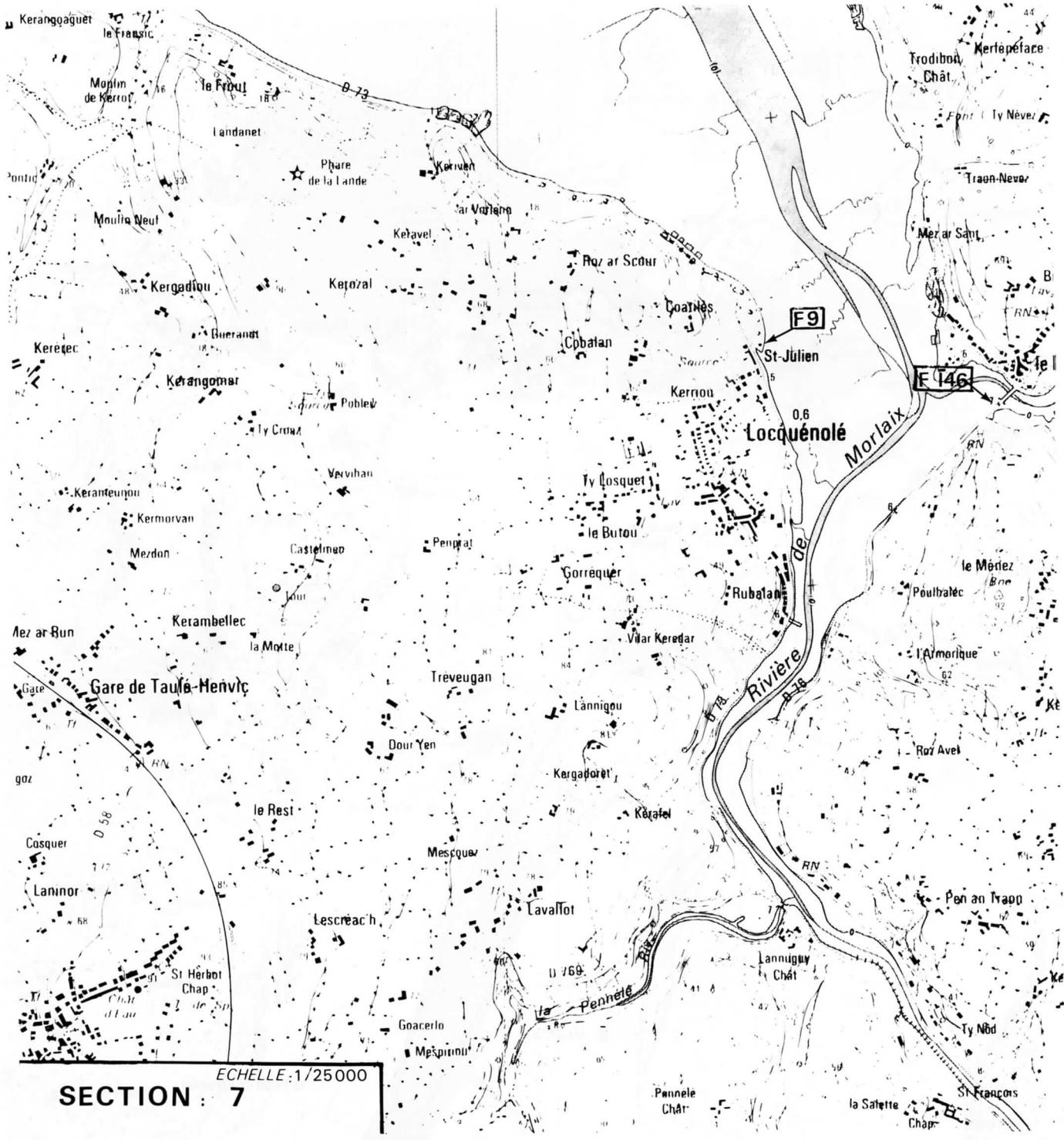






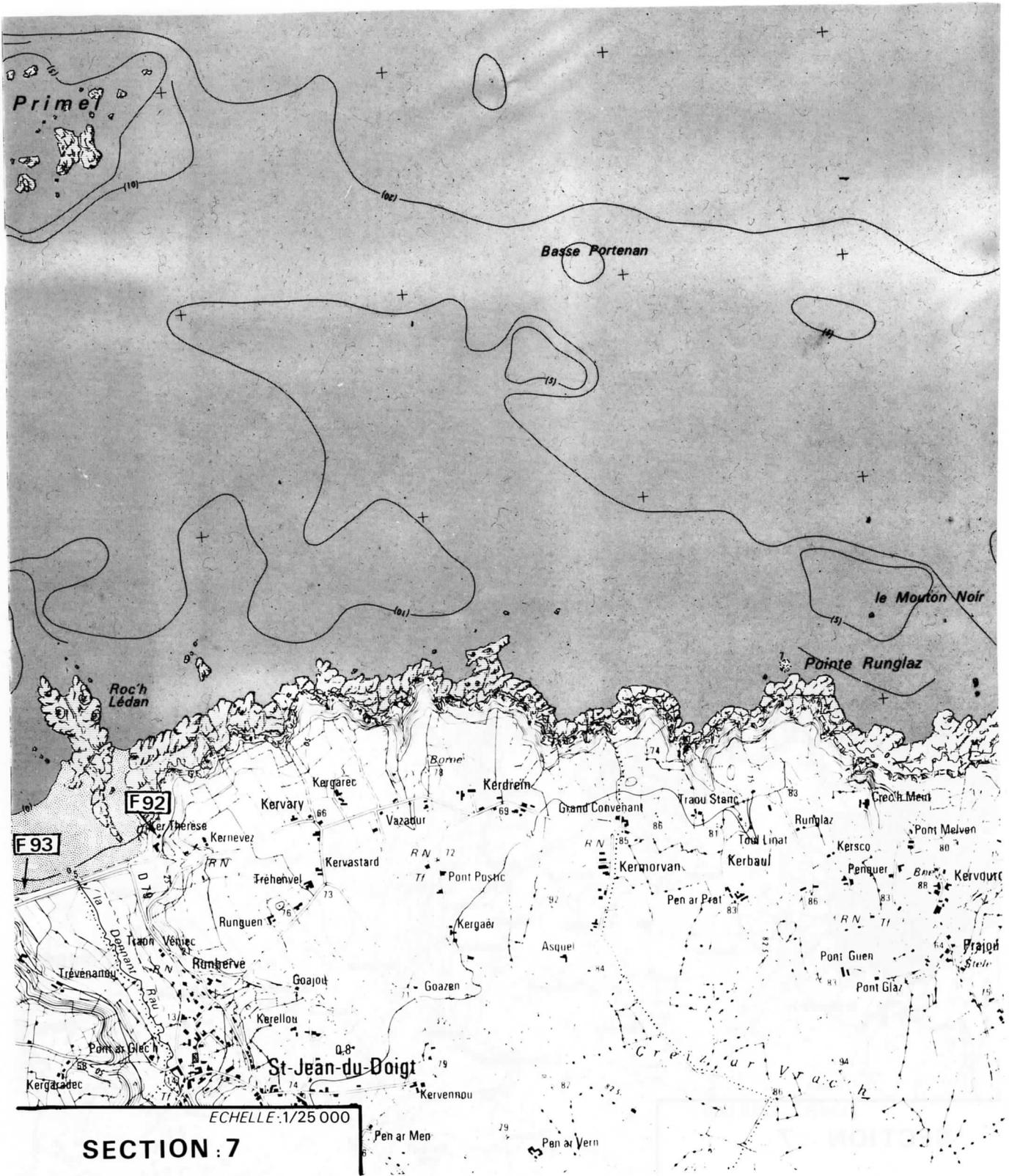
ECHELLE: 1/25 000

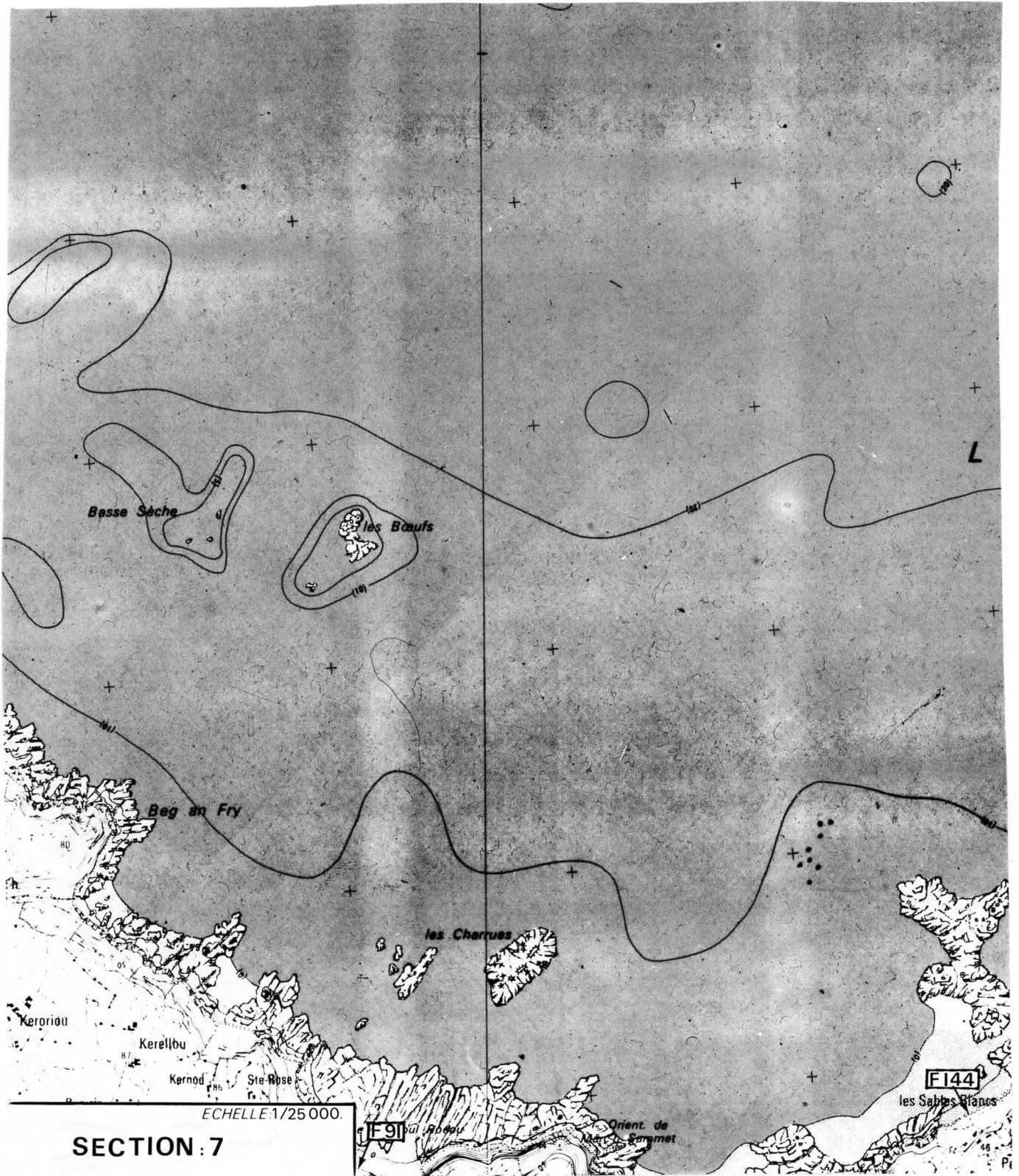
SECTION : 7

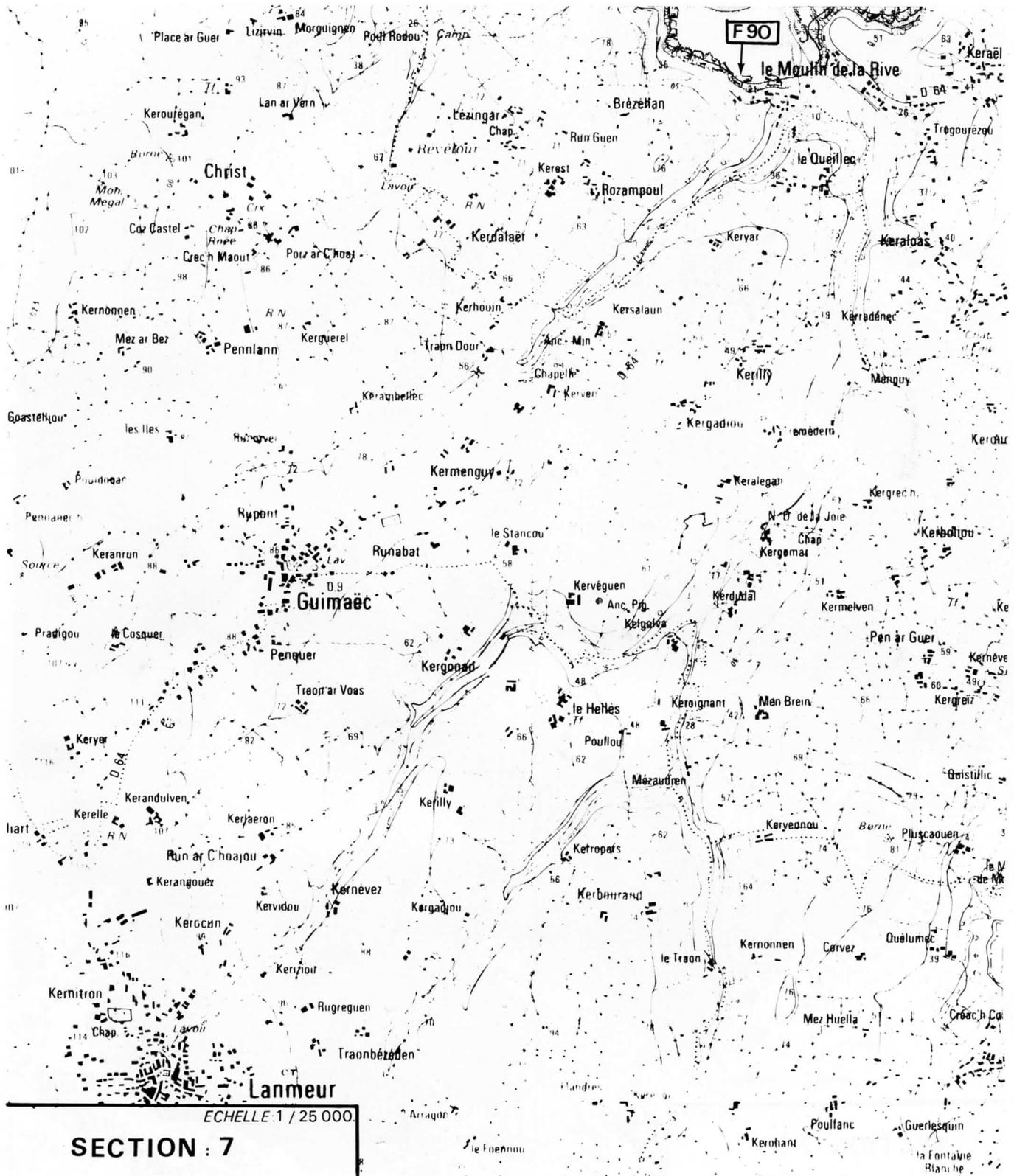


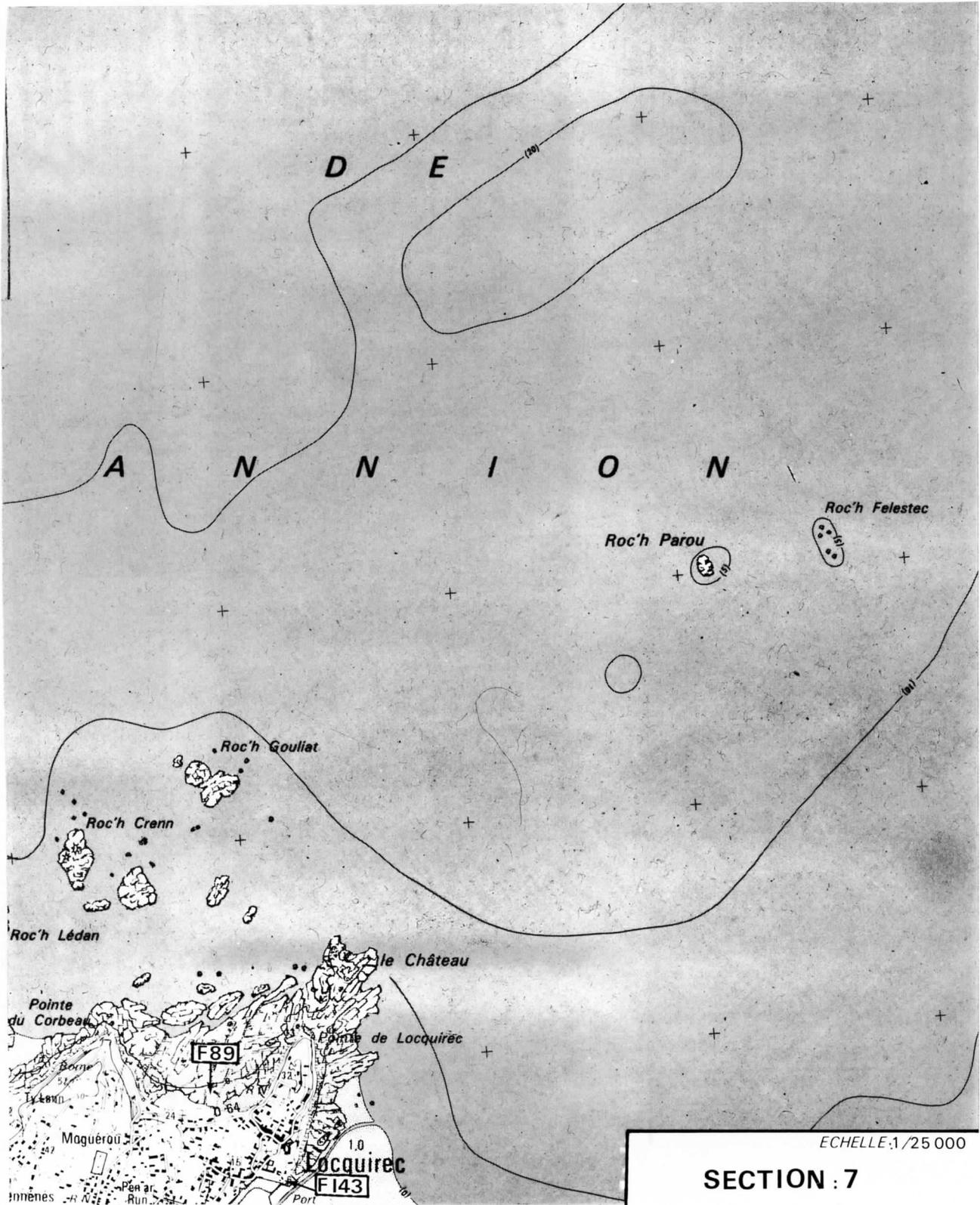
SECTION : 7

ECHELLE : 1/25 000



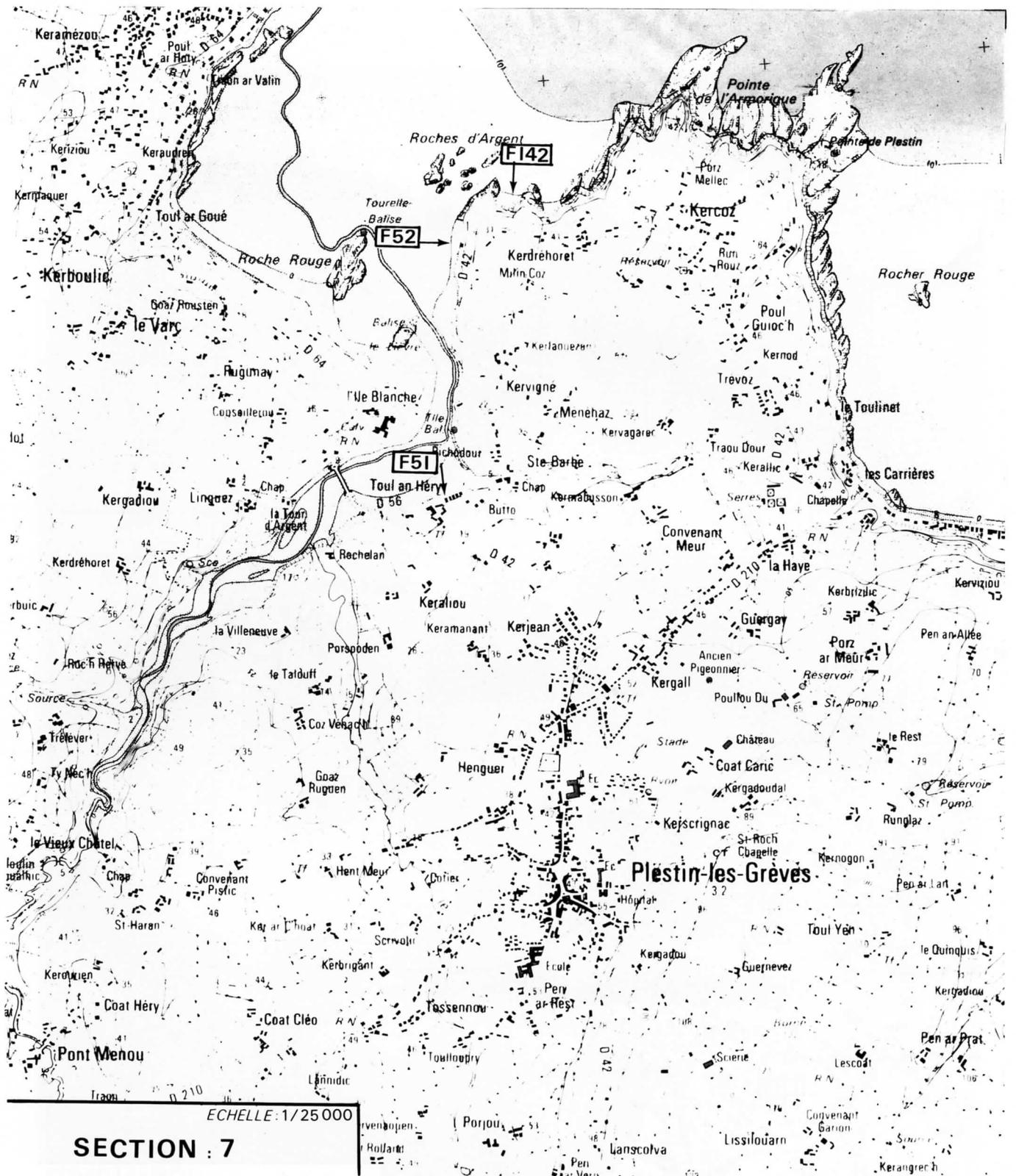






ECHELLE:1/25 000

SECTION : 7



SUIVI DES STATIONS SECTION N° 7	ETAT DE POLLUTION { m : moyen p: propre F : fort f: faible	SURFACE	EAU INTERSTITIELLE	PROFONDEUR
<u>F 147 - PORT DE PEMPOUL</u> Station très légèrement polluée en Mars 78 <u>14 MARS 1979</u> Le site est entièrement propre		p	p	p
<u>F 13 - CARANTEC</u> Station très légèrement polluée en Avril 78 <u>14 MARS 1979</u> Le site est entièrement propre, seule l'eau interstitielle présente quelques irrégularités au niveau de la terrasse de basse mer.		p	f	p
<u>F 208 - ILE CALLOT</u> Ce site avait été repéré comme pollué lors des reconnaissances aériennes en 78. <u>14 MARS 1979</u> Les laisses de haute mer sont huileuses, le haut de plage est légèrement pollué. En profondeur, on trouve un léger niveau pollué à 20cm de profondeur. L'eau interstitielle est légèrement polluée.		f	f	f
<u>F 207 - ILE CALLOT</u> Les rochers de la pointe de l'île CALLOT ont été pollués en Mars-Avril 78. <u>14 MARS 1979</u> Sous l'effet des tempêtes hivernales, cette pointe rocheuse a été nettoyée ; seules quelques traces demeurent.		fp	-	-
<u>F 11 - LA CHAISE DU CURE</u> Station très légèrement touchée en Avril 78. <u>14 MARS 1979</u> Le site est entièrement propre		p	-	-
<u>F 146 - DOURDUFF EN MER</u> Station très légèrement polluée en Mars-Avril 78. <u>14 MARS 1979</u> Le marais et la vase sont entièrement propres		p	p	p

SUIVI DES STATIONS SECTION N° 7	ETAT DE POLLUTION { m : moyen p: propre F : fort f: faible	SURFACE	EAU INTERSTITIELLE	PROFONDEUR
<p><u>F 96 - TERENEZ</u></p> <p>Cette station a été légèrement polluée tardivement.</p> <p><u>14 MARS 1979</u></p> <p>Le site est propre à l'exception de légères traces sur les rochers.</p>		p	p	p
<p><u>F 95 - PLAGE DU GUERZIT</u></p> <p>Station très fortement polluée en Mars 78. Lors de la visite de Juillet, 10% de la surface de la plage demeuraient pollués</p> <p><u>14 MARS 1979</u></p> <p>Les galets avaient été montés en haut de plage ; les plus hauts d'entre eux, échappant au nettoyage naturel par les vagues, demeurent pollués. L'eau interstitielle est polluée au niveau de la terrasse de basse mer.</p>		f	f	p
<p><u>F 94 - PRIMEL</u></p> <p>Cette station a été extrêmement polluée en Mars 78. La reconnaissance aérienne de Mai et la visite en Juillet 78 révélaient un état de pollution encore très important.</p> <p><u>6 NOVEMBRE 1978</u></p> <p>La station est encore très polluée :</p> <ul style="list-style-type: none"> - En haut de plage, les galets rapportés mécaniquement sont partiellement couverts d'un pétrole très altéré. - Les galets au pied de la face de la plage sont très pollués. - Le sable moyen de la terrasse de basse mer est pollué ; l'eau interstitielle est couverte de mousse brune. <p><u>14 MARS 1979</u></p> <p>Globalement, la station est beaucoup moins polluée qu'en Novembre, en particulier au niveau de la face de la plage. Par contre, la pollution s'est concentrée vers la terrasse de basse mer :</p> <ul style="list-style-type: none"> - En haut de plage, les rochers présentent encore de traces importantes de pollution - La face de la plage est propre - La terrasse de basse mer est très fortement polluée : en surface, nombreuses irrigations provenant du lessivage de la partie supérieure de la plage, en profondeur, forte imprégnation du sédiment jusqu'à la couche d'argile sous-jacente. L'eau interstitielle est polluée. 		F m	F F	F m

SUIVI DES STATIONS SECTION N° 7	ETAT DE POLLUTION { m : moyen p: propre F : fort f: faible	SURFACE	EAU INTERSTITIELLE	PROFONDEUR
<u>F 145 - PRIMEL EST</u> <u>14 MARS 1979</u> La station est entièrement propre à l'exception de l'eau interstitielle du niveau de la terrasse de basse mer, légèrement pollué.		p	f	p
<u>F 92 - F 93 - ST JEAN DU DOIGT</u> La plage de galets et de sable a été très polluée tardivement (fin Avril). <u>8 MARS 1979</u> Les galets sont légèrement pollués en haut de plage, mais la face de la plage est propre. Par contre, l'eau interstitielle est encore polluée en bas de plage		f	m	p
<u>F 91 - POUL RODOU</u> Polluée tardivement en Avril, cette station présentait encore d'importantes traces en Juillet 78. <u>8 MARS 1979</u> Les blocs et galets en haut de plage sont légèrement pollués ; plus bas, le sable est propre en surface et en profondeur ainsi que l'eau interstitielle		f	p	p
<u>F 90 - LE MOULIN DE LA RIVE</u> Station très polluée, en particulier en Avril 78. <u>8 MARS 1979</u> Les rochers et galets en haut de plage sont assez fortement pollués ; par plaques, les galets sont englobés dans une gangue de pétrole induré épaisse d'une dizaine de centimètres ; ailleurs, le pétrole a traversé le niveau de galets pour imprégner le sable sous jacent. L'eau interstitielle n'a pu être observée au niveau de la terrasse de basse mer, compte tenu de la marée trop haute ; elle est légèrement polluée au niveau de la face de la plage.		m	m	m
<u>F 144 - LES SABLES BLANCS</u> A la fin Avril 78, la plage n'était que faiblement polluée, les rochers l'encadrant beaucoup plus. <u>8 MARS 1979</u> Les rochers à l'Est de la plage sont assez nettement pollués ; à l'Ouest, les traces sont disséminées. La plage est propre en surface ; en haut de plage, on trouve un niveau pollué discontinu à 30 cm sous la surface. L'eau interstitielle est propre.		mp	p	mf

SUIVI DES STATIONS SECTION N° 7	ETAT DE POLLUTION { m : moyen p: propre F : fort f: faible	SURFACE	EAU INTERSTITIELLE	PROFONDEUR
<p><u>F 89 - PLAGE NORD-LOCQUIREC</u> Station très polluée en Mars et Avril 78, aussi bien en haut de plage que sur la terrasse de basse mer.</p> <p><u>8 MARS 1979</u> La pollution est localisée en haut de plage et au niveau de la terrasse :</p> <ul style="list-style-type: none"> - En haut de plage, les galets sont localement pollués sur une épaisseur de plus de 10 cm, le pétrole ayant encore l'aspect frais de "mousse au chocolat". - La plage sableuse est entièrement propre, en surface et en profondeur. - L'eau interstitielle est légèrement polluée. 		mp	f	p
<p><u>F 143 - PORT DE LOCQUIREC</u> Cette station abritée de l'Ouest n'a été que peu touchée en Mars-Avril 78.</p> <p><u>8 MARS 1979</u> La station est entièrement propre, seule l'eau interstitielle en bas de plage présente quelques irrisations.</p>		p	f	p
<p><u>F 51 - TOUL AN HERY</u> Cette station a été légèrement polluée en Avril 78.</p> <p><u>8 MARS 1979</u> Entièrement propre</p>		p	p	p
<p><u>F 52 - KERDREHORET</u> Cette station également n'a été que peu touchée</p> <p><u>8 MARS 1979</u> La station est entièrement propre à l'exception de quelques traces sur les rochers</p>		p	p	p
<p><u>F 142 - ROCHE D'ARGENT</u> Très peu touchée par la pollution</p> <p><u>8 MARS 1979</u> Entièrement propre</p>		p	p	p

<p style="text-align: center;">Novembre 1978</p>	<p style="text-align: center;">SECTION : 8</p> <p style="text-align: center;">ETAT GENERAL DE LA COTE</p>	<p style="text-align: center;">Mars 1979</p>
---	---	---

LA GREVE ST MICHEL est complètement propre en surface. En profondeur, les traces d'hydrocarbures interstratifiées sont faibles ou absentes. L'eau interstitielle est encore polluée.

ENTRE ST MICHEL EN GREVES ET LA POINTE DE SEHAR,

La côte rocheuse est encore assez polluée (peu ou pas de nettoyage artificiel) en particulier dans la partie supérieure de l'estran.

LA POINTE DE SEHAR demeure extrêmement polluée (voir détail plus loin)

L'EMBOUCHURE DU LEGUER qui était encore très polluée en Mai 78 (en particulier la partie Ouest de la pointe du DOURVEN) est largement nettoyée, sauf dans la partie supérieure de l'estran. Les plages sont propres.

DU LEGUER A TREBEURDEN, les rochers sont encore pollués dans la partie supérieure de l'estran. Les plages sont propres.

LA POINTE DE BIHIT est encore très polluée, en particulier sa partie Nord-Est.

LA GREVE ST MICHEL est propre, à l'exception de quelques plaques observées sur les galets ; au Nord de la grève, on trouve encore des niveaux pollués interstratifiés.

ENTRE ST MICHEL EN GREVES ET LA POINTE DE SEHAR

Les rochers présentent encore des traces de pollution (d'après reconnaissance aérienne uniquement).

LA POINTE DE SEHAR est toujours très polluée mais on note une évolution favorable par rapport à Novembre 78.

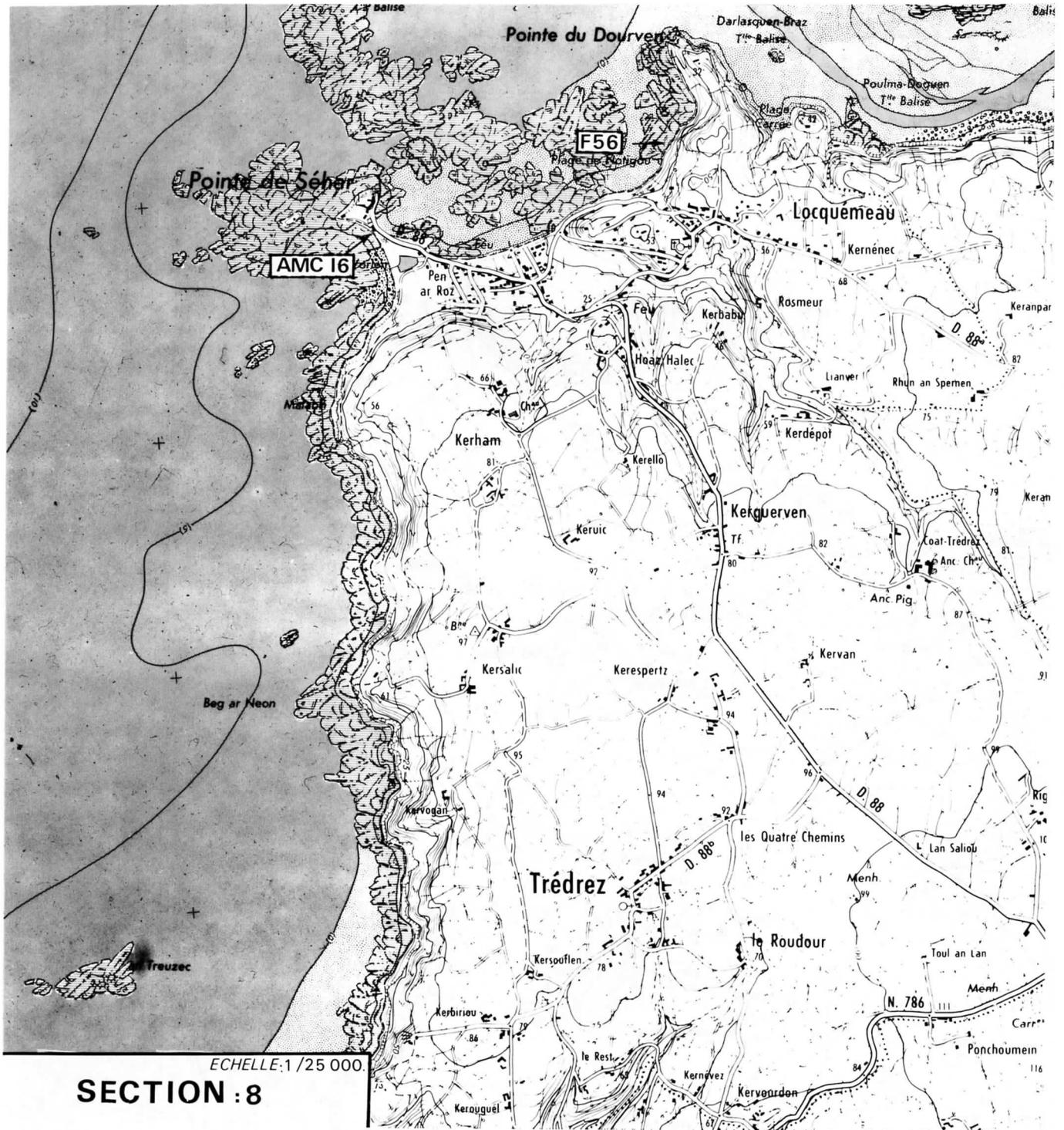
L'EMBOUCHURE DU LEGUER, les rochers et les plages sont propres,

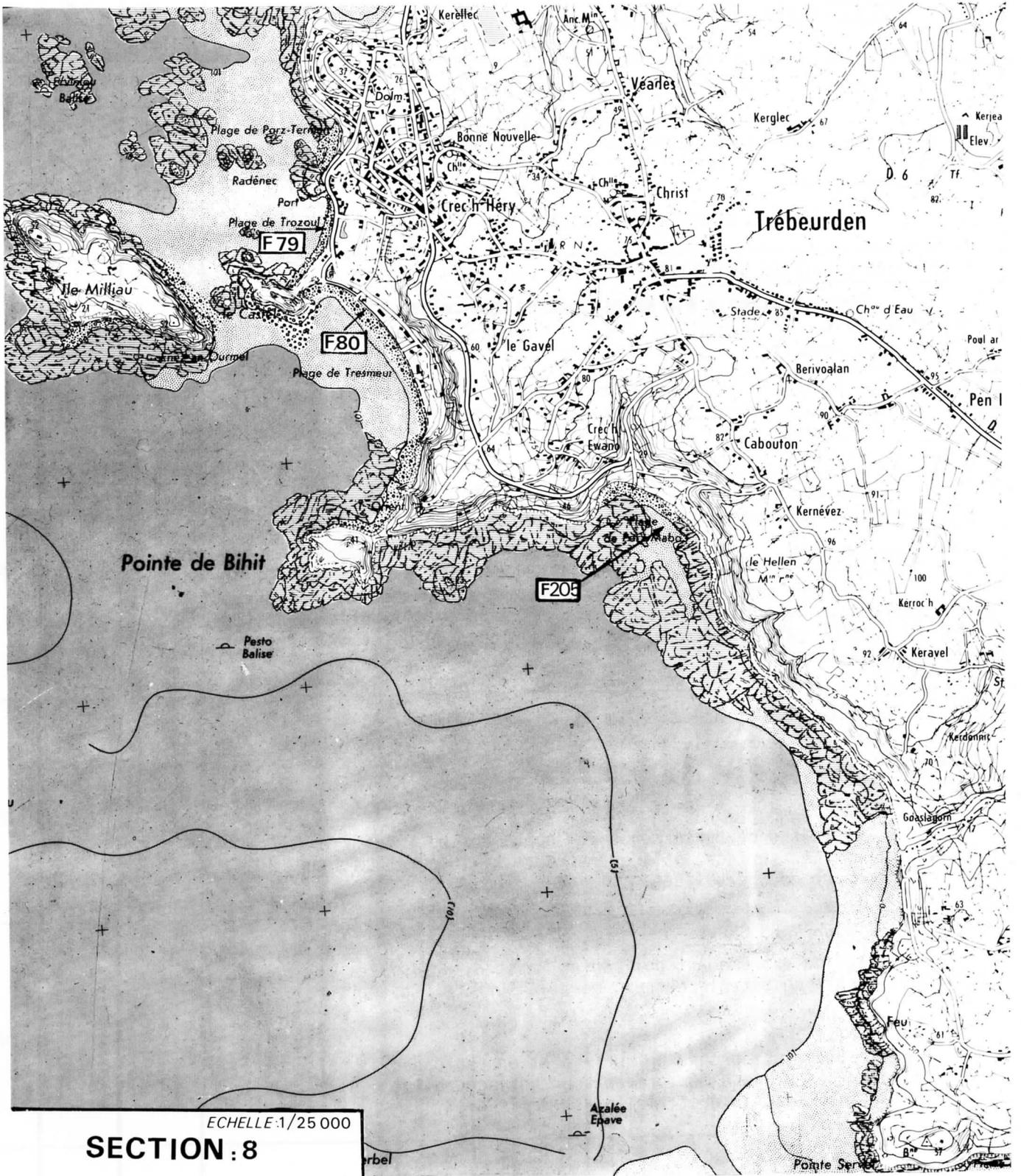
DU LEGUER A TREBEURDEN, les rochers sont localement pollués dans les zones abritées ; les plages sont propres en surface, mais présentent souvent un niveau pollué interstratifié.



SECTION : 8

ECHELLE : 1 / 25 000





SUIVI DES STATIONS	ETAT DE POLLUTION	{ m : moyen p: propre F : fort f: faible	SURFACE	EAU INTERSTITIELLE	PROFONDEUR
<u>F 141 - POINTE DE PLESTIN</u> Cette station n'a été que très faiblement touchée (elle se rattache en fait à la zone LOCQUIREC-POINTE D'ARMORIQUE de la station 7) <u>8 MARS 1979</u> Le site est entièrement propre			p	p	p
<u>F 53 - LES CARRIERES ST EFFLAM</u> Cette station a été moins touchée que celles situées immédiatement à l'Est. <u>8 MARS 1979</u> Le site est entièrement propre en surface, l'eau interstitielle est cependant polluée au niveau de la terrasse de basse mer.			p	f	p
<u>F 54 - PLESTIN LES GREVES</u> Cette station a été fortement touchée en Mars et Avril 78 ; on y a enregistré des mortalités très importantes de bivalves et d'oursins <u>8 MARS 1979</u> La plage et la terrasse de basse mer sableuses sont entièrement propres ; seuls les galets en haut de plage sont localement pollués. Au Nord du ruisseau "LE ROSCOAT", une plaque de galets fortement pollués demeure.			fp	p	fp
<u>AMC 19 - ST MICHEL EN GREVES</u> Station très polluée en Mars 78, avec de très fortes mortalités observées. <u>7 MARS 1979</u> Les laisse de haute mer sont légèrement polluées ; la plage est propre en surface, mais on retrouve à -10 ou -15cm sous la surface une couche polluée.			fp	f	m
<u>AMC 15 - ST MICHEL EN GREVES</u> Station extrêmement polluée en Mars 78; en Juillet 78, on observait encore du pétrole enfoui, mais la surface était propre. <u>7 MARS 1979</u> La plage est propre en surface et en profondeur ; par contre, la terrasse de basse mer présente un horizon pollué à 5 cm sous la surface et l'eau interstitielle est irrisée.			p	f	mf

SUIVI DES STATIONS SECTION N° 8.	ETAT DE POLLUTION { m : moyen p: propre F : fort f: faible	SURFACE	EAU INTERSTITIELLE	PROFONDEUR
<p><u>AMC 16 - POINTE DE SEHAM</u> (Voir les photographies de la planche 1)</p> <p>Cette plage de galets a été extrêmement polluée en Mars 78 ; un cordon de galets de 3 mètres de haut a été rapporté mécaniquement en haut de la plage tandis que des sillons perpendiculaires au rivage étaient creusés à la pelle mécanique pour faciliter le nettoyage par les vagues.</p> <p><u>7 NOVEMBRE 1978</u></p> <p>La station est encore très polluée ; les extrémités Est et Ouest de la plage sont couvertes d'un pétrole adhérent très fortement aux galets. Immédiatement sous la surface, les galets sont englués dans une "mousse" peu altérée. L'eau interstitielle est également couverte de mousse.</p> <p>Les galets rapportés en haut de plage sont propres en surface, mais très pollués en profondeur.</p> <p><u>7 MARS 1979</u></p> <p>La pollution est encore très forte bien que l'on observe une évolution favorable.</p> <p>En haut de plage, les galets sont propres en surface, mais pollués en profondeur.</p> <p>Paradoxalement, le pétrole garde un aspect assez frais en bas de plage ; cependant, on trouve, plus haut, des plaques de galets cimentés dans une gangue d'asphalte très induré.</p>		F F	F F	F F
<p><u>F 56 - PLAGE DE NOTIGOU</u></p> <p>La plage et les rochers ont été très pollués.</p> <p><u>7 MARS 1979</u></p> <p>La plage et les rochers sont entièrement propres.</p> <p>La terrasse de basse mer est propre en surface, mais à 15 cm sous la surface on trouve un niveau pollué immédiatement au-dessus de la couche de tourbe. L'eau interstitielle est légèrement irrisée.</p>		p	fm	fm
<p><u>F 205 - PLAGE DE FORZ MABO</u></p> <p>Nouvelle station.</p> <p><u>7 MARS 1979</u></p> <p>Les rochers sont encore assez pollués. La plage est propre en surface, mais l'eau interstitielle est polluée en bas et au milieu de la face de la plage.</p>		mf	m	p
<p><u>F 80 - PLAGE DE TRESMEUR</u> (Voir photographie n° 13)</p> <p>Cette plage a été très fortement polluée en Mars 78 (cf photo 4.11 du rapport NOAA).</p> <p><u>7 MARS 1979</u></p> <p>Les rochers sont propres ainsi que le sable en surface, par contre, on trouve, à 15 cm sous la surface, un épais niveau (15 cm)</p>		p	mf	F

SUIVI DES STATIONS SECTION N° 8	ETAT DE POLLUTION { m : moyen p: propre F : fort f: faible	SURFACE	EAU INTERSTITIELLE	PROFONDEUR
de sable pollué. L'épaisseur de cette couche polluée est probablement due à l'activité des engins lourds qui ont contribué à l'enfouissement du pétrole.				
<p><u>F 79 - PLAGE DE TROZOUL</u></p> <p>Cette plage a été très polluée à la fin Mars 78.</p> <p><u>7 MARS 1979</u></p> <p>Les rochers sont très faiblement pollués ; la plage est propre en surface ; en milieu de plage, sur une largeur de quelques mètres, on trouve un épais niveau pollué à 24 cm de profondeur, sur une épaisseur de 8 cm.</p> <p>A ce niveau, l'eau interstitielle est polluée alors qu'elle est propre ailleurs.</p>		fp	fp	m

<p style="text-align: center;">Novembre 1978</p>	<p style="text-align: center;">SECTION : 9</p> <p style="text-align: center;">ETAT GENERAL DE LA COTE</p>	<p style="text-align: center;">Mars 1979</p>
---	---	---

L'ILE GRANDE

- Au Nord et à l'Est de l'ILE GRANDE, la côte (rochers et criques sableuses) est encore polluée dans la partie supérieure de l'estran (rochers couverts d'une pellicule très adhérente).
 - La partie Sud et Sud-Ouest de l'Ile, marécageuse, a peu évoluée ; la partie inférieure des marais (niveau à SESUVIUM) où le pétrole s'était déposé en grande quantité, demeure extrêmement polluée et aucune végétation ne réapparaît. Le nettoyage à l'aide de moyens lourds a permis de récupérer de grandes quantités de pétrole mais a également contribué à l'enfouissement de la pollution.
- Les plages de sable au Sud Ouest de l'île sont également très polluées.

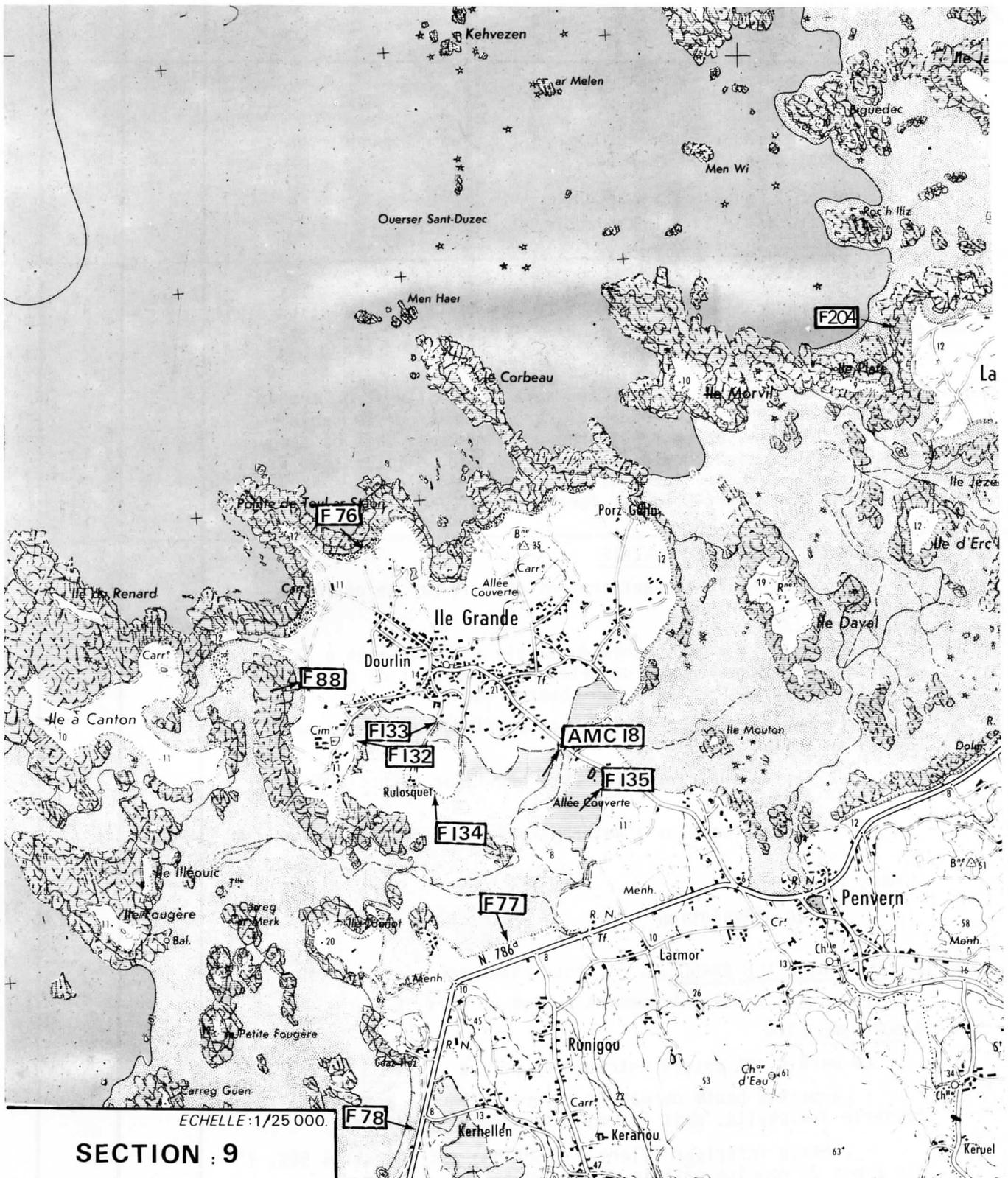
LES ILOTS DE LA REGION DE L'ILE GRANDE sont très fortement pollués en particulier :

L'ILE GRANDE

- Au Nord et à l'Est, la côte est assez propre, les rochers présentent encore des traces de pollution
- La partie Sud et Ouest de l'île n'a pas évoluée par rapport à Novembre 78

LES ILOTS DE LA REGION DE L'ILE GRANDE sont tous très pollués.

Novembre 1978	SECTION : 9 ETAT GENERAL DE LA COTE (suite)	Mars 1979
<ul style="list-style-type: none"> - l'île DAVAL - l'île à CANTON - l'île ILLEOUIC - la "petite île" ENEZ BIHAN - l'île LOSQUET, d'où se décollaient encore quelques nappes lors du vol du 14 Novembre 78 <p><u>LA COTE DE TREBEURDEN A LANDRELLEC</u> Cette zone abritée demeure très fortement polluée, en particulier de PENVERN à LANDRELLEC</p>	<p><u>LA COTE DE TREBEURDEN A LANDRELLEC</u> a peu évoluée par rapport à Novembre.</p>	



SUIVI DES STATIONS SECTION N° 9	ETAT DE POLLUTION { m : moyen p: propre F : fort f: faible	SURFACE	EAU INTERSTITIELLE	PROFONDEUR
<p><u>F 78 - KERHELLEN</u> Station très polluée en Mars 78 ; En Avril, on observait un enfouissement en haut de la plage <u>7 MARS 1979</u> Le site est entièrement propre</p>		p	p	p
<p><u>F 77 - RUNIGOU</u> Station très polluée en Mars 78, en Avril, la pollution était surtout forte en haut de plage <u>7 MARS 1979</u> Les rochers en haut de plage sont très pollués, on trouve également des épaisses plaques d'hydrocarbures sur le sable. La terrasse sableuse est propre en surface, mais on trouve, bloqué sur la couche d'argile, un niveau pollué interstratifié à 2 cm sous la surface, épais de 4 cm. L'eau interstitielle est fortement polluée.</p>		mF	mF	mF
<p><u>F 135 - ILE GRANDE - ALLEE COUVERTE</u> Le marais avait été entièrement détruit par le pétrole <u>4 NOVEMBRE 1978</u> La partie la plus touchée du marais a été décapée à la pelle mécanique et remblayée par un mélange de terre et de cailloutis. Dans la partie non remaniée, on observe que :</p> <ul style="list-style-type: none"> - La partie basse du marais (à SESUVIUM) est entièrement détruite - La partie supérieure (JUNCUS) n'est que partiellement détruite - Un léger processus d'auto-nettoyage par les chenaux est en cours <p><u>7 MARS 1979</u> Peu d'évolution</p>		F	F	F
<p><u>AMC 18 - PONT DE L'ILE GRANDE</u> (Voir photographies 18 et 19) Le marais a été extrêmement pollué en Mars 78 <u>4 NOVEMBRE 1978</u> Le marais est encore extrêmement pollué :</p> <ul style="list-style-type: none"> - La partie haute du marais (flore à JUNCUS) est partiellement couverte d'asphalte, mais la végétation demeure vivante - L'étage inférieur (flore à SESUVIUM) est détruit à 95%, il n'y a pas de reprise notable de la végétation 		F	F	F

SUIVI DES STATIONS SECTION N° 9	ETAT DE POLLUTION { m : moyen p: propre F : fort f: faible	SURFACE	EAU INTERSTITIELLE	PROFONDEUR
<p>- Les chenaux présentent de fortes traces de pollution ; la destruction de la flore et les activités de nettoyage contribuent à un accroissement de l'érosion</p> <p><u>7 MARS 1979</u></p> <p>Peu d'évolution par rapport à novembre 1978. Le pétrole déposé sur la partie supérieure du marais forme un encroutement peu adhérent que l'on pourrait facilement décaper, par contre, dans les parties basses, l'imprégnation de la vase rendrait cette opération impossible.</p>		F	F	F
<p><u>F 134 - AMC 22 - RULOSQUET</u> (Voir photographie 17)</p> <p>Ce marais est analogue à celui de la station AMC 18 ; il a été également très atteint</p> <p><u>4 NOVEMBRE 1978</u></p> <p>Mêmes observations que pour la station AMC 18. Un nouveau profil a été établi pour suivre l'érosion possible du chenal.</p>		F	F	F
<p><u>F 133 - RULOSQUET</u></p> <p>Marais extrêmement touché en Mars. Importants travaux de nettoyage</p> <p><u>4 NOVEMBRE 1978</u></p> <p>Mêmes observations que pour AMC 18</p> <p><u>7 MARS 1979</u></p> <p>Une partie du marais détruit a été remblayé ; les traces des engins de nettoyage sont des pièges à pétrole. On observe un dépôt sédimentaire (vase + sable graveleux) sur le pétrole et le développement de nombreuses algues vertes</p>		F	F	F
<p><u>F 132 - CIMETIERE DE L'ILE GRANDE</u></p> <p>Marais extrêmement pollué en Mars. Importants travaux de nettoyage</p> <p><u>7 MARS 1979</u></p> <p>L'état est analogue à celui des stations voisines ; en haut du marais, les plaques d'asphalte sont nombreuses. Plus bas, un dépôt sédimentaire de quelques mm recouvre les vasières imprégnées de pétrole. Les traces d'engins mécaniques sont nombreuses et profondes.</p>		F	F	F
<p><u>F 188 - PLAGE EST - ILE GRANDE</u></p> <p>La plage a été très polluée sur toute sa largeur ; d'importants travaux de nettoyage ont été entrepris.</p> <p><u>6 MARS 1979</u></p> <p>La surface de la plage est localement couverte de plaques ; un niveau pollué interstratifié se rencontre, à quelques centimètres</p>		m	F	F

SUIVI DES STATIONS SECTION N° 9	ETAT DE POLLUTION	{ m : moyen p: propre F : fort f: faible	SURFACE	EAU INTERSTITIELLE	PROFONDEUR
sous la surface au niveau de la terrasse, à 20 cm en haut de plage. L'eau interstitielle de la terrasse de basse mer est très polluée.					
<u>F 76 - TOUL AR STAON</u>					
Cette pointe rocheuse a été peu touchée.					
<u>6 MARS 1979</u>					
Les rochers sont légèrement pollués dans les parties abritées.					
<u>F 75 - KERENOC</u>					
78. Le marais et les rochers ont été extrêmement pollués en Mars					
<u>4 NOVEMBRE 1978</u>					
Cette station très abritée demeure extrêmement polluée; dans la partie supérieure du marais, les végétaux, morts, sont couverts de plaques d'asphalte; le sable grossier, également couvert partiellement d'asphalte, recèle à -10cm de profondeur un horizon très pollué; l'eau interstitielle est couverte d'une épaisse couche brune d'hydrocarbures. L'usage de moyens lourds pour nettoyer la terrasse de basse mer a contribué à l'enfouissement du pétrole.					
La tranchée creusée en Mars-Avril pour pomper les hydrocarbures fonctionne comme un piège à pétrole.					
<u>6 MARS 1979</u>					
Il y a très peu d'évolution par rapport à Novembre.					
<u>F 204 - LANDRELLEC (NOUVELLE STATION)</u>					
<u>6 MARS 1979</u>					
Les rochers sont encore pollués mais le sable est propre.					

<p style="text-align: center;">Novembre 1978</p>	<p style="text-align: center;">SECTION : 10</p> <p style="text-align: center;">ETAT GENERAL DE LA COTE</p>	<p style="text-align: center;">Mars 1979</p>
---	--	---

DE LA GREVE BLANCHE A COZ PORZ

La pollution est surtout localisée sur les rochers

L'ILE RENOTE est encore polluée dans la partie supérieure des rochers

LA POINTE DE PLOUMANACH est propre, à l'exception de quelques plaques de pétrole induré en haut des rochers

LA COTE ENTRE PLOUMANACH ET LE TRESTAOU est encore très polluée, en particulier la région de ROC'H HUIT.

LES PLAGES DE PERROS GUIRREC (TRESTIGNEL, TRESTAOU) sont propres mais les rochers les encadrant sont toujours pollués, comme en témoignent les petites quantités d'hydrocarbures qui s'en décollaient encore le 14 Novembre.

A L'EST DE PERROS GUIRREC jusqu'à PORT BLANC, les plages sont propres en surface (uniquement reconnaissance aérienne).

DE LA GREVE BLANCHE A COZ PORZ

La pollution est faible ou nulle

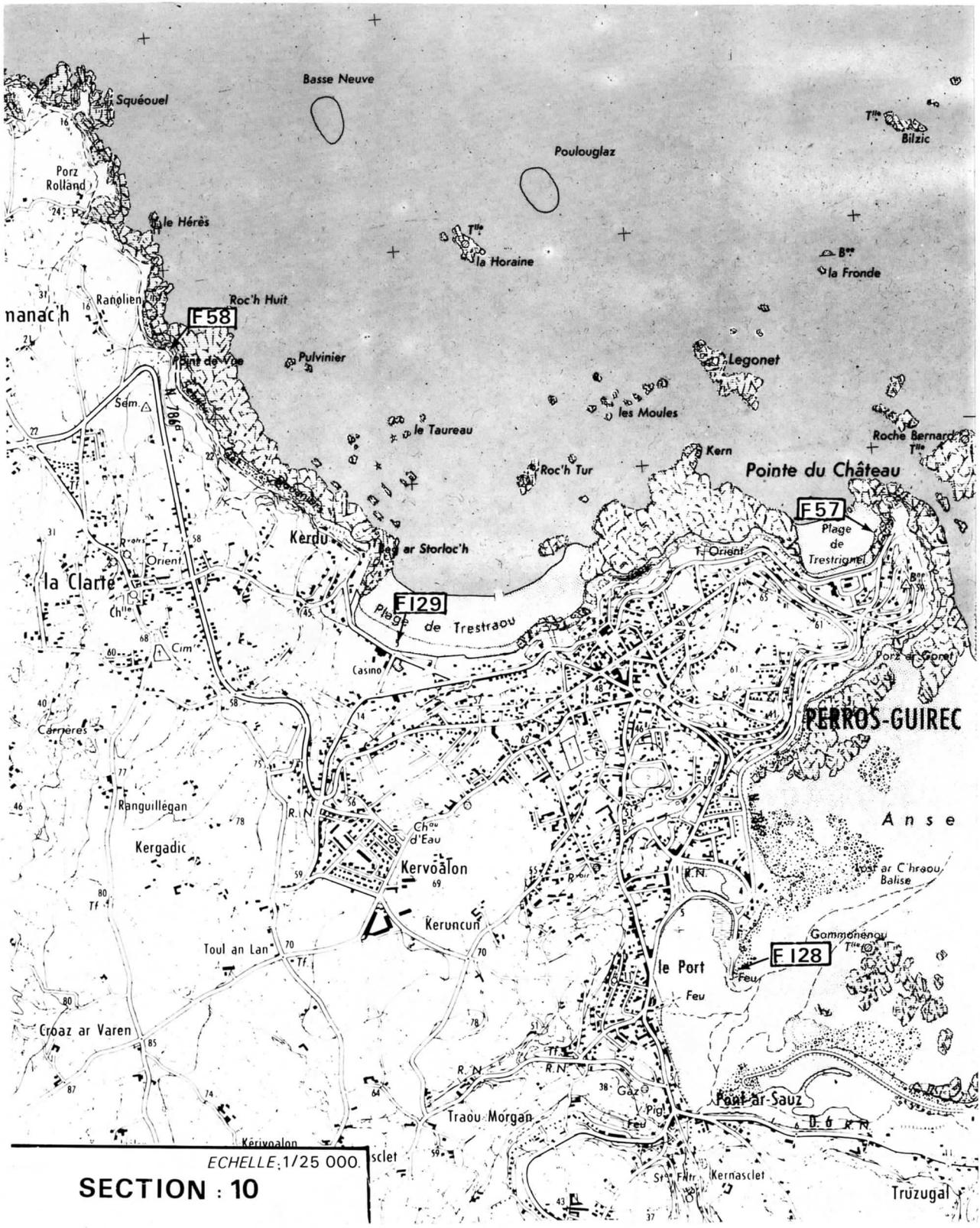
LA POINTE DE PLOUMANACH est propre, mais la côte est assez polluée plus à l'Ouest (station F 59)

ENTRE PLOUMANACH ET LE TRESTAOU

La côte rocheuse est localement très polluée (pas d'accès pour le nettoyage)

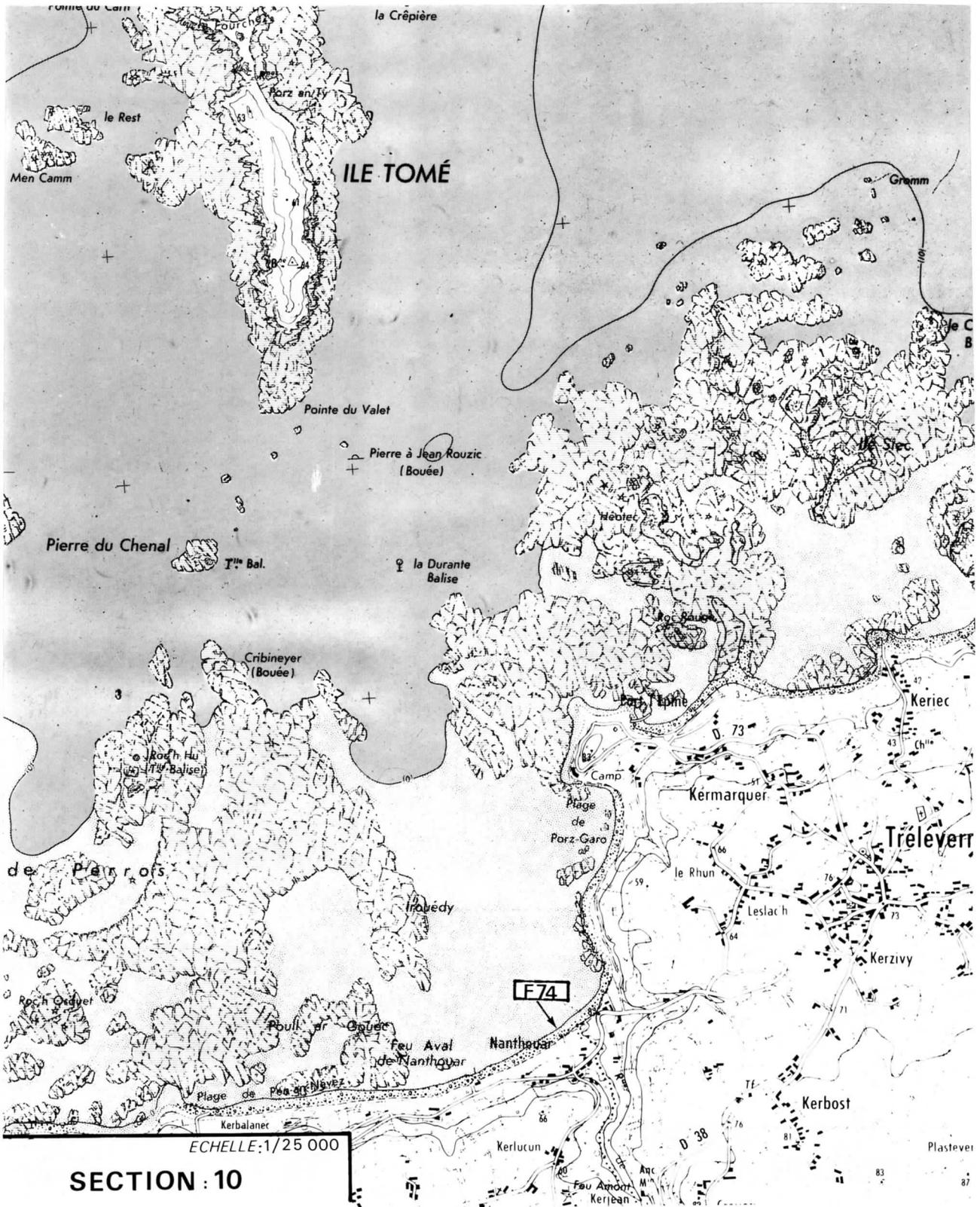
ENTRE LE TRESTAOU ET TRELEVERN, la côte est entièrement propre

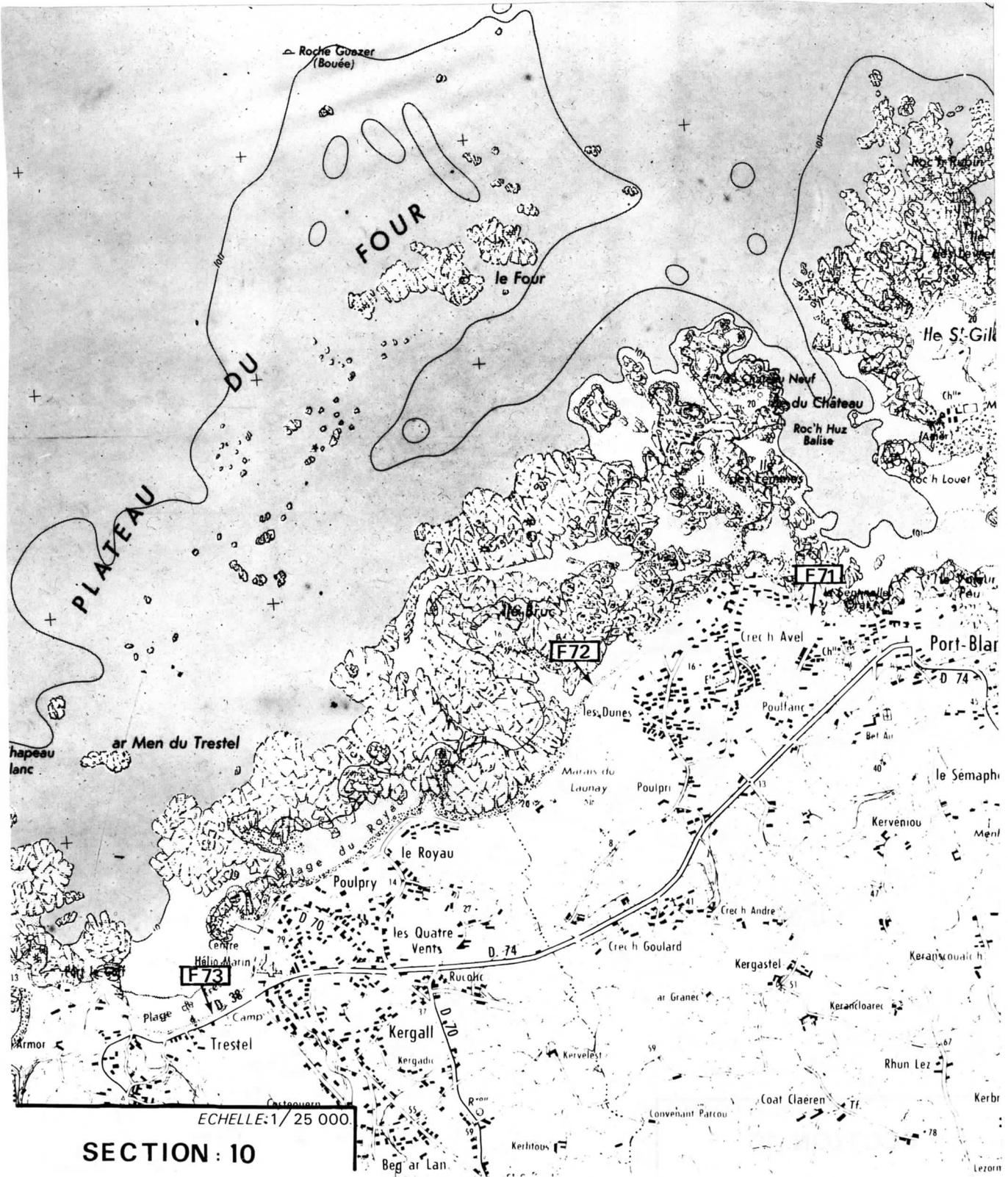
DE TRELEVERN A PORT BLANC, on trouve encore des niveaux pollués en profondeur



ECHELLE: 1/25 000

SECTION : 10





ECHELLE: 1/25 000
SECTION: 10



SUIVI DES STATIONS SECTION N° 10	ETAT DE POLLUTION { n : moyen p: propre } F : fort f: faible	SURFACE	EAU INTERSTITIELLE	PROFONDEUR
<u>F 131 - LA GREVE BLANCHE</u> La plage a été touchée. Les rochers pollués ont été nettoyés au jet d'eau <u>6 MARS 1979</u> La plage est propre en surface et en profondeur. L'eau interstitielle est légèrement polluée en milieu de plage. Les rochers sont généralement propres.		fp	f	p
<u>F 60 - COZ PORZ</u> Cette station a été peu touchée <u>6 MARS 1979</u> Le site est entièrement propre en surface (quelques traces sur les rochers). Cependant, on trouve un niveau pollué interstratifié à 20 cm de profondeur, épais de 2 cm. Ce niveau, localisé entre les 2 cales, est situé à la limite sable fin-sable grossier (sous le sable grossier)		p	p	m
<u>F 130 - PLOUMANACH (PORT)</u> Cette station a été faiblement touchée <u>6 MARS 1979</u> A l'exception de quelques traces sur les rochers, le site est entièrement propre		fp	p	p
<u>F 59 - PLOUMANACH NORD = AMC 24</u> Cette station a été beaucoup plus touchée que la précédente <u>6 MARS 1979</u> Un nouveau profil a été établi (AMC 24). Les rochers ainsi que le haut de plage sont peu pollués ; par contre, le bas de la plage et la terrasse de basse mer présentent des affleurements de plaques d'hydrocarbures et des niveaux interstratifiés (à 20 cm de profondeur en bas de plage, à 2 ou 3 cm au niveau de la terrasse). L'eau interstitielle est polluée.		m	m	m
<u>F 58 = AMC 21 - ROC'H HUIT</u> (Voir photographie n° 7) Cette station, rocheuse, épargnée en Mars 78, a été très polluée en Avril lors de l'inversion des vents. <u>3 NOVEMBRE 1978</u> La partie supérieure de l'estran est très fortement polluée. Les rochers sont entièrement englués, de la "mousse" non altérée est encore visible.		F	-	-

SUIVI DES STATIONS SECTION N° 10	ETAT DE POLLUTION { m : moyen p: propre F : fort f: faible	SURFACE	EAU INTERSTITIELLE	PROFONDEUR
<u>6 MARS 1979</u> On observe une légère évolution favorable, mais la station demeure très polluée		F	-	-
<u>F 129 - PLAGE DU TRESTAOU</u> <u>6 MARS 1979</u> Le site est entièrement propre		p	p	s
<u>F 57 - PLAGE DE TRESTIGNEL</u> <u>6 MARS 1979</u> Le site est entièrement propre		p	p	p
<u>F 128 - PORT DE PERROS-GUIRREC</u> <u>6 MARS 1979</u> Le port est entièrement propre		p	p	p
<u>F 74 - TRELEVERN</u> Les rochers ont été très pollués en Mars 78 <u>6 MARS 1979</u> Les rochers et galets sont encore légèrement pollués ainsi que l'eau interstitielle au niveau de la terrasse de basse mer		f	f	f
<u>F 73 - PLAGE DE TRESTEL</u> Visité en Mars et en Avril 78, cette station était peu polluée <u>6 MARS 1979</u> Les galets sont légèrement pollués, ainsi que l'eau interstitielle de la terrasse de basse mer. En haut de plage, on observe un niveau interstratifié de 2 cm d'épaisseur, à 20 cm de profondeur		f	f	m
<u>F 72 - LES DUNES- PORT BLEUC</u> La plage de galets était très fortement polluée en Mars 78, mais le secteur était largement nettoyé dès le mois d'Avril <u>6 MARS 1979</u> Le site est entièrement propre à l'exception de quelques irrigations de l'eau interstitielle de la terrasse de basse mer. On observe les vestiges d'une tranchée de pompage du pétrole sur la terrasse, sans qu'il y ait accumulation de la pollution		p	f	p

<p align="center">Novembre 1978</p>	<p align="center">SECTION : 11</p> <p align="center">ETAT GENERAL DE LA COTE</p>	<p align="center">Mars 1979</p>
--	--	--

DE PORT BLANC A LA POINTE DU CHATEAU

La pollution est moyenne à forte, en particulier sur les îlots.

DE LA POINTE DU CHATEAU AU JAUDY

La côte est propre

DU JAUDY AU SILLON DU TALBERT

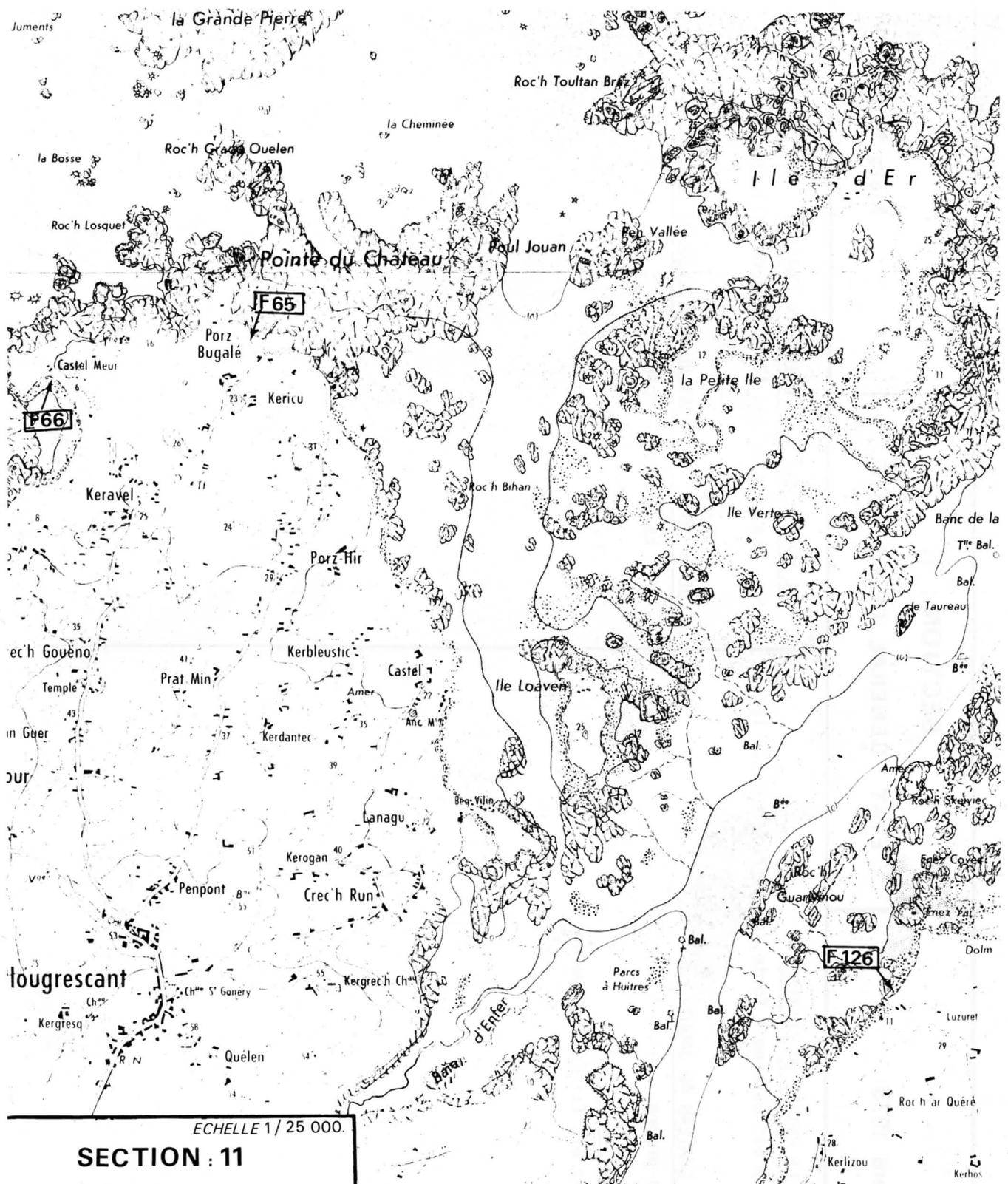
La pollution est faible ou moyenne

DE PORT BLANC A LA POINTE DU CHATEAU

La côte et les îlots restent pollués

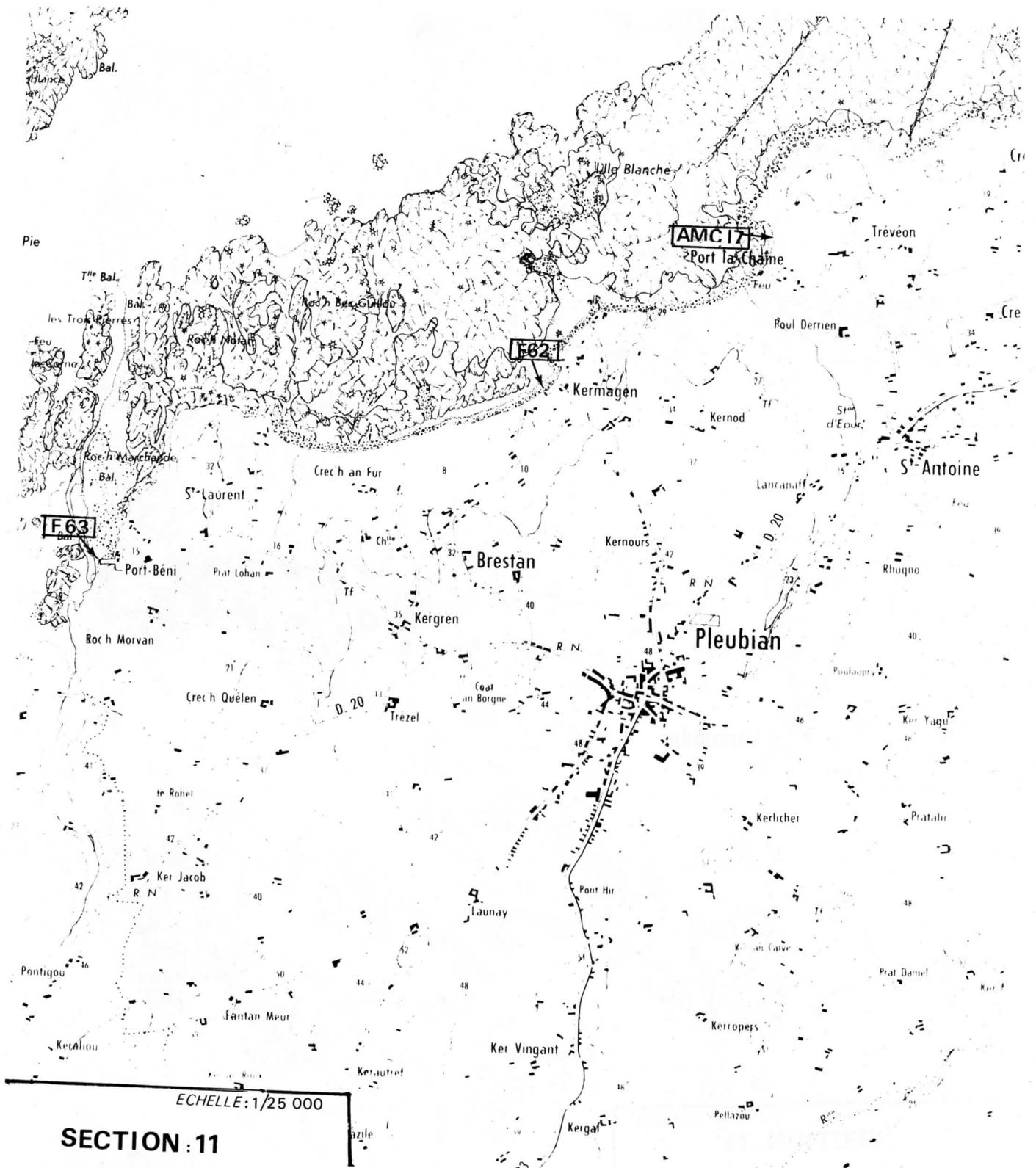
DE LA POINTE DU CHATEAU AU SILLON DU TALBERT

La côte est propre



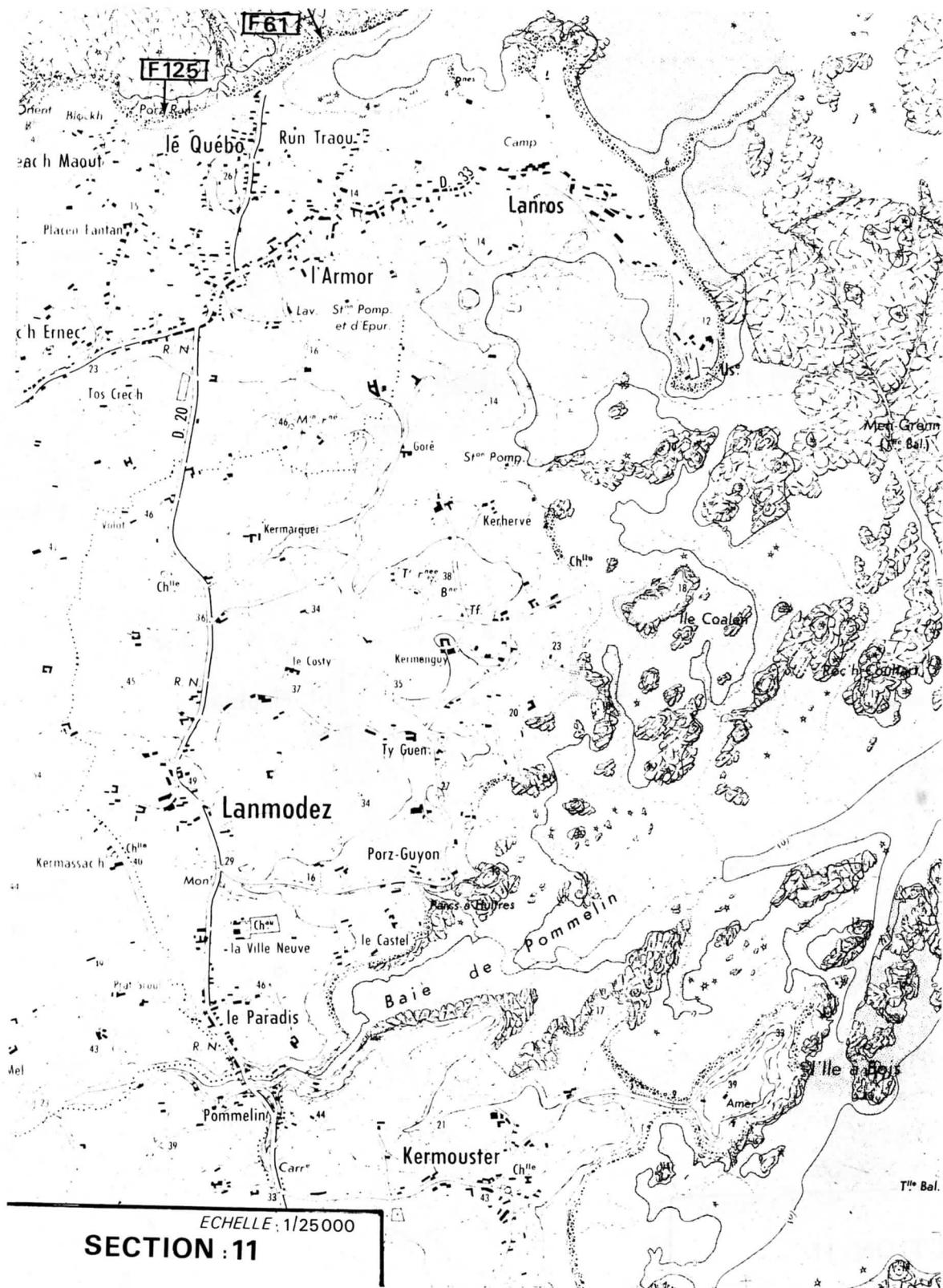
ECHELLE 1 / 25 000.

SECTION : 11



ECHELLE: 1/25 000

SECTION : 11



SECTION : 11
 ECHELLE : 1/25000

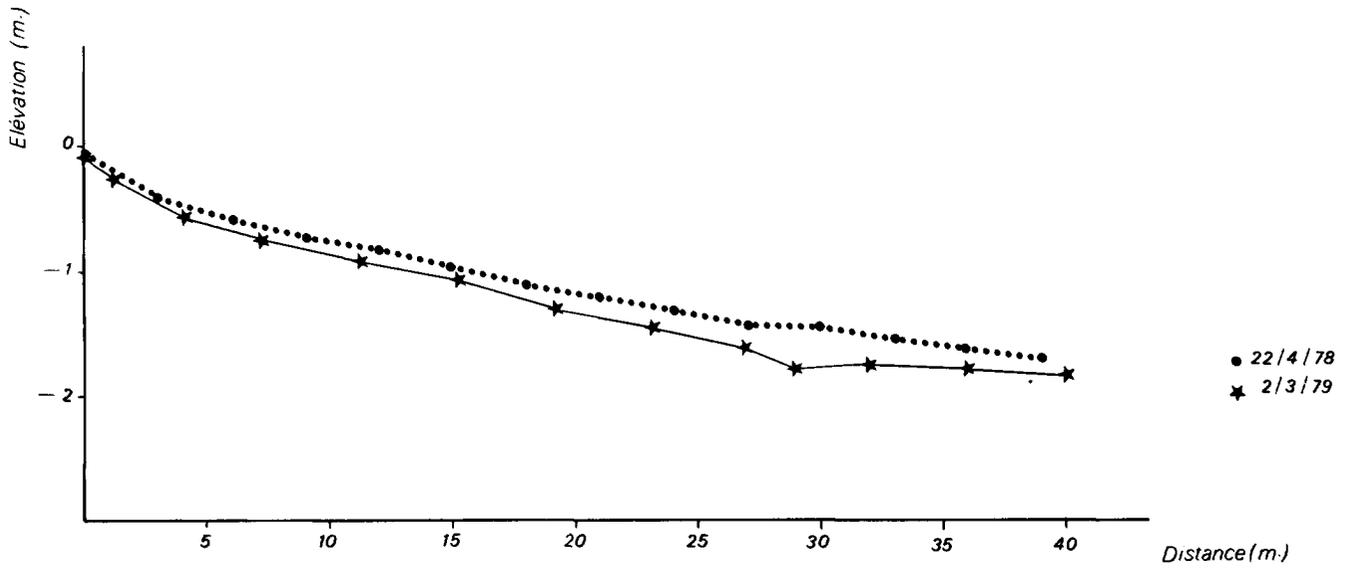
SUIVI DES STATIONS SECTION N° 11	ETAT DE POLLUTION { m : moyen p: propre F : fort f: faible	SURFACE	EAU INTERSTITIELLE	PROFONDEUR
<u>F 71 - PORT BLANC</u> Le site a été peu touché. <u>5 MARS 1979</u> Entièrement propre		p	p	p
<u>F 70 - ANSE DE PELLINEC</u> Le marais et la plage ont été très pollués en Mars 78 <u>5 MARS 1979</u> La station demeure extrêmement polluée ; le haut de plage est couvert de plaques d'asphalte ; la face de la plage et la terrasse sont propres en surface mais immédiatement sous la surface, on observe une forte imprégnation de pétrole. La végétation du marais n'a pas repris ; les irisations sont abondantes en surface.		F	F	F
<u>F 69 - COZ CASTEL</u> La station a été très polluée en Mars 78 <u>5 MARS 1979</u> Les rochers en haut de plage sont assez pollués ; la face de la plage est partiellement couverte de plaques d'asphalte. La terrasse de basse mer est très fortement remaniée par les engins qui ont participé au nettoyage ; on observe très nettement une plus forte imprégnation du sédiment par le pétrole dans les zones remaniées.		m	m	F
<u>F 127 - ANSE DE GOUERMEL</u> Cette station était peu polluée en Avril 78 <u>5 MARS 1979</u> Les rochers et la surface de la plage sont propres ; en haut de la plage, on observe un niveau pollué de 5 cm d'épaisseur, interstratifié à 35 cm de profondeur.		p	p	m
<u>F 68 - KERGONET</u> Station très fortement polluée en Mars 78 ; l'effet de piègeage par les baies crenelées accentuait le phénomène. <u>5 MARS 1979</u> Les rochers et la plage sont propres ; par contre, la terrasse de basse mer, qui a été hersée, présente encore de nombreux encroutements de pétrole		m	p	p
<u>F 67 - PORZ SCAFF</u> L'anse était très polluée en Mars et Avril 78. En Juillet, une épaisse couche de galets pollués s'observait en haut de plage.				

SUIVI DES STATIONS SECTION N° 11	ETAT DE POLLUTION } m : moyen p: propre F : fort f: faible	SURFACE	EAU INTERSTITIELLE	PROFONDEUR
<u>5 MARS 1979</u> La plage est propre en surface; on retrouve un niveau pollué de 2 cm d'épaisseur, interstratifié à 25 cm de profondeur, immédiatement au dessus de la couche d'argile. L'eau interstitielle est polluée en bas de plage		p	m	m
<u>F 66 - AMC 20 - CASTEL MEUR</u> Cette station a été extrêmement polluée à la fin du mois de Mars 78. <u>3 NOVEMBRE 1978</u> Au Sud de la station, les galets sont couverts d'un film luisant de pétrole, très adhérent. Un nouveau profil a été établi pour suivre l'évolution de la décontamination. La terrasse de basse mer, vaseuse, est fortement imprégnée de pétrole ; les rochers sont très sales. <u>5 MARS 1979</u> L'évolution est très faible par rapport à Novembre, on observe un ruissellement du pétrole, progressivement détaché des galets en haut de plage et qui contamine la terrasse de basse mer		F	m	m
<u>F 65 - POINTE DU CHATEAU</u> Cette station était peu touchée en Mars <u>5 MARS 1979</u> Le site est entièrement propre		p	p	p
<u>F 64 - TREGUIER</u> Aucune pollution observée en Mars 78 <u>5 MARS 1979</u> Entièrement propre		p	p	p
<u>F 126 - LUZURET</u> De faibles traces étaient observées sur les rochers en Mars 78 <u>5 MARS 1979</u> Entièrement propre		p	p	p
<u>F 63 - PORT BENI</u> Propre en Mars, la station présentait quelques laisses de pétrole en Avril 78 <u>5 MARS 1979</u> En haut de plage, la végétation a piégé des petites quantités		p	fp	p

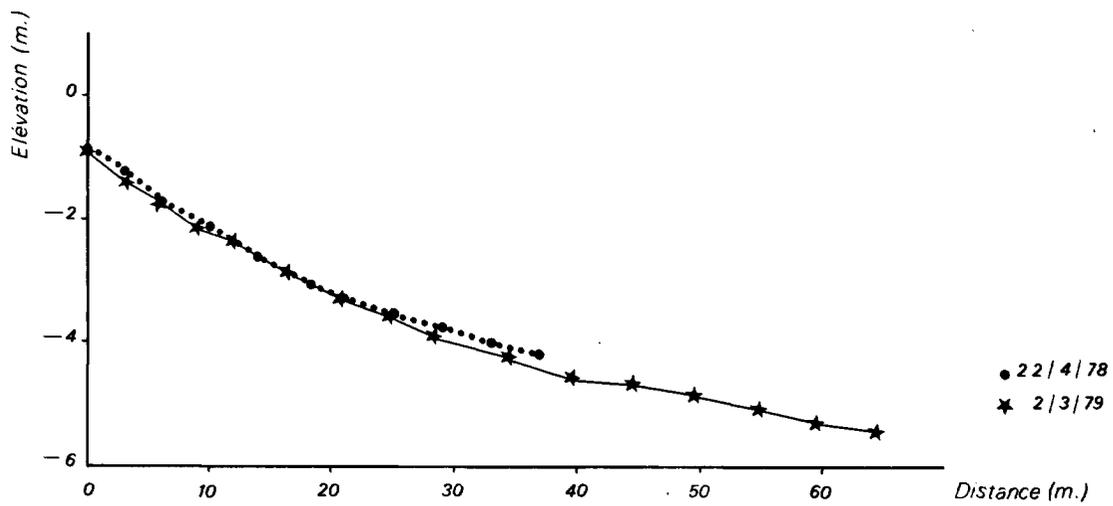
SUIVI DES STATIONS SECTION N° 11	ETAT DE POLLUTION { m : moyen p: propre F : fort f: faible	SURFACE	EAU INTERSTITIELLE	PROFONDEUR
<p>de pétrole. La plage est entièrement propre, seules quelques irisations de l'eau interstitielle sont visibles.</p>				
<p><u>F 62 - KERMAGEN</u> Très peu touché en Mars 78. <u>5 MARS 1979</u> Le site est entièrement propre</p>		p	f	p
<p><u>AMC 17 - PORT LA CHAINE</u> Station très fortement polluée en Mars 78 ; en Avril, le pétrole était interstratifié à 15 cm de profondeur, niveau que l'on retrouvait à la même profondeur en Juillet. <u>3 NOVEMBRE 1978</u> - Les rochers sont propres - En haut de plage, le sable est propre en surface, mais l'horizon interstratifié, épais de 5 cm, se retrouve à 7 cm de profondeur <u>5 MARS 1979</u> Le site est entièrement propre ; le niveau interstratifié a été décapé</p>		p	m	m
<p><u>F 125 - PLAGE DE PORZ RAN</u> Station très peu polluée en Mars 78 <u>5 MARS 1979</u> Entièrement propre</p>		p	p	p
<p><u>F 61 - SILLON DU TALBERT</u> Légèrement touchée en Avril 78 <u>5 MARS 1979</u> Quelques traces sur les rochers ; le site est propre</p>		p	p	p

ANNEXE 2
PROFILS DE PLAGES

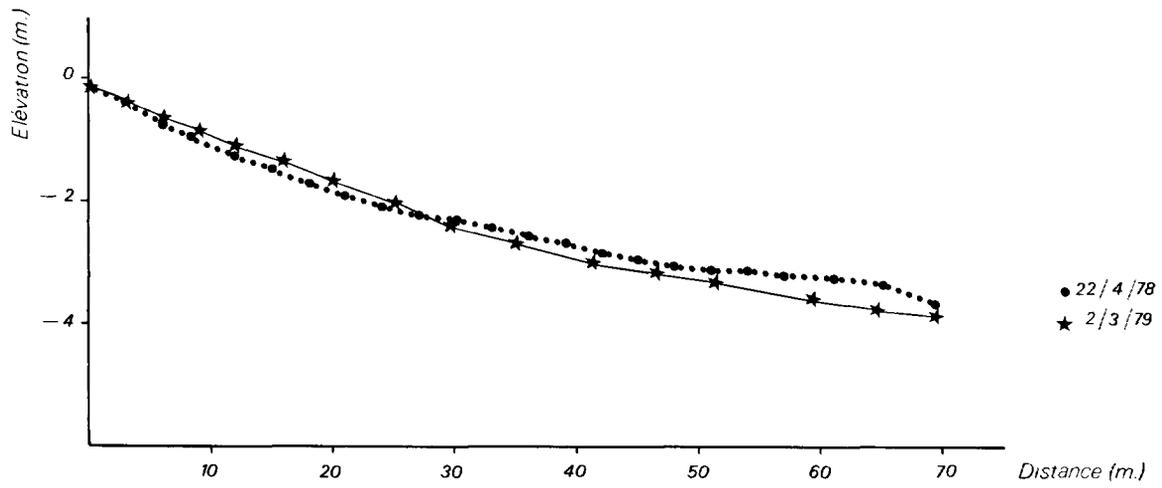
AMC 1 Portsall



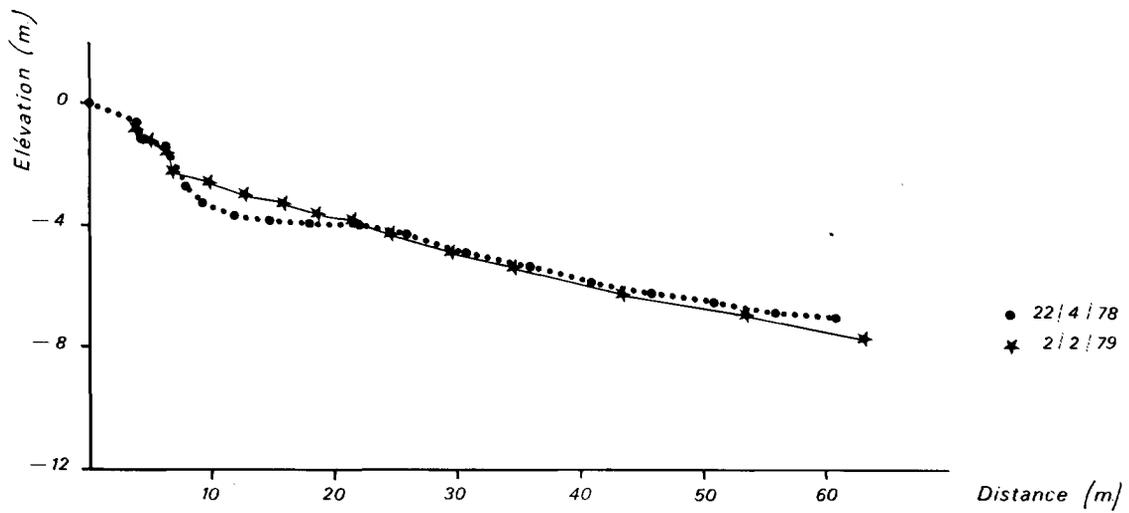
AMC 2 Portsall



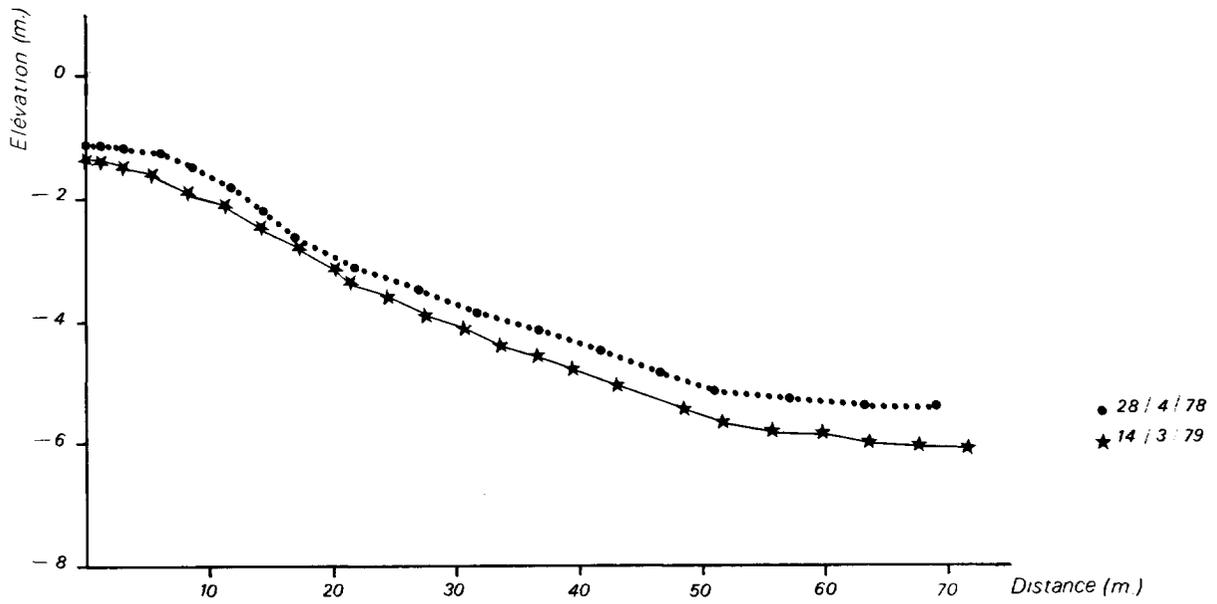
AMC 3 Portsall nord



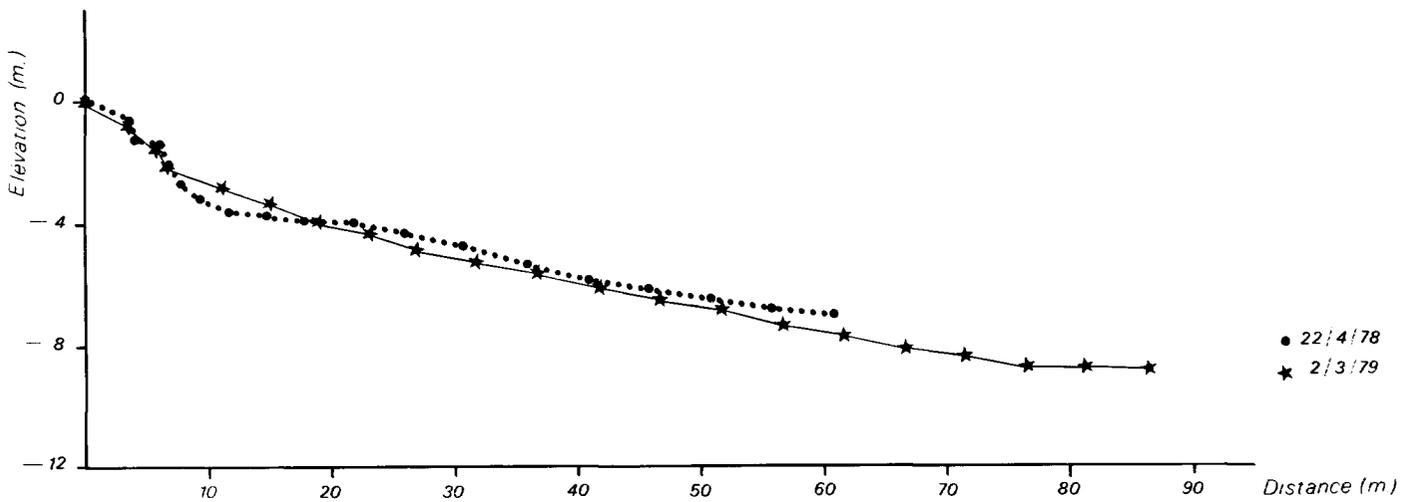
AMC 4 Les Dunes



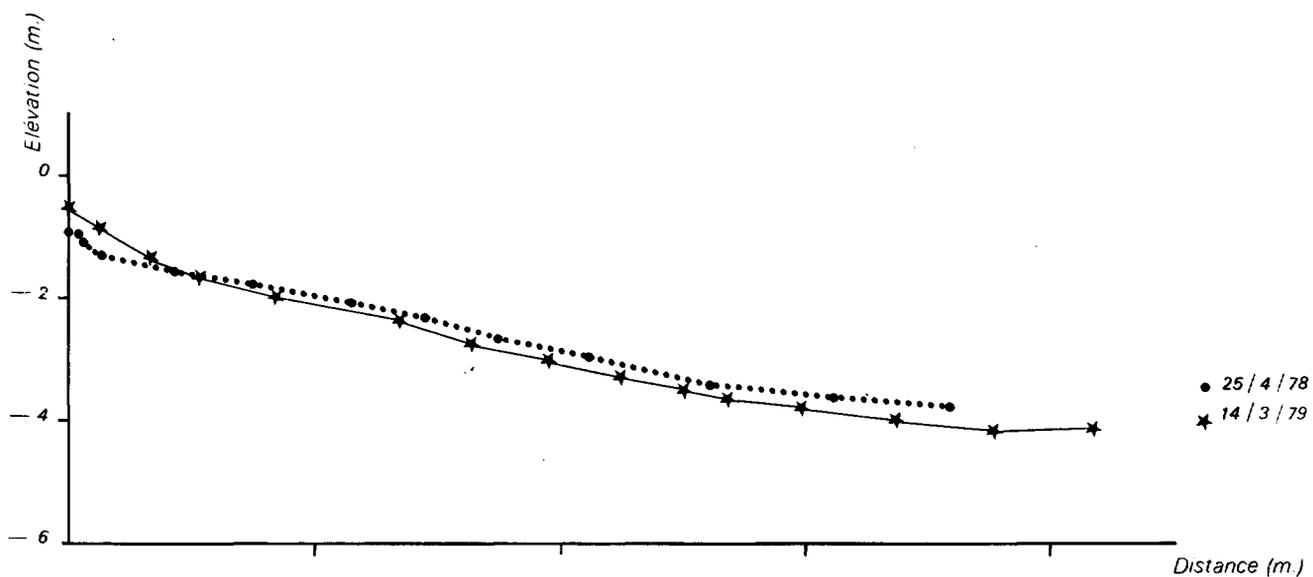
AMC 7 Roscoff



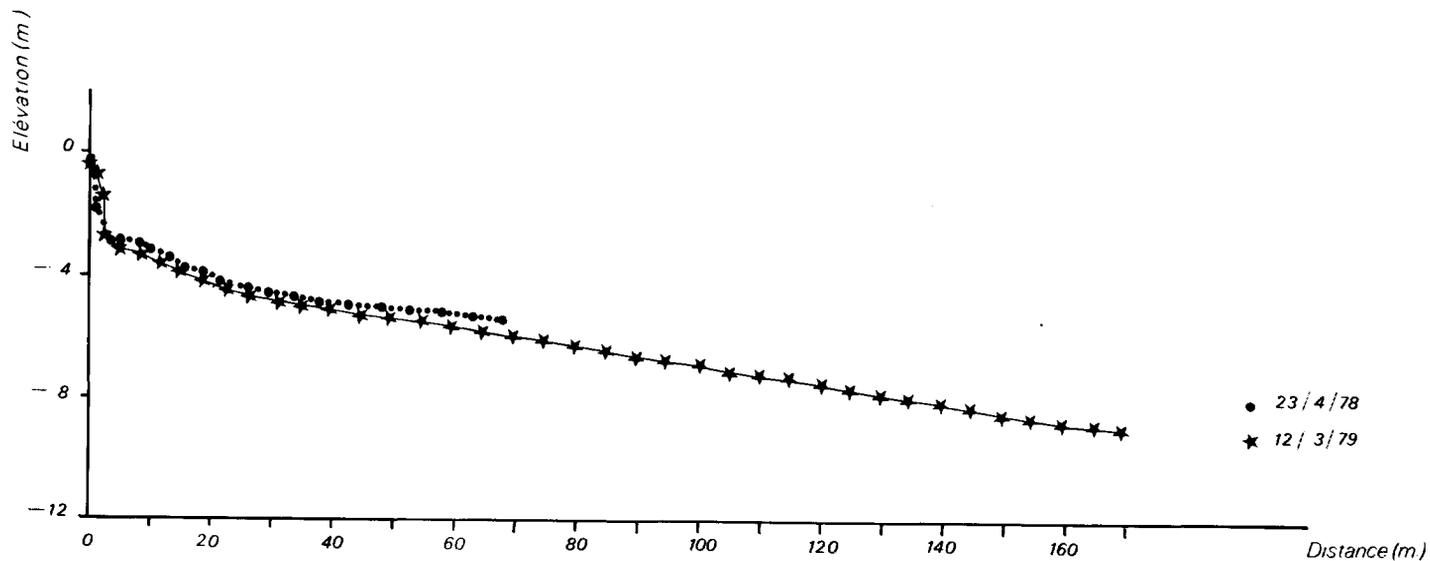
AMC 4 Les Dunes



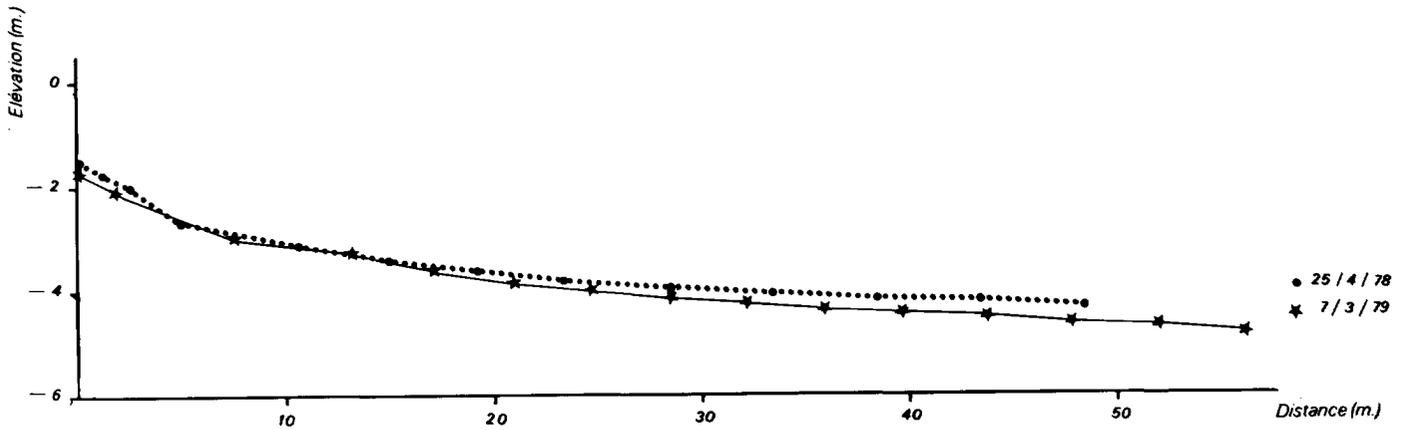
AMC 8 Roscoff Ouest



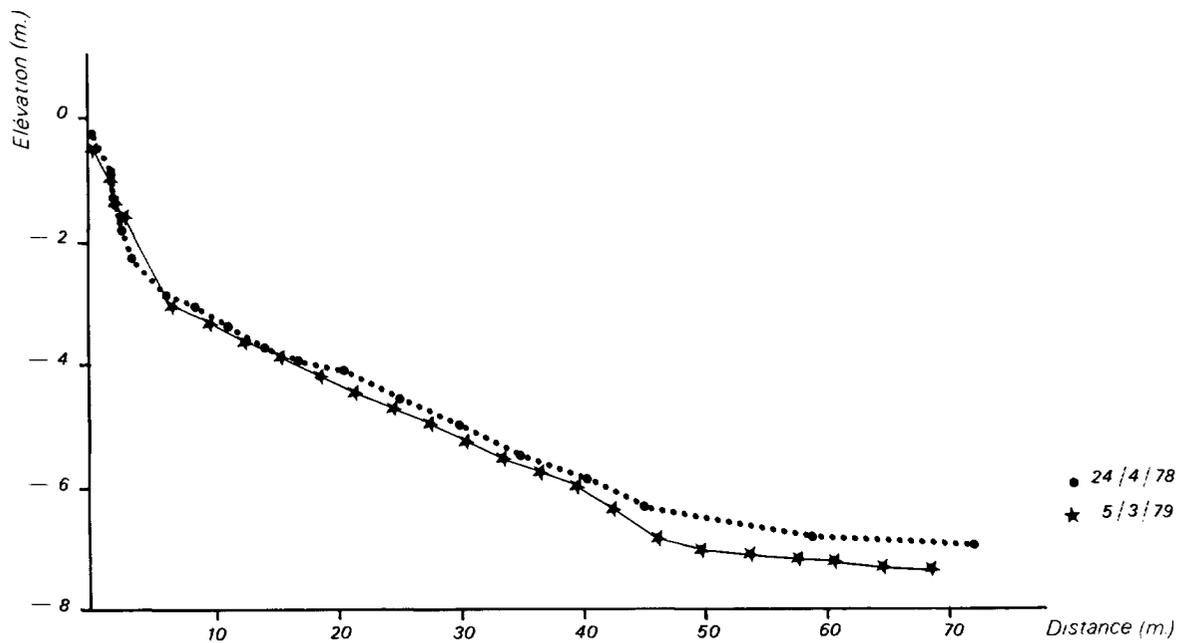
AMC 13 Neiz Vran



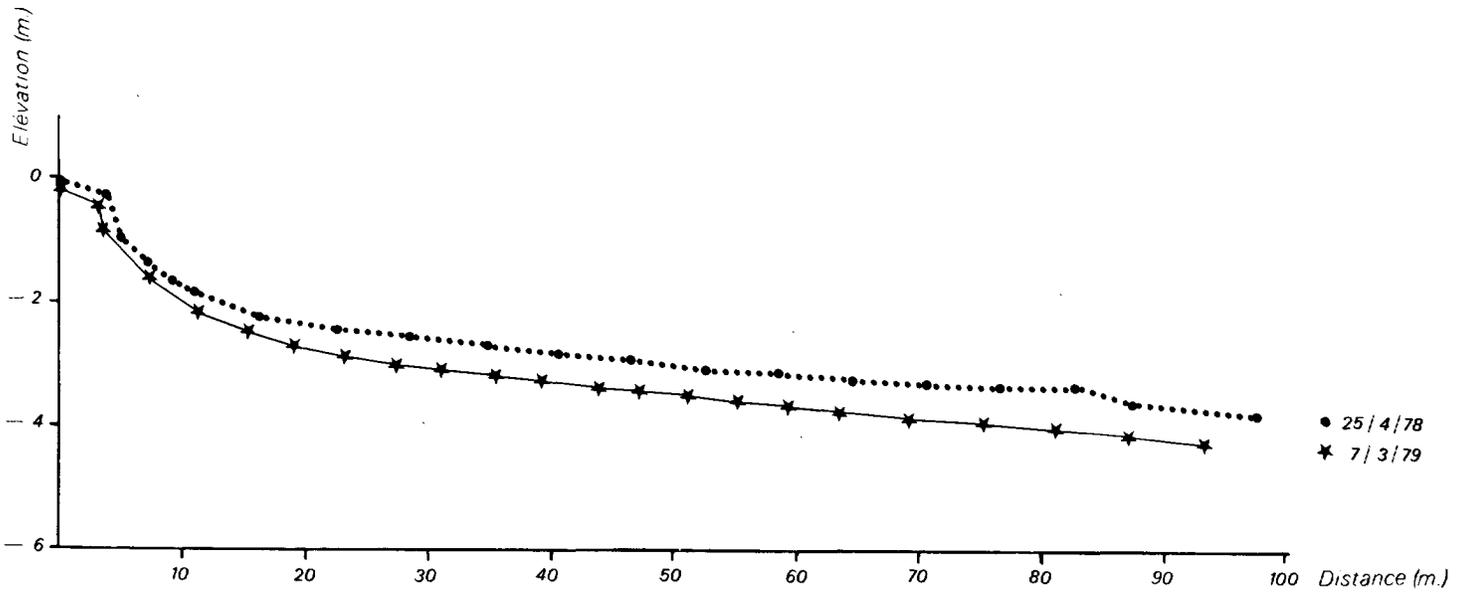
AMC 15 St Michel en Grèves



AMC 17 Port la Chaîne



AMC 19 S^t Michel en Grèves



ANNEXE 3

DOCUMENTS PHOTOGRAPHIQUES

Photos 1, 13 : A. Le Verge
Photos 2, 3, 7, 8, 12, 14, 15 : S. Berné
Photos 4, 6, 9, 10, 11, 16, 18, 19 : L. D'Ozouville
Photos 5, 17 : V. Chapron

PLANCHE 1 - POINTE DE SEHAR (STATION AMC 16)

PHOTO 1 : RECONNAISSANCE AERIENNE DU 11 AVRIL 1978

Cette image illustre le piégeage des hydrocarbures par les pointes exposées au vent. Le cordon de galets a été très fortement pollué à plusieurs reprises : on distingue des engins de nettoyage en action (partie gauche de l'image) tandis que de nouveaux dépôts de "mousse au chocolat" s'accumulent sur les rochers. On remarque également la présence de 4 fosses creusées en bordure de l'étang du VORLEN.

PHOTO 2 : CAMPAGNE DE TERRAIN DE NOVEMBRE 1978

Une partie des galets demeure fortement polluée en surface.

PHOTO 3 : CAMPAGNE DE TERRAIN DE MARS 1979

Le même site présente peu d'évolution par rapport à Novembre ; le pétrole altéré forme une gangue enveloppant les galets qui s'oppose au nettoyage en profondeur.

PHOTO 4 : CAMPAGNE DE TERRAIN DE MARS 1979

Immédiatement sous la gangue de pétrole altéré, persistance d'hydrocarbures d'aspect très "frais".



1

2



4

3



PLANCHE 2 - POLLUTION DES COTES ROCHEUSES

PHOTO 5 : POINTE OUEST DE L'ILE DE BATZ - 14 NOVEMBRE 1978

Cette pointe rocheuse a été très fortement polluée dès le 21 Mars 1978 ; par la suite, elle a bénéficié d'un autonettoyage important et a retrouvé son aspect d'origine avant même la période de tempêtes hivernales.

PHOTO 6 : PORTSALL - 2 MARS 1979 - STATION AMC 2

Les rochers et cailloutis, quand ils sont situés dans une zone de faible énergie, peuvent demeurer pollués longtemps après la catastrophe ; il se forme alors une gangue de pétrole altéré.

Ces plaques d'hydrocarbures de l'"AMOCO CADIZ" sont cependant beaucoup moins adhérentes que celles provenant du "BOEHLEN".

PHOTO 7 : ROC'H HUIT - 3 NOVEMBRE 1978 - STATION F 58

Un autre facteur s'opposant à l'autonettoyage des rochers est l'existence de terrasses d'érosion dont la structure en escalier atténue le brassage des vagues dans la partie supérieure de l'estran. Revisitée en Mars 1979, cette station demeurait très polluée.



5

6

7



PLANCHE 3 - EMPREINTES DE L'ARRIVEE DES NAPPES

PHOTO 8 : MARAIS DE KERLOUARN- 12 MARS 1979 - STATION AMC 14

Les marais de KERLOUARN communiquent avec la mer par un étroit goulet bordé de rochers qu'il aurait été facile d'obstruer provisoirement d'autant plus que le pétrole a pénétré très lentement, par une mer calme comme en témoignent les marques absolument rectilignes.

PHOTO 9 : BOUTROUILLE - 12 MARS 1979 - STATION F 46

Cette photographie traduit la forme en biseau des nappes et l'amaigrissement de la plage par rapport au moment de la pollution, ce qui explique qu'aucun niveau interstratifié ne soit visible à cette station.

PHOTO 10 : CARREC Zu - 12 MARS 1979 - STATION F 48

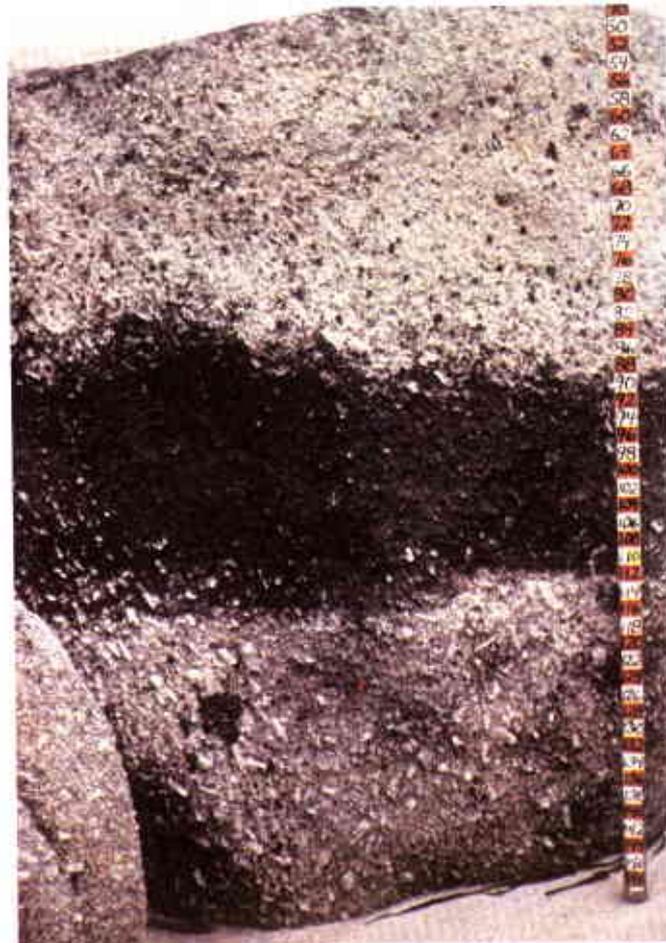
Cette empreinte traduit l'amaigrissement de 38 cm de la plage par rapport au moment de l'arrivée de la nappe, dont l'épaisseur était de 25 cm environ.



8



9



10

PLANCHE 4 - POLLUTION DES PLAGES DE SABLE FIN

PHOTO 11 : PLAGES DE KERROS - 31 MARS 1978 - STATION AMC 4

L'arrivée successive de plusieurs nappes, coïncidant avec une phase d'engraissement de la plage, provoque l'interstratification de plusieurs niveaux pollués (voir aussi figure dans le texte).

PHOTO 12 : DUNES DE TREOMPAN - 1ER FEVRIER 1979 - STATION AMC 5

Cette image illustre plusieurs phénomènes :

- La coïncidence de marées de fort coefficient avec une violente tempête provoque au début du mois de Février un amaigrissement des plages. Ce phénomène se concrétise, en haut de plage, par l'existence d'un véritable "front de taille" ; l'érosion ainsi produite met à jour un niveau pollué ayant été interstratifié l'année précédente, et qui apparaît en relief du fait de sa plus forte cohésion par rapport au sable propre.
- La tempête et les courants de marée ont sans doute provoqué également un déplacement de l'épave d'où une petite quantité d'hydrocarbures s'est échappée pour se déposer en une fine pellicule dans les zones sous le vent.

PHOTO 13 : PLAGES DE TRESMEUR - 17 MARS 1979 - STATION F 80

Bel exemple de baie crénelée exposée à l'Ouest, cette plage très polluée en Mars 1978 a retrouvé un an après la catastrophe sa propreté de surface ; cependant, la visite du 7 Mars 1979 révélait une interstratification de pétrole à 24 cm de profondeur et une légère pollution de l'eau interstitielle.



◀ 11



◀ 12



◀ 13

PLANCHE 5 - PHENOMENES DE POLLUTION EN PROFONDEUR

PHOTO 14 : PLAGE DE ST CAVA - 8 MARS 1979 - STATION ACM 12

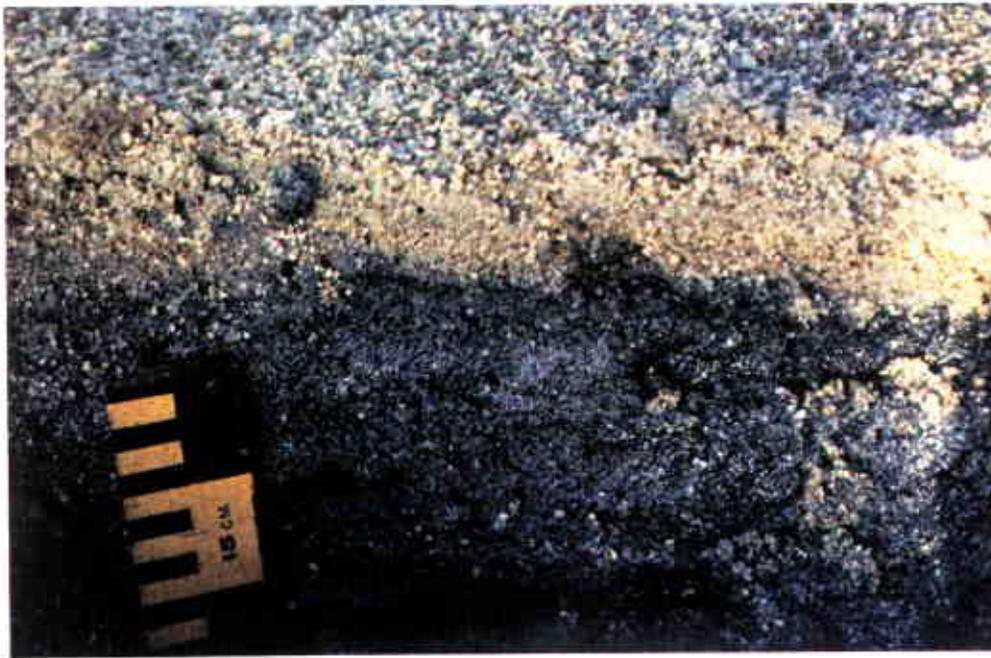
Les sables grossiers de la plage sont propres en surface, mais présentent, immédiatement sous celle-ci, une très forte imprégnation par les hydrocarbures.

PHOTO 15 : LAGADENOU - 14 MARS 1979 - STATION F 140

Le début de la terrasse de basse mer de cette station, propre en surface, présente une forte imprégnation ; l'eau interstitielle est couverte d'irrisations.

PHOTO 16 : PRESQU'ILE STE MARGUERITE - 9 AVRIL 1978

L'usage des engins lourds pour le nettoyage, souvent rendu indispensable compte tenu de l'importance des dépôts, doit être limité car il contribue à l'enfouissement du pétrole.



◀ 14



15 ▶



◀ 16

PLANCHE 6 - POLLUTION DES MARAIS

PHOTO 17 : RULOSQUET (ILE GRANDE) - 14 NOVEMBRE 1978 - STATION F 133

Les marais de l'ILE GRANDE ont été détruits à 75% par le pétrole et la décontamination est très faible. Entre la petite île de RULOSQUET (à gauche) et l'Ile Grande, on remarque une zone où le marais a été remblayé.

PHOTO 18 : ILE GRANDE - 7 MARS 1979 - STATION AMC 18

La partie basse du marais, vaseuse, présente, un an après la marée noire, les traces du passage des engins mécaniques qui ont contribué à imprégner de pétrole le sédiment en profondeur ; on remarque le développement d'algues vertes.

PHOTO 19 : ILE GRANDE - 7 MARS 1979 - STATION AMC 18

La partie haute des marais est partiellement couverte d'encroutements d'asphalte, mais les joncs demeurent vivants.



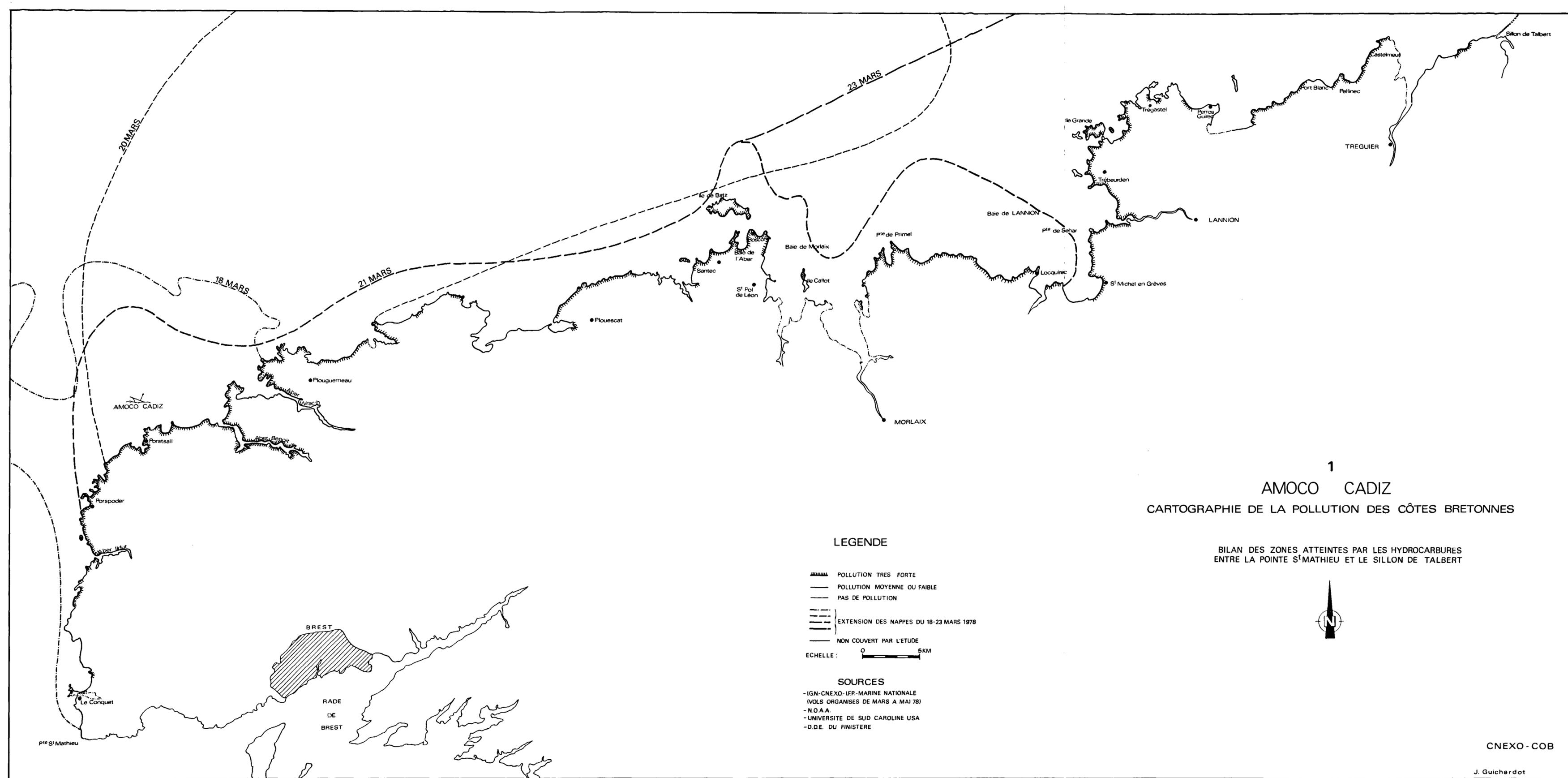
▲
17



▲
18



▲
19



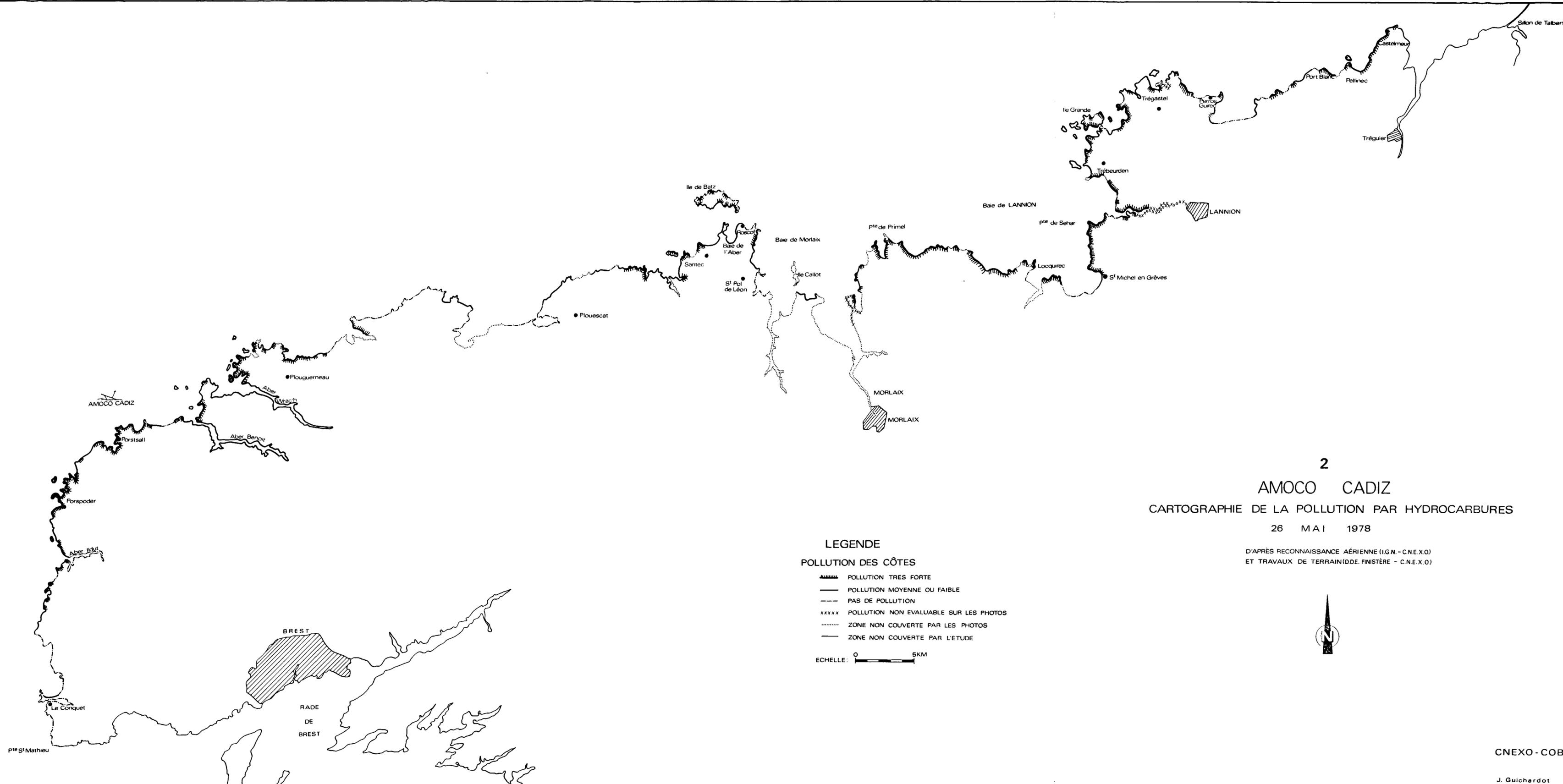
1
AMOCO CADIZ
 CARTOGRAPHIE DE LA POLLUTION DES CÔTES BRETONNES

BILAN DES ZONES ATTEINTES PAR LES HYDROCARBURES
 ENTRE LA POINTE S^TMATHIEU ET LE SILLON DE TALBERT

- LEGENDE**
- POLLUTION TRES FORTE
 - POLLUTION MOYENNE OU FAIBLE
 - PAS DE POLLUTION
 - EXTENSION DES NAPPES DU 18-23 MARS 1978
 - NON COUVERT PAR L'ETUDE
- ECHELLE :

- SOURCES**
- IGN-CNEXO-IFP-MARINE NATIONALE (VOLS ORGANISES DE MARS A MAI 78)
 - N.O.A.A.
 - UNIVERSITE DE SUD CAROLINE USA
 - D.D.E. DU FINISTERE





2

AMOCO CADIZ

CARTOGRAPHIE DE LA POLLUTION PAR HYDROCARBURES

26 MAI 1978

D'APRES RECONNAISSANCE AERIEUNE (I.G.N. - C.N.E.X.O.)
ET TRAVAUX DE TERRAIN (D.D.E. FINISTERE - C.N.E.X.O.)

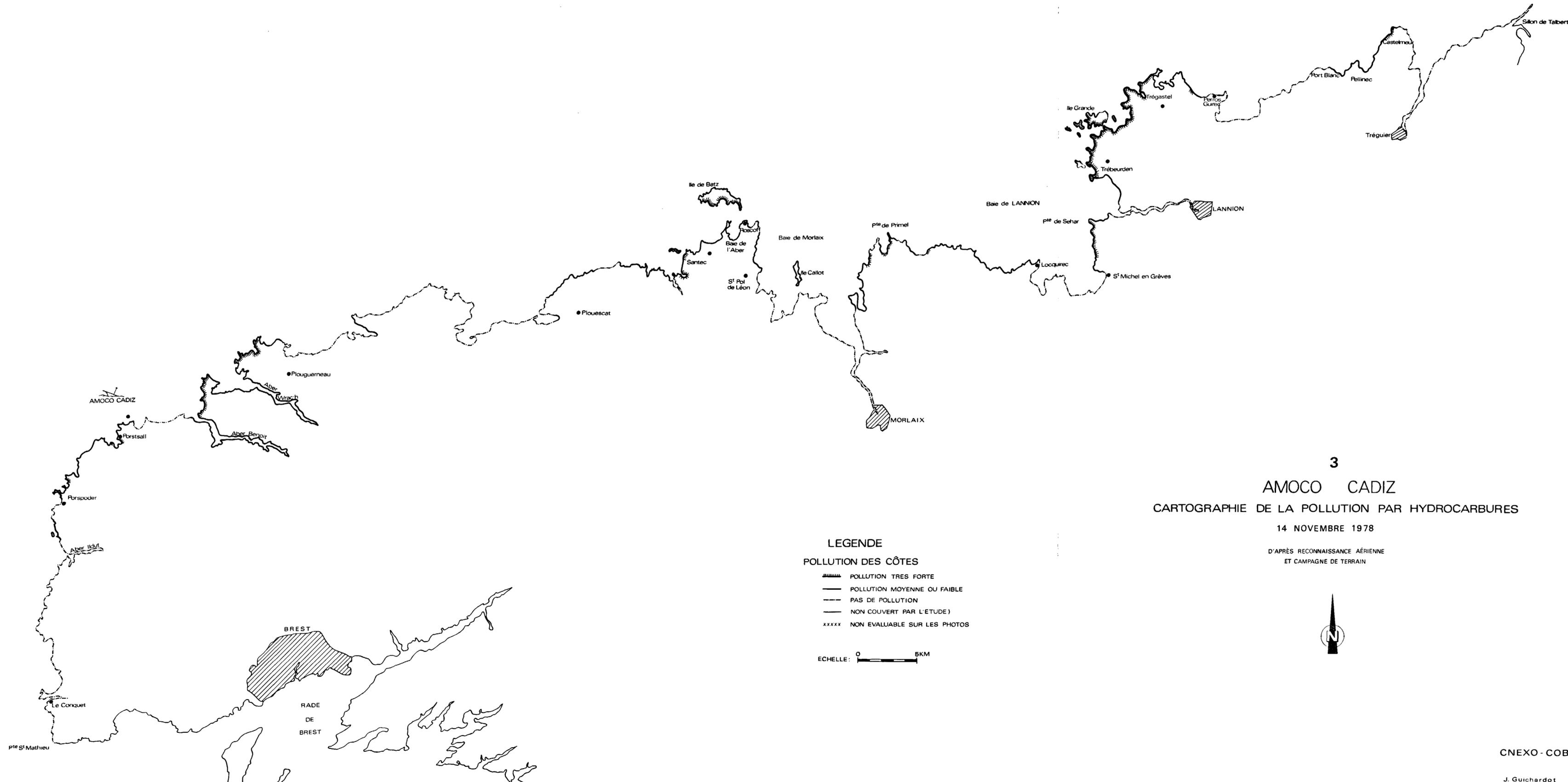
LEGENDE

POLLUTION DES CÔTES

-  POLLUTION TRES FORTE
-  POLLUTION MOYENNE OU FAIBLE
-  PAS DE POLLUTION
-  POLLUTION NON EVALUABLE SUR LES PHOTOS
-  ZONE NON COUVERTE PAR LES PHOTOS
-  ZONE NON COUVERTE PAR L'ETUDE

ECHELLE:  5KM





3

AMOCO CADIZ

CARTOGRAPHIE DE LA POLLUTION PAR HYDROCARBURES

14 NOVEMBRE 1978

D'APRÈS RECONNAISSANCE AÉRIENNE
ET CAMPAGNE DE TERRAIN

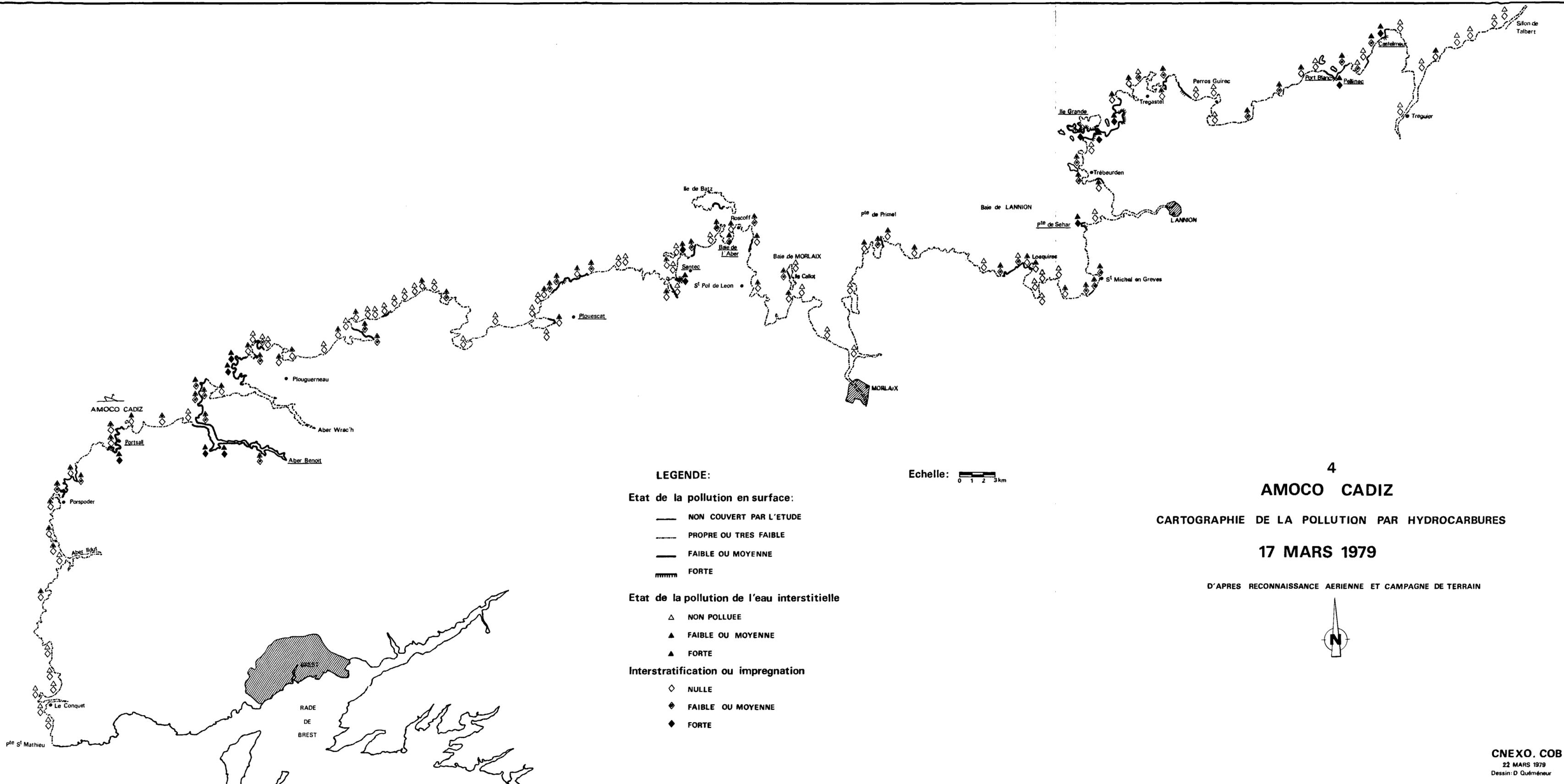
LEGENDE

POLLUTION DES CÔTES

-  POLLUTION TRÈS FORTE
-  POLLUTION MOYENNE OU FAIBLE
-  PAS DE POLLUTION
-  NON COUVERT PAR L'ÉTUDE
-  NON ÉVALUABLE SUR LES PHOTOS

ECHELLE:  5KM





LEGENDE:

Etat de la pollution en surface:

- NON COUVERT PAR L'ETUDE
- - - - PROPRES OU TRES FAIBLE
- FAIBLE OU MOYENNE
- mmmm FORTE

Etat de la pollution de l'eau interstitielle

- △ NON POLLUEE
- ▲ FAIBLE OU MOYENNE
- ▲ FORTE

Interstratification ou impregnation

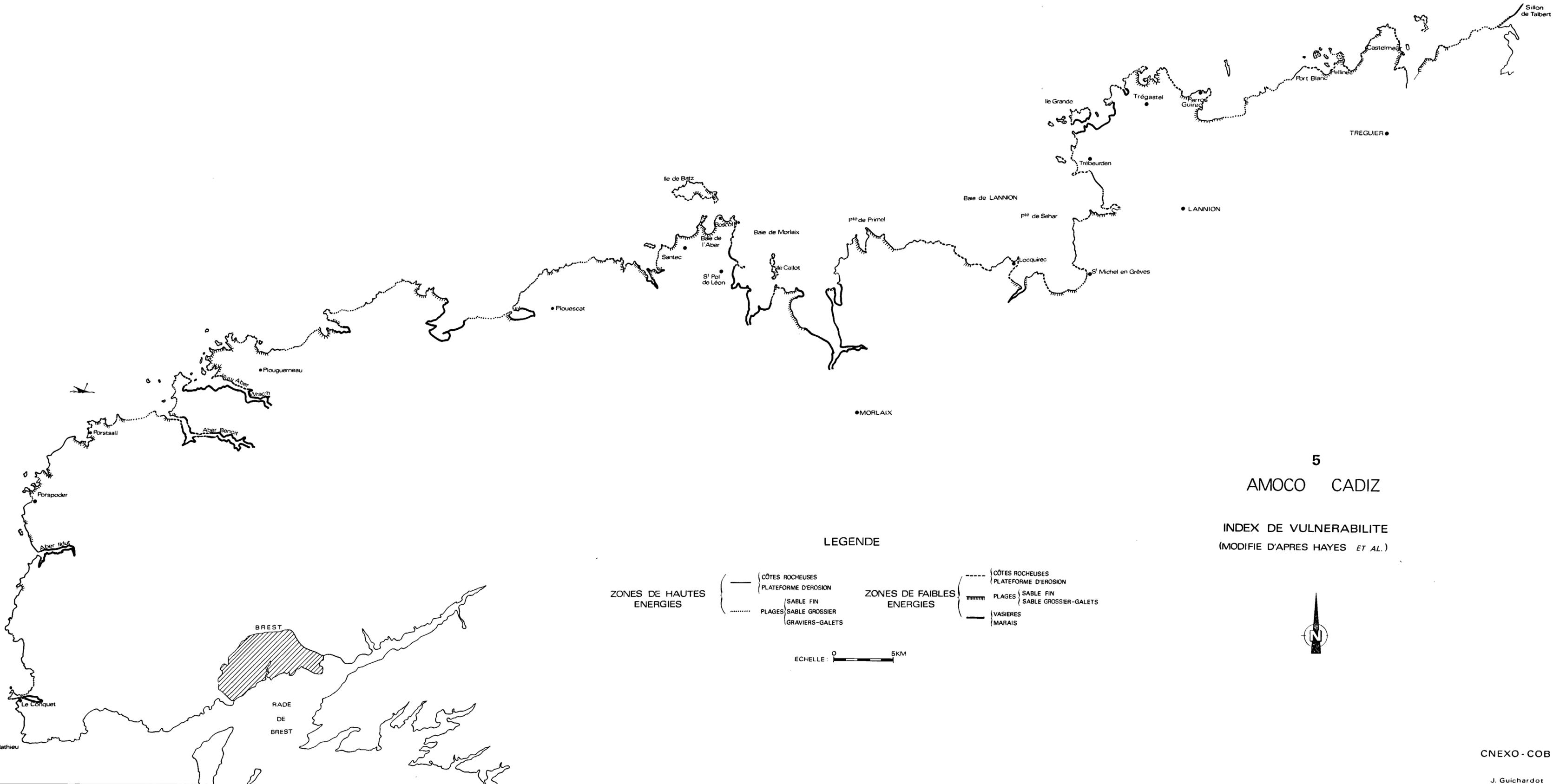
- ◇ NULLE
- ◆ FAIBLE OU MOYENNE
- ◆ FORTE

Echelle: 0 1 2 3 km

4
AMOCO CADIZ
 CARTOGRAPHIE DE LA POLLUTION PAR HYDROCARBURES
 17 MARS 1979

D'APRES RECONNAISSANCE AERIENNE ET CAMPAGNE DE TERRAIN





5

AMOCO CADIZ

INDEX DE VULNERABILITE
(MODIFIE D'APRES HAYES ET AL.)

LEGENDE

- | | | | | |
|--------------------------|-------|---|---------|-----------------------------------|
| ZONES DE HAUTES ENERGIES | — | CÔTES ROCHEUSES | - - - - | CÔTES ROCHEUSES |
| | | PLATEFORME D'EROSION | | PLATEFORME D'EROSION |
| | | PLAGES | ▒▒▒▒ | PLAGES |
| | | SABLE FIN
SABLE GROSSIER
GRAVIERS-GALET | | SABLE FIN
SABLE GROSSIER-GALET |
| | — | VASIERES | — | MARAI |

ECHELLE : 0 5KM

