

DIRECTION DE L'ENVIRONNEMENT ET DES RECHERCHES OCEANIQUES

ETAT ZERO DU MILIEU MARIN DE LA ZONE DE CORTOU

ETUDE DE TELEDETECTION

Résultats préliminaires de l'analyse de l'image SPOT du 3 août 1987

Alain GROTE

DOCUMENT PROVISOIRE

Service Applications de la Télédétection



ETAT ZERO DU MILIEU MARIN DE LA ZONE DE CORTIOU

ETUDE DE TELEDETECTION

Résultats préliminaires de l'analyse de l'image SPOT du 3 août 1987

Alain GROTE

DOCUMENT PROVISOIRE

DIRECTION ENVIRONNEMENT ET RECHERCHES OCEANIQUES

Service Applications de la Télédétection

SOMMAIRE

Introduction

1 - LES DONNEES TERRAIN

2 - LES DONNEES SPOT

a/ Les différents canaux de la scène CORTIOU

b/ Tracé de radiales

c/ Les données bateaux et l'image

d/ Première approche

e/ Histogramme bidimensionnel

CONCLUSION

Annexes

Ce travail a été effectué au Centre IFREMER de Brest, avec le matériel et les logiciels du Service DIT/GCI et du Service Applications de la Télédétection.

INTRODUCTION

La ville de Marseille a construit une station d'épuration pour traiter les rejets qui sont actuellement évacués directement en mer dans l'anse de Cortiou. Cette station effectuera d'une part le traitement des eaux et d'autre part celui des boues. Soixante dix pour cent des matières en suspension devraient être éliminées après la mise en service.

Un appel d'offre a été lancé par la Direction des Etudes et Travaux (Monsieur LAVERGNE) pour faire le point sur le rejet avant l'ouverture de la station. Ce programme "Etat Zéro" a été coordonné par le Centre d'Etude Technique de l'Equipement (C.E.T.E.) d'Aix en Provence (Madame VALERIO). Un tel programme comprenait :

- une vérité mer avec prélèvements d'eau, mesures de turbidité et de radiométrie, réalisée à partir de quatre bateaux le 3 août 1987,
- une campagne de prises de vues aériennes (couverture au 1/25.000eme),
- une acquisition de données SPOT en mode multispectral.

La date de déroulement correspondait avec un passage en orbite de SPOT et la météo favorable, c'est-à-dire avec une brise inférieure à trois noeuds et un ciel sans nuages. Ce qui suit concerne les résultats préliminaires de l'exploitation de l'image SPOT dont l'IFREMER a été chargé.

Le panache des eaux usées est facilement remarquable à l'oeil nu, les mesures radiométriques in situ donnent des réflectances plus importantes dans les canaux vert, jaune et rouge que l'infra-rouge.

La scène acquise a été prétraitée de sorte à être fabriquée pour obtenir un document superposable à une carte (niveau 2).

Le traitement de l'image SPOT est réalisé de sorte à déterminer différentes classes d'eau et des couleurs en rapport et permettre ainsi la cartographie de l'ampleur du panache.

Après quelques mois de mise en service de la station d'épuration, il sera fait un "Etat un" de sorte à vérifier l'efficacité de celle-ci. Dans ce cadre, une seconde image sera acquise et comparée à la première.

1 - LES DONNEES TERRAIN

Acquérir des données de terrain permet en premier lieu l'étalonnage radiométrique de l'image. Leur confrontation avec les mesures des paramètres physico-chimiques permettra à un second stade de déterminer éventuellement des facteurs mesurables d'une façon soit directe ou indirecte par télédétection satellitaire. Les mesures ont été effectuées à bord du "Cisampo" avec un radiomètre CIMEL (appareil qui mesure dans les mêmes longueurs d'onde que SPOT: XS1 = 0,50-0,59 μm , XS2 = 0,61-0,68 μm , XS3 = 0,79-0,89 μm). Le tableau ci-dessous donne les valeurs dans chaque canal du satellite.

Tableau 1 : Mesures radiométriques (en %) effectuées à bord du Cisampo le 3 août 1987

Heure	Dist. émiss.	CAP	XS1	XS2	XS3
10h15	10 m	150	4,56	2,71	1,26
10h20	20 m	150	2,20	1,31	0,22
10h45	50 m	150	5,77	3,50	0,88
10h49	70 m	150	2,31	1,24	0,33
10h55	Hors nappe 150 m	150	1,05	0,26	0,22
11h04	Début nappe	150	0,84	0,26	0,11
11h30	Dans la nappe	150	1,15	0,56	0,11
11h37	Station C10 RNO	/	2,20	1,24	0,33
12h30	Emissaire	/	6,30	4,40	8,8
12h36	1ere pointe W (30 m)	250	4,30	2,94	6,6
12h40	Limite W de la nappe	250	1,78	0,67	0,22

Le mardi 4 août, nous sommes allés dans la calanque pour prendre des mesures au dessus de l'émissaire. Mais nous n'avons pas trouvé d'accès pour être à la verticale de la nappe. Ce déplacement a donc servi pour des prises de vue d'ensemble.

Les photos 1, 2, 3 et 4 montrent le panache vu du bateau le 3 août 1987.

Les photos 5, 6 et 7 montrent une vue de la calanque de Cortiou.



Photo 1 :
L'émissaire

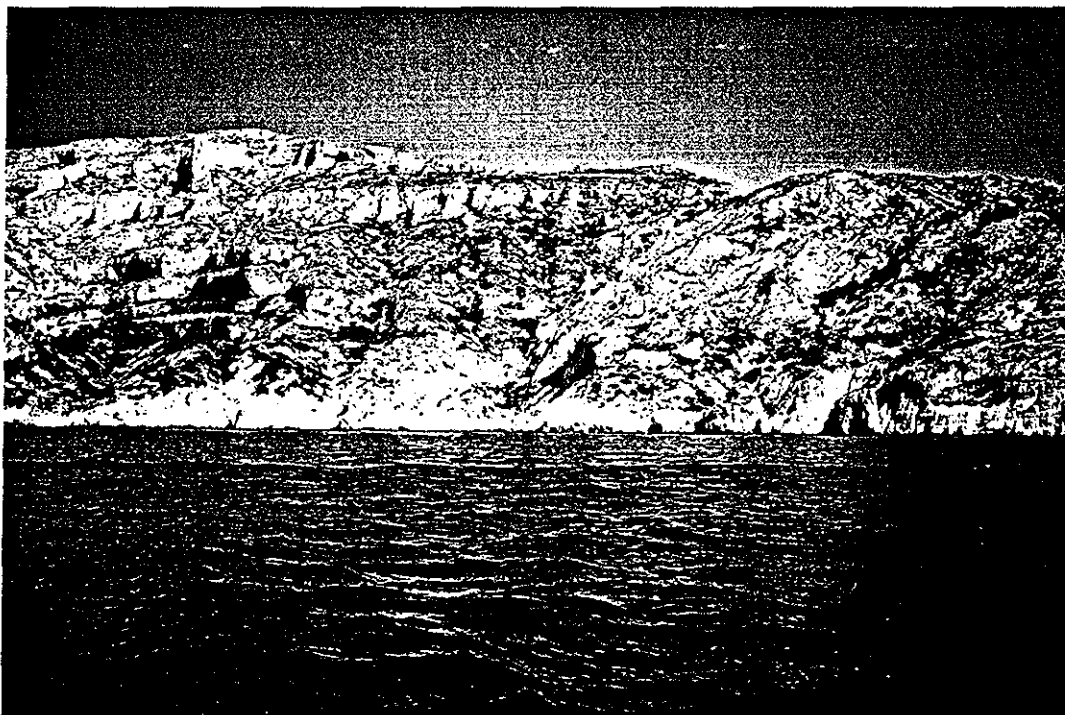


Photo 2 :
Vue de la nappe
face à
l'émissaire

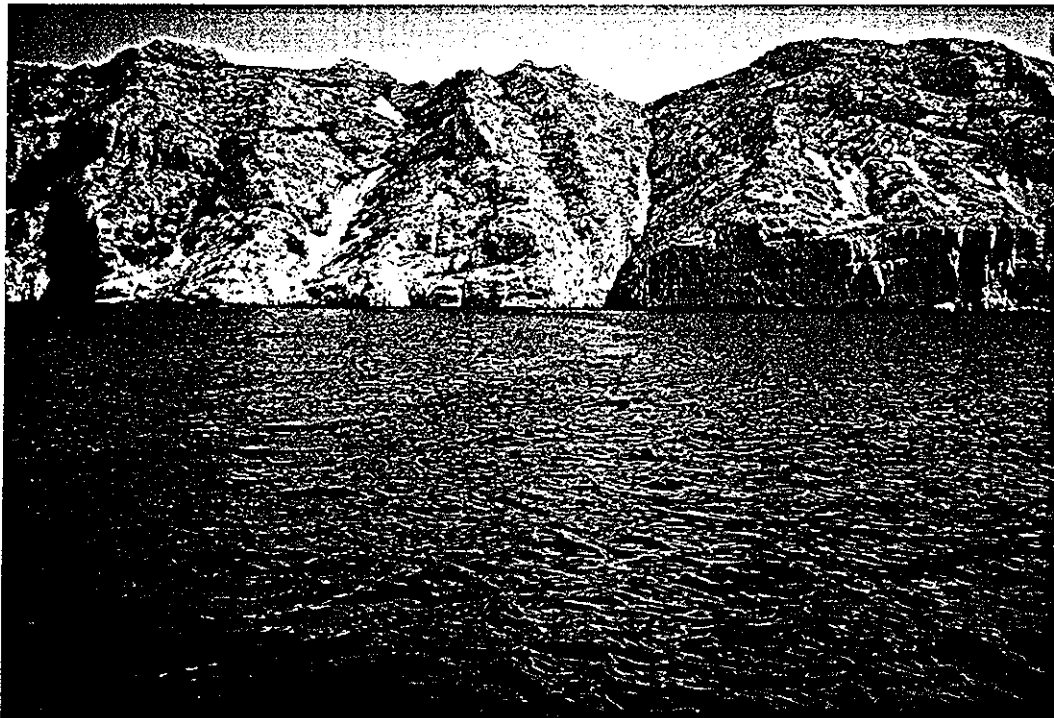


Photo 3 : Limite Est de la nappe dans la calanque.



Photo 4 : Limite Est de la nappe.

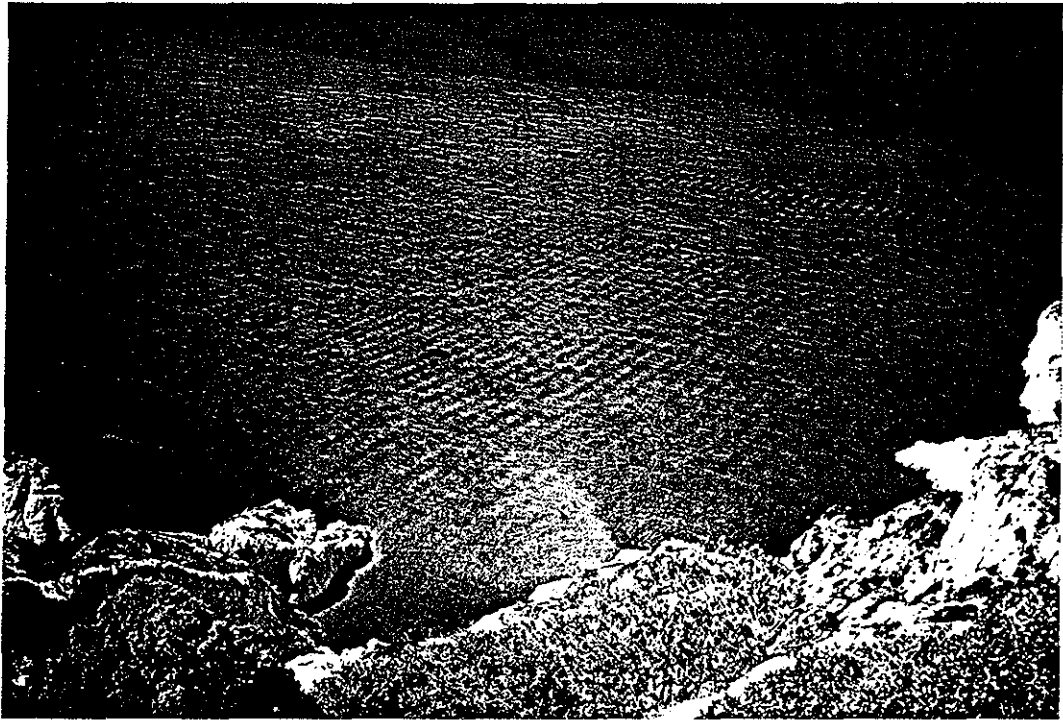
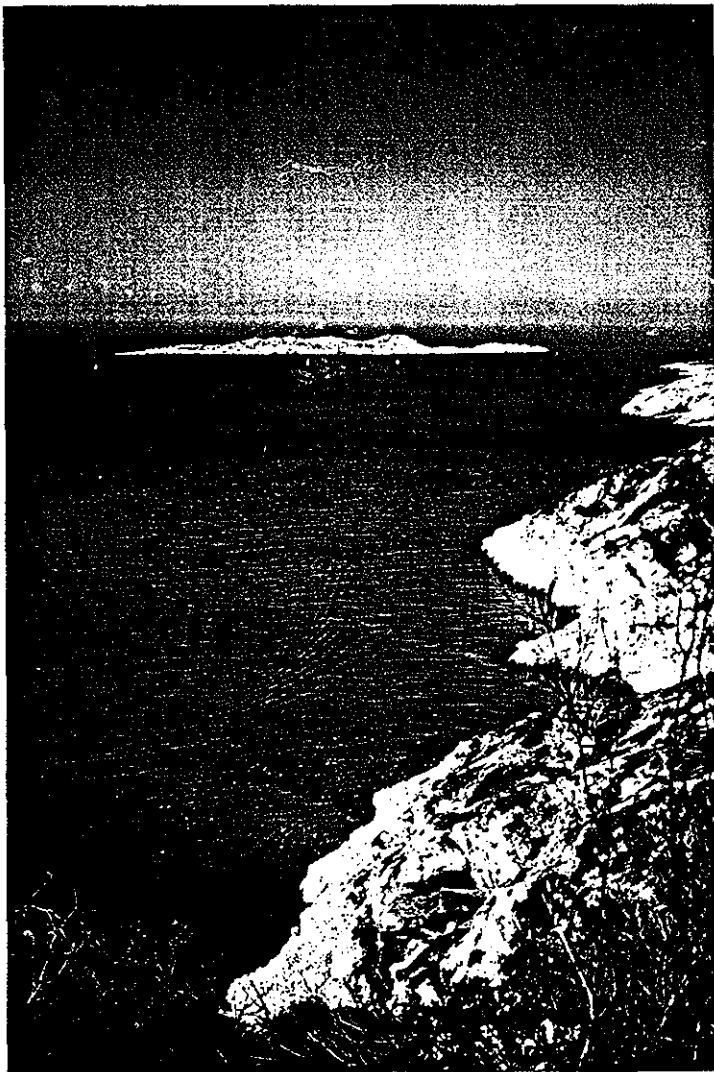
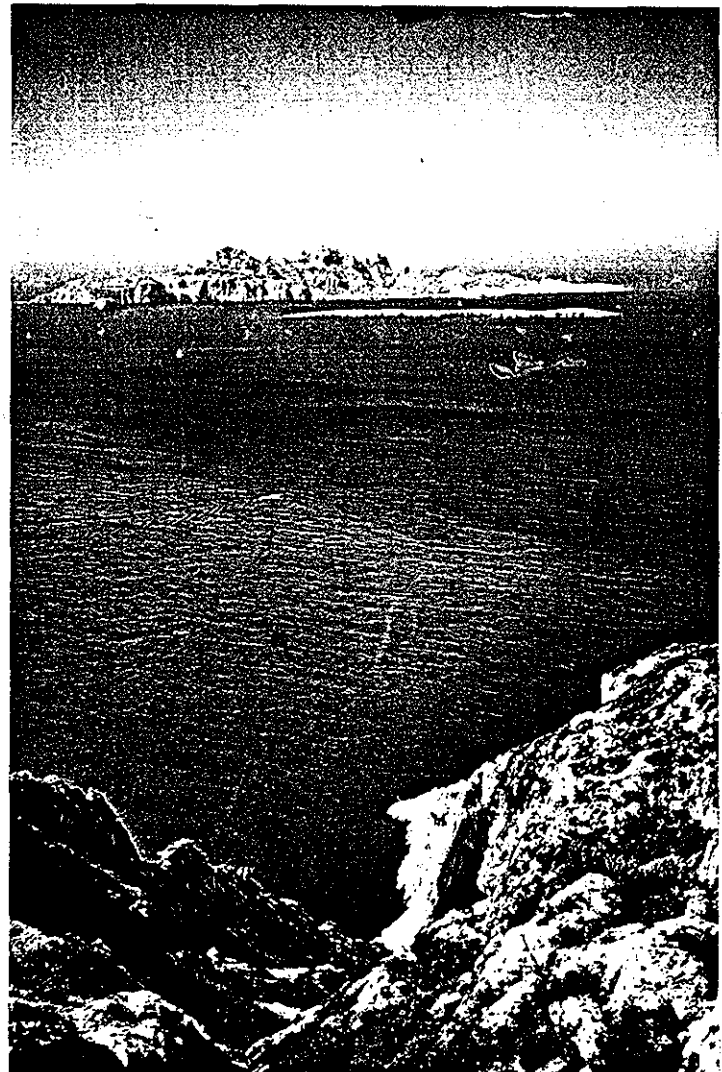


Photo 5 : Vue de la nappe du dessus de l'émissaire



Ph 6 : Vue en direction de l'île Sainte



Ph 7 : Vue en direction des îles Cassanigua et Rion

2 - LES DONNEES SPOT

La scène SPOT 303-252 a été acquise le 3 août 1987 à 11h23 (locale). Nous avons utilisé le canal XS3 (l'infra-rouge proche étant absorbé par l'eau) pour délimiter les surfaces immergées. Les canaux XS1 et XS2 ayant une pénétration différente dans l'eau ont été utilisés ensemble.

a/ Les différents canaux de la scène Cortiou.

Nous avons effectué une extraction d'une image 512x512 pixels sur une région qui va de la plage du Prado au Cap de l'Aigle, soit une zone de 10240 m de côté. Les figures 1, 2 et 3 ci-dessous sont rehaussées et laissent apparaître un lignage dans la partie gauche des images. Ce phénomène lié à l'instrumentation du satellite est actuellement corrigé par SPOT IMAGE. Nous l'avons nous-mêmes corrigé en équilibrant, par canal, les niveaux entre la partie gauche (surévaluée de deux niveaux sur XS1) et la partie droite.

b/ Tracé de radiales.

Pour avoir un aperçu de l'étendue de la nappe, nous avons tracé huit radiales en éventail au départ de l'émissaire, avec un angle de 20 degrés. Leur longueur est de 2000 à 3000 m (Fig. 4). Les valeurs radiométriques mesurées le long de chacune d'elles sont représentées sur les tableaux 2 à 9. Les plus fortes valeurs digitales (plus fortes réflectances dues à une plus importante concentration en MES) se situent dans un rayon de 300 m environ puis dans une deuxième zone jusqu'à 800 m. Si nous traçons des profils verticaux espacés de 60 m de part et d'autre de l'émissaire (Fig. 5), nous observons un gradient assez prononcé illustrant le même genre de résultat que précédemment.

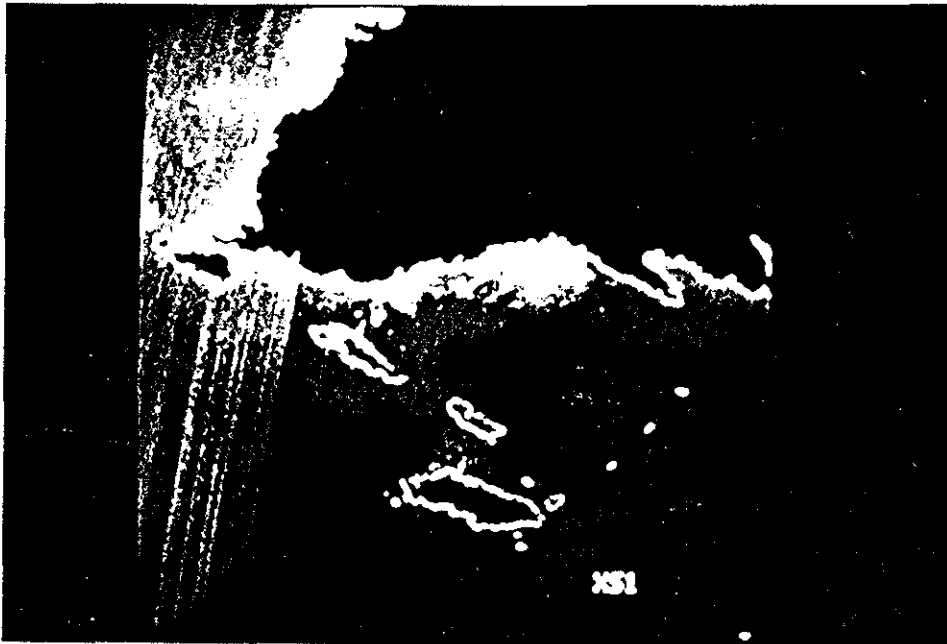


Fig. 1 :
canal XS1
vert-jaune



Fig. 2 :
Canal XS2
rouge

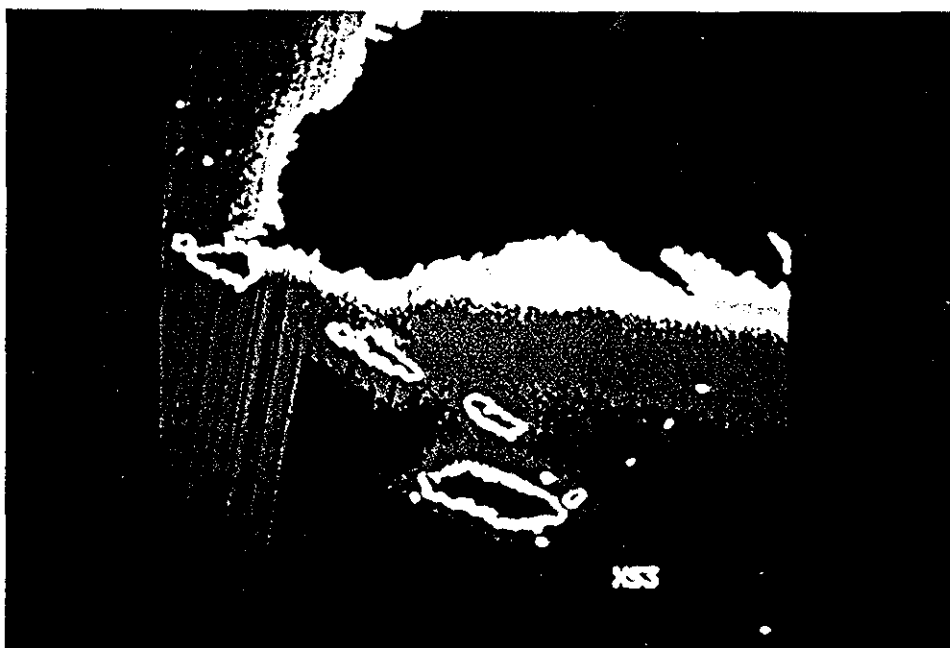


Fig. 3 :
canal XS3
p.I-R.

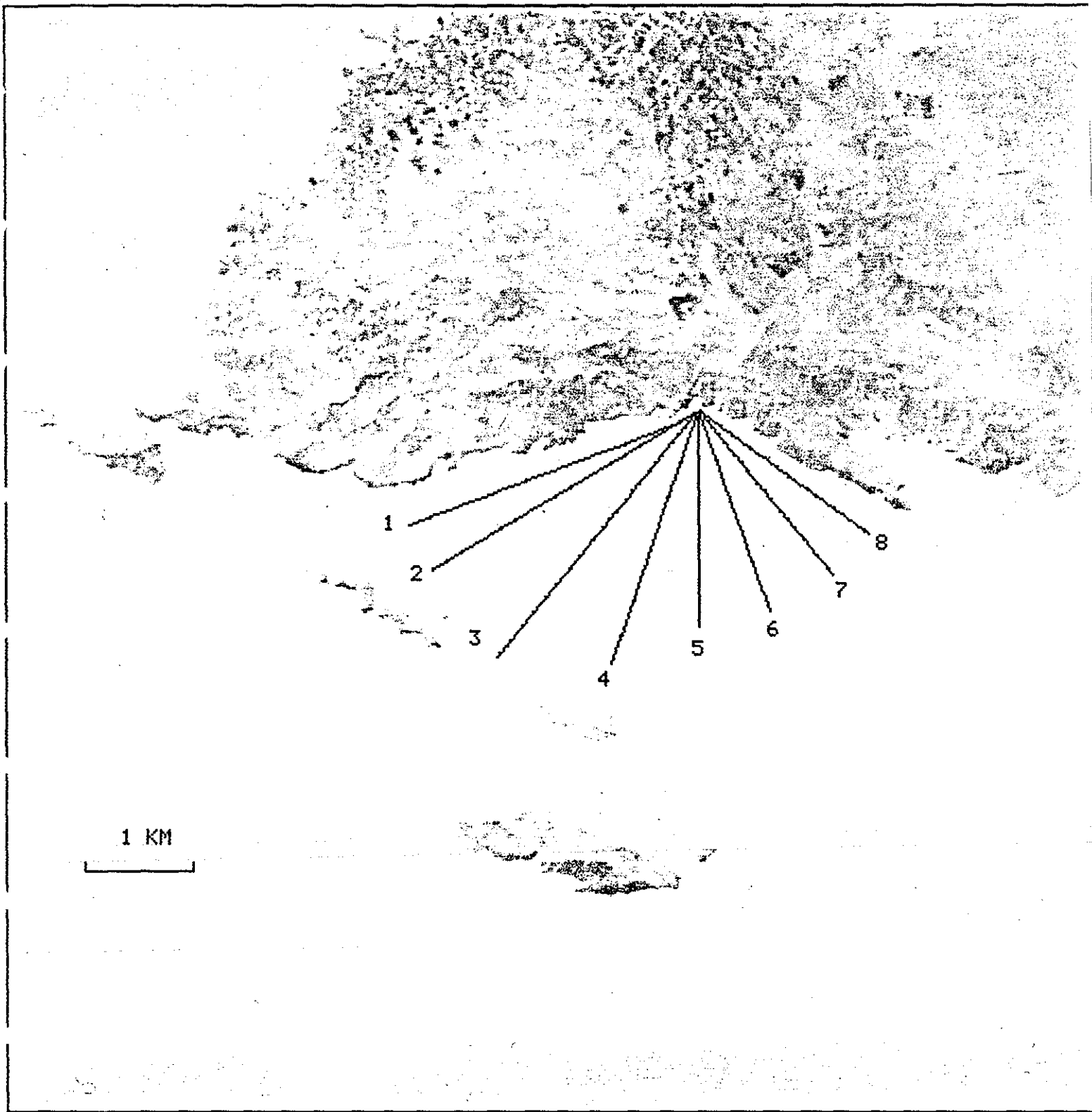


Fig. 4 : Tracé de radiales.

1) cap 2500 2700 m à partir de 313-394 de la radiale (2)

Tableau 2

X	Y	DISTANCE	XS3	XS2	XS1	270	210	936.38	8	13	31	224	227	1917.19	7	13
313	194	20.00	12	22	37	271	210	917.61	8	13	31	225	227	1898.42	7	13
314	194	0.00	11	21	37	266	211	1018.43	8	13	30	220	228	1999.20	7	13
310	195	82.46	10	18	35	268	211	980.82	8	14	30	221	228	1980.40	7	13
311	195	63.25	10	19	35	264	212	1062.83	8	14	30	222	228	1961.63	7	12
312	195	44.72	10	20	35	265	212	1044.03	8	14	29	218	229	2062.43	7	13
307	196	145.60	10	16	33	261	213	1126.06	8	13	30	219	229	2043.62	7	12
308	196	126.49	10	17	33	262	213	1107.25	8	13	30	214	230	2024.85	7	13
309	196	107.70	10	17	35	263	213	1088.49	8	13	30	215	230	2125.65	7	13
305	197	189.74	9	16	34	259	214	1170.47	8	13	29	216	230	2106.85	7	13
306	197	170.88	9	16	34	260	214	1151.69	7	13	30	212	231	2088.06	7	12
302	198	252.98	9	16	33	256	215	1233.69	7	13	29	213	231	2170.07	7	13
303	198	234.09	9	16	34	257	215	1214.91	7	13	29	209	232	2151.28	7	12
304	198	215.41	10	15	33	258	215	1214.91	7	13	29	209	232	2233.29	7	13
299	199	316.23	9	14	32	253	216	1196.16	7	13	29	210	232	2214.50	7	12
300	199	297.32	9	15	32	254	216	1296.92	6	13	30	211	232	2195.72	7	12
301	199	278.57	9	16	33	255	216	1278.12	7	13	30	206	233	2195.72	7	12
297	200	360.56	9	14	32	250	217	1259.36	6	13	29	207	233	2296.52	7	12
298	200	341.76	9	15	32	251	217	1360.15	7	13	29	208	233	2277.72	7	12
294	201	423.79	9	15	32	252	217	1341.34	7	14	30	208	233	2258.94	7	13
295	201	404.97	9	15	32	247	218	1322.57	7	14	29	203	234	2359.75	6	13
296	201	386.26	9	15	31	248	218	1423.38	7	12	29	204	234	2340.94	7	13
291	202	487.03	9	15	31	249	218	1404.56	7	13	29	205	234	2322.15	7	12
292	202	468.19	9	15	31	244	219	1385.78	7	12	29	200	235	2422.97	7	13
293	202	449.44	9	14	31	245	219	1486.61	7	13	29	201	235	2404.16	7	12
289	203	531.41	9	15	31	246	219	1467.79	7	14	29	202	235	2385.37	7	12
290	203	512.64	9	15	31	245	219	1449.00	7	13	29	198	236	2467.39	7	13
291	203	493.96	9	15	31	246	219	1449.00	7	13	29	199	236	2448.59	7	12
286	204	594.64	8	15	32	242	220	1531.01	7	13	29	196	237	2511.81	6	12
287	204	575.85	8	15	32	243	220	1512.22	7	13	29	197	237	2493.03	6	12
288	204	557.14	8	15	31	244	220	1493.45	7	14	29	198	237	2474.27	7	12
283	205	657.88	8	14	32	239	221	1594.24	7	12	29	193	238	2575.03	6	12
284	205	639.06	8	14	32	240	221	1575.44	7	12	29	194	238	2556.25	6	13
285	205	620.32	7	14	32	241	221	1556.66	7	13	28	195	238	2537.48	7	13
280	206	721.11	8	14	32	236	222	1657.47	7	12	29	190	239	2638.26	7	13
281	206	702.28	8	14	31	237	222	1638.66	7	12	29	191	239	2619.47	7	12
282	206	683.52	8	14	31	238	222	1619.88	7	12	29	192	239	2600.69	7	12
277	207	784.35	8	15	32	233	223	1720.70	6	13	29	188	240	2682.69	7	12
278	207	765.51	8	13	32	234	223	1701.88	7	13	29	189	240	2663.91	7	12
279	207	746.73	8	13	31	235	223	1683.09	7	12	29					
275	208	828.73	8	14	32	231	224	1765.11	7	13	29					
276	208	809.94	8	14	30	232	224	1746.31	7	13	29					
272	209	891.96	8	13	32	229	225	1809.53	7	13	29					
273	209	873.16	8	13	30	230	225	1790.75	7	14	29					
274	209	854.40	8	14	31	226	226	1872.75	7	13	29					
269	210	955.20	8	14	31	227	226	1853.97	7	12	29					
					3	228	226	1835.21	7	13	29					
						223	227	1935.98	7	12	29					

X	Y	DISTANCE	XSS	XSS	XSS	287	210	922.82	8	14	30	241	136	197.60	6	12	28
326	187	20.00	16	32	43	284	211	984.89	8	14	29	242	236	1962.24	6	11	28
327	187	0.00	16	36	41	285	211	967.47	8	14	29	239	237	2024.25	6	12	28
324	188	63.25	14	25	40	283	212	1012.13	8	14	29	240	237	2006.89	6	12	28
325	188	44.72	15	26	42	284	212	994.79	8	14	29	238	238	2051.54	6	12	28
323	189	89.44	14	24	41	281	213	1056.79	8	14	30	239	238	2034.21	7	12	28
324	189	72.11	13	25	41	282	213	1039.42	8	14	29	236	239	2096.19	6	12	27
321	190	134.16	13	24	40	279	214	1101.45	8	14	30	237	239	2078.85	5	13	28
322	190	116.62	13	23	40	280	214	1084.07	8	14	30	234	240	2140.84	5	12	28
319	191	178.89	13	21	38	278	215	1128.72	7	14	29	235	240	2123.49	5	12	28
320	191	161.25	12	23	39	276	216	1173.37	8	14	30	232	241	2185.50	7	12	28
317	192	223.61	12	21	37	277	216	1156.03	8	14	29	233	241	2168.13	7	11	28
318	192	205.91	12	20	37	274	217	1218.03	7	14	30	231	242	2212.78	6	11	28
316	193	250.60	12	20	37	275	217	1200.67	7	14	29	232	242	2195.45	6	12	28
317	193	233.24	11	20	36	272	218	1262.70	7	14	30	229	243	2257.43	6	11	28
314	194	295.30	11	21	37	273	218	1245.31	7	14	29	230	243	2240.09	6	12	28
315	194	277.85	11	19	36	271	219	1289.96	8	14	30	227	244	2302.09	6	11	28
312	195	340.00	10	20	35	269	220	1334.62	7	14	31	228	244	2284.73	6	11	28
313	195	322.49	11	20	36	270	220	1317.27	7	13	30	226	245	2329.38	6	12	28
311	196	367.15	10	18	35	267	221	1379.28	7	14	30	224	246	2374.03	6	12	28
309	197	411.83	10	16	34	268	221	1361.91	7	14	29	225	246	2356.69	6	12	28
310	197	394.46	9	17	33	265	222	1423.94	7	14	30	222	247	2418.68	6	12	29
307	198	456.51	9	16	34	266	222	1406.56	7	14	30	223	247	2401.33	6	12	28
308	198	439.09	10	16	33	264	223	1451.21	7	14	30	220	248	2463.33	6	12	28
305	199	501.20	9	15	34	265	223	1433.88	7	14	29	221	248	2445.98	6	12	28
306	199	483.74	9	16	33	262	224	1495.86	7	14	30	219	249	2490.62	6	12	28
304	200	528.39	9	16	33	263	224	1478.51	7	14	30	217	250	2535.27	6	11	28
302	201	573.06	9	15	32	260	225	1540.52	7	14	30	218	250	2517.94	6	11	28
303	201	555.70	9	16	32	261	225	1523.15	7	14	30	215	251	2579.92	6	12	28
300	202	617.74	8	14	32	258	226	1585.18	7	13	30	216	251	2562.58	6	12	28
301	202	600.33	9	15	32	259	226	1567.80	7	13	30	213	252	2624.58	6	12	28
298	203	662.42	9	15	31	257	227	1612.45	7	13	30	214	252	2607.22	6	12	28
299	203	644.98	9	15	32	258	227	1595.12	7	13	30	212	253	2651.87	6	11	28
297	204	689.64	8	15	31	255	228	1657.11	7	14	29	213	253	2634.54	6	12	28
298	204	672.31	8	15	31	256	228	1639.76	7	13	29	210	254	2696.52	6	11	28
295	205	734.30	8	14	31	253	229	1701.76	7	13	29	211	254	2679.18	6	12	28
296	205	716.94	8	14	31	254	229	1684.40	7	14	29	208	255	2741.17	6	12	28
293	206	778.97	7	15	31	252	230	1729.05	7	12	29	209	255	2723.82	6	12	28
294	206	761.58	8	14	32	250	231	1773.70	7	13	29	206	256	2785.82	6	12	28
291	207	823.65	8	14	31	251	231	1756.36	7	13	29	207	256	2768.47	6	11	28
292	207	806.23	8	14	31	248	232	1818.35	7	13	28	205	257	2813.11	6	11	28
290	208	850.88	8	15	30	249	232	1801.00	7	13	29	206	257	2795.78	6	12	28
291	208	833.55	8	15	31	246	233	1863.01	6	13	28	203	258	2857.76	6	11	28
288	209	895.54	8	14	31	247	233	1845.64	6	13	28	204	258	2840.42	6	12	28
289	209	878.18	8	14	31	245	234	1890.29	7	13	28	201	259	2902.41	6	11	28
286	210	940.21	8	14	30	243	235	1934.94	6	12	28	202	259	2885.06	6	12	28
						244	235	1917.60	6	12	28	199	260	2947.07	5	11	28
												200	260	2929.71	6	12	28
												199	261	2957.03	5	11	28

(3) cap (20° 3000 1

Table 4

X	Y	DISTANCE	XS3	XS2	XS1	296	223	937.23	7	13	29	263	262	1958.98	6	12	20
326	187	0.00	16	32	43	294	224	978.37	7	13	29	262	263	1987.16	6	11	20
325	188	28.28	15	26	42	295	224	965.40	7	13	29	261	264	2015.34	6	12	20
324	189	56.57	13	25	41	294	225	993.58	7	13	29	260	265	2043.53	6	12	20
325	189	44.72	13	26	41	293	226	1021.76	7	14	29	260	266	2058.83	6	12	20
323	190	84.85	13	23	40	291	227	1037.11	7	13	28	258	267	2099.90	6	12	20
323	191	100.00	12	23	40	292	228	1078.15	7	13	29	259	267	2087.01	6	12	20
321	192	141.42	12	22	39	291	228	1065.27	7	13	29	258	268	2115.18	6	11	20
322	192	128.06	12	23	40	291	229	1093.43	7	13	28	257	269	2143.36	6	11	20
321	193	156.21	12	21	39	290	230	1121.61	7	13	28	256	270	2171.54	6	11	20
320	194	184.39	11	20	38	289	231	1149.78	7	13	28	255	271	2199.73	6	12	20
319	195	212.60	11	20	38	288	232	1177.96	7	13	28	255	272	2215.04	6	12	20
320	195	200.00	11	20	38	287	233	1206.15	7	13	28	253	273	2256.10	6	12	20
318	196	240.83	10	19	36	286	234	1234.34	7	13	28	254	273	2243.21	6	12	20
318	197	256.12	10	20	36	287	234	1221.47	7	13	28	253	274	2271.39	6	11	20
316	198	297.32	10	19	36	285	235	1262.54	7	13	28	252	275	2299.57	6	11	20
317	198	284.25	10	20	36	285	236	1277.81	7	12	28	251	276	2327.75	6	12	20
316	199	312.41	10	18	36	283	237	1318.94	7	12	28	250	277	2355.93	6	11	20
315	200	340.59	10	17	35	284	237	1305.99	7	12	28	249	278	2384.11	6	11	20
314	201	368.78	10	18	35	283	238	1334.17	7	12	28	249	279	2399.42	6	11	20
313	202	396.99	9	18	33	282	239	1362.35	6	12	28	247	280	2440.49	6	12	20
314	202	384.19	9	18	34	282	240	1377.68	6	13	29	248	280	2427.59	6	12	20
312	203	425.21	9	17	34	280	241	1418.73	6	13	28	247	281	2455.77	6	12	20
312	204	440.45	9	17	34	281	241	1405.84	6	13	28	246	282	2483.95	6	11	20
311	205	468.61	9	17	34	280	242	1434.02	6	13	27	245	283	2512.13	6	12	20
310	206	496.79	9	17	33	279	243	1462.19	7	13	28	244	284	2540.31	6	11	20
309	207	524.98	9	16	33	278	244	1490.37	6	13	28	244	285	2555.62	6	12	20
308	208	553.17	8	16	32	277	245	1518.55	6	13	28	242	286	2596.69	6	12	20
309	208	540.37	9	16	32	276	246	1546.74	6	12	28	243	286	2583.80	6	11	20
307	209	581.38	8	15	32	275	247	1574.93	6	11	28	242	287	2611.97	6	12	20
307	210	596.66	8	15	31	276	247	1562.05	6	11	28	241	288	2640.15	6	11	20
305	211	637.81	8	15	30	274	248	1603.12	6	13	28	240	289	2668.33	6	12	20
306	211	624.82	8	15	31	274	249	1618.39	6	12	28	239	290	2696.52	6	12	20
305	212	652.99	8	15	30	273	250	1646.57	6	12	28	238	291	2724.70	6	12	20
304	213	681.18	8	15	30	272	251	1674.75	6	12	28	238	292	2740.00	6	11	20
303	214	709.37	8	14	31	271	252	1702.94	6	13	28	236	293	2781.08	6	11	20
302	215	737.56	8	14	29	271	253	1718.26	7	12	28	237	293	2768.18	6	12	20
303	215	724.71	8	14	30	269	254	1759.32	6	11	28	236	294	2796.35	6	11	20
302	216	752.86	8	14	30	270	254	1746.42	6	12	28	235	295	2824.54	6	11	20
301	217	781.02	8	14	30	269	255	1774.60	6	12	28	234	296	2852.72	6	12	20
300	218	809.20	8	13	30	268	256	1802.78	6	12	28	235	296	2839.86	6	11	20
299	219	837.38	8	14	30	267	257	1830.96	6	12	27	233	297	2880.90	6	12	20
298	220	865.56	8	14	30	266	258	1859.14	6	11	27	233	298	2896.20	6	12	20
297	221	893.76	7	14	29	265	259	1887.33	6	12	28	231	299	2937.28	6	11	20
298	221	880.91	7	14	30	264	260	1915.52	6	12	28	232	299	2924.38	6	11	20
296	222	921.95	7	14	29	265	260	1902.63	6	12	27	231	300	2952.56	6	12	20
						264	261	1930.80	6	12	28	230	301	2980.74	6	11	20

1

2

3

(4) cap .00° 25.0 m

Tableau 5

X	Y	DISTANCE	XS3	XS2	XS1	311	229	891.96	7	14	29	294	275	1872.75	6	12	26
						310	230	917.61	7	14	30	295	275	1866.01	6	11	27
326	187	0.00	16	32	43	310	231	936.38	7	14	29	294	276	1891.56	6	11	27
326	188	20.00	15	30	43	310	232	955.20	7	13	30	294	277	1910.39	6	12	27
325	189	44.72	13	26	41	309	233	980.82	7	13	29	293	278	1935.98	6	12	27
325	190	63.25	14	26	41	309	234	999.60	7	13	29	293	279	1954.79	6	12	27
325	191	82.46	13	26	41	309	235	1018.43	7	13	29	293	280	1973.63	6	11	27
324	192	107.70	12	23	40	308	236	1044.03	7	14	29	292	281	1999.20	6	11	27
324	193	126.49	12	23	40	308	237	1062.83	7	13	29	292	282	2018.02	6	11	27
324	194	145.60	12	23	39	308	238	1081.67	7	12	28	292	283	2036.86	6	12	26
323	195	170.88	11	21	39	307	239	1107.25	7	13	28	291	284	2062.43	6	12	27
323	196	189.74	11	22	38	307	240	1126.06	7	13	29	291	285	2081.25	6	11	26
322	197	215.41	11	20	37	307	241	1144.90	7	13	29	291	286	2100.10	6	10	27
322	198	234.09	10	20	37	306	242	1170.47	7	12	28	290	287	2125.65	6	11	27
322	199	252.98	10	19	37	306	243	1189.29	6	12	28	290	288	2144.48	6	11	27
321	200	278.57	10	20	36	305	244	1214.91	7	12	28	290	289	2163.33	6	11	27
321	201	297.32	10	19	36	305	245	1233.69	6	12	28	289	290	2188.88	6	12	27
321	202	316.23	10	19	36	305	246	1252.52	6	13	28	288	291	2214.50	6	12	27
320	203	341.76	10	18	35	304	247	1278.12	5	12	28	289	291	2207.71	6	11	27
320	204	360.56	9	18	35	304	248	1296.92	6	12	28	288	292	2233.29	6	11	27
320	205	379.47	9	17	34	304	249	1315.75	6	12	28	288	293	2252.11	6	11	27
319	206	404.97	9	17	34	303	250	1341.34	5	12	27	287	294	2277.72	6	10	27
319	207	423.79	9	17	34	303	251	1360.15	6	12	27	287	295	2296.52	6	11	27
319	208	442.72	9	17	33	303	252	1378.99	6	12	27	287	296	2315.34	6	11	27
318	209	468.19	9	17	33	302	253	1404.56	6	12	27	286	297	2340.94	6	12	27
318	210	487.03	9	17	33	302	254	1423.38	6	12	27	286	298	2359.75	6	11	27
317	211	512.64	8	16	33	302	255	1442.22	6	12	27	286	299	2378.57	6	11	27
318	211	505.96	9	16	32	301	256	1467.79	6	12	27	285	300	2404.16	6	11	27
317	212	531.41	9	16	32	301	257	1486.61	6	12	27	285	301	2422.97	6	11	27
317	213	550.27	9	16	32	301	258	1505.46	6	12	28	285	302	2441.80	6	12	27
316	214	575.85	8	16	33	300	259	1531.01	6	12	26	284	303	2467.39	6	11	27
316	215	594.64	8	15	32	300	260	1549.84	6	12	27	284	304	2486.20	6	12	27
316	216	613.51	8	15	31	299	261	1575.44	6	12	27						
315	217	639.06	8	15	31	299	262	1594.24	6	12	27						
315	218	657.88	8	15	30	299	263	1613.07	6	11	27						
315	219	676.76	8	14	30	298	264	1638.66	6	11	27						
314	220	702.28	8	15	30	298	265	1657.47	6	12	27						
314	221	721.11	8	14	30	298	266	1676.31	6	12	27						
313	222	746.73	8	14	30	297	267	1701.88	6	12	27						
313	223	765.51	8	14	30	297	268	1720.70	6	12	27						
313	224	784.35	8	14	30	297	269	1739.54	6	12	27						
312	225	809.94	8	14	30	296	270	1765.11	6	12	27						
312	226	828.73	7	14	30	296	271	1783.93	6	12	27						
311	227	854.40	8	14	30	296	272	1802.78	6	11	27						
312	227	847.58	8	14	30	295	273	1828.33	6	11	26						
311	228	873.16	7	14	30	295	274	1847.16	6	12	27						

5) cap 30° 2000 m

Tableau 6

X	Y	DISTANCE	XS3	XS2	XS1												
326	187	0.00	16	32	43	326	232	900.00	7	13	29	326	279	1840.00	6	12	2
326	188	20.00	15	30	43	326	233	920.00	7	13	29	326	280	1860.00	6	12	2
326	189	40.00	15	29	42	326	234	940.00	7	13	29	326	281	1880.00	6	11	2
326	190	60.00	14	28	42	326	235	960.00	7	13	29	326	282	1900.00	6	12	2
326	191	80.00	13	27	41	326	236	980.00	7	13	28	326	283	1920.00	6	11	2
326	192	100.00	13	26	41	326	237	1000.00	7	13	29	326	284	1940.00	6	11	2
326	193	120.00	12	25	41	326	238	1020.00	7	13	28	326	285	1960.00	6	11	2
326	194	140.00	12	23	40	326	239	1040.00	7	13	28	326	286	1980.00	6	11	2
326	195	160.00	11	22	40	326	240	1060.00	7	13	29	326	287	2000.00	6	11	2
326	196	180.00	11	22	40	326	241	1080.00	7	13	28	-----					
326	197	200.00	11	21	39	326	242	1100.00	7	13	28						
326	198	220.00	11	21	38	326	243	1120.00	6	12	27						
326	199	240.00	11	20	38	326	244	1140.00	6	13	27						
326	200	260.00	10	19	37	326	245	1160.00	7	12	27						
326	201	280.00	10	19	36	326	246	1180.00	6	12	27						
326	202	300.00	10	18	36	326	247	1200.00	6	12	27						
326	203	320.00	9	17	36	326	248	1220.00	6	12	27						
326	204	340.00	9	18	35	326	249	1240.00	6	12	27						
326	205	360.00	9	17	34	326	250	1260.00	6	12	27						
326	206	380.00	9	17	34	326	251	1280.00	6	12	26						
326	207	400.00	9	17	34	326	252	1300.00	6	11	27						
326	208	420.00	9	16	33	326	253	1320.00	6	12	27						
326	209	440.00	9	16	33	326	254	1340.00	6	12	27						
326	210	460.00	9	15	32	326	255	1360.00	6	12	27						
326	211	480.00	8	16	32	326	256	1380.00	6	12	27						
326	212	500.00	8	16	32	326	257	1400.00	6	12	27						
326	213	520.00	8	16	32	326	258	1420.00	6	12	26						
326	214	540.00	8	15	32	326	259	1440.00	6	11	27						
326	215	560.00	8	15	32	326	260	1460.00	6	11	27						
326	216	580.00	8	14	31	326	261	1480.00	6	12	27						
326	217	600.00	8	14	30	326	262	1500.00	6	12	27						
326	218	620.00	8	13	31	326	263	1520.00	6	12	27						
326	219	640.00	8	14	31	326	264	1540.00	6	12	26						
326	220	660.00	8	14	30	326	265	1560.00	6	12	27						
326	221	680.00	8	14	30	326	266	1580.00	6	11	28						
326	222	700.00	7	14	30	326	267	1600.00	6	11	28						
326	223	720.00	6	14	30	326	268	1620.00	6	12	26						
326	224	740.00	7	13	29	326	269	1640.00	6	12	27						
326	225	760.00	7	13	29	326	270	1660.00	6	12	27						
326	226	780.00	7	13	30	326	271	1680.00	6	12	27						
326	227	800.00	7	13	30	326	272	1700.00	6	12	27						
326	228	820.00	8	13	29	326	273	1720.00	6	11	28						
326	229	840.00	7	13	28	326	274	1740.00	6	12	27						
326	230	860.00	7	13	28	326	275	1760.00	6	11	27						
326	231	880.00	7	13	28	326	276	1780.00	6	11	27						
						326	277	1800.00	6	12	27						
						326	278	1820.00	6	11	27						

(6) cap 160° 200c m

Tableau 7

X	Y	DISTANCE	XS3	XS2	XS1												
326	187	0.00	16	32	43	342	231	936.38	7	13	29	359	276	1898.42	6	12	2
326	188	20.00	15	30	43	342	232	955.20	7	13	29	359	277	1917.19	6	11	2
327	189	44.72	15	31	45	343	233	980.82	7	13	29	359	278	1935.98	6	12	2
327	190	63.25	14	29	44	343	234	999.60	7	13	28	360	279	1961.63	6	11	2
327	191	82.46	13	27	42	344	235	1025.28	7	12	28	360	280	1980.40	6	11	2
328	192	107.70	12	24	42	344	236	1044.03	7	12	28	-----					
328	193	126.49	11	24	41	344	237	1062.83	7	12	28						
328	194	145.60	11	22	40	345	238	1088.49	7	12	28						
329	195	170.88	11	22	39	345	239	1107.25	7	12	27						
329	196	189.74	10	20	38	345	240	1126.06	6	12	28						
330	197	215.41	10	19	38	346	241	1151.69	7	12	28						
330	198	234.09	10	19	38	346	242	1170.47	6	12	28						
330	199	252.98	10	18	38	347	243	1196.16	6	12	27						
331	200	278.57	10	19	38	347	244	1214.91	6	12	27						
331	201	297.32	10	18	35	347	245	1233.69	6	12	27						
331	202	316.23	9	18	35	348	246	1259.36	5	12	27						
332	203	341.76	9	18	35	348	247	1278.12	6	11	28						
332	204	360.56	9	17	34	348	248	1296.92	6	11	28						
333	205	386.26	9	16	34	349	249	1322.57	6	12	28						
333	206	404.97	9	16	33	349	250	1341.34	6	13	27						
333	207	423.79	9	16	33	349	251	1360.15	6	12	26						
334	208	449.44	9	16	33	350	252	1385.78	6	12	27						
334	209	468.19	8	16	33	350	253	1404.56	6	12	27						
334	210	487.03	8	16	32	350	254	1423.38	6	12	27						
335	210	493.96	9	15	32	351	255	1449.00	6	12	27						
335	211	512.64	8	15	32	351	256	1467.79	6	12	27						
335	212	531.41	8	15	32	351	257	1486.61	6	12	27						
336	213	557.14	8	15	32	352	257	1493.45	6	12	27						
336	214	575.85	8	15	31	352	258	1512.22	6	12	27						
336	215	594.64	8	15	31	352	259	1531.01	6	12	27						
337	216	620.32	8	14	30	353	260	1556.66	6	11	28						
337	217	639.06	8	14	30	353	261	1575.44	6	12	27						
337	218	657.88	8	14	30	353	262	1594.24	6	12	27						
338	219	683.52	8	14	30	354	263	1619.88	6	12	27						
338	220	702.28	8	14	30	354	264	1638.66	6	12	27						
338	221	721.11	7	14	30	354	265	1657.47	6	12	28						
339	222	746.73	7	14	29	355	266	1683.09	6	12	27						
339	223	765.51	7	14	29	355	267	1701.88	6	12	27						
339	224	784.35	7	13	29	356	268	1727.54	6	11	27						
340	225	809.94	7	13	29	356	269	1746.31	6	11	27						
340	226	828.73	7	13	29	356	270	1765.11	6	12	27						
341	227	854.40	7	13	28	357	271	1790.75	6	12	27						
341	228	873.16	7	13	28	357	272	1809.53	6	11	27						
341	229	891.96	7	13	29	358	273	1835.21	6	11	27						
342	230	917.61	7	13	28	358	274	1853.97	6	12	27						
						358	275	1872.75	6	12	28						

(4) ca. 140° 2.50 m

Tabelle 8

X	Y	DISTANCE	XS3	XS2	XS1						
						357	224	965.40	7	13	28
						358	224	978.37	7	13	28
						358	225	993.58	7	12	28
326	187	0.00	16	32	43	359	226	1021.76	7	13	28
327	188	28.28	16	33	44	359	227	1037.11	7	13	28
327	189	44.72	15	31	45	360	228	1065.27	7	13	28
328	189	56.57	15	29	45	361	228	1078.15	7	13	28
329	190	84.85	12	26	44	361	229	1093.43	7	12	28
329	191	100.00	11	23	42	362	230	1121.61	7	13	28
330	192	128.06	12	22	41	363	231	1149.78	7	13	28
331	192	141.42	12	23	41	364	232	1177.96	7	12	28
331	193	156.21	12	22	40	365	233	1206.15	7	13	28
332	194	184.39	11	20	38	365	234	1231.47	7	12	28
332	195	200.00	11	19	38	366	234	1234.34	7	12	28
333	195	212.60	11	19	37	367	235	1262.54	7	12	28
334	196	240.83	10	17	35	367	236	1277.81	7	12	28
334	197	256.12	10	17	35	368	237	1305.99	7	12	28
335	198	284.25	10	16	35	369	237	1318.94	7	12	28
336	198	297.32	10	17	34	369	238	1334.17	7	12	28
336	199	312.41	10	17	34	370	239	1362.35	7	12	28
337	200	340.59	9	16	33	370	240	1377.68	7	13	28
338	201	368.78	9	16	33	371	241	1405.84	6	12	28
338	202	384.19	9	15	33	372	241	1418.73	6	12	28
339	202	396.99	9	15	32	372	242	1434.02	6	12	27
340	203	425.21	9	16	32	373	243	1462.19	7	12	27
340	204	440.45	9	15	31	374	244	1490.37	7	12	28
341	205	468.61	9	15	32	375	245	1518.55	7	12	27
342	206	496.79	9	16	32	376	246	1546.74	6	13	28
343	207	524.98	9	15	33	376	247	1562.05	7	12	28
343	208	540.37	8	15	32	377	247	1574.93	7	12	28
344	208	553.17	9	15	32	378	248	1603.12	7	12	27
345	209	581.38	9	15	32	378	249	1618.39	6	13	27
345	210	596.66	8	15	32	379	250	1646.57	6	12	28
346	211	624.82	8	14	31	380	251	1674.75	6	12	28
347	211	637.81	8	14	31	381	252	1702.94	5	12	28
347	212	652.99	8	15	31	381	253	1718.26	6	12	27
348	213	681.18	8	15	30	382	254	1746.42	5	12	27
349	214	709.37	8	14	31	383	254	1759.32	7	12	28
349	215	724.71	8	13	30	383	255	1774.60	6	12	28
350	215	737.56	8	14	30	384	256	1802.78	6	12	28
350	216	752.86	8	14	29	385	257	1830.96	7	12	28
351	217	781.02	8	14	30	386	258	1859.14	6	12	27
352	218	809.20	8	14	29	387	259	1887.33	6	12	27
353	219	837.38	8	12	29	387	260	1902.63	6	12	27
354	220	865.56	8	13	29	388	260	1915.52	6	12	28
354	221	880.91	8	13	28	388	261	1930.80	6	12	28
355	221	893.76	8	13	28	389	262	1958.98	6	12	28
356	222	921.95	8	14	28	390	263	1987.16	6	12	28
356	223	937.23	7	13	28						

(8) cap 125° 2000 m

Latitude

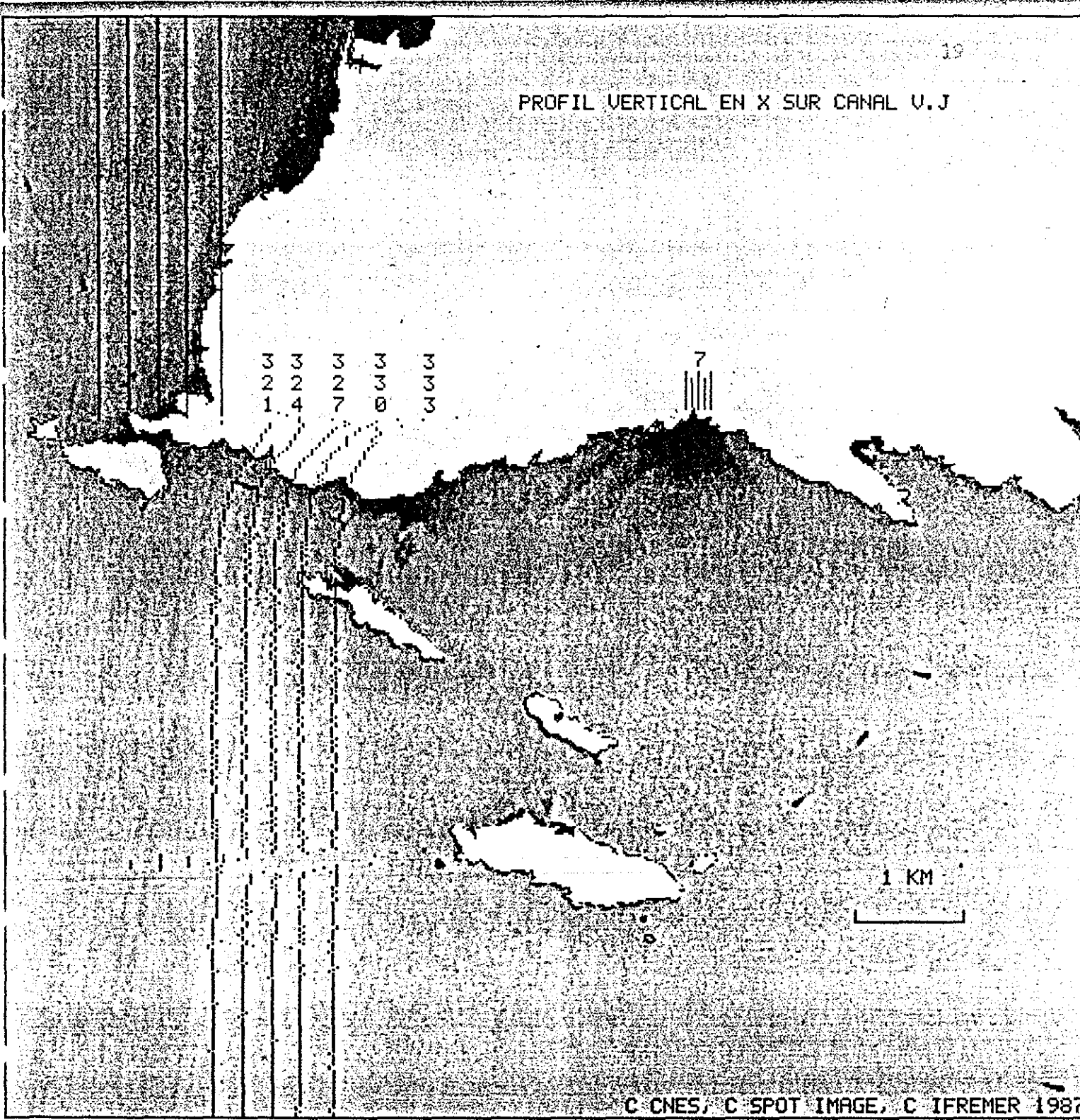
X	Y	DISTANCE	XS3	XS2	XS1						
326	187	0.00	16	32	43	366	215	976.52	9	14	29
327	188	28.28	16	33	44	367	216	1004.39	8	14	28
328	188	44.72	16	33	46	368	216	1020.78	8	14	28
328	189	56.57	15	29	45	369	217	1048.62	8	14	29
329	189	72.11	14	28	45	369	218	1060.19	8	14	28
330	190	100.00	13	25	43	370	218	1076.48	8	14	28
331	190	116.62	14	27	44	371	219	1104.35	8	13	29
332	191	144.22	13	24	41	372	219	1120.71	8	14	29
333	192	172.05	12	22	37	373	220	1148.56	8	14	29
334	193	200.00	11	19	36	374	221	1176.44	8	13	29
335	193	216.33	11	18	35	375	222	1204.33	8	13	29
336	194	244.13	11	19	34	376	222	1220.66	8	13	29
337	194	260.77	11	22	34	377	223	1248.52	8	13	28
337	195	272.03	11	19	33	378	223	1264.91	8	13	28
338	196	300.00	9	17	33	378	224	1276.40	8	13	28
339	196	316.23	10	17	32	379	224	1292.75	8	13	28
340	197	344.09	10	16	32	380	225	1320.61	8	13	28
341	197	360.56	10	16	30	381	226	1348.48	8	13	28
342	198	388.33	10	14	30	382	226	1364.84	8	13	28
342	199	400.00	9	15	30	382	227	1376.37	8	13	28
343	199	416.17	9	14	30	383	227	1392.70	8	13	28
344	200	444.07	9	14	30	384	228	1420.56	7	13	28
345	200	460.43	9	14	30	385	228	1436.94	8	13	28
346	201	488.26	9	14	30	386	229	1464.79	8	13	28
347	202	516.14	9	14	30	387	230	1492.65	7	12	28
348	203	544.06	9	14	30	388	231	1520.53	7	12	28
349	203	560.36	9	14	30	389	231	1536.88	7	12	28
350	204	588.22	9	14	30	390	232	1564.74	7	13	28
351	204	604.65	8	14	29	391	232	1581.14	7	13	28
351	205	616.12	9	15	29	391	233	1592.61	7	13	28
352	205	632.46	9	15	29	392	234	1620.49	7	12	28
353	206	660.30	9	14	29	393	234	1636.83	7	12	28
354	207	688.19	9	14	29	394	235	1664.69	7	12	28
355	207	704.56	9	14	29	395	235	1681.07	7	12	28
355	208	716.10	9	14	29	396	236	1708.92	7	13	28
356	208	732.39	9	14	29	397	237	1736.78	7	13	28
357	209	760.26	9	14	28	398	238	1764.65	7	12	28
358	209	776.66	9	14	29	399	238	1781.01	7	13	28
359	210	804.49	9	14	28	400	239	1808.87	7	12	28
360	211	832.35	9	14	29	401	240	1836.74	7	12	28
361	212	860.23	9	14	29	402	241	1864.62	7	13	28
362	212	876.58	9	15	29	403	241	1880.96	7	13	28
363	213	904.43	9	14	29	404	242	1908.82	7	12	28
364	213	920.87	9	14	29	405	243	1925.20	7	11	28
364	214	932.31	9	14	29	405	243	1936.70	7	12	28
365	215	960.21	8	14	29	406	243	1953.05	7	13	28
						407	244	1980.91	7	12	28

1

2

3

PROFIL VERTICAL EN X SUR CANAL V.J



C CNES, C SPOT IMAGE, C IFREMER 1987

Fig. 5 : Profils verticaux en X sur le canal vert-jaune (X327 correspond à l'émissaire).

c/ Les données bateaux et l'image

Nous avons essayé de mesurer les corrélations qui pouvaient exister entre les données bateaux et l'image. Les quatre bateaux suivaient un cap précis à la demande de Madame VALERIO. La Figure 6 représente leur position lors de la mission. Nous avons reporté sur l'image ces différentes routes et relevé les valeurs numériques correspondant aux points de prélèvements (tableau 10).

On trouve pour l'observation de trois bateaux (Cisampo, Pilotine, Gouffareux) des corrélations significatives entre les réponses dans les canaux XS1 et XS2 et les trois paramètres turbidité, MES AFNOR et MES RNO. De même, une certaine corrélation est observée avec la salinité.

On note toutefois deux choses (Fig. 7)

- . Les mesures de l'un des navires (princesse) ne mettent pas en évidence ces corrélations. Ceci est peut-être dû à un mauvais positionnement ou plus vraisemblablement parce que le trajet de ce navire se situe en dehors de la nappe de forte concentration en MES, là où la sensibilité du satellite est moindre.
- . Au débouché de l'émissaire, les gradients observés par satellite sont moindre que ceux in situ, ce qui laisse penser que les lois reliant les valeurs numériques du satellite au paramètre turbidité ou MES ne sont pas linéaires.

Tableau 10 : Valeurs en luminance de l'image suivant les stations bateaux.

LA PILOTINE

PRINCESSE

	X	Y	XS3	XS2	XS1		X	Y	XS3	XS2	XS1
Point	1	324,191	12	24	40	Point	1	424,245	7	13	28
	2	324,192	12	23	40		2	394,244	7	12	28
	3	288,205	8	14	31		3	380,244	7	12	28
	4	258,213	8	14	30		4	340,221	8	14	29
	5	220,224	7	13	30		5	301,231	7	13	29
	6	182,233	7	13	30		6	278,233	7	12	29
	7	147,242	5	12	28		7	249,237	6	12	28
							8	223,238	7	12	28
							9	204,245	6	12	28
							10	206,221	7	15	32
							11	223,218	7	13	30

LE GOUFFAREUX

CISAMPO

	X	Y	XS3	XS2	XS1		X	Y	XS3	XS2	XS1
Point	1	324,190	13	24	41	Point	1	324,189	13	25	41
	2	329,197	10	19	38		2	329,197	10	19	38
	3	328,222	8	14	30		3	339,223	7	14	29
	4	327,230	7	13	29		4	342,227	7	14	29
	5	327,246	6	13	27		5	341,247	6	11	27
	6	327,267	6	11	28		6	344,253	6	12	27
	7	335,258	6	12	27		7	353,272	6	11	27
	8	332,234	7	13	28		8	332,234	7	13	28
	9	328,209	9	16	32		9	331,221	7	14	30
	10	329,194	11	22	40		10	337,199	10	16	33
	11	327,193	12	24	41		11	334,223	7	14	29

Tableau 11 : Coefficient de corrélation entre les données images et les données bateaux (MES1 = Mat. en suspension AFNOR, MES2 = Mat. susp. RNO).

PILOTINE

XS1 et MES1 = 0,96
XS1 et MES2 = 0,99
XS1 et TUR = 0,98
XS1 et S°/∞ = 0,89

XS2 et MES1 = 0,97
XS2 et MES2 = 0,99
XS2 et TUR = 0,98
XS2 et S°/∞ = 0,91

CISAMPO

XS1 et MES1 = 0,94
XS1 et MES2 = 0,90
XS1 et TUR = 0,90
XS1 et S°/∞ = 0,94

XS2 et MES1 = 0,93
XS2 et MES2 = 0,94
XS2 et TUR = 0,93
XS2 et S°/∞ = 0,94

GOUFFAREUX

XS1 et MES1 = 0,93
XS1 et MES2 = 0,90
XS1 et TUR = 0,94
XS1 et S°/∞ = 0,73

XS2 et MES1 = 0,92
XS2 et MES2 = 0,88
XS2 et TUR = 0,91
XS2 et S°/∞ = 0,90

PRINCESSE

XS1 et MES1 = 0,57
XS1 et MES2 = 0,42
XS1 et TUR = 0,30
XS1 et S°/∞ = 0,39

XS2 et MES1 = 0,51
XS2 et MES2 = 0,46
XS2 et TUR = 0,31
XS2 et S°/∞ = 0,44

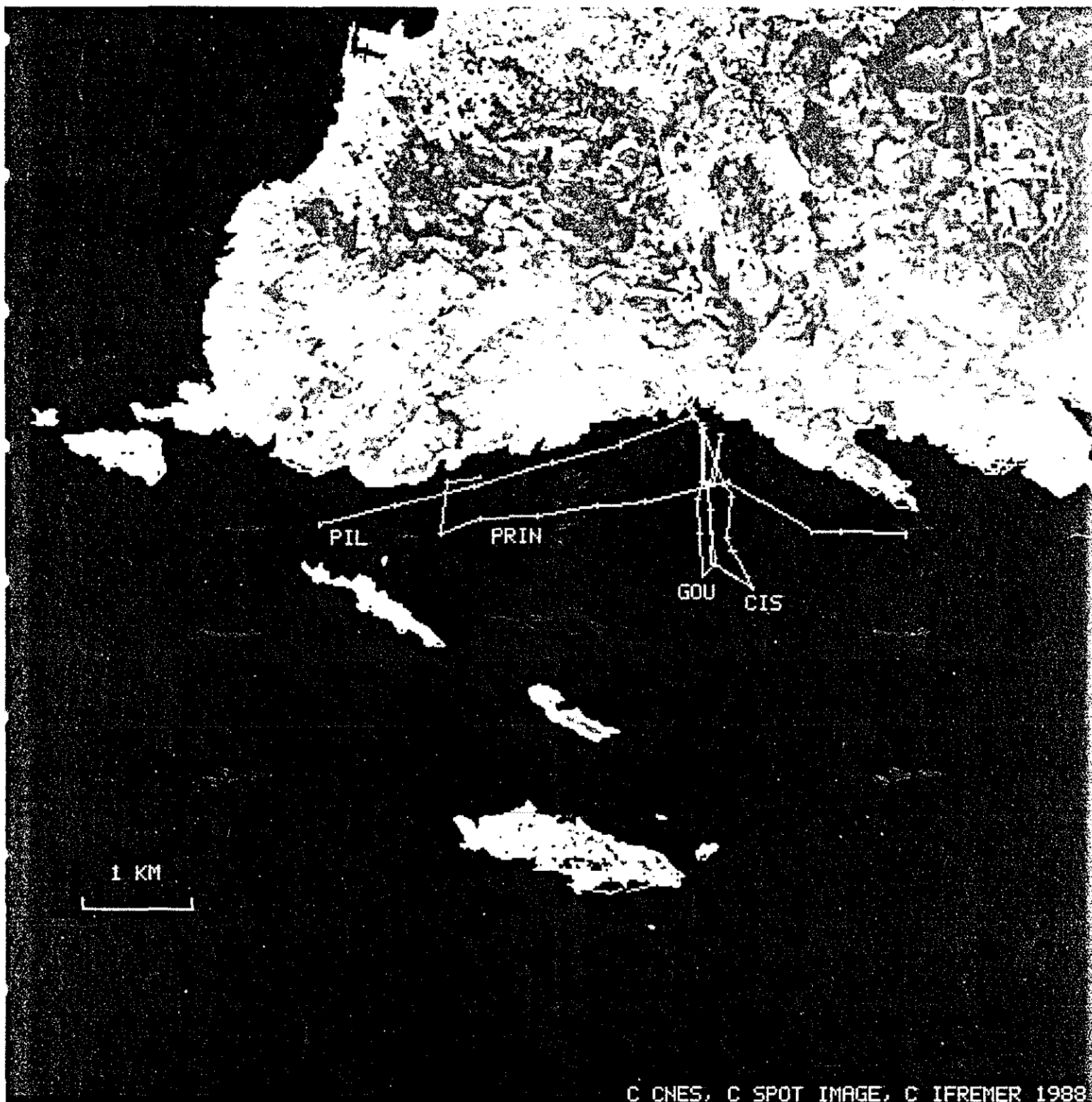


Fig. 6 : Position successive des bateaux pendant la mission du 3 août 1987 (d'après carte C. VALERIO).

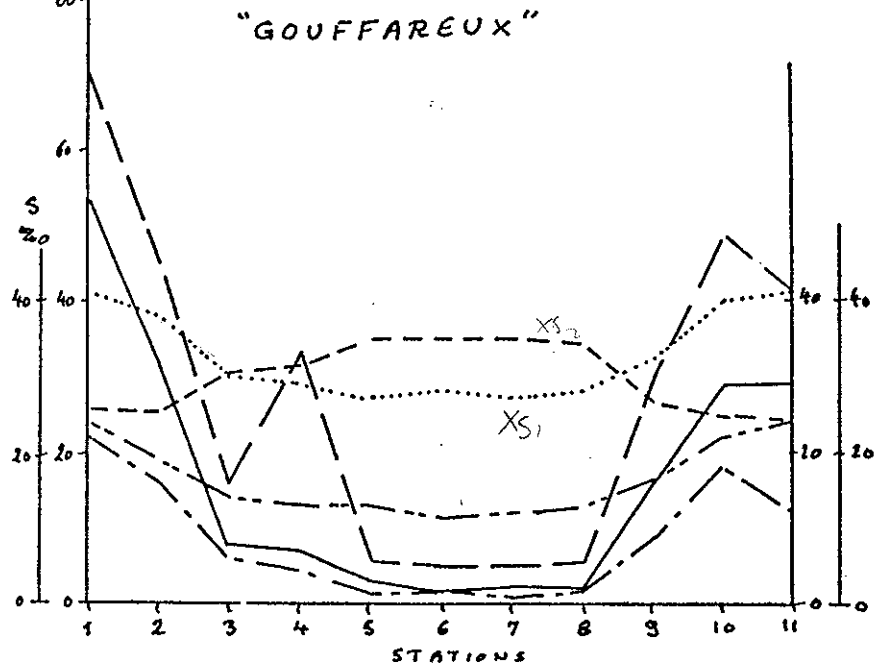
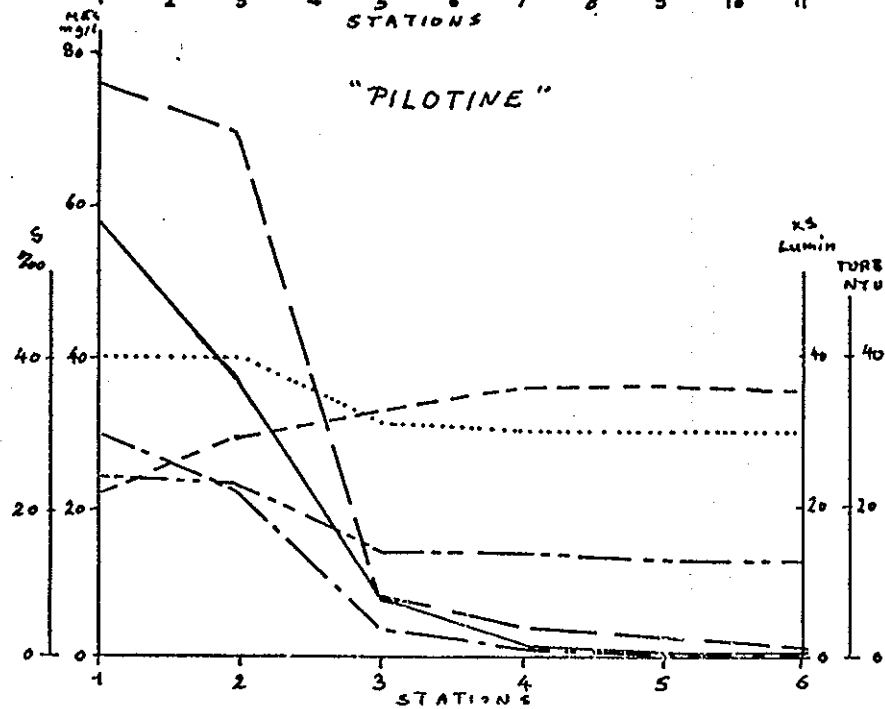
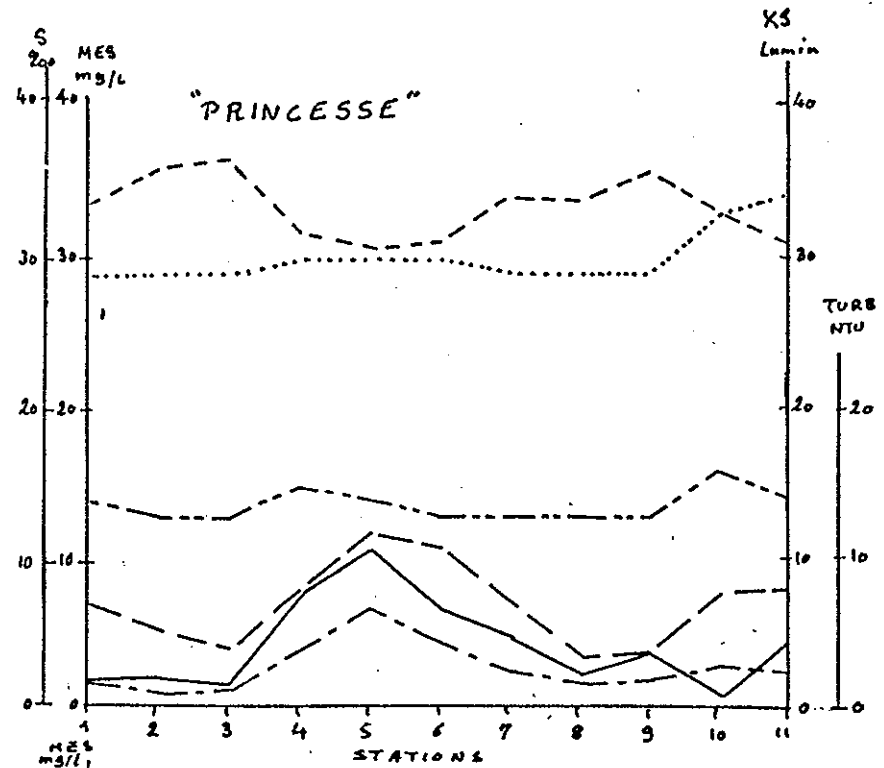
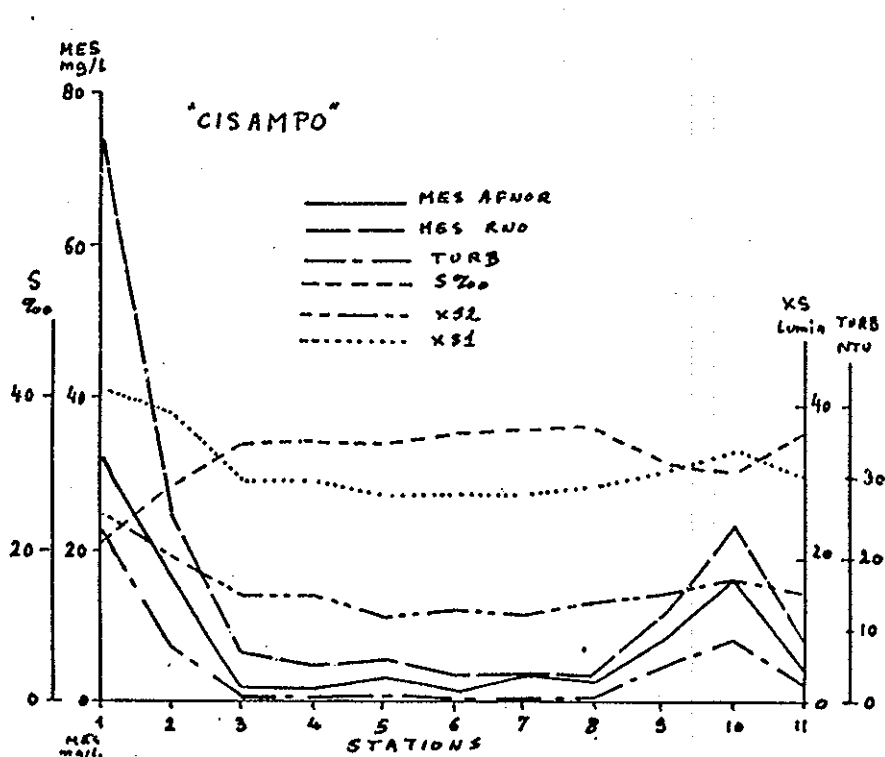


Figure 7 - les données bateau et satellite.

d/ Première approche

La première approche en traitement d'images a été d'en réhausser le contraste comme nous l'avons vu ci-dessus. Nous avons voulu voir quel résultat pouvait donner une carte d'équidensité colorée c'est-à-dire en affectant à des tranches de niveau digitaux une couleur. La Figure 8 met clairement en évidence le panache de l'émissaire. Cependant cette répartition ne s'appuyant que sur la radiométrie d'un canal (celui qui pénètre le mieux dans l'eau) certains artefacts apparaissent tels que les hauts fonds du plateau des chèvres qui sortent en jaune (même réponse spectrale que s'il s'agissait d'eau turbide). Nous avons, alors, préféré établir une classification basée sur l'analyse de l'histogramme bidimensionnel des canaux "informatifs" sur le panache (XS1 et XS2).



Fig. 8 : Carte d'équidensité colorée.

e/ Histogramme bidimensionnel

L'histogramme bidimensionnel construit sur les deux canaux XS1 et XS2 porteurs d'informations, représente la fréquence d'occurrence de tous les couples de valeurs possibles dans ces deux canaux. Il s'affranchit de la répartition "spatiale" des points pour ne plus illustrer que leurs attributs spectraux. Les points se répartissent en "nuage" dont la séparabilité s'accroît avec le caractère marqué des thèmes présents dans l'image. Ici, trois classes ressortent, les couples les plus fréquemment rencontrés donnent une valeur forte (points noirs sur l'histogramme) les couples les moins représentés se distribuent à la périphérie et dans les "vallées". Un retour inverse permet, après sélection par un "masque" d'un sous ensemble de l'histogramme, de retrouver sur l'image de départ les points initiaux correspondants. Ainsi dans notre cas illustré figure 9 et 10 :

1) Le nuage situé sur la diagonale représente le panache, hormis une bande non prise en compte et notée * sur la Figure 10 dans laquelle la dilution semble différente.

2) Le nuage situé sous la diagonale, de valeurs plus fortes sur XS1, sépare bien les zones peu profondes comme le Plateau des Chèvres et la plage du Prado jusqu'à environ 10 m.

3) Le nuage situé au-dessus de la diagonale, de valeurs plus fortes sur XS2, fait apparaître la zone profonde et non turbide.

CANAL XS2

CANAL XS1

- ETAT ZERO - CAMPAGNE DE TELEDETECTION -

- CORTIOU -

Fig. 9 : Histogramme bidimensionnel sur XS1 et XS2.

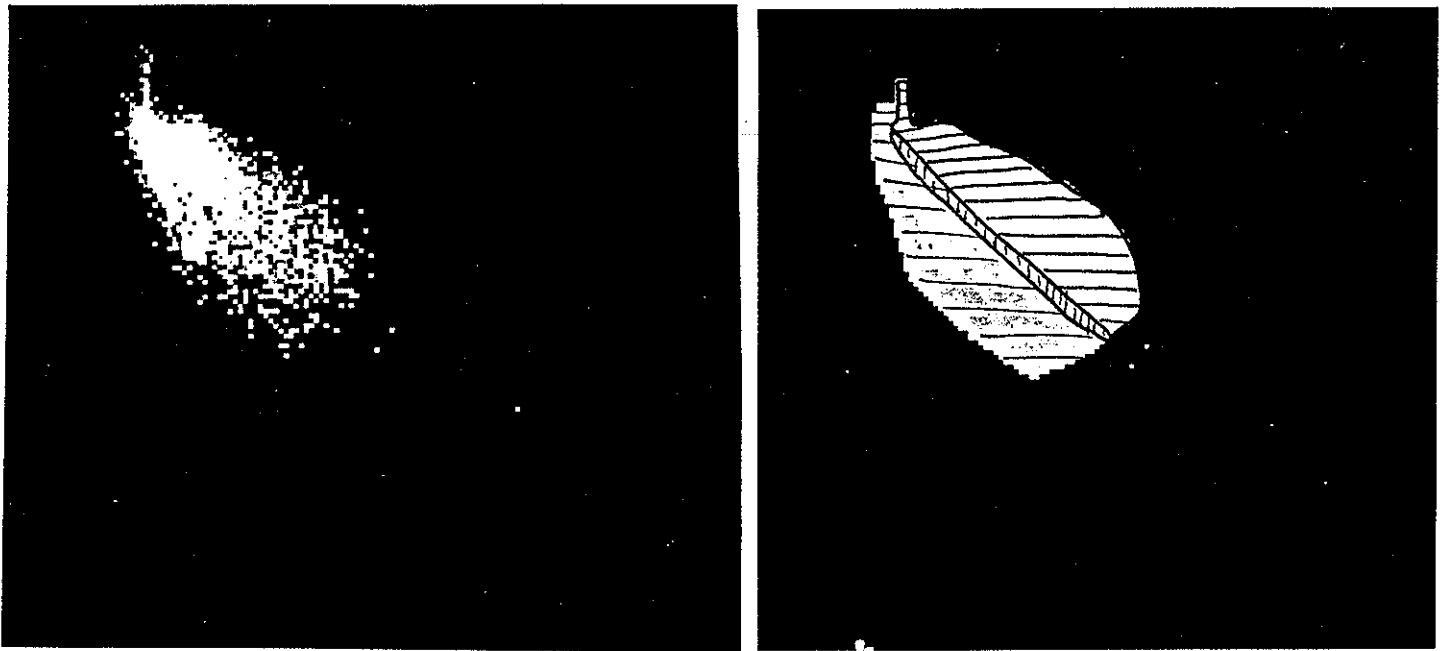


Fig. 10 : Vue du nuage de points et les masques.

Pour concrétiser l'analyse de ces points, nous fabriquons une image représentant les trois plages de l'histogramme (Fig. 11). La zone la plus blanche est le panache avec quelques points artéfacts. La partie gris clair laisse apparaître ce qui est peu profond comme le plateau des Chèvres et la plage du Prado jusqu'à environ 10 m. Le domaine profond est en gris foncé.

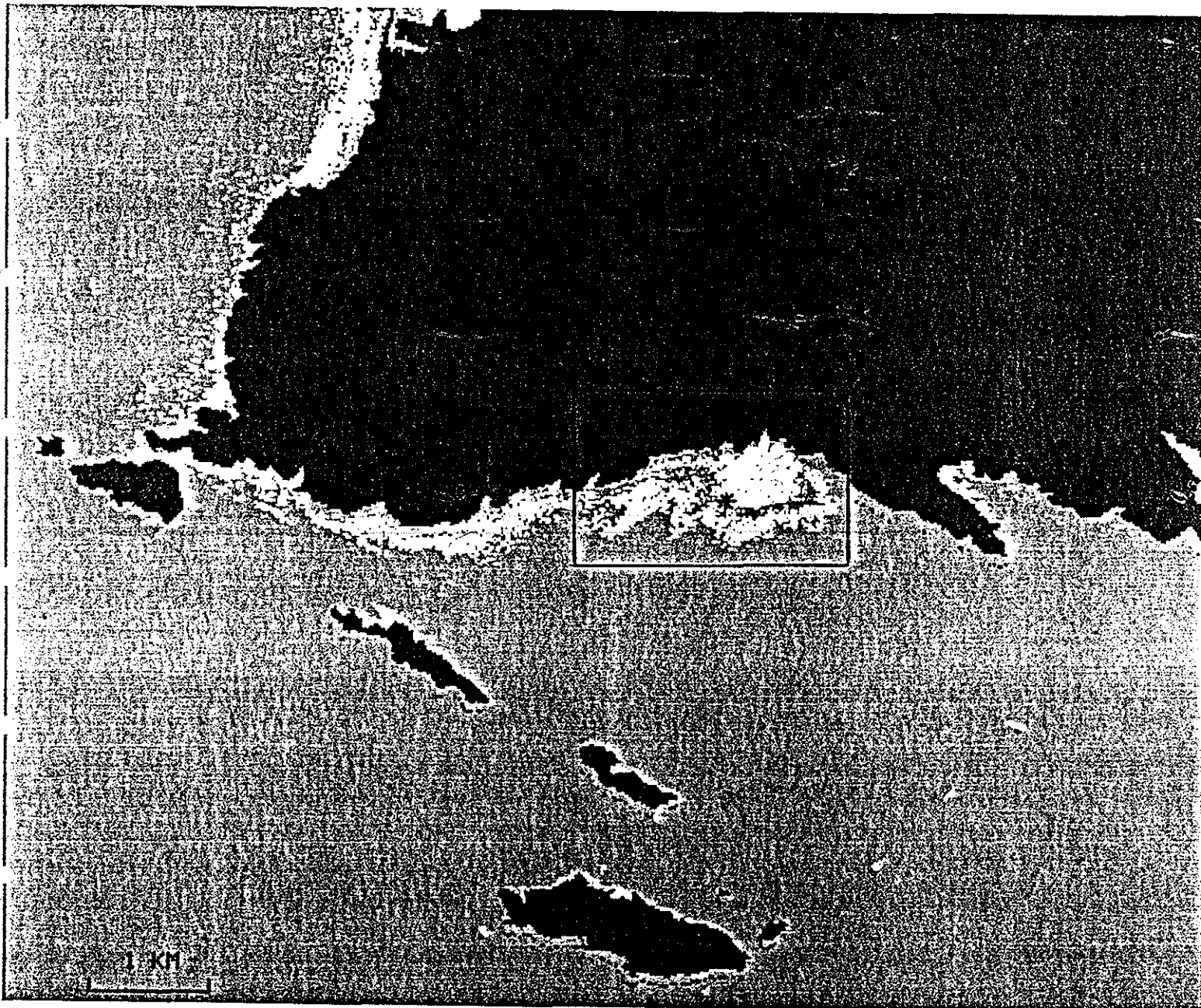


Fig. 11 : Classification d'après l'histogramme bidimensionnel.

Lorsque l'on isole la région panache du reste de l'image, on trouve une surface totale de 104,32 hectares. Ce chiffre correspond à la partie comprise dans le rectangle de la Figure 10. Si on décompose en trois zones, on compte respectivement :

- . 27,56 ha pour la zone proche de l'émissaire
- . 31,44 ha pour la zone intermédiaire (notée d'un astérisque)
- . 45,32 ha pour la zone à l'extérieur
- . 104,32 ha au total.

CONCLUSION

Les premières conclusions montrent que l'ampleur du panache de turbidité de l'émissaire est mis en évidence avec une image SPOT de manière satisfaisante.

Les canaux XS1 et XS2 montrent des corrélations significatives avec les paramètres turbidité et MES.

L'utilisation des deux bandes spectrales XS1 et XS2 par analyse de l'histogramme bidimensionnel permet de discriminer parfaitement ce qui est turbide des hauts fonds.

Une deuxième image acquise dans les mêmes conditions devrait montrer la régression attendue du panache et être utilisée pour permettre le développement d'une nouvelle méthode de traitement de la première image.

Annexes

- 1 - Carte d'équidensité colorée 1/25.000e.
- 2 - Carte du panache vu par XS1 1/25.000e.
- 3 - Carte du panache vu par XS2 1/25.000e.
- 4 - Classification d'après histogramme bidimensionnel 1/25.000e.
- 5 - Carte de localisation des bateaux 1/25.000e.
- 6 - Carte des profils verticaux 1/25.000e.