

the 3000 1063

Université des sciences et  
technologies de Lille  
UFR de géographie et  
Aménagement

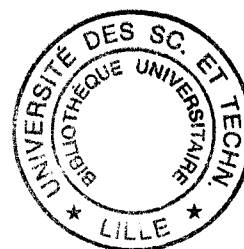
URA 1688 du CNRS  
Géographie des milieux  
anthropisés

**LA PLAINE MARITIME PICARDE ET SON LITTORAL**  
**Apports de la télédétection à l'étude des interactions**  
**entre la société et la nature**

**Patrick PICOUET**

Thèse de Doctorat

GEOGRAPHIE



Jury : Professeur J. SOMME  
Professeur C. KERGOMARD  
Professeur R. REGRAIN  
Professeur J.P. MARCHAND  
Professeur J.P. RENARD

Président  
Directeur  
Rapporteur  
Rapporteur  
Examineur

**Juillet 1998**

## **Remerciements**

Je voudrais exprimer ma profonde reconnaissance à mon directeur de recherche Claude Kergomard sans qui ce travail n'aurait pu aboutir.

Je tiens à remercier Jean Sommé et Jean-Pierre Renard pour leur lecture attentive de ma thèse et leurs conseils éclairés.

Je remercie toutes les personnes, responsables de services administratifs, de collectivités locales et d'associations, ingénieurs des services maritimes qui ont pris le temps de me faire bénéficier de leurs connaissances. Je remercie particulièrement M. Andrieux de la Subdivision maritime d'Etaples, MM. Leconte et Ladon de la Subdivision maritime de Saint-Valéry-sur-Somme, M. Defacque, secrétaire de l'Association Syndicale des Bas-Champs de la Somme et M. Lesenne du centre technique agricole de Monflières.

Je remercie tous mes collègues du laboratoire de Géographie des milieux anthropisés, mes collègues de l'UFR de Géographie et Aménagement ainsi que tous les membres du personnel pour leur amical soutien.

Je remercie enfin Martine, Maud, Marine et Yann pour leur aide et leur soutien tout au long de ce travail.

## TABLE DES MATIERES

<b><u>Introduction générale</u></b> .....	14
<b><u>1ère partie : Une approche spatiale de la plaine maritime, définitions, genèse et méthode</u></b> .....	22
Introduction	
<b><u>Chapitre 1 : Hypothèses et concepts, notions pour une approche spatiale de la plaine maritime</u></b> .....	23
<b><u>1.1-La plaine maritime: un territoire littoral</u></b> .....	23
1.1.1-Le concept de territoire.....	23
1.1.2- La définition du littoral .....	25

1.1.3- Polders, marais maritimes et wadden : définitions et organisation dans la plaine maritime.....	26
<u>1.2- Structures spatiales et système spatial</u> .....	29
Conclusion du chapitre 1 .....	30
<b><u>Chapitre 2 : La genèse de la plaine maritime ou la construction d'un territoire littoral</u></b> .....	31
<u>2.1- Quelques phases de la construction naturelle de la plaine maritime</u> .....	31
2.1.1- L'Holocène avant 5500 ans B.P. : de la plaine continentale à la plaine d'inondation .....	32
2.1.2- Entre 5500 et 2500 B.P. : la plaine d'inondation marine.....	33
2.1.3- Depuis 2500 B.P. : la construction finale de la plaine maritime actuelle .....	33
<u>2.2- Eléments d'histoire de la conquête humaine de la plaine maritime</u> .....	34
2.2.1- La période antérieure au XIIème siècle : une occupation en archipel entre des estuaires ouverts aux échanges.....	35
2.2.1.1- L'occupation des "îlots" .....	35
2.2.1.2- Des estuaires largement ouverts.....	36
2.2.2- La création du territoire de la plaine maritime entre le XIIème et le milieu du XIXème .....	36
2.2.2.1- La conquête de terres nouvelles par endiguement et drainage.....	36
2.2.2.2- Le déclin des activités portuaires dans les estuaires.....	38
2.2.2.3- Un territoire stratégique.....	38
2.2.3- La conquête des rivages depuis la deuxième moitié du XIXème siècle .....	39
2.2.3.1- L'afforestation des dunes.....	39
2.2.3.2- L'essor du tourisme balnéaire .....	40
2.2.3.2.1- La mode des bains de mer.....	40
2.2.3.2.2- Des stations au milieu des dunes.....	40
2.2.3.3- Du tourisme balnéaire au tourisme de nature.....	41

Conclusion du chapitre 2 : le territoire de la plaine maritime, construction naturelle et conquête humaine.....	43
---	----

**Chapitre 3 : La méthodologie : utilisation combinée des images satellitales et de la connaissance du terrain.....45**

Introduction

<u>3.1- Le choix des images</u> .....	47
3.1.1- Caractéristiques des images.....	47
3.1.2- Combinaison des échelles spatio-temporelles .....	50
3.1.2.1- Les échelles spatiales .....	50
3.1.2.2- Les échelles temporelles.....	50
3.1.2.2.1- Le court terme.....	51
3.1.2.2.2- Le moyen terme.....	51
3.1.3- Les conditions de l'enregistrement des données radiométriques.....	52
3.1.3.1- Les conditions internes de l'enregistrement : variété de l'éclairage solaire .....	53
3.1.3.2- Les conditions externes avant et pendant l'enregistrement : diversité des combinaisons climatiques et hydrologiques.....	54
3.1.3.2.1- Les conditions climatiques.....	55
3.1.3.2.2- Les conditions hydrologiques marines.....	57
3.1.3.2.3- Les conditions hydrologiques fluviales.....	59
3.1.4- Conclusion : l'intérêt géographique de la diversité des situations climatiques et hydrologiques.....	61
3.1.4.1- Eléments de synthèse des conditions externes, climatiques et hydrologiques.....	62
3.1.4.2- L'intérêt de la diversité des situations de marée.....	63
3.1.4.3- L'intérêt des images en ce qui concerne l'étude de la tempête et de ses conséquences.....	64

3.1.4.4- L'intérêt des images en ce qui concerne l'étude de la plaine maritime.....	65
<u>3.2- Le traitement des images</u> .....	66
3.2.1- La production des compositions colorées .....	66
3.2.2- Les corrections géométriques des images.....	68
3.2.2.1- Méthode.....	68
3.2.2.2- Exemple : les corrections géométriques des imagerie de l'estuaire de l'Authie .....	69
3.2.3- Extraction d'imagerie et traitements spécifiques.....	69
<u>3.3- Les missions aériennes</u> .....	73
<u>3.4- L'enquête de terrain</u> .....	76
<u>3.5- Les recherches dans les archives</u> .....	78
Conclusion du chapitre 3 .....	79

## **2ème partie : L'interface terre-mer et son évolution**.....81

### **Chapitre 1 : La création du territoire de la plaine maritime : essai de reconstitution par les images satellitaires**.....81

#### Introduction

<u>1.1- Les structures spatiales de la plaine maritime</u> .....	84
1.1.1- La composition colorée en "couleurs naturelles" et la détection de la plaine maritime.....	84
1.1.1.1- La détection d'une discontinuité spatiale, limite intérieure de la plaine maritime à l'aide de la composition colorée en "couleurs naturelles" .....	84
1.1.1.1.1- Interprétation de la composition colorée : les descripteurs de l'image.....	84
1.1.1.1.2- Marais intérieurs, sols nus et mise en évidence d'une discontinuité spatiale.....	85
1.1.1.2- La discontinuité spatiale : une falaise morte .....	87

1.1.1.3- La falaise morte : allure actuelle.....	88
1.1.2- La composition colorée des canaux 4, 5 et 1 du TM de Landsat et les grandes structures spatiales, naturelles et humaines de la plaine maritime.....	89
1.1.2.1- La détection des surfaces .....	91
1.1.2.2- La reconnaissance des structures spatiales.....	92
1.1.2.2.1-Processus hydrodynamiques, géomorphologiques et reconnaissance des structures spatiales .....	92
1.1.2.2.2- Travail des hommes et reconnaissance des structures spatiales .....	94
<u>1.2- Le Marquenterre et ses structures spatiales.....</u>	<u>94</u>
1.2.1- Les compositions colorées en "couleurs naturelles" et "A.C.P." : l'organisation spatiale des terres basses .....	95
1.2.1.1- Les variations complexes des surfaces des sols nus .....	95
1.2.1.2- La répartition des surfaces en herbe et leurs structures.....	101
1.2.1.2.1- Les surfaces en herbe : des choix agricoles en zones humides.....	101
1.2.1.2.2- Les structures spatiales des prairies.....	103
1.2.1.2.2.1- Le secteur des polders du sud-est du Marquenterre.....	106
1.2.1.2.2.2- Le secteur de St-Quentin-en-Tourmont, la Ferme d'Hère, Rue et le Bout des Crocs .....	109
1.2.1.2.2.3- Le secteur compris entre l'estuaire de l'Authie et Quend .....	110
1.2.1.2.2.4- L'estuaire de la Maye, Voie de Rue.....	114
Conclusion .....	117
1.2.2- La composition colorée "standard" des canaux 3, 2 et 1 de Spot : le massif dunaire du Marquenterre et son organisation spatiale .....	118
1.2.2.1- Méthodologie d'interprétation .....	118
1.2.2.2- Eléments pour l'interprétation de l'image du 13 octobre 1992 .....	119
1.2.2.2.1- Le comportement spectral des végétaux.....	119
1.2.2.2.2- L'influence de la saison.....	120
1.2.2.2.3- Le rôle du taux de couverture du sol.....	120

1.2.2.2.4- Le boisement des dunes.....	121
1.2.2.2.4.1- Eléments d'histoire du boisement .....	121
1.2.2.2.4.2- Boisements naturels, boisements anthropique .....	122
1.2.2.2.4.3- Détection des sites de contact sur l'image, observations sur le terrain.....	123
Conclusion .....	124
1.2.2.3- Le territoire dunaire du Marquenterre, un territoire de conquête.....	125
1.2.2.3.1- Un territoire de plus en plus fixé.....	126
1.2.2.3.2- Un territoire traversé par des axes de conquête touristiques .....	127
1.2.2.3.3- Les aménagements touristiques intradunaires .....	130
Conclusion .....	131
<u>1.3- Les constructions naturelles et humaines dans "l'ancien estuaire de Berck", vues sur les images.....</u>	<u>132</u>
1.3.1- Eléments du comblement naturel et des constructions humaines vus sur la composition colorée des canaux 4, 5, 1 du TM de Landsat .....	132
1.3.2- La ville de Berck et l'ancien estuaire sur la composition colorée 3, 2, 1 du TM de Landsat et l'image du canal XS3 de Spot.....	134
1.3.2.1- La composition colorée 3, 2, 1 du TM de Landsat et la densité du tissu urbain berckois.....	134
1.3.2.2- Eléments du réseau des rues berckoisées et l'image du canal XS 3 de Spot.....	136
Conclusion .....	137
<u>1.4- Essai de synthèse : la plaine maritime, les temps et les territoires .....</u>	<u>137</u>
1.4.1- Les temps de la nature et les axes spatiaux de la construction.....	137
1.4.2- Les temps de l'homme et les territoires de la plaine maritime .....	138
1.4.2.1- Les trois temps de l'homme, succession et enchevêtrement .....	139
1.4.2.2- A chaque temps, son territoire.....	139
1.4.2.3- A chaque territoire, ses structures rigides .....	140
1.4.3- Les temps de la nature et les temps sociaux, parallélisme et recoupements .....	140
1.4.3.1- Parallélisme des temps, parallélisme des territoires .....	140



1.4.3.2- "Recouplement" des temps, opposition des énergies.....	141
Conclusion du chapitre 1 .....	141
<b><u>Chapitre 2 : La côte et les estuaires : évolution et état actuel</u></b> .....	<b>143</b>
Introduction .....	143
<b><u>2.1- Le rivage des Bas-Champs</u></b> .....	<b>147</b>
2.1.1- Evolution du rivage des Bas-Champs à l'époque historique.....	147
2.1.2- Evolution du rivage des Bas-Champs depuis le XIXème siècle .....	150
2.1.3- Le rivage des Bas-Champs : essai de bilan à partir des points de vue combinés des images et des photographies aériennes ou au sol.....	152
2.1.3.1- Le rivage, vu de satellite le 5/10/1989 et vu d'avion ou au sol, le 29/ 04/1994 .....	152
2.1.3.1.1- Le rivage de la racine du cordon jusqu'au nord du Hable d'Ault.....	153
2.1.3.1.2- Le rivage, du nord du Hable d'Ault jusqu'à Cayeux-sur-Mer.....	157
2.1.3.1.3- Le rivage, de l'esplanade nord de Cayeux jusqu'au blockhaus proche de la pointe du Hourdel .....	157
2.1.3.1.4- Le rivage, du blockhaus à la Pointe du Hourdel.....	159
2.1.4- Le compartiment sédimentaire Cap d'Antifer - Bas-Champs : éléments de fonctionnement.....	163
<b><u>2.2- La Baie de Somme</u></b> .....	<b>167</b>
2.2.1- Evolution de l'estuaire de la Somme .....	167
2.2.1.1- Evolution à l'époque historique .....	167
2.2.1.2- Evolution depuis le XIXème siècle .....	168
2.2.1.3- Evolution dans les dix ans qui précèdent notre période d'étude.....	169
2.2.2- La Baie de Somme : éléments de fonctionnement et morphologie actuels.....	170
2.2.2.1- La Baie de Somme dans ses cinq états.....	170
2.2.2.1.1- La Baie de Somme largement découverte le 05 / 10 / 1989 .....	172

2.2.2.1.2- L'arrivée du flot le 17 / 03 / 1990.....	178
2.2.2.1.3- La vidange de la Baie de Somme,le 14 / 05 / 1992.....	181
2.2.2.1.4- La Baie de Somme vue lors d'une marée de grande vive eau, le 22/ 01/1992.....	182
2.2.2.1.5- La Baie de Somme bien remplie,le 13 / 10 / 1992.....	185
2.2.2.1.6- Eléments du fonctionnement actuel de l'estuaire.....	185
2.2.2.2- La superposition des cinq compositions colorées : éléments pour un état du comblement actuel de l'estuaire.....	185
2.2.2.2.1- Le comblement de l'estuaire en 1989 et 1992.....	187
2.2.2.2.2- Evolution du comblement de 1979 à 1992.....	190
2.2.3- La Baie de Somme : éléments de la dynamique actuelle et formes associées vues par les photographies.....	191
2.2.3.1- Caractéristiques de la marée .....	192
2.2.3.1.1- Les courants de marée.....	192
2.2.3.1.2- Les courbes de marée.....	194
2.2.3.1.3- Le marnage .....	194
2.2.3.2- La domination des processus d'accumulations sédimentaires.....	195
2.2.3.2.1- L'action de la marée et le schorre de la baie interne et médiane.....	195
2.2.3.2.1.1- L'action de la marée.....	195
2.2.3.2.1.2- Le schorre de la Baie de Somme : éléments de morphologie.....	196
2.2.3.2.2- L'action combinée de la marée et d'autres facteurs naturels.....	198
2.2.3.2.2.1- Le petit delta, à l'embouchure de la Maye .....	198
2.2.3.2.2.2- Le banc et la flèche sableuse dans le secteur de la Pointe de St-Quentin.....	201
2.2.3.2.2.2.1- L'état des lieux avec les photographies aériennes de 1994.....	201
2.2.3.2.2.2.2- Essai d'explication .....	204
2.2.3.2.3- L'action combinée ancienne de la marée et de l'homme.....	205
2.2.3.2.3.1- Rappel historique .....	205
2.2.3.2.3.2- Un exemple de l'action combinée : l'évolution de la slikke proche du Cap Hornu .....	206

2.2.3.3- L'homme et la lutte contre les accumulations sédimentaires.....	208
2.2.3.4- L'homme et la défense de la côte.....	210
2.2.3.4.1- L'action agressive de la houle et du flot.....	210
2.2.3.4.2- La protection contre l'érosion marine.....	210
Conclusion .....	212
<u>2.3- La côte du Marquenterre et l'estuaire de l'Authie.....</u>	<u>215</u>
2.3.1- La côte du Marquenterre : une succession de pouliers .....	215
2.3.1.1- Evolution à l'époque historique .....	215
2.3.1.2- Evolution depuis le XVIIIème siècle jusqu'au milieu du XXème siècle .....	215
2.3.1.2.1- L'érosion du rivage sud-ouest.....	216
2.3.1.2.2- L'allongement de la Pointe de Routhiauville.....	216
2.3.2- La côte actuelle du Marquenterre, état et éléments de la dynamique .....	216
2.3.2.1- Eléments pour une approche du bilan sédimentaire des différents secteurs du rivage vus sur les images satellitales du 5 / 10 / 1989 et du 13 / 10 / 1992 .....	216
2.3.2.2- Eléments de la morphologie de l'estran et des dunes de bordure sur les photographies aériennes .....	217
2.3.2.2.1- Morphologie de l'estran au droit de l'anse Bidard .....	217
2.3.2.2.2- Eléments de la morphologie dunaire à proximité des stations balnéaires.....	221
2.3.2.3- L'estran du sud de Quend-Plage, vu au sol, le 5 mai 1995.....	221
2.3.3- L'estuaire de l'Authie .....	228
2.3.3.1- Evolution depuis la fin du XIXème siècle.....	229
2.3.3.2- L'estuaire de l'Authie : éléments de fonctionnement et morphologie actuels .....	232
2.3.3.2.1- Eléments de morphologie actuels.....	233
2.3.3.2.2- Eléments de fonctionnement de l'estuaire : essai de synthèse .....	236
2.3.3.2.2.1- Quelques étapes du remplissage estuarien.....	236
2.3.3.2.2.2- Un moment de la vidange estuarienne.....	237
2.3.3.2.3- La superposition des cinq compositions colorées : éléments pour un état du	

comblement actuel de l'estuaire.....	240
2.3.3.2.4- Eléments de la dynamique actuelle et formes associées vus par les photographies.....	243
2.3.3.2.4.1- Le musoir, de la Pointe du Haut-Banc à la Pointe de la Rochelle : une dynamique complexe.....	244
2.3.3.2.4.2- La progradation du flanc externe de la Pointe de Routhiauville.....	252
2.3.3.2.4.3- Le schorre de rive sud.....	252
Conclusion.....	256
<u>2.4- La côte de Berck-Plage au Touquet-Paris-Plage et l'estuaire de la Canche.....</u>	<u>256</u>
2.4.1- La côte entre Berck-Plage et Le Touquet.....	256
2.4.1.1- Evolution de la côte depuis le XIXème siècle.....	256
2.4.1.2- La côte actuelle de Berck-Plage au Touquet : état et éléments de la dynamique.....	258
2.4.1.2.1- Eléments pour une approche du bilan sédimentaire à partir d'une image satellitale.....	258
2.4.1.2.2- Eléments de la morphologie de l'estran et des dunes de bordure vus par les photographies aériennes et au sol.....	259
2.4.2- L'estuaire de la Canche.....	267
2.4.2.1- Evolution de l'estuaire depuis le XIXème siècle.....	267
2.4.2.2- L'estuaire de la Canche : éléments de fonctionnement et de morphologie actuels à partir de l'image Spot du 17 / 03 / 1990.....	270
<u>2.5- Eléments pour une synthèse de l'évolution des estuaires et des rivages interestuariens.....</u>	<u>274</u>
2.5.1- Evolution des territoires estuariens.....	274
2.5.1.1- Trois ports pour un territoire dans l'estuaire de la Somme.....	275
2.5.1.2- La station balnéaire de Berck et le territoire estuarien de l'Authie.....	279
2.5.1.3- Un port et une station balnéaire dans le territoire de l'estuaire de la Canche.....	279
2.5.2- Evolution des rivages interestuariens.....	281

<b><u>3ème partie : L'évolution brutale des rivages ou la rencontre des tendances longues de la nature, des cycles de la marée, des temps sociaux et d'un évènement, la tempête de février 1990</u></b> .....	282
Introduction .....	282
<b><u>chapitre 1 : La tempête de février 1990 et l'inondation des Bas-Champs</u></b> .....	283
<b><u>1.1 Les conditions atmosphériques et océanographiques de l'hiver 1989-90 : un hiver très tempétueux</u></b> .....	283
1.1.1- Vents forts et vents de tempête .....	283
1.1.2- Le régime des vents en janvier-février 1990 .....	284
1.1.3- L'évènement des 26, 27 et 28 février 1990 : conjonction d'une tempête et de marées à forts coefficients .....	284
<b><u>1.2- L'inondation des Bas-Champs</u></b> .....	286
1.2.1- Essai de reconstitution des événements .....	286
1.2.2- Approche de la zone inondée par les images satellitales .....	291
1.2.2.1- Approche de la zone inondée par l'image Spot du 17 mars 1990 .....	291
1.2.2.2- Proposition pour une cartographie de la zone inondée .....	292
1.2.3- Eléments d'explication de la rupture du cordon de galets .....	295
<b><u>Chapitre 2 : Effets des ouvrages récemment construits et de la tempête dans l'évolution rapide de l'estuaire de la Canche</u></b> .....	298
<b><u>2.1- Le redressement du chenal de la Canche, une priorité économique</u></b> .....	298
<b><u>2.2- L'action combinée des agents morphogéniques</u></b> .....	298
2.2.1- Rehaussement de la digue de rive droite et travail de sape du jusant .....	299
2.2.2- Tempêtes hivernales et préparation du matériel sableux .....	299
2.2.3- La tempête des 26, 27 et 28 février : un agent accélérateur .....	299

<u>2.3- Les changements dans la dynamique estuarienne et les nouvelles interventions anthropiques (1990-1992)</u> .....	301
Conclusion du chapitre 2.....	308
<b><u>Chapitre 3 : Les interventions anthropiques sur les rivages de la plaine maritime, éléments de modélisation</u></b> .....	308
<u>3.1- Interventions anthropiques et territoires estuariens</u> .....	309
3.1.1- Eléments pour un modèle graphique de l'estuaire de la Canche.....	309
3.1.2- Eléments pour un modèle graphique de l'estuaire de l'Authie.....	313
3.1.3- Eléments pour un modèle graphique de l'estuaire de la Somme.....	315
<u>3.2- Dynamique marine et dynamique touristique : éléments pour un modèle graphique de station balnéaire des rivages de la plaine maritime</u> .....	318
Conclusion de la 3ème partie.....	321
<b><u>Conclusion générale</u></b> .....	324
SOURCES :.....	334
BIBLIOGRAPHIE.....	338
TABLE DES FIGURES.....	354
TABLE DES TABLEAUX.....	364
ANNEXES.....	365

## INTRODUCTION GENERALE

Décrivant la plaine maritime située sur le littoral oriental de la Manche, (1980, p.277) Regrain souligne : " Nulle part ailleurs que sur le littoral, l'activité de la nature et celle des hommes ne sont si intimement liées pour construire le paysage depuis plusieurs millénaires, toujours la mer a apporté des sédiments pour colmater les vallées, les estuaires, les zones abritées de ce vaste rentrant du littoral de la Manche ; volontairement ou involontairement, l'homme a facilité cet alluvionnement, par son action comme par ses négligences. Aussi, le littoral picard constitue-t-il une sorte de monument historique où l'action des sociétés humaines est sensible à chaque pas. "

Cette description de notre terrain , précisément situé entre la ville d'Ault, au Sud, et la pointe de Lornel au Nord (fig. 1) est féconde parce qu'elle pose fondamentalement la question de " l'axe " épistémologique auquel se référer pour l'étudier.

Celui-ci étant une construction naturelle, nous pouvons être tentés de mener des recherches de géomorphologie littorale dans le cadre d'une géographie profondément orientée dans son objet comme dans ses méthodes par les sciences naturelles. Nous retrouvons alors les racines d'une discipline à la recherche d'une " scientificité " dans les sillons tracés par les naturalistes géographes de l'école allemande tels Ritter, Humboldt et Ratzel. Notre illustre aîné, Vidal de la Blache fut l'un des premiers conquis et lorsqu'il s'efforça de fonder la légitimité du regard géographique, il fit toujours appel à des exemples ou modèles empruntés aux sciences naturelles

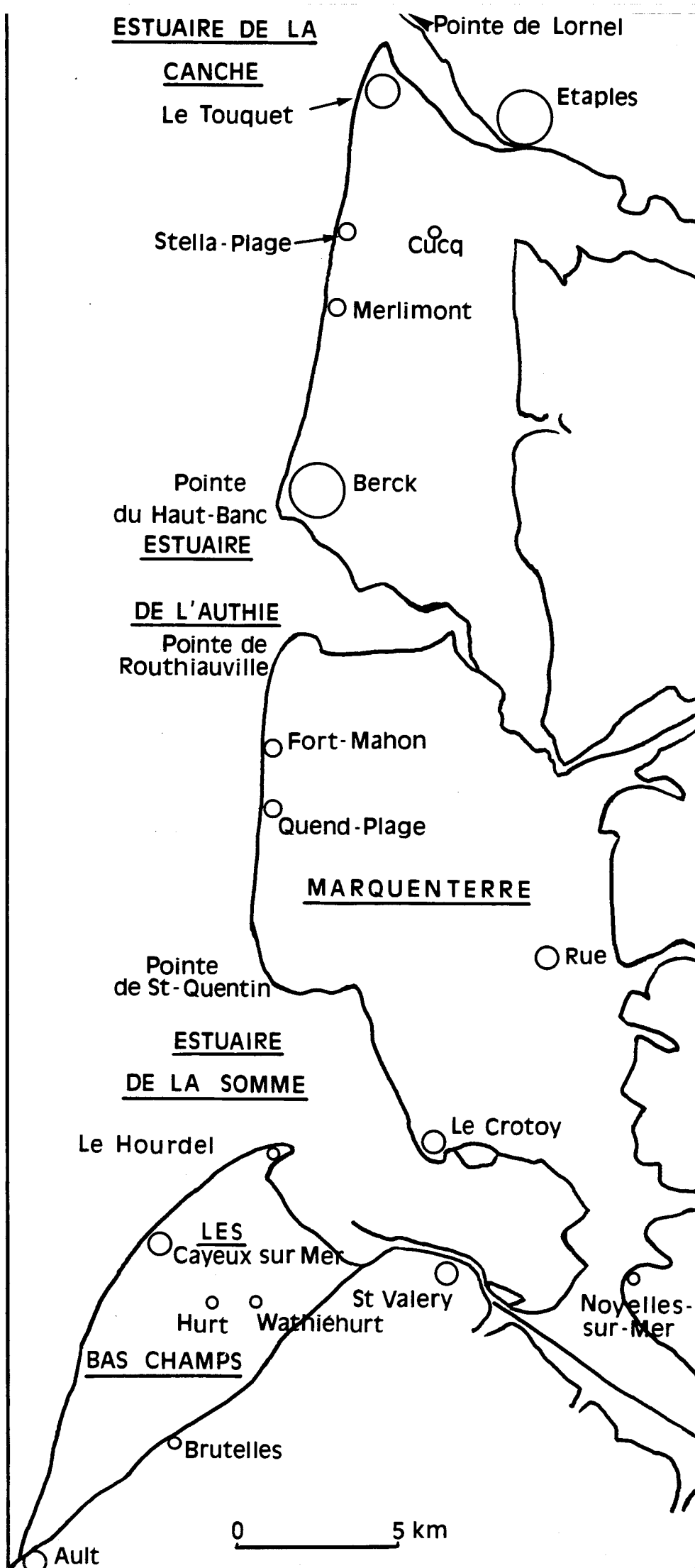


fig.1  
croquis de  
localisation:  
La plaine maritime





(Berdoulay, Soubeyran, 1991). Ainsi, la géographie obtint-elle le statut de science en s'enrichissant des concepts et des méthodes d'une géographie physique séduisante par son allure rigoureuse parfaitement inscrite dans le contexte scientifique du début du XXème siècle. L'étude des relations entre l'homme et le milieu naturel devint un axe épistémologique fondateur de la géographie française classique.

Mais, comme le dit Bertrand (1990, p. 3), " la nature n'est plus ce qu'elle était ", elle est aujourd'hui anthropisée. " La nature, c'est d'abord de l'espace, un espace de moins en moins naturel ". Dans notre espace d'étude, " l'action des sociétés humaines est sensible à chaque pas ". Le littoral est approprié, exploité, artificialisé donc véritablement territorialisé. Il s'agit même d'un territoire au sens le plus fort du terme puisqu'il est une construction humaine, un véritable polder gagné sur la mer par des siècles de travail individuel ou collectif. Le deuxième " axe " épistémologique de référence est alors celui d'une géographie, science sociale du territoire, de l'espace terrestre et de son organisation.

Notre terrain présenté par Regrain nous suggère de ne pas choisir exclusivement l'un ou l'autre des deux axes épistémologiques évoqués mais de les utiliser tous les deux. Mieux peut être, nous devons tenter de les intégrer en considérant le territoire littoral à l'interface terre-mer mais aussi à l'interface société-nature. Nous nous situons ainsi dans la continuité des recherches menées sur le même terrain par des géographes du début du XXème siècle comme Briquet (1930) qui consacre de nombreuses pages de sa thèse aux interactions entre l'activité humaine et les forces naturelles dans l'évolution du rivage. Nous suivons la pensée de Verger qui écrit en 1968 (p. 469): "... la ligne de rivage dépend de la volonté de l'homme, et ses fluctuations sont plus le reflet de l'histoire des sociétés humaines que de variations naturelles". Notre préoccupation majeure est bien de " ne pas isoler trop fortement la géographie physique de la géographie humaine et même de l'histoire " (Verger, 1968, p. 469). Bien que notre travail ne soit pas un travail d'historien, nous n'oublions pas l'histoire des sociétés humaines dans la plaine maritime picarde.

Sur un terrain qui nous semble très favorable et conforté par les importants travaux des géographes qui nous ont précédés, nous souhaitons surmonter la coupure épistémologique entre la géographie physique et la géographie, aujourd'hui science sociale du territoire, sans doute est-ce là un projet très ambitieux!

Pour tenter de réaliser un tel projet, nous pensons que la télédétection, c'est-à-dire "l'ensemble des connaissances et techniques utilisées pour déterminer des caractéristiques physiques et biologiques d'objets par des mesures effectuées à distance, sans contact matériel avec ceux-ci", peut être utile. La définition montre l'ampleur du domaine couvert par la télédétection et il importe de préciser les techniques choisies dans notre étude.

Du point de vue des technologies de collecte d'information, parmi les nombreux satellites opérationnels nous proposons d'utiliser les données fournies par deux satellites d'observation de la terre, Spot et Landsat. Ils sont équipés de radiomètres imageurs, capteurs à haute résolution, dotés d'un système à balayage qui mesurent le rayonnement provenant de la surface observée en bandes successives. Le rayonnement est focalisé et les bandes spectrales à mesurer sont séparées au travers d'une série de dispositifs optiques avant de parvenir aux détecteurs qui convertissent l'énergie radiative en courant électrique dont l'intensité varie avec celle du rayonnement. Le signal électrique est ensuite numérisé.

Les données numériques obtenues peuvent être employées dans le champ de la télédétection appliquée qui est selon Girard (1989, p. 1), "l'ensemble des connaissances et techniques nécessaires pour interpréter divers objets par leurs comportements spectraux et leurs distributions spatiales à l'aide de mesures effectuées à distance". Parmi toutes les techniques de traitement numérique utilisées en télédétection appliquée, nous nous limitons à celles qui permettent une amélioration de l'image et une sélection des thèmes d'étude.

Pour l'exploitation et l'interprétation des données, nous proposons une méthodologie fondée sur l'image satellitale et orientée vers son interprétation visuelle.

Nous partons donc de l'hypothèse que l'image satellitale est un outil géographique particulièrement pertinent pour atteindre nos objectifs.

Fondamentalement pour ce qui nous concerne, les mesures radiométriques contenues dans chacun des pixels, qui constituent l'image satellitale, " intègrent des caractères liés à l'ensemble du milieu géographique : éclairement, orientation, atmosphère, relief, surface, subsurface. " (Verger, 1984, p. 169) Ces derniers caractères sont mesurés globalement, sans sélection des informations d'ordre naturel ou anthropique. Tel paramètre obtenu sur une surface des Bas-Champs intègre des caractères liés à la nature du sol, à sa teneur en eau mais aussi au type de culture ou à la profondeur et l'ancienneté des labours, enfin à l'angle d'incidence des rayons solaires et à l'état de l'atmosphère. L'image restituée donc la complexité des combinaisons de caractères physiques et humains. Elle étaye notre position épistémologique à l'interface Société-Nature.

La fréquence des mesures est grande puisque des satellites à défilement comme Landsat ou Spot repassent sur la même orbite tous les 18 ou 26 jours. Même perturbée par des conditions climatiques régionales souvent peu favorables, cette répétitivité des observations est bien supérieure à celle de la révision des cartes ou aux possibilités d'effectuer des enquêtes sur le terrain. Elle " fonde une nouvelle connaissance diachronique des phénomènes évolutifs. " (Verger, 1989, p. 104). Le littoral connaît des évolutions brutales lors des tempêtes et des fréquentes inondations associées. Il se transforme sous l'effet des accumulations et des érosions marines. Les données multitemporelles permettent de saisir la cinématique du littoral.

" Les mesures de télédétection outrepassent largement les limites de la partie visible du spectre électromagnétique et englobent des mesures dans l'infrarouge proche." (Verger, 1984, p. 170). Cette bande spectrale est particulièrement appréciable pour notre étude.

Les très forts contrastes de réflectance dans l'infrarouge entre l'eau, très absorbante et la végétation active, très réfléchante, permettent de bien cerner les surfaces en eau, les chenaux par exemple. Les variations du comportement spectral de l'eau selon sa profondeur ou sa turbidité sont utiles pour étudier les zones immergées dans les estuaires lors de différents états de marée.

La perception de l'invisible est donc riche d'enseignements pour les recherches sur le littoral.

*classement / carte* " Les mesures de télédétection donnent de véritables images de la Terre alors que la carte, outil géographique par excellence, n'en donnait qu'une reconstitution imaginée par interpolation à partir d'observations ponctuelles " (Verger, 1984, p. 169). La carte est une représentation " filtrée " de la surface terrestre, l'image nous donne des informations " objectives " de la Terre.

La télédétection est intéressante par la variété des échelles d'observation qu'elle propose. Celles-ci sont déterminées par la combinaison de la résolution spatiale du capteur, de l'étendue de son champ d'observation et des caractéristiques orbitales du satellite. Spot et Landsat nous offrent des combinaisons complémentaires bien adaptées à l'étude du littoral. Les capteurs HRV de Spot et TM de Landsat ont respectivement des résolutions de 20 m (en mode multispectral pour Spot) et 30 m, soit des résolutions spatiales très fines propices à l'étude des modelés littoraux ou des systèmes de digues dans les polders. Leurs champs d'observation sont sensiblement différents, 60 km \* 60 km et 185 km \* 185 km. L'étude de territoire à l'échelle de la plaine maritime d'Ault à la Canche mais aussi à l'échelle des Bas-Champs et à celle des parcelles endiguées est ainsi possible.

L'image satellitale, image de la globalité physique et humaine, image diachronique, image du visible comme de l'invisible, image objective avec différentes échelles de restitution, comporte de nombreux atouts pour séduire le géographe qui étudie le territoire littoral plus que le paysage littoral.

En effet, l'image satellitale n'est pas le paysage. Pinchemel (1987, p.2) le rappelle: " De certains points hauts, l'observateur regardant à ses pieds, obtient une vision quasi aérienne, zénithale, proche de l'image fournie par une photographie aérienne (ou par un satellite). Le terme de paysage est couramment employé pour ces images zénithales. Il s'agit d'un emploi injustifié car cette vision efface totalement les plans verticaux, constituants essentiels des paysages au sol ".

*étude / lecture*

Le regard zénithal du satellite nous éloigne de l'interprétation paysagère et nous prive de " l'effet paysagique qui repose d'une part sur la combinaison de plans et de volumes, d'autre part sur la vue en perspective décomposant un paysage en plans " (Pinchemel, 1987, p.2). Il est vrai que la plaine maritime d'Ault à l'estuaire de la Canche offre peu de ces combinaisons tant est manifeste la faiblesse des volumes.

En contrepartie, l'image satellitale nous assure d'une couverture homogène de l'espace terrestre. Elle représente ainsi une alternative et un complément au point de vue orienté de la photographie aérienne oblique ou de la photographie au sol (Berthoz, Brossard, 1991-1992). Elle nous restitue des surfaces, textures et structures naturelles et / ou anthropiques qui constituent l'espace terrestre. Ces éléments composent une organisation spatiale, produit des contraintes naturelles et des empreintes sociales. Nous pouvons aborder le territoire littoral par l'étude des structures spatiales qui le caractérisent. Par exemple, le territoire du Marquenterre, polder construit à l'arrière d'un bourrelet dunaire, est fortement marqué par son système de digues et d'enclos. L'étudier, c'est tenter de comprendre l'histoire et les processus de sa formation, de son exploitation, finalement c'est un peu connaître les sociétés qui l'ont construit et la société qui y vit aujourd'hui.

*à suivre*

Nous souhaitons donc utiliser tout le potentiel d'informations spatiales que contient l'image satellitale, notre outil privilégié, sans pour autant négliger d'autres sources (photographies aériennes ou au sol, travail de terrain, archives) très précieuses pour prolonger les informations satellitales, les confirmer ou les nuancer. L'utilisation de cet outil n'est pas une fin en soi mais demeure le support d'une exploration géographique du littoral à l'interface société - nature, exploration des structures constitutives, exploration de son évolution et de son fonctionnement, exploration des contraintes qu'il supporte.

Le littoral étudié ne couvre pas toute la plaine maritime mais s'étend du pied de la falaise d'Ault où s'enracine le cordon des Bas-Champs jusqu'à la pointe de Lornel, extrémité du musoir de l'estuaire de la Canche, soit une distance d'environ 50 km. Sa

largeur est d'une dizaine de kilomètres à la latitude de Rue et, se réduit sensiblement et rapidement à 5 Km dans les Bas-Champs, au sud, plus progressivement à 4 km au droit du Touquet, au nord.

La plaine maritime est constituée de trois ensembles méridiens qui sont d'est en ouest, les marais intérieurs, les terres basses cultivées et les massifs dunaires remplacés par le cordon de galets dans les Bas-Champs. Les massifs dunaires dépassent rarement 30 m d'altitude alors que celle des terres basses se situe généralement à 4m NGF. Les trois ensembles méridiens sont interrompus par les trois estuaires de la Somme (long d'environ 10 km et large de 5 km), l'Authie et la Canche (longs de 5 km et larges de 2 voire de 1 km dans le cas du dernier nommé).

La plaine maritime se prolonge au nord de celui-ci mais change nettement de caractère. Elle devient un vaste champ dunaire en contact direct avec la falaise morte, façonnée par l'érosion marine, mais en retrait de la côte actuelle. Nous n'y retrouvons pas l'organisation spatiale de la partie située au Sud, par conséquent, disparaît ce territoire si particulier qui est le produit d'une construction naturelle et humaine.

La falaise morte limite, vers l'intérieur, notre champ d'étude. Elle reste, aujourd'hui, le relief le plus visible avec un versant au commandement non négligeable, séparant les plateaux orientaux de la plaine maritime. Elle est surtout une discontinuité spatiale majeure dans l'histoire physique et humaine de la plaine Picarde. Entre la falaise morte et le trait de côte actuel, le territoire, construit par les hommes et la mer, se distingue nettement du Vimeu, du Ponthieu ou du pays de Montreuil. La falaise morte est une discontinuité fonctionnelle dans la mesure où elle limite un territoire à l'économie originale par rapport à ses voisins. Elle est peut être une discontinuité sociale parce qu'elle a, avec les marais tourbeux à ses pieds, isolé longtemps les populations de la plaine maritime de celles des plateaux.

## 1ère partie: une approche spatiale de la plaine maritime, définitions, genèse et méthode.

### **Introduction**

La plaine maritime Picarde est un remarquable exemple de territoire littoral. La mer a construit la plaine maritime. L'homme l'a conquis en accompagnant ou en accélérant parfois sa construction, il l'a organisé, structuré. Partout, les structures spatiales, marais maritimes, polders, wadden, massifs dunaires sont les empreintes de leurs actions combinées.

L'homme et la nature n'ont pas créé le territoire selon le même pas de temps. Nous pouvons considérer l'action plurimillénaire de la nature et la conquête multiséculaire de l'homme. Il y a donc le temps long de la nature et le temps " court " de l'homme.

Pour étudier ce territoire littoral, son rivage comme ses structures intérieures, nous utilisons les images satellitales complétées par les photographies aériennes ou au sol, images du visible et de l'invisible, à petite et à grande échelle, visions verticales ou obliques. Les informations qu'elles contiennent, sont celles de l'instant, de l'actuel mais elles sont aussi le résultat des actions humaines et naturelles dans les temps court et long. Cela est particulièrement le cas dans les polders où l'inertie, la stabilité des structures sont très fortes. Les images satellitales sont donc des informateurs de l'instant mais aussi des révélateurs du passé. Elles permettent une étude à trois échelles temporelles: le temps long de la construction naturelle de la plaine maritime s'étend

depuis le Pléistocène, le temps " court " de la conquête humaine est surtout celui du Moyen Age à nos jours et le temps de l'actuel, du moment de l'enregistrement des données.

Fondons d'abord notre approche sur les définitions de quelques concepts ou notions essentiels tels que territoire, littoral, marais maritimes, polders pour les appliquer à la présentation générale de la plaine maritime.

## **Chapitre 1 : hypothèses et concepts, notions pour une approche spatiale de la plaine maritime.**

### **1.1 - La plaine maritime : un territoire littoral**

#### **1.1.1 Le concept de territoire**

Selon la définition de Le Berre (1992, p. 622- 623). " Le territoire peut être défini comme la portion de la surface terrestre appropriée par un groupe social pour assurer sa reproduction et la satisfaction de ses besoins vitaux (...) Lui donner un nom constitue une des premières formes de l'appropriation. "

Toute la plaine maritime ne porte pas de nom. Cependant, dès le XII<sup>ème</sup>, en 1199 précisément, une " unité territoriale " est créée : le Marquenterre. ( Demangeon 1905, p. 189, Fossier, 1992, p. 520). Grâce à une charte communale, celui-ci devient un exemple rare de groupement rural dont Demangeon donne précisément la composition territoriale: les paroisses de Quend et Saint-Quentin-en-Tourmont et les hameaux ou fermes de la Haye-Pénée, Froise, Mouchaux, Routhiauville, Royon et Vieux-Quend. La dénomination et la délimitation du territoire est la reconnaissance d'un long travail



de conquête réalisée par les hommes.

**Il s'agit bel et bien de la " production d'un territoire ".** (Le Berre, 1992, p. 623) **Le territoire est conquis par les hommes aux dépens des eaux marines ou lagunaires.** La commune est dotée d'un véritable "service public" organisant la construction des digues et l'écoulement des eaux (Demangeon, 1905, p.189). Le Marquenterre résulte d'un processus d'appropriation particulier sur un front pionnier depuis le Moyen Age à l'interface terre/mer. La progression du front s'effectue selon une direction méridienne, parallèle à la côte. Elle associe intimement l'édification et l'allongement des pouliers (processus naturel) et la construction des digues (processus anthropique). Le territoire de la plaine maritime en porte des traces très visibles encore aujourd'hui. Elles représentent les structures anthropiques qui seront étudiées dans la deuxième partie.

Sans doute, la conquête poursuivie du Moyen Age au XIX<sup>ème</sup> siècle a-t-elle forgé un comportement spécifique des habitants et cela pour trois raisons. Tout d'abord, comme le souligne Fossier (1992, p. 517), après avoir lu les actes qui concernent le Marquenterre entre le X<sup>ème</sup> et la fin du XIII<sup>ème</sup> siècle, le premier trait qui frappe " c'est l'isolement complet de la région, un chapelet de marécages, ennoyant les embouchures de l'Authie et de la Maye, bordant à l'est les cordons émergés, coupe de tout contact aisé avec le plateau crayeux la dépression dessinée entre les dunes et les villages ". Deuxièmement, les habitants doivent fréquemment faire valoir leurs droits sur les terres nouvellement conquises face, par exemple, aux prétentions du Comte d'Artois (instance de 1780). Enfin, la menace, sans cesse affirmée et aujourd'hui renouvelée et nettement perçue, des agressions marines contribue peut-être à maintenir des comportements hérités. L'identité territoriale s'est forgée face à l'isolement et au pouvoir seigneurial et se renouvelle face aux contraintes physiques (tempêtes et inondations associées, attaque des cordons dunaires ou des falaises).

**Partons donc de l'idée que le territoire de la plaine maritime prend tout son sens parce qu'il a été construit par l'homme et la mer et parce qu'il est actuellement l'objet de fréquentes agressions marines alors que la conquête anthropique gagne le cordon dunaire. Retenons l'idée que la territorialité est fondamentalement liée au littoral.**

### 1.1.2 La définition du littoral

" Le littoral reste une rupture, une discontinuité physique majeure de l'espace terrestre " (Corlay, 1995, p. 250).

La définition semble donc s'inscrire totalement dans le champ de la géographie physique. Celle citée dans le dictionnaire de la géographie (George, 1984, p. 272) est conforme : " Domaine géomorphologique compris, au sens strict, entre les plus hautes et les plus basses mers, mais en fait étendu à l'espace influencé par les forces marines agissant au contact du continent. Dans ce sens, il comprend :

- La côte : bande de terre confinante à la mer et qui, vue du large, présente un certain relief développé horizontalement.

-Le rivage, soumis directement aux actions marines. "

Ces deux derniers termes sont souvent utilisés comme synonyme du littoral, ainsi dans le dictionnaire de Brunet (1993, p. 303). Le critère géomorphologique seul s'avère trop restrictif, limitant le littoral à une bande trop étroite de part et d'autre de l'estran, sauf si l'on élargit la définition à l'espace jadis influencé par les forces marines (avec le risque de trop s'éloigner des rivages actuels).

D'autres approches juridiques, économiques, se révèlent souvent insuffisantes et ambiguës. " Le Domaine Public Maritime, s'arrête au niveau des plus hautes mers, ignorant toute la bande côtière émergée proche, tandis qu'il s'étend vers l'aval jusqu'aux 12 milles de la mer territoriale.(---) Par la loi littoral du 3 janvier 1986, le législateur a fixé les contours du littoral aux limites administratives des communes bordières mais il ignore la partie immergée. " Le critère économique définit le littoral comme l'aire des activités humaines directement induites de l'interface. Mais Corlay (1995, p. 252) souligne la difficulté à appliquer ce critère dans les zones floues, les zones de transition.

Aucun de ces critères " objectifs " n'étant satisfaisant, Corlay (1995) propose d'y adjoindre des " critères subjectifs, c'est à dire relatifs au perçu, au vécu, aux représentations des individus ". En intégrant la subjectivité, l'approche du littoral devient plus complexe mais elle s'enrichit, sa connaissance est approfondie.

Par conséquent, seule une combinaison de facteurs physiques et humains exprime toute la complexité de la définition du littoral. " Le littoral apparaît comme un espace à trois compartiments naturels, au centre le trait de côte, vers l'aval la mer côtière, vers l'amont l'arrière pays continental dont la spécificité résulte de modes d'occupation et d'organisation générés par l'interface terre/mer et qui est vécu et perçu différemment selon les groupes sociaux qui le fréquentent. L'ampleur, la profondeur, l'épaisseur de cet espace sont relatives au temps, aux lieux et aux sociétés." (Corlay, 1995, p. 253).

**Si nous appliquons cette définition, la plaine maritime est un littoral dont la largeur est étroitement liée à l'action de la mer depuis le Pléistocène. Elle s'inscrit bien entre l'ancienne ligne de rivage qu'est la falaise morte au relief encore très net aujourd'hui et le rivage actuel. Nous élargissons ainsi le critère géomorphologique à l'espace anciennement influencé par les forces marines d'autant que celui-ci correspond bien à l'espace endigué, conquis par les hommes, perçu comme tel mais aussi vécu comme un espace fragile, à protéger des invasions de sable et des eaux marines.**

La plaine maritime picarde n'est pas le littoral du Pays de Caux, au sud, une côte réduite à un trait, la falaise de craie, type de côte que l'on retrouve ponctuellement dans le Boulonnais. Ce n'est pas un littoral relativement fermé comme celui des falaises cauchoises. Le littoral étudié est un territoire de plusieurs kilomètres de large, ouvert sur la mer qu'il faut protéger des fortes marées et des tempêtes et dont tous les éléments constitutifs, polders, marais maritimes et wadden relatent l'histoire de l'homme.

### **1.1.3 - Polders, marais maritimes et wadden: définitions et organisation dans la plaine maritime.**

Marais maritimes, polders et wadden se combinent, à l'arrière des cordons de galets et des bourrelets dunaires, pour définir les caractères de la plaine maritime picarde. Leurs types et leur organisation spatiale contribuent, avec d'autres critères, à la spécificité de la plaine. Définissons ces trois composantes des étendues basses.

Selon Gamblin (1996, p. 534), le polder est " une superficie de terrain qui, naturellement recouverte d'eau, est entourée de digues, formant ainsi une dépression fermée artificielle, et qui a son régime hydraulique propre ". Wagret (1959, p. 147) ajoute que " le polder est un territoire protégé constamment contre les eaux extérieures. Il ne reçoit plus que de l'eau de pluie; aucun système hydrographique étranger ne le traverse librement. L'évacuation de l'eau est assurée par des moyens spécifiques comme l'écoulement par gravité vers l'extérieur à marée basse ". Cette définition s'applique plus particulièrement aux Bas-Champs du sud de la Somme.

Cependant, il est utile de la compléter par une définition qui précise la genèse de l'ensemble de la plaine maritime picarde. Nous pouvons retenir la proposition de Wagret (1959, p. 147) qui, présentant des types de polders, évoque **les polders d'atterrissements littoraux**. Par sa formation, la plaine maritime picarde correspond bien à ce type de polder. " L'homme endigue les laisses de mer le long d'estrans abrités par des îles, des cordons littoraux, sur les marges des estuaires.. " L'action anthropique se combine avec les processus naturels: " lorsque les dépôts d'alluvions ont fait émerger la slikke au dessus des hautes mers moyennes et que cette slikke n'est plus recouverte que par les marées exceptionnelles, la végétation halophile la transforme en schorre; le moment est venu d'endiguer le futur polder et de le protéger des marées de tempêtes ".

En reprenant la définition de Wagret (1959, p. 147) et la présentation des marais maritimes de Picardie de Verger (1968, p. 415-424), nous pouvons préciser la répartition des marais maritimes et des polders. Il existe sans doute, au centre des Bas-Champs et du Marquenterre, des secteurs qui correspondent le mieux à la définition **des marais maritimes**, c'est-à-dire des étendues basses, faites d'alluvions récentes déposées par la mer et situées à proximité des mers à marée. Comme le souligne Verger (1968), dans les Bas-Champs, entre Cayeux et Lanchères ou dans le Marquenterre, sur le territoire de la vieille commune, le colmatage a pu s'accomplir dans sa plénitude sans endiguement important. Au nord et au sud de ces marais maritimes, se trouvent les véritables polders (ou renclôtures, terme local), remarquables par leurs nombreuses digues. Très vastes dans les Bas-Champs et dans le Marquenterre, ils sont peu nombreux et peu étendus entre l'estuaire de l'Authie et celui de la Canche.

En bordure des polders récents, le long des estuaires, subsistent des wadden.

Ce sont des franges amphibies bordant les marais maritimes ou les polders, constitués de vases, sables ou de matériaux sablo-vaseux. Les wadden sont couverts et découverts au gré des marées et comprennent la slikke, partie inférieure de la zone intertidale inondée à chaque marée haute et le schorre, inondé aux marées de vive eau ou aux marées de tempête (le schorre est appelé mollière localement). La zone alluviale située au dessous des basses mers dans les deltas externes des baies picardes en fait aussi partie. Selon la définition de Verger (1968, p. 270), les wadden de la plaine maritime sont **des wadden de baie ouverte** (baies internes de la Somme, de l'Authie et de la Canche) raccordés vers l'aval à des **deltas externes de marée** (Verger, 1968, p.269). Nous en étudierons les caractères et l'évolution dans le chapitre 2 de la deuxième partie.

Entre les trois estuaires et à l'abri des cordons dunaires ou de galet, se sont ainsi construits des marais maritimes, des polders et des wadden qui portent tous mais à des degrés divers l'empreinte de l'homme. **La construction des polders représente une véritable entreprise de colonisation**. Celle-ci s'est traduite par un " marquage" (Kayser et al, 1990, p.60) du territoire de la plaine maritime par les sociétés qui l'ont construit. Pour Pinchemel (1988, p.217), le marquage est " l'écriture spatiale des sociétés ".

Différentes expressions sont utilisées pour exprimer le marquage du territoire; la plus classique est l'organisation de l'espace, expression dont Robic a relaté l'origine et l'usage en 1982 ( pp. 69-101); Lefebvre (1981) intitule un ouvrage de réflexion centrée sur l'espace urbain "La production de l'espace " qui introduit l'idée de l'espace, produit social; nous retiendrons " la structuration de l'espace " utilisée par Marchand (1986, p. 280). Comme Baudelle (1994, p.66), nous pensons que cette expression " a l'avantage de mettre l'accent sur la création de formes, les structures(et nous ajoutons la création de surfaces), sur leur autonomie (l'espace fonctionne par interaction entre les lieux) et sur leur articulation avec le système économique et social (auquel nous ajoutons les systèmes physique, politique et historique) qui les a mis en place."

## **1.2 - Structures spatiales et système spatial**

La plaine maritime picarde est un territoire littoral dont les structures spatiales sont très spécifiques. Les digues anciennes, au tracé sinueux et les digues rectilignes plus récentes constituent avec les canaux qui les bordent ou les traversent, des réseaux fondateurs commandant souvent l'espace local. Les parcelles minuscules groupées autour des villages ou les vastes parcelles géométriques, éloignées sur les fronts de conquête représentent des pavages autour des pôles locaux caractéristiques des différentes phases de la construction des polders. Ces éléments, digues, renclôtures et villages sont étroitement dépendants les uns des autres dans leurs formes et dans leur fonctionnement. Pouvons nous pour autant considérer qu'il s'agit d'un système spatial? Du système, De Rosnay (1975, p. 101) propose la définition suivante: " Ensemble d'éléments en interaction dynamique, organisé en fonction d'un but ". Baudelle (1994, p, 565) la reprend pour définir le système spatial: " C'est un ensemble composé d'éléments spatiaux en interactions, organisés en vue de répondre aux besoins de la société ". Pinchemel (1988, p. 185) précise qu'un système spatial se définit " par une double solidarité fonctionnelle et formelle " entre ses éléments.

Les structures spatiales de la plaine maritime sont, à grande échelle, très solidaires les unes des autres mais elles représentent un état, un résultat, non des processus actifs, or d'après Baudelle " un système est nécessairement dynamique ". Nous pouvons donc considérer qu'elles expriment le fonctionnement d'un système spatial mais n'en sont pas un.

Les structures spatiales présentent en outre l'avantage d'intégrer toutes les contraintes à l'origine de leur création, y compris les contraintes physiques, selon la définition de Marchand (1980, p. 238) c'est-à-dire les " interactions entre un élément naturel et un espace utilisé par l'homme ". Leur étude est ainsi conforme à notre objectif initial.

Nous nous proposons donc d'étudier ces structures spatiales en tentant de reconstituer quelques éléments de leur formation. Nous émettons l'hypothèse que notre outil, l'image satellitale peut se révéler pertinent pour étayer cette reconstitution. L'image nous permet une approche à petite et à grande échelle et une " observation " dans le visible et l'invisible. Cette dernière semble particulièrement utile puisque les formes au sol peuvent être visibles ou invisibles.

## Conclusion du chapitre 1

**Territoire, littoral, polder et structures spatiales, tels sont les concepts ou notions qui fondent notre recherche. Ces concepts ou notions nous engagent dans une étude de la plaine maritime à l'interface de la géographie physique et de la géographie humaine. Chaque définition place l'homme au coeur de notre étude mais nous n'oublions pas, comme le propose Marchand (1986, p. 282) de faire appel au milieu naturel, " quand on en a besoin pour expliquer le fonctionnement de l'espace". Pour reprendre l'expression de Bertrand (1990, p. 6), nous nous plaçons dans une " stratégie d'interface ". et nous étudions un territoire qui est à l'interface de la terre, de la mer et de l'atmosphère.**

Le territoire littoral actuel est le résultat d'une construction naturelle plurimillénaire et d'une conquête humaine multiséculaire. Rappelons en les grands traits.

## **Chapitre 2 : La genèse de la plaine maritime ou la construction d'un territoire littoral.**

Le Pléistocène et l'Holocène sont caractérisés par les phases de construction ( ou de destruction) naturelle. Depuis au moins le Haut Moyen Age, interviennent de plus en plus les actions combinées de la nature et de l'homme qui façonnent des structures spatiales, mailles du territoire. Les échelles temporelles de la construction naturelle et de la création anthropique du territoire ne sont pas les mêmes. L'échelle temporelle de la construction naturelle est sans doute de l'ordre de cent mille ans (depuis le Pléistocène supérieur). L'échelle de la création, de l'appropriation du territoire est celle de l'histoire depuis l'Antiquité, et surtout depuis le Haut Moyen Age.

Il y a enfin les échelles récente (depuis la fin du XIX ème siècle) et actuelle qui sont celles de la conquête des rivages mais aussi celles du recul des plages, celles du "croisement" des temps de la nature et de l'homme, et de la "rencontre" des espaces.

C'est le parallélisme des temps et des espaces (temps de la construction et de la création) puis ce croisement des temps et des espaces que nous allons évoquer.

### **2.1 - Quelques phases de la construction naturelle de la plaine maritime.**

Nous proposons quelques éléments d'une synthèse réalisée à partir des travaux de nombreux auteurs, fondés, en particulier, sur des analyses de sondage: Dubois (1922 et 1924), Briquet (1930), Dallery (1955), Regrain (1970), Le Fournier (1974), Lefèvre (1977) Lefèvre et Regrain (1977), Ters *et al.* (1980), Lefèvre *et al.* (1980), Mennessier et Beun (1980), Mennessier *et al.* (1981), Broquet et Beun (1981) Beun et Robert (1985), Broquet *et al.* (1984).

Dans cette reconstitution synthétique de la formation initiale de la plaine maritime, nous reprenons la trame temporelle proposée par Beun et Robert (1985). Nous la complétons avec quelques éléments de celles présentées par Le Fournier (1974), Broquet et Beun (1981) et Ters *et al.* (1980). Cependant, notre propos n'est pas de



développer une synthèse exhaustive mais de situer dans le temps et dans l'espace les structures spatiales de la plaine maritime actuelle.

Nous pouvons d'abord évoquer quelques aspects de l'évolution au Pléistocène supérieur puis nous suivons Beun et Robert (1985) qui distinguent trois phases à l'Holocène:

- phase antérieure à 5500 ans B.P.
- phase entre 5500 ans B.P. et 2500 ans B.P.
- phase postérieure à 2500 ans B.P.

A la fin du Pléistocène supérieur, devant la falaise pléistocène, les auteurs admettent l'existence d'une plaine au substrat crayeux avec des dépôts marins littoraux du Pléistocène moyen (Colbeaux *et al*, 1980, p. 51). Sur cette plaine, se sont déposés des cordons de galets pléistocènes, soit au pied de la falaise (par exemple les cordons de Lanchères et Sallenelle, au sud de la plaine) soit plus ou moins éloignés de celle-ci, en fonction des variations eustatiques. Au nord de la Somme, ce sont les foraines, cordons constitués " d'une alternance de bancs de galets de silex dans une matrice sableuse et de couches de sables" (Beun et Robert, 1985, p.30) qui sont les plus nombreuses. Sur cette plaine, serpente un réseau hydrographique constitué, principalement, de la Somme, de l'Authie et de la Canche.

### **2.1.1 - L'Holocène avant 5500 ans B.P. : de la plaine continentale à la plaine d'inondation marine.**

Du Préboréal à l'Atlantique, lors du relèvement glacio-eustatique, la mer envahit, par phases successives alternant des périodes de remontée importante, des périodes de ralentissement ou d'arrêt, les basses vallées transformées en estuaires. À cette époque, les parties basses de la plaine sont sans doute inondées. La submersion a pu être favorisée par l'affaissement de la bordure ouest du Vimeu vers 6000 B.P. (Broquet, Beun, 1981). Les cordons anciens pourraient avoir été parfois démantelés, des îlots subsistants contournés (ce serait le cas du " roc" de Cayeux), leurs matériaux remaniés.

### **2.1.2 - Entre 5500 et 2500 B.P.: la plaine d'inondation marine.**

De l'Atlantique au Subboréal, le relèvement eustatique, par phases successives, entraîne l'inondation de l'ensemble de la plaine. L'érosion de la falaise pléistocène est réactivée en certains points, par exemple au sud, ce qui fournit des galets, en plus des galets pléistocènes remaniés, pour l'édification de nouveaux cordons (peut-être ceux des Lirettes et du Roucoulet, au sud des Bas-Champs actuels). Grâce au stock de matériaux mobilisés, le colmatage de la plaine est favorisé (dépôts des sables gris-bleu et, dans les secteurs abrités, dépôts de marais).

### **2.1.3 - Depuis 2500 B.P.: la construction finale de la plaine maritime actuelle.**

A la fin du Subboréal, se seraient formées, par remaniement éolien des sables anciennement déposés, les premières dunes du Marquenterre (Beun, Robert, 1985) tandis que, alimentés par les matériaux provenant de la destruction de la falaise méridionale, progressent les pouliers de galets qui bordent les Bas-Champs. Au Subatlantique, lors de la phase de Dunkerque, la mer atteint son niveau actuel. Le colmatage de la plaine maritime s'achève, accéléré par le travail de l'homme. Certains estuaires se colmatent par l'accrétion des pouliers dunaires et la construction des renclôtures (estuaire de la Margueritelle et ancien estuaire de Berck), d'autres, comme ceux de la Somme, de l'Authie et de la Canche, sont déportés vers le nord. La plaine atteint le niveau 4 m N.G.F. actuel, ce qui est relativement haut pour une plaine de ce type. Nous pouvons l'expliquer par l'importance du marnage qui a pu favoriser l'alluvionnement dans ce secteur de la côte.

Cette hauteur peut suggérer que la plaine est à l'abri de toute inondation marine mais les déplacements horizontaux de la ligne de rivage d'une part, et d'autre part les fortes marées (marnage de 8,60m à Cayeux-sur-Mer en pleine mer de vive eau), ont toujours

obligé les hommes à protéger ce littoral fragile tout en le peuplant et en exploitant ses potentialités.

## **2.2 - Eléments d'histoire de la conquête humaine de la plaine maritime**

Notre propos n'est pas de relater dans le détail l'histoire de la conquête de la plaine maritime. **Nous souhaitons présenter quelques aspects de son histoire sous l'angle de la relation que les hommes ont entretenu et entretiennent avec le littoral.**

" Cette relation s'exprime par son intensité démographique et par sa nature fonctionnelle, c'est-à-dire le faisceau plus ou moins complexe d'activités qui résultent de la valorisation du potentiel" (Corlay, 1982, p. 145).

**" L'intensité démographique" est l'importance du peuplement sur le littoral.**

Le " potentiel" est celui des ressources naturelles et de ce que Marchand (1986, p. 279) nomme leurs " gisements", par exemple les gisements minéraux (galets et sables), gisements énergétiques (tourbe), gisements forestiers des dunes. **C'est aussi le potentiel spatial** déterminé par la topographie du littoral, la géométrie côtière et l'étendue de l'estran. C'est enfin, selon Corlay (1982, p. 146), **le potentiel de situation** par rapport à l'avant-pays et à l'arrière-pays.

Emanant de l'arrière-pays, les facteurs démographiques (déplacements de population), économiques (développement des productions agricoles face aux besoins alimentaires) et socio-politiques (cohésion sociale, initiatives individuelles et collectives, décisions politiques) constituent " des éléments extérieurs au territoire littoral" qui sont souvent responsables de " la nature et de l'intensité de la relation entre les hommes et le littoral" (Corlay, 1982, p. 147).

Nous pouvons, en nous rapportant à ces facteurs fondamentaux de la relation homme / littoral, tenter de présenter une chronologie sommaire de la conquête du littoral de la plaine maritime. Nous distinguons trois périodes dans l'occupation du littoral:

- la période antérieure au XIIème, siècle des premières renclôtures connues : une occupation en archipel.

- la période du XII<sup>ème</sup> siècle au milieu du XIX<sup>ème</sup> siècle : la création du territoire littoral.
- la période de la fin du XIX<sup>ème</sup> à nos jours: la conquête des rivages.

### **2.2.1 - La période antérieure au XII<sup>ème</sup> siècle : une occupation en archipel entre des estuaires ouverts aux échanges.**

#### **2.2.1.1 - L'occupation des " îlots".**

Les premiers habitants de la plaine maritime s'installent sur les " îlots" à l'abri des inondations que sont les cordons littoraux. Ces " monticules élevés et secs fournirent des emplacements aux habitations" (Demangeon, 1905, p. 171). Les cordons sont d'abord des lieux de campement temporaire pour l'homme du Néolithique qui ramasse les coquillages et pêche le long de la côte. De nombreux silex néolithiques ont été trouvés sur les cordons et sur le versant de la falaise morte, en particulier à Lanchères, Brutelles en bordure des Bas-Champs. Des structures protohistoriques ont été décelées par Agache (1978) au Crotoy et à Conchil le Temple. Chaque cordon devient un lieu de peuplement parfois lors de l'époque romaine ou pendant le Haut Moyen Age: Vieux-Quend, Flandre, Herre, Montcourt, Rue, Mayoc, Le Crotoy au nord de la Somme, Cayeux, Hurt et Wathiéhurt au sud.

Les hommes se sédentarisent en développant un genre de vie fondé sur l'exploitation des richesses de la mer et des rivières. Fossier (1992, p. 520) constate qu'un grand nombre de documents (parmi les 70 à 80 actes concernant le Marquenterre entre le X<sup>ème</sup> et la fin du XIII<sup>ème</sup> siècle) se rapportent à la pêche en rivières, dans les canaux. Quelques documents évoquent l'exploitation du sel. Ils permettent de localiser dans " les mouillères (mollières) de bord de mer les enclos à sel : sur la côte sud de la baie d'Authie ou dans l'estuaire de la Maye, face à Rue". Les marécages intérieurs sont aussi exploités pour la tourbe.

**Entre les estuaires, se développe donc une économie diversifiée fondée sur l'exploitation des ressources locales et une occupation en archipel au milieu de terres très humides voire fréquemment inondées.**

### **2.2.1.2 - Des estuaires largement ouverts.**

Les estuaires largement ouverts sont les seuls lieux d'abri d'une côte par ailleurs inhospitalière. Les ports de fond d'estuaire, tels Montreuil, Abbeville ou Rue prospèrent grâce à leurs échanges commerciaux et à la pêche. Les ports de l'aval sont aussi florissants. Etaples, l'antique Quentovic, " est le point d'attache de relations actives avec la Grande - Bretagne d'où lui venaient la laine et le plomb" (Demangeon, 1905, p. 205). St-Valéry est le principal établissement maritime de la baie de Somme. En 1066, la flotte de Guillaume le Conquérant y relâche pendant un mois.

**Les estuaires sont donc très attractifs, concentrant les ports de commerce et de guerre. Ce sont souvent des centres d'échanges à l'échelle du royaume de France.**

Pendant le Bas Moyen Age et à l'époque Moderne, les ports connaissent un lent déclin lié au colmatage des estuaires alors que la conquête de la plaine maritime se développe dans l'isolement presque complet.

### **2.2.2 - La création du territoire de la plaine maritime entre le XIIème et le milieu du XIXème**

#### **2.2.2.1 - La conquête de terres nouvelles par endiguement et drainage.**

Antérieurs au XIIème siècle, les premiers endiguements s'appuyant sur les " tertres solides que constituent les cordons" (Demangeon, 1905, p. 172) sont de petite taille. A partir du XIIème siècle, les renclôtures prennent une autre dimension si l'on en juge par la taille de celles encore visibles (voir le chapitre 1 de la deuxième partie).

Jusqu'au milieu du XIXème, la conquête de nouvelles terres progresse de façon discontinue selon un axe méridien. Ici, s'agit-il comme en Flandre (Duby, 1982), de satisfaire les besoins nourriciers d'une population de plus en plus nombreuse? La croissance démographique est peut être un des facteurs de la conquête mais il ne semble pas, en tout cas au XIIème siècle, que la plaine maritime soit un exutoire. En effet, Fossier (1992, p.518) signale que ce sont "le plus souvent des hommes du cru" qui

élèvent des digues. Les terres nouvellement conquises sont généralement vouées à l'élevage mais le " paysan des Bas-Champs (Bas-Champs doit être interprété dans le sens de terres basses) est un laboureur" (Demangeon, 1905, p. 203). L'extension des labours est indissociable du drainage des terres humides aux pentes faibles voire nulles, de l'assèchement des marécages intérieurs mais aussi de la lutte contre les déplacements dunaires qui ont souvent entraîné la disparition ou le retrait de villages tel St-Quentin-en-Tourmont.

Soumise à de nombreux aléas, tant socio-économiques et politiques que naturels (voir le chapitre 1 de la deuxième partie), la conquête suppose une forte collaboration entre les individus qui peut stimuler la volonté d'émancipation (Fossier, 1992). Le comte de Ponthieu accorde des chartes communales à Waben, Quend, Mayoc et Rue en 1193, 1199, 1209 et 1210. Les habitants doivent souvent par la suite, faire confirmer leurs droits. La question des propriétés des terres abandonnées par la mer est une source fréquente de conflits. **Les difficultés et les dangers de la conquête forgent donc un comportement humain, un rapport au territoire autrement dit une territorialité spécifique** reconnue par le comte. " La légèreté voire l'absence de maillage seigneurial" (Fossier, 1992, p. 522) est sans doute un aspect de cette reconnaissance.

**Le territoire de la plaine maritime se construit, isolé des plateaux proches par les marécages intérieurs qui longent le versant de la falaise morte, et à l'arrière d'une côte inhospitalière qui se ferme aux échanges. Si, en considérant la conquête de nouvelles terres, nous pouvons songer à des fronts pionniers, ils se déplacent parallèlement à la côte et ne semblent pas "alimentés" par l'arrivée de populations venues des régions proches. D'ampleur locale, ces fronts de conquête fonctionnent dans un isolement très sensible, au moins pendant le Moyen Age, à l'arrière d'un bourrelet dunaire, véritable marge vouée à la chasse et à une économie de cueillette et à l'avant d'une falaise morte et de marécages intérieurs dont nous pouvons dire, par hypothèse, qu'ils agissent comme une frontière.**

### 2.2.2.2 - Le déclin des activités portuaires dans les estuaires

Le colmatage des estuaires accompagné de l'extension des renclôtures interdit progressivement l'accès aux ports de fond de baie tels que Montreuil, Abbeville et Rue, et entraîne le lent dépérissement des ports d'aval, Etaples, Le Crotoy et même St-Valéry. Au XIX<sup>ème</sup> siècle, ils ont perdu l'essentiel de leur trafic commercial et ne conservent que l'activité liée à la pêche.

### 2.2.2.3 - Un territoire stratégique.

**La plaine maritime demeure un territoire à défendre**, les postes de garde-côtes et les batteries côtières dont les emplacements sont cartographiés sur les cartes anciennes en témoignent. Cela est particulièrement le cas en période de conflit avec l'Angleterre. Après la déclaration de guerre de la Convention au Roi de Bohême et de Hongrie en avril 1792, puis à l'Angleterre en 1793, de fréquents rapports d'inspection établis par des officiers de l'armée de terre précisent les conditions de la défense (Beaucour, 1969-70). La plage de " Mers est considérée comme un point favorable à une descente anglaise" (p.367), mais les autres semblent plus aisés à défendre. Si une attaque était organisée dans les Bas-Champs, " l'ennemi trouverait, après avoir franchi la plage et le banc de galets, un pays coupé de fossés et susceptible d'être défendu pied à pied" (p. 372). La baie de Somme est " remplie de banc de sable mouvant" (p. 373). Quant au secteur compris entre la Somme et l'Authie, il est considéré comme impraticable. " La côte se découvre à marée basse à une grande portée de coup de canon, par conséquent très dangereuse pour l'ennemi qui vient échouer bien souvent lors des mers orageuses. Les dunes qui longent cette côte forment une seconde défense de manière que le Marquenterre est dans la plus grande tranquillité et ne craint aucun danger " (p. 383).

**Ainsi, les conditions qui ferment la côte aux échanges, favorisent sa défense.**

Au milieu du XIX<sup>ème</sup> siècle, la plaine maritime ne vit plus que de l'agriculture et de la pêche. Le développement du tourisme balnéaire relance les activités.

### **2.2.3 - La conquête des rivages depuis la deuxième moitié du XIXème siècle.**

La plaine maritime reste en marge du développement des échanges né de la révolution industrielle parce qu'elle ne dispose pas de l'atout indispensable que représente le port facile d'accès. Mal reliée à l'arrière-pays, elle a perdu sa fonction d'espace de transit dont elle disposait encore à l'époque Moderne. La valorisation des espaces dunaires et des vastes plages de sable représentent de nouveaux atouts.

L'afforestation des dunes et la création des stations balnéaires sont les deux vecteurs de la conquête des rivages.

#### **2.2.3.1 -L'afforestation des dunes**

Depuis le Moyen Age, les hommes ont pris conscience de la nécessité de se protéger contre les déplacements dunaires. Cette protection passe d'abord par la fixation des sables grâce à l'efficacité de l'oyat puis par le boisement des dunes. De telles opérations ne sont réalisées que très lentement et difficilement. C'est au XIXème et parfois au début du XXème siècle qu'elles sont le mieux organisées et aboutissent à l'afforestation de vastes espaces dunaires proches de l'estuaire de la Canche puis dans le Marquenterre (Petit-Berghem, 1996).

Les plantations de pins maritimes et d'autres essences résineuses et feuillues créent un milieu qui, antérieur (au Touquet) ou postérieur (à Quend-Plage et Fort-Mahon) aux premières stations balnéaires est perçu favorablement par les premiers touristes.

" Espaces peu recherchés, suscitant l'angoisse des hommes" (Petit-Berghem, 1996, p.49) jusqu'à la fin de l'Ancien Régime, les espaces dunaires largement boisés deviennent très agréables et attractifs à la fin du XIXème siècle. L'attrait de la mer et de la plage contribue aussi à la conquête des rivages.



### 2.2.3.2 - L'essor du tourisme balnéaire.

#### 2.2.3.2.1 - La mode des bains de mer.

La mode des bains de mer lancée par les Anglais, favorise d'abord les ports de Calais et Boulogne reliés facilement à l'Angleterre grâce au service régulier des bateaux à vapeur Douvres-Calais (1821) puis Folkestone-Boulogne (1843) (Dewailly, 1985).

**Mais c'est l'arrivée du chemin de fer sur le littoral, par l'ouverture de la ligne Paris-Boulogne en 1848, rendant ainsi le territoire littoral accessible aux Français, qui ouvre l'ère du développement touristique.**

Le milieu naturel attire la société mondaine française et étrangère. " La mer, les plages vastes et sûres, l'air vif, les dunes, les plantations, le milieu rural ou pêcheur environnant" (Dewailly, 1985, p. 60) constituent autant d'éléments très appréciés.

L'ouverture du premier hôpital maritime à Berck en 1861 " confère à tout l'espace touristique littoral potentiel une valeur supplémentaire d'espace de santé" (Dewailly, 1985, p. 46). A partir de cette date et jusqu'en 1919, se multiplient les projets de mise en valeur des rivages de la plaine maritime.

#### 2.2.3.2.2 - Des stations au milieu des dunes.

C'est, au milieu des dunes que se construisent de nombreuses stations " dans des endroits parfois tout à fait imprévisibles" (p. 47); outre Berck-Plage qui grandit à partir de 1861 et devient station climatique en 1912, Le Touquet - Paris-Plage naît en 1882, Ste-Cécile et St-Gabriel en 1894, Fort-Mahon-Plage et Quend-Plage, Merlimont-Plage en 1901 et Stella-plage après la 1<sup>ère</sup> Guerre Mondiale.

" Poulriers et musoirs ont offert aux stations des sites qu'elles ont investis de façon aléatoire" (Dewailly, 1985, p. 60) au gré des acquisitions et mises en valeur de grands domaines par des sociétés ou des particuliers comme MM Daloz et Alyon qui achètent 1606 ha de " lais de mer" où se construira Le Touquet. Sur le poulrier de l'estuaire de la Canche, cette station s'étend vite sans se soucier de menaces venant de la mer alors que sur le musoir, la croissance de St-Gabriel est stoppée par la destruction de son

Grand Hôtel en 1901. Berck-Plage doit très vite défendre la pointe du Haut-Banc sur le musoir de l'estuaire de l'Authie.

Avec des réussites mais aussi des échecs, l'aménagement touristique des rivages de la plaine maritime se poursuit jusqu'à l'entre-deux-guerres. Les années 30 sont marquées par " l'extraordinaire popularisation du tourisme et des loisirs" (Dewailly, 1985, p. 72) surtout après l'instauration des congés payés en 1936. Ce nouvel élan n'aboutit pas immédiatement parce que la guerre est déclenchée en 1939.

**Pendant la Seconde Guerre Mondiale, le littoral est transformé en ligne de défense, " le mur de l'Atlantique".** L'estran devient un champ de mines et des centaines de blockhaus sont construits. Les destructions sont nombreuses, en particulier dans les quartiers de front de mer des stations balnéaires.

### **2.2.3.3 - Du tourisme balnéaire au tourisme de nature.**

Après la guerre, et jusqu'à la fin des années 60, la " renaissance est timide" (Dewailly, 1985, p. 74). Les conditions ont changé; les touristes avec leur automobile, recherchent dorénavant les littoraux ensoleillés. Cependant, comme le souligne Flament (1973, p.336), la fréquentation du littoral progresse. L'attrait du littoral de la plaine maritime demeure important, mais avant tout pour des populations de plus en plus régionales au budget modeste: 45,7% des locataires de meublés picards sont ouvriers et employés (Flament, 1973, p.337). La fréquentation des plages reste limitée à deux mois au maximum dans l'année ce qui rend difficile la rentabilisation d'équipements demeurant par conséquent insuffisants. L'hébergement, dominé par les terrains de camping et des résidences secondaires ou meublés est souvent de médiocre qualité (Bouchend'homme, 1987).

Mais n'ayant pas connu le déferlement touristique des côtes plus ensoleillées du sud de la France, le littoral dispose d'un potentiel " nature" qui est valorisé à partir des années 70.

La diversité des rivages, plages de sables, dunes, cordon de galets, wadden des estuaires, est un atout non négligeable; la grande largeur (299m de largeur moyenne

entre Authie et Canche) d'estrans au profil transversal peu accentué et surtout la grande superficie de l'estran situé au dessus du niveau moyen des mers peuvent permettre une forte fréquentation; les estuaires offrent de vastes surfaces de mollières fréquentées par les chasseurs de gibier d'eau; les massifs dunaires, boisés ou non, sont propices à la promenade (Dewailly, 1985).

Ces paysages côtiers grandioses et sauvages représentent des atouts d'autant plus intéressants que la plaine maritime se situe à proximité de régions françaises, belges et anglaises très peuplées.

Des Schémas Directeurs d'Aménagement et d'Urbanisme (en 1975, pour la côte picarde) puis des choix départementaux consécutifs à la parution de la loi du 3 janvier 1986, relative à l'aménagement, la protection et la mise en valeur du littoral, organisent la promotion du tourisme de nature et la protection des milieux " naturels " : le colmatage des estuaires, la protection des dunes et du cordon de galets sont quelques unes des questions étudiées dans le Schéma d'Aptitude et d'Utilisation de la Mer paru en 1978.

Le développement du tourisme de nature suppose donc la protection du territoire conquis par l'homme, essentiellement depuis le Moyen Age. Mais l'enjeu de la protection dépasse les considérations touristiques, **il s'agit de défendre un territoire construit par la mer et conquis par l'homme**. L'homme de la plaine maritime a lutté contre les inondations marines, les invasions des sables, dans l'isolement d'une côte inhospitalière qui se ferme aux échanges à l'époque Moderne et à l'arrière de marécages qui le séparent du continent jusqu'au XVIIIème siècle.

La question de la défense territoriale actuelle doit être envisagée selon la double approche de la construction naturelle et de la conquête humaine, de leurs rythmes et de leurs axes.

## Conclusion du chapitre 2: le territoire de la plaine maritime, construction naturelle et conquête humaine.

Depuis le Pléistocène, la mer a construit la plaine maritime. La sédimentation à l'origine de cette plaine est la résultante de variations positives du niveau de la mer, parfois de mouvements horizontaux lors des dernières transgressions, et de la dynamique littorale. Les transgressions marines ont contribué à donner une certaine largeur à la plaine maritime par la sédimentation sur le substrat crayeux associée aux submersions et par la construction de cordons littoraux de plus en plus éloignés de la falaise pléistocène. Les transgressions marines ont créé des estuaires largement ouverts. Ces actions se sont déroulées selon un axe ouest-est. Combinée aux variations du niveau de la mer, la dynamique littorale a contribué à l'allongement des cordons de galets et de sable par accréation, selon un axe sud-nord.

Les deux grands axes de la construction naturelle sont aussi ceux de la conquête humaine.

Depuis le Moyen Age, " l'homme littoral " a endigué l'espace des terres basses en suivant la progression des cordons protecteurs. Il a drainé ces terres basses et asséché partiellement les marécages intérieurs orientaux tout en essayant de limiter les invasions de sable venues de l'ouest. **L'axe fondamental de la conquête humaine a d'abord été méridien. Des fronts pionniers d'ampleur locale ont progressé de part et d'autre des estuaires.**

**Depuis le XIXème siècle essentiellement, la conquête humaine a changé d'orientation. L'homme s'est porté vers l'ouest, traversant les dunes, cet espace jadis en marge, à la fois mystérieux et menaçant (Petit-Berghem, 1996) pour s'installer sur le rivage, au contact de la mer. Les acteurs ne sont plus locaux mais régionaux voire nationaux. Ils s'installent sur les rivages interestuariens qui deviennent la dernière frontière.**

Les axes naturels et humains de la création du territoire littoral sont les mêmes mais les rythmes de création diffèrent. Le rythme plurimillénaire de la construction naturelle n'est pas le rythme multiséculaire de la conquête humaine. Du Moyen Age jusqu'au XIXème, rythme de la nature et rythme de l'homme ont pu s'accorder (avec toutefois

des phases de rupture) pour former le territoire entre les estuaires. Depuis le XIX<sup>ème</sup> siècle et l'installation de l'homme sur les rivages interestuariens (depuis le Moyen Age dans les estuaires) les rythmes ne s'accordent plus. Le temps du tourisme est venu "au contact" du temps de la nature sur le rivage. Celui-ci n'est pas seulement une interface spatiale mais aussi une interface temporelle (Regnauld et al., 1993).

Dans la deuxième partie, nous esquisserons quelques réflexions sur les conséquences de cette rencontre.

Sur les axes naturels et humains caractérisant la formation de la plaine maritime, les constructions marines et humaines représentent autant de structures spatiales qui organisent le territoire littoral.

A grande échelle, les structures spatiales anthropiques constituent un maillage très rigide qui participe de la dynamique littorale actuelle.

Avec notre méthode et notre outil, nous allons étudier ces structures. Voilà un géographe devant son écran d'ordinateur qui exploite des données et interprète des images satellitales en les utilisant comme un outil d'interface. A l'aide de cet outil, il étudie les contraintes physiques et les interventions de l'homme, de la société, dans leur action de construction et structuration d'un territoire. Il n'oublie surtout pas son terrain qu'il survole, qu'il parcourt longuement pour l'observer et le comprendre.

## Chapitre 3 : La méthodologie: utilisation combinée des images satellitales et de la connaissance du terrain.

### Introduction

En télédétection, les méthodologies existantes peuvent être regroupées en trois catégories: une démarche " physique", une démarche statistique et classificatoire et une " démarche d'édition et amélioration d'image" (Kergomard, 1995, p.47).

La première démarche a pour objectif d'analyser les propriétés quantitatives d'une surface étudiée; il s'agit d'établir une correspondance entre le signal radiométrique reçu (la luminance c'est-à-dire l'intensité énergétique émise par unité de surface dans une direction spécifiée) et un paramètre physique de la surface (étalonnage). Le signal radiométrique mesuré par le capteur est transformé en une propriété physique de la surface étudiée. Ce type de traitement physique peut s'appliquer à l'étude de la température de surface de la mer. Ainsi, Kergomard (1989) étudie les échanges d'eau relativement tiède venue de l'Atlantique et d'eau très froide de l'Arctique. Cette démarche est donc quantitative et analytique puisqu'elle permet d'extraire un paramètre physique d'un ensemble complexe de paramètres.

La deuxième approche est statistique c'est-à-dire que " l'on considère l'image comme un tableau à double entrée: pour chaque pixel sont indiquées les diverses valeurs correspondant à chaque bande spectrale" (Girard, 1989, p. 89). On applique à la matrice des techniques de classement statistiques qui permettent de classer les pixels dans différents thèmes.

Cette approche est aussi cartographique puisqu'à partir de la classification obtenue, il est possible de faire un zonage de l'image et de réaliser une carte avec une légende thématique.

3 La troisième démarche consiste en l'édition et l'amélioration d'image. Il s'agit de produire des compositions colorées adaptées à des thèmes choisis pour en faciliter l'interprétation visuelle. La production des compositions colorées intègre les techniques d'amélioration de l'image, telles que les corrections géométriques permettant de superposer des images successives ou des images et la carte topographique de l'I.G.N. à l'échelle 1:25 000, la création de néo-canaux ou l'analyse en composantes principales. Ensuite, le thématicien interprète les images obtenues selon la technique de la photo-interprétation. Il utilise tous les descripteurs d'image, les couleurs de restitution, les textures mais aussi les structures.

Quelle méthode choisir ?

Parmi les trois méthodes existantes, le choix doit être fait en fonction de la problématique. Celle-ci est fondée sur l'étude d'un territoire, considéré dans sa globalité sans séparer les faits d'ordre naturel et ceux d'ordre anthropique. De ce point de vue, dans l'introduction, nous avons souligné l'intérêt des mesures radiométriques qui intègrent tous les caractères d'une surface donnée, sans sélection des informations. Enfin, nous avons fondé l'étude du territoire de la plaine maritime sur une approche par les structures spatiales qui le caractérisent, en partant de l'idée que les structures de l'image peuvent être assimilées aux structures du territoire.

Notre problématique, à l'interface société / nature et l'outil utilisé, l'image satellitale considérée comme un outil géographique, nous imposent pratiquement le choix de la troisième méthode.

La première méthode avec l'extraction de paramètre physique est trop analytique; elle ne correspond pas à notre approche de la globalité du territoire.

La deuxième méthode fondée sur les traitements statistiques nous éloigne, semble-t-il, du territoire, parce que la distribution spatiale obtenue est souvent " une mosaïque pointilliste" (Girard, 1989, p. 89). Surtout, les structures, fondement de l'étude, sont particulièrement difficiles à déterminer.

L'édition et l'amélioration des images puis leur interprétation visuelle nécessitent une bonne connaissance du terrain et nous ramènent ainsi au travail du géographe par excellence.

L'utilisation combinée des images satellitaires et de la connaissance du terrain correspond pour nous à la nécessaire perception de la " réalité-terrain" à différents niveaux, le satellite, l'avion et le sol. Ceux-ci nous offrent des aspects complémentaires de la même réalité; complémentarité des instruments d'observation, le capteur, l'appareil photographique et l'oeil; complémentarité des visions, zénithale, oblique et au sol (Léo, Dizier, 1986 ).

Dans le meilleur des cas, chaque niveau d'observation ou de mesure doit être choisi pour sa représentativité. Cela suppose d'abord, un choix raisonné des images satellitaires tenant compte de leurs caractéristiques techniques, des conditions internes et externes de leur enregistrement.

### **3.1- Le choix des images**

#### **3.1.1- Caractéristiques des images**

Les images sont d'abord définies par les caractéristiques orbitales des satellites, en l'occurrence Landsat et Spot. Ceux-ci sont placés sur une orbite à défilement, quasi-polaire et héliosynchrone. Landsat 5 est situé à 690 km d'altitude et son orbite est proche de la verticale des pôles géographiques (inclinaison de  $98,3^\circ$  par rapport au plan de l'Equateur). Spot, à 830 km d'altitude, a une orbite inclinée de  $98,7^\circ$ . Cette orbite permet aux deux satellites de survoler un même endroit à intervalle de temps régulier. Elle est dite " héliosynchrone " parce que ces satellites survolent toujours à la même heure chaque point de la surface terrestre. Landsat 5 survole les latitudes moyennes de l'hémisphère Nord à 10h TU environ et Spot, à 11h TU environ.

Les images sont aussi définies par quatre paramètres essentiels:

- les dimensions de la surface observée à chaque prise de vue;
- la résolution spatiale du capteur;
- l'angle de visée (plus il s'écarte de la verticale du centre de la scène, plus les déformations de l'image sont importantes). Le capteur HRV de Spot peut être dépointé d'un angle de  $27^\circ$ , de part et d'autre de la trace du satellite. Cela permet d'accroître la



répétitivité des observations, puisque la même région peut être observée à partir d'orbites différentes;

- le nombre et les résolutions spectrales de chaque bande mesurée.

Les deux premiers paramètres, à dimension géographique, expriment les qualités spatiales des capteurs. D'une part, leur ouverture angulaire et l'altitude du satellite déterminent les dimensions globales de la surface terrestre observée, autrement dit la couverture géographique. Celle de chacun des deux capteurs Haute Résolution Visible (H.R.V.) de Spot est de 60 km \* 60 km alors que le capteur Thematic Mapper de Landsat couvre 185 km \* 185 km. D'autre part, la résolution spatiale des capteurs, dépendante de leur champ instantané d'observation, détermine la taille du plus petit élément visible sur l'image, le pixel. La résolution spatiale du capteur H.R.V. est de 20 m en mode multispectral (3 bandes spectrales) et de 10 m en mode panchromatique (une bande spectrale). La résolution du Thematic Mapper de Landsat est de 30 m.

Une autre qualité des capteurs s'exprime par leur résolution spectrale c'est-à-dire leur capacité à discerner des bandes de longueur d'onde différente. De ce point de vue, la gamme des bandes spectrales du T.M. est plus large que celle de H.R.V.

De caractéristiques orbitales semblables mais avec des capteurs dont la couverture géographique et la résolution spatiale sont différentes, Spot et Landsat nous offrent des images aux qualités complémentaires que nous pouvons valoriser en combinant au mieux les échelles spatio-temporelles d'analyse.

Tableau 1

	Landsat TM Thematic Mapper	Spot HRV Haute Résolution Visible - mode multibande (XS)	Spot HRV Haute Résolution Visible - mode panchromatique (P)
Année du premier lancement	1984	1986	1986
Répétitivité	16 j.	26 j.	26 j.
Couverture géographique	185 * 185 km	60 * 60 km	60 * 60 km
Pixel (ou Tachète)	30 * 30 m	20 * 20 m	10 * 10 m
Bandes spectrales	0,45 à 0,52 $\mu$ 0,52 à 0,6 $\mu$ 0,63 à 0,69 $\mu$ 0,76 à 0,9 $\mu$ 1,55 à 1,75 $\mu$ 10,4 à 12,6 $\mu$ 2,08 à 2,35 $\mu$	0,51 à 0,59 $\mu$ 0,62 à 0,68 $\mu$ 0,79 à 0,89 $\mu$	0,5 à 0,7 $\mu$

### **3.1.2 - Combinaison des échelles spatio-temporelles**

#### **3.1.2.1 - Les échelles spatiales**

" Les données Landsat se prêtent à des analyses d'échelle régionale, du fait de leur large couverture géographique " (Laffly, 1994). Nous les utiliserons à la fois pour décrire la plaine maritime tout en définissant plus précisément le littoral et pour présenter un état instantané de cette interface terre / mer.

La résolution spatiale de Spot, supérieure à celle de Landsat, permet des analyses d'échelle locale (Picouet, Kergomard, 1994 ). Nous utiliserons les données Spot pour une analyse précise de la morphologie des estuaires et de l'organisation spatiale du Marquenterre et des Bas-Champs.

Toutefois, la moindre couverture géographique et le découpage des scènes Spot nous privent parfois de la vision de la racine des Bas-Champs, zone particulièrement intéressante pour notre étude. Cela est vrai pour l'image du 17 mars 1990, importante pour étudier l'étendue de la zone inondée, sur laquelle on ne peut voir le secteur de la racine du cordon de galets. Par contre, l'image Spot du 13 octobre 1992 couvre l'ensemble des Bas-Champs.

#### **3.1.2.2 - Les échelles temporelles**

L'échantillonnage temporel, donc la fréquence des images utilisables disponibles est dépendant des conditions climatiques sur les côtes de la Manche orientale. Celles-ci sont bien connues et caractéristiques du climat océanique. Orientée nord-sud, la plaine maritime est exposée de plein fouet à la circulation d'ouest. La nébulosité est partout supérieure à la moyenne française (Dewailly M.M - 1974). Elle est particulièrement

élevée en automne, pendant les mois de novembre et décembre (80 à 85 % de nébulosité).

Au fréquent et important couvert nuageux automnal et hivernal s'ajoute la fréquence surtout estivale des brouillards. Etudiant les échanges thermiques entre l'air et la mer, Bondue (1973) explique la formation des brouillards estivaux par le déficit thermique de la mer par rapport à l'air à cette saison.

Nébulosité supérieure à la moyenne et brouillards fréquents, deux des caractères du climat océanique des côtes de la Manche orientale, réduisent sensiblement la fréquence des images utilisables par l'obstacle qu'ils représentent à la bonne transmission du rayonnement électromagnétique visible et infrarouge dans l'atmosphère.

Le choix des images satellitaires s'en trouve donc fortement limité.

### **3.1.2.2.1- Le court terme**

La plaine maritime picarde et ses estuaires sont des milieux à évolution souvent rapide, en particulier à la suite de tempête. Pour mesurer l'impact de l'épisode catastrophique de février 1990 dans les Bas-Champs, nous disposons de deux images acquises à intervalle de quelques mois. Cependant, la satisfaction du géographe n'est pas totale:

- les deux images disponibles encadrent la tempête de février mais l'intervalle entre elles n'est sans doute pas le plus favorable (image Landsat TM du 5 / 10 / 1989 et image Spot du 17 / 03 / 1990, soit un intervalle de près de 5 mois). Laffly (1994) propose un intervalle de l'ordre de plusieurs jours ou semaines pour étudier une catastrophe naturelle. En outre, l'image Spot nous donne une vue de l'inondation consécutive à la tempête au moment où le niveau des eaux a déjà baissé, ce qui rend plus difficile l'estimation de la surface inondée.

### **3.1.2.2.2- Le moyen terme**

Pour dresser un bilan des évolutions du littoral, en plus des deux images précédentes, nous disposons de trois images Spot datées des 14 / 05 / 1992, 22 / 01 / 1992 et 13 / 10 / 1992 ce qui représente un intervalle de 3 ans maximum. Cette durée est un peu courte

pour étudier les tendances à moyen terme mais suffisante pour appréhender le fonctionnement actuel des estuaires.

**Le choix des images impose une bonne combinaison des échelles spatio-temporelles des données et l'étude des conditions de leur enregistrement selon plusieurs pas de temps: lors de l'enregistrement et pendant les quinze jours qui le précèdent, ceci, afin d'apprécier la combinaison " instantanée" des facteurs naturels tels que le type de temps, le débit des cours d'eau ou la marée, mais aussi, afin de connaître l'évolution récente de ces facteurs.**

**Les échelles mensuelle, voire annuelle peuvent être utilisées lorsque des événements dont la connaissance est utile à l'interprétation des données radiométriques s'y sont produits.**

### **3.1.3- Les conditions de l'enregistrement des données radiométriques.**

La connaissance des conditions de l'enregistrement des données radiométriques est indispensable pour leur bonne interprétation. Nous distinguons les conditions internes et les conditions externes (Cuq, 1983). L'angle de visée du capteur, l'angle zénithal d'éclairement (angle que forme le rayonnement solaire par rapport à la verticale de la surface observée), les coordonnées de la scène obtenue, découpée selon une grille prédéterminée ainsi que le niveau de traitement des données, composent les conditions internes. Les conditions externes sont constituées des données climatologiques, marines et fluviales.

### 3.1.3.1- Les conditions internes de l'enregistrement : variété de l'éclairage solaire.

Tableau 2

satellite et capteur	date	heure locale (1)	coordonnées terrestres		angle de visée	angle zénithal d'éclairage (3)	azimut	niveau
			lat.	lon.				
Landsat TM	5/10/1989	11h06	50°2 N	2°48 E		41°30	153°12	1B
Spot HRV 2	17/03/1990	12h08	50°13 N	1°24 E	3°16 G	53°40	163°	1B
Spot HRV 1	22/01/1992	12h09	50°22 N	1°46 E	3°54 G	71°	166°20	1B
Spot HRV 1	14/05/1992	12h54	50°22 N	1°51 E	11°06 D	33°30	156°12	1B
Spot HRV 1	13/10/1992	12h14	50°06 N	1°50 E	10° G	58°20	172°54	2A

(1) L'heure locale est l'heure d'été pour l'image du 14/05/1992 et l'heure d'hiver pour les autres enregistrements.

(2) L'angle de visée est celui du capteur qui, sur Spot, peut être incliné vers la droite (D) ou vers la gauche (G) par rapport à la verticale.

(3) L'angle zénithal d'éclairage est l'angle que forme le rayonnement solaire par rapport à la verticale de la surface observée.

(4) L'image du 13/10/1992 est de niveau 2A, c'est-à-dire qu'elle est rectifiée dans le système de projection cartographique Lambert. Elle sert de référence pour les corrections géométriques des quatre autres images de niveau 1B (niveau de base de la photo-interprétation).

Survolée en fin de matinée, la plaine maritime est toujours éclairée par un rayonnement solaire de direction SSE. La diversité saisonnière des dates d'enregistrement explique les variations de l'angle zénithal d'éclairement. Bien éclairée le 14 mai, la plaine maritime est particulièrement peu éclairée le 22 janvier. La faiblesse de l'éclairement peut nuire à l'intensité des contrastes sur l'image mais l'importance des ombres portées peut révéler certaines formes au sol.

**Les variations d'éclairement représentent donc un atout non négligeable dans l'interprétation des données.**

### **3.1.3.2- Les conditions externes avant et pendant l'enregistrement : diversité des combinaisons climatiques et hydrologiques.**

L'étude des facteurs externes permet d'apprécier les conditions naturelles lors des enregistrements et l'intérêt de chaque image à travers la combinaison des conditions climatiques, hydrologiques, marines et fluviales, qu'elle propose. Les conditions externes représentent donc une aide fondamentale pour l'interprétation des données.

Enregistrées à différentes saisons, les images intègrent des conditions climatiques spécifiques contribuant à l'explication de l'état des sols (mouillés, humides ou secs), ou celui de la végétation, l'état de la mer (belle, agitée ou forte par exemple) et celui de l'écoulement dans les cours d'eau.

Les images présentent une gamme très utile de coefficients et de niveaux de marée différents, déterminant l'immersion ou l'émersion des estrans, le remplissage ou la vidange des estuaires. Indispensable pour éclairer l'étude estuarienne, une analyse de l'écoulement dans la Canche, l'Authie et la Somme donc des apports fluviaux dans les estuaires, peut compléter l'examen des éléments d'hydrologie marine.

Chacune des conditions externes est étudiée à plusieurs échelles temporelles: le jour de l'enregistrement, les quinze jours qui le précèdent et la saison voire l'année de référence, si nécessaire.

### **3.1.3.2.1- Les conditions climatiques**

Quoique située au nord de la plaine maritime, la station météorologique du Touquet peut servir de référence. Par sa situation, au bord de la mer et son altitude, 5m, elle nous semble relativement représentative de l'ensemble territorial. En position plus méridionale, la station d'Abbeville souffre cependant de son éloignement du bord de mer et de son altitude (70m). Elle peut être utilisée pour compléter si nécessaire les données du Touquet. Quelques postes pluviométriques fournissent des mesures dans le Marquenterre et les Bas-Champs.

**Les cinq enregistrements choisis à différentes saisons, ont été réalisés dans des conditions climatiques favorables à l'observation de la terre, c'est-à-dire des types de temps anticycloniques avec une nébulosité faible voire nulle.**

En 1989, le total des précipitations au Touquet est le plus faible de la décennie 1981-90 avec 731,6 mm pour une normale de 819,8 mm. Les précipitations sont légèrement inférieures à la moyenne mensuelle en octobre (période 1961-90) et ne représentent que 66,7 % de la moyenne de septembre. Au mois de novembre encore déficitaire succèdent trois mois excédentaires, en particulier janvier 1990 (138,7 % / normale) et février 1990 (188,8 % / normale). Enfin, le mois de mars 1990 est très déficitaire avec seulement 9,7 % des précipitations mensuelles normales.

**Les enregistrements des données sont donc précédés dans deux cas (fin septembre - début octobre 1989 et première quinzaine de mars 1990) de conditions climatiques caractérisées par la faiblesse des précipitations. Dans le premier cas, le Touquet,**



Fort-Mahon et Cayeux-sur-Mer reçoivent respectivement 7,8mm, 7,3mm et 3mm. Dans le deuxième cas, la faiblesse des précipitations est encore plus marquée puisque Le Touquet ne reçoit que 2,2mm et Fort-Mahon, 2mm.

**Au contraire, les enregistrements de 1992 sont à chaque fois précédés d'un épisode perturbé. Durant ces quinzaines, les précipitations sont plus importantes que dans les deux premiers cas. En mai, les précipitations sont les plus importantes dans les stations du Marquenterre et des Bas-Champs: Rue totalise 21,7mm et Cayeux-sur-Mer 23,9mm, valeurs supérieures à la normale. Elles sont partout conformes à la saison en octobre.**

**En ce qui concerne le régime des vents, l'hiver 1989-1990 est particulièrement remarquable. Il est caractérisé par les fréquences élevées des jours de vents forts de secteur ouest (vitesse instantanée supérieure à 16 m/s) et de tempête (vitesse instantanée supérieure à 28 m/s). Fait notable, ces vents soufflent pendant pratiquement tout le mois de février (Tableau 3). En mars, des vents forts de secteur ouest soufflent encore fréquemment sur l'ensemble de la plaine. Ils ont pu accélérer l'assèchement des terres des Bas-Champs submergées lors de la tempête de la fin du mois précédent.**

Tableau 3

Le Touquet: nombre de jours de vents forts et de tempête

	janvier 1990	janv. 1956-91	février 1990	févr. 1956-91
vit. > 16 m/s	11	8	22	6
vit. > 28 m/s	2		4	

Nous étudierons en détail les épisodes de tempête de l'hiver 1990 dans la 3ème partie, pour en analyser les conséquences.

### **3.1.3.2.2 - Les conditions hydrologiques marines. ( Annexes 1 et 2 )**

Les données du Service Hydrographique et Océanographique de la Marine sont calculées pour quatre stations de la plaine maritime, Le Touquet, Berck-Plage, Fort-Mahon et Cayeux-sur-Mer. Le zéro hydrographique de référence correspond, pour chaque point de la côte, au niveau théorique le plus bas atteint par la marée à ce point. Pour notre secteur d'étude, le zéro hydrographique des ports de référence (ceux pour lesquels la marée est donnée par le logiciel SHOMAR du S.H.O.M.) est situé à:

- Cayeux-sur-Mer : - 4,80 m / 0 IGN 1969
- Baie de Somme : - 4,80 m / 0 IGN 1969
- Boulogne-sur-Mer : - 4,39 m / 0 IGN 1969

En ce qui concerne les états de la mer, nous ne disposons que des observations émanant des sémaphores de Dieppe et Boulogne / Mer.

Les données satellitales nous offrent trois types de situation établis d'après les définitions des marées caractéristiques utilisées par les hydrographes:

#### **- deux situations de grande morte eau, le 05 / 10 / 89 et le 17 / 03 / 90:**

Les coefficients de marée sont très proches. Le flot est installé. L'exemple de Cayeux nous montre des heures de passage rapportées à celle de la pleine mer et des hauteurs d'eau peu différentes. La montée est plus affirmée le 17 / 03 / 90. La mer est belle à peu agitée le 05 / 10 et calme à belle le 17 / 03. Les conditions hydrologiques sont donc comparables. Elles peuvent permettre d'apprécier l'état de comblement des estuaires, la hiérarchie des chenaux estuariens ou bien encore l'allure de l'estran après les tempêtes de février 1990.

**- deux situations de petite vive eau, le 14 / 05 / 1992 et le 13 / 10 / 1992:**

Les coefficients de marée sont proches. Les hauteurs d'eau sont sensiblement différentes compte tenu des décalages horaires par rapport à la haute mer (PM + 2h 07 et PM - 0h 10). Dans le premier cas (la baissée), les chenaux d'évacuation du jusant apparaissent dans les estuaires. Dans le deuxième cas (la montée), les estuaires sont bien remplis et les estrans largement recouverts. Lors des deux passages de Spot, la mer est belle.

**- une situation de grande vive eau, le 22 / 01 / 1992:**

Le flot est établi à PM - 1h 18 (Cayeux) pour une marée de coefficient 109. La mer est belle. L'image nous présente une étape intermédiaire du remplissage estuarien.

**L'ensemble des images présente le grand avantage de nous montrer les différentes étapes de l'envolement des estuaires avec une gradation intéressante des hauteurs d'eau, de 4,62 m (C.M.) à 9,67 m (C.M.), à Cayeux.**

**Les coefficients de marée présentent, lors des cinq dates d'enregistrement, trois situations très différentes, grande morte eau, petite vive eau et grande vive eau. Dans quatre cas, la marée est montante mais nous pouvons observer la baissée dans un cas très utile pour comprendre le fonctionnement des estuaires.**

**Lors des enregistrements, la mer est belle, voire peu agitée. Si l'agitation est fréquente dans les quinze jours qui précèdent, elle n'est jamais importante (seul un cas de mer forte est observé pendant quelques heures le 9 mai 1992).**

**Les quinzaines d'octobre 1989 et 1992 sont les seules à connaître des coefficients de marée supérieurs à 100.**

### 3.1.3.2.3 - Les conditions hydrologiques fluviales

Dans chaque bassin versant, la station de mesure de référence est la dernière à l'aval, sur le fleuve, mais encore à quelques kilomètres de l'estuaire. Les mesures ne sont donc pas influencées par la marée mais elles ne tiennent compte ni des apports des rares affluents entre la station et l'estuaire ni de l'écoulement des cours d'eau dont l'embouchure se situe dans l'estuaire.

Stations de mesure: - Brimeux, sur la Canche (superficie du bv = 894 km<sup>2</sup>)  
- Dompierre, sur l'Authie (superficie du bv = 726 km<sup>2</sup>)  
- Abbeville, sur la Somme (superficie du bv = 5560 km<sup>2</sup>)

Tableau 4: Les débits journaliers le jour des mesures radiométriques

(Source: Agence de l'eau, Artois-Picardie)

Dates	5 / 10 / 1989	17 / 03 / 1990	22 / 01 / 1992	14 / 05 / 1992	13 / 10 / 1992
Fleuves					
Canche	8,65 m <sup>3</sup> /s	12,4 m <sup>3</sup> /s	7,32 m <sup>3</sup> /s	8,37 m <sup>3</sup> /s	7,01 m <sup>3</sup> /s
Authie	6,41 m <sup>3</sup> /s	6,91 m <sup>3</sup> /s	4,51 m <sup>3</sup> /s	6,31 m <sup>3</sup> /s	5,91 m <sup>3</sup> /s
Somme	27,1 m <sup>3</sup> /s	32,2 m <sup>3</sup> /s	19,5 m <sup>3</sup> /s	19,5 m <sup>3</sup> /s	20,2 m <sup>3</sup> /s

Tableau 5: Les débits moyens mensuels des mois de référence

(Source: Agence de l'eau, Artois-Picardie)

Mois	octobre 1989	mars 1990	janvier 1992	mai 1992	octobre 1992
Fleuves					
Canche	8,880 m <sup>3</sup> /s	13,000 m <sup>3</sup> /s	7,520 m <sup>3</sup> /s	8,940 m <sup>3</sup> /s	8,240 m <sup>3</sup> /s
Authie	6,290 m <sup>3</sup> /s	7,130 m <sup>3</sup> /s	4,690 m <sup>3</sup> /s	6,270 m <sup>3</sup> /s	6,850 m <sup>3</sup> /s
Somme	26,600 m <sup>3</sup> /s	35,100 m <sup>3</sup> /s	20,600 m <sup>3</sup> /s	20,100 m <sup>3</sup> /s	22,300 m <sup>3</sup> /s

**En 1989: les variations saisonnières de débit sont plus importantes que la normale**

Source: Agence de l'eau, Artois-Picardie

Fig.2:

Canche: coefficients mensuels de débit en 1989 et en 1962-1992

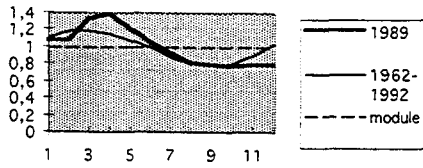


Fig.3

Authie: coefficients mensuels de débit en 1989 et en 1963-1992

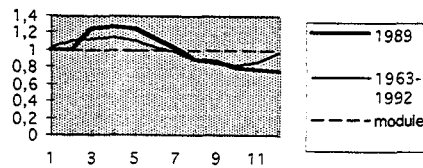
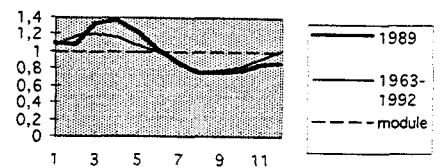


Fig.4

Somme: coefficients mensuels de débit en 1989 et en 1963-1992



**En 1990, les variations de coefficients mensuels de débit sont plus fortes pour la Canche et la Somme.**

Source: Agence de l'eau, Artois-Picardie

Fig.5:

Canche: coefficients mensuels de débit en 1990 et en 1962-1992

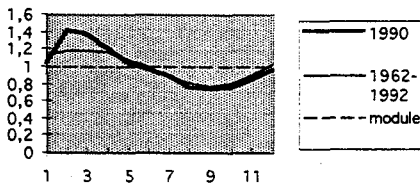


Fig.6

Authie: coefficients mensuels de débit en 1990 et en 1963-1992

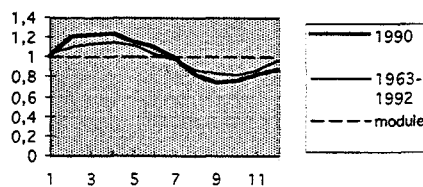
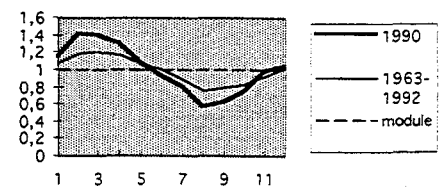


Fig.7

Somme: coefficients mensuels de débit en 1990 et en 1963-1992



**Les variations saisonnières de coefficients de débit s'inversent en 1992.**

Source: Ag. de l'eau, Artois-Picardie

Fig.8.

Canche: coefficients mensuels de débit en 1992 et en 1962-1992

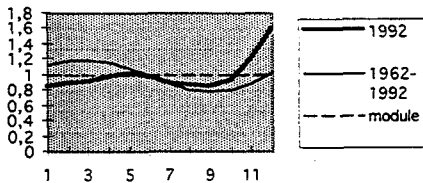


Fig.9

Authie: coefficients mensuels de débit en 1992 et en 1963-1992

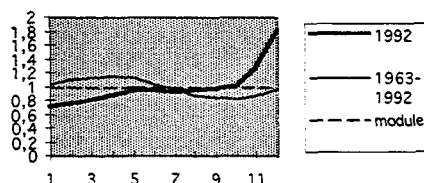
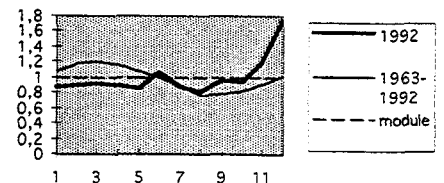


Fig.10

Somme: coefficients mensuels de débit en 1992 et en 1963-1992



**L'étude des coefficients mensuels de débit (Fig.2 à 10) souligne la grande irrégularité interannuelle des variations saisonnières pour les cours d'eau de régime pluvial océanique.**

Elle précise les conditions de l'écoulement observées le jour des mesures radiométriques (Tableau 4 et Tableau 5) et dans les quinze jours qui les précèdent (Annexe 3).

**L'image du 5 octobre 1989 s'inscrit dans une période de basses eaux légèrement inférieures aux normales de septembre et octobre.** Les débits journaliers des trois cours d'eau sont même inférieurs à la moyenne mensuelle durant les quinze jours précédents.

**Les images des 22 janvier, 14 mai et 13 octobre 1992, s'inscrivent dans une période de basses eaux de pratiquement neuf mois consécutifs.** Les débits journaliers sont fréquemment inférieurs à la moyenne mensuelle. Seules exceptions, la Canche en mai et l'Authie en octobre, connaissent un écoulement égal au module.

**L'image du 17 mars se situe dans des conditions d'écoulement totalement différentes, en période de hautes eaux, particulièrement élevées dans la Canche et la Somme.**

#### **3.1.4 - Conclusion : l'intérêt géographique de la diversité des situations climatiques et hydrologiques.**

Les images disponibles ne répondent pas à toutes les attentes du géographe étudiant le littoral. Le découpage des scènes Spot nous prive d'une partie de la zone étudiée. L'encadrement temporel des inondations de février-mars 1990 n'est pas le plus favorable et notre étude sur les évolutions du littoral souffre d'un intervalle de temps un peu court. Il était impossible financièrement d'acquérir les images qui auraient comblé nos souhaits.

**Cependant, les images multidates et multispectrales offrent une palette de situations hydrologiques et climatiques que l'on peut présenter image par image.**

### 3.1.4.1 -Éléments de synthèse des conditions externes, climatiques et hydrologiques.

L'image du 5 octobre 1989 est enregistrée lors d'une période dominée par un type de temps anticyclonique. Les précipitations sont donc peu importantes alors que l'automne est normalement la saison la plus humide dans la plaine maritime. L'écoulement journalier des fleuves côtiers est inférieur à la moyenne mensuelle dans une saison de basses eaux plus creusées que la normale. Les volumes d'eau douce écoulés interviennent moins dans le fonctionnement des estuaires.

Les coefficients de marée ne dépassent pas ceux de vive eau moyenne et la mer reste le plus souvent belle. Au moment de l'enregistrement, le flot est installé en situation de grande morte eau.

C'est aussi par beau temps qu'est enregistrée l'image du 17 mars 1990 mais les vents d'ouest-sud ouest à ouest-nord ouest soufflent encore fort après la tempête de février. Dans cette saison de hautes eaux, l'écoulement mensuel des cours d'eau est plus élevé que la normale ce qui amène davantage d'eaux douces dans les estuaires.

Les coefficients de marée ne sont jamais très élevés. La mer est calme le jour de l'enregistrement après les houles creusées de début de mois. La montée est plus affirmée que le 5 octobre alors que les coefficients de marée sont très proches.

Le fait le plus marquant lors de l'enregistrement de l'image du 22 janvier 1992 est la faiblesse de l'écoulement fluvial en pleine saison hivernale. Les coefficients mensuels de débit sont très inférieurs à la normale dans les trois fleuves.

Les coefficients de marée dépassent 100 mais la mer reste belle le plus souvent grâce aux conditions anticycloniques dominantes.

Quelques précipitations durant la quinzaine précédent l'enregistrement de l'image du 14 mai 1992 ne suffisent pas pour augmenter durablement l'écoulement fluvial

qui demeure anormalement faible depuis janvier. Fait important pour leur étude, les estuaires sont observés à marée descendante.

Les conditions climatiques du début du mois d'octobre sont classiques pour la saison avec un épisode pluvieux associé au passage d'une perturbation. Pendant la quinzaine avant l'enregistrement de l'image du 13 octobre 1992, l'écoulement journalier dans les trois fleuves côtiers reste inférieur à la moyenne mensuelle; les basses eaux des mois précédents persistent, ce qui a sans nul doute eu une influence sur le fonctionnement estuarien. La faiblesse relative des courants de chasse a pu favoriser le colmatage des estuaires durant plusieurs mois.

Comme le 14 mai, la marée est de petite vive eau mais le flot est installé. La mer est belle.

Le géographe peut exploiter au mieux la diversité des situations de marée tout en tenant compte de l'influence des autres éléments, climatiques et hydrologiques.

#### 3.1.4.2 - L'intérêt de la diversité des situations de marée

##### En ce qui concerne l'étude du fonctionnement estuarien .

Nous disposons d'une gradation utile dans le remplissage des estuaires, propice à l'étude de leur fonctionnement. Dans quatre cas, la marée est montante. Lors de l'enregistrement du 14 / 05 / 1992, la marée descendante nous montre quelques aspects de la vidange des estuaires. Quatre fois sur cinq, les fleuves ont un écoulement de basses eaux. Leur rôle dans les mouvements d'eau estuariens est donc relativement limité. Le 17 / 03 / 1990, les hautes eaux fluviales soulignent bien leur chenal d'écoulement, d'autant que la hauteur de la marée n'est pas encore très importante.



### **En ce qui concerne l'étude du rivage .**

L'enregistrement du 05 / 10 / 1989, réalisé lorsque l'estran est le plus largement découvert, nous permet d'observer quelques aspects de sa morphologie. La vision "synoptique" du tracé du trait de côte offre la possibilité de mener une étude comparée de la face externe des pouliiers, de leur racine ancienne à leur pointe actuelle (donc, la côte entre les estuaires). Par exemple, la convexité du tracé, à proximité des pointes actuelles et la concavité du tracé sur leur racine ancienne peuvent suggérer l'état du bilan sédimentaire et, parfois, l'importance de l'intervention humaine (cas de Berck-Plage).

Les estuaires largement découverts nous dévoilent les bancs qui les encombrant et le réseau des chenaux qui les parcourent.

### **3.1.4.3 - L'intérêt des images en ce qui concerne l'étude de la tempête et de ses conséquences .**

Les enregistrements du 05 / 10 / 1989 et du 17 / 03 / 1990 encadrent l'épisode tempétueux de fin février et début mars 1990. Ses conséquences peuvent être étudiées dans les Bas-Champs où la zone inondée lors de la rupture du cordon de galets est encore partiellement visible, ce qui peut permettre de la cartographier.

- l'enregistrement du 17 / 03 / 1990 permet de reconstituer partiellement, dans les Bas-Champs, le réseau d'anciens chenaux à nouveau remplis par la mer lors de l'inondation.

- préparée par l'aménagement des digues et accélérée par la tempête, l'évolution de l'estuaire de la Canche est sensible: le chenal principal s'est nettement déplacé. Les hautes eaux du fleuve le 17 mars contribuent à sa netteté.

#### **3.1.4.4 - L'intérêt des images en ce qui concerne l'étude de la plaine maritime .**

Les enregistrements du 05 / 10 / 1989 et du 13 / 10 / 1992 sont particulièrement riches d'enseignements pour l'étude des structures spatiales de la plaine maritime.

Le mois d'octobre est le mois le plus favorable pour distinguer les sols nus. Le début du mois est d'autant plus intéressant que les semailles de céréales d'hiver, venant d'être faites, n'influencent aucunement les comportements spectraux des sols.

Outre des facteurs comme l'humidité des sols nus ou leur rugosité, associée à l'importance des labours, les contrastes fondés sur leur composition minérale de surface ou leur nature en relation avec les formations superficielles (les formations des cordons littoraux anciens par exemple) peuvent être mis en évidence.

Les couvertures végétales des prairies permanentes, des marais et des bourrelets dunaires, sur les pannes ou sur les dunes internes et externes, présentent des différences remarquables au mois d'octobre, compte tenu de leur composition et de leur hauteur, du taux de couverture du sol et de l'activité physiologique des plantes (facteurs propres aux végétaux fortement associés aux conditions climatiques saisonnières).

**Le compromis entre la disponibilité des images et les critères de l'étude est donc acceptable.**

Cependant, l'utilisation optimale des images multidates et multispectrales nécessite d'avoir recours à des traitements spécifiques :

- traitement d'image pour la réalisation de compositions colorées adaptées à la thématique, en particulier dans le choix des combinaisons de canaux, avec les limites imposées par les systèmes de télédétection existants (Picouet, Kergomard, 1994).
- traitement particulier pour rendre superposables les images : ce sont les opérations de mise en forme géométrique.
- traitements conçus pour la mise en évidence de phénomènes précis, dont l'évolution brutale de l'estuaire de la Canche au cours de l'hiver 1989-1990 est un exemple.

## 3.2 - Les traitements des images.

### 3.2.1 - La production des compositions colorées.

Le premier des outils utiles à l'étude des images satellitales est la composition colorée. "L'examen visuel des images est l'étape la plus importante pour l'exploitation thématique des données. Ce qui était numérique, invisible, indéchiffrable, devient, par le biais de l'écran ou du papier, couleurs et formes facilement reconnaissables pour qui possède les clefs de lecture " (Laffly , 1994, p.47). Cependant, il est important de choisir les compositions colorées offrant le maximum d'informations adaptées aux thèmes abordés.

**Pour une approche régionale de la plaine maritime picarde et de ses estuaires par analyse des images satellitales, la composition colorée des canaux 4, 5 et 1 du TM de Landsat est de très loin le document le plus riche, comme cela a déjà été souligné par Bariou (1988). La composition colorée est obtenue par synthèse additive des couleurs rouge, vert et bleu. Le rouge est attribué au canal TM 4 (0,78 - 0,90 $\mu$ , longueurs d'onde de l'infrarouge proche) qui permet de distinguer la végétation en activité chlorophyllienne et l'eau ( dans ce canal, l'eau absorbe fortement le rayonnement solaire reçu, sa réflectance est donc très faible, alors que la végétation active connaît une réflectance élevée). Le vert est attribué au canal TM 5 (1,57 - 1,78 $\mu$ , longueurs d'onde de l'infrarouge moyen) particulièrement sensible à l'humidité des tissus végétaux et des sols, qui apporte une gamme remarquable de nuances dans les signatures de la végétation et des sols nus. Le bleu est attribué au canal TM 1 (0,45 - 0,52 $\mu$ , longueurs d'onde de la lumière bleue) qui apporte sa sensibilité aux variations de réflectance des sables (estran, massifs dunaires) et des sols nus (crayeux et limoneux).**

**La composition colorée des canaux 3, 2 et 1 du TM de Landsat fournit des informations qui complètent les précédentes. Les canaux 1 et 2 sont précieux pour**

l'étude de la turbidité de l'eau et de la dynamique des panaches sédimentaires. Le canal 3 est utile dans l'étude des zones immergées mais peu profondes, des zones émergées et humides et dans la localisation des chenaux. **Cette composition colorée en "couleurs naturelles"** souligne bien les contrastes dans la nature des sols nus, la présence des marais et, par conséquent, est intéressante pour décrire la limite entre plaine maritime et plateaux.

**Les compositions colorées "fausses couleurs" standard réalisées à partir des canaux 4, 3 et 2 du TM de Landsat ou des canaux XS3, XS2 et XS1 de Spot en mode multispectral représentent par leur caractère répétitif la trame essentielle dans l'étude de l'évolution du littoral et du fonctionnement estuarien.**

La combinaison des trois canaux de Spot, la plus utilisée, est obtenue en attribuant le rouge au canal XS3 (longueurs d'onde 0,79 - 0,89 $\mu$ , du proche infrarouge), le vert au canal XS2 (longueurs d'onde 0,61 - 0,68 $\mu$ , de la lumière rouge) et le bleu au canal XS1 (longueurs d'onde 0,50 - 0,59 $\mu$ , de la lumière vert-jaune). Ce type de composition colorée est désormais très classique tout comme son interprétation. Nous l'avons néanmoins retenu pour la richesse des informations du canal infrarouge concernant avant tout la dynamique marine et estuarienne. Celles-ci nous permettent de discerner les surfaces en eau ou humides; les surfaces en eau absorbent beaucoup le rayonnement infrarouge et sont donc restituées dans le bleu plus ou moins foncé en fonction de la profondeur et de la pureté de l'eau. Les informations de l'infrarouge sont aussi très riches pour l'étude de la végétation; il est possible de distinguer des types de végétation en fonction de la teneur en eau des végétaux et de leur activité chlorophyllienne. Les végétations plus ou moins actives sont restituées dans une gamme de rouge. Les compositions colorées des 14 / 05 et 13 / 10 permettent de discriminer les types de végétation et les combinaisons milieu minéral / milieu végétal (Bourcier, 1994).

## 3.2.2 - Les corrections géométriques des images

### 3.2.2.1 - Méthode

Spot et Landsat possèdent des capteurs, respectivement HRV et TM, de résolutions spatiales non identiques (20 m pour le premier et 30 m pour le second) et sont situés à des altitudes différentes (830 et 690 km). La géométrie des images n'est donc pas la même. C'est aussi le cas des images Spot qui ne sont jamais superposables entre elles parce que l'orbite du satellite ainsi que son orientation par rapport à la terre ne sont jamais parfaitement identiques ce qui entraîne des distorsions géométriques.

Le but des corrections géométriques est de les rendre superposables. Elles se réfèrent à la carte topographique.

La scène de référence est la scène Spot du 13 / 10 / 1992, de niveau 2A, dont les données sont rectifiées selon la projection conique conforme de Lambert. Nous déterminons le polynôme de déformation (rotation et translation) qu'il faut appliquer à l'image satellitale pour la superposer au mieux à l'image de référence. Le polynôme est calculé grâce à un ensemble d'amers dont les coordonnées sont connues sur les deux images. Ces amers sont obtenus par identification visuelle sur les deux documents. Afin de faciliter celle-ci, ce sont les images de l'infrarouge proche qui sont utilisées. Ainsi, les amers sont plus aisément repérables à partir des surfaces en eau.

Pour éliminer d'éventuelles erreurs, nous avons choisi 12 amers sur l'image de référence et 12 sur l'image à corriger, répartis le plus harmonieusement possible.

Lorsque le polynôme de déformation est calculé, nous l'appliquons à l'ensemble de l'image. Au cours de cette opération, les points bougent les uns par rapport aux autres et n'occupent plus les mêmes positions. Les corrections s'accompagnent alors d'un calcul des valeurs à affecter aux nouveaux pixels dans l'image finale (Laffly, 1994). Ce rééchantillonnage est réalisé par interpolation bicubique, technique qui prend en compte les valeurs des 16 pixels les plus proches pour estimer la valeur du nouveau pixel. Elle présente l'avantage d'ajouter un certain contraste à l'image obtenue alors que l'application de la loi du plus proche voisin tend à lisser les valeurs.

Toutes les images utilisées sont donc ainsi rendues parfaitement superposables.

### 3.2.2.2 - Exemple: les corrections géométriques des imagettes de l'estuaire de l'Authie

Sur l'imagette du canal XS3 ( proche infrarouge), extraite de la scène Spot du 13 / 10 / 1992, représentant l'estuaire de l'Authie et ses environs immédiats, nous choisissons 12 amers ( repérés par une croix rouge, fig. 11a ), répartis de telle façon qu'ils couvrent le plus harmonieusement possible tous les secteurs. Les nombreuses mares et ballastières, surfaces en eau très "absorbantes" dans le proche infrarouge et restituées en noir, constituent des repères privilégiés. Trois amers sont situés près de l'estuaire dans les mollières ou les renclôtures. Quatre amers couvrent la partie nord de l'imagette. Le choix est plus difficile dans le tissu urbain de Berck et Berck-Plage. Lorsque les surfaces en eau manquent, les carrefours routiers peuvent les remplacer. Ils sont aisément repérables au milieu des surfaces herbeuses en activité chlorophyllienne (restituées en blanc sur l'imagette infrarouge). Tel est le cas de l'amer situé à l'est - sud-est de Berck-Plage. Deux amers, sur les vastes ballastières entre Waben et Conchil-le-Temple couvrent la partie orientale de l'imagette. Enfin, trois amers couvrent le sud, en particulier l'espace dunaire. Les amers y sont difficiles à choisir, aussi avons nous opté, par exemple, pour celui situé à l'angle sud-est de la station de Fort-Mahon-Plage (dans sa partie proche du front de mer).

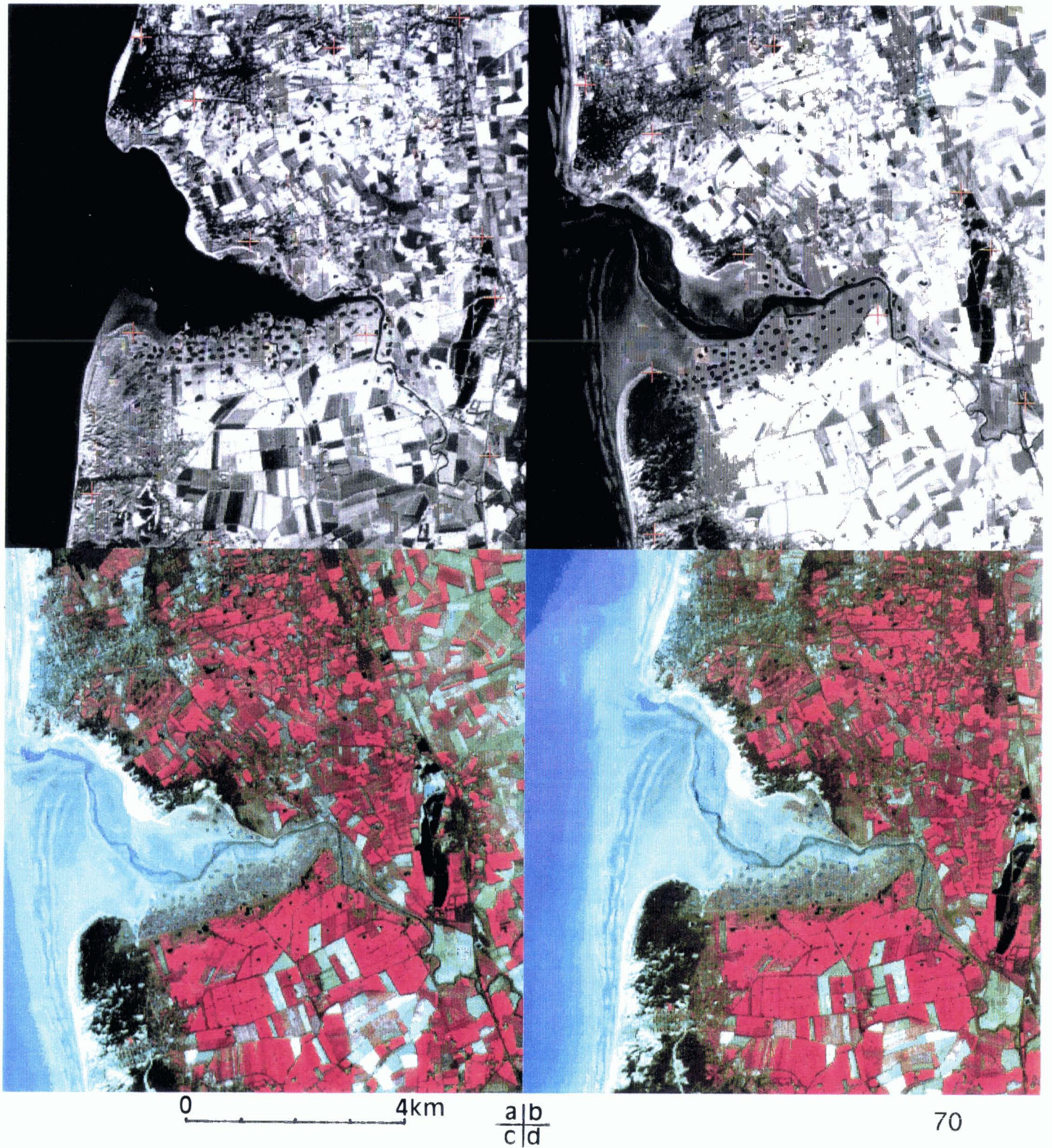
Les 12 amers sont reportés sur les imagettes à corriger, par exemple sur l'imagette du canal 4 ( proche infrarouge ) du TM de Landsat ( 5 / 10 / 1989 ) ( fig. 11b ). La juxtaposition des imagettes des canaux 4,3 et 2 du TM de Landsat, l'une non corrigée ( fig. 11c ) et l'autre corrigée ( fig. 11d ) montre le résultat de la procédure. Celle-ci est aussi appliquée aux imagettes Spot des 17 / 03 / 1990, 22 / 01 / 1992 et 14 / 05 / 1992.

### 3.2.3 - Extraction d'imagettes et traitements spécifiques

Le champ géographique de l'étude est tel qu'il ne peut être analysé exhaustivement pour l'ensemble des thèmes retenus. **Il s'avère nécessaire d'extraire des imagettes qui sont des fenêtres de traitement coïncidant avec des secteurs représentatifs de l'aire**

Fig.11: Les corrections géométriques des images à partir de la scène Spot de niveau 2A, datée du 13 / 10 / 1992. Exemple de l'imagerie de l'estuaire de l'Authie.

- 11a: Imagerie du canal XS3 de Spot: le choix des amers.
- 11b: Imagerie du canal 4 du TM de Landsat: le report des mêmes amers.
- 11c: Imagerie des canaux 4, 3, 2 du TM de Landsat avant les corrections géométriques.
- 11d: Imagerie des canaux 4, 3, 2 du TM de Landsat après les corrections géométriques.



**d'étude.** Chaque image permet de décrire de façon plus précise ( à plus grande échelle ) les zones étudiées: les trois estuaires, le Marquenterre et les Bas-Champs. (Fig.12) Lorsque le thème abordé ( étude des renclôtures ) et le secteur choisi (les polders de Favières, Le Hamelet ) le requièrent, l'image est agrandie.

**Un certain nombre de traitements des données est choisi en fonction des thématiques abordées.** Nous pouvons considérer trois cas :

**-1- l'étude de phénomènes précis à très court terme: l'inondation des Bas-Champs et le déplacement du chenal de la Canche.**

**-2- l'étude du fonctionnement des estuaires et de l'évolution de la morphologie estuarienne à moyen terme.**

Dans ces deux cas, nous utilisons des images multidates. Pour montrer le déplacement du chenal de la Canche, entre le 5 / 10 / 1989 (données enregistrées par le TM de Landsat) et le 17 / 03 / 1990 (données enregistrées par les capteurs HRV de Spot), nous extrayons, par seuillage, le tracé du chenal aux deux dates, sur les deux canaux proche infrarouge ( TM4 et XS3). Les deux tracés sont ensuite superposés avec une couleur différente et inclus dans l'image Spot (canal XS1) en niveaux de gris. Pour visualiser le comblement actuel des estuaires, nous utilisons les cinq images choisies d'octobre 1989 à octobre 1992. Les images sont classées dans l'ordre croissant de leur hauteur d'eau au moment de leur enregistrement. Nous extrayons, par seuillage, les surfaces en eau à chaque date, sur les canaux proche infrarouge TM4 et XS3, puis elles sont superposées et colorisées afin d'obtenir un camaïeu dans la gamme du bleu.

**-3- l'étude des structures spatiales dans la plaine maritime et plus particulièrement dans le Marquenterre en utilisant la composition colorée en "couleurs pseudo-naturelles" et la composition colorée "A.C.P."**

Dans ce troisième cas, nous utilisons des images conçues à partir de néocanaux ou pseudo-canaux.

**La composition colorée en " couleurs pseudo-naturelles" (Fig.17) est obtenue à partir de la combinaison des canaux 3, 2 et 1 du capteur HRV de Spot, données enregistrées le 13 / 10 / 1992. Le canal XS 1 correspond aux longueurs d'onde 0, 50 - 0, 59 $\mu$  ( lumière vert-jaune). Le canal XS 2 correspond aux longueurs d'onde 0, 61 - 0,**



68 $\mu$  ( lumière rouge). Le canal XS 3 correspond aux longueurs d'onde 0,79 - 0,89 $\mu$  (l'infrarouge proche).

La composition colorée en " couleurs pseudo-naturelles" associe deux enregistrements dans le visible à un enregistrement dans l'infrarouge, ce qui l'oppose à la composition colorée " en couleurs naturelles" obtenue par les trois enregistrements dans le visible (canaux TM3, TM 2 et TM 1) de Landsat. **La composition colorée en " couleurs pseudo-naturelles" permet donc de conserver la richesse et la précision du canal infrarouge tout en obtenant des couleurs proches des couleurs naturelles.**

Les informations initiales sont restructurées afin de créer un néocanal calculé grâce à l'indice de végétation normalisé selon le ratio suivant:  $XS3 - XS2 / XS3 + XS2$ . Le seuillage de l'histogramme des valeurs de ce néocanal permet de séparer les valeurs de la végétation des valeurs des surfaces non végétales.

Les valeurs de la végétation sont ensuite converties en Intensité, Teinte, Saturation. Cette technique permet d'améliorer la perception et l'analyse des couleurs. La teinte reflète le vert. L'intensité correspond à l'image du néocanal, en noir et blanc.

Avec les valeurs de surface non végétale, un canal pseudo-bleu est créé (les données Spot ne disposent pas d'un canal correspondant au bleu) selon le calcul suivant, dans le système de synthèse des couleurs additive Rouge -Vert- Bleu :  $B = V + (V - R)$ .

Cette composition colorée optimise les contrastes, dans la plaine maritime, entre les surfaces des terres cultivées (gris) et les surfaces végétales (vert) et souligne les nuances entre les prairies (vert franc) et les marais internes (vert presque noir).

**La composition colorée " A.C.P." (Fig. 18 a) est obtenue par une Analyse en Composantes Principales des données enregistrées par le capteur de Spot.**

Initialement, les canaux " bruts" de Spot sont fortement corrélés entre eux, en particulier les canaux XS1 et XS2, ce qui entraîne une certaine redondance des informations contenues. L'objectif de l'A.C.P. est de réduire au maximum cette redondance. Nous créons trois néo-canaux décorrélés qui permettent une meilleure utilisation de l'espace tridimensionnel des couleurs fondamentales, rouge, vert et bleu.

La première composante représente le maximum de variance des données numériques et la brillance globale de l'image. Elle est placée dans le rouge.

Le meilleur mode d'étalement de la dynamique des données qu'elle permet favorise la discrimination des eaux. La brillance permet de mieux appréhender la turbidité. Ainsi, les secteurs où l'eau est peu profonde ou turbide apparaissent en rouge. Sur terre, les surfaces minérales sont particulièrement lumineuses.

La deuxième composante représente une variance moindre. Elle est placée dans le vert. L'opposition entre les canaux du visible et celui du proche infrarouge est mise en évidence. Les surfaces végétales, restituées en vert, se distinguent très bien.

La troisième composante, la plus faible, est placée dans le bleu. Les nuances dans les couleurs de restitution des sols sont apportées par les canaux du visible. Les informations qu'ils contiennent, sont déterminées par les couleurs des sols. L'opposition ou la ressemblance entre les sols nus du plateau du Ponthieu et les sols nus du Marquenterre apparaissent nettement. Les premiers sont restitués dans des jaunes, les seconds dans des teintes beiges.

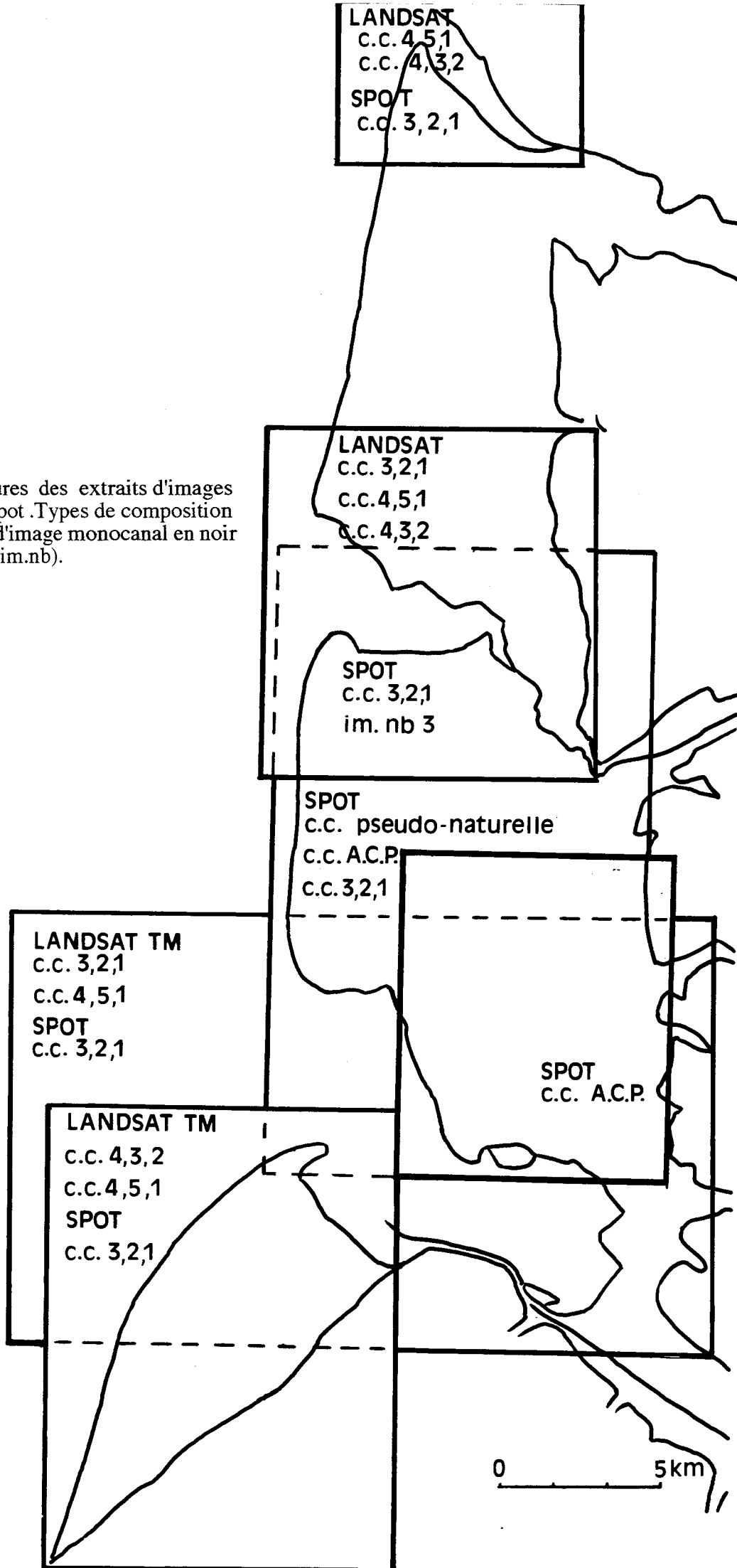
Sur l'image obtenue, les couleurs sont à la fois très lumineuses et très sombres. L'image est très utile dans l'étude des tracés des renclôtures et des secteurs humides.

### 3.3 - Les missions aériennes (Fig. 13)

Après les images satellitales, elles constituent le deuxième niveau d'observation de la réalité de notre terrain. Ces missions sont effectuées les 29 avril et 18 juillet 1994. L'aéroport du Touquet, situé sur le terrain de recherche, est une base très favorable car la durée des vols est limitée au maximum et les conditions météorologiques sont appréciées au plus près de la zone à survoler. Les plans de vol tiennent compte des besoins du géographe mais aussi de certaines contraintes techniques et réglementaires:

- **les vols suivent un axe essentiellement méridien, conforme à l'orientation générale de la plaine maritime.** Nous survolons ainsi l'intérieur de la plaine maritime, selon l'un des axes majeurs de la conquête des polders et nous parcourons les rivages

Fig.12 : Couvertures des extraits d'images Landsat TM et Spot .Types de composition colorée (c.c.) ou d'image monocanal en noir et blanc utilisés ( im.nb).



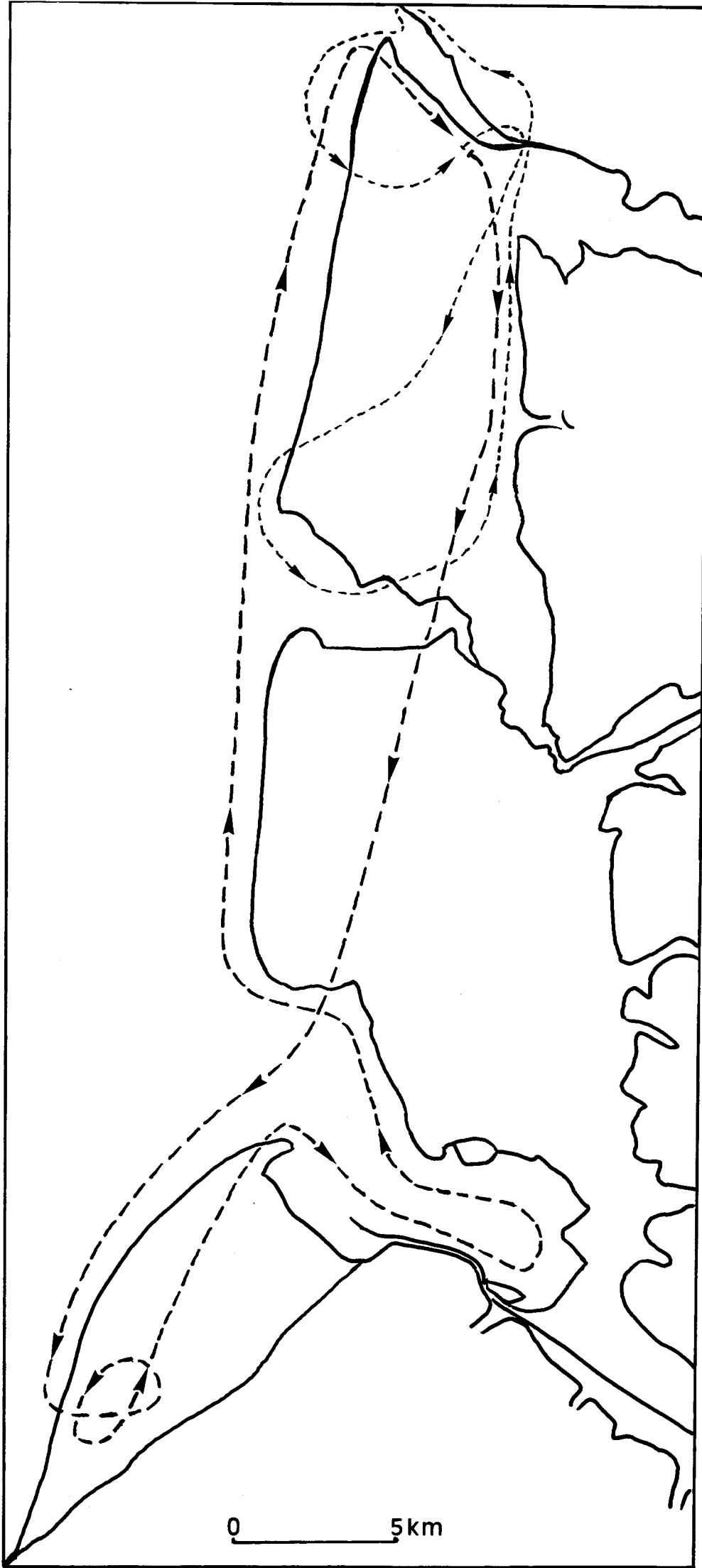


fig. 13  
missions  
aériennes du:  
--- 29-04-94  
-.-.- 18-07-94

en photographiant leurs différents aspects vus de la mer. Seuls, les estuaires, en particulier celui de la Somme, sont survolés selon un axe est-ouest.

**- le survol de la région s'est effectué à une altitude comprise entre 300 et 500 m en respectant la réglementation concernant le survol des lieux habités.**

**Ces conditions de vol favorisent la prise de photographies aériennes obliques suivant des transects perpendiculaires aux grands ensembles paysagers méridiens de la plaine maritime.** La couverture aérienne est ainsi acceptable compte tenu de la modestie des moyens techniques disponibles.

La période séparant les images satellitales des photographies aériennes est de 2 à 5 ans. Ces dernières ne peuvent représenter un outil de contrôle totalement satisfaisant en ce qui concerne l'interprétation des images. **Nous les considérons comme une source :**

**- d'identification d'objets non directement identifiables sur les images et dont les transformations sont peu ou ne sont pas sensibles à moyen terme, particulièrement à l'intérieur de la plaine maritime,**

**- de connaissance de la répartition des objets observés, donc des structures spatiales, avec un recul et des perspectives que l'enquête au sol ne permet pas toujours,**

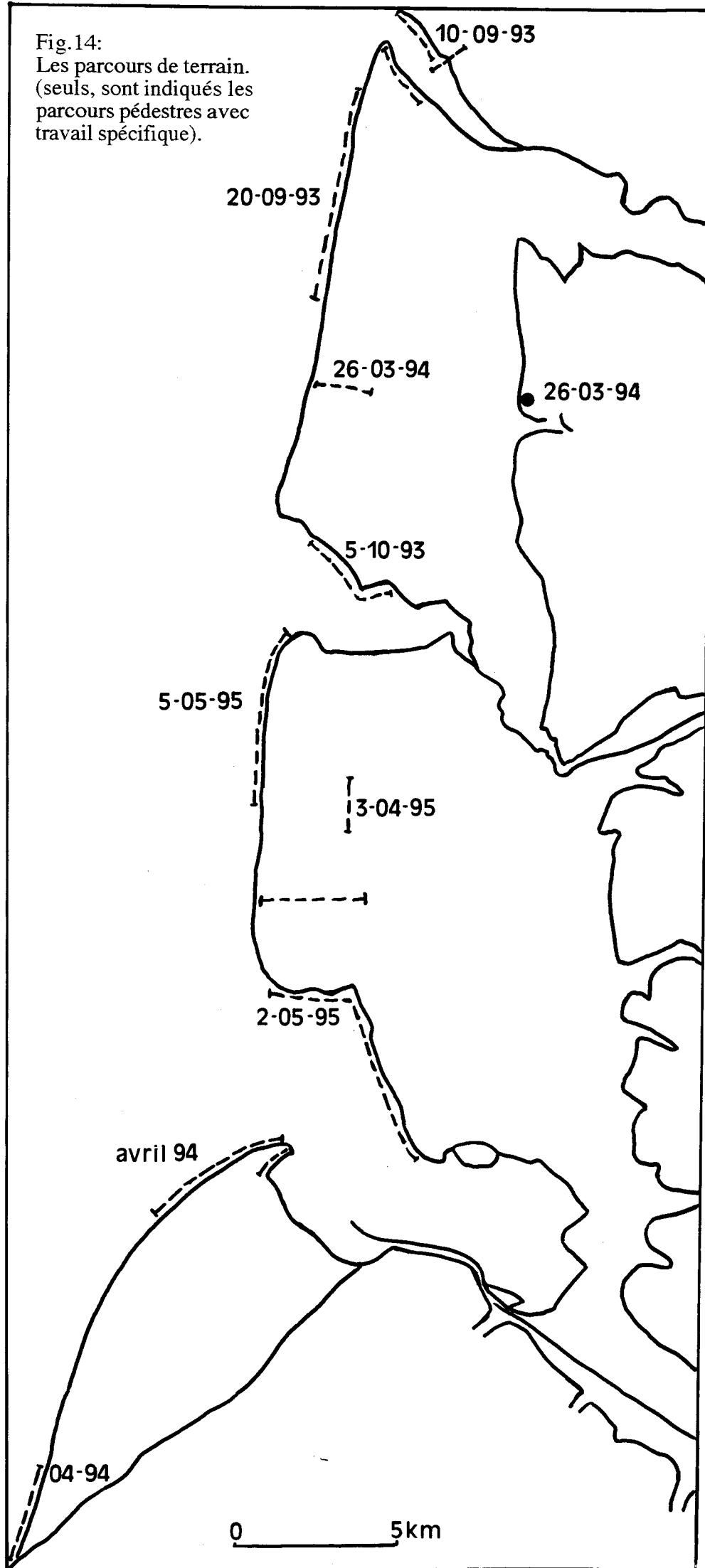
**- de compréhension de la dynamique marine et du fonctionnement des estuaires.**

Nos photographies aériennes sont complétées lorsque cela se révèle nécessaire par les photographies aériennes de l'I.G.N. (missions IFN 86-200 et FR71 2107-300, Saint-Valéry-sur-Somme) et celles de Monsieur Beurier (Responsable technique à la D.D.E. de St Valéry sur Somme) prises lors de l'inondation des Bas-Champs, en février et mars 1990.

### **3.4 - L'enquête de terrain (Fig. 14)**

Le travail sur le terrain constitue le troisième niveau d'observation de la réalité. L'enquête au sol s'organise essentiellement le long d'axes où sont réalisées des observations successives avec prises de photographies. Quelques observations ponctuelles sont réalisées à partir de rares points hauts.

Fig.14:  
Les parcours de terrain.  
(seuls, sont indiqués les  
parcours pédestres avec  
travail spécifique).



**Les axes choisis suivent généralement l'estran et les rives des estuaires.** Nous y prenons des notes concernant l'état des dunes bordières et des différentes parties de l'estran, les aménagements du front de mer des stations balnéaires. Les transects ouest-est, malgré leur grand intérêt, sont plus rares compte tenu des difficultés d'accès, tant à travers le bourrelet dunaire que dans les marais. Les propriétés privées représentent aussi, le plus souvent, des obstacles infranchissables.

**Le travail de terrain permet d'identifier parfaitement les objets mais favorise en plus quelques évaluations quantitatives** (recul des dunes bordières de part et d'autre du front de mer des stations balnéaires, démaigrissement de l'estran à l'avant de certaines digues, densité de la couverture des touffes de spartine sur la slikke).

**Le travail de terrain est systématiquement orienté par les informations acquises lors des passages des satellites et des vols aériens à basse altitude. Il est aussi une source d'informations au sol, qui confirme ou nuance les informations d'altitude. Il y a ainsi un double cheminement des informations à des échelles différentes et selon des angles d'approche variables, qui nous semble riche d'enseignements.**

### **3.5 - Les recherches dans les archives**

Ces recherches sont effectuées dans les archives municipales des communes concernées, les archives des Subdivisions maritimes des Directions Départementales de l'Équipement, aux Archives nationales et à la Bibliothèque Nationale. Demangeon le montrait déjà en 1905, le géographe peut trouver aux Archives Nationales des documents très utiles pour ses recherches, en particulier quand celles-ci portent sur "les modifications des côtes et les oscillations du niveau de la mer". En suivant les pas de Demangeon, nous redécouvrons des textes enregistrant "des accroissements territoriaux" et soulignant les conflits qu'ils suscitent, par exemple dans le Marquenterre, mais aussi des cartes du XVIII<sup>ème</sup> siècle, retraçant les limites des endiguements successifs. L'objectif est fondamentalement d'allonger la période de référence au dernier siècle voire de remonter jusqu'à l'époque moderne ou même au Moyen Age. Les évolutions de la côte observées à court et à moyen termes peuvent s'inscrire ainsi dans les tendances longues pluriséculaires. Un autre objectif est de reconstituer l'histoire du système spatial de la plaine maritime en nous appuyant sur les cartes anciennes pour mieux interpréter les données satellitales actuelles.

### Conclusion du chapitre 3

Parmi les méthodes existant en télédétection, l'édition, l'amélioration et l'interprétation visuelle des images se sont imposées comme les composantes essentielles d'une méthodologie à la fois efficace et économique fondée sur :

- La réalisation par traitement d'image de compositions colorées et d'imagettes adaptées à la thématique, en particulier dans le choix de la résolution spatiale, des combinaisons de canaux et des dimensions des fenêtres de traitements.
- L'analyse géographique basée sur la complémentarité de l'analyse d'images et la connaissance du terrain (missions aériennes, enquêtes au sol) et sur la recherche d'archives historiques permettant de comprendre l'évolution du territoire depuis le Moyen Age.
- La réalisation de traitements numériques conçus pour la mise en évidence de phénomènes précis sur le court ou moyen terme.

Cette méthodologie nous semble efficace parce qu'elle est adaptée à chaque thème étudié. Ce qui pourrait passer pour un manque de rigueur parce que les méthodes d'utilisation des images ne sont pas toujours les mêmes, correspond, en fait, au souci constant de privilégier le thème d'étude. Lorsque nous étudions le fonctionnement des estuaires nous optons pour la création d'images multidates mettant en évidence les étapes de leur remplissage et de leur vidange. Lorsque nous abordons l'étude des structures intérieures de la plaine maritime, nous utilisons des compositions colorées standard complétées par d'autres combinant des néocanaux, afin, par exemple, d'optimiser les informations acquises au mois d'octobre. Pour chaque thème, la méthodologie suivie offre la possibilité de varier l'échelle des documents, avec une limite fixée par la résolution spatiale du capteur, et de tirer parti du suivi diachronique autorisé par la fréquence relative des acquisitions de données.



**Cette méthodologie nous semble économique. Un géographe qui n'a pu consacrer, pour de nombreuses raisons, suffisamment de temps à une formation poussée en télédétection, peut maîtriser quelques aspects du traitement informatique et posséder une bonne connaissance des signatures spectrales propres aux éléments à analyser pour utiliser cette méthodologie. Ainsi, voulons - nous contribuer, modestement, à relever le défi lancé par Frémont ( 1984, p.285) pour qui "il semble que les géographes français ne sont pas faits pour la télédétection spatiale".**

## **2ème partie : L'interface terre-mer et son évolution**

### **Chapitre 1: La création du territoire de la plaine maritime : essai de reconstitution par les images satellitales**

#### **Introduction**

Nous nous proposons d'étudier la construction du territoire de la plaine maritime. Les processus de sa construction sont le plus souvent connus; il ne s'agit pas pour nous d'apporter des explications nouvelles mais de tenter de retrouver quelques éléments de son histoire à partir de l'étude des structures spatiales, telles que les images satellitales peuvent nous les révéler.

#### **Les structures spatiales et les images satellitales**

Les informations sont obtenues par l'analyse des descripteurs d'image que sont la signature spectrale, la forme, la texture et la structure. En effet, l'énergie lumineuse renvoyée par chacun des objets au sol est assortie de paramètres associés ayant trait à sa localisation, à sa forme, à son aspect, à l'organisation dont ils font partie. Ces paramètres, les descripteurs, sont des indicateurs indispensables à toute identification et interprétation des données.

La signature spectrale est constituée par la couleur attribuée au pixel qui exprime la combinaison des trois mesures de réflectance. Certaines signatures spectrales peuvent comporter des limites caractéristiques, parfois accusées par un fort contraste avec l'environnement: ce sont des formes déterminantes.

La texture peut être définie comme l'association d'unités élémentaires, les éléments texturaux, qui sont identiques, continus et répétés. La structure est alors une organisation de texture ou d'éléments texturaux.

Considérons que les structures de l'image, une des bases essentielles de l'interprétation des données satellitales, correspondent aux structures spatiales du géographe qui souhaite étudier l'organisation d'un territoire et reconstituer quelques éléments de l'histoire de son histoire. Etudier les unes revient donc à connaître les autres. Ce que M.C. Girard et C.M. Girard (1989) nomment l'analyse chronologique est pour nous une véritable étude géographique.

### **Les structures spatiales à différentes échelles spatiales et les données satellitales**

Par notre choix d'images, nous cherchons à articuler au mieux les informations qu'elles contiennent. Cette articulation est fondée sur la combinaison des résolutions spatiales et spectrales des capteurs. Les compositions colorées conçues à partir de plusieurs combinaisons des canaux du TM de Landsat nous permettent de présenter les limites et l'organisation spatiale du territoire de la plaine maritime. Les combinaisons des canaux des capteurs HRV de Spot nous offrent des informations à plus grande échelle autorisant des études plus fines des sols et de la végétation, des digues et des chenaux.

### **Les structures spatiales à différentes échelles temporelles**

La reconstitution de quelques éléments de l'histoire du territoire de la plaine maritime, fondée sur l'étude des structures spatiales, doit tenir compte des différentes échelles temporelles des processus de construction.

Rappelons que les structures spatiales sont le résultat des interactions entre des processus appartenant à différents domaines, physique, social, politique, économique et historique. L'intensité des interactions, ce que Marchand (1986, p. 279) nomme "les contraintes", est variable dans le temps parce que les processus en action n'agissent pas selon le même pas de temps.

Le temps des processus naturels n'est pas celui des interventions humaines. Les processus naturels et les interventions anthropiques peuvent toutefois se conjuguer pendant une période pour créer un territoire par exemple. Les différences de pas de temps dans les processus peuvent aussi entraîner la destruction du territoire. Il nous semble que l'étude des structures spatiales de la plaine maritime peut être d'autant plus pertinente qu'elle intègre différentes échelles temporelles.

Nous proposons d'étudier le territoire de la plaine maritime en distinguant les temps de la création du territoire et les temps de la défense et protection du territoire.

La reconstitution de l'histoire de la plaine maritime suit donc une double logique spatiale et temporelle que nous proposons d'étudier en utilisant les images satellitales complétées par d'autres documents (photographies, cartes anciennes) comme sources d'information.

### **Les temps de la création du territoire de la plaine maritime**

Les temps de la création sont ceux de la nature et ceux de la société. Le temps " long" est celui de la nature, créateur de l'espace continental, des structures spatiales telles que la falaise morte, les vastes massifs dunaires, les sols et les marais. Le temps long est celui de la période écoulée depuis le Pléistocène.

Le temps " court" est celui de la société, de son histoire, de son développement socio-économique, de la politique. Les interventions anthropiques accompagnent et parfois accélèrent la construction des structures spatiales naturelles. Elles révèlent, sur les images satellitales, les structures naturelles par les aménagements qui les fixent. Le temps de la société est celui des reoclôtures, de la création des villages, des cultures et des plantations forestières, de l'aménagement des marais maritimes et des marais tourbeux intérieurs. Sa durée est de l'ordre de plusieurs dizaines d'années voire plusieurs centaines d'années. Le temps court de la société fait de l'espace continental un territoire que l'homme s'est approprié et a organisé .

La création du territoire depuis la formation de la falaise, c'est-à-dire depuis le Pléistocène, n'a pas été continue. Des périodes temporaires de destruction d'origines

naturelle et / ou anthropique, entraînant des régressions de la surface du territoire, ont existé. Mais, dans ces temps de création, la résultante des interactions nature / société est restée positive.

Nous étudions principalement le territoire du Marquenterre parce que les grandes structures spatiales caractéristiques de la plaine maritime (massif dunaire, terres basses agricoles, cordons anciens et marais) y sont les mieux représentées. Des exemples spécifiques sont extraits des Bas-Champs ou de la plaine au nord de l'Authie.

L'étude des structures spatiales se développe comme s'est construite la plaine maritime, selon un axe est-ouest, axe de la construction naturelle de la plaine maritime et axe de la conquête humaine depuis la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle, puis selon l'axe d'accrétion sud-nord des cordons de galets ou de sable qui est aussi l'axe de la conquête des polders jusqu'au XIX<sup>ème</sup> siècle.

## **1.1 - Les structures spatiales de la plaine maritime.**

### **1.1.1 - La composition colorée en " couleurs naturelles" et la détection de la plaine maritime. (Fig. 15)**

La composition colorée en " couleurs naturelles" est obtenue à partir de la combinaison des canaux 3, 2 et 1 du TM de Landsat, données enregistrées le 5 / 10 / 1989.

Cette composition colorée est très utile pour une première interprétation visuelle des limites de la plaine maritime.

#### **1.1.1.1 - La détection d'une discontinuité spatiale, limite intérieure de la plaine maritime, à l'aide de la composition colorée en couleurs naturelles.**

##### **1.1.1.1.1 - Interprétation de la composition colorée: les descripteurs de l'image.**

Cette composition colorée est dite en couleurs naturelles, c'est-à-dire que les réflectances sont traduites en couleurs naturelles, comme l'oeil humain les perçoit. Les couleurs naturelles sont obtenues à partir de la combinaison des mesures réalisées dans les bandes spectrales du rouge (TM3, 0,62 à 0,69), du vert (TM2, 0,53 à 0,61) et du

bleu (TM 1, 0,45 à 0,52).

Le blanc signale les surfaces réfléchissantes. Il caractérise le sable sec de l'estran et des dunes vives mais aussi quelques affleurements crayeux exploités en carrières sur le plateau du pays de Montreuil (Dannes) et des carrières de galets des Bas-Champs.

Les gris légèrement bleutés soulignent les surfaces humides sablo-vaseuses des estuaires.

Les verts plus ou moins sombres correspondent à des zones végétales à l'activité chlorophyllienne encore sensible. Les formations arbustives ou arborées sont restituées dans des verts foncés. Les végétaux des marais de la plaine maritime et des fonds humides des vallées qui y débouchent sont restitués dans un vert olive très sombre. En effet, la forte humidité des marécages et celle des végétaux qui y vivent affecte la réflectance qui diminue sensiblement (Guyot, 1989). Les parcelles herbagères ou en culture de la plaine comme du Ponthieu sont restituées dans les mêmes teintes, des verts plus clairs.

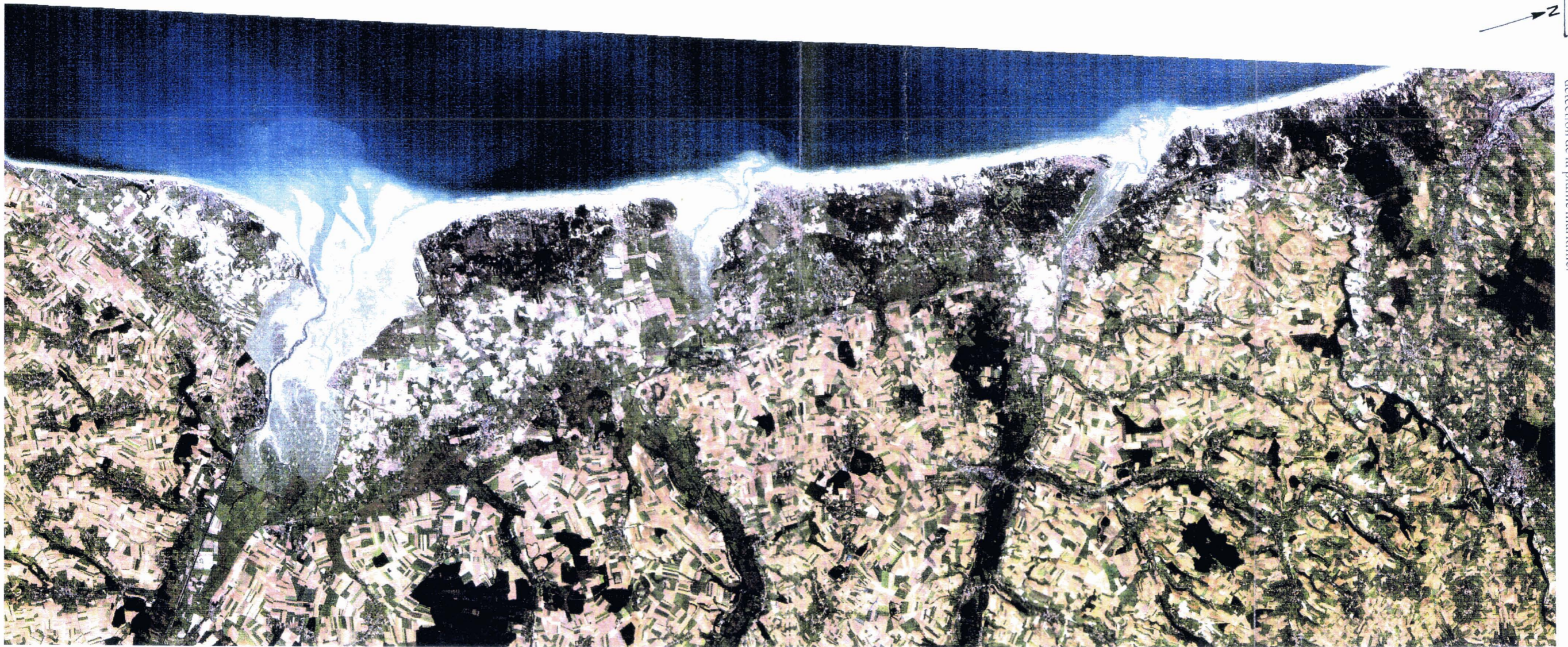
Les sols nus se distinguent nettement. Ils sont restitués dans des nuances de gris ou de beige selon leur nature.

Les couvertures végétales et les sols nus sont déterminants dans la mise en évidence de la plaine maritime.

#### **1.1.1.1.2 - Marais intérieurs, sols nus et mise en évidence d'une discontinuité spatiale**

Le mois d'octobre est particulièrement favorable à la discrimination de la plaine et des plateaux orientaux grâce à la forte opposition entre les couvertures végétales et les très nombreux sols nus.

Dans le Marquenterre, un ruban quasi-continu de marais frange la bordure intérieure de la plaine. Plus localement, des marais intérieurs existent aussi dans la plaine au nord de l'Authie (Marais de Balançon par exemple) et dans les Bas-Champs (Marais de Poutrincourt et de l'Alleu). Les marais s'étalent à l'aval des vallées drainant les plateaux, où ils sont mieux alimentés. Ils offrent une réelle continuité avec ceux qui encombrant les fonds de ces vallées. Très humides et parsemés d'étangs, ils sont restitués en vert olive très sombre.



0  
4km

Fig. 1.5: La composition colorée des canaux 3, 2, 1 du TM de Landsat ( 5 / 10 / 1989 ) et la détection de la plaine maritime.

La bordure marécageuse est le premier élément suggérant une discontinuité spatiale. Sa présence est confirmée par un deuxième élément : les contrastes dans la restitution des sols nus. Les sols nus des Bas-Champs, du Marquenterre et de la vallée de la Canche (à l'amont d'Étaples), constitués de limons argilo-sableux et restitués en gris, s'opposent sensiblement aux sols des plateaux, constitués de limons, argile à silex et de craie, restitués dans des nuances de brun.

Malgré l'impossibilité d'une " vision " des volumes, la composition colorée souligne donc bien, indirectement, la présence d'un versant séparant plaine et plateau.

Il dessine un vaste rentrant dans l'ancienne ligne de rivage de la Manche orientale. D'orientation SO-NE au sud de la Somme, puis NNO-SSE au nord du fleuve, il n'est interrompu que par trois vallées importantes (Somme, Authie, Canche du sud au nord) et quelques vallées secondaires (Dien, Maye, Pendé).

#### **1.1.1.2 - La discontinuité spatiale: une falaise morte**

A. Briquet (1930) considère ce relief comme une falaise morte à l'exclusion de l'escarpement au nord de Camiers. Il justifie sa définition " par la présence en différents points, au pied du versant, d'amas de galets marins reposant sur la plate-forme littorale qui s'était étendue avant. "

Plus récemment, des géologues ont évoqué l'influence importante de failles.

Le tracé en ligne brisée de la " falaise morte " et ses relations avec des failles du plateau crayeux (faille NE-SO de Tigny-Noyelle, faille parallèle de Nampont, faille N 30° E d'Ary) incitent G.Menessier (1981) à l'interpréter comme " une faille ou une flexure dont le compartiment occidental serait affaissé de 20 à 25 mètres. "

N. Beun et P. Robert (1985, p.28) reprennent cette interprétation en la replaçant dans le cadre régional. Ils entrevoient " une explication tectonique de la formation de la plaine maritime, en liaison avec l'ouverture du détroit du Pas-de-Calais ". Pour Colbeaux et *al.* ( 1980 ), celle-ci serait survenue il y a environ 800 à 900000 ans (fin du Pléistocène inférieur).



Sans remettre en cause la définition de la falaise morte, il semble donc aujourd'hui admis qu'une tectonique récente ait exercé une influence, si ce n'est sur la forme, au moins sur le tracé du versant au contact des plateaux et de la plaine maritime et sur le tracé de certains cours d'eau (Authie par exemple).

### **1.1.1.3- La falaise morte: allure actuelle**

Les travaux récents et le travail de terrain nous permettent de préciser l'allure actuelle de la falaise morte.

Au sud de la Somme, la falaise morte d'âge pléistocène est recoupée par la falaise vive actuelle du Pays de Caux qui se termine à Ault. A partir du phare d'Ault à 70 m d'altitude, " la falaise s'abaisse progressivement en direction de Brutelles et Lanchères, et forme la limite entre les Bas-Champs et le plateau du Vimeu. Son énergie est de plus de 60 m à Onival, 40 m à Hautebut, 30 m à Brutelles. Elle disparaît de Brutelles à Sallenelles et réapparaît au Cap Hornu avec 5 à 10 m d'altitude relative." (Regrain , 1985, p. 8 )

Entre la Somme et l'Authie, dans le fond de ce que Briquet (1930, p. 235) appelle " un ancien golfe", le versant du plateau calcaire aurait été entaillé en falaise sous " l'action d'une branche dérivée du courant côtier au moment du flot."

Actuellement très adouci par l'érosion subaérienne, le versant est surtout très rectiligne. Sa continuité est uniquement interrompue par les coupures relativement profondes des vallées encaissées dans le plateau (Maye, Authie). A l'aval, leur tracé, souvent en baïonnette, s'expliquerait en partie par le système de failles décrit par Mennessier (1981).

Au nord de l'Authie, toujours rectiligne, le versant perd progressivement de son énergie. Son commandement est de l'ordre de 40 m de Conchil-le-Temple à Rang-du-Fliers puis diminue pour atteindre une trentaine de mètres au droit de Saint-Josse. Sur un plateau crayeux déprimé, ce sont les collines de sédiments tertiaires à Saint-Aubin et Saint-Josse qui lui conservent une certaine vigueur.

Au nord de la Canche, la falaise morte retrouve une plus grande énergie (commandement de 80 m environ) en bordure du plateau du pays de Montreuil. Au-delà de Camiers, vers le Nord, une cuesta très festonnée prolonge l'escarpement. Il s'agit pour A. Briquet du début de la cuesta enserrant la boutonnière du Boulonnais.

La discontinuité spatiale repérée sur la composition colorée en couleurs naturelles et décrite dans son allure actuelle par les auteurs et notre connaissance du terrain, est une ancienne interface terre / mer. C'est une limite descriptive qui nous permet de bien cerner, côté continental, l'unité géographique qu'est la plaine maritime. Celle-ci s'est progressivement construite en avant de la falaise depuis le Pléistocène.

### **1.1.2- La composition colorée des canaux 4, 5 et 1 du TM de Landsat et les grandes structures spatiales, naturelles et humaines de la plaine maritime. (Fig. 16)**

Le colmatage pléistocène et holocène de la plaine maritime, fonction des phases successives de recul puis d'avancée de la mer selon un axe est-ouest, fait de cette plaine un milieu aux caractères très originaux. Elle est installée aux pieds des plateaux orientaux et ses pentes sont très faibles voire nulles. L'eau y est omniprésente, son écoulement difficile. Les sols présentent des variations horizontales importantes.

Les hommes, accompagnant ou accélérant le colmatage, ont construit des polders et drainé, exploit les terres en utilisant les potentialités du milieu.

Le colmatage plurimillénaire et les activités multiséculaires des hommes en font un territoire aux grandes structures spatiales méridiennes.

La richesse de la composition colorée des canaux 4, 5, 1 du TM de Landsat (données enregistrées le 5 / 10 / 1989) permet d'étudier ces grandes structures dans l'ensemble de la plaine maritime.

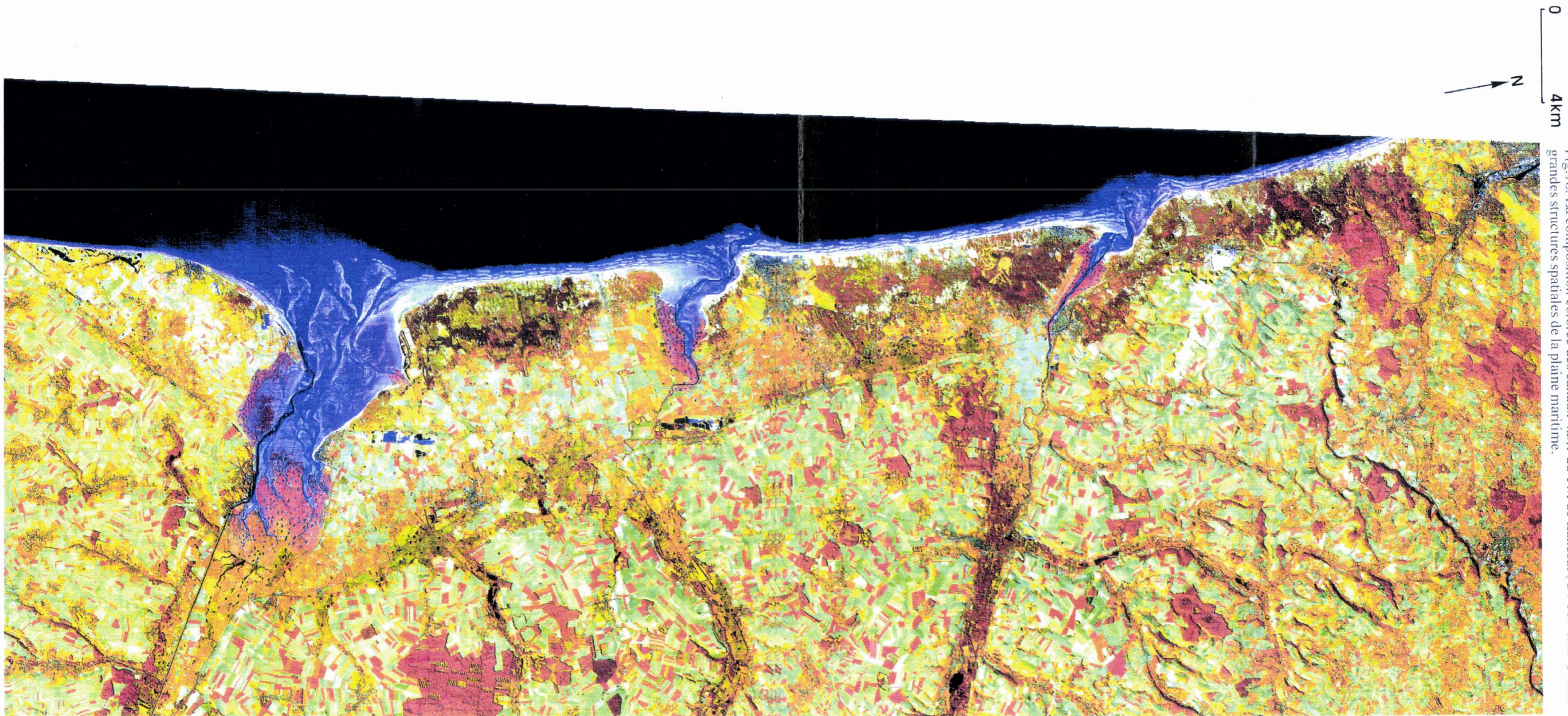


Fig. 1.6: La composition colorée des canaux 4.5.1 du TM de Landsat ( 5 / 10 / 1989 ) et les grandes structures spatiales de la plaine maritime.

### 1.1.2.1 - La détection des surfaces.

Les principales structures spatiales sont classées à partir des comportements radiométriques des surfaces remarquables par leurs aspects physiques, leurs revêtements végétaux, minéraux et anthropiques (Bourcier, 1994).

La Manche ainsi que les chenaux des fleuves côtiers dans leurs estuaires, les étangs du Hable d'Ault et les bassins d'exploitation des gravières (Le Hourdel, Le Crotoy, Waben), les nombreux étangs des marais de l'intérieur (marais de Poutrincourt et de l'Alleu, marais de Rue, marais de Balançon par exemple), apparaissent en bleu outremer voire en noir.

Les surfaces sableuses très réfléchantes des hauts de plage secs, des dunes vives du cordon situé au nord de Brighton, des vastes bourrelets du Marquenterre, de celui étalé entre Berck et Le Touquet, et, au nord de la Canche, des bancs transitant le long des musoirs vers l'intérieur des estuaires de l'Authie et de la Canche, constituent des liserés blancs très lumineux.

Le vert clair détermine les sols nus constitués de limons argilo-sableux (Lefèvre, 1977) et les surfaces minérales.

Les villes sont restituées en vert bleuâtre, foncé lorsque la densité de l'habitat est élevée (Cayeux, Saint-Valéry, Le Crotoy, Rue, Berck, Le Touquet, Etaples), clair lorsque la densité est moins élevée (Fort-Mahon-Plage, Quend-Plage, Merlimont, Stella-Plage). L'estran de galets ou de sable, très humide, et la slikke non végétalisée donnent un gris fortement teinté de mauve.

D'un vert-jaune, mais sombre et terne, apparaissent les marécages des Bas-Champs et du Marquenterre. Lorsque la végétation est plus dense et fréquemment arborée (Marais de Balançon), la teinte devient plus rousse.

Sans parler de leur situation différente, les formations végétales des bourrelets dunaires se distinguent inégalement des précédentes. Sur le bourrelet dunaire du Marquenterre, les plantations de résineux, en brun sombre, dessinent assez bien ses limites interne et externe. Par contre, la restitution de la panne ou plaine interdunaire est très proche de celle des marais (jaune terne).

Les formations végétales de la pointe de Routhiauville, de la réserve O.N.F de Merlimont ou du marais de Balançon sont restituées dans un roux homogène.

Au-delà de la forêt mixte du Touquet (brun-roux), au nord de la Canche, une certaine confusion dans les formations végétales et la subtilité des nuances colorées rendent à cette échelle l'interprétation plus difficile.

Les surfaces en herbe, en bordure des marécages ou des estuaires sont représentées par le jaune-orangé.

Quelques parcelles éparses ont une couverture végétale encore active. Classiquement, elles sont restituées en rouge. Le schorre et la slikke végétalisée donnent un rouge violacé de plus en plus sombre.

Les surfaces interprétées peuvent être associées précisément aux éléments géomorphologiques constitutifs de la plaine maritime en connaissant les processus de construction de ces derniers.

### **1.1.2.2 - La reconnaissance des structures spatiales**

#### **1.1.2.2.1 - Processus hydrodynamiques, géomorphologiques et reconnaissance des structures spatiales**

Les processus hydrodynamiques qui, depuis le quaternaire, ont contribué à la formation des reliefs et des sols, sont très liés.

Fournier (1974), Beun et Robert (1985, p. 30) ont montré en présentant les données de surface que "le phénomène d'accrétion est omniprésent dans la dynamique sédimentaire de la plaine maritime" (accrétion des flèches et cordons, accrétion des barres littorales sur l'estran, accrétion des marais côtiers).

Lefèvre (1977), évoquant l'originalité pédologique de la plaine, a souligné l'importance de la répartition horizontale dans le classement des types de sol; il a distingué ce qu'il appelle des " unités écologiques" : estran et dunes, cordons de galets actuels et accumulations anciennes (les foraines), mollières et marais, qui unissent étroitement types de sol, teneur en eau et unité géomorphologique.

L'analyse des comportements radiométriques des couvertures du sol dans la plaine maritime nous permet donc de reconnaître les unités géomorphologiques constitutives.

A l'échelle de restitution de l'image (1 / 150000), les formes les plus vastes sont les plus visibles. Tels sont les larges massifs dunaires du Marquenterre et celui du nord de l'Authie jusqu'à l'estuaire de la Canche, dont la construction pourrait avoir commencé à la fin du Subboréal et qui auraient migré progressivement vers le Nord tout en s'engraissant par accrétion (Beun et Robert, 1985).

Le massif situé entre Berck et Stella-Plage présente une organisation dunaire qui définit bien le style picard, avec son double alignement méridien de dunes vives: sur la face interne des dunes anciennes pouvant atteindre 30 à 40 m d'altitude, sur la face externe, des dunes récentes culminant entre 20 à 35 m d'altitude, séparées par une vaste plaine.

Les zones marécageuses, ponctuelles dans les Bas-Champs au pied du plateau du Vimeu, forment un ruban quasi continu de la Somme jusqu'à la Canche, au pied du plateau du Ponthieu et des collines de Saint-Josse et Saint-Aubin. Elles s'expliquent par les difficultés d'écoulement sur la bordure continentale de la plaine maritime, associées peut-être à des affaissements de terrain localisés (Mennessier, 1981)

Parfois, les fissurations fréquentes signalées dans la craie du plateau favorisent l'infiltration des eaux de la nappe. L'alimentation souterraine notée sur la carte géologique vient donc compléter les apports essentiels des précipitations.

### **1.1.2.2.2 - Travail des hommes et reconnaissance des structures spatiales**

Dans les marais maritimes, l'histoire des hommes se confond avec celle de la terre (Verger, 1968). La contribution humaine à l'émersion de la plaine maritime à l'arrière de la barrière dunaire est loin d'être négligeable. Ainsi, Lefèvre note que l'édification des renclôtures sur les alluvions marines a accéléré la " construction " des sols.

La plaine maritime est donc un espace construit et organisé par la nature et les hommes en une véritable " symbiose ".

La composition colorée des canaux 4, 5 et 1 du TM de Landsat nous révèle l'espace concerné par ce travail conjoint : les sols cultivés entre les dunes et les marécages, nus pour la plupart au mois d'octobre (vert clair), sont bien visibles dans les Bas-Champs et le Marquenterre mais sont peu fréquents entre Authie et Canche, alors que les dunes internes viennent au contact des marécages de l'intérieur (marais de Balançon). Cet espace cultivé apparaît dans l'ancien estuaire de la Canche, à l'amont d'Etaples, sur la rive gauche du cours d'eau.

Les renclôtures couvertes d'herbages dans les zones plus ou moins humides, pour les plus récentes en bordure des estuaires, nous indiquent les directions de la conquête humaine et de l'alluvionnement marin. Elles ont accompagné l'accrétion vers le nord et l'ont complétée au sud (Bas-Champs et Marquenterre).

Plusieurs compositions colorées combinant différemment les données enregistrées par les capteurs de Spot permettent, en changeant d'échelle, de préciser l'organisation du territoire du Marquenterre.

### **1.2 - Le Marquenterre et ses structures spatiales.**

Avec les données enregistrées par les capteurs de Spot, à la résolution spatiale plus fine (20m \* 20m) que celle du TM de Landsat, nous pouvons aborder l'étude des structures

spatiales à plus grande échelle dans le Marquenterre.

Les types de composition colorée utilisés dépendent des thèmes abordés.

Les compositions colorées " en couleurs pseudo-naturelles" et " A.C.P." soulignent nettement l'opposition entre les sols nus et les prairies ou marais internes des terres basses du Marquenterre. Nous les utilisons pour l'étude des variations des surfaces des sols nus et de la répartition des surfaces en herbe.

La composition colorée " standard" est très riche pour l'étude de la végétation et permet d'étudier l'organisation du territoire dunaire.

### **1.2.1 - Les compositions colorées en "couleurs pseudo-naturelles" et " A.C.P." : l'organisation spatiale des polders**

Les deux compositions colorées sont conçues pour étudier les nuances dans la restitution des surfaces de sol nu au mois d'octobre et les structures spatiales des marais maritimes, polders et marais internes de la plaine maritime.

#### **1.2.1.1 - Les variations complexes des surfaces des sols nus (Fig. 17 et 18a)**

Le mois d'octobre, surtout en son début, est la meilleure période pour distinguer les sols nus. Les semis de céréales d'hiver ne sont pas réalisés ou sont récents et n'exercent aucune influence sur le comportement radiométrique de la surface.

*Le domaine des labours occupe l'axe méridien central du Marquenterre (cela est vrai aussi dans les Bas-Champs). Les deux images confirment ce que nous avons déjà observé sur les images précédentes, c'est-à-dire l'originalité de la nature des sols qui le constituent.*

Sur les images, les sols sont restitués en gris ou en beige. Ils sont constitués en surface de limons argilo-sableux (Lefèvre, 1979) différents des sols des plateaux voisins. Ce que les images montrent remarquablement, ce sont les nombreuses nuances de teintes restituées. Elles sont complexes et parfois difficiles à cerner sur l'image en couleurs pseudo-naturelles. Les nuances sont renforcées sur l'image A.C.P.



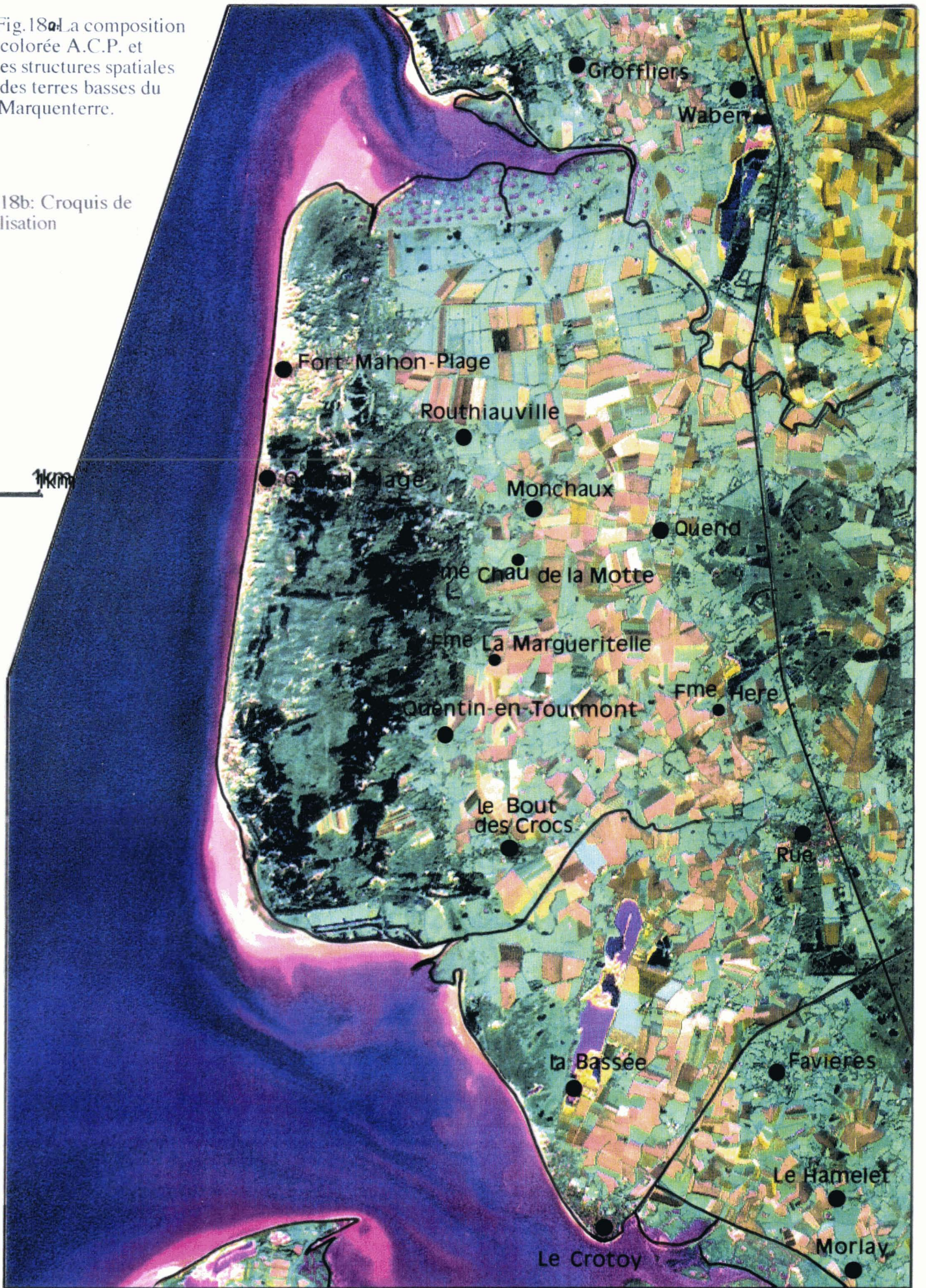
Fig. 17: La composition  
colorée en couleurs  
pseudo-naturelles  
(Spot.13 / 10 / 1992)  
de la Marquenterre.

0 1km



Fig. 18a La composition colorée A.C.P. et les structures spatiales des terres basses du Marquenterre.

Fig. 18b: Croquis de localisation



Elles peuvent s'expliquer par les conditions externes au moment de l'enregistrement (Guyot, 1989): humidité de la surface, fraîcheur, profondeur et orientation des labours (la rugosité), présence de quelques végétaux résiduels, autant de facteurs difficiles à apprécier sans un travail de terrain au moment de l'enregistrement des données, ce qui n'a pu être fait. Nous n'avons d'informations que sur l'humidité des surfaces. Les observations effectuées le 12 / 10 / 1992 signalent la présence de sol humide mais en est-il de même le 13 / 10? L'humidité est un facteur fondamental dans le comportement spectral des sols mais en l'occurrence nous n'avons aucune certitude. Cependant, un facteur moins temporaire peut être étudié. Il s'agit des variations de la composition minérale des surfaces.

P. Lefèvre (1977) a souligné l'importance de la répartition horizontale dans le classement des types de sol.

Les images révèlent partiellement, dans la mesure où les sols de surface sont nus sur le site, la présence des foraines. La foraine de La Bassée, Mayoc, St-Firmin est particulièrement remarquable.

### **Les foraines et les sols**

A la périphérie septentrionale des carrières de galets de la Bassée, Mayoc, St-Firmin, qui servent à repérer l'orientation de la foraine, les surfaces sont restituées dans une couleur qui, sur chacune des deux images, est très proche de celle des sols nus du plateau, le brun sur l'image en couleurs pseudo-naturelles (fig. 17) et le jaune sur l'image A.C.P. (fig. 18a). La couleur de restitution dessine bien les contours de la foraine. Nous pouvons observer le même fait, quoique plus difficilement, parce que les carrières ou la végétation masquent les sols, sur les foraines de Rue, Quend, Flandre, Hère et Waben.

Il y aurait donc d'une part une relation entre la nature du sol en surface et la présence de foraine, et d'autre part un élément de ressemblance entre la surface des sols sur foraine et celle du plateau du Ponthieu.

Si nous nous en tenons à une hypothèse fondée sur des faits déjà étudiés, il semble que la composition minérale des sols en surface soit un facteur important dans l'explication. Deux questions se posent: les sols de foraine ont-ils des caractères spécifiques? Y a-t-il

des éléments minéraux communs aux sols des foraines et des plateaux qui induisent de la part des deux surfaces un comportement spectral proche?

Lefèvre (1977) a décrit le profil type des sols de foraine: " succession d'horizons sableux, de sables limoneux, avec intercalation de sables argileux, tous fortement chargés en cailloux de silex". Les sols de foraine se distinguent donc des sols sur les terres plus basses, sols qui sont dominés par le limon argilo-sableux.

Mennessier (1981, p. 11) précise que, sur les plateaux, les sols sont constitués de "limons argilo-sableux à silex, particulièrement riches en sable", surtout à la surface. Les caractéristiques physiques des sols de foraine présentent des analogies avec ceux des sols du plateau et de son versant occidental, en particulier l'importance des sables. Ce caractère commun est sans doute un facteur qui explique des comportements spectraux proches. Il n'est peut-être pas le seul! La composition minérale, conséquence de la dynamique littorale holocène, est un facteur qui peut induire des choix agricoles spécifiques: types de cultures et pratiques culturales. Les cultures pratiquées sont celles qui auraient à souffrir de la trop grande proximité de la nappe superficielle: culture des céréales ou de certaines plantes fourragères comme la luzerne. Les sols de foraine, moins lourds que ceux situés plus bas, permettent des semis précoces.

L'agriculture sur les foraines, très liée aux caractères physiques du sol, peut donc ressembler à celle du plateau du Ponthieu. L'exploitation par les hommes des potentialités naturelles spécifiques des foraines peut conforter leur originalité.

### **Les sols sous le vent des dunes**

Certaines surfaces de sol nu sont restituées dans un blanc éclatant. Elles se situent sous le vent du massif dunaire, par exemple au nord de St-Quentin-en-Tourmont. D'autres sont fréquentes sous le vent de la foraine de La Bassée, Mayoc, St-Firmin. Les vents forts de secteur ouest peuvent transporter des particules de sable provenant de dunes "blanches" ou des sols de foraine non protégés par des cultures. La destruction des écrans boisés (Lefèvre et *al.*, 1981), anihilant des effets favorables trop méconnus, peut favoriser ces transports de sable sur les terres agricoles.

Fig.19: Les terres sablonneuses à l'arrière des dunes, au sud de la Ferme du Château de la Motte ( photo P. Picouet, 3 avril 1995 ).



Les surfaces des sols nus révèlent quelques aspects des dynamiques naturelles et anthropiques. La répartition des surfaces en herbe est un révélateur précieux des axes et des moyens de la conquête des terres.

### 1.2.1.2 - La répartition des surfaces en herbe et leurs structures ( Fig. 17 et 18a)

#### 1.2.1.2.1 - Les surfaces en herbe: des choix agricoles en zones humides

Sur les images, le vert franc indique la présence de surfaces herbeuses ayant une activité chlorophyllienne au mois d'octobre. Elles présentent quatre types de localisation:

- en bordure des marais internes, sur le flanc est des terres labourées,
- à l'arrière du massif dunaire, sur leur flanc ouest,
- sur des linéaments complexes traversant les terres labourées,
- au nord, près des rives de l'estuaire de l'Authie, et au sud, dans l'estuaire de la Maye, Voie de Rue.

Les localisations des surfaces herbeuses s'expliquent par " la texture générale et l'humidité des sols des marais maritimes et des polders qui rendent difficile le travail; le terrain est souvent saturé et plastique en hiver, sec et dur en surface dès la fin du printemps. Son utilisation par l'herbe pare aux difficultés et maintient souvent une structure meilleure" (Lefèvre et *al.*, 1981, p. 42).

Elles se situent donc dans les secteurs où la nappe d'eau superficielle est proche de la surface voire affleure. Sur le flanc est des terres cultivées, la nappe est alimentée par les infiltrations locales et par les venues d'eau du plateau. Sur le flanc ouest, elle reçoit "une partie des eaux de percolation des dunes qui forment un réseau de ruisselets" (Lefèvre et *al.*, 1981, p. 27).

Au nord et au sud du Marquenterre, les prairies permanentes dominent sur les dernières terres conquises au XIX<sup>ème</sup> siècle. Nous pouvons constater qu'elles sont d'autant plus présentes que les terres sont proches de l'estuaire de l'Authie. Cela est vrai au sud, dans l'ancien estuaire de la Maye. A l'arrière de la digue " à la mer", les prairies sont souvent marécageuses.

L'humidité des sols n'est sans doute pas la seule explication puisque Lefèvre (1981) signale que ces prairies sont mieux drainées que les terres centrales, du fait de la proximité du niveau de base des estuaires mais aussi parce qu'elles seraient légèrement plus élevées que les autres. Des caractères physiques et chimiques des sols tel que la salinité pourraient être un autre facteur explicatif. Quelques espèces halophiles subsistent dans les dernières pâtures rencloses (Lefèvre, 1981).

Des facteurs anthropiques peuvent aussi intervenir dans la présence des prairies: choix des cultures, pratiques culturales et engins nécessaires maintiennent les surfaces en herbe dans des secteurs qui ne sont pas obligatoirement les plus humides.

La répartition des prairies correspond souvent à des conditions naturelles particulières mais aussi à des choix agricoles. Quelles qu'en soient les explications, la répartition des prairies et leurs structures spatiales révèlent et soulignent le travail des hommes.

### 1.2.1.2.2 - Les structures spatiales des prairies.

Regrain (1981) a réalisé une étude très précise des tracés des anciens réseaux de chenaux de marée et des endiguements dans les Bas-Champs et le Marquenterre. L'auteur dresse des cartes des anciens chenaux de marée et des digues à partir de l'observation de photographies aériennes et des vérifications de terrain, puis compare les cartes obtenues à celles publiées par Dufetelle (1907), Briquet (1930), Dallery (1955), Verger (1968) et Lefèvre (1978).

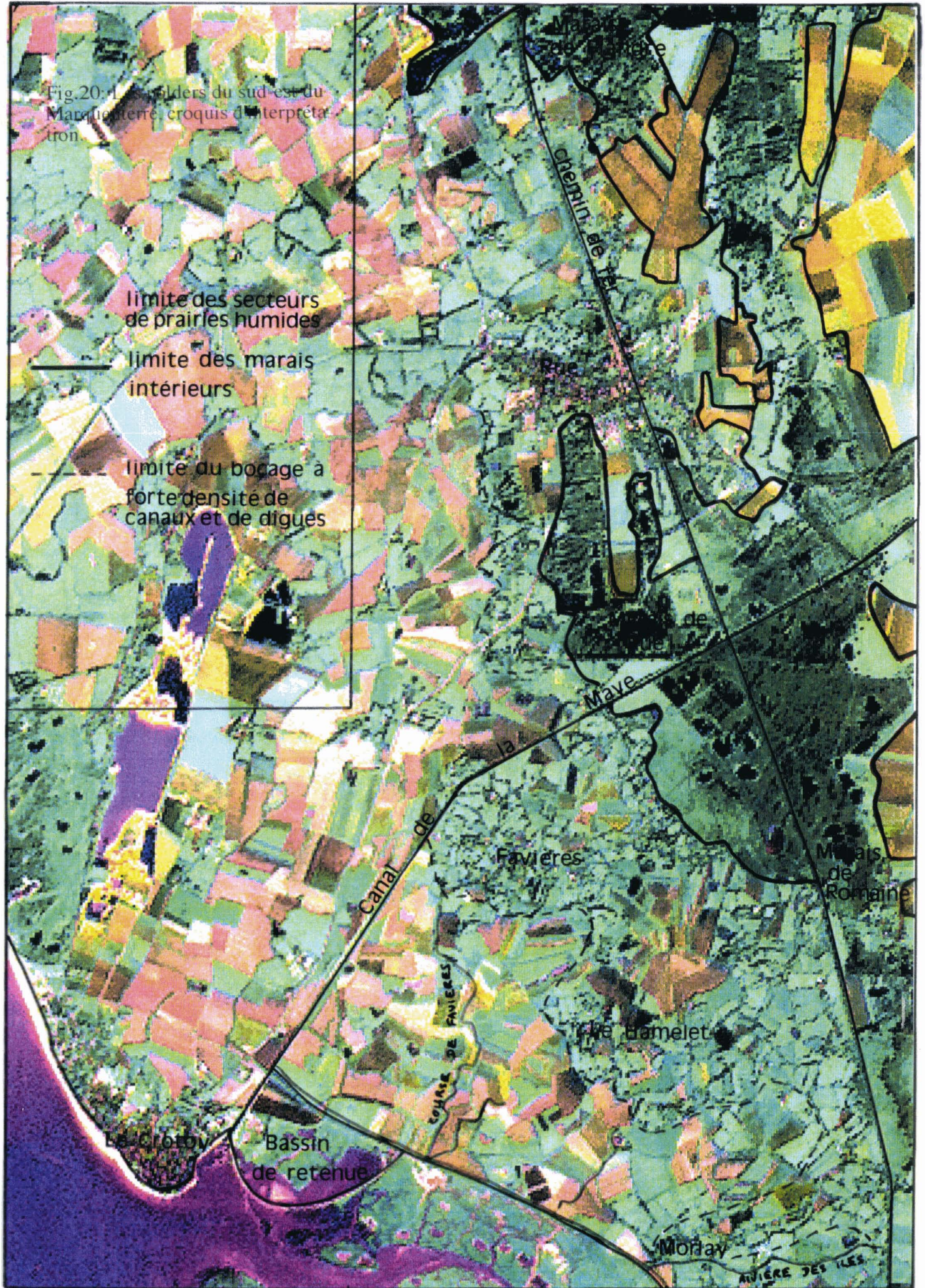
Notre démarche est un peu différente. L'image A.C.P. (Fig.18a) et parfois l'agrandissement d'un secteur de l'image (Fig.21) constituent les documents de référence. En effet, elle est remarquable par les informations qu'elle fournit sur le maillage des digues, des canaux de drainage et des haies dans les prairies bordant les marais internes et dans celles proches des rives estuariennes. Elle souligne la complexité des tracés des canaux qui traversent les prairies des marais maritimes et des polders.

**L'image A.C.P. nous permet de caractériser les tracés observés. Quelques cartes du XIX<sup>ème</sup> siècle voire du XVIII<sup>ème</sup> siècle (quand elles existent) et les travaux de Regrain servent à comprendre certains des processus de création des polders.**

Nous distinguons sur l'image quatre secteurs principaux:

- le secteur du sud-est du Marquenterre,
- le secteur compris dans le quadrilatère St-Quentin-en-Tourmont, la ferme d'Hère, Rue, le Bout des Crocs,
- l'estuaire de la Maye, Voie de Rue,
- le secteur compris entre l'estuaire de l'Authie et Quend,

Fig.21: Les polders du sud-est du Marquenterre, composition colorée A.C.P. agrandie ( 13 / 10 / 1992 ).



0 400m



#### 1.2.1.2.2.1 - Le secteur des polders du sud-est du Marquenterre ( Favières, Le Hamelet, Le Crotoy, Morlay et Noyelles) ( fig. 20 et 21 )

L'image agrandie révèle un secteur caractérisé par la très grande densité des structures linéaires entre les marécages intérieurs de Rue et de Romaine et la digue qui longe l'estuaire de la Somme.

La densité du maillage est souvent trop élevée pour qu'il soit possible de repérer tous les linéaments. Dans ce cas, la forte densité dépasse les capacités de résolution spatiale des capteurs de Spot (la plus petite unité spatiale visible, le pixel, est de 20m \* 20m).

Les linéaments au tracé sinueux peuvent correspondre, soit à des canaux de drainage ou / et anciens chenaux de marée, soit à des digues qui supportent des routes ou des chemins, soit enfin à des haies, fréquentes près des villages dont les habitations sont relativement dispersées. Dans ces conditions, et compte tenu de l'échelle de restitution de l'image ( 1 : 40 000 ), il est très difficile de les distinguer.

Leur tracé et leur orientation représentent parfois des indicateurs utiles. Par exemple, les canaux de drainage sont souvent plus rectilignes que les anciens chenaux de marée. Les couleurs de restitution constituent un deuxième groupe d'indicateurs; lorsque les linéaments sont restitués en noir, ils révèlent sans doute une forte densité de routes, de canaux bordés d'arbres et de haies; lorsque les linéaments sont restitués en bleu-vert, ils représentent des secteurs moins denses d'anciens chenaux de marée, de canaux de drainage et de digues, sans haie ni alignement d'arbres.

Comme sources, nous disposons des cartes de Regrain (1981, p. 38) et de certaines cartes anciennes. Nous pouvons tenter de retrouver quelques tronçons caractéristiques des réseaux d'anciens chenaux de marée, de canaux et de digues.

#### **Le réseau des anciens chenaux de marée et des canaux de drainage**

Regrain (1981, p. 39) définit le réseau des chenaux du secteur comme étant constitué de " trois chenaux parallèles (.....) présentant de nombreuses interconnexions". Seuls quelques tronçons de deux des trois chenaux parallèles (les courses de Favières et du Hamelet) sont repérables, essentiellement à l'aval de leur cours. Les canaux

d'interconnexion constituent la partie la plus visible du réseau. Leur longueur est faible, leur tracé est plus rectiligne et leur orientation dominante est O - E ou ONO - ESE car ils relient les trois chenaux principaux dont les cours sont orientés NNE - SSO.

Les multiples canaux de liaison soulignent l'oeuvre de conquête d'une partie des marécages tourbeux qui, jusqu'à l'époque contemporaine, ont isolé les marais maritimes et les polders du plateau du Ponthieu . Le travail de dessèchement des marécages est surtout l'oeuvre du XVIIIème siècle (Demangeon, 1905). La forte densité du réseau révèle les difficultés de l'écoulement dans des secteurs le plus souvent " couverts d'eau". Le réseau des digues est étroitement associé à la conquête des marécages et dépend aussi de la proximité de l'estuaire de la Somme.

### **Des renclôtures de " rive " et d'interfluve**

Regrain (1981, p. 39) distingue deux types de renclôtures dans les polders, les renclôtures de rive et celles d'interfluves. Les premières progressent dans les zones abritées où les dépôts sont favorisés, les secondes encadrent les chenaux de marée en les respectant. Pour l'auteur, " ce type de prise peut se justifier par la volonté de pouvoir drainer, à marée basse les terrains endigués et / ou les marais tourbeux de l'intérieur" (Regrain, 1981, p. 40).

Un plan ( C.A.R.A.N., N / II / Somme / 22 ), non reproduit ici, probablement daté des années 1783-84, montre comment s'organisent les nouvelles renclôtures au nord-est du Crotoy. Les nouvelles renclôtures du Crotoy et de Morlay sont protégées par une digue " à la mer" qui préserve l'écoulement des eaux des chenaux vers la mer. Les courses sont encadrées par des digues latérales. Il s'agit ici de renclôtures d'interfluves.

D'autres plans du XVIIIèmesiècle comme celui de la renclôture de Noyelles, détruite à la fin du XVIIIèmesiècle (fig. 22) et située à l'est de la précédente, montrent des variantes du système de renclôtures d'interfluves. Les chenaux principaux sont respectés mais les petits chenaux sont intégrés dans les parcelles rencloses. Il s'agit peut-être d'un type d'aménagement qui annonce ceux du fond de l'estuaire de la Somme où de grands chenaux sont barrés par des digues et insérés dans les parcelles (fig. 23). Le maintien de l'écoulement est sacrifié au profit des gains de nouvelles terres agricoles.

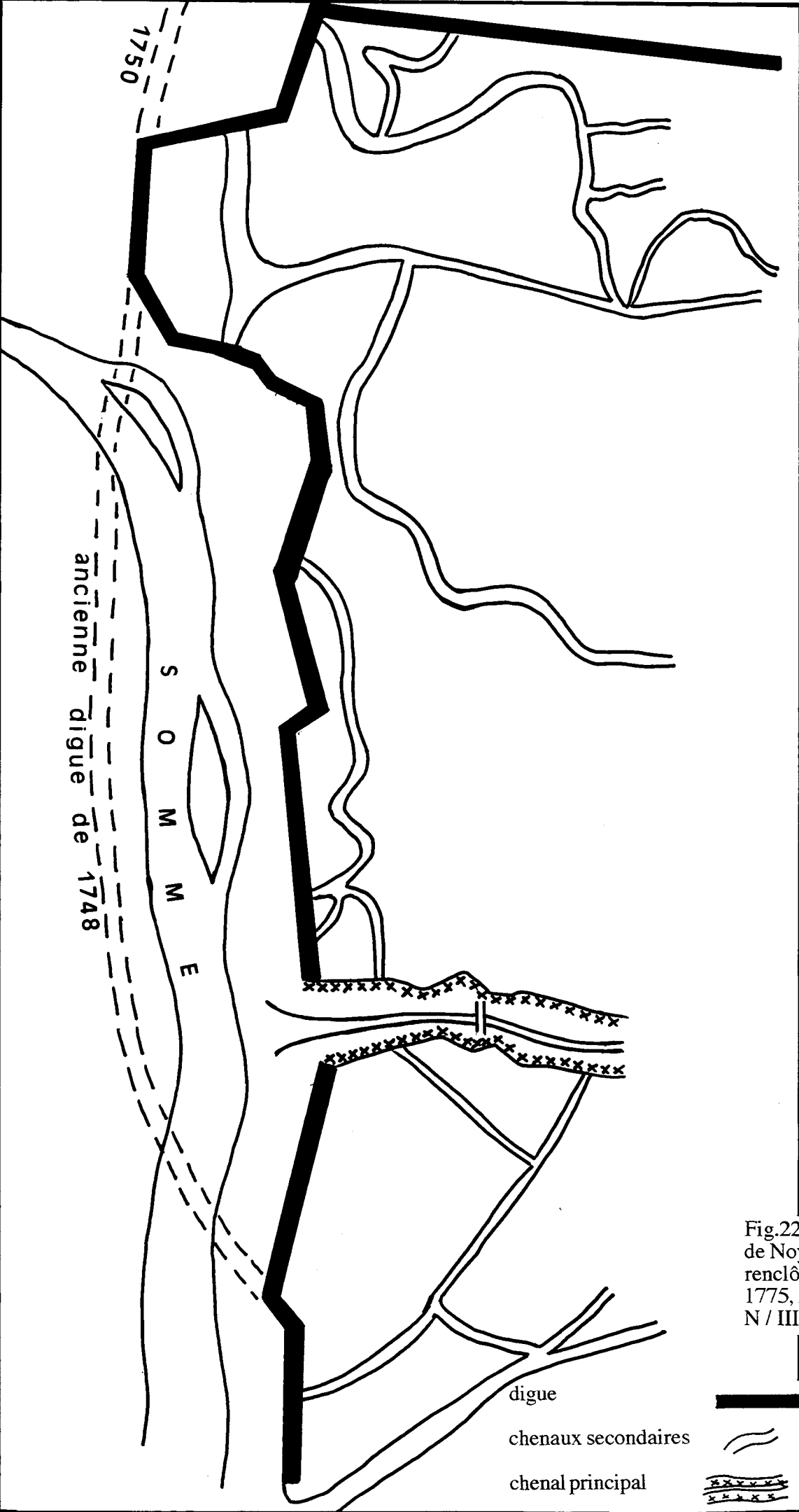


Fig.22: Croquis de la renclôture de Noyelles ( source: plan de la renclôture de Noyelles, 1774 ou 1775, Archives Nationales, N / III / Somme / 72 ).

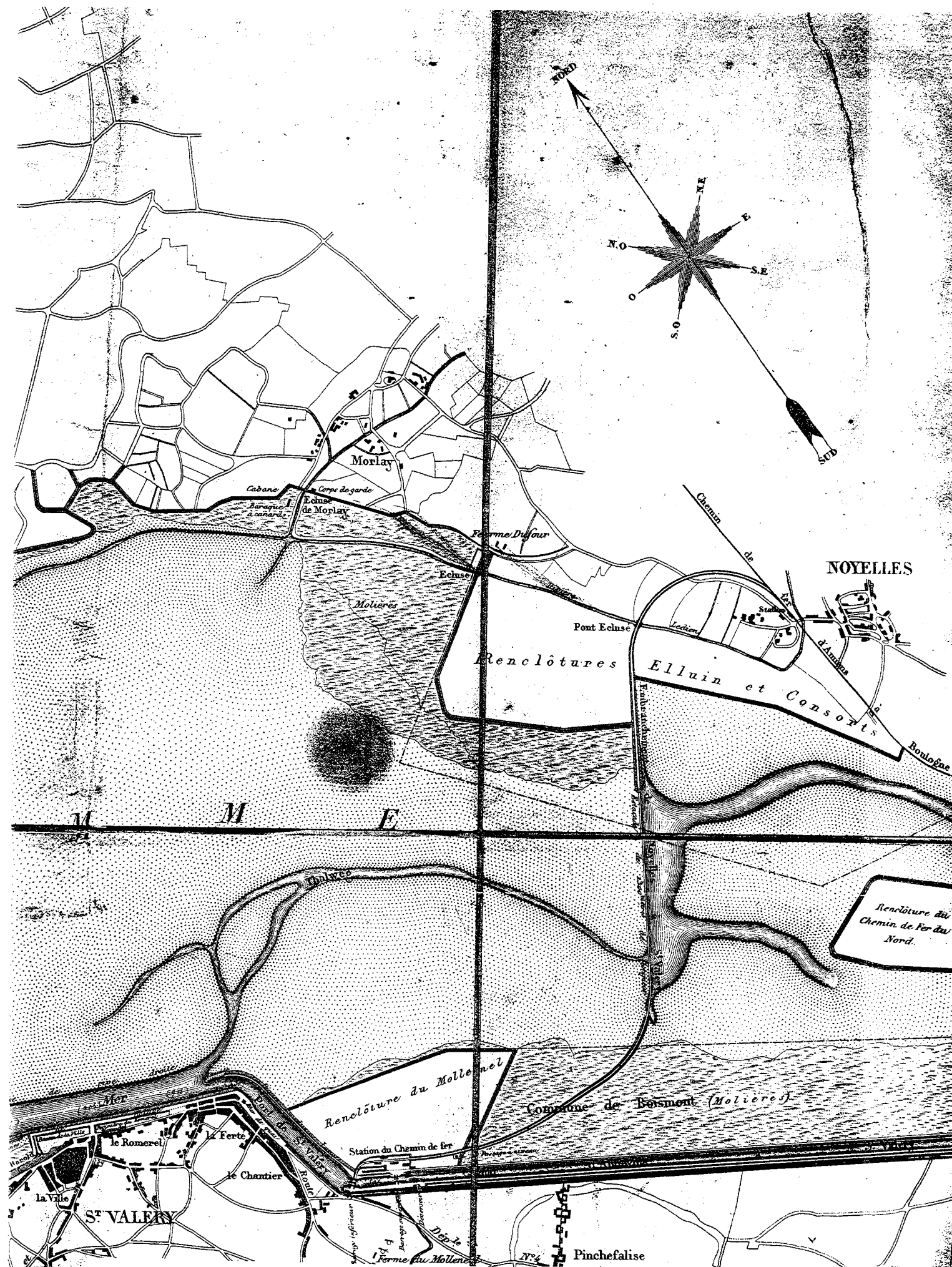


Fig.23: Les rencloîtres du fond de la Baie de Somme. Extrait d'un plan de la Baie levé en 1865, sous la direction de Fremiaux (lithographie). Source: Bibliothèque Nationale, GE FF 10556.

Le croquis d'interprétation de l'image A.C.P. ( Fig. 20) n'est pas totalement satisfaisant parce qu'il ne met en évidence que très partiellement le réseau des canaux et des anciens chenaux de marée et le réseau des digues. Leur grande densité dans le bocage de Favières ou du Hamelet rend impossible tout tracé de détail .

Les comparaisons des informations satellitales, d'une part avec les plans du XVIIIème et du XIXème, d'autre part avec les résultats des travaux de terrain de Re grain, sont indispensables pour obtenir quelques certitudes.

**Cependant, l'image permet de bien distinguer les différents espaces de conquête: les marécages internes encore vastes actuellement, mais dont les bordures ressemblent à des prairies humides ( même teinte verte sur l'image ), les bocages à l'habitat dispersé et au réseau de drainage très dense et sinueux, les polders plus récents le long de l'estuaire aux canaux et digues très rectilignes encadrant des re nclôtures plus vastes. La haute résolution spatiale des capteurs de Spot, malgré leur limite, s'avère donc utile pour une première approche de l'organisation des polders.**

Dans les polders de Favières, Le Hamelet, les structures spatiales des prairies résultent des aménagements réalisés dans des conditions particulières qui tiennent à la proximité des marécages tourbeux internes et des rives de l'estuaire de la Somme. La complexité et la densité du maillage en sont des conséquences.

#### **1.2.1.2.2.2 - Le secteur de St-Quentin-en-Tourmont, la Ferme d'Hère, Rue et le Bout des Crocs. (Fig.18 b)**

Dans ce secteur, les surfaces en herbe dessinent des bandes de terres au tracé très tortueux d'orientation générale ONO - ESE. Elles suivent des chenaux comme la course de la Chapelle, qui relie les marécages tourbeux à l'estuaire de la Maye.

" L'utilisation d'engins agricoles lourds étant nécessaire en raison de la difficulté du travail des terres compactes" (Lefèvre, 1981, p. 50), les prairies, qui elles ne nécessitent pas de recourir à ces engins, sont conservées le long des chenaux qui traversent ces terres pour éviter le risque d'écroulement des digues.

Regrain (1981, p. 39) explique les méandres par " l'équilibre longtemps réalisé entre le débit liquide et la teneur des matériaux en suspension".

Les chenaux auxquels ont été " branchés" des canaux de drainage servent à dessécher les marécages et à égoutter les terres centrales.

#### **1.2.1.2.2.3 - Le secteur compris entre l'estuaire de l'Authie et Quend. (Fig. 18b et 24, 24a, 24b)**

Ce secteur est remarquable par ses structures spatiales et le gradient des surfaces herbeuses. Nous ne revenons pas sur l'augmentation de la part des superficies de prairies de l'intérieur du Marquenterre vers le rivage sud de l'estuaire. Notons que la pénétration des terres labourées s'exerce surtout dans l'axe central, ce qui peut être un indice de moindre humidité des sols centraux, mais des facteurs économiques et / ou des choix individuels ne sont pas à exclure.

Sur l'image ACP., les structures des renclôtures sont particulièrement bien restituées dans le domaine des prairies. Les digues connues les plus anciennes (digues de 1163, 1200 et de 1258) sont les plus difficiles à repérer sur des terres actuellement labourées.

#### **La conquête de terres nouvelles**

L'histoire de la conquête de terres nouvelles au sud de l'estuaire depuis le XII<sup>ème</sup> siècle est connue (Briquet, 1930; Dallery, 1955; Verger, 1968; Lefèvre et Regrain, 1977). La conquête a progressé vers le nord à partir d'une bande centrale, située au sud de Quend où le colmatage aurait évolué à l'abri d'une " île " (Regrain, 1981, p. 37), processus comparable à la formation d'un tombolo, qui est devenue le coeur du premier territoire du Marquenterre. En 1199, celui-ci se voit accorder une Charte communale

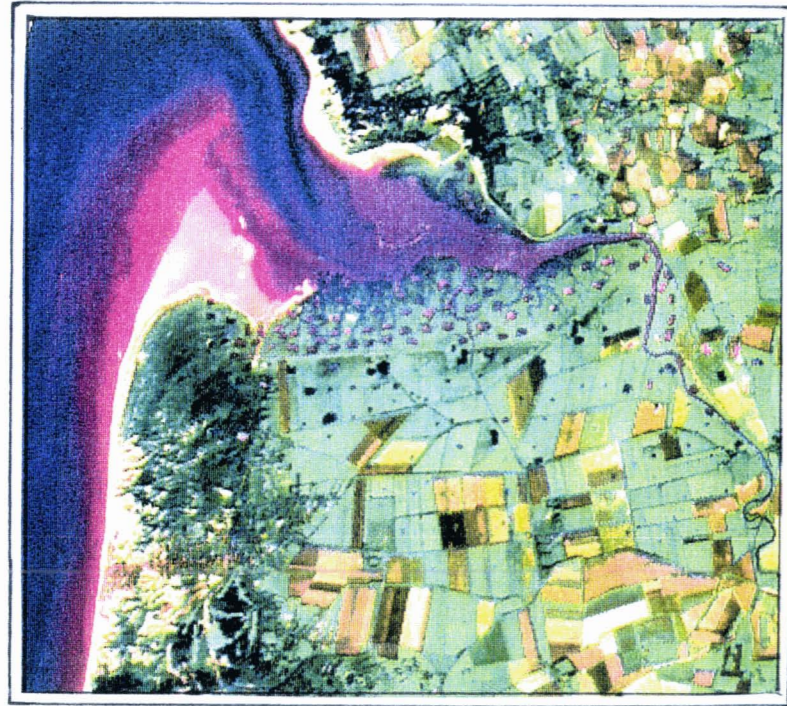


Fig.24a: Le Marquenterre au sud de l'estuaire de l'Authie. Extrait de la composition colorée A.C.P.

Fig.24b: Croquis d'interprétation: La conquête des terres du XVIème au XIXème siècle, au sud de l'estuaire de l'Authie.

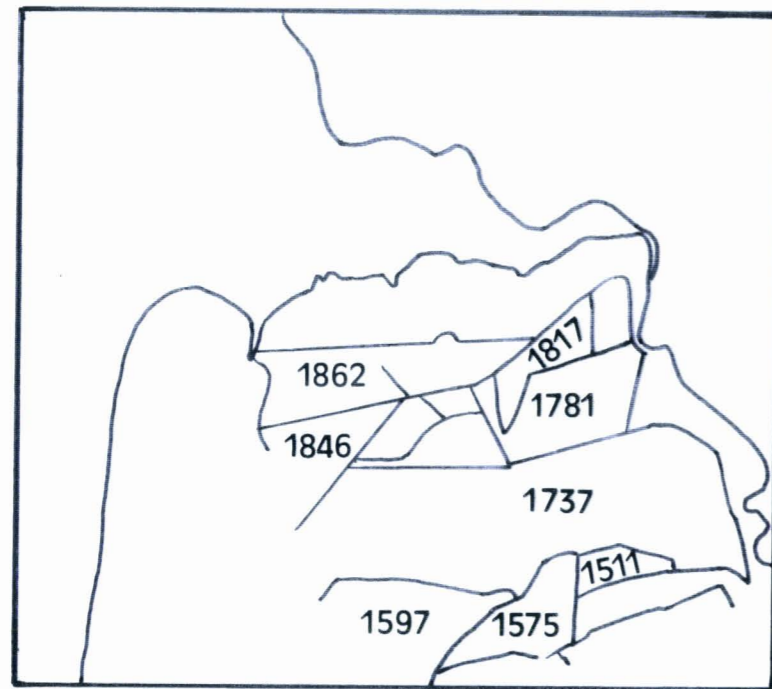
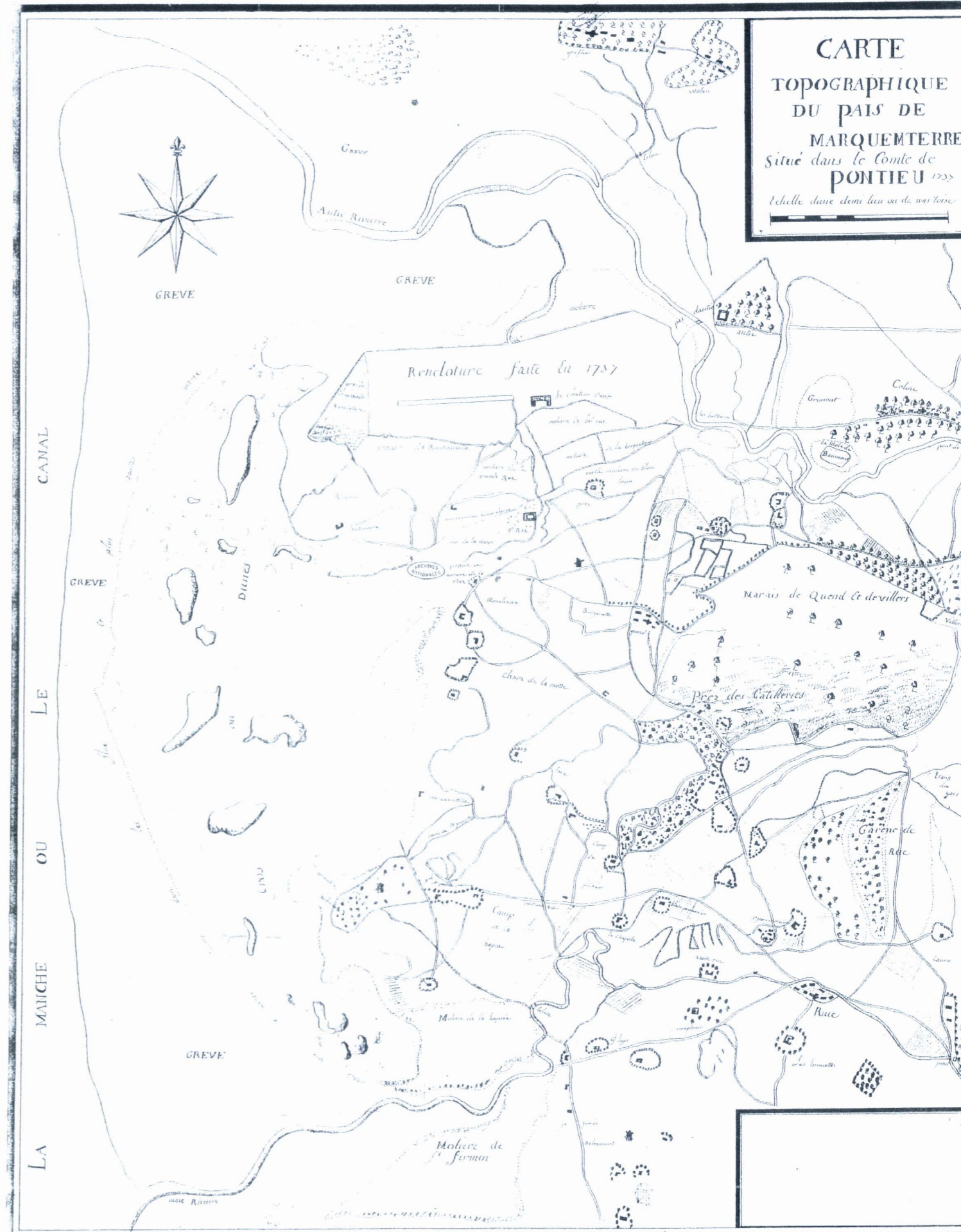


Fig.24: Les rechlôtures entre l'estuaire de l'Authie et Fort-Mahon. Carte topographique du "pais de Marquenterre, 1737.( source: Archives Nationales, N / III / Somme / 10 ). Cette carte est remarquable par la grande précision du tracé des digues entre Quend et l'estuaire de l'Authie.



qui englobe les paroisses de Quend et St-Quentin-en-Tourmont et les hameaux ou fermes de la Haye-Penée, Froise, Monchaux, Routhiauville, Royon et Vieux-Quend. La double contrainte d'une remontée du niveau de la mer à partir du XII<sup>ème</sup> siècle et d'une augmentation de la population (Regrain, Lefèvre, 1977) conduit à la construction des plus anciennes grandes digues encore visibles sur un estran peu pentu, bien alimenté en sédiments déposés par une mer à fort marnage. Les digues de la fin du XII<sup>ème</sup> siècle et de 1258 sont encore relativement sinueuses, les renclôtures sont modestes. Comme le proposent les auteurs, nous pouvons les appeler "dignes de défense".

**Après les XIV<sup>ème</sup> et XV<sup>ème</sup> siècles pendant lesquels dépeuplement et dévastations (signalées dans le canton de Rue) expliqueraient l'absence de digues, du XVI<sup>ème</sup> au XIX<sup>ème</sup>, surtout au XVIII<sup>ème</sup>, la conquête est importante.** Ce phénomène est constaté dans tous les marais maritimes en France: sur les rives du bassin d'Arcachon, dans le Bas-Médoc, dans les marais charentais ou le marais Poitevin (Verger, 1968).

Les digues de 1511, 1575 et surtout celle de 1597 sont bien visibles sur l'image (Fig.24a). Les renclôtures sont encore relativement petites et les digues sont sinueuses.

**Au XVIII<sup>ème</sup> siècle, les digues de conquête dessinent un maillage régulier et géométrique.** La carte de 1737 (Fig.24) montre l'importance de la renclôture de Chateauneuf qui couvre plus de 500 ha (Verger, 1968, p.422). En 1781, la renclôture de Lormoy est conquise en avant de la précédente. Cette grande phase de conquête sur la mer s'inscrit dans une période de vastes défrichements en Bretagne et en Bourgogne, de dessèchements en Flandre. " Cette politique économique est encouragée par l'attitude libérale, " productiviste" des physiocrates alors très influents" (Verger, 1968, p. 469). Sur la carte de 1737, la précision dans le tracé des digues n'est pas seulement due à la qualité du cartographe mais souligne aussi l'importance des enjeux économiques et sociaux que représentent les nouvelles renclôtures. Le dessin peu précis du massif dunaire révèle au contraire le faible intérêt qu'on lui porte.

**Au XIX<sup>ème</sup> siècle, les travaux se poursuivent en bordure de l'Authie.** En 1817 et en 1846, les renclôtures Choquart et de la Houplière puis celle de Fort-Mahon gagnent de nouvelles surfaces. En 1862, la digue du Fer à cheval marque l'ultime étape de la conquête.



## **Les types de conquête**

Regrain (1981) distingue deux types de conquête, la conquête de rive et la conquête de raccordement. La conquête de rive a déjà été observée dans le secteur de Favières. Elle concerne les renclôtures de 1258 et 1511, celles de 1781 et 1817 par exemple.

La conquête de raccordement s'appuie sur les précédentes, construites antérieurement. L'auteur cite le cas de la digue de 1737, entre le Pont-à-Cailloux et le Vieux Fort-Mahon (Fig.24b).

## **La rupture d'une digue et l'ombilic de brèche**

Les longues digues rectilignes ont parfois été partiellement détruites par la mer ce qui peut créer des formes originales dans les polders tel l'ombilic de brèche et la digue associée dite du "Fer à cheval" (Verger, 1968, p. 452). Après une rupture de la digue, le courant, s'engouffrant dans la brèche, y creuse un ombilic autour duquel est reconstruite la nouvelle digue. Dans le cas du " Fer à cheval", la digue fut reconstruite par contournement interne puis lorsque le colmatage eut progressé, la digue actuelle par contournement externe fut construite.

## **Conclusion**

Dans un secteur abrité, à l'arrière de la Pointe de Routhiauville, le colmatage, depuis le XIIème siècle, a pu être " assez rapide" grâce à un " stock sédimentaire important" (Regrain, 1981, p.37). La conquête de nouvelles terres a accompagné le plus souvent le colmatage naturel.

**La composition colorée A.C.P. révèle bien la présence des digues construites à partir du XVIème siècle mais ne permet pas de bien distinguer les digues anciennes du XIIIème siècle. Peut-être faut-il l'expliquer par les systèmes de culture dans le Marquenterre: diversité des plantes cultivées, pratiques de l'élevage, techniques et outils utilisés (certains engins agricoles peuvent entraîner le tassement ou la disparition des digues). Enfin, le remembrement-drainage réalisé au début des années 1980, dans le nord du Marquenterre a sans doute modifié le parcellaire.**

#### 1.2.1.2.2.4 - L'estuaire de la Maye, Voie de Rue. (Fig. 25, 25a et 25b)

L'estuaire de la Maye, dénommé " Val de Rue" sur les cartes anciennes consultées par Briquet (1930, p. 108) et que, pour cette raison, il nomme " estuaire de Rue" se termine vers le sud-ouest par ce que les cartes actuelles appellent " Voie de Rue" (carte IGN, 1990, 1: 25000). Outre le fait qu'il pourrait avoir été emprunté par un bras de l'Authie, l'auteur souligne que la Maye s'y écoule par suite de son détournement artificiel à travers les bancs de galets de Rue.

Sur l'image A.C.P., le secteur aval de l'estuaire entre, d'une part à l'est la foraine de Mayoc, la Bassée, St-Firmin, bordée au sud par des marécages, et d'autre part au nord-ouest le massif dunaire du Marquenterre, est largement couvert de prairies.

Les structures spatiales visibles sur l'image sont de trois types :

- la Maye, au cours rectiligne, canalisée,
- les renclôtures dont l'orientation générale est perpendiculaire au cours d'eau,
- les digues du Parc du Marquenterre orientées est-ouest.

Cette organisation spatiale peut suggérer quelques aspects du processus de conquête.

#### **La conquête de terres nouvelles dans l'estuaire**

D'après les auteurs (Demangeon, 1905; Briquet, 1930; Dallery, 1955), la conquête se déroule essentiellement du XVIIIème au XXème siècle pour le secteur aval de l'estuaire. L'orientation générale des renclôtures des XVIIIème et XIXème siècles, perpendiculaires au cours canalisé de la Maye, s'explique par le type spécifique d'endiguement utilisé dans la Voie de Rue (Regrain, 1981). L'auteur nomme digues de barrage, ces ouvrages qui bloquent l'écoulement naturel d'un chenal et " nécessitent la création d'un canal de drainage aboutissant à une écluse, déplacée vers la mer au fur et à mesure de la progression des renclôtures" (Regrain, 1981, p.39). Un croquis de 1865 (fig.25) souligne ce processus de conquête qui n'est pas sans rappeler celui du fond de la Baie de Somme (fig. 23).

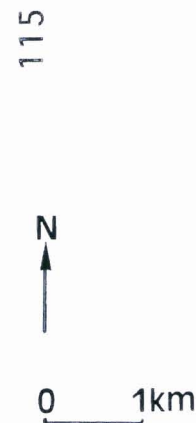
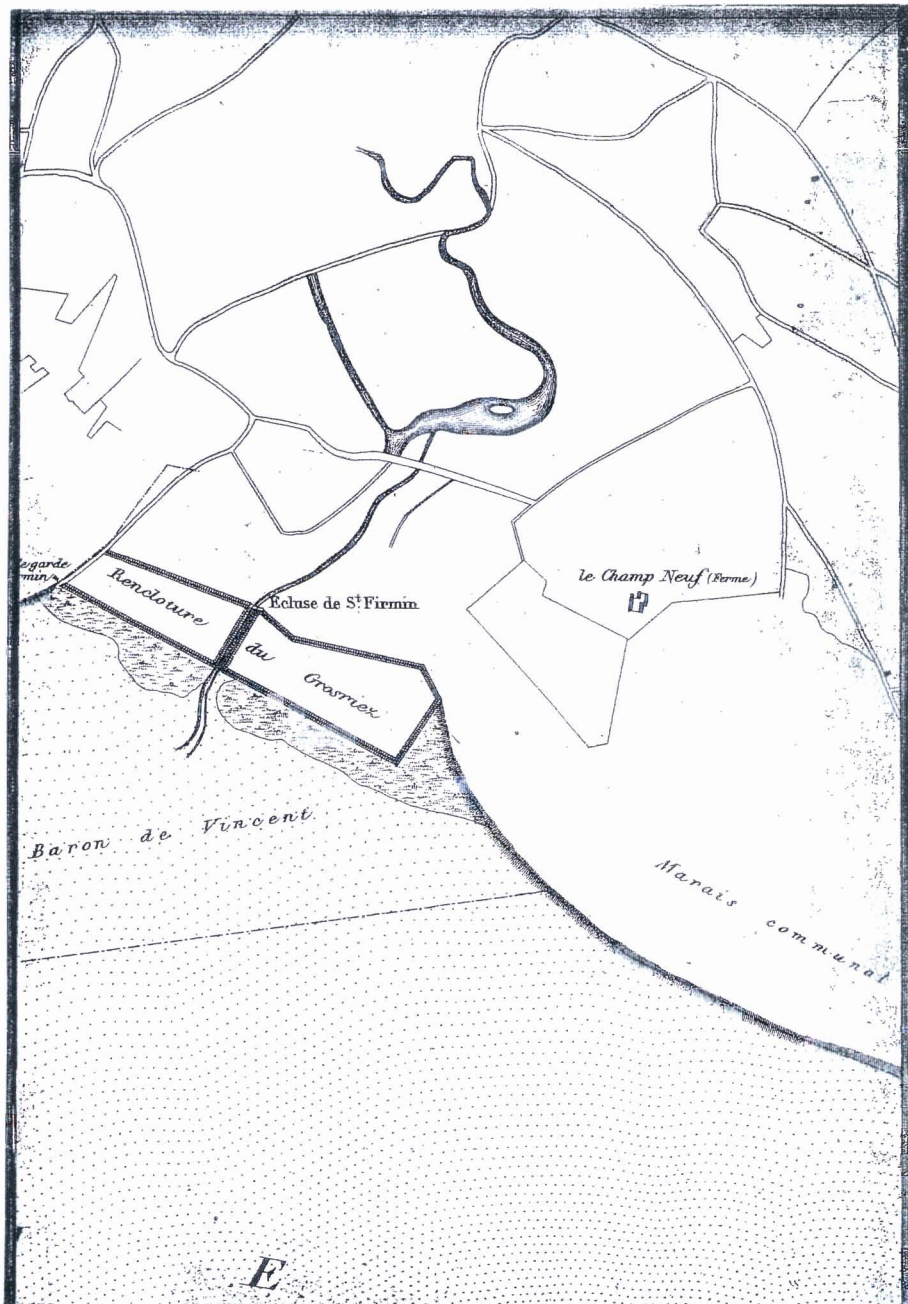


Fig.25a: L'estuaire de la Maye, Voie de Rue. Extrait de la composition colorée A.C.P.

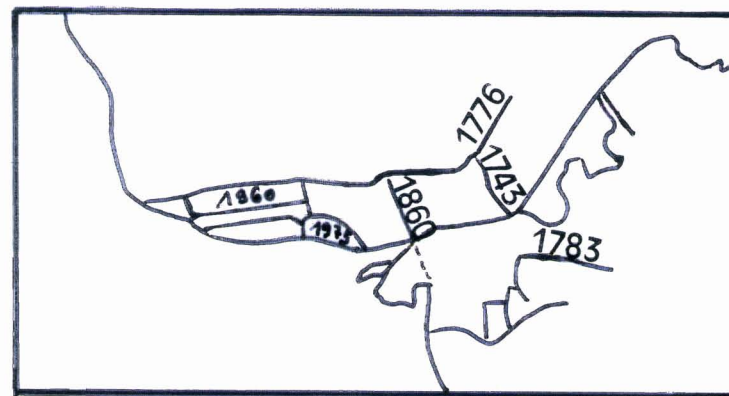


Fig.25b: Croquis d'interprétation: Quelques-unes des digues du XVIIIème et du XIXèm siècle.

Fig.25: Les renclôtures dans l'estuaire de la Maye, Voie de Rue. Extrait d'un plan levé en 1865, sous la direction de Fremiaux (lithographie). Source: Bibliothèque Nationale, GE FF 10556.

Fig.26: Le Marquenterre, composition colorée des canaux 3,2,1 de Spot ( 13 / 10 / 1992 ).



Les digues du Parc du Marquenterre, les plus récentes puisque construites dans les années 1960-70 parallèlement au rivage, correspondent sans doute à des conquêtes de rive et de raccordement comparables à celles étudiées en rive sud de l'Authie. Elles ont contribué à modifier sensiblement les conditions de la sédimentation vers la Pointe de St-Quentin. Nous le verrons en étudiant le rivage actuel.

## Conclusion

**La répartition des prairies définit les axes de la conquête du territoire du Marquenterre. Elles dominent au nord et au sud, en bordure des estuaires de l'Authie et de la Somme, suggérant une conquête méridienne. Elles entourent les marécages intérieurs, soulignant leur conquête par drainage.**

**Leurs structures spatiales résultent des interactions entre les contraintes naturelles et les contraintes socio-économiques et politiques.**

Le secteur des polders de Favières, Le Hamolet, est couvert d'un maillage très dense de digues et de canaux, lié à la conquête des marécages intérieurs à proximité de l'estuaire de la Somme.

Le secteur de la rive sud de l'Authie est constitué de renclôtures dont la surface a augmenté depuis les plus anciennes du Moyen Age jusqu'à celles du XIXème siècle. Elles sont protégées par de longues digues de raccordement au tracé souvent très rectiligne.

Le secteur de l'estuaire de la Maye, Voie de Rue, comporte des structures analogues avec des digues de barrage.

**Les différentes phases de leur construction, depuis le Moyen Age, correspondent d'abord à des périodes de développement économique et démographique non seulement en France mais aussi dans l'ensemble de l'Europe occidentale. La stabilité du niveau marin ou la construction de la barrière littorale ont pu représenter un facteur favorable à la construction des digues mais il s'est révélé insuffisant dans les périodes troublées du XIVème et XVème siècle.**

Ainsi, comme le remarque Verger (1968, p. 469), " depuis le Moyen Age, les régressions et transgressions marines n'apparaissent-elles plus liées à l'abaissement ou à la montée du niveau de la mer, mais à l'histoire des sociétés humaines".

### **1.2.2 - La composition colorée " standard" des canaux 3, 2 et 1 de Spot : le massif dunaire du Marquenterre et son organisation spatiale. (Fig. 26)**

L'image du massif dunaire du Marquenterre est obtenue en combinant les trois canaux de Spot, le canal XS 3 (longueurs d'onde 0, 79 - 0, 89, proche infrarouge) codé en rouge, le canal XS 2 (longueurs d'onde 0, 61 - 0, 68, lumière rouge) codé en vert et le canal XS 1 (longueurs d'onde 0, 50 - 0, 59, lumière vert-jaune) codé en bleu.

Les informations des canaux XS 1 et XS 2, en partie redondantes, sont utiles pour distinguer les surfaces minérales et les surfaces bâties; elles sont traduites par la teinte bleu-vert dans laquelle le bleu domine le plus souvent.

Je le rappelle, l'intérêt de cette combinaison est surtout de bien mettre en évidence la richesse des informations du canal infrarouge. Celles-ci nous permettent de discerner les surfaces en eau ou humides; les surfaces en eau absorbent beaucoup le rayonnement infrarouge et sont donc restituées dans le bleu plus ou moins foncé en fonction de la profondeur et de la pureté de l'eau. Les informations de l'infrarouge sont surtout très riches pour l'étude de la végétation; il est possible de distinguer des types de végétation en fonction de la teneur en eau des végétaux et de leur activité chlorophyllienne.

Les végétations plus ou moins actives sont restituées dans une gamme de rouge.

#### **1.2.2.1 - Méthodologie d'interprétation.**

L'interprétation de la composition colorée ne peut se réaliser sans tenir compte du comportement spectral des végétaux qui est lié à la diversité des essences mais aussi à la saison considérée. Le taux de couverture du sol est un facteur non négligeable pour comprendre les nuances de teintes de restitution; " l'effet du sol est d'autant plus sensible qu'il présente un plus grand contraste de réflectance avec la végétation" (Guyot, 1989, p. 79). Cela peut être le cas dans le milieu dunaire où les sables sont très réfléchissants dans les bandes spectrales du visible et de l'infrarouge proche, ce qui n'est pas le cas des végétaux.

Enfin, l'interprétation des données tient compte de facteurs externes aux caractères propres des végétaux, tels que la topographie du massif dunaire, l'humidité des plaines ou pannes, la sécheresse des sols sur les dunes plus hautes ou encore l'histoire de l'afforestation des dunes.

Le travail sur le terrain, quoique difficile dans le Marquenterre, offre la possibilité de vérifier certaines hypothèses. L'utilisation d'images multitemporales et multispectrales peut apporter des informations complémentaires utiles à l'interprétation.

### **1.2.2.2 - Éléments pour l'interprétation de l'image du 13 octobre 1992**

#### **1.2.2.2.1 - Le comportement spectral des végétaux.**

L'objectif est de distinguer les résineux des feuillus, plus précisément dans le massif dunaire, les forêts de pins maritimes et Laricio des forêts de bouleaux, frênes, saules, essences les plus fréquentes (Lefèvre et *al.*, 1981, p. 38).

Les pins ont un comportement spectral dans l'infrarouge proche sensiblement différent de celui des feuillus en période de production chlorophyllienne. Le " plateau de réflectance" (Guyot, 1989, p. 61) se situe à un niveau plus élevé chez les feuillus. D'après Guyot, la transparence des pigments foliaires et de la cellulose des parois cellulaires des feuilles explique la forte réflectance dans le proche infrarouge.

Cette différence de comportement spectral se traduit par des nuances dans les teintes de restitution sur la composition colorée: rouge dominant pour les feuillus, brun pour

les résineux.

Le comportement spectral théorique que nous venons de présenter doit cependant être nuancé en fonction de la date considérée.

#### **1.2.2.2.2 - L'influence de la saison**

L'image de référence date du 13 octobre, donc du début de l'automne. Toutes les prairies permanentes, les surfaces en herbe bien entretenues des parcours de golf (golf de Belle-Dune) ou de champs aux plantes actives (Parc du Marquenterre), sont restituées dans un rouge vif. Les forêts de feuillus, au feuillage encore plus ou moins vert, en période de sénescence, rougeoient beaucoup moins. Le remplacement des pigments chlorophylliens par des pigments bruns entraîne une baisse de la réflectance des feuilles dans l'infrarouge proche et une hausse de leur réflectance dans les bandes de la lumière jaune-vert et de la lumière rouge. La couleur de restitution des forêts de feuillus se rapproche de celle des résineux; le rouge des feuillus s'assombrit et cela d'autant plus que le sol est humide (ce qui peut être le cas le 13 octobre puisque 19 mm d'eau sont tombés pendant la quinzaine qui précède). Cela rend plus difficile leur discrimination.

#### **1.2.2.2.3 - Le rôle du taux de couverture du sol.**

La densité du couvert des forêts de feuillus et de résineux diminue fortement le rayonnement reçu en sous-bois, phénomène accentué en automne, quand le rayonnement solaire est plus incliné, ce qui limite l'influence du sol dans le rayonnement réfléchi.

Par contre, dans les secteurs où le boisement est moins dense, avec des arbres de plus petite taille voire des arbustes, l'influence du sol peut être un facteur discriminant. Dans certains secteurs des plaines ou pannes intradunaires où le couvert végétal est moins dense, les arbres moins hauts, le sol sableux très réfléchissant peut modifier le comportement spectral des surfaces. Dans ce cas, la teinte de restitution peut être



éclaircie par rapport à celle de la forêt. Cet éclaircissement définit un gradient de teintes de plus en plus claires jusqu'au blanc des sables peu ou non couverts de végétation. La couverture du sol est associée aux différents caractères des milieux du massif dunaire et à l'histoire de son afforestation.

#### **1.2.2.2.4 - Le boisement des dunes.**

##### **1.2.2.2.4.1 - Eléments d'histoire du boisement.**

Dès le XIII<sup>ème</sup> siècle, les hommes se préoccupent de fixer " l'espace menaçant et fluctuant" (Petit-Berghem, 1996, p. 51) que représentent les dunes. C'est aux XVI<sup>ème</sup> et XVII<sup>ème</sup> que l'on découvre l'efficacité de l'oyat pour se protéger de la marche envahissante des dunes. Ce n'est qu'après la fixation des dunes que les premiers boisements sont réalisés.

Dans le Marquenterre, les plantations de pins débutent véritablement avec le XX<sup>ème</sup> siècle (Petit-Berghem, 1996), en particulier aux alentours des stations balnéaires de Quend-Plage et de Fort-Mahon.

Les projets de boisement du début du siècle émanent souvent de propriétaires privés, puis, dans les années 1930, le relais est pris par l'administration des Eaux et Forêts qui gère des crédits provenant des dommages de guerre et organise la fixation de plus de 300 ha (Blérard et *al.*, 1983). Lorsque les crédits publics sont supprimés, l'Association Syndicale pour la protection, la fixation et le reboisement des dunes de Fort-Mahon, Quend-Plage et de St-Quentin-en-Tourmont poursuit, dès 1948, l'oeuvre de plantation. Près de 400 ha de pins noirs, de pins d'Autriche et de pins Laricio sont plantés durant la décennie 1950-1960. Des feuillus (peupliers) sont introduits dans certains secteurs humides.

D'après Lefèvre et *al.* (1981), les plaines et pannes humides sont cependant le terrain privilégié des boisements naturels. Les boisements naturels en milieu humide et les boisements anthropiques en milieu sec, sur les dunes internes et externes plus élevées,

sont donc un facteur de discrimination à intégrer dans l'interprétation.

#### **1.2.2.2.4.2 - Boisements naturels, boisements anthropiques.**

##### **Les boisements naturels des fonds humides.**

" Grâce à l'humidité du terrain, le développement des arbres s'opère de manière spontanée dans les pannes et les plaines" (Lefèvre et *al.*, 1981). Les premières étapes de la colonisation arbustive se font par quelques fourrés de saule des dunes, de sureau noir, troène commun et argousier. La colonisation spontanée par les arbres se fait par le bouleau pubescent, les frênes, divers saules et le peuplier (qui a pu aussi faire l'objet de plantations).

Le plus souvent d'origine naturelle, quelquefois d'origine anthropique, les essences feuillues dominant dans les milieux humides des plaines et pannes intradunaires.

##### **Les boisements anthropiques des dunes " sèches".**

" Ce type de boisement concerne surtout les parties où un relief notable éloigne le plan d'eau de la surface du terrain" (Lefèvre, 1981, p. 39). Si l'on considère l'organisation spécifique des massifs dunaires picards, on peut trouver le plus souvent des boisements de pins sur les bourrelets interne et externe composés des dunes les plus élevées.

Ces plantations de pins peuvent être d'autant plus remarquables qu'elles forment des parcelles géométriques aux lisières nettes. Ce n'est pas très fréquent dans les forêts dunaires qui présentent principalement des contours flous. Les parcelles boisées aux lisières nettes se retrouvent surtout au contact des plaines ou pannes et sur le bourrelet externe, lieu de quelques boisements récents.

Le travail de terrain, dans les sites accessibles, permet d'observer quelques exemples de contact résineux des dunes " sèches" / feuillues des plaines ou pannes intradunaires.

#### **1.2.2.4.3 - Détection de sites de contact sur l'image, observations sur le terrain.**

##### **La Voie des Huttes, un transect représentatif (fig.26 et 27)**

Sur l'image, une des lisières forestières les plus nettes semble se situer sur le flanc occidental du bourrelet interne, au droit de St-Quentin-en-Tourmont.

Le site est l'un des les plus accessibles du massif dunaire par la Voie des Huttes, chemin aménagé, d'orientation est-ouest, qui y pénètre au droit de St-Quentin-en-Tourmont. Après un parcours d'un kilomètre environ dans la forêt de résineux du bourrelet interne, nous arrivons au contact de la plaine centrale; la lisière forestière est franche (Fig.27); sans transition, les frênes et bouleaux de la plaine interdunaire très humide, voire inondée le 3 avril 1995, remplacent les pins Laricio (Fig.31 et 32).

En poursuivant le parcours vers l'ouest, nous rencontrons des dunes aux tracés confus et à la végétation éparse puis nous retrouvons une pinède sur le bourrelet externe, à l'arrière de dunes bordières non fixées.

Le transect est-ouest ainsi réalisé nous semble représentatif des boisements naturels et anthropiques dans les différents milieux du massif dunaire.

##### **Une vaste dépression en arc de cercle (Fig. 26 et 27)**

Sur l'image, un autre site contraste avec le flou fréquent des contours forestiers: il est situé au lieu dit " Les grands noeuds". Il s'agit d'une forme en arc de cercle de couleur rouge foncé, à la convexité tournée vers l'ouest.

Cette forme en arc de cercle représente une vaste dépression très humide, un étang permanent en occupe le fond. Elle est colonisée par un peuplement dense de bouleaux et de frênes (Fig.29). Une forêt de pins Laricio couvre les dunes sur la bordure occidentale de la dépression (Fig.30).

L'opposition entre la dépression humide couverte de feuillus et la forêt de résineux sur les dunes est bien restituée sur l'image par le contraste entre le rouge foncé et le brun.

Les difficultés d'accès dans le massif dunaire ne nous ont malheureusement pas permis d'étudier d'autres sites sur le terrain.

### Conclusion

Nous disposons d'arguments liés au comportement spectral des végétaux, à la couverture du sol, aux caractères des milieux dunaires et à leur topographie. Nous connaissons quelques traits de l'histoire de leur boisement et le travail de terrain nous a permis d'étudier deux sites.

Les feuillus et les résineux ont un comportement spectral différent qui se traduit par des contrastes dans les couleurs de restitution.

Les plantations de pins ont concerné d'abord les proximités de Quend-Plage et Fort-Mahon-Plage et le bourrelet dunaire interne avant de gagner plus récemment le bourrelet externe. Ces plantations présentent des contours nets.

Les feuillus ont souvent colonisé naturellement les fonds humides plus propices à leur développement.

Voilà des arguments qui favorisent la discrimination globale des deux essences.

D'autres éléments tels que la variation des taux de couverture du sol, fonction de la densité et de la nature du couvert végétal, la nature de la surface du sol et son humidité, introduisent des gradations dans les teintes de restitution favorables à la distinction des pannes ou plaines intradunaires, des dunes plus ou moins fixées par la végétation, jusqu'aux dunes " blanches".

Le travail de terrain, quoique limité, confirme certains contrastes observés sur l'image.

Toutes les incertitudes ne disparaissent pas pour autant. Elles tiennent à :

- la résolution spatiale des capteurs c'est-à-dire la taille du pixel (20m \* 20m): le rayonnement réfléchi d'une surface de 400 m<sup>2</sup> et mesuré globalement par les capteurs ne permet pas de discriminer les résineux et les feuillus. Seules les forêts homogènes

sont aisées à distinguer.

- la répartition des essences dans les forêts: celles-ci sont souvent mixtes, mêlant résineux et feuillus.

- la conquête du territoire dunaire: les stations balnéaires le long du rivage sont très visibles mais les espaces bâtis sous couvert forestier (par exemple les résidences dans la pinède à l'arrière de Quend-Plage) ou au milieu de surfaces herbeuses (exemple du Vieux Fort-Mahon) le sont très difficilement.

- la saison d'enregistrement: le mois d'octobre est propice à la distinction entre les sols nus et les surfaces à la végétation encore active mais l'humidité des sols entraîne un assombrissement des couleurs de restitution et rend parfois plus difficile la discrimination des forêts de feuillus et des forêts de résineux. La plus grande inclinaison des rayons solaires représente un obstacle supplémentaire.

La carte de synthèse (Fig.27) réalisée à partir de l'image tient compte de ces incertitudes. Les figurés utilisés présentent des contours nets lorsque les limites le sont sur l'image. Lorsque ce n'est pas le cas, nous devons nous contenter de gradations plus floues.

### **1.2.2.3 - Le territoire dunaire du Marquenterre, un territoire de conquête.**

Depuis le Moyen Age, le massif dunaire du Marquenterre " mérite l'appellation de territoire en ce sens qu'il y a déjà des sentiments d'appartenance et d'appropriation de l'espace (.....) Même s'il est mal connu et peu recherché, le territoire de la garenne est mesuré, partagé en tenures et aménagé" (Petit-Berghem, 1996, p. 50). Son organisation est déjà à l'origine de nombreux conflits. Tous ces aspects font bien du massif dunaire un véritable territoire.

Les structures spatiales actuelles, telles qu'elles apparaissent sur l'image, en présentent les caractères. C'est peut-être avant tout, compte tenu de son histoire durant le dernier

siècle, un territoire de conquête par la progression de la forêt sur le bourrelet externe, par les cultures qui s'y étendent dans le sud et surtout par les axes touristiques qui le traversent d'est en ouest. Cette conquête touristique en fait un territoire convoité à défendre et à protéger sur sa frontière occidentale, le rivage, et de part et d'autre des axes de pénétration touristique.

L'image nous révèle pourtant encore des traces de son histoire naturelle, les cordons qui ont marqué sa construction et sa progression vers le nord et peut-être un ancien cordon (ou deux?) bordant l'estuaire aujourd'hui disparu de la Margueritelle.

#### **1.2.2.3.1 - Un territoire de plus en plus fixé.**

Les hommes ont transformé un espace caractérisé par sa mobilité en un territoire fixé, en particulier par les forêts de résineux et de feuillus.

Le bourrelet dunaire interne, au sud de l'axe Monchaux, Quend-Plage et jusqu'au Parc du Marquenterre, est largement couvert par la forêt. Pour se défendre contre les déplacements des dunes menaçant les terres cultivées, les hommes ont d'abord fixé les dunes internes, au contact de ces terres.

A l'exception du secteur situé au droit de l'Anse Bidart, le bourrelet externe n'est que partiellement couvert par la forêt. Au nord de la Voie des Huttes, plus rares et étroites sont les parcelles boisées. Les dunes sont alors fréquemment fixées par des plantations d'oyats.

**Le boisement du territoire dunaire permet parfois de découvrir sur l'image des structures qui sont en quelque sorte les témoignages de sa construction naturelle.** La plus remarquable de ces structures est révélée par l'image satellitale grâce au contraste dans les couleurs de restitution entre les résineux et les feuillus; il s'agit de la forme en arc de cercle au lieu dit " les Grands Noeuds". Une dépression humide est bordée par les dunes du Mont des Artilleurs. L'ensemble présente une convexité marquée face à l'ouest et se situe au nord de la ferme La Margueritelle.

C'est au droit de la ferme que Briquet (1930, p. 130) situe approximativement l'emplacement d'un possible ancien estuaire de la Margueritelle. La structure observée pourrait être un élément d'un ancien poulie appuyé sur la rive nord de l'estuaire de la Margueritelle. Est-il à la racine du poulie de Monchaux cartographié par Briquet? Les deux ensembles ne paraissent pas alignés ce qui rend peu probable une continuité ancienne.

Au sud-ouest de la ferme La Margueritelle, une forme plus petite mais à la même convexité que la précédente est révélée par la présence de prairies à la végétation active, restituées en rouge vif. Peut-être s'agit-il d'un élément de l'ancien poulie en rive sud de l'estuaire disparu !

Les boisements de feuillus près de la Pointe de Routhiauville soulignent les structures naturelles plus récentes du massif dunaire. Les légères nuances de la couleur rouge, du rouge pourpre au rouge lie de vin, et la courbure des taches parallèles au trait de côte actuel révèlent les stades successifs de la progression du poulie vers le nord.

**La fixation du territoire dunaire défend les terres basses cultivées contre les invasions de sables et peut favoriser la conservation de quelques sites anciens, hérités de sa construction naturelle. De ce point de vue, l'action anthropique protège certaines structures naturelles du territoire que l'image révèle bien.**

La fixation du territoire est une condition de sa conquête qui se poursuit actuellement par la pénétration touristique.

#### **1.2.2.3.2 - Un territoire traversé par des axes de conquête touristiques.**

Le développement des stations balnéaires de Quend-Plage et Fort-Mahon-Plage entraîne la traversée est-ouest du massif dunaire. Les deux routes conduisant au rivage sont des axes de conquête devenus aujourd'hui " des lieux de communication géographique" (Brunet et *al.*, 1993, p. 471), de part et d'autre desquels l'habitat progresse. Nous pouvons considérer que ces axes sont des synapses qui organisent l'espace des stations balnéaires.

Fig.27: Le massif dunaire du Marquenterre, croquis d'interprétation de la composition colorée des canaux 3,2,1 de Spot ( 13 / 10 / 1992 ).

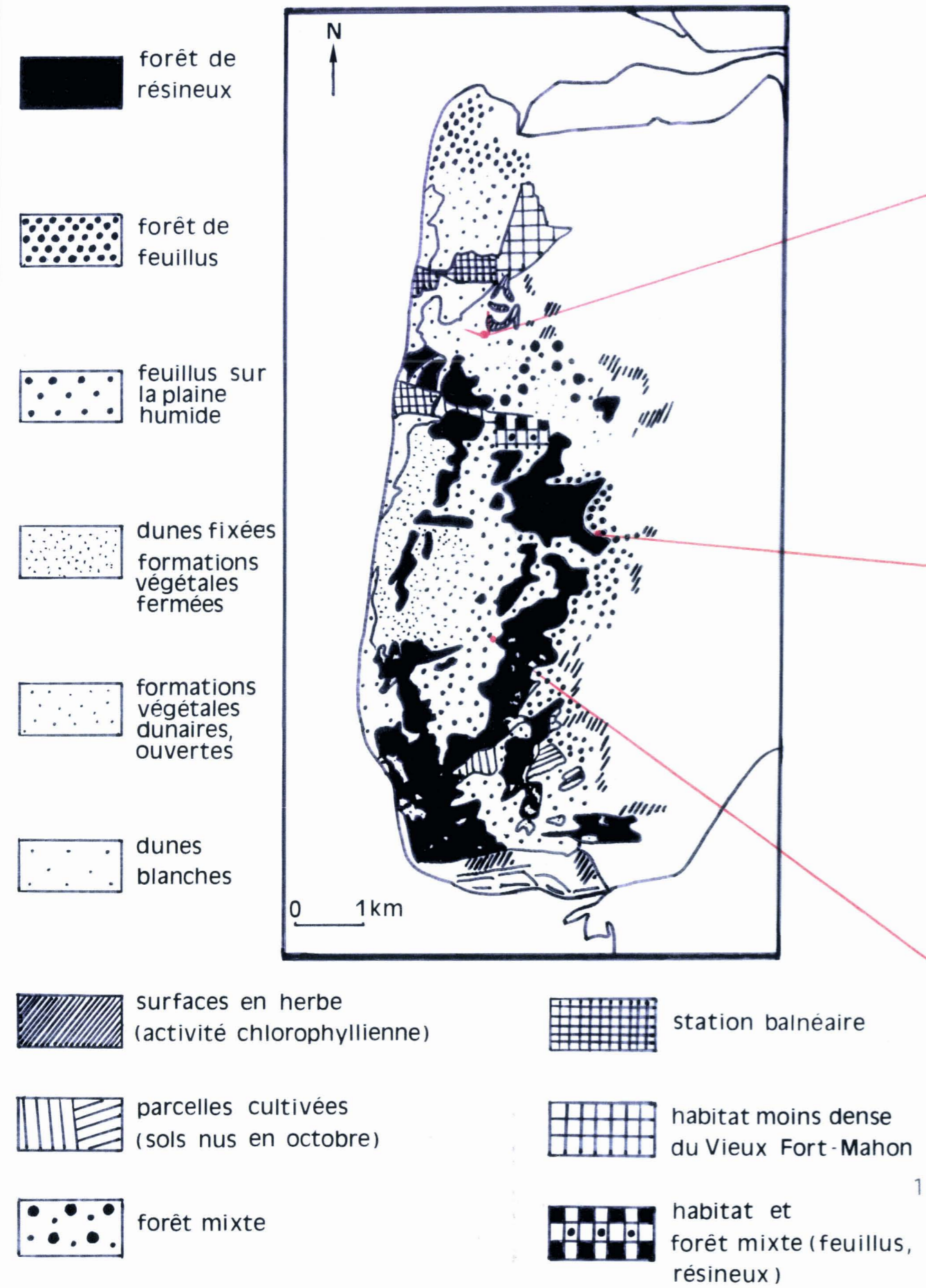


Fig.28: Le massif dunaire au sud de Fort-Mahon: au premier plan, à droite, le golf de Belle-Dune. ( photo aérienne, P.Picouet, 29 / 04 / 1994 ).

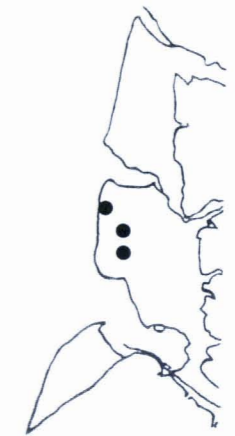


Fig.29: La vaste dépression en arc de cercle, couverte de bouleaux. A l'arrière plan, on distingue bien la dune de la bordure occidentale. ( photo P.Picouet, 3 / 04 / 1995 )



Fig.30: La bordure dunaire couverte de pins Laricio.



Fig.31: Sur la Voie des Huttes, le contact entre les pins des dunes internes et les feuillus de la plaine interdunaire.



Fig.32: La Voie des Huttes dans la plaine interdunaire. Bouleaux et frênes les pieds dans l'eau.



La station de Fort-Mahon-Plage est constituée de deux noyaux, l'un ancien, le Vieux Fort-Mahon, l'autre plus récent, en bordure du rivage, reliés par une route de chaque côté de laquelle de nouvelles résidences se sont construites.

Le Vieux Fort-Mahon a la forme générale d'un triangle isocèle dont le sommet est orienté au nord-est. L'habitat est relativement dispersé sur la pointe du poulier de l'estuaire de l'Authie qui constituait le rivage de 1737 (Briquet, 1930, p. 142).

Sur la côte, l'habitat s'organise selon un plan en damier étendu au sud de la rue principale et se dilate sur le front de mer.

Entre les deux noyaux, de part et d'autre de la route devenue la rue principale de la station, l'habitat est disposé selon une " structure en râteau " très remarquable sur l'image.

Perpendiculairement à la rue principale, bordée d'immeubles commerciaux et résidentiels, se greffent des rues équidistantes le long desquelles s'alignent villas et immeubles collectifs.

Par ces différentes structures s'expriment des contraintes naturelles, l'une héritée telle que l'installation du Vieux Fort-Mahon sur un ancien poulier, au dessus des renclôtures humides, l'autre actuelle: l'obstacle représenté par une dune haute de 25 m à l'arrière du noyau côtier. S'expriment également des contraintes touristiques telles que la création et la dilatation du front de mer ou encore des contraintes juridiques et financières telles que les lotissements successifs de parcelles géométriques dans le massif dunaire et à contrario l'absence de lotissement au nord de la rue principale dans le noyau côtier, sur des terrains achetés par le Conservatoire du littoral.

La deuxième synapse traverse le massif dunaire par la route D 102e qui relie Quend et Monchaux à Quend-Plage. Le massif dunaire est plus large à cet endroit qu'au droit de Fort-Mahon-Plage, ce qui éloigne les villages anciens de la station nouvelle. La couverture boisée y est plus importante. Ces deux facteurs contribuent à une plus grande dissémination de l'habitat. Celui-ci est dispersé le long de la départementale de Monchaux, hameau de la commune de Quend, jusqu'à Quend-Plage. Quelques lotissements peu construits occupent l'espace forestier au sud de la route, dans le massif dunaire.

La station balnéaire présente une structure comparable à celle du noyau côtier de Fort-Mahon-Plage: l'espace bâti se dilate sur le front de mer et se rétrécit vers l'arrière.

Les structures étudiées expriment des contraintes semblables aux précédentes. Parmi les contraintes naturelles, retenons l'alignement du hameau de Monchaux sur l'ancien poulie du même nom (il est révélé sur l'image par la restitution en rouge des prairies attenantes aux fermes).

Les deux axes de conquête qui traversent les dunes du Marquenterre sont étroitement associés au tourisme balnéaire développé depuis la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle. Cette forme de tourisme est actuellement relayée par le tourisme de nature lancé par l'ouverture du Parc ornithologique en 1973. La vocation " nature" de la côte picarde suscite actuellement de nouveaux types d'aménagements intradunaires.

#### **1.2.2.3.3 - Les aménagements touristiques intradunaires.**

A l'arrière de dunes très fréquentées par les promeneurs, et de ce fait largement dépourvues de végétation, particulièrement à proximité des deux stations balnéaires (Fig.28), est construit un " germe de station touristique" (Yelles, 1993, p.30) baptisé "Belle-Dune".

La station se développe à 1 km du rivage dont elle est séparée par des dunes acquises par le Conservatoire du littoral. Elle correspond à une tentative d'intégration maximale dans le milieu dunaire. Autour d'immeubles collectifs de deux étages sont ouverts des établissements sportifs dont un golf 18 trous au parcours très visible sur l'image. " Les paysages y sont remodelés pour les rendre plus vrais que nature" (Yelles, 1993, p. 31).

Les dunes sont nivelées puis redessinées au bulldozer; des mares artificielles sont creusées alors que les zones humides sont asséchées. Le parcours du golf est engazonné.

Le décor d'une nature domestiquée est créé pour satisfaire le besoin d'évasion des citadins.

## Conclusion

Commencées au XIII<sup>ème</sup> siècle, la fixation et l'afforestation des dunes se sont surtout développées à la fin du XIX<sup>ème</sup> et au début du XX<sup>ème</sup> siècle. Le territoire approprié, organisé, est depuis lors pénétré par les activités touristiques. La conquête du rivage limitée actuellement par la loi sur le littoral, se double d'aménagements à l'arrière, entre les stations de Quend-Plage et Fort-Mahon-Plage. A Belle-Dune, une nouvelle forme de conquête touristique façonne un décor " naturel " idéalisé.

La composition colorée des canaux 3, 2 et 1 de Spot montre bien certains aspects de cette évolution du territoire et révèle la conservation et l'influence de quelques lieux qui sont les mémoires de la construction du massif dunaire, tels que d'anciens pouliers.

Après avoir étudié la plaine maritime dans son ensemble, puis les terres basses du Marquenterre et le massif dunaire qui les borde, nous choisissons d'aborder un territoire plus petit.

Au nord de l'estuaire de l'Authie, la ville de Berck et sa station balnéaire de Berck-Plage se sont construites à l'emplacement d'un ancien estuaire que Briquet (1930, p. 152) nomme " l'ancien estuaire de Berck ".

A l'aide de plusieurs images multispectrales et multidates, nous pouvons analyser quelques structures spatiales résultant des interactions entre les éléments naturels et l'organisation de l'espace par les hommes.

### **1.3 - Les constructions naturelles et humaines dans " l'ancien estuaire de Berck "** **vues sur les images. (fig. 33, 34, 35, 36)**

Les compositions colorées (5 / 10 / 1989) des canaux 3, 2 et 1 et des canaux 4, 5 et 1 du TM de Landsat sont utilisées pour l'étude. La première, dite en couleurs naturelles, apporte des informations sur l'organisation du bâti, complétées par l'apport d'une image monocanal, en noir et blanc, de l'infrarouge proche (canal XS3 de Spot), datée du 13 / 10 / 1992). La seconde souligne les nuances dans les surfaces végétales.

#### **1.3.1 - Eléments du comblement naturel et des constructions humaines vus sur la composition colorée des canaux 4, 5, 1 du TM de Landsat. (fig. 34)**

A partir d'une ligne joignant Rang-du-Fliers à Berck-Plage, l'alignement méridien du massif dunaire et des marais (Marais de Balançon) est interrompu. Au Sud s'ouvre un vaste éventail dont la pointe est située à Rang-du-Fliers et dont les côtés sont constitués d'une part par l'axe Rang-du-Fliers / Berck-Plage, d'autre part par la falaise morte.

Dans cet espace, la composition colorée nous montre des éléments du comblement naturel et quelques renclôtures construites par les hommes.

Jusqu'en 1660 l'estuaire accueillait encore des navires au sud de Berck (le noyau ancien actuel). L'Arche, petite rivière alimentée par les sources d'Airon, s'y écoulait. L'estuaire était bordé au sud par des pouliers dont les formations successives marquèrent les étapes du comblement. La partie orientale de l'un des plus anciens pouliers repéré par Briquet (1930) est révélée par la composition colorée. L'auteur le décrit (p.159) comme " un banc de sable très large, élevé de plusieurs mètres au-dessus de la plaine, et vraisemblablement formé par d'anciennes dunes nivelées par la culture ". La composition colorée restitue cet ensemble en jaune orangé avec des limites sinueuses, couleur et formes identiques à celles des dunes du musoir de l'Authie.

Malgré les bouleversements entraînés par les cultures, les sables et éventuellement la végétation qui les couvrent ont un comportement spectral proche de celui des dunes boisées actuelles. Les rues du village de Groffliers, installé sur le poulier, constituent un réseau sans doute calqué partiellement sur les alignements dunaires même nivelés, et contribuent ainsi à la restitution de cette structure naturelle ancienne.

Si, comme ailleurs dans la plaine maritime, le comblement de l'estuaire s'est réalisé par apport de sédiments sous l'action des courants de marée, la conquête des "lais de mer" a souvent accompagné voir accéléré le processus.

Au début du XVIII<sup>ème</sup> siècle, la digue de Verton barre le fond de l'estuaire afin de protéger le territoire de la commune. Nous retrouvons la trace de cette digue grâce, d'une part, au contraste dans les couleurs de restitution des surfaces (associées à leur utilisation), d'autre part, à l'orientation de la ligne de séparation. Celle-ci est orientée nord-sud avec une légère convexité vers l'ouest. A l'est, ce sont des prairies humides dont le drainage est orienté vers l'estuaire de l'Authie (l'Arche est, depuis 1716, détournée vers l'Authie), à l'ouest se trouve sur des terrains sableux, probablement moins humides, la zone industrielle de la Vigogne.

Au sud de l'estuaire, les digues de renclôtures (ou rojons) s'appuient sur les pouliers successifs. Leur orientation est la même, SO - NE, et leur tracé est celui cartographié par Briquet en 1930: Royon des gras veaux, Royon du ver au cul et Royon de Groffliers. Comme dans l'exemple précédent, ce sont les oppositions dans l'utilisation des sols et les routes aménagées qui les restituent sur l'image.

Dès le XVIII<sup>ème</sup> siècle l'estuaire est largement comblé. Les pouliers et les bancs obstruent son entrée. En 1793, une carte des Ponts et Chaussées montre les dernières traces de ce qui n'est plus que le havre de Berck; deux anses subsistent à l'emplacement actuel de la Place de l'Entonnoir (ancienne embouchure de l'Arche) et vers le lieu-dit "Terminus" (débouché du dernier chenal). "En 1862, le rivage est complètement régularisé et les terrains de Berck Plage font l'objet d'un premier lotissement"(Briquet, 1930).

### **1.3.2 - La ville de Berck et l'ancien estuaire sur la composition colorée 3, 2, 1 du TM de Landsat (Fig.35) et l'image du canal XS3 de Spot.(Fig.36)**

Les deux images apportent des informations complémentaires, l'une sur la densité du tissu urbain berckois, l'autre sur le réseau des rues principales.

Les deux images soulignent l'organisation de la ville, son orientation, sa forme, qui sont autant d'indicateurs des contraintes physiques dans l'aménagement de la ville.

#### **1.3.2.1 - La composition colorée 3, 2, 1 du TM de Landsat et la densité du tissu urbain berckois.(Fig.35)**

Compte tenu de la grande variété des surfaces dans un site urbanisé, donc de la grande diversité des comportements spectraux, l'image restitue un semis de points très contrastés, ce qui distingue le site urbain berckois des prairies ou bois environnants.

Deux critères peuvent être utilisés pour l'étude de la ville: la texture est fondamentale pour tenter de déterminer des types d'habitat, les nuances de bleu permettent d'étudier quelques variations de densité du tissu urbain (le canal TM 1, sensible au comportement des surfaces minérales est codé en bleu).

Trois ensembles apparaissent sur l'image: le noyau ancien de Berck, dans son site de village de pêcheurs sur la rive droite de l'ancien estuaire, le deuxième centre né au XIXème siècle, que l'on peut définir comme la station balnéaire, et l'espace urbanisé qui les relie.

Le noyau ancien, de petite taille et de forme circulaire, est restitué dans un gris-bleu clair. Le tissu est dense au centre de la ville originelle, mais les constructions sont peu élevées, ce qui limite l'effet des ombres portées, et les toits sont fréquemment de tuiles donc relativement clairs.

La station balnéaire s'étale largement sur le front de mer et immédiatement à l'arrière. Les nuances de texture y sont subtiles: en bordure du front de mer, la texture est très hétérogène, avec de nombreux points blancs et des éléments linéaires sombres. Le gris-bleu dominant est éclairci par les points blancs. Comme le montre la figure, des secteurs

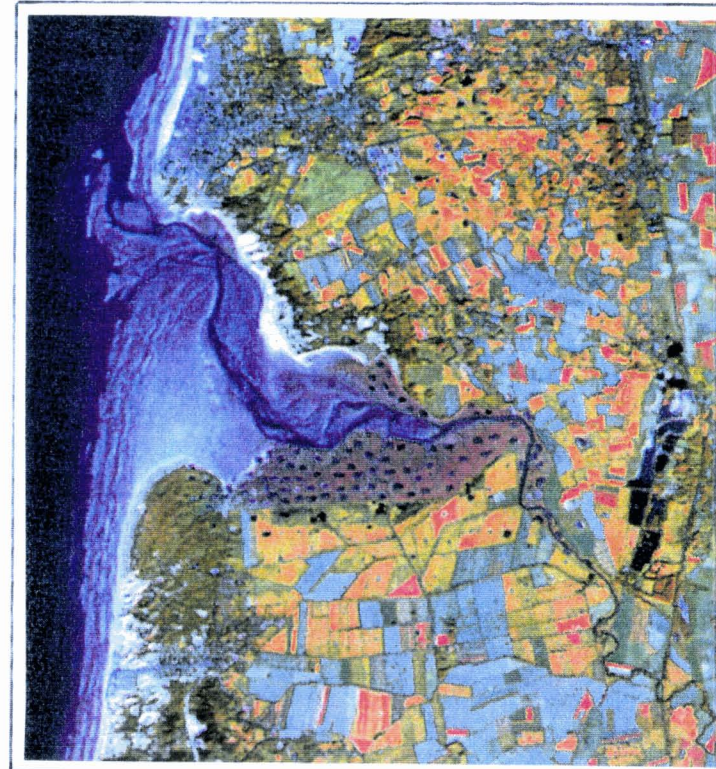


Fig.34: Quelques éléments du comblement de l'ancien estuaire de Berck . Composition colorée des canaux 4.5.1 du TM de Landsat.( 5 / 10 / 1989 )

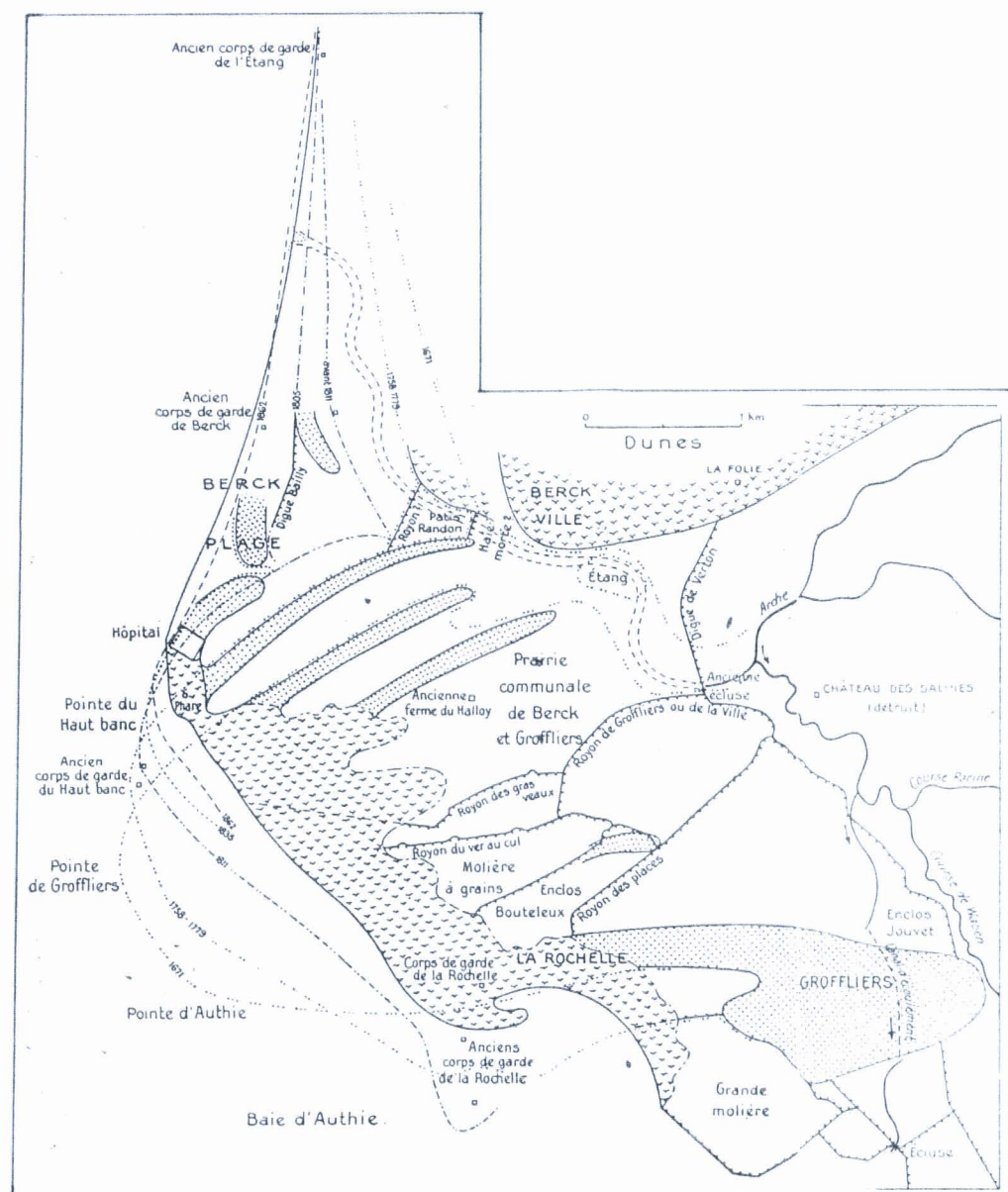


Fig.33: L'ancien estuaire de Berck. Croquis de A. Briquet ( 1930, p.152).

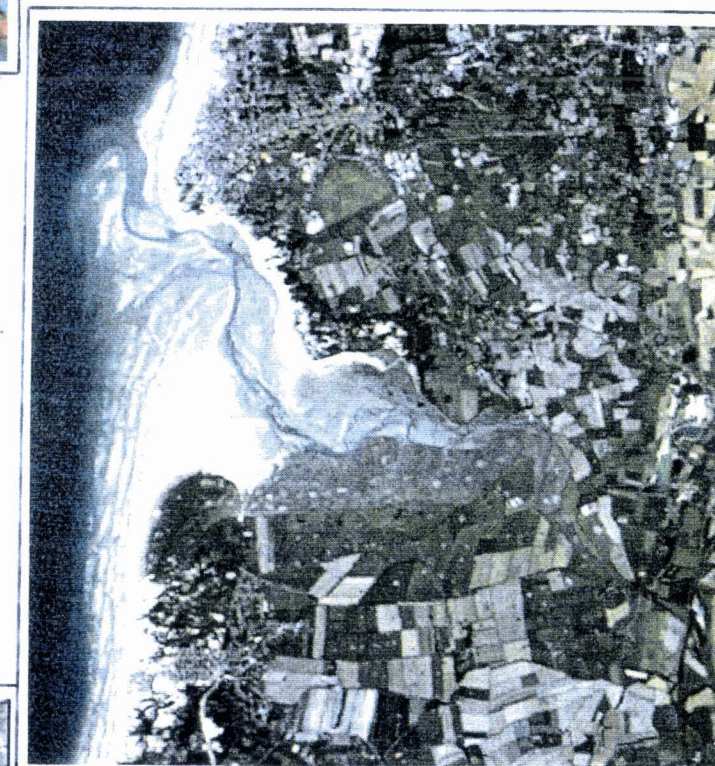
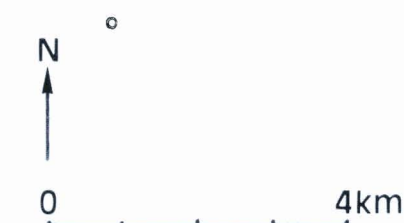


Fig.35: La ville de Berck dans l'ancien estuaire. Composition colorée des canaux 3.2.1 du TM de Landsat. ( 5 / 10 / 1989 )



Fig.36: Éléments du réseau des rues berckoises. Image du canal XS3 de Spot. ( 13 / 10 / 1992 )



d'habitat pavillonnaire inégalement dense jouxtent des quartiers d'immeubles collectifs et des terrains sableux non bâtis. Ces surfaces très claires côtoient les surfaces sombres des aires de stationnement automobile, des toits de la piscine et de nombreux immeubles.

A l'est d'une ligne qui pourrait correspondre à l'emplacement de la digue Bailly (Fig.33) construite en 1805 (Briquet, 1930, p.156), la texture en semis de points devient plus dense et le gris-bleu plus foncé. Dans ces quartiers, le tissu urbain est plus dense, ce qui augmente l'effet des ombres portées et assombrit la teinte de restitution. Au nord de ces quartiers, les secteurs végétalisés (jardins ou bois en vert foncé) étendus soulignent le quadrillage des rues.

Entre le noyau ancien et la station balnéaire, le tissu urbain s'oriente le long d'un axe ENE-OSO. Il y est peu dense et les espaces interstitiels végétalisés sont fréquents.

### **1.3.2.2 - Eléments du réseau des rues berckaises et l'image du canal XS 3 de Spot. (fig. 36)**

Dans le canal XS 3 de Spot, correspondant aux longueurs d'onde de l'infrarouge proche (0,79 - 0,89), les comportements spectraux de la végétation et des surfaces bâties sont très distincts; les végétaux actifs sont très réfléchants (surfaces claires voire blanches sur l'image), contrairement aux surfaces minérales, surtout lorsque le terrain est sombre (surfaces en gris foncé sur l'image).

L'image obtenue permet d'étudier le maillage des rues principales dans la ville. L'axe structurant fondamental dans l'histoire de Berck apparaît nettement; la rue de l'Impératrice relie la ville ancienne au littoral qu'elle atteint dans le quartier de l'Entonnoir, site d'une des dernières anses existant avant la régularisation du rivage. Elle représente le développement des fonctions médicale et balnéaire de la ville.

De part et d'autre, des rues parallèles ou légèrement obliques joignent le noyau ancien aux autres quartiers du front de mer. Les orientations ENE-OSO et NE-SO du réseau semblent très liées à celles des derniers pouliers ayant barré l'estuaire. L'ensemble s'inscrit parfaitement dans le triangle estuarien de 1758-1779 (Briquet, 1930, p.154).



Les axes N-S peuvent s'appuyer parfois sur d'anciennes digues ayant barré l'estuaire à l'ouest de la ville originelle, par exemple celle du "pâtis Randon" (Fig.33).

### Conclusion

Les compositions colorées utilisées nous révèlent l'importance des contraintes naturelles dans l'organisation des structures urbaines berckaises. L'agglomération est orientée selon l'axe ENE-OSO qui est celui des derniers pouliers ayant barré l'ancien estuaire. C'est aussi l'axe qui représente le développement médical et balnéaire de la station.

L'ensemble de l'agglomération s'inscrit dans l'espace triangulaire occupé par le dernier estuaire avant son comblement final.

## 1.4 - Essai de synthèse: la plaine maritime, les temps et les territoires.

### 1.4.1 - Les temps de la nature et les axes spatiaux de la construction.

L'histoire de la plaine maritime est une histoire de la nature qui débute pour l'essentiel au Pléistocène et une histoire humaine dont les premiers témoignages connus datent du Néolithique.

L'histoire naturelle est celle de la construction de la plaine sur un substrat crayeux: des formations sédimentaires d'origines continentale et marine se sont déposées par superposition et surtout par accrétion. La construction s'est réalisée sous le triple effet de l'élévation du niveau de la mer, des déplacements horizontaux de la ligne de rivage au Dunkerquien et de la dynamique littorale.

La construction de la plaine s'inscrit dans ce que nous appelons les temps longs de la nature. Ce sont les oscillations climatiques et glaciaires, les variations du niveau de la

mer, voire les déplacements horizontaux de la ligne de rivage et, corrélativement à tous ces processus, les variations de la dynamique littorale. Leurs périodicités ne sont pas identiques; elles peuvent parfois être " parallèles", et fonctionner alors dans le même sens, celui de la construction des structures naturelles fondamentales de la plaine (cordons littoraux, massifs dunaires) ou celui de la destruction de ces structures. Ce sont les phases de formation d'une " barrière littorale" et les phases d'inondation marine proposées par Le Fournier (1974). Lorsque les périodicités " se croisent", les processus changent ou s'interrompent, et une nouvelle phase commence.

Les temps longs de la nature s'inscrivent selon deux axes spatialement distincts: le premier, d'orientation est-ouest, est celui des " allées et venues du littoral" (Le Fournier, 1974, p.345) conséquence, partiellement, des variations du niveau de la mer mais déterminées également par la formation ou de la destruction de la barrière littorale; le second, méridien, est celui de l'accrétion des pouliers successifs, consécutive à l'action de la dynamique littorale.

Les temps longs de la nature et leurs axes spatiaux peuvent interférer avec les temps courts de l'homme et leurs territoires.

#### **1.4.2 - Les temps de l'homme et les territoires de la plaine maritime.**

Nous appelons temps courts les temps de l'homme, ce que Régnauld et *al.* (1993, p.356) nomment le temps social. En ce qui concerne la plaine maritime, nous pouvons distinguer schématiquement trois temps sociaux qui correspondent à des territoires différents : le temps des échanges, le temps de l'agriculture et de la pêche, et le temps du tourisme et des loisirs.

### **1.4.2.1 - Les trois temps de l'homme, succession et enchevêtrement.**

Si l'on considère simplement les périodes pendant lesquelles l'une des trois activités domine, ces temps sociaux se succèdent chronologiquement dans l'histoire de la plaine maritime. La période des échanges s'échelonne de l'Antiquité au Moyen Age, la période de l'agriculture s'étend du Moyen Age à nos jours, le temps du tourisme et des loisirs ne commence qu'au XIX<sup>ème</sup> siècle et se poursuit aujourd'hui.

Si l'on considère les temps pendant lesquels plusieurs activités existent, les périodes peuvent s'enchevêtrer. Au Moyen Age, le temps de l'agriculture coexiste avec celui des échanges. Cependant, jusqu'à l'époque contemporaine, l'enchevêtrement de temps différents ne s'accompagne pas de superposition territoriale.

### **1.4.2.2 - A chaque temps, son territoire.**

Le territoire des échanges est l'estuaire ouvert, d'accès aisé. Le territoire de l'agriculture est la plaine basse et humide à laquelle il faut associer le massif dunaire, territoire d'abord mystérieux et dangereux puis protecteur. Chaque temps social façonne son territoire.

Le temps des échanges s'approprie les estuaires, construit des ports et des digues afin d'orienter les fleuves et de maintenir des accès faciles. Il tisse des liens entre les ports d'amont et d'aval mais crée des concurrences entre ces derniers, par exemple entre Le Crotoy et St-Valéry-sur-Somme.

Le temps de l'agriculture s'approprie les terres basses et les laisses de mer, les renclôt pour les protéger de la mer et les draine pour évacuer les eaux superficielles; il s'approprie les dunes en les fixant et les boisant pour limiter les invasions de sable.

Le temps des loisirs et du tourisme s'approprie les rivages puis les espaces dunaires; son territoire se superpose parfois aux autres, dans les estuaires ou sur les terres basses agricoles.

### **1.4.2.3 - A chaque territoire, ses structures rigides.**

Nous reviendrons à la fin du chapitre 2 de la deuxième partie sur les structures estuariennes. Evoquons ici les structures des territoires de l'agriculture et du tourisme. Le territoire de l'agriculture est marqué, délimité et organisé par les digues de renclôtures. Avec les réseaux de canaux de drainage et d'anciens chenaux de marée, elles constituent un maillage à géométrie et de densité variables; le maillage peut être dense et sinueux dans les secteurs de conquête ancienne ou proche des marécages intérieurs; le maillage est moins dense et très géométrique dans les secteurs de conquête récente (XVIII<sup>ème</sup> et XIX<sup>ème</sup>).

Dans tous les cas, " l'armature territoriale" est très rigide, difficile voire impossible à transformer (exemple du secteur de Favières qui n'a pu être réorganisé lors du remembrement-drainage au début des années 80).

Le territoire dunaire, annexe du territoire agricole puis territoire touristique, est plus ou moins fixé et boisé; il est aujourd'hui traversé par des synapses touristiques. La "souplesse" des dunes disparaît.

Les temps sociaux ont créé des territoires cloisonnés et rigides jusqu'au contact avec la mer.

### **1.4.3 - Les temps de la nature et les temps sociaux, parallélisme et recoupements.**

#### **1.4.3.1 - Parallélisme des temps, parallélisme des territoires**

Dans le Marquenterre, la construction de la plaine puis la création du territoire sont régis jusqu'au XIX<sup>ème</sup> siècle par des temps " parallèles". Depuis le Pléistocène, la nature construit la plaine maritime puis est relayée par l'agriculteur qui en fait un territoire. Les axes de construction et de création sont parallèles. Depuis le Moyen Age, les territoires sont parallèles: la dynamique littorale façonne les pouliers successifs qui progressent vers le nord et, à l'arrière, l'homme conquiert les laisses de mer en les endiguant.

#### **1.4.3.2 - " Recouplement" des temps, opposition des énergies.**

A la fin du Moyen Age et à l'époque Moderne surtout, le temps des échanges "rencontre" les temps de la nature dans les estuaires. La tendance au colmatage des estuaires s'oppose au maintien du trafic maritime dans les ports de fond d'estuaire puis dans ceux d'aval.

Depuis la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle, le temps du tourisme " recoupe" les temps de la nature. A ce contact des périodes correspond le contact spatial sur le rivage. De part et d'autre de cette discontinuité physique, les énergies marine et éolienne s'opposent à celles de l'homme. La tendance à l'érosion des rivages s'oppose aux installations touristiques. Dans les deux cas, la discontinuité physique du rivage se double d'une discontinuité temporelle.

#### **Conclusion du chapitre 1**

Par l'analyse des comportements radiométriques des couvertures du sol, nous avons pu mettre en évidence les structures spatiales qui à différentes échelles sont déterminantes dans la construction et l'organisation de l'espace de la plaine maritime. Couplée à d'autres sources (travail de terrain, sondages des géologues, archives), l'image s'avère donc précieuse pour détecter ces structures spatiales, qu'elles soient d'origine physique ou humaine ou le produit d'un travail conjoint de la nature et de l'homme.

**Les structures soulignent l'intensité des interactions entre les conditions naturelles et l'organisation des territoires par l'homme, tant à l'échelle de l'ensemble de la plaine maritime qu'à l'échelle d'une ville (cas de Berck et l'ancien estuaire) ou même à celle de la pointe d'un ancien poulrier (cas du Vieux Fort-Mahon).**

**Souvent l'action de ce dernier révèle des formes invisibles sur le terrain comme sur les cartes topographiques mais visibles sur l'image. C'est particulièrement le cas des foraines (foraine de La Bassée, Mayoc, St-Firmin) dont l'existence peut être "révélée" par leur exploitation (ballastières) ou l'agriculture spécifique qui y est pratiquée.**

Les contraintes physiques interviennent comme structures spatiales génératrices de la plaine maritime mais aussi comme des éléments participant au fonctionnement de l'espace. Le cordon de galets des Bas-Champs et les bourrelets dunaires entre Somme et Canche sont les protecteurs essentiels de l'espace maritime. Les bancs de galets anciens ou les flèches de galets internes des Bas-Champs participent à cette protection mais aussi au fonctionnement économique local par leur exploitation.

**En essayant de retrouver les traces des structures dont la construction a jalonné l'histoire naturelle et humaine de la plaine maritime, nous avons tenté de mettre en évidence l'idée qu'à différentes temporalités correspondent des espaces ou des territoires différents.**

**Fait remarquable, à la souplesse et la mobilité des structures naturelles héritées, en particulier celles des cordons dunaires mais aussi, nous le verrons dans le chapitre 2 (2ème partie) la mobilité des cordons de galets, se superposent la fixité et surtout la rigidité des structures anthropiques, les digues des renclôtures et les forêts dunaires, par exemple.**

**" Parallélisme ou croisement " des temps, souplesse et mobilité ou rigidité et fixité des structures et des territoires, ce sont des paramètres dont il faut sans doute tenir compte lorsque l'homme aménage la plaine maritime.**

**Lorsque les temporalités " se croisent", ce qui est le cas sur le rivage actuel, cette discontinuité spatiale se double d'une discontinuité temporelle.**

Dans le chapitre 2, nous allons étudier l'évolution de la discontinuité spatiale et temporelle où se rencontrent les tendances au colmatage dans les estuaires et à l'érosion sur le rivage interestuarien, les temps très courts de la marée et le temps social du tourisme.

## Chapitre 2: La côte et les estuaires : évolution et état actuel

### Introduction

#### **Echelles spatiales et dynamique littorale**

L'étude de la côte peut être réalisée en la divisant en compartiments sédimentaires plus ou moins indépendants, caractérisés par un transport de sédiments le long du rivage qui présente souvent une résultante nette (Paskoff, 1994). A l'amont du compartiment, arrivent ou sont produits des sédiments qui, transportés vers l'aval par les courants dominants, peuvent s'y déposer ou " entrer " dans le compartiment suivant. Chaque compartiment se caractérise ainsi par un budget sédimentaire (Paskoff, 1994) intégrant l'érosion ou production de sédiments, le transport et l'accumulation.

Ces unités fonctionnelles que sont les compartiments sédimentaires sont cependant relativement délicates à délimiter sur une côte rectiligne comme celle de la plaine maritime picarde.

**A petite échelle, celle-ci s'inscrit dans un long tracé côtier de la Manche orientale qui commence au Cap d'Antifer.** Entre ce cap et Ault, l'érosion des falaises de craie normandes fournit un stock sédimentaire constitué de craie en solution, galets de silex, sables et argiles transportés vers le nord-est par les courants dominants, déposés dans les estuaires et le long du rivage des Bas-Champs, du Marquenterre et du nord de l'Authie. A petite échelle, nous pouvons donc distinguer deux vastes compartiments étroitement solidaires, les falaises de craie normandes d'une part, le rivage de la plaine maritime picarde d'autre part.

**A grande échelle, nous pouvons considérer que les vastes et profondes échancrures des estuaires représentent des compartiments sédimentaires spécifiques. Les courants de marée, essentiels, y pénètrent obliquement ou perpendiculairement au trait de côte et circulent en sens contraires, montant pour le flot et descendant pour le jusant. Ainsi, ils s'opposent ou s'associent à l'action des fleuves s'écoulant vers la mer. La dynamique estuarienne est donc particulièrement complexe. Si les agents morphogéniques sont communs aux trois compartiments estuariens, leurs dimensions différentes et les effets induits semblent imposer une étude particulière de la Baie de Somme et une étude comparée des estuaires de l'Authie et de la Canche.**

**A l'amont des estuaires (par rapport aux courants dominants), les rivages constitués de pouliers successifs allongés du Sud vers le Nord, leur sont étroitement associés par leur genèse, leur histoire passée et récente et leur "fonctionnement" : le rivage des Bas-Champs et la Baie de Somme, la côte du Marquenterre et l'estuaire de l'Authie, la côte de Berck au Touquet et l'estuaire de la Canche forment à cette échelle des couples de compartiments sédimentaires étroitement solidaires. Cependant, l'action des courants de marée se combine avec celle de la houle sur les rivages d'amont alors que cette dernière n'intervient que dans la partie externe des estuaires. Les agents morphogéniques ne sont pas totalement les mêmes dans les deux compartiments de chaque couple.**

Leurs capacités de transport ou d'érosion donc les sédiments transportés et leurs niveaux d'action sur le rivage sont partiellement différents. La dynamique du cordon des Bas-Champs par exemple est fondamentalement liée à l'action des houles et au transport des galets au niveau supérieur de l'estran. Toutefois, les houles peuvent agir sur les sédiments fins dans la partie inférieure de la zone intertidale ou dans la zone infratidale jusqu'à -10m (C.M.). Les courants de marée dominant dans le transport des sables et autres particules fines, au delà de -8m (C.M.) dans la zone infratidale du rivage des Bas-Champs et dans la Baie de Somme. Les relations entre les deux compartiments sont donc faibles au niveau supérieur de l'estran et importantes dans la zone infratidale.



Selon le niveau auquel nous nous situons, dans les domaines intertidal ou infratidal, les relations fonctionnelles entre les compartiments du couple varient, tout comme les sédiments transportés.

**En tenant compte des critères évoqués, les dimensions, le fonctionnement et la nature des sédiments transportés, nous proposons à grande échelle l'étude des unités suivantes:**

- la côte des Bas-Champs, du pied de la falaise d'Ault jusqu'à la pointe du Hourdel, caractérisée par son cordon de galets, unique le long de la plaine maritime.
- la Baie de Somme, compartiment sédimentaire perpendiculaire au rivage de la plaine maritime.
- le couple, côte du Marquenterre - estuaire de l'Authie.
- le couple, côte de Berck-Plage au Touquet - estuaire de la Canche.

Ces deux derniers ensembles, semblables dans leur fonctionnement et leurs dimensions, peuvent faire l'objet d'une étude comparée.

### **Echelles temporelles et évolution**

Pour comprendre l'état de la côte, nous observerons son comportement par le passé. L'évolution à l'Holocène et les processus de construction ont déjà été brossés à grands traits. La période historique et surtout la dernière centaine d'années éclaireront plus précisément l'évolution du trait de côte et des estuaires. Pour R. Paskoff (1993) " il ressort des recherches (en géomorphologie littorale) que c'est ce dernier laps de temps qui est le plus significatif pour la prévision de l'évolution d'une côte qui doit faire l'objet d'aménagements dont la durée de vie se compte en plusieurs dizaines d'années. En premier lieu, parce qu'il est suffisamment long pour avoir permis l'occurrence de fortes tempêtes dont on sait que ce sont elles qui font évoluer durablement une ligne de rivage. Ensuite, parce que l'on dispose pour lui de documents cartographiques et photographiques assez nombreux qui permettent d'évaluer correctement les modifications de tracé d'un rivage. Enfin, parce qu'il correspond à une époque au cours

de laquelle des interventions humaines diverses ont considérablement altéré les effets des processus naturels en jeu sur les littoraux."

### **La côte vue d'en haut et vue d'en bas**

En utilisant les cinq compositions colorées représentant chacune un état de marée différent, nous pouvons observer le fonctionnement actuel des estuaires de la Somme et de l'Authie et présenter quelques aspects de leur morphologie.

L'étude du rivage actuel, constitué de pouliers successifs le long des Bas-Champs, du Marquenterre et de la partie septentrionale de la plaine maritime, s'avère beaucoup plus difficile, compte tenu de l'échelle de restitution des images. Comme nous l'avons proposé dans notre méthodologie, nous pouvons combiner l'apport des images et celui de notre travail de terrain. Avec les images, nous présentons, d'une part, un état du rivage fondé sur le tracé du trait de côte à différents niveaux de marée et d'autre part, la répartition des objets observés fondée sur les restitutions de couleurs liées à leurs signatures spectrales. Dans le cas des estuaires, avec les cinq compositions colorées représentant chacune un état de marée différent, nous pouvons même observer leur fonctionnement actuel.

Avec nos photographies aériennes et au sol, nous présentons, à grande échelle, quelques éléments de la morphologie du rivage suggérant l'importance et l'action des forces en présence, l'énergie marine et l'homme. Nous n'oublions pas cependant le handicap que représentent les années écoulées entre l'enregistrement des images et notre travail de terrain. Nous parions sur un enrichissement mutuel par la combinaison des sources et des points de vue.

Après avoir rappelé les tendances essentielles de l'évolution du trait de côte dans la période historique puis dans le dernier siècle, nous nous proposons d'étudier la dynamique littorale actuelle dans les compartiments sédimentaires choisis préalablement, en progressant du sud au nord de la plaine maritime.

## **2.1 - Le rivage des Bas-Champs**

Le cordon de galets protégeant les Bas-Champs s'enracine dans la falaise vive au droit d'Onival. Il forme avec celle-ci un angle de 160° environ. Il est relativement rectiligne et d'orientation SSO-NNE (Fig.37a, 37b). Puis il dessine une vaste courbe à grand rayon vers le NE pour se terminer à la pointe du Hourdel.

Relativement étroit (bien qu'il soit difficile de l'apprécier à l'échelle de restitution de l'image, c'est-à-dire 1:45 000), de manière régulière, dans toute sa partie rectiligne, il s'élargit au droit de Brighton en un faisceau de cordons de galets dont la largeur atteint près de 300 m. Ce faisceau de cordons disparaît progressivement à 1 km de la pointe du Hourdel constituée d'une unique flèche terminale recourbée en crochet à la latitude du Crotoy.

Des digues barrant les ultimes renclôtures joignent la pointe du Hourdel au Cap Hornu.

### **2.1.1 - Evolution du rivage des Bas-Champs à l'époque historique.**

Les documents historiques permettant d'étudier l'évolution du rivage des Bas-Champs avant le XIX<sup>ème</sup> siècle sont rares. Les cartes anciennes sont généralement à une échelle trop petite pour pouvoir mener une étude précise. (Regrain , 1992).

Il est cependant possible, à la suite de nombreux auteurs ayant travaillé sur les Bas-Champs, de souligner quelques faits et de mettre en évidence quelques tendances.

L'accroissement du poulier semble confirmé. Selon les documents analysés par Briquet (1930), celui-ci atteignait aux moins le village nommé le Hourdel (il s'est appelé Mollière d'aval et s'appelle sur les cartes topographiques actuelles " La Mollière") sous Louis XIV, à 2500 m de la pointe actuelle.

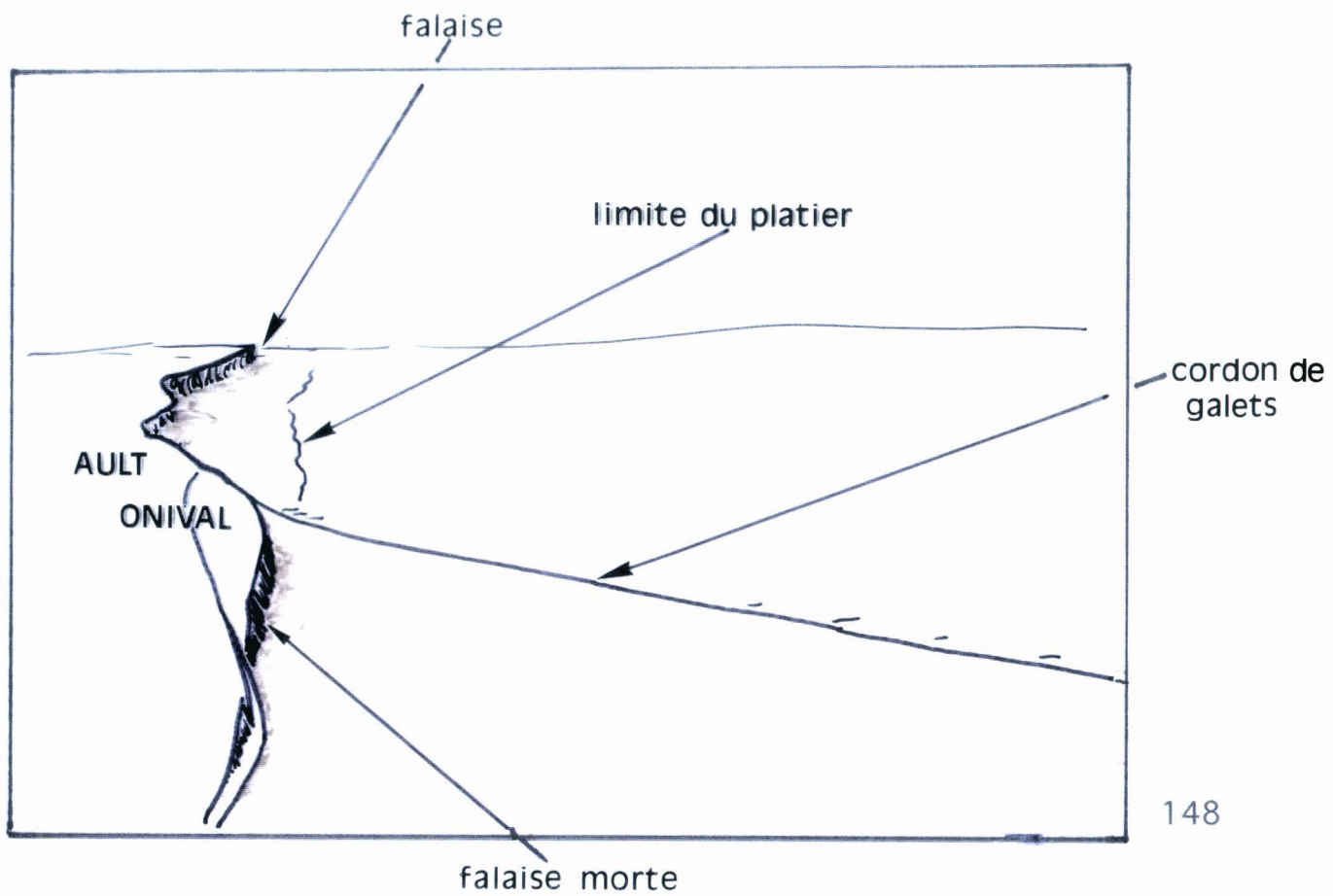
Pour se développer, le poulier a pu s'appuyer sur les restes d'un ancien cordon, contourné et découpé en îlots lors de la transgression flandrienne. Le " Roc de Cayeux"; évoqué par différents auteurs (Briquet, 1930, Dallery, 1955, Regrain,

Fig.37a: La racine des Bas Champs et les falaises de Haute Normandie. ( photo aérienne P.Picouet, 29 / 04 / 1994 )

Fig.37b: Croquis. La limite du platier dans l'axe de la falaise morte montre bien le recul des falaises vives à Ault et en Haute Normandie.



SO  
↑



1970), a été modelé en " fer à cheval" ou en croissant, forme que dessine bien la structure de la ville de Cayeux-sur-Mer aujourd'hui.

Au sud de Cayeux, le cordon semble fragile. Au cours du XIV<sup>ème</sup> siècle, il se serait rompu en face du hameau de Hautebut (Dallery, 1955). Un golfe se serait formé, dont l'ouverture se serait déplacée vers le nord selon le processus classique d'accroissement du poulier (rive sud) et érosion du musoir (rive droite). Les deux compositions colorées nous font apparaître nettement l'ultime brèche dans le cordon littoral avant son comblement par l'endiguement du nord du Hable d'Ault (la digue " du grand barrement" en 1752) et la fermeture du "noc" (fossé ou canal) de communication avec la Manche (1773).

Le recul de la racine du cordon de galets est connu à la fin de l'époque moderne. Cependant, les témoignages sont rares et parfois souffrent de certaines ambiguïtés. Regrain (1992, p.32) écrit: " Quoi qu'il en soit, devait exister jusqu'aux XII<sup>ème</sup>-XIII<sup>ème</sup> siècles un village en bas de la falaise d'Ault (alors " falaise morte", au moins à l'est de la rue principale) le Perroir ; pour nous, il s'agissait d'un village installé en arrière d'une levée de galets, couverte de dunes à la fin du siècle s'il faut en croire la carte de Cassini et le rapport de De Lamblardie. Le site de ce perroir était donc comparable à celui de l'actuel terrain de camping d'Onival".

Le recul de la racine du cordon est lié à l'attaque de la falaise sur laquelle elle s'appuie. M. de Lamblardie ( Regrain, 1992,p.31) signale en 1795 que " la mer pèse avec tant de force sur la côte du bourg d'Ault près le Tréport que, depuis très peu d'années, des dunes entières de ce bourg ont été enlevées." . Ici, le terme de dunes reste très ambigu (Regrain, 1992).

A l'abri du cordon depuis le Haut Moyen Age, le travail des hommes accompagne, accélère la " construction" des marais maritimes par alluvionnement. Hurt et Wathiéhurt sont les sites parmi les plus anciennement habités des Bas-Champs (dès le VIII<sup>ème</sup> siècle pour Demangeon et Briquet). Les auteurs ne sont pas tous d'accord sur l'origine de leurs sites. Demangeon évoque les restes d'anciens cordons littoraux. Pour Dallery, Hurt ou " heurt" autrefois désignait, en patois local, un cap, une avancée de rivage

sur laquelle se "heurte l'eau". Verger (1968) y voit des tertres artificiels comparables aux terpen de Frise (Fig.38a et 38a1).

A partir de ces sites anciens, les renclôtures ont progressé vers le nord et le sud au Moyen Age et surtout à l'époque moderne. La composition colorée des canaux 4, 5, 1 du TM de Landsat (Fig. 38a) nous montre les différences de couvertures de sol et les contrastes dans leur utilisation entre l'Enclos de Moncavrel (1646-1667) et l'Enclos de la Motte ou de Hautebut (1750). Dans le premier, les sols nus en octobre correspondent aux terres cultivées, dans le deuxième, les surfaces en herbes sont des prairies permanentes.

Le rivage de 1750, constitué de digues barrant les Enclos de La Motte, de l'Enviette, de Monmignon et de Mouchette, est encore visible par l'opposition des sols et de leurs utilisations.

### **2.1.2 - Evolution du rivage des Bas-Champs depuis le XIX<sup>ème</sup>.**

Héraud (1878) indique que la pointe du Hourdel a progressé vers l'ENE de 400 m de 1835 à 1878, ce qui fait environ 9,30 m en moyenne annuelle. Dallery (1955) estime que la pointe du Hourdel a pu progresser de 10 m par an au début du XX<sup>ème</sup>. Les auteurs sont unanimes à considérer que l'extension de la pointe s'est ralentie depuis cette période. Après observation et comparaison de photographies aériennes I.G.N des missions 1939, 1952, 1971, 1975, 1978, 1981 et 1986, Hascoët (1988) confirme le ralentissement. En 47 ans, la pointe du Hourdel a avancé de 130 m vers l'est, soit une moyenne annuelle de 2,70 m.

Le faisceau de cordons de galets dont Briquet (1930) note la formation et l'accroissement sensible devant Cayeux dans les années 20, poursuit son développement.

De 1939 à 1986, il s'est engraisé de 330 m soit 7 m/an. Il s'est aussi nettement déplacé vers le NE, dépassant Brighton (40 m/an pour Hascoët).

Alors que l'accumulation l'emporte avec quelques vicissitudes de Cayeux au Hourdel depuis le XIX<sup>ème</sup> siècle, le rivage sud est soumis à l'érosion en permanence. Hascoët constate qu'entre 1939 et 1986, le rivage a reculé d'ouest en est d'1, 60 m /an en moyenne, au droit des " Galeries d'Aval " et même d'1, 80 m/an entre le sud du Hable d'Ault et le camping d'Onival. Le recul s'est donc accéléré au niveau de la Ferme des Galets par rapport à la période 1830-1930.

Le recul de la racine du cordon est vérifié au XIX<sup>ème</sup> et au début du XX<sup>ème</sup>. Briquet écrit, en 1930, " aujourd'hui, le perroir de 1792, et les maisons qu'il abritait sur l'emplacement de la plage actuelle d'Orcival, ont à leur tour disparu. Le recul du rivage depuis cette date atteint en ce point une soixantaine de mètres, les vestiges de l'épi (abritant le lieu d'échouage des bateaux) sont maintenant à 50 mètres du pied de la falaise".

Le sort des vieilles maisons du perroir était fatalement réservé aux villas de la station balnéaire d'Onival, qu'on eut l'imprudence de bâtir en 1896 sur la levée de galets. Pour la seule période de 1895 à 1919, le recul s'est élevé à 30 mètres. En 1914, le Kursaal, établi sur le cordon littoral à l'extrémité de la falaise, était en partie détruit; en 1919, il ne restait rien du Boulevard de la Plage aménagé, en 1896, sur la crête des galets en avant des villas.

La mer n'a pas diminué de violence dans ses attaques. En 1924, elle a repoussé la crête du cordon littoral au-delà des villas; il fallut démolir celles-ci pour en sauver les matériaux; les flots ont achevé maintenant d'en disloquer les fondations, dont les débris demeurent sur l'estran. La mer, à la même date de 1924, touchait la digue Mary qu'on avait, un siècle auparavant, élevée en arrière du cordon littoral pour parer à la rupture que déjà l'on prévoyait. Elle l'a presque entièrement détruite aujourd'hui, chaque année marquant une nouvelle avance de la mer. La mer attaque d'abord la racine du cordon littoral des Bas-Champs qui recule vers l'Est. Les constructions et les terrains situés au pied de la falaise morte sont ainsi détruits. Puis, la falaise, ravivée, recule vers le SE, menaçant les biens établis au sommet. " Tout se passe comme si un observateur placé à Ault voyait défiler vers l'est la racine de la flèche de galets." (Regrain ,1992, p. 57)

Depuis le XIX<sup>ème</sup>, le rivage continue sa progression vers le nord, entre la pointe du Hourdel et le Cap Hornu.

En 1830, la Digue Marine et la Digue de la Gaîté bordent l'Enclos Gatte et la Renclôture de la Gaîté. En 1860, elles sont prolongées et partiellement doublées par une digue rejoignant le courant à Poissons.

### **2.1.3 - Le rivage des Bas-Champs: essai de bilan à partir des points de vue combinés des images et des photographies aériennes ou au sol.**

Plus de quatre années séparent l'image et les photographies, ce qui peut représenter un handicap. Les points de vue combinés sont donc évolutifs. L'image demeure l'instrument d'une première approche et les photographies précisent les faits en tenant compte des changements.

#### **2.1.3.1 - le rivage, vu de satellite le 5 / 10 / 1989 (Fig.38a ) et vu d'avion ou au sol, le 29 / 04 / 1994.**

Le jour de l'enregistrement des données radiométriques, le flot est installé mais la hauteur d'eau à Cayeux-sur-Mer n'est que de 4,62 m CM, cote la plus basse des cinq situations disponibles. L'estran est encore peu recouvert. Sur la composition colorée des canaux 4, 5 et 1 du TM de Landsat, le compartiment sédimentaire des Bas-Champs peut être divisé en quatre parties (Fig.38a1):

- de la racine du cordon jusqu'au nord du Hable d'Ault, (1)
- du nord du Hable d'Ault jusqu'à Cayeux-sur-Mer, (2)
- de l'esplanade nord de Cayeux jusqu'au blockhaus proche de la pointe du Hourdel, (3)
- de cette casemate jusqu'à la pointe du Hourdel. (4)

La partition en quatre secteurs tient compte de la position du point neutre entre les secteurs d'érosion (1 et 2) et les secteurs d'accumulation (3 et 4).



### 2.1.3.1.1 - Le rivage de la racine du cordon jusqu'au nord du Hable d'Ault.

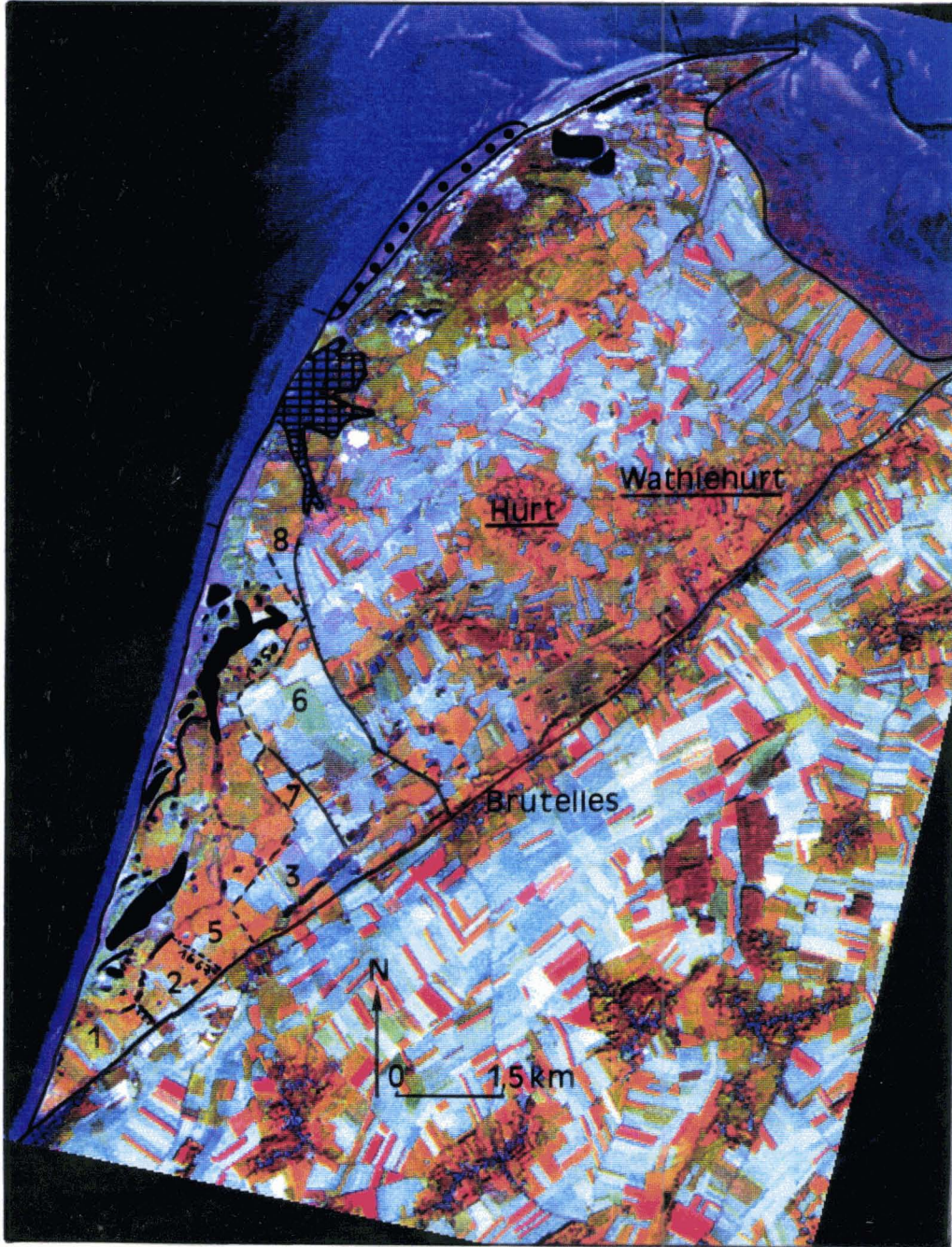
Compte tenu de l'échelle de restitution de l'image (environ 1: 45 000), l'estran et le cordon sont trop étroits pour décrire précisément leur morphologie. Seuls trois liserés blancs, successivement près de la racine, au niveau de " la Ferme des galets" et au Sud du Hable d'Ault apparaissent bien. Peut être s'agit il d'amas de galets bien secs déposés avant l'hiver ou de secteurs remodelés à l'arrière du cordon pour le renforcer dans les sites les plus fragiles!

Le tracé du cordon présentant une légère concavité au droit de " la Ferme des galets" et face au Hable d'Ault évoque un bilan sédimentaire déficitaire, ce qui peut conforter notre hypothèse préalable.

Lors du vol du 29 / 04 / 1994 (Fig.39a et 39b), entre 10h 20 et 10h 40 (UT + 1), avec un coefficient de 95, la marée est montante et atteint la hauteur de 2, 65 m (CM). L'estran inférieur et moyen constitué d'un matelas sableux, sur lequel est construit le cordon de galets, est largement découvert. Seuls quelques filets d'eau voire des poches éparses apparaissent. Cependant, au pied du cordon, l'estran est nettement recouvert par l'eau de mer. Ceci laisse à penser que cette bande en eau, très en avant de la zone de déferlement, se situe dans un creux. A la base du cordon de galets, la mer opérerait un travail de sape dans les sables qui pourrait fragiliser l'ensemble de l'édifice. Le cordon, " armé" de ses 50 épis construits de sa racine sud jusqu'aux Galeries d'Aval, de 1966 à 1986, refaçonné depuis la tempête de février-mars 1990, est très rectiligne mais sa crête semble avoir reculé depuis 1989. Deux faits peuvent le suggérer: d'une part, la courbure concave du tracé de la crête du cordon paraît accentuée au nord des 50 épis, le remodelage de la jonction entre ces épis et l'amer sud l'a sans doute nécessité, d'autre part, la continuité du chemin longeant le cordon semble rompue. Les conséquences de la tempête de 1990 seront étudiées plus longuement dans la troisième partie.

Le cordon a changé entre 1989 et 1994; sa crête est remodelée et sa base présente quelque faiblesse, ce qui ne semble pas encore le cas du secteur de l'amer sud et Cayeux.

(38a1)



(38a)

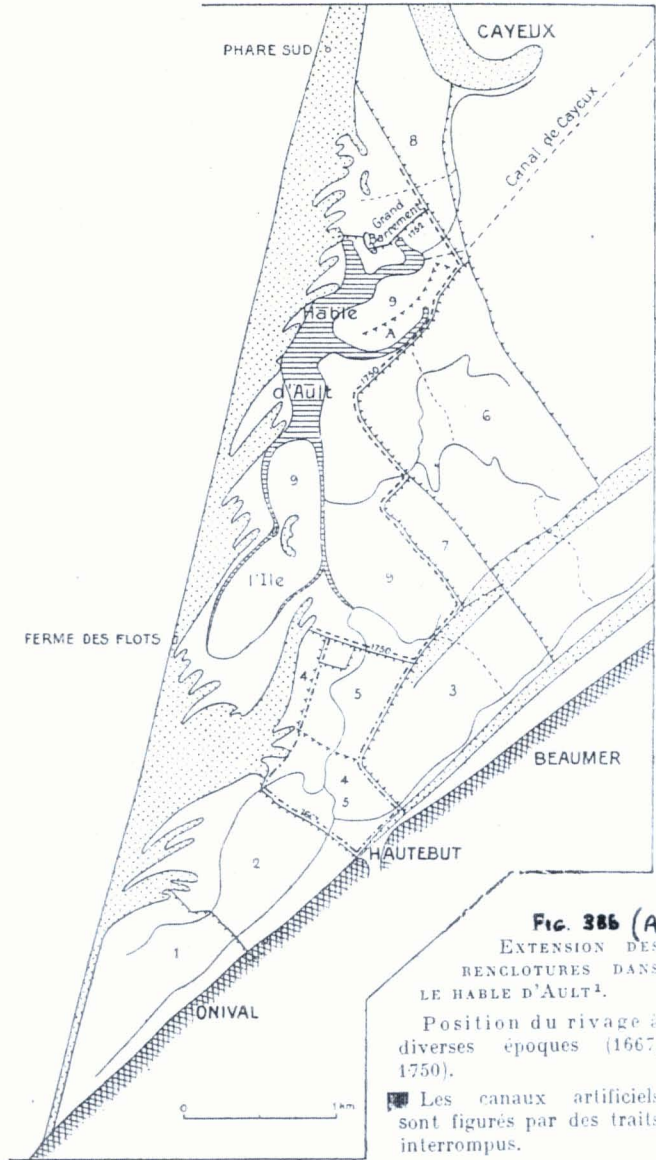


Fig. 386 (A. BRIQUET)

EXTENSION DES RENCLOTURES DANS LE HABLE D'AULT<sup>1</sup>.

Position du rivage à diverses époques (1667, 1750).

Les canaux artificiels sont figurés par des traits interrompus.

- 1. Enclos du marais d'Onival.
- 2. Enclos du marais de Woignarue.
- 3. Enclos de Moncavrel.
- 4. Anciens enclos de Houssigny, l'un d'eux détruit avant 1667.
- 5. Enclos de la Motte ou de Hautebut, s'étendant pour une partie sur l'enclos détruit de Houssigny.
- 6. Enclos de l'Enviette.
- 7. Enclos de Monmignon.
- 8. Enclos Mouchette.
- 9. Rencloûture de 1752 (Grand barrement).
- A. Ancienne digue du fief de Cayeux, détruite.

1545

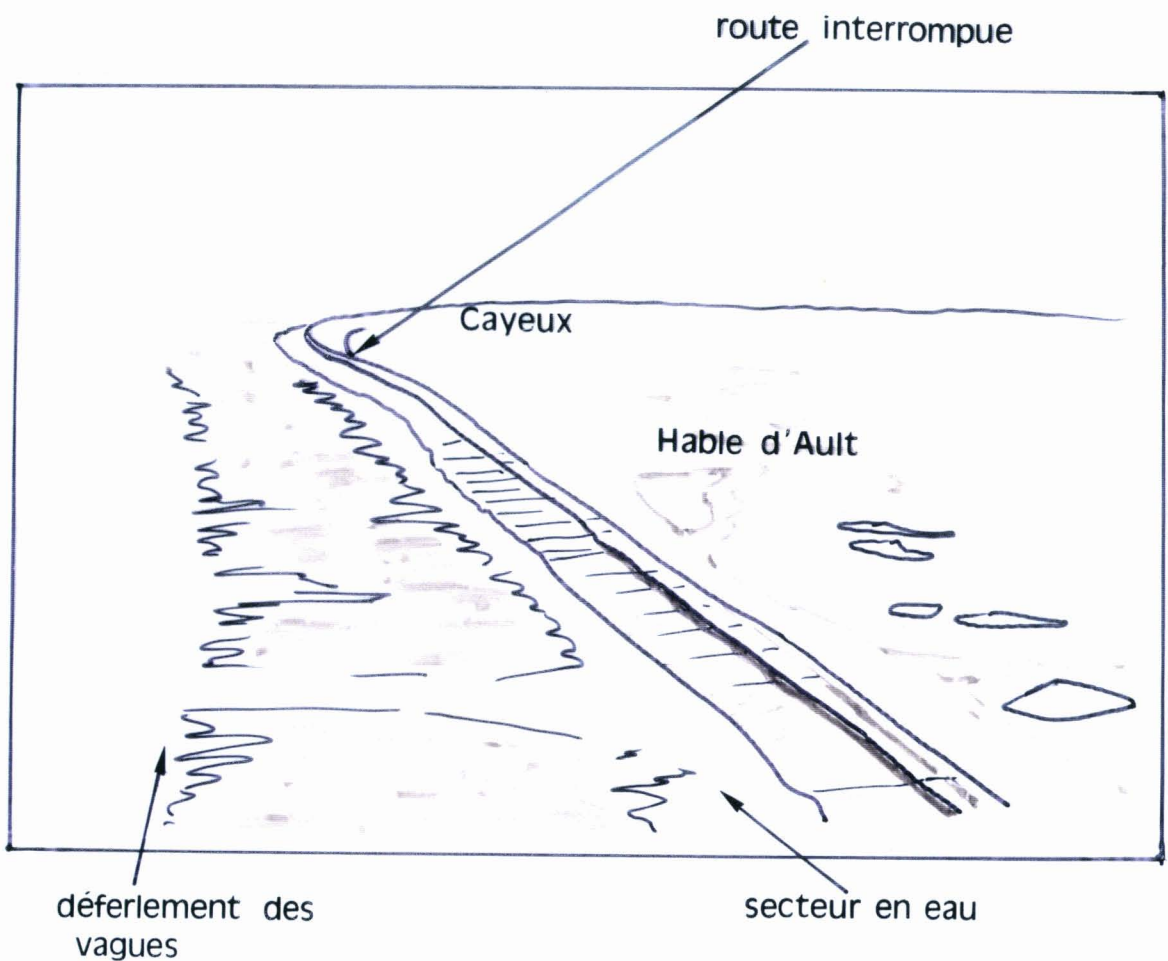


Fig.39a: Le cordon de galets, des Galeries d'Aval au Hable d'Ault. ( photo aérienne P.Picouet, 29 / 04 / 1994 )

Fig.39b: Croquis. L'eau sur l'estran, au pied du cordon.



NE  
↑



#### **2.1.3.1.2 - Le rivage, du nord du Hable d'Ault jusqu'à Cayeux-sur-mer.**

Sur l'image, dans le secteur compris entre le bassin triangulaire du nord du Hable d'Ault et le sud de Cayeux-sur-Mer, le cordon présente une légère convexité associée à une plus grande largeur. La couverture de galets semble s'étaler vers l'intérieur, sans doute à cause de leur exploitation dans ce site. Le développement de la station de Cayeux, pour partie sur le cordon, le fait largement disparaître. Seul l'étroit liseré de la plage est visible sur l'image.

En octobre 1989, le secteur et plus particulièrement le Sud de Cayeux semble présenter un bilan sédimentaire relativement équilibré voire légèrement excédentaire. C'est entre le Hable d'Ault et Cayeux que doit se situer le point neutre de l'évolution du littoral. Regrain ( 1992 ) le place dans ce secteur en 1990.

#### **2.1.3.1.3 - Le rivage, de l'esplanade nord de Cayeux jusqu'au blockhaus proche de la Pointe du Hourdel.**

Le rivage est très nettement orienté SO - NE et son tracé présente une belle convexité. L'image nous révèle la double nature des matériaux sédimentaires qui le constituent: les galets restitués en violet et les sables restitués dans une gamme allant du blanc pur, lorsqu'ils sont secs donc très réfléchants, au violet pâle représentant les sables plus humides. Le bilan sédimentaire dans ce secteur, est très excédentaire.

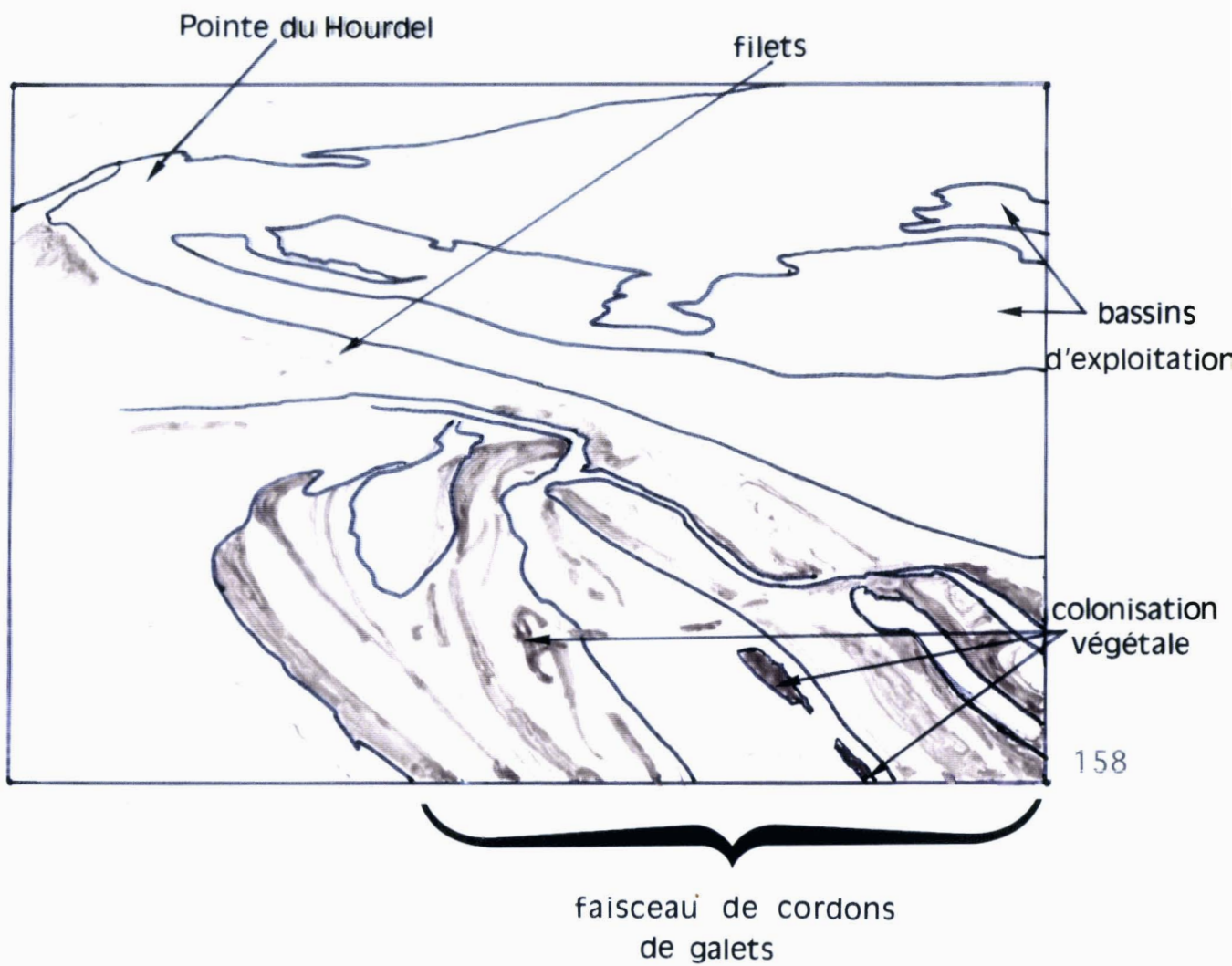
Les vues aériennes obliques (Fig.40a, 40b) précisent la morphologie du secteur des galets. Il s'agit d'un faisceau de cordons de galets, dont les plus longs sont enracinés au nord de Cayeux. Les plus récents viennent s'enraciner dans les plus anciens. Ces derniers se terminent obliquement dans les dunes situées à l'arrière tandis que les cordons externes s'achèvent par des crochets. Entre les cordons, subsistent des poches de longueur variable dans lesquelles l'eau de mer peut pénétrer, particulièrement à l'extrémité nord du faisceau. Les poches sont souvent agrandies par l'exploitation des

Fig.40a: Extrémité nord du faisceau de cordons de galets. ( photo aérienne P.Picouet, 29 / 04 / 1994 )

Fig.40b: Croquis. Crochets terminaux des cordons et poches en eau intercalées.



NO  
↑



l'exploitation des galets dont le stock est important dans le sud du faisceau. Le matelas sableux apparaît dans le fond des poches et quelques végétaux (peut-être des touffes de spartine) y sont installés, début de colonisation de la slikke.

Le faisceau tel qu'il apparaît actuellement ressemble sans doute au cordon tel qu'il était lors de sa construction naturelle originelle.

En avant du faisceau de cordons de galets, donc en direction du blockhaus actuellement sur l'estran, le cordon couronné de dunes sableuses hautes de 4 à 5 m se rétrécit nettement. Inégalement fixées par quelques argousiers épars, elles sont soumises à une forte déflation éolienne contre laquelle l'homme lutte à l'aide de filets de géotextile en Nylon vert ou de fascinages constitués de fagots de végétaux morts (Meur, 1993). La fragilité des dunes bordières est accentuée par la présence immédiatement à l'arrière (Fig.41a, 41b) de vastes bassins d'exploitation des cordons de galets du XIX<sup>ème</sup> siècle (Dallery, 1955). La dynamique éolienne est sans doute la plus menaçante alors que par ailleurs l'estran est bien alimenté par la dérive littorale. Pour une même hauteur de marée, il est beaucoup plus large qu'au droit du Hable d'Ault. Dans cette zone externe de l'estuaire de la Somme, la dynamique d'accumulation estuarienne s'exprime pleinement. Seule la proximité du chenal de la Somme limite les dépôts.

#### **2.1.3.1.4 - le rivage, du blockhaus à la pointe du Hourdel (fig.42a, 42b et 43a, 43b)**

La pointe du Hourdel est longée au plus près par le chenal de la Somme. Elle se termine par une flèche de galets recourbée en crochet sur sa face interne (Fig.42a, 42b), à l'abri de laquelle se développe un petit schorre.

Les accumulations sablo-vaseuses menacent le chenal d'accès au port du Hourdel. La digue latérale est elle-même totalement entourée par le schorre (Fig.43a et 43b).

Fig.41a: Le rivage des Bas Champs près de la Pointe du Hourdel. ( photo aérienne P.Picouet, 29 / 04 / 1994 )

Fig.41b: Croquis. Etroitesse du cordon au droit du secteur d'exploitation des galets.



SO  
↑

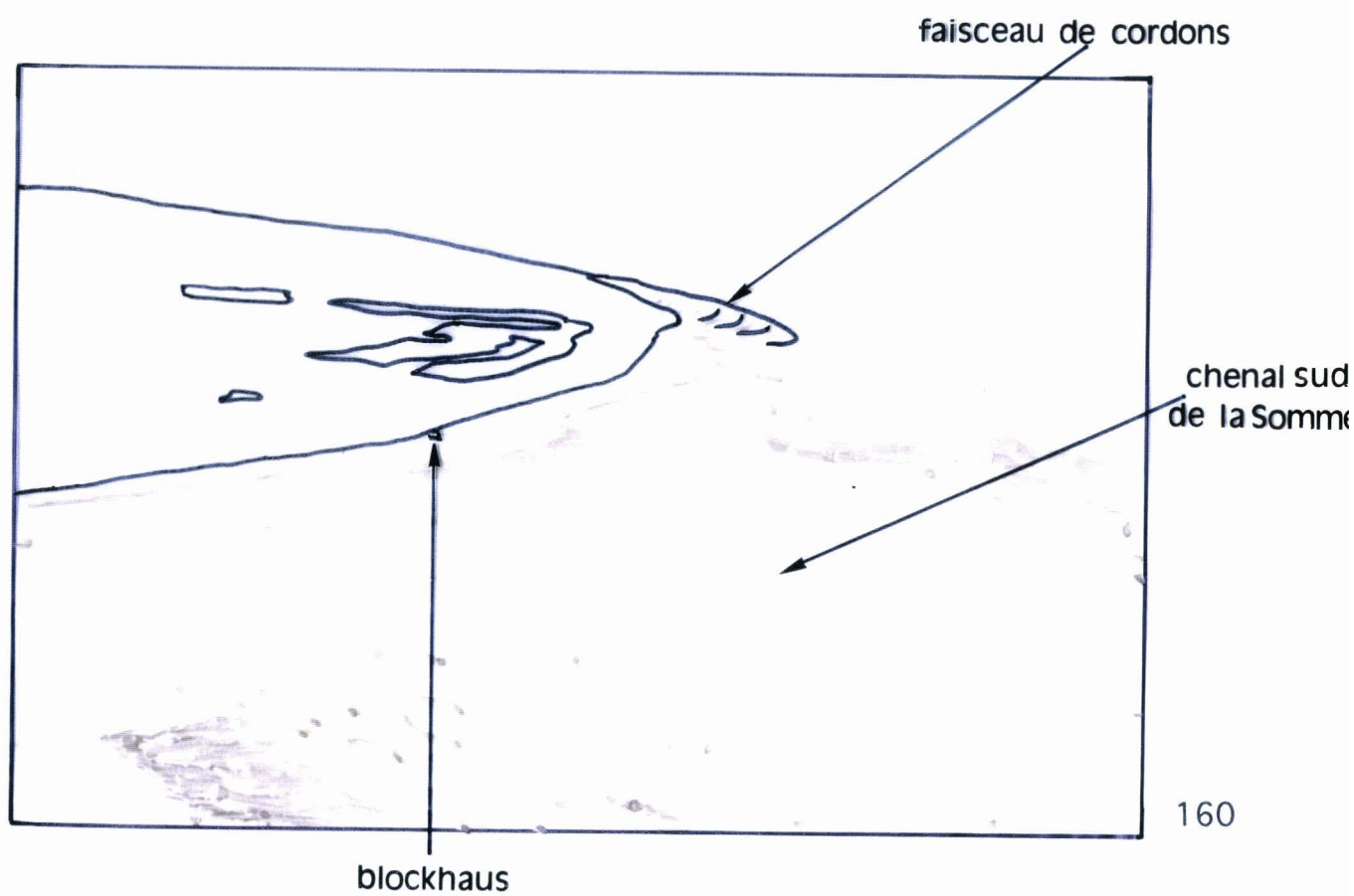


Fig.42a: La Pointe du Hourdel. ( photo aérienne P.Picouet, 29 / 04 / 1994 )  
Fig.42b: Croquis. La pointe du poulier longée par le chenal sud de la Somme.

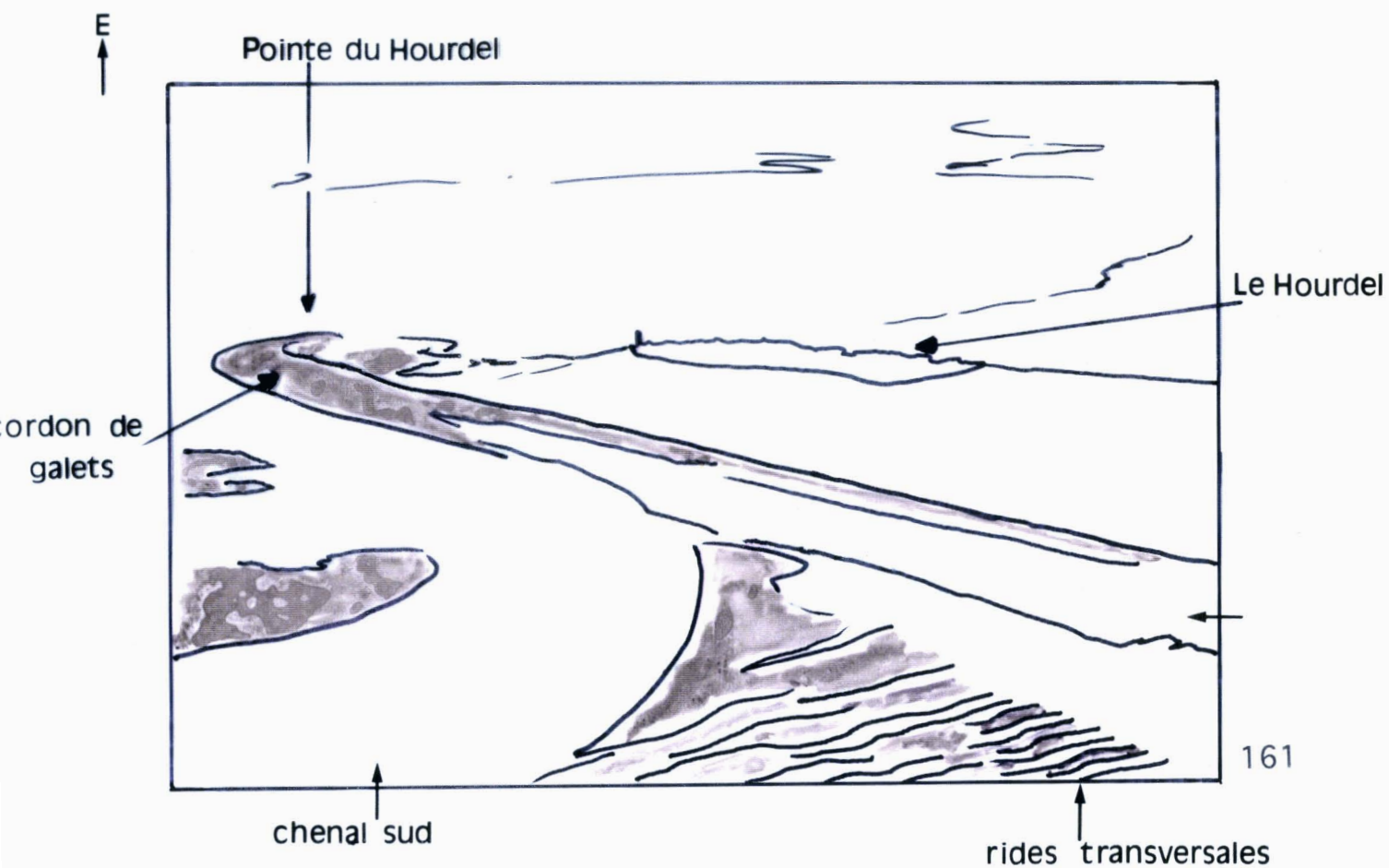




Fig.43a: Le port du Hourdel. ( photo aérienne P.Picouet, 29 / 04 / 1994 )  
Fig.43b: Croquis.



port

schorre

slikke

## Conclusion

Les tendances observées dans l'évolution du rivage des Bas-Champs depuis le XIX<sup>ème</sup> siècle se confirment, démaigrissement voire recul du cordon jusqu'au Hable d'Ault, extension du secteur érodé en direction de Cayeux donc un point neutre de plus en plus proche de la station, et engraissement du rivage au nord, seulement limité par la proximité du chenal de la Somme.

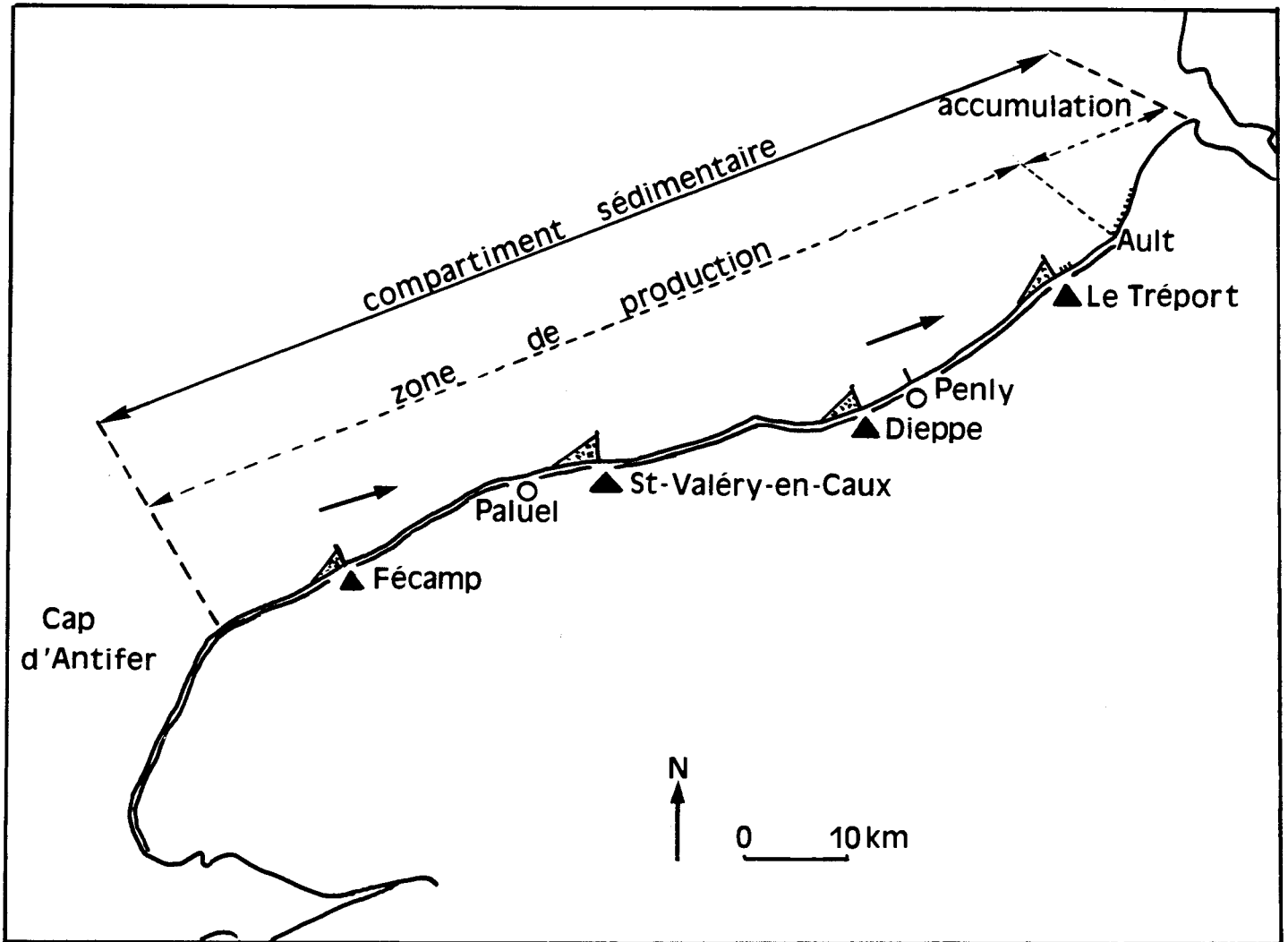
### 2.1.4 - Le compartiment sédimentaire Cap d'Antifer - Bas-Champs: éléments de fonctionnement. (Fig.44)

Pour comprendre la dynamique sédimentaire très active sur la côte occidentale des Bas-Champs, il importe d'étudier les conditions hydrosédimentaires intervenant sur toute la longueur de " l'unité sédimentologique " ou compartiment sédimentaire du Cap-d'Antifer à la Pointe du Hourdel.

La " zone de production ", du Cap d'Antifer à Ault, est constituée des falaises du Pays de Caux. Selon les secteurs, le faciès varie de la craie pure avec des bancs de silex (Sénonien) à la craie marneuse sans silex, voire au calcaire dur pauvre en silex (Turonien). La résistance des falaises est inégale. L'érosion est liée au travail de sape des vagues en pied de falaise mais aussi, fréquemment, à l'action des eaux d'infiltration et au gel en haut des falaises. Les eaux s'infiltrant dans les diaclases de la craie, dissolvent une certaine quantité de calcaire et provoquent l'élargissement de ces diaclases, d'où l'amplification du phénomène. Des plans de rupture se constituent. Lors des périodes de gel, la congélation de l'eau contenue dans les fentes proches de la paroi disloque des blocs qui tombent en bas de la falaise. L'action de la mer désagrège ces blocs. Les galets résultent de la fragmentation des éléments de silex qui sont arrondis par l'usure lors du brassage et du transport par la dérive littorale. Leur diamètre moyen varie de 4 à 8 cm selon les secteurs (Ponts et Chaussées, 1974).

Parmi les facteurs hydrodynamiques déterminant l'évolution du trait de côte, la houle semble essentielle. Lorsque la houle attaque obliquement une côte, il est classique de

Fig.44: Le compartiment sédimentaire du Cap d'Antifer à la Pointe du Hourdel. Croquis d'après Queffeuou ( 1992, p.6 )



- |   |                      |       |                               |
|---|----------------------|-------|-------------------------------|
| ▲ | port                 | ▲     | jetée portuaire               |
| ○ | centrale nucléaire   | — —   | ouvrage de centrale nucléaire |
| → | transit sédimentaire | — — — | épis                          |
|   |                      | ==    | falaise                       |

distinguer les effets du jet de rive et du courant de dérive littorale. Quand la lame se brise, l'eau prend des vitesses importantes, arrache les matériaux de l'estran, les entraîne et les fait remonter dans la direction de la houle. Quand la vague se retire, une grande partie de son énergie ayant été utilisée, les vitesses et l'épaisseur de la lame d'eau sont plus faibles. Les matériaux redescendent dans une direction proche de la ligne de la plus grande pente de l'estran. L'effet du jet de rive est de provoquer un mouvement en dents de scie des matériaux, donc un transport dans la direction de la composante de la houle parallèle à la côte. L'obliquité de la houle crée aussi un mouvement général d'eau dans cette direction. Le courant de dérive littorale accentue le transit des matériaux.

La houle est engendrée par le vent. En Manche orientale, les vents dominants sont de secteurs ouest à sud-ouest. Ils génèrent une houle oblique. En effet, prédomine l'agitation de secteur O à SO (Le Havre) et O à OSO (Bas-Champs). (Service technique des phares et balises, 1975)

Les périodes moyennes de houle sont de 5 secondes à 7 secondes et rarement supérieures à 10 secondes. Les houles les plus longues sont celles de secteur O. à NO. En Manche orientale, l'agitation est donc constituée essentiellement d'une mer de vent (fetch moyen de 100 à 1000 km) compte tenu de l'impact du Cotentin et de l'étroitesse du Pas de Calais sur les houles extrêmes d'Atlantique et de la Mer du Nord. La résultante de ces houles est la formation d'un courant de dérive littorale orienté parallèlement à la côte, OSO-ENE du Cap d'Antifer à Ault, puis SSO-NNE d'Ault à la pointe du Hourdel. Dans des conditions " naturelles ", les galets produits par l'érosion des falaises du Pays de Caux étaient transportés par le courant d'obliquité le long de la zone de production (Antifer-Ault) et alimentaient le cordon des Bas-Champs (zone d'accumulation jusqu'à la Pointe du Hourdel)

Le volume de galets qui arrivait à Ault par un transit non perturbé est estimé à 20 000 m<sup>3</sup> voire 30 000 m<sup>3</sup>/an (Mignot 1973). Le chiffre de 20 000 M<sup>3</sup> est confirmé par Vignier et Leconte (1994).

Cependant, l'anthropisation du littoral haut-normand a conduit à une sous-alimentation du cordon littoral des Bas-Champs. Il n'arrive à Ault guère plus de 2000 m<sup>3</sup> de galets par an (SOGREAH 1991). La quasi totalité du transit des galets s'effectuant en haut estran est bloquée par de grands ouvrages portuaires. (Queffeuilou. 1992)

Tableau 6

	Longueur d'ouvrage	Accumulation
Fécamp	270 m	200 000 m <sup>3</sup>
Saint-Valéry	540 m	300 000 m <sup>3</sup>
Dieppe	480 m	700 000 m <sup>3</sup>
Le Tréport	450 m	300 000 m <sup>3</sup>

\*estimation 1974. Groupe de travail sur la tenue de la côte entre Le Havre et la Baie de Somme.

Certaines jetées, parmi les plus longues, sont considérées comme infranchissables (jetées ouest du port de Fécamps, jetée ouest de Dieppe.) Outre ces jetées portuaires, les ouvrages de défense des plages ne sont pas rares, par exemple les épis de la plage de Mers-les-Bains.

Le transit fortement diminué, voire parfois bloqué, donc une sous alimentation en galets privent le pied de la falaise d'Ault à Onival d'une protection naturelle et entraînent le recul sensible du cordon des Bas-Champs entre Onival et le sud de Cayeux. A la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle, le développement des stations touristiques d'Ault puis Onival (après 1884) est tel que le risque d'une destruction des nombreuses villas, du Casino ou du " Grand Hôtel " en bord de mer devient insupportable (Regrain, 1992). Un perré, des épis sont construits pour les protéger. Les épis doivent surtout maintenir une plage de galets pour la baignade. Les activités touristiques gagnent les Bas-Champs au début du XX<sup>ème</sup> et s'y développent à partir de 1936 et surtout après la seconde guerre mondiale, avec la fréquentation d'une clientèle populaire, résidant en meublés ou en campings. Le cordon de galets d'Onival à Cayeux doit à son tour être protégé sous peine de voir périliter les activités touristiques.

Une digue de béton de profil parabolique fixe la racine et, renforcée par des remblais en arrière, protège le camping d'Onival en 1970. De 1966 à 1986, sont successivement aménagés 50 épis afin de freiner le transit des galets vers le nord.

Ainsi le fonctionnement du compartiment sédimentaire du Cap d'Antifer à la pointe du Hourdel est largement, voire totalement artificiel, en particulier dans les Bas-Champs.

Ceux-ci n'en sont pas pour autant à l'abri de tout risque naturel (invasion marine). Par huit fois, depuis 1972, les Bas-Champs furent inondés. La conjonction de vents forts ou tempétueux, d'une forte houle et de coefficient de marée élevés en fut fréquemment l'origine. Nous étudierons plus précisément ces phénomènes dans la troisième partie. Les aménagements de la côte normande ont donc tari l'alimentation du cordon des Bas-Champs, le rendant ainsi vulnérable. Le cordon et sa racine reculent, la falaise s'éboule à Ault et les inondations des Bas-Champs sont fréquentes. Les risques encourus ne sont pas ceux de la Baie de Somme. D'autres aménagements y ont favorisé le comblement de l'estuaire.

## **2.2 - La Baie de Somme**

Classiquement, nous pouvons distinguer trois parties dans l'estuaire de la Somme :

- Une partie interne, jusqu'à la ligne Cap Hornu - le Crotoy.
- Une partie médiane jusqu'à la Pointe du Hourdel - embouchure de la Maye.
- Une partie externe, à l'ouest de la ligne précédente.

### **2.2.1 - Evolution de l'estuaire de la Somme.**

Largement ouverte entre le Cap Hornu au Sud et l'embouchure ancienne de la Maye au Nord, avant la formation des Bas-Champs et du Marquenterre, la baie s'est progressivement fermée lors de l'émersion des terres au Nord et au Sud et s'est comblée (Briquet A.-1930, Dallery F.-1955).

#### **2.2.1.1- Evolution à l'époque historique**

Au nord de la baie, l'estuaire secondaire de Rue permet la remontée de navires de mer jusqu'à ce port en 1210 et peut être encore en 1390. Au sud de la baie, la mer atteint

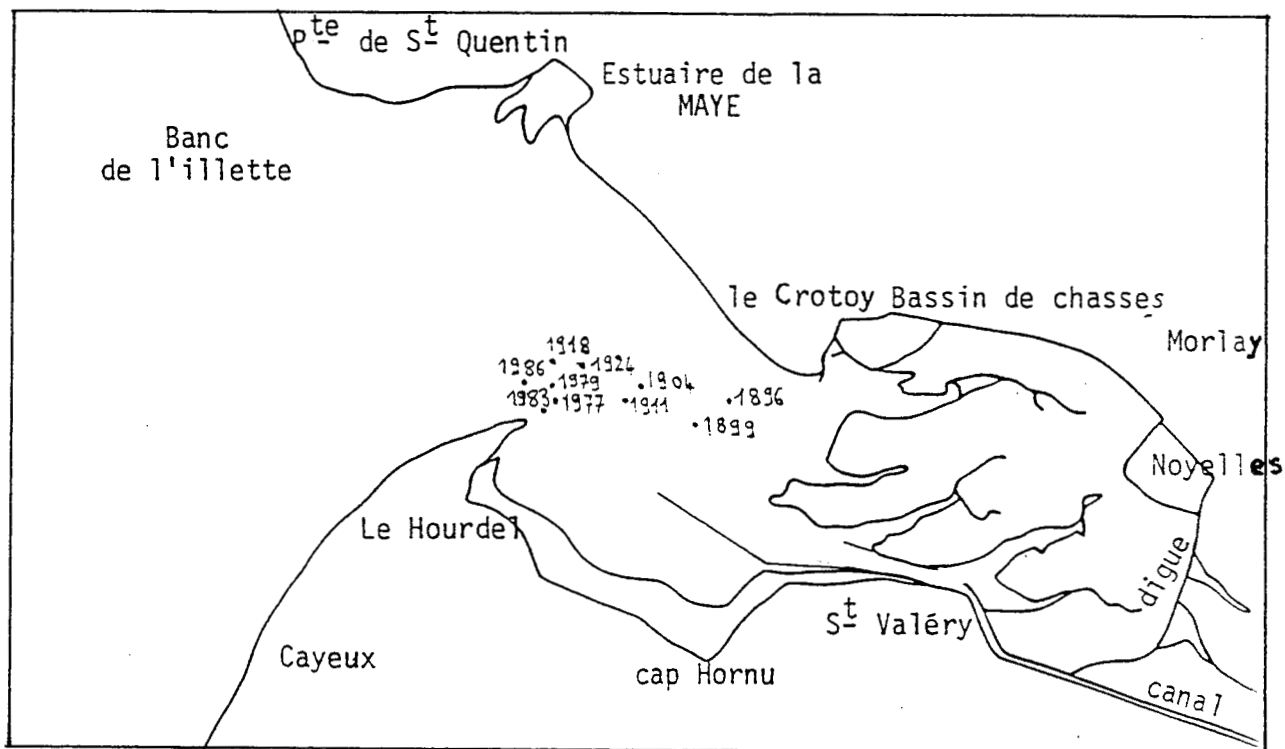
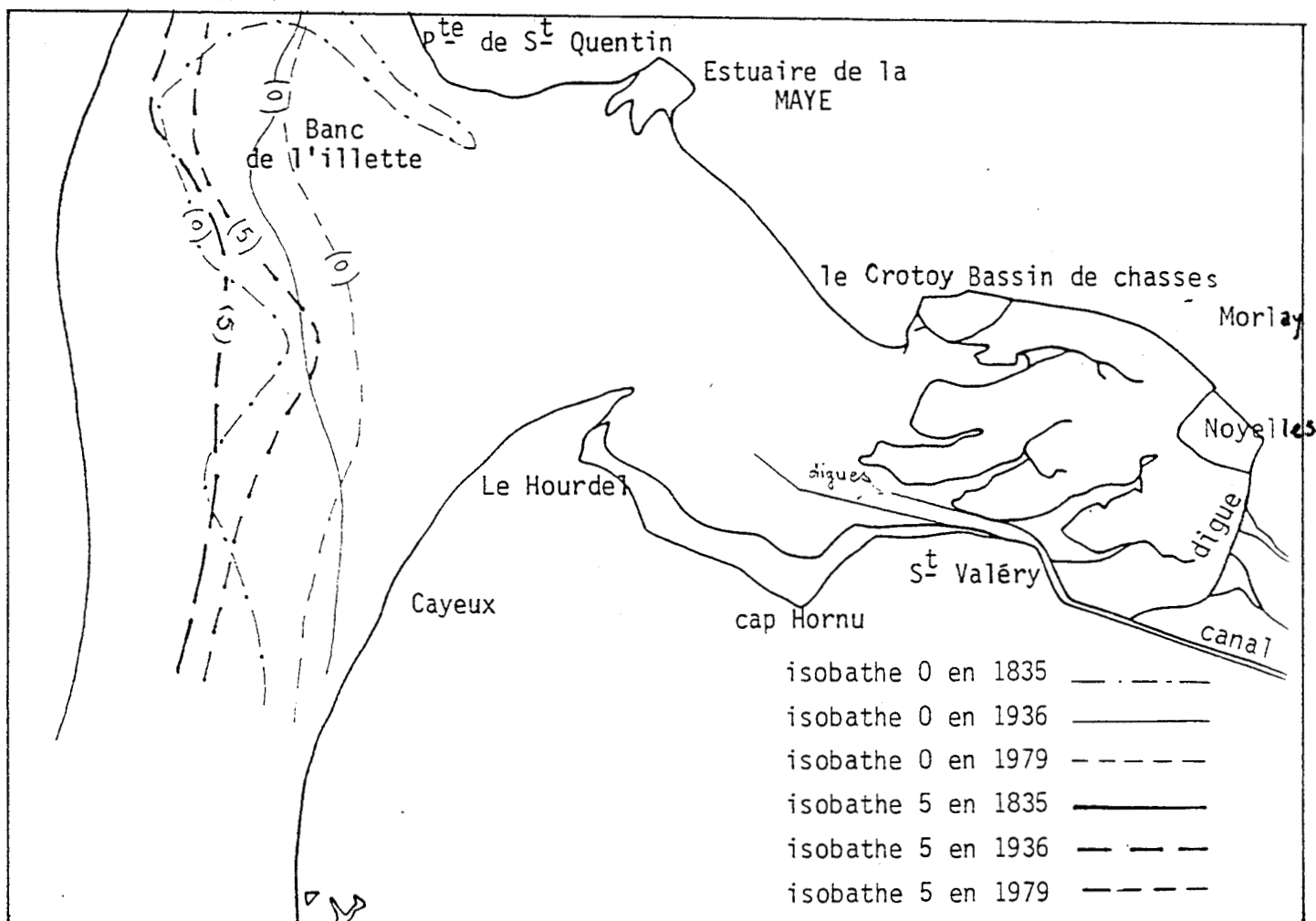


Fig.45: La migration des points de rencontre des chenaux dans la Baie de Somme. ( source: Hascoët, 1988, p.192 )

Fig.46: Evolution des fonds devant la Baie de Somme, de 1835 à 1979. ( source: Hascoët, 1988, p.188 )



encore la digue d'Offoy en 1625.

" Pendant de longs siècles, la Somme est considérée comme la voie d'accès la meilleure et la plus directe vers le coeur de la France du Nord: ses ports ne le cédaient point aux ports normands et on préférait la baie de Somme à l'embouchure de la Seine. "

Mais le plus souvent, à l'époque moderne, l'accès aux ports devient plus difficile. St Valéry s'inquiète dès le XVIème des ensablements de la Somme.

" En février 1764, trente vaisseaux chargés de grains restèrent sur la grève de St Valéry sans pouvoir s'en détacher. Deux seulement parvinrent à démarrer parce qu'ils avaient un fond plat et un faible chargement " (Demangeon, 1905, p. 178). Les navires ne peuvent plus rejoindre Abbeville malgré le creusement du canal de la Somme. Le Crotoy est de plus en plus délaissé par le commerce. La construction de renclôtures accentue le comblement de la baie en soustrayant de vastes surfaces au domaine marin.

#### **2.2.1.2 - Evolution depuis le XIXème siècle**

Depuis le XIXème siècle, la tendance est globalement la même. La limite de fonds d'estuaire a progressé de 1,1 à 3,7 km vers l'aval. Le schorre s'est étendu vers l'Ouest de 4,2 km au NO de la ferme Dufour, de 3,5 km et 2,3 km à l'ouest des renclôtures Elluin ouest et sud (Demarcq Y., Regrain R., Rudelle J., 1979). Le colmatage est accéléré par la construction de la digue du chemin de fer en 1911.

Dans la partie médiane de l'estuaire, les mollières entre le Cap Hornu et la pointe du Hourdel ont progressé vers le Nord-Ouest de 0,5 à 1 km (1878-1955). L'estuaire de la Maye a poursuivi son comblement par la construction de digues (la digue de mer de 1955 marquant à peu près la limite du schorre en 1878) (Demarcq Y., Regrain R., Rudelle J., 1979) et l'allongement de deux " pointes aux herbes " de chaque côté du chenal de la Maye.

Dans la partie externe, la pointe du Hourdel a gagné 400 m vers le NE tandis que la rive septentrionale se déplaçait vers le Sud de 100 à 150 m (1878-1955). Le chenal de la Somme et sa passe Sud se sont déplacés vers le Sud. La confluence des chenaux du Crotoy et de la Somme s'est stabilisée près de la pointe du Hourdel alors qu'elle était proche du Crotoy en 1899 ( Fig. 45).



### 2.2.1.3 - Evolution dans les dix ans qui précèdent notre période d'étude

M. Hascoët (1988) a utilisé des images Landsat MSS, Landsat TM et Spot pour suivre l'évolution de l'estuaire de 1977 à 1987.

A l'amont, les langues de schorre septentrionale et centrale se sont étendues vers l'Ouest de 1,5 km par exhaussement rapide des dépôts (1979-1987 : 3,5 cm /an en moyenne entre le bassin de chasse et Le Crotoy). La slikke s'est développée surtout vers Le Crotoy (+ 1,5 à 2 km), moins près de la Somme canalisée (+ 500m). Le comblement semble donc plus important au Nord qu'au Sud. Regrain et *al.* (1979) l'avaient déjà noté en précisant : " Si autrefois la Somme passait dans le secteur du Crotoy, c'est que le niveau de la baie y était plus bas qu'à St Valéry ; aussi est-il normal que le colmatage s'y fasse de façon préférentielle. "

Dans la partie médiane, en rive nord, les mollières de la Maye ont avancé d'1km vers l'Ouest. Entre la Maye et la Pointe de St Quentin, le haut estran s'est agrandi de 500 m en moyenne alors que de nombreux petits bancs de sable grossissent en bordure des chenaux. En rive sud, la slikke proche du Cap Hornu a progressé de 900m. Vingt cinq hectares de slikke ont été recouverts par la végétation.

Dans la zone externe, le phénomène essentiel (Demarcq Y., Regrain R., Rudelle J. , 1979), tendance séculaire confirmée par M. Hascoët (1988, p. 187), est le déplacement vers l'est des isobathes 0 m et 5 m ( fig. 46). Une étude du Laboratoire Central Hydraulique de France estime à 590 000 m<sup>3</sup> /an la fourniture de sédiments de 1878 à 1936 et à 740 000 m<sup>3</sup> /an l'apport entre 1835 et 1878, soit un total séculaire d'environ 65 millions de m<sup>3</sup> fournis à la baie entre les parallèles de Cayeux et de la pointe de St Quentin.

De 1977 à 1987, les chenaux tendent à s'écarter aux deux extrémités nord et sud de l'estuaire. Le chenal principal a très nettement migré vers le Sud. A l'intérieur de la baie, l'amplitude des divagations des chenaux diminue progressivement autour de l'axe E-O. Ceci confirme la sédimentation dans les parties centrale et externe de la baie.

## 2.2.2 La Baie de Somme : éléments de fonctionnement et morphologie actuels

Grâce aux compositions colorées représentant chacune un état de marée, nous pouvons extraire des informations concernant la morphologie estuarienne à chaque phase de marée, tenter de décrire les étapes du " remplissage " de l'estuaire et en tirer des conclusions sur son comblement actuel. Subsiste le handicap de l'éloignement des dates d'enregistrement. Il est relativement minimisé par le fait que les trois images les plus récentes ne sont séparées que de quelques mois.

Nous pouvons de plus esquisser l'évolution de l'estuaire en comparant un croquis morphologique réalisé par Verger (1968, p. 206-207) et un croquis morphologique de synthèse réalisé à partir des informations extraites de l'image de chaque état de marée.

### 2.2.2.1- La Baie de Somme dans ses cinq états

Tableau 7: Les conditions hydrologiques : station de Cayeux

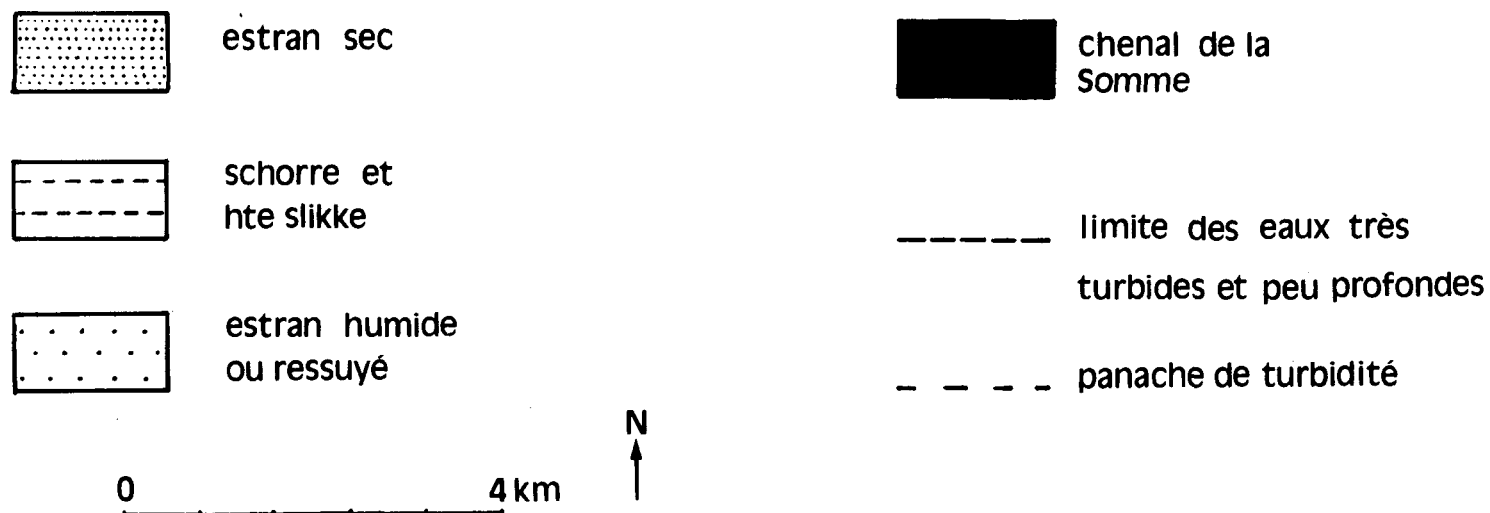
Date	Heure locale	Coefficient de marée	Etat de marée	la Heure / PM à Cayeux	Hauteur d'eau (CM) à Cayeux
Landsat TM					
05/10 / 1989	11h06(UT+1)	63	montante	PM-3h 09	4,62 m
Spot					
17/03 / 1990	12h08(UT+1)	61	montante	PM-2h 41	5,34 m
14/05 / 1992	12h54(UT+2)	78	descendante	PM+2h 07	7,32 m
22/01 / 1992	12h09(UT+1)	109	montante	PM-1h 18	9,13 m
13/ 10 / 1992	12h 14(UT+1)	87	montante	PM-0h 10	9,67 m

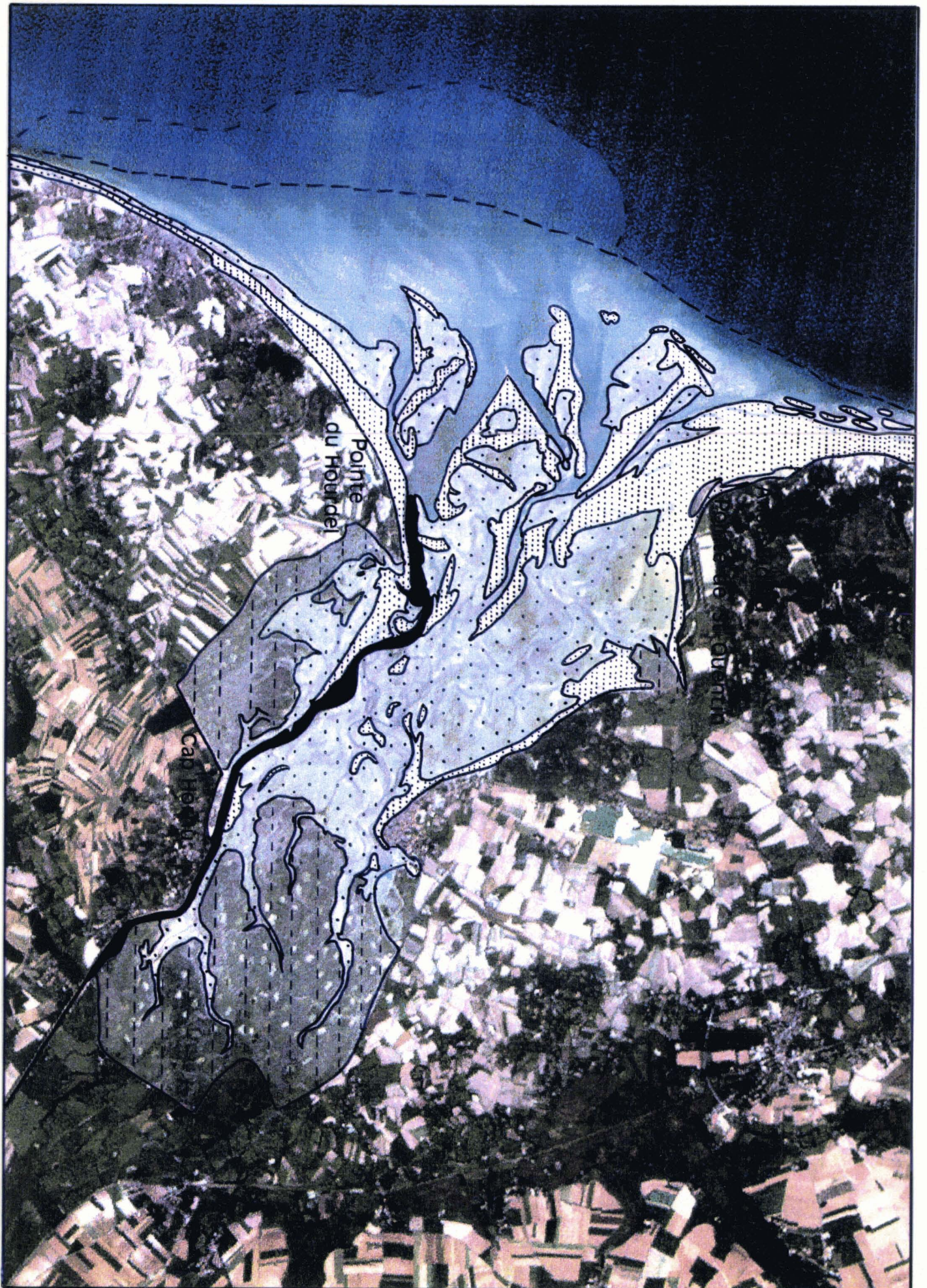
C.M. : cote marine

P.M. : pleine mer

Fig.47a: La Baie de Somme, le 5 / 10 / 1989. Composition colorée des canaux 3,2,1 du TM de Landsat.

Fig.47b: Croquis d'interprétation qui souligne deux aspects: d'une part, la turbidité et /ou la faible profondeur des eaux dans l'estuaire externe, d'autre part, la fréquence des bancs de sable dans l'estuaire largement découvert.





### 2.2.2.1.1- La Baie de Somme largement découverte le 05 / 10 / 1989. (fig. 47a, 47b et 48a, 48b )

Les deux compositions colorées obtenues à partir des données du TM de Landsat apportent des informations complémentaires pour la présentation de l'état de l'estuaire. La grande richesse des informations fournies par la composition colorée 4, 5, 1 est complétée par la sensibilité du canal 2 dans la composition colorée 3.2.1 (couleurs naturelles)(Fig.47a, 47b). Le canal 2 du TM permet la mise en évidence des sédiments dans les eaux peu profondes.

#### **- L'estuaire interne :**

La composition colorée 4, 5, 1 nous fournit les informations essentielles (Fig.48a, 48b). En se combinant au canaux 1 et 4, le canal 5 du TM, très sensible à l'humidité, apporte une gamme remarquable de nuances dans les signatures des surfaces végétalisées (du rouge violacé des schorres au jaune, parfois jaune-vert des prairies) (Picouet P., Kergomard C., 1994). L'estuaire amont apparaît largement comblé. A l'ouest immédiat de la digue du chemin de fer se développent de véritables prairies prolongées vers l'aval par des langues de schorre ponctuées de multiples mares aux canards. Deux langues centrales atteignent la ligne Saint-Valéry-Le Crotoy. Une troisième, plus étroite, vient longer le bassin de chasses. L'intérieur de celui-ci nous donne une signature très proche, marque de son comblement.

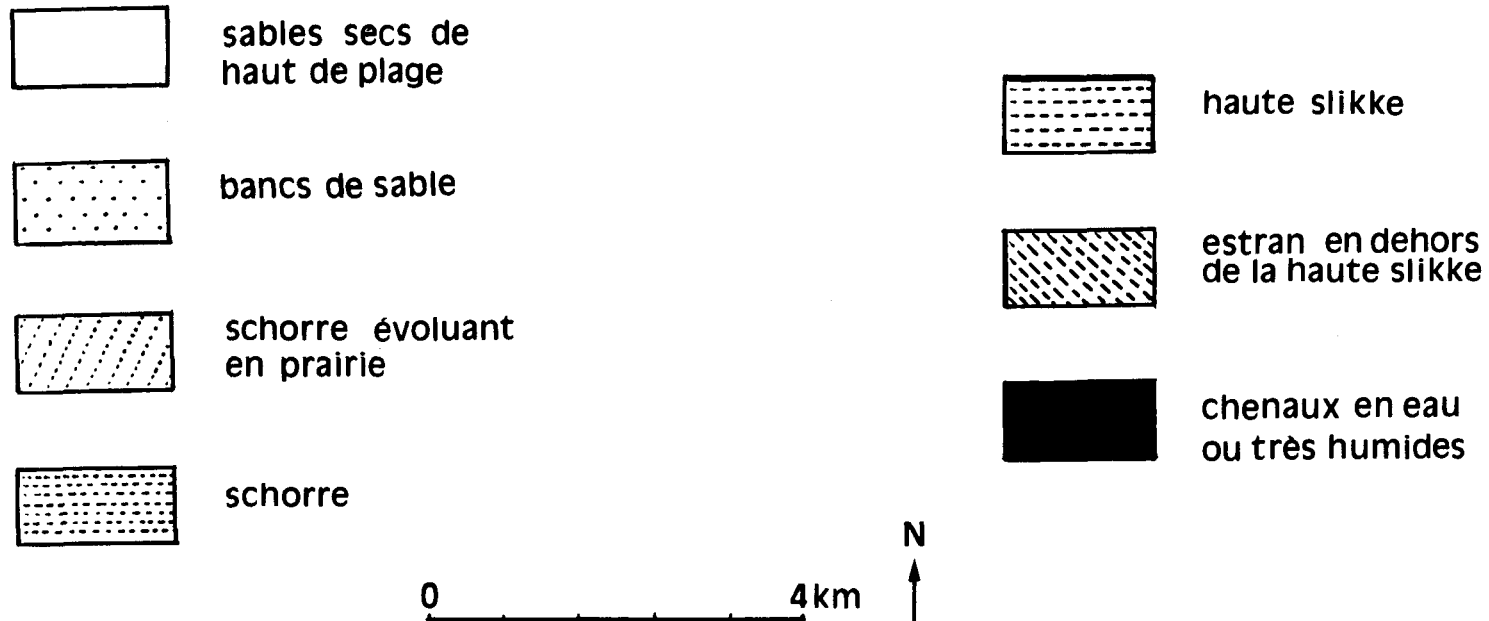
#### **- L'estuaire médian :**

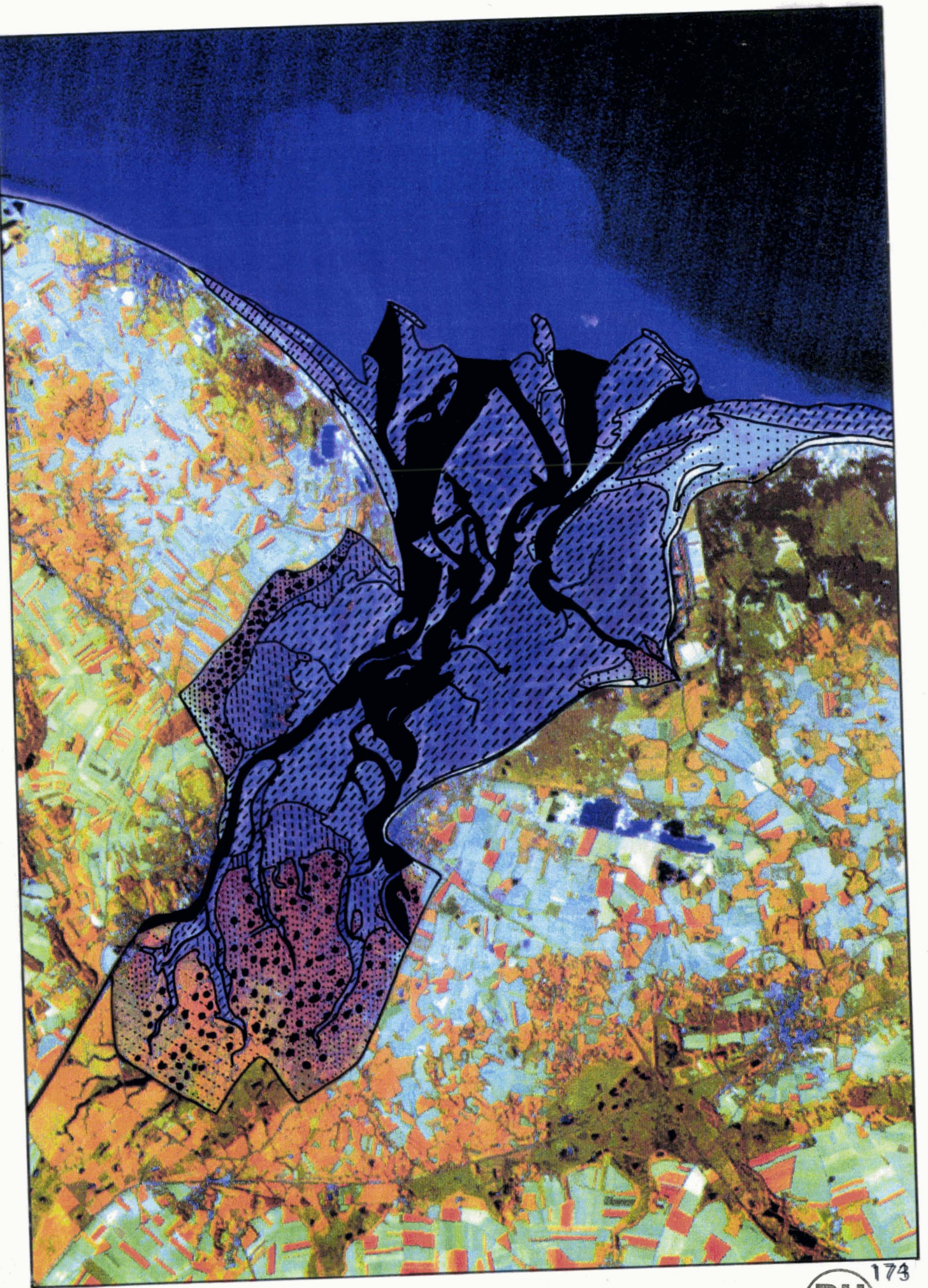
La slikke sablo-vaseuse occupe une grande partie de l'estuaire médian. Toutefois, entre le Cap Hornu et la Pointe du Hourdel, un étroit liseré de schorre jouxte une slikke partiellement végétalisée (en violet) largement développée le long du chenal de la Somme. Au nord, à l'embouchure de la Maye, deux " pointes aux herbes " dissymétriques bordent le cours d'eau. La pointe orientale nommée Pointe à Guille sur la carte topographique (1 / 25000, 1990) est la plus large.

Au sud-est de ce schorre formant un petit delta et au delà d'un vaste épandage de sable sec, le haut estran se réduit à un très mince liseré au tracé sensiblement concave

Fig.48a: La Baie de Somme, le 5 / 10 / 1989. Composition colorée des canaux 4,5,1 du TM de Landsat.

Fig.48b: Croquis d'interprétation de l'image dont l'intérêt est de montrer le réseau des chenaux et les variations de la physionomie des schorres qui passent progressivement à des prairies.





devant " le Marais ", puis légèrement convexe le long du Crotoy. La plage de cette localité semble d'autant plus étroite que dans les parties plus basses de l'estran, les alluvions sablo-vaseuses sont ponctuellement couvertes de végétation. De nombreuses visites à cet endroit nous ont permis d'observer de fréquentes touffes de spartine, espèce pionnière qui piège les alluvions.

#### **- L'estuaire externe :**

La composition colorée en " couleurs naturelles " (Fig.47a, 47b) semble la plus précieuse. Elle nous montre, par leur blanc éclatant, de nombreux bancs de sable dont quelques parties hautes sont sèches. La Pointe de St Quentin apparaît comme le plus vaste espace de sable sec en avant du Banc de l'Ilette accolé au massif dunaire du Marquenterre et partiellement végétalisé. Sur la pointe, se greffent deux flèches en forme de crochet incurvé vers l'intérieur de l'estuaire. Des bourrelets de rive bordent souvent les chenaux principaux. certains traversent de vastes bancs qui encombrant l'estuaire vers le large en formant un delta sous-marin.

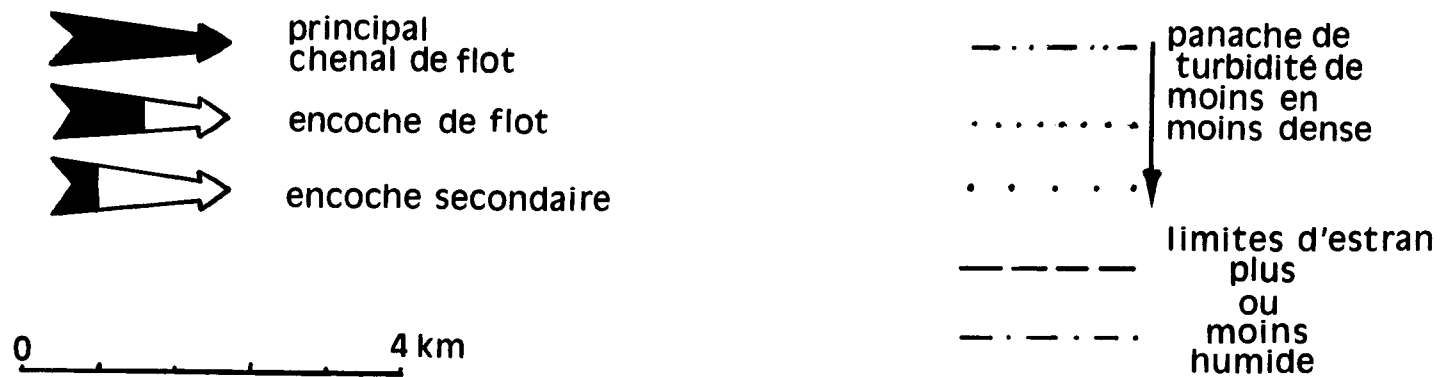
Dans cette direction, surtout vers le SO, apparaissent des panaches de turbidité denses à la sortie des chenaux, moins denses au large. Leur orientation générale NE-SO peut être expliquée par l'action des vents forts de nord qui soufflaient sur le littoral le jour de l'enregistrement. Les courants de marée semblent moins impliqués à PM - 3h 09, juste au début du flot.

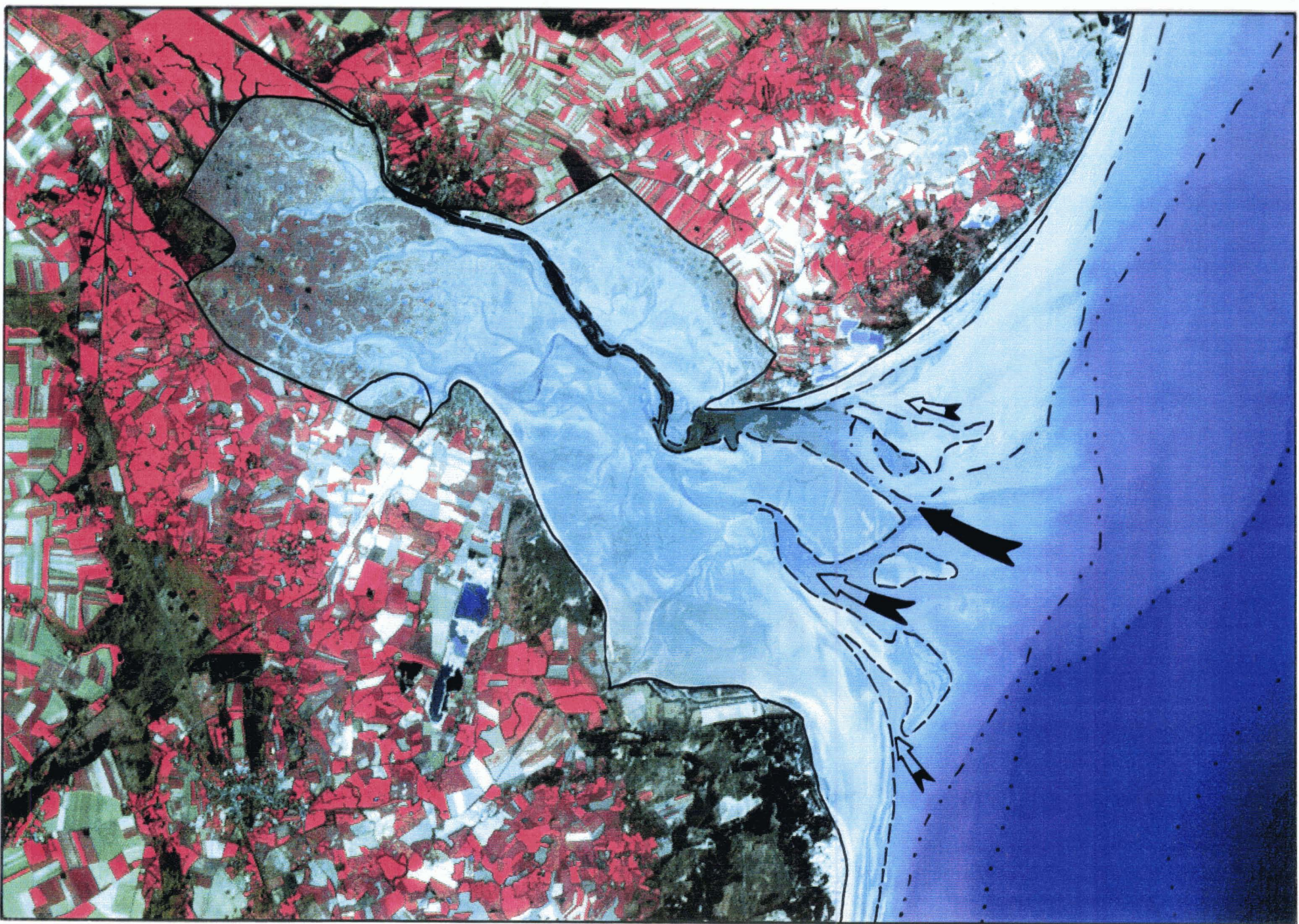
#### **Situation des chenaux :**

Le canal 5 du TM, très sensible à l'humidité, nous révèle l'organisation des chenaux dans la baie à marée basse. Le réseau est dissymétrique. Au Sud, le chenal de la Somme, endigué jusqu'à l'aval du Cap Hornu, divague ensuite quelque peu pour venir longer la pointe du Hourdel et rejoindre une passe orientée est-ouest. Il est en eau jusqu'à l'estuaire externe. Au Nord, le chenal du Crotoy semble beaucoup plus incertain. Il est plus étroit et son parcours est chaotique dans la partie médiane de l'estuaire. Inégalement recouvert d'eau, il rejoint difficilement le chenal de la Somme à l'amont de la Pointe du Hourdel. Avant la mi-marée, et compte tenu de l'ampleur de l'alluvionnement, le chenal du Crotoy ne communique pas avec la passe Nord.



Fig.49a: La Baie de Somme, le 17 / 03 / 1990. Composition colorée des canaux 3,2,1 de Spot.  
Fig.49b: Croquis d'interprétation: l'arrivée du flot dans l'estuaire.





BU  
LILLEI

1776

Les autres chenaux sont peu (la Maye) ou pas du tout alimentés (chenaux envasés à l'amont de l'estuaire).

L'estuaire, avant la mi-marée, est donc encore largement émergé.

#### **2.2.2.1.2 - L'arrivée du flot le 17 / 03 / 1990. (fig.49a et 49b)**

L'image nous montre quelques aspects de la pénétration du flot dans l'estuaire et en particulier les chenaux d'entrée.

##### **- estuaires interne et médian**

Les mollières comme les étendues de slikke partiellement couvertes de végétation s'estompent très nettement. A mi-mars, la végétation y est peu active, contrastant sensiblement avec les herbages des prairies au delà des digues.

##### **-estuaire externe**

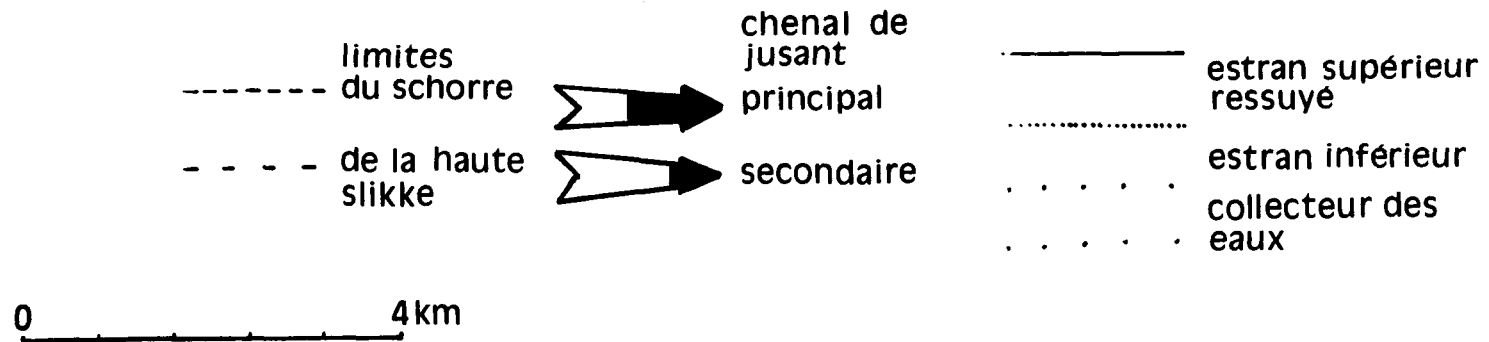
Le principal axe par lequel pénètre le flot se distingue bien. C'est un chenal communiquant directement avec la Somme et qui semble déjà le mieux alimenté. Il longe de très près la Pointe du Hourdel dont l'estran paraît étroit.

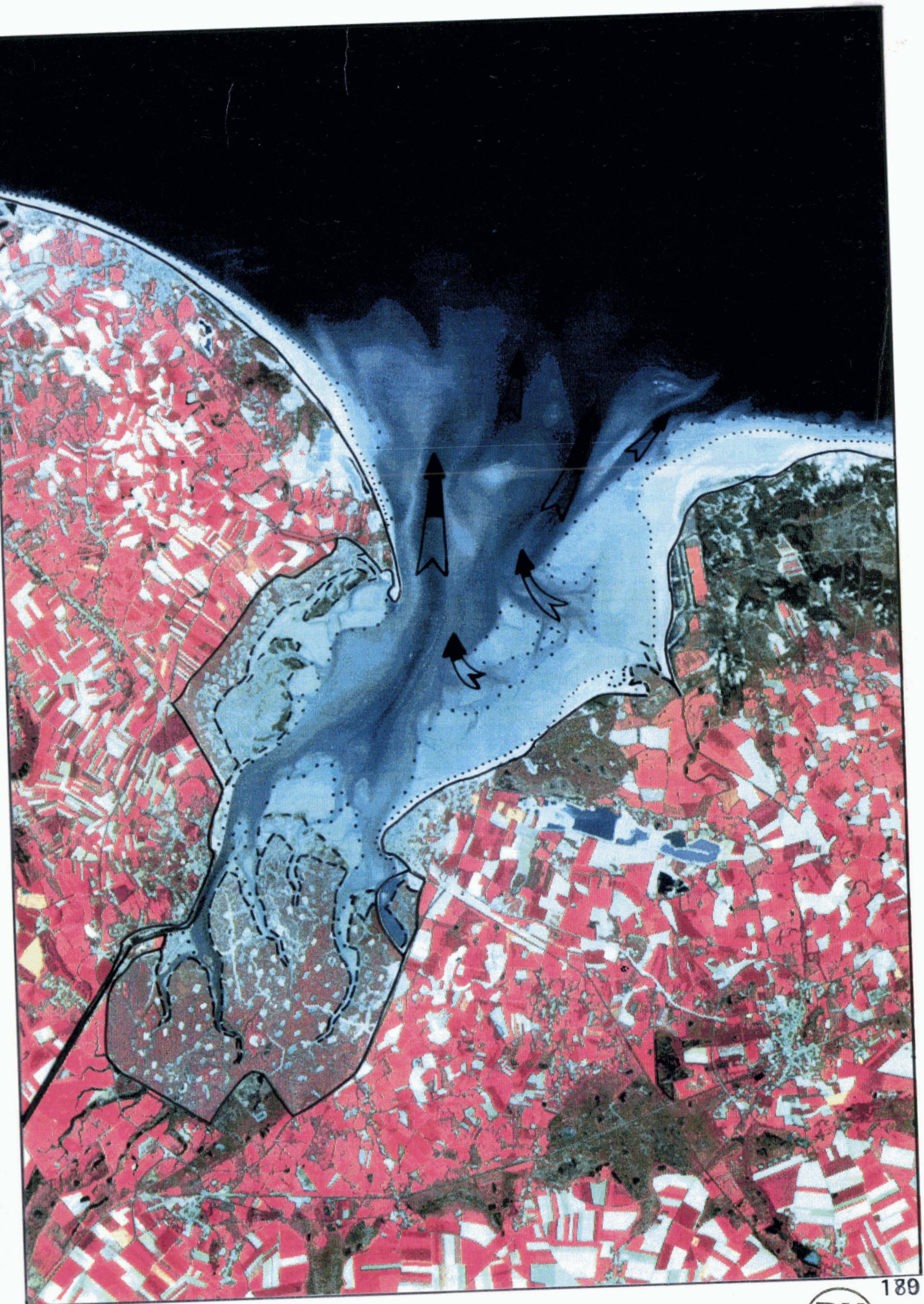
Les autres points de pénétration du flot ont plutôt l'allure d'encoches. La plus vaste se situe au nord du vaste banc central. Les deux autres, plus étroites, se situent, l'une au Nord, l'autre au Sud le long du cordon des Bas-Champs. Dans la première, le flot se fraye difficilement un passage entre les flèches enracinées dans la Pointe de St Quentin et le banc allongé du nord de l'estuaire. La deuxième encoche de flot est largement obstruée par le faisceau de cordons du Nord de Cayeux et le grand banc alluvial du sud de l'estuaire.

A mi-marée, elles n'alimentent pas encore l'estuaire.

Un vaste et dense panache de turbidité associé à des hauts fonds dessine un éventail deltaïque devant l'estuaire. Un panache d'égale densité longe la côte des Bas-Champs. Deux panaches moins denses, orientés SSO - NNE s'étalent au large. L'ensemble de ces panaches souligne la direction du flot pénétrant dans la baie.

Fig.50a: La Baie de Somme, le 14 / 05 / 1992. Composition colorée des canaux 3,2,1 de Spot.  
Fig.50b: Croquis d'interprétation: la vidange de l'estuaire.





### 2.2.2.1.3 - La vidange de la Baie de Somme, le 14 / 05 / 1992. (fig. 50a et 50b)

Le grand intérêt de cette image est de nous présenter l'estuaire lors de la marée descendante.

#### **- estuaire interne**

L'évacuation de l'eau s'organise à partir du chenal du Crotoy au Nord et du chenal de la Somme au Sud. La largeur du premier peut être estimée à 300 m au droit du Crotoy, celle du second est plus importante, de l'ordre de 500 m au droit du Cap Hornu. Le chenal de la Somme paraît aussi le plus profond entre le Cap Hornu et St Valéry. A l'amont, ses chenaux affluents le sont encore (restitués en gris bleu très foncé sur la composition colorée), y compris les chenaux les plus étroits drainant les mollières de fond d'estuaire.

Les étendues de slikke quoique très humides, sont émergées.

#### **- estuaire médian**

Les deux principaux chenaux de jusant se rejoignent pour former un vaste collecteur de 1500 à 2000 m de large environ dont la partie la plus profonde correspond à l'axe du chenal de la Somme. Outre les eaux du fond de l'estuaire, il draine celles de la slikke entre la Pointe du Hourdel et le Cap Hornu, et celles des larges épandages sablo-vaseux situés entre la Maye et Le Crotoy.

La slikke est émergée ainsi qu'une partie de la zone précédente qui semble cependant plus humide. L'enneiement récent de l'estran ne permet pas d'y distinguer nettement différents niveaux d'altitude.

#### **- estuaire externe**

Le principal chenal de jusant (chenal de la Somme) s'individualise plus nettement à l'aval de la Pointe du Hourdel. Une part des eaux du chenal du Crotoy et surtout celles du chenal de la Maye et celles ayant recouvert l'estran jusqu'à la Pointe de St Quentin sont collectées dans le chenal nord. L'estran supérieur le long du Parc du Marquenterre et au sud-est du schorre de la Maye semble mieux ressuyé.

#### **2.2.2.1.4 - La Baie de Somme vue lors d'une marée de grande vive eau, le 22 / 01 / 1992. (fig. 51a, 51b)**

La marée est montante à PM - 1h 18. La hauteur de l'eau est de 9, 13 m à Cayeux, hauteur proche de la hauteur maximale, 10,33 m par coefficient de 109, ce jour-là.

##### **- estuaire interne**

Lors de ces marées de grande vive eau, les mollières sont partiellement recouvertes. Leur ennoisement lors de la pleine mer précédente donc la forte humidité qui en résulte, est encore très sensible sur la composition colorée. Le violet qui restitue les mollières s'assombrit très nettement pour devenir presque noir dans les parties les plus humides. La slikke qui borde les langues de schorre est encore émergée. A l'ouest de la langue centrale, elle avance au delà de la ligne Le Crotoy - Cap Hornu.

##### **- estuaire médian**

Sur la bordure Sud de l'estuaire, mollières et haute slikke couverte de végétation sont restituées dans la même teinte grise. La basse slikke sans végétation, plus claire sur la composition colorée, se distingue nettement.

Au nord, l'estran supérieur humide mais non immergé est bien délimité à l'aval comme à l'amont. Son humidité permet de voir précisément ce que doit être le niveau de remplissage maximal de l'estuaire dans son état actuel.

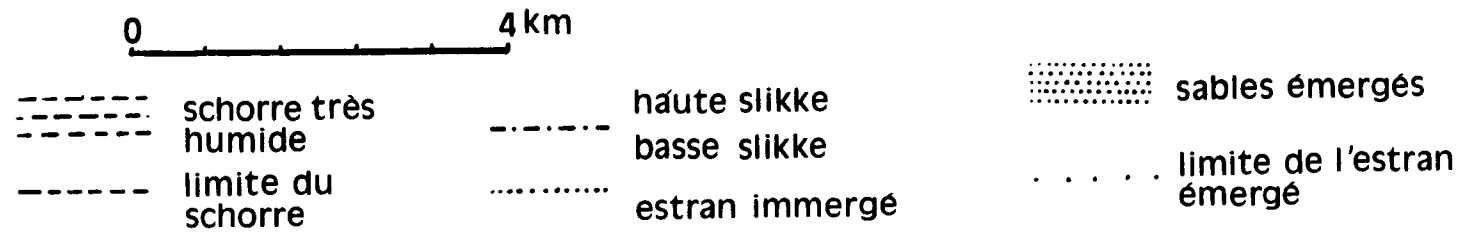
##### **- estuaire externe**

Le flot le recouvre largement, à l'exception de l'estran le long du Parc du Marquenterre. A l'arrière d'une flèche de sable encore émergée, l'estran humide mais non immergé est large d'environ 1000 m et s'étend jusqu'à l'Anse Bidard.

Avec une hauteur d'eau de 9, 13 m à Cayeux, l'image du 22 janvier nous restitue le mieux la complexité du secteur de l'Anse Bidard. Nous y trouvons d'ouest en est, la flèche sableuse émergée, un large estran humide, des bancs de sable émergés, une langue de végétation et enfin les dunes bordières du Marquenterre.

Au large, un grand panache de turbidité suit la direction du flot entrant dans l'estuaire.

Fig.51a: La Baie de Somme, le 22 / 01 / 1992. Composition colorée des canaux 3,2,1 de Spot.  
Fig.51b: Croquis d'interprétation: une marée de grande vive eau et l'humidité de la slikke et des langues de schorre.







#### **2.2.2.1.5 - La Baie de Somme bien remplie, le 13 / 10 / 1992. (fig. 52)**

Lorsque la hauteur d'eau atteint 9,67 m, seuls émergent encore la plage du Crotoy, la bordure la plus élevée de l'estran supérieur de part et d'autre de l'embouchure de la Maye et jusqu'à l'Anse Bidard, les mollières du Sud et du fond de l'estuaire.

#### **2.2.2.1.6 - Eléments du fonctionnement actuel de l'estuaire**

A 4,62 m, le flot pénètre largement dans le chenal de la Somme et ennoie les encoches entre les bancs principaux.

A 5,34 m, l'ennoiement ne progresse que sur les flancs des bancs.

A 9,13 m, le flot recouvre toute la large dépression centrale dans l'estuaire médian ainsi que les chenaux du Crotoy et de la Somme dans l'estuaire interne. Il pénètre profondément dans les chenaux entre les mollières Sud à l'amont.

A 9,67 m, il recouvre les étendues de slikke du fond et de la rive Sud, l'estran moyen de la rive Nord en passant surtout semble-t-il par l'échancrure au droit de la Maye. Entre 9,13 m et 9,67 m, les flèches de direction NO-SE enracinées dans la Pointe de St-Quentin bloquent le passage vers le sud du Marquenterre.

A 7,32 m, le jusant évacue les eaux d'amont par la dépression centrale, puis par le chenal de la Somme et un chenal bien individualisé. Les eaux de la rive Nord s'écoulent vers le Sud, surtout par l'échancrure de l'estran au droit de la Maye.

#### **2.2.2.2 - La superposition des cinq compositions colorées : éléments pour un état du comblement actuel de l'estuaire. (fig. 53a, 53b)**

Nous avons classé les images dans l'ordre croissant de leur hauteur d'eau au moment de leur enregistrement. Mais les intervalles entre les hauteurs d'eau ne sont pas réguliers et peuvent être importants, jusqu'à 1,98 m entre la situation du 17 / 03 / 1990 et celle du 14 / 05 / 1992. Certains détails de la sédimentation sont ainsi invisibles.

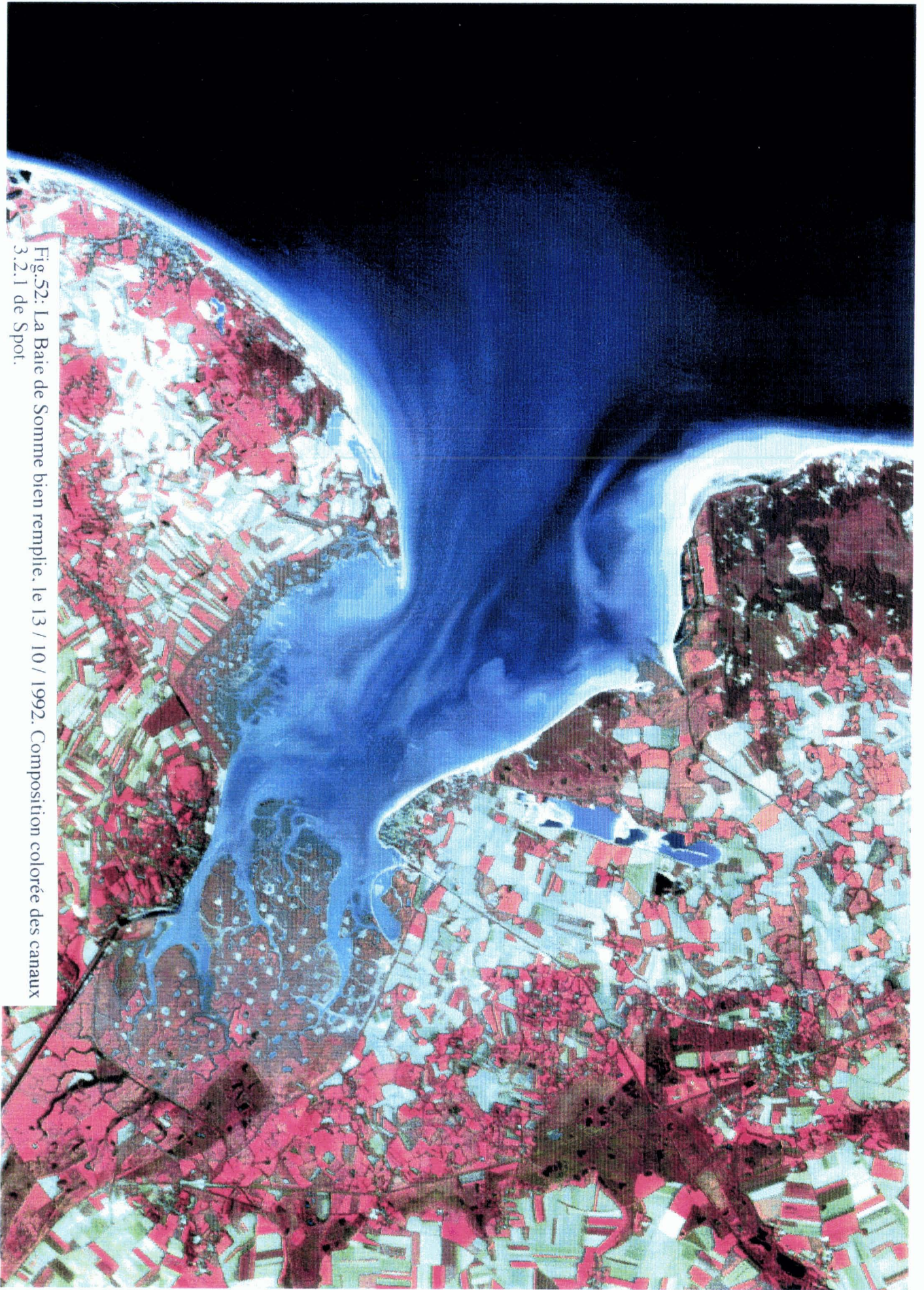


Fig.52: La Baie de Somme bien remplie. le 13 / 10 / 1992. Composition colorée des canaux  
3.2.1 de Spot.

La chronologie des images n'est pas totalement respectée puisque l'enregistrement du 14 / 05 / 1992 se trouve placé avant celui du 22 / 01 / 1992.

#### 2.2.2.2.1 - Le comblement de l'estuaire en 1989 et 1992

La composition colorée obtenue peut nous permettre de présenter un bilan de la sédimentation dans l'estuaire en 1992 en ce qui concerne les parties supérieures de l'estran. L'état des chenaux et des bancs de l'estuaire externe se rapporte aux années 1989-1990. Nous pouvons considérer que chaque ligne séparant deux ensembles de couleurs différentes a sur toute sa longueur l'altitude correspondant au niveau de la marée au moment de l'enregistrement.

-dans l'estuaire interne, nous distinguons nettement :

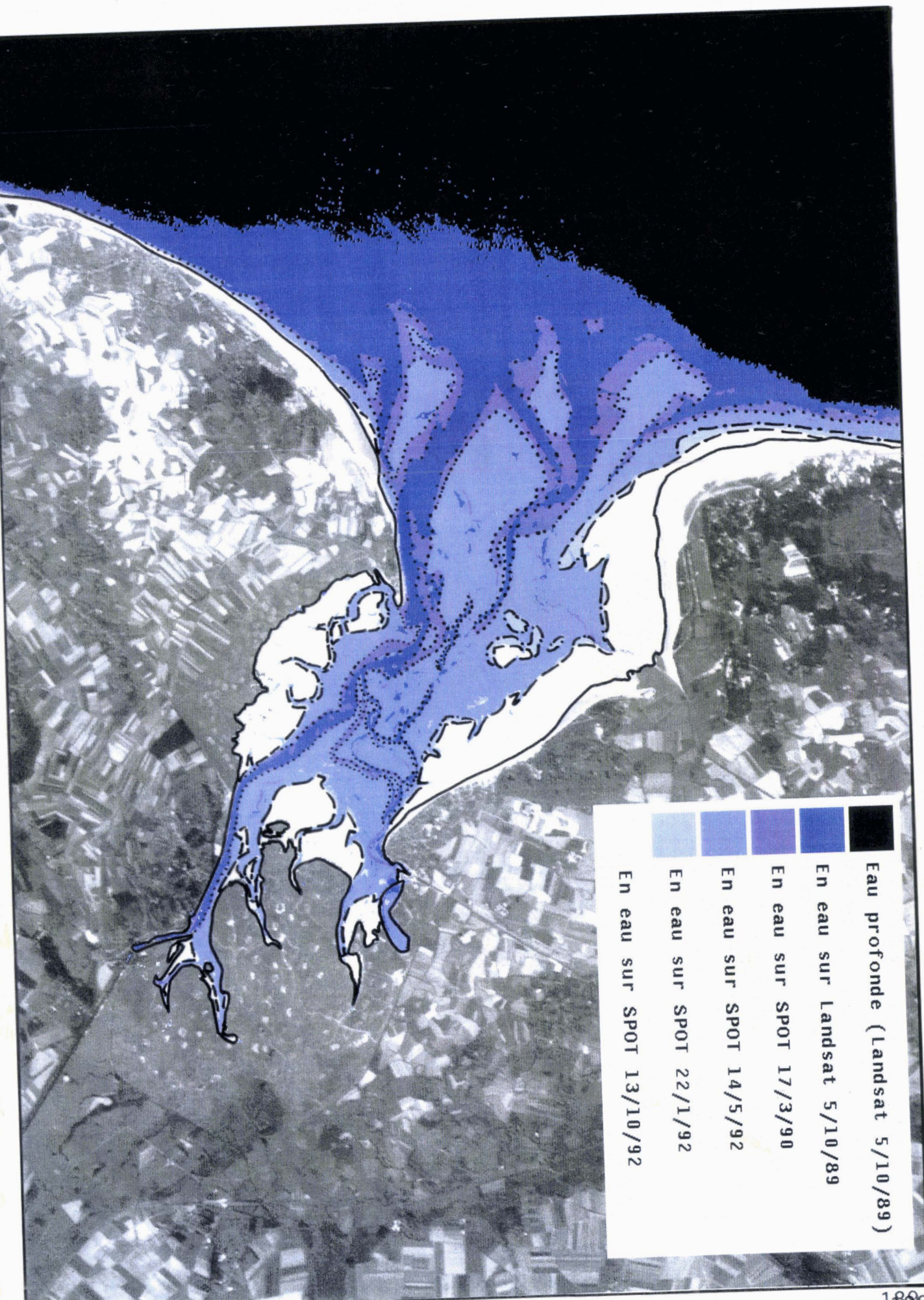
Cinq langues de schorre à plus de 9,67 m CM d'altitude : deux atteignent la ligne Le Crotoy - St Valéry, une se prolonge au delà avec quelques îlots à son extrémité et les deux plus latérales sont en retrait, celle située le long du bassin de chasse étant la plus avancée.

Dans l'axe des deux langues de schorre les plus importantes, la haute slikke, entre 9,13m et 9,67 m CM d'altitude, s'étend sur 800 à 900 m de large et 600 à 700 m de long environ. Moins vaste, elle s'allonge aussi en bordure du bassin de chasse.

- dans l'estuaire médian :

A plus de 9,67 m d'altitude, le schorre occupe au Sud toute la bordure des Bas-Champs et celle du Cap Hornu, au Nord l'embouchure de la Maye. Au sud-est de celle-ci, un banc sableux et la plage du Crotoy se situent aussi à plus de 9,67 m. Cette dernière est sans doute à plus de 10,33 m (cote maximale atteinte par la pleine mer le 22 janvier 1992). Une incertitude subsiste parce que le sable de la plage a pu se ressuyer plus vite.

Entre 9,13 m et 9,67 m d'altitude, la haute slikke s'étend à l'aval des mollières jusqu'à la ligne Cap Hornu-Pointe du Hourdel et une étendue sablo-vaseuse large de 600 à 700 m borde l'estuaire entre la Maye et le Crotoy.



- Eau profonde (Landsat 5/10/89)
- En eau sur Landsat 5/10/89
- En eau sur SPOT 17/3/90
- En eau sur SPOT 14/5/92
- En eau sur SPOT 22/1/92
- En eau sur SPOT 13/10/92

La dépression centrale a une altitude comprise entre 5,34 m et 7,32 m, voire même 9,13m le plus souvent. En effet, les deux isobathes correspondant à ces deux hauteurs d'eau sont pratiquement toujours superposées. Il y a donc une forte pente associée à la dénivellation de 1,81 m qui délimite la dépression centrale. Dans sa partie la plus basse, le chenal Est du Crotoy comme le chenal de la Somme du 17 / 03 sinuent à moins de 5,34m ; le chenal de la Somme du 05 / 10 et le chenal Ouest du Crotoy se situent à moins de 4,62 m.

- dans l'estuaire externe :

Au Nord, nous retrouvons le même zonage sur l'estran supérieur à 9,67 m. L'étendue sablo-vaseuse entre 9,13 m et 9,67 m s'élargit, particulièrement à l'arrière des flèches littorales enracinées à la Pointe de St Quentin.

Le grand banc central apparaît comme le plus " massif " au dessus de 5,34 m d'altitude. Les cotes 4,62 m et 5,34 m sont très proches, preuve de l'existence d'une pente marquée à sa périphérie. Les autres bancs sont étroits et nettement étagés.

La limite entre l'estran immergé et les eaux profondes le 5 octobre 1989 souligne l'existence d'un vaste éventail deltaïque à l'aval de l'estuaire.

#### **2.2.2.2 - Evolution du comblement de 1979 à 1992**

Si nous observons notre carte en courbes de niveau et une carte des points cotés (C.M.) établie à partir de relevés de nivellement réalisés en 1979 et 1983 (Hascoët, 1988) nous pouvons obtenir quelques indices d'évolution du comblement estuarien avec toute l'incertitude inhérente à la comparaison de l'altitude d'un point et celle d'une surface. Seuls les points repérés nettement par rapport à notre carte ont servi de base de comparaison. Ils concernent essentiellement les niveaux supérieurs de l'estran.

- La haute slikke de l'estuaire interne cotée en deux points à 8 m et 7 m en 1979 se situe au niveau 9,13 m - 9,67 m en 1992. L'exhaussement serait compris entre 1,13 m et 1,67 m pour le premier point et entre 2,13 m et 2,67 m pour le deuxième point en 13 ans, soit une élévation de 8,6 cm à 12,8 cm/an et de 16,4 cm à 20,5 cm/an en moyenne. L'exhaussement de fond de baie est donc rapide et très important. Il est plus

important dans le Nord que dans le Sud. Cela confirme la tendance observée dans les études antérieures.

- La haute slikke entre le Cap Hornu et la Pointe du Hourdel, cotée en un point à 7,70 m en 1979, est au niveau 9,13 m - 9,67 m en 1992. L'exhaussement serait compris entre 1,43 m et 1,97 m, soit une élévation de 11 cm à 15,1 cm/an. L'exhaussement semble particulièrement important dans l'angle sud-est au droit des Mollières du Cap Hornu.

- Sur la rive Nord de l'estuaire, du Crotoy à la Pointe de St Quentin, les points cotés sont rares. Au droit de la plage Nord du Crotoy, deux points sont cotés à 8 m et 7,90 m en 1979 alors que l'estran moyen est compris entre 9,13 m et 9,67 m en 1992. L'exhaussement serait compris entre 1,13 m et 1,67 m au premier point et entre 1,23 m et 1,77 m au deuxième point, soit respectivement une élévation de 8,6 cm à 12,8 cm/an et de 9,4 cm à 13,6 cm/an.

Au droit de l'Anse Bidard, un point est coté à 8 m en 1979 alors que l'estran est au dessus de 9,67 m en 1992, soit une élévation de 1,67 m en 13 ans avec une moyenne de 12,8 cm/an. Sans extrapoler outre mesure à partir de ces trois relevés, il semble qu'une tendance à la sédimentation se perpétue sur la rive Nord.

- Les points cotés relevés au centre ainsi qu'à l'aval de l'estuaire externe ne peuvent être utilisés à cause de leur éloignement par rapport aux repères côtiers.

### **2.2.3 - La Baie de Somme : éléments de la dynamique actuelle et formes associées vues par les photographies.**

Nous avons considéré que la Baie de Somme est un compartiment sédimentaire dont l'orientation est essentiellement ouest-est et qui fonctionne dans les deux sens. L'action de la marée y semble déterminante, mais se combine à celles de la houle et du vent tant pour le transport et l'accumulation dans l'estuaire que pour l'érosion sur certaines de ses rives ou sur les bancs alluviaux. La marée intervient par les courants qu'elle génère et grâce à un marnage important agit selon des durées variables sur de

larges estrans. Son action à différents niveaux du domaine intertidal ou infratidal peut s'associer au travail de la houle sur le cordon des Bas-Champs, sur le front de l'éventail de jusant ou sur la rive nord de l'estuaire.

L'action anthropique a accompagné jadis celle de la marée dans son travail de comblement tout en luttant contre l'envasement des chenaux d'accès aux ports. Aujourd'hui, l'action humaine est plus complexe comme le sont les intérêts ou les souhaits des différents acteurs de la société littorale.

### **2.2.3.1- Caractéristiques de la marée :**

En Manche orientale comme sur l'ensemble des côtes françaises, l'onde de marée est de type semi-diurne. Elle est issue de l'Atlantique et pénètre en Manche sous la forme d'une onde de marée progressive. Dans le même temps, une autre onde de marée contourne les îles britanniques par le Nord et pénètre en Mer du Nord pour finalement rejoindre, par l'intermédiaire du Pas de Calais, celle qui traverse la Manche. L'onde provenant de l'Ouest est de plus grande amplitude que celle issue de Mer du Nord. Il en résulte en Manche orientale, la superposition complexe d'une onde stationnaire et d'une onde progressive se dirigeant vers le nord-est (Dewez S., 1988).

#### **2.2.3.1.1- Les courants de marée (Fig. 54)**

Dans ce cas, les courants de marée, au large, ont en théorie les caractères suivants (S.H.O.M., 1968) :

- le flot est le courant qui porte dans le sens de propagation de l'onde incidente. Il commence à l'étale entre la basse mer et le mi-montant puis il est maximum entre le mi-montant et la pleine mer.

- le jusant porte dans le sens opposé. Il commence à l'étale entre la pleine mer et le mi-perdant et il est maximum entre le mi-perdant et la basse mer.

Les phénomènes sont en réalité plus complexes. Toutefois, au large de la baie de Somme, ils correspondent assez bien à la théorie. Les courants sont circulaires dans le sens trigonométrique. Le flot de marée est le plus rapide à PM-2h, avec une direction SO-NE. Il dure 4h (situation de vive-eau moyenne). Le jusant a une vitesse maximale à



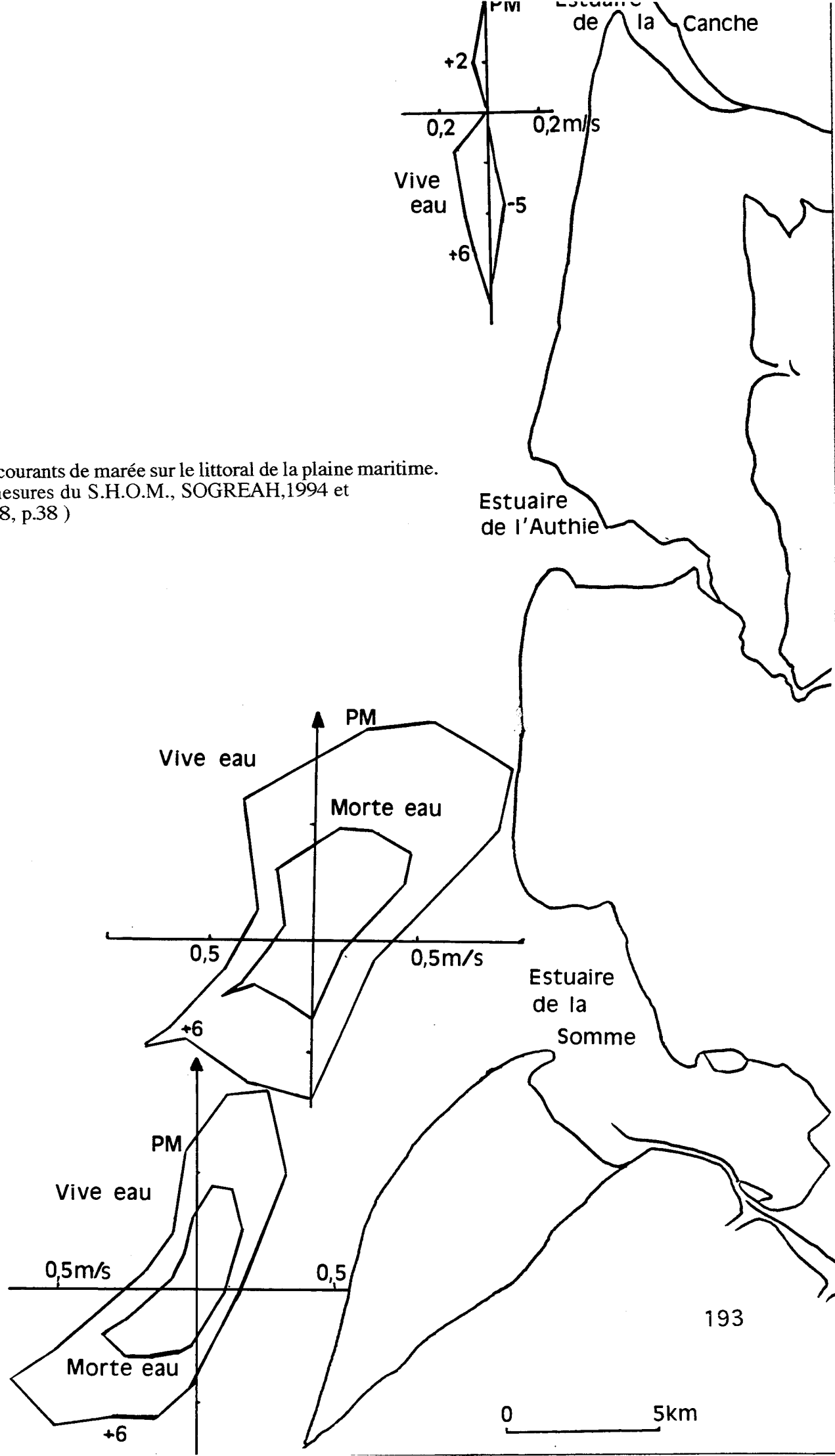


Fig.54: Les courants de marée sur le littoral de la plaine maritime.  
 ( sources: mesures du S.H.O.M., SOGREAH,1994 et Dewez,1988, p.38 )

PM+5h, avec une direction NE-SO. Il dure 6h. Au large des Bas-Champs, les courants sont alternatifs. Le flot porte au NNE à une vitesse de 0,9 m/s et le jusant porte au SSO à une vitesse de 0,8 m/s.

### 2.2.3.1.2 - Les courbes de marée

Les courbes de marée réalisées par Demarcq, Regrain et Rudelle (1979, p. 33) à partir d'un relevé effectué le 31 août 1881 simultanément à St Valéry, Cayeux, Le Crotoy, Le Hourdel et à la pointe de St Quentin, permettent de comparer l'évolution du niveau de l'eau le long du littoral. A Cayeux et à la pointe de St Quentin, les courbes sont symétriques et sinusoïdales : la durée du flot est identique à celle du jusant. Dans la baie de Somme, le phénomène est nettement dissymétrique : compte tenu du niveau de la baie, la mise en eau débute au moment où la variation de niveau est la plus rapide, ce qui entraîne des vitesses de courant très importantes.

La nette dissymétrie est confirmée par la courbe des marées réalisée en 1977, à partir de relevés du Crotoy (Demarcq et *al.*, 1979, p.31). Le flot dure en moyenne deux heures et le jusant le double. Cette dissymétrie s'explique par la topographie de l'estuaire, la pente faible et l'influence des frottements de la lame d'eau freinée au flot et retardée au jusant.

### 2.2.3.1.3 - Le marnage

Le marnage croît le long des côtes normandes, passant de 8,50 m à Dieppe (PMVE, coefficient 95) à 8,55 m au Tréport. Il atteint 8,60 m (en PMVE) à Cayeux / Mer (SOGREAH, 1994) et approche probablement les 9 m dans la Baie de Somme compte tenu de son impact sur l'onde de marée.

## **2.2.3.2 - La domination des processus d'accumulations sédimentaires**

### **2.2.3.2.1 - L'action de la marée et le schorre de la baie interne et médiane.**

#### **2.2.3.2.1.1 - L'action de la marée**

La marée vide et remplit partiellement la baie deux fois par jour. L'important volume oscillant entraîne dans les passes des courants alternatifs dont la direction est perpendiculaire à celle des courants du large et à la dérive littorale. Cet effet d'épi hydraulique détourne à son profit les transits sédimentaires pour construire un delta de marée.

Les apports sédimentaires actuels sont soit d'origine terrestre, l'érosion des falaises fournissant outre des galets de silex, des éléments calcaires fins en suspension dans l'eau, soit d'origine fluviale, soit enfin d'origine marine, des sables et vases provenant des fonds remaniés par les courants (Hascoët, 1988). Une érosion des fonds entre les isobathes 0 et 5 m a été constatée par le L.C.H.F (Fig. 46).

Le flot pousse les sédiments dans la baie et le jusant les entraîne partiellement vers l'ouest en construisant l'éventail d'aval. Celui-ci est constitué de mégarides transversales aux versants dissymétriques, versant d'épandage en pente douce côté ouest dans celles d'aval. " Le delta externe fonctionne donc comme un dispositif de by-pass qui prend en charge temporairement les transits sédimentaires littoraux et pré-littoraux et les redistribue en partie vers la baie, et en partie vers la dérive littorale" (Broquet, 1985, p. 25).

Les courants de marée sont donc étroitement impliqués dans le comblement général de la baie. Le schorre des parties interne et médiane de la baie est étroitement lié aux apports de la marée et à l'action de la végétation.

#### 2.2.3.2.1.2 - Le schorre de la baie de Somme: éléments de morphologie

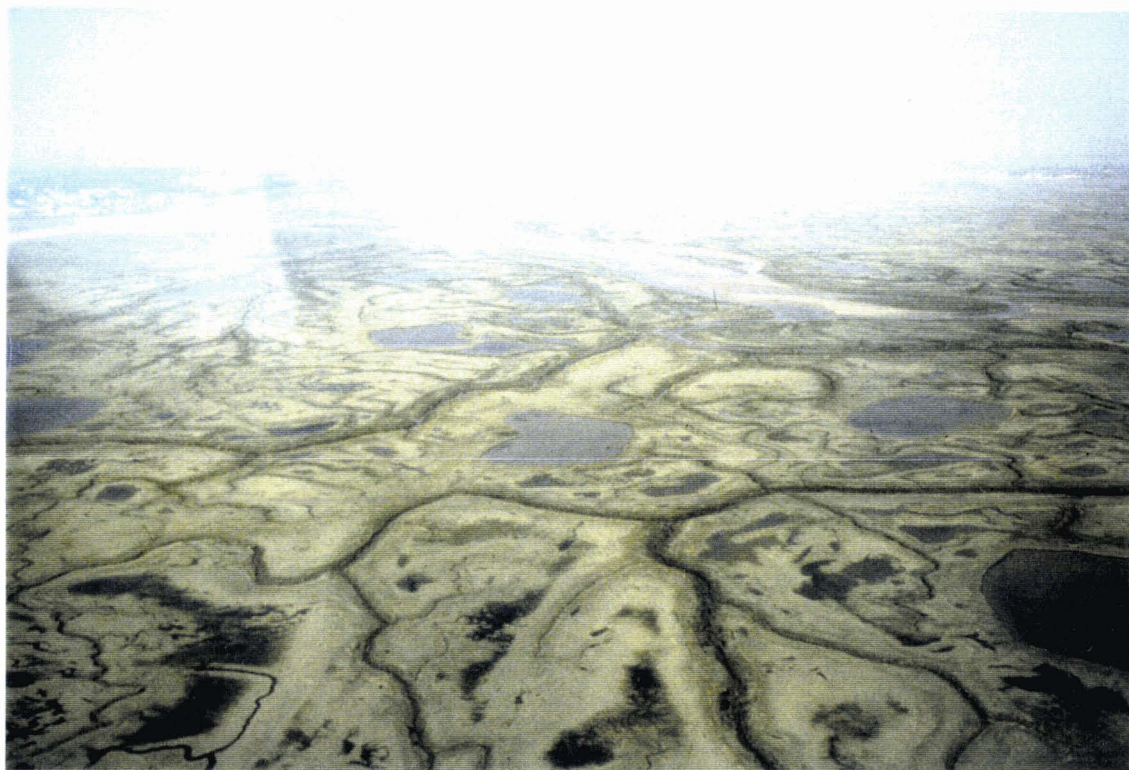
Grâce aux photographies aériennes obliques, nous pouvons présenter certains aspects de la morphologie du schorre, son réseau hydrographique, ses reliefs et sa végétation. Nous distinguons une forme majeure (le réseau hydrographique) et des formes mineures (les dépressions fermées et les talus).

Au fond de la baie de Somme, le très vaste schorre est drainé par un réseau moyennement dense de chenaux encaissés (Fig. 55a et 55b). Leurs nombreuses sinuosités sont soulignées par la couleur verte de la végétation qui les borde. Le réseau élémentaire de chenaux ressemble au réseau penné étalé dans les vases décrit par Verger (1968, p. 260). Les drains les plus petits, grossièrement orthogonaux et légèrement encaissés dans chaque "parcelle" de schorre, raccordent celle-ci au fond des grands chenaux.

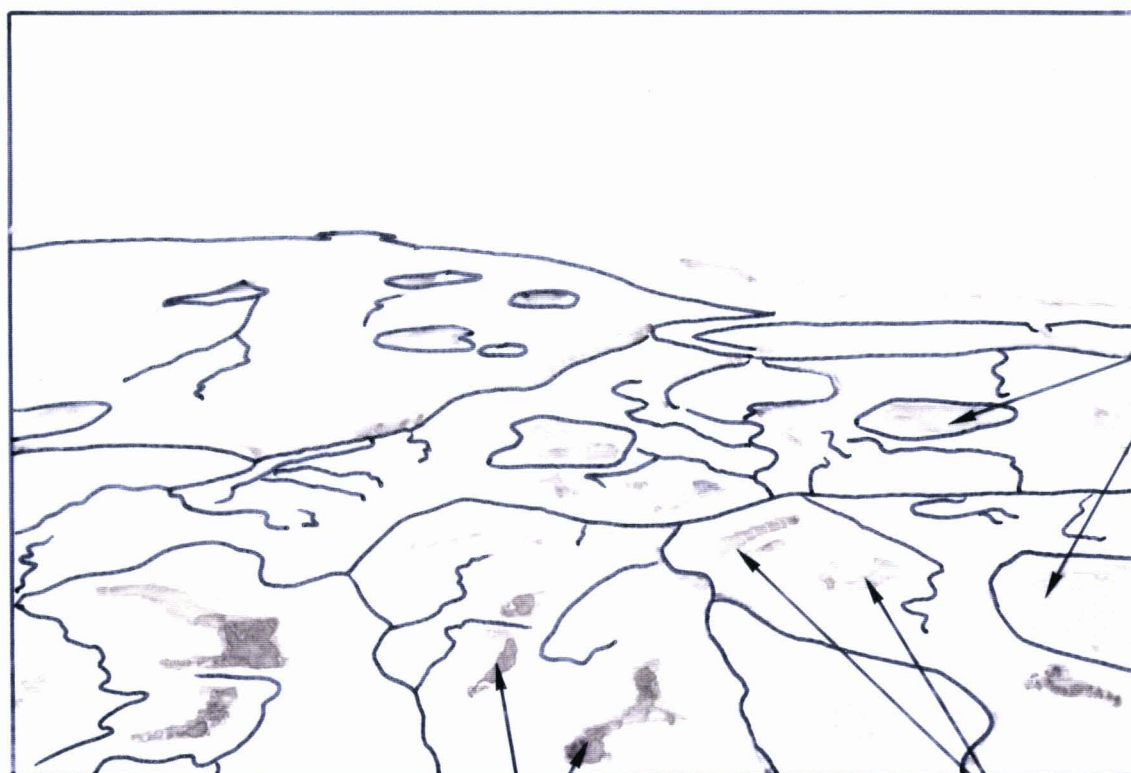
Les nuances de couleurs des végétaux du schorre peuvent être des indices permettant de comprendre la microtopographie. En suivant un transect du bord supérieur des chenaux importants jusqu'au centre d'une "parcelle" de schorre, les végétaux passent du vert au jaune. Peut-être s'agit-il comme le décrit Verger (1968, p. 314) dans les schorres, de l'association de l'Obione sur les levées de bordure des chenaux bien égouttées et de Puccinellie maritime sur la légère dépression centrale. L'herbe vivace qu'est la Puccinellie maritime ne serait pas en pleine activité de production chlorophyllienne. Celle-ci pourrait avoir été retardée par une submersion récente du schorre.

Au centre des "parcelles" de schorre, les dépressions fermées sont occupées soit par de grandes mares, soit par de petites mares ou des secteurs humides où l'eau recouvre à peine la végétation. Les grandes mares sont d'origine anthropique. Leur taille, leurs formes plus ou moins géométriques et le volume d'eau qu'elles contiennent ne laissent aucun doute sur leur origine. Elles ont été creusées par l'homme pour la chasse aux canards sauvages que les chasseurs pratiquent à l'affût, dissimulés dans des huttes. Les petites mares diffèrent des précédentes par leur faible surface, leurs formes plus sinueuses et par leur position souvent excentrée. Elles se rapprochent par leur allure des flaques qui occupent quelques dépressions. Selon la terminologie proposée par Verger (1968, p. 307), ce seraient des "dépressions secondaires", résultant d'un

Fig.55a: Le schorre du fond de la Baie de Somme.( photo. aérienne, P.Picouet, 29 / 04 / 1994 )  
Fig.55b: Croquis: éléments de morphologie du schorre.



NO  
↑



mares  
anthropiques

secteurs humides

dépressions  
secondaires

197

"comblement partiel de chenaux, ou au contraire de l'érosion verticale du schorre". Les figures 56a et 56b nous montrent deux exemples de dépressions peut-être formées par comblement de chenaux. Le tracé de l'une, longue et rectiligne, suggère une genèse par sédimentation au fond d'un chenal. La position de l'autre, en tête d'un réseau de deux ou trois chenaux élémentaires, évoque plutôt une création par la désorganisation du drainage ancien.

Impossibles à observer vus d'avion le long des chenaux de faible largeur, les talus sont visibles en bordure du schorre, au contact avec une slikke large bien dégagée (Fig.57a et 57b). Bien qu'il soit très difficile d'apprécier la hauteur des talus, il est possible d'en observer le profil. La pente est verticale à l'amont et de 45° environ à l'aval. Dans ce secteur, le profil est relativement rectiligne voire parfois légèrement convexe. Ces talus, au niveau de la haute slikke, sont dans leur secteur aval alimentés par les laisses de pleine mer. Au moment de la submersion par la marée, l'eau chargée de sédiments très fins est freinée par la hauteur des dépôts précédents et abandonne sa charge. Lorsque le talus de haute slikke est à l'abri du flot (Fig. 57b), quelques végétaux pionniers du type de la spartine ou des salicornes s'y installent en contribuant ainsi au colmatage. Nous pouvons penser que l'allure de ces talus s'inscrit dans le processus " d'extension progressive simple" du schorre décrit par Verger (1968).

#### **2.2.3.2.2 - L'action combinée de la marée et d'autres facteurs naturels**

Certaines accumulations de détail très visibles sur la composition colorée en couleurs naturelles associent les courants de marée à d'autres facteurs dans des actions combinées plus ou moins complexes.

##### **2.2.3.2.2.1 - Le petit delta, à l'embouchure de la Maye**

Il est formé de deux " pointes aux herbes " dissymétriques résultant d'un processus bien décrit (Verger, 1968, p. 295). Le flot fréquemment renforcé par le vent d'ouest

Fig.56a: Le schorre du fond de la Baie de Somme.( photo. aérienne, P.Picouet, 29 / 04 / 1994 )  
Fig.56b: Croquis: exemples de dépression dans le schorre.

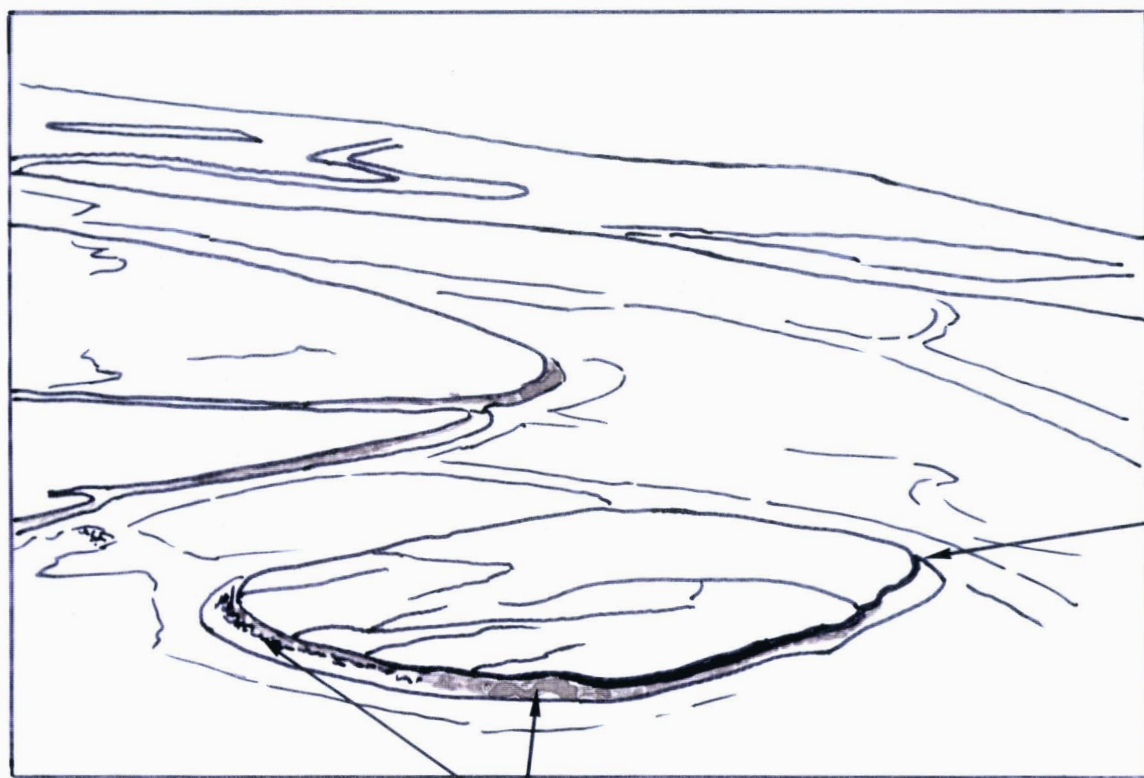


dépression en  
tête de réseau

dépression longue  
et rectiligne

Fig.57a: Le schorre devant St-Valéry-sur-Somme.( photo. aérienne, P.Picouet, 29 / 04 / 1994 )

Fig.57b: Croquis: un îlot de schorre.



talus de la  
haute  
slikke

200

haute slikke  
végétalisée



reprend des sédiments non fixés dans le chenal de la Maye et les répand sur sa rive gauche en l'exhaussant et l'élargissant. Ainsi s'est construite la Pointe à Guille. Au sud-est de celle-ci, les sables en transit, transportés par les courants ou les vents sur le vaste estran découvert, sont piégés. Par calme plat et sous l'action du jusant s'édifie une pointe de rive droite toutefois moins proéminente (Fig. 58a, 58b).

#### **2.2.3.2.2.2 - Le Banc de l'Ilette et la flèche sableuse dans le secteur de la Pointe de St Quentin**

Ils correspondent à un processus plus complexe. Briquet y situait un musoir en 1930. La configuration du trait de côte, vue sur l'image satellitale de 1989, n'est pas sans le rappeler. Cependant y est accolé aujourd'hui le vaste Banc de l'Ilette prolongé par un autre banc jusqu'à l'Anse Bidard en avant de laquelle s'étendent d'importants amas sableux terminés en crochets vers le sud-est. La Pointe de St Quentin n'est plus un musoir actuellement (Flament J., 1992).

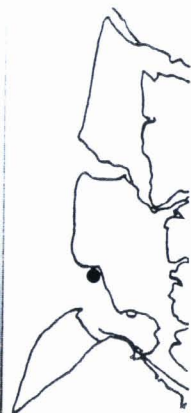
##### **2.2.3.2.2.2.1- L'état des lieux avec les photographies aériennes de 1994**

Les photographies aériennes du 29 / 04 / 1994 permettent une description plus précise du secteur de la Pointe de St-Quentin.

Le Banc de l'Ilette (Fig. 59a, 59b) a la forme d'un vaste croissant convexe face à la mer, épousant grossièrement la Pointe de St-Quentin à laquelle il est collé. Sa face externe est constituée de deux alignements de dunes: des dunes embryonnaires partiellement colonisées par une végétation de couleur verte, peut-être le chiendent des sables (signalé par Lefèvre et *al.*, 1979) et des dunes bordières bien visibles parce qu'elles sont couvertes d'une végétation brunâtre. Son flanc interne, moins élevé et en pente douce, est parcouru par quelques chenaux. Le couvert végétal semble plus continu à proximité du chenal qui sépare encore le Banc de l'Ilette de la Pointe de St-Quentin.

Le 29 / 04 / 1994, à 10H 30 locale, la marée de coefficient 95 est basse mais le chenal est encore en eau alors que l'estran est largement découvert. Le chenal est donc encore actif au moins lors des marées de fort coefficient.

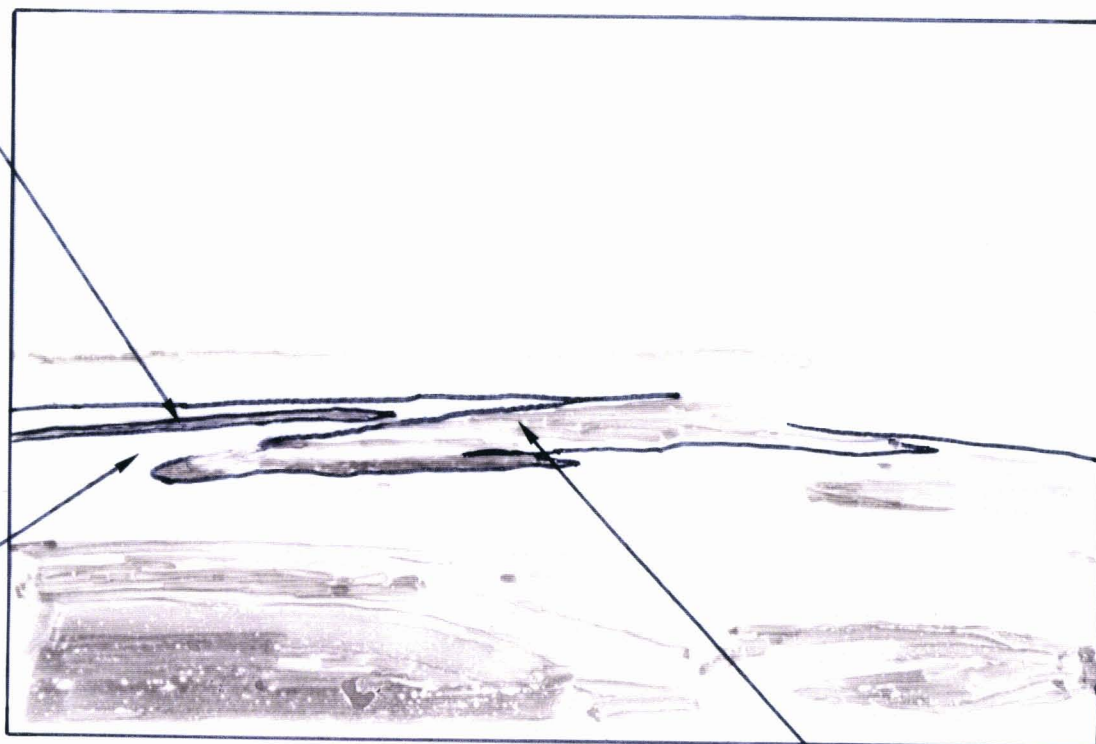
Fig.58a: L'embouchure de la Maye.( photo. aérienne, P.Picouet, 29 / 04 / 1994 )  
Fig.58b: Croquis: les "pointes aux herbes".



NE  
↑

pointe de  
rive droite

la Maye

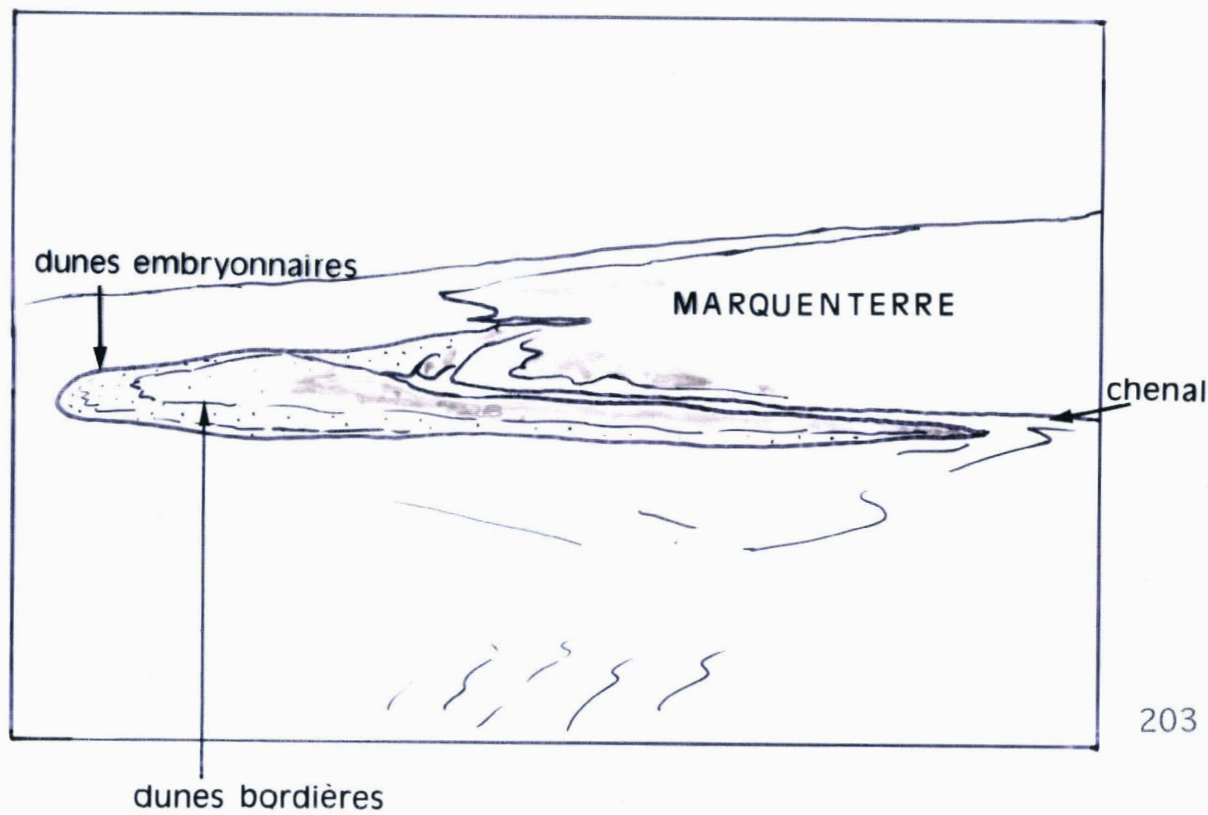


Pointe à Guille

Fig.59a: La Pointe de St-Quentin. ( photo.aérienne, P.Picouet, 29 / 04 / 1994 )  
Fig.59b: Eléments de la morphologie du Banc de l'Illette.



N NO  
↑



### 2.2.3.2.2.2- Essai d'explication

Dans le secteur de la Pointe de St-Quentin, la dynamique actuelle, complexe, semble favorable à la sédimentation. Nous pouvons considérer trois éléments d'explication. Deux expriment une tendance déjà observée par les auteurs, Hascoët (1988), Bérard et Vergne (1985), le troisième est lié à l'évolution de l'estuaire de la Somme et de son chenal principal.

Hascoët (1988, p. 186) explique la sédimentation dans le secteur par le déphasage des courants rapportés à la pleine mer ou à la basse mer devant le littoral picard. " Vers pleine mer -4h, la renverse des courants a lieu et le flot s'établit dans la baie. Il devient maximum et s'oriente vers le nord-nord-est à pleine mer -2h, entraînant dans cette direction les sédiments apportés par le courant de houle. Vers pleine mer + 1h, la mer commence à se retirer alors que le courant de flot, encore très fort, est orienté vers le nord-nord-ouest. Le retrait de la mer provoque le dépôt d'une partie des sédiments transportés tandis que l'autre partie est poussée par le courant vers le Nord -Ouest. A la deuxième renverse des courants qui a lieu à pleine mer +2h, leur vitesse est très faible, la partie des sédiments poussée vers le Nord-Ouest se dépose à son tour sous forme d'amas sableux à l'entrée nord-ouest de la baie. "

Hascoët explique donc ainsi la formation d'une longue flèche sableuse encore fractionnée dans l'axe des crêtes de bas de plage du Marquenterre et se prolongeant en avant de l'Anse Bidard et du Banc de l'Ilette tout en se recourbant vers l'intérieur de l'estuaire dans sa partie terminale. Elle a l'allure d'un contre-poulier.

La flèche semble suffisamment élevée pour orienter le flot et créer des conditions d'abri à l'arrière, favorables à la sédimentation.

Bérard et Vergne (1985) complètent cette explication en évoquant le rôle des apports éoliens, facilités sur l'estran largement découvert à marée basse. Les dunes embryonnaires de la face externe des bancs semblent bien alimentées par la dynamique éolienne.

Un troisième élément d'explication nous paraît associé à l'évolution de l'estuaire. Le comblement des rives nord de l'estuaire, naturel et anthropique, a placé le chenal

principal de la Somme au sud de l'estuaire, au plus près de la Pointe du Hourdel. Ceci peut actuellement changer la dynamique dans le secteur de la Pointe de St-Quentin et contribuer à "inactiver" le musoir.

## Conclusion

**Les dynamiques actuelles au droit de la Pointe de St-Quentin tendent à une accumulation de sédiments. Ce phénomène est sans doute dû aux actions complexes de multiples facteurs (courants de marée, dérive littorale, déflation éolienne). Par l'endiguement du Parc du Marquenterre achevé en 1975, l'homme est peut-être devenu (Bérard, Vergne, 1985) un acteur non négligeable dans cette évolution. Qu'elles soient intentionnelles ou involontaires, les interventions anthropiques participent, modérément depuis le Moyen Age et fortement depuis l'époque Moderne, à l'évolution de la baie de Somme.**

### 2.2.3.2.3 - L'action combinée ancienne de la marée et de l'homme

#### 2.2.3.2.3.1 - Rappel historique

Les digues représentent en effet un des éléments d'une action anthropique souvent fondamentale dans le rétrécissement et le comblement de la Baie de Somme. Les travaux d'endiguement ne commencent pas à l'époque moderne mais s'amplifient et leurs effets sont souvent plus durables.

Au XVIII<sup>ème</sup> siècle débute le barrage du Val de Rue qui sera achevé en 1837 par la construction de la digue Delahaye. Le gain de terre s'affirme en 1860 avec la réalisation de la renclôture du Gros Riez (Fig. 25).

Enfin, ultimes étapes contemporaines dans le secteur, de 1960 à 1976 des renclôtures successives étendent les terres dans le Val de Rue et surtout au Sud du Marquenterre.

En 1854, une digue barre partiellement le fond de l'estuaire. Subsiste encore un pont de 1300m au milieu de l'estuaire interne. Celui-ci sera totalement barré par la " la digue du chemin de fer " en 1911. La progression des terres est aussi importante que sur la rive Nord. Ainsi, en 1861, est construite la renclôture Elluin.

Au Sud de l'estuaire, et plus précisément dans les Bas-Champs, s'achève à la même époque l'extension des terres par le doublement partiel et le prolongement des digues Marine et de la Gaîté.

Le travail des hommes a donc accompagné le comblement naturel de l'estuaire mais l'a aussi parfois accéléré. L'endiguement du chemin de fer a privé les chenaux du vaste bassin de chasses naturel que constituait le fond de la baie. La digue construite en 1964, à l'aval du Cap Hornu, pour orienter la Somme favorise l'exhaussement de la slikke sur son flanc gauche.

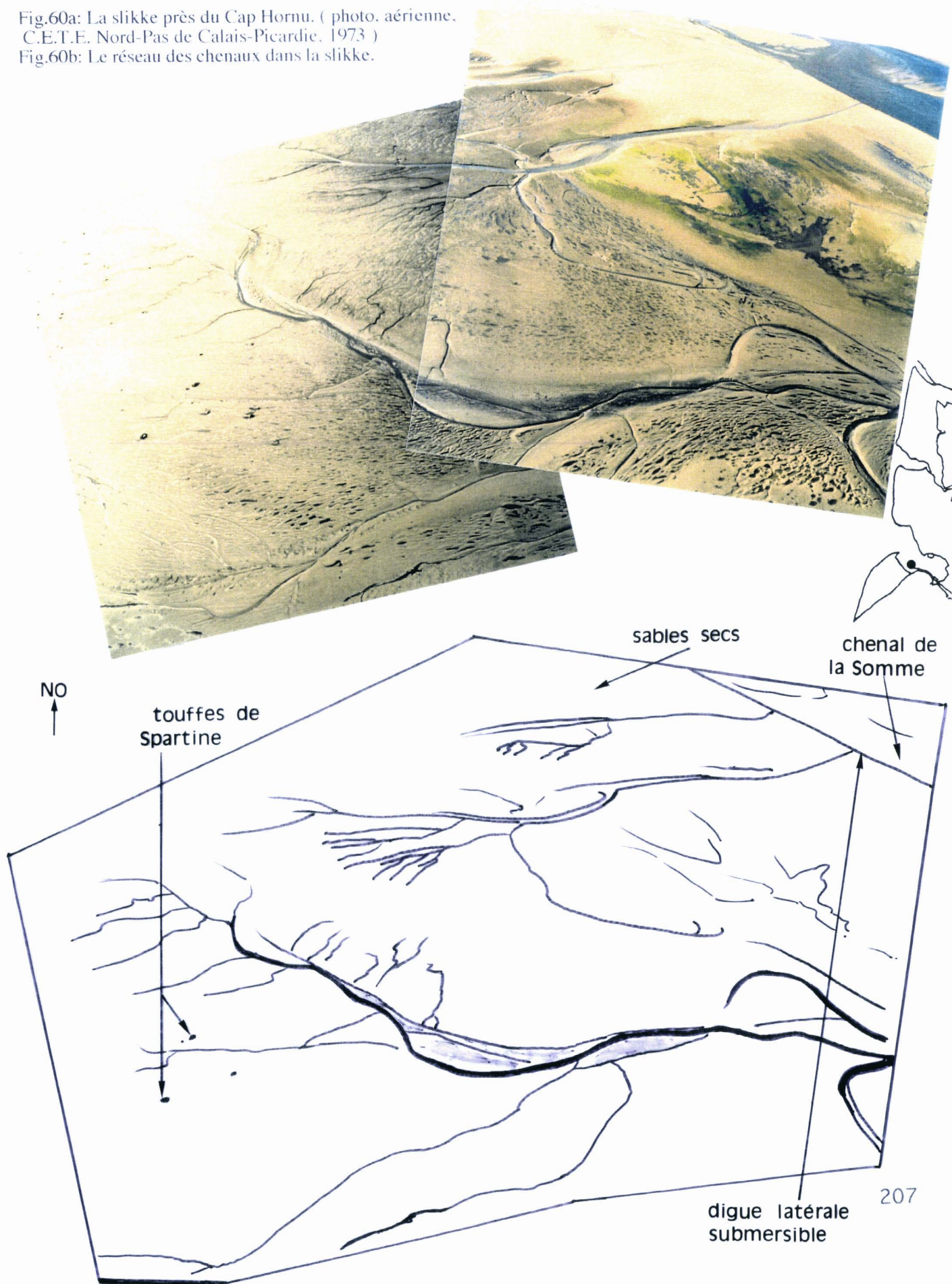
#### **2.2.3.2.3.2 - Un exemple de l'action combinée : l'évolution de la slikke proche du Cap Hornu**

Depuis plus le XIXème siècle, à l'abri des vents dominants et des courants les plus violents, un schorre s'est étendu entre la Pointe du Hourdel et le Cap Hornu. Depuis plus d'une trentaine d'années, en avant du schorre, le colmatage de la slikke s'est accéléré près du Cap Hornu.

A l'aide de trois documents photographiques dont deux sont datés de 1973 (source: C.E.T.E. Nord Pas de Calais- Picardie) et le troisième de 1994 (source: le vol du 29 / 04), quelques aspects de l'évolution de la slikke proche du Cap Hornu peuvent être analysés.

En 1973, le réseau des chenaux (fig. 60a, 60b) semble caractéristique du stade 2 dans l'évolution de la slikke décrite par Verger (1968, p. 259). Le colmatage par les vases, amène la slikke au dessus du niveau des pleines mers de plus petite morte eau. Quelques petites touffes de spartine sont visibles. Les chenaux secondaires disparaissent en partie tandis que les chenaux principaux s'encaissent dans la slikke.

Fig.60a: La slikke près du Cap Hornu. ( photo. aérienne, C.E.T.E. Nord-Pas de Calais-Picardie, 1973 )  
Fig.60b: Le réseau des chenaux dans la slikke.



"De courts affluents grossièrement orthogonaux raccordent la surface de la slikke au fond des chenaux principaux et donnent au réseau une allure pennée étalée".

Vers l'aval, à proximité du chenal de la Somme et de sa digue de rive gauche construite en 1965, le réseau de chenaux change d'allure. La densité des chenaux diminue sensiblement. Les très nombreuses rigoles de ruissellement et les petits trous d'eau alignés dans le sens de l'écoulement sur la vase disparaissent totalement en quelques dizaines de mètres. Seuls subsistent les chenaux principaux perpendiculaires à la Somme. Il peut s'agir d'un indice de changement de nature des dépôts. L'opposition entre les sables secs et les vases humides est un deuxième indice. En bordure de la digue, des dépôts sableux sans doute fluvio-marins se sont accumulés, peut-être sont-ils légèrement plus élevés que les vases.

En 1994 (Fig. 61a, 61b), la slikke s'est élevée et le tapis végétal s'est étendu jusqu'aux abords de la digue de la Somme. Ainsi, afin de lutter contre la divagation du chenal de la Somme, la construction d'une digue latérale submersible a favorisé le colmatage près du Cap Hornu.

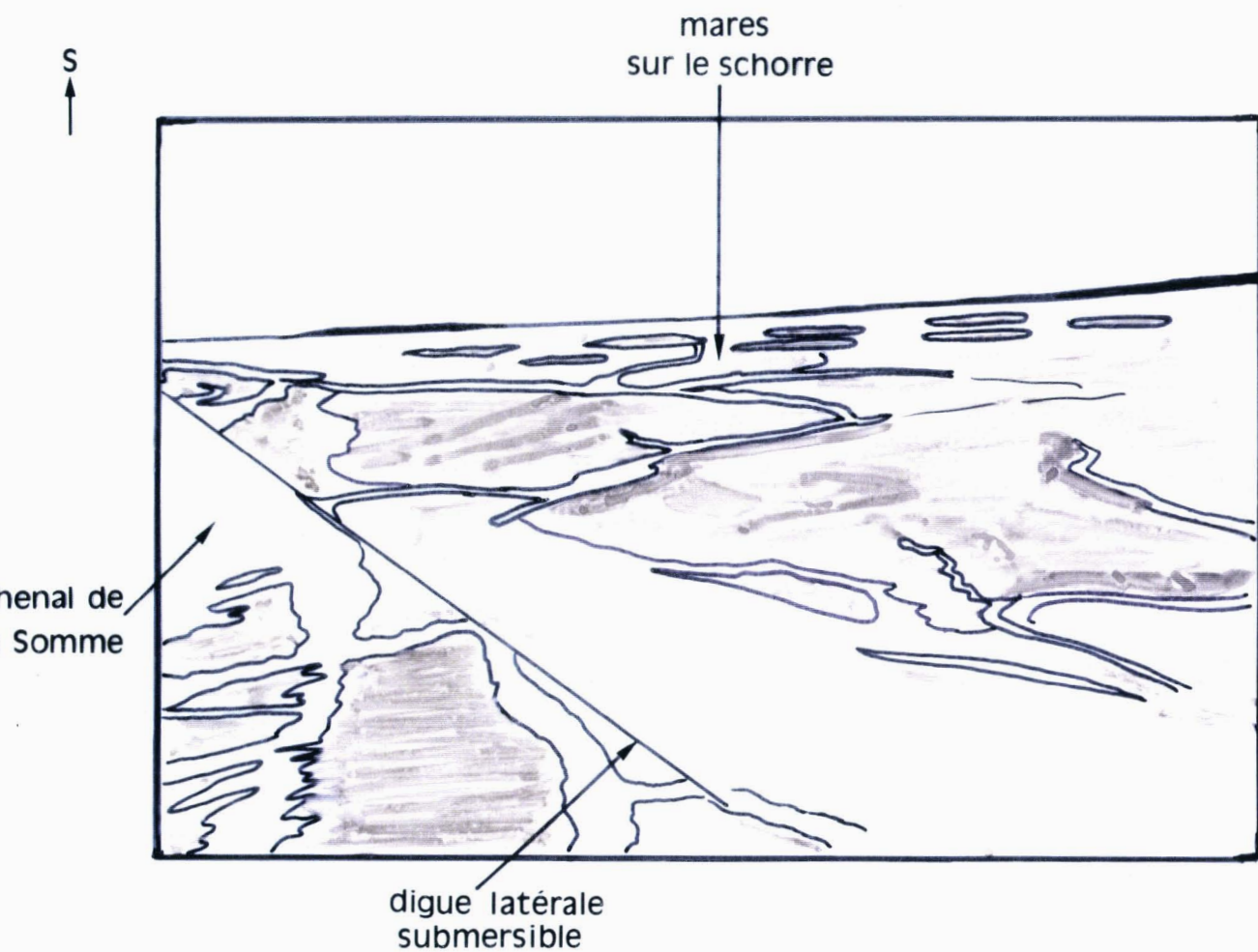
### **2.2.3.3 - L'homme et la lutte contre les accumulations sédimentaires**

La volonté de maintenir l'accès à la mer a toujours été manifeste. On a construit les bassins de chasse du Hourdel (1837) et du Crotoy (début des travaux en 1862-1865) mais leur efficacité a été remise en cause par leur envasement. Des curages épisodiques sont réalisés en 1854, 1891 au Hourdel, mais ce bassin, totalement envasé, est abandonné en 1930. Le bassin du Crotoy, récemment partiellement curé et son écluse reconstruite, peut à nouveau fonctionner et faciliter la vidange satisfaisante du chenal d'accès au port de plaisance dont le parcours semble, encore en 1989, bien chaotique.

La canalisation de la Somme jusqu'à la mer en l'orientant au Sud de la baie par la voie la plus directe, paraît bien affirmée sur les images satellitales. Le comblement plus important du Nord de la baie et les digues submersibles ou insubmersibles construites à l'amont et à l'aval de St Valéry conduisent aujourd'hui la Somme au plus près de la Pointe du Hourdel, ce qui maintient l'accès au port du Hourdel.



Fig.61a: La slikke près du Cap Hornu. ( photo. aérienne, P.Picouet, 29 / 04 / 1994 )  
Fig.61b: Croquis: progression de la slikke à l'arrière  
de la digue latérale en rive gauche du chenal de la Somme.



#### **2.2.3.4 - L'homme et la défense de la côte**

Dans un estuaire dominé par les processus d'alluvionnement mis en évidence par les images satellitales et confirmés par les photographies aériennes, des secteurs localisés peuvent être menacés. Le travail de terrain révèle un secteur sensible aux agressions marines, la bordure méridionale du Parc du Marquenterre.

##### **2.2.3.4.1 - L'action agressive de la houle et du flot**

Par sa position sur le musoir et surtout son orientation, la digue dunaire du Parc peut être exposée à l'action agressive des houles. Deux secteurs paraissent particulièrement sensibles (Fig. 25a, 25b): l'angle sud-ouest de la digue et le flanc orienté ONO - ESE, au nord de la Voie de Rue. Queffeulou (1992) a montré, en utilisant un programme de modélisation mathématique de réfraction (VAG) que les houles de sud-ouest voire d'ouest - sud-ouest pénètrent dans la baie sans toutefois dépasser la ligne Pointe du Hourdel - embouchure de la Maye.

Lors des tempêtes de l'hiver 1989-1990, la dune bordière a été gravement menacée de rupture, au moment de la marée haute, sous l'action combinée de fortes houles générées par un vent de SO à Ouest et de marées à forts coefficients (102-104 les 26 et 27 février 1990).

##### **2.2.3.4.2 - La protection contre l'érosion marine**

Pour parer à cette menace, un barrage en rondins inclinés au pied de la dune, renforcé par des poteaux de soutènement et rendu étanche par un film plastique a été installé. La résistance semble toutefois insuffisante; les rondins se cassent et les fixations métalliques se disloquent (Fig. 63). Meur (1993, p. 107), évoquant l'efficacité de ce type d'ouvrage, souligne que " dans l'ensemble, la trop faible résistance du matériau ou sa mauvaise fixation a entraîné la destruction du dispositif sur les sites exposés."

Fig.62: La digue du Parc ornithologique du Marquenterre, essai d'une protection par des poches grillagées remplies de galets.(photo., P.Picouet, 2 / 05 / 1995 )



Fig.63: La digue du Parc, destruction partielle du barrage de rondins.(photo., P.Picouet, 2 / 05 / 1995)



Ce constat s'étant avéré en quelques endroits, le système est complété par l'apport de vastes poches grillagées remplies de galets, placées au pied du barrage en rondins (Fig. 62).

### Conclusion :

Le colmatage de la Baie de Somme est un phénomène ancien et qui se poursuit actuellement. Bien que difficiles à comparer (du point de vue des dimensions) compte tenu de leurs différences d'échelle et de source d'information, les croquis morphologiques de 1968 (Fig. 65) et de 1992 (Fig. 64) le suggèrent. Les informations satellitales obtenues à différents états de marée nous offrent une vision relativement fine de l'élévation de la slikke, à l'avant des langues de schorre de fond de baie, et dans le secteur compris entre le Cap Hornu et la Pointe du Hourdel. Dans ce dernier, basse slikke, haute slikke et schorre se distinguent bien sur le croquis de 1992, ce qui était sans doute plus difficile à voir sans l'apport des images satellitales.

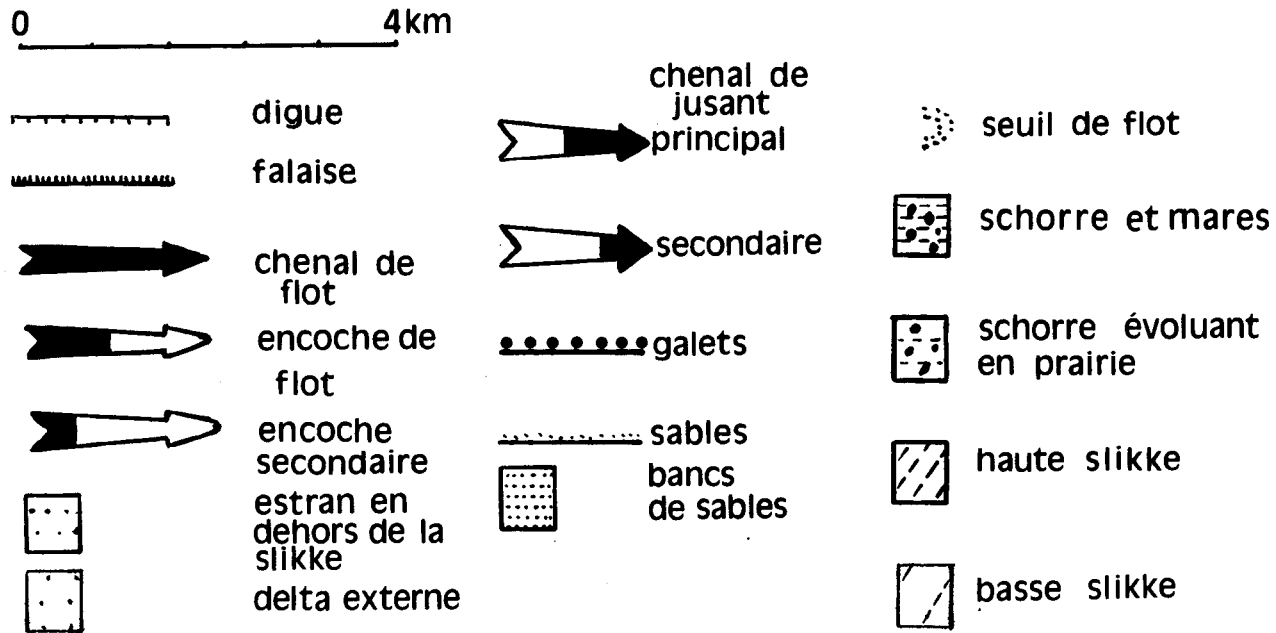
Dans l'estuaire externe, la finesse des informations est aussi remarquable; quelques aspects de la topographie des bancs de sable, leur position et l'importance de la longue flèche encore submersible, enracinée dans le secteur de la Pointe de St-Quentin en constituent les apports les plus intéressants. Les bancs de sable ont sensiblement changé dans leur position et dans leur forme, en relation avec les déplacements des chenaux.

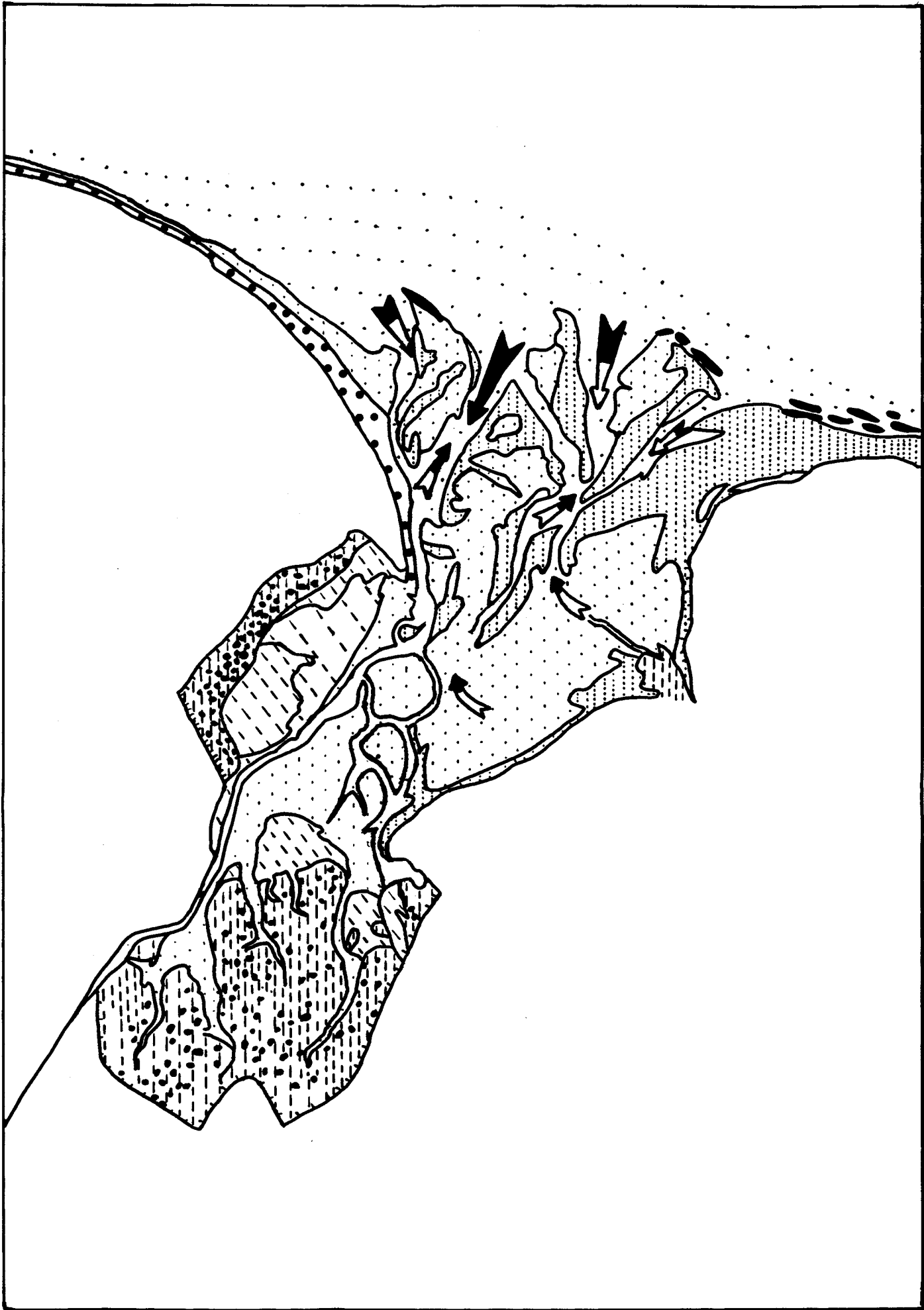
Le chenal principal de la Somme reste nettement orienté au sud de l'estuaire et longe la Pointe du Hourdel. Le chenal du Crotoy présente un tracé très aléatoire et rejoint difficilement la Somme au nord du Hourdel. Deux nouvelles encoches de flot apparaissent au nord de l'estuaire externe, rompant les crêtes de bas de plage remarquées par Verger.

Il semble donc que les changements de formes et de fonctionnement les plus visibles concernent la partie nord de l'estuaire externe.

Acteur important et ancien dans l'évolution estuarienne, (les renclôtures ont accompagné voire parfois accéléré le comblement de la baie en la rétrécissant), l'homme poursuit ses interventions depuis les années 1960; il a endigué le Parc du Marquenterre,

Fig.64: La Baie de Somme, croquis morphologique réalisé à partir des informations extraites des images satellitales.





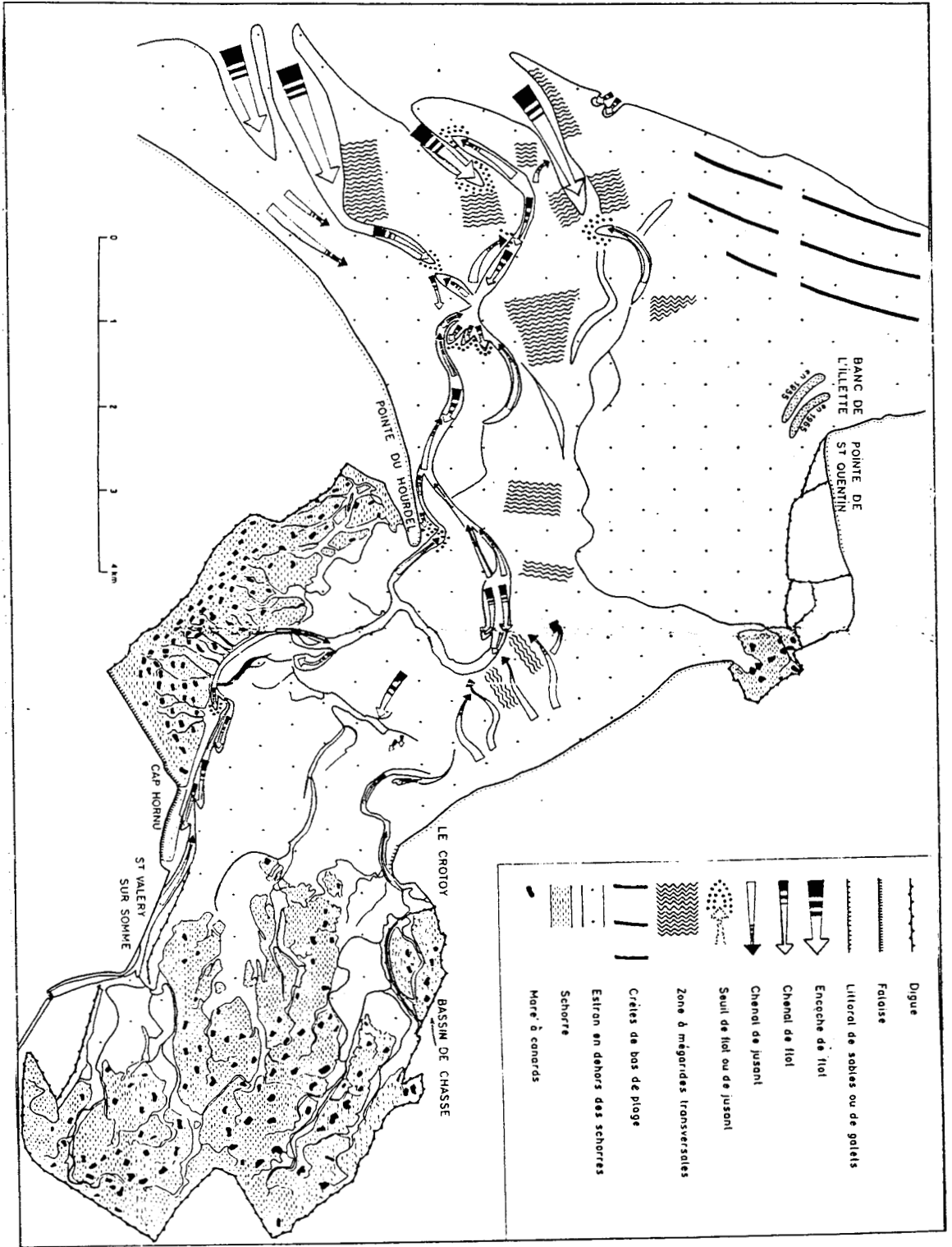


Fig.65: La Baie de Somme, croquis morphologique de Verger (1968). Le document original (format A3) a été réduit au format A4, l'échelle est donc modifiée.

s'est ingénié à maintenir la navigation sur les chenaux qui mènent aux ports de St Valéry et du Crotoy, en construisant une digue latérale submersible sur la rive gauche de la Somme et, plus récemment en réaménageant le bassin de chasse du Crotoy. Aujourd'hui, alors que la conquête de nouvelles terres n'est plus d'actualité, le colmatage devient un risque majeur pour l'économie locale.

## **2.3 - La côte du Marquenterre et l'estuaire de l'Authie**

### **2.3.1 - La côte du Marquenterre : une succession de pouliers**

#### **2.3.1.1 - Evolution à l'époque historique**

Depuis ses origines, le bourrelet dunaire qui borde le Marquenterre n'a cessé de s'allonger vers le Nord, la flèche terminale actuelle formant le poulier qui barre l'estuaire de l'Authie.

Cet allongement s'est accompagné d'un engraissement particulièrement important au Sud, appuyé sur d'anciens pouliers tels que ceux de Saint-Quentin ou de Bout des Crocs (Briquet, 1930).

#### **2.3.1.2 - Evolution depuis le XVIII<sup>ème</sup> siècle jusqu'au milieu du XX<sup>ème</sup> siècle**

Nous pouvons la caractériser par deux phénomènes majeurs, d'une part l'érosion et le recul de la pointe de St-Quentin et du rivage dans le secteur sud-ouest de la côte du Marquenterre, d'autre part l'allongement de la Pointe de Routhiauville ou Pointe de la Dune Blanche. Pour Briquet, le point neutre du balancement de la ligne de rivage se situe au droit de Fort-Mahon en 1930. Dallery (1955, p. 75) le situe " à peu près au sud de Quend-Plage", dans les années 1950.



### **2.3.1.2.1 - L'érosion du rivage sud-ouest**

Briquet (1930) puis Dallery (1955) ont reconstitué l'évolution du trait de côte depuis 1776 dans le secteur compris entre la Nouvelle Pointe et la Pointe de Saint Quentin. Le recul y semble particulièrement sensible. Entre 1835 et 1878, la côte aurait reculé de 350 m. De 1878 à 1935-36, le recul de la Pointe de Saint Quentin serait encore de 225 m environ. Dallery situe à mi-chemin entre les deux pointes l'attaque la plus forte au début des années 50.

Au recul du rivage sous l'action des courants de marée et de la houle s'ajoute le déplacement, vers l'intérieur des terres, des dunes non fixées par la végétation. Demangeon (1905, p. 176) relate l'ensevelissement fréquent des villages, dont St-Quentin-en-Tourmont, " village parmi les plus éprouvés".

### **2.3.1.2.2 - L'allongement de la Pointe de Routhiauville**

Depuis 2500 B.P., le bourrelet dunaire s'allonge par accrétion vers le nord, en bordure du Marquenterre. Ainsi se construisent des pouliers successifs qui repoussent l'estuaire de l'Authie vers le nord et le ferment.

En 1776, le poulier progresse au droit de l'ancien hameau de Fort Mahon. En 1862, le rivage du poulier nommé Pointe de Routhiauville ou de la Dune Blanche se raccorde à la " digue du Fer à Cheval". D'après Dallery (1955), la pointe s'allonge de 790m entre 1862 et 1953, soit une progression moyenne annuelle d'environ 8,60m. Pendant la période 1936-1953, le gain est de 190m soit 12m / an en moyenne.

## **2.3.2 - La côte actuelle du Marquenterre, état et éléments de la dynamique.**

### **2.3.2.1 - Eléments pour une approche du bilan sédimentaire de différents secteurs du rivage vus sur les images satellitales du 5 / 10 / 1989 et du 13 / 10 / 1992**

L'image Landsat du 5 / 10 / 1989 (Fig. 15) enregistrée à marée montante (P.M - 3h 21 à Fort-Mahon-Plage) et une hauteur d'eau de 4,19m présente un estran encore largement découvert. A ses deux extrémités, nord-ouest et sud-ouest, l'estran moyen et

supérieur est plus large et plus sec que sur les autres secteurs du rivage du Marquenterre.

Entre les deux pointes, le rivage est relativement rectiligne. L'image montre toutefois quelques légères convexités, d'une part, dans le secteur compris entre le nord de Fort-Mahon-Plage et la Pointe de Routhiauville, et dans le secteur compris entre le sud de Quend-Plage et la Nouvelle Pointe, d'autre part, au droit des stations balnéaires de Quend-Plage et de Fort-Mahon-Plage.

**L'image Spot du 13 / 10 / 1992** (Fig. 17) enregistrée pratiquement à pleine mer (PM - 22', la hauteur d'eau est de 9, 51m à Fort-Mahon-Plage), confirme l'importance des accumulations sédimentaires au nord et au sud du Marquenterre. Ce matin du 13 / 10, la marée a un coefficient de 86 (marée de petite vive eau), elle est au plus haut. Cependant, la lame d'eau qui recouvre l'estran moyen et supérieur à proximité des deux pointes (restituée en bleu clair sur l'image) semble plus mince que dans les autres secteurs. L'image confirme aussi l'existence des convexités du rivage observées précédemment.

Nous distinguons sur les images satellitales de légères convexités de la ligne de rivage dont nous pouvons préciser la morphologie et estimer le bilan sédimentaire à l'aide de photos aériennes obliques. Deux secteurs semblent représentatifs de l'évolution actuelle du rivage : le secteur sud-ouest de la côte, plus particulièrement l'Anse Bidard et le secteur des fronts de mer des stations balnéaires, particulièrement Quend-Plage.

### **2.3.2.2 - Eléments de la morphologie de l'estran et des dunes de bordure, sur les photographies aériennes.**

#### **2.3.2.2.1 - Morphologie de l'estran au droit de l'anse Bidard**

Les photographies aériennes du 29 / 04 / 1994, précisent la morphologie de l'estran au droit de l'anse Bidard (nous étudierons la Pointe de Routhiauville avec l'estuaire de l'Authie).

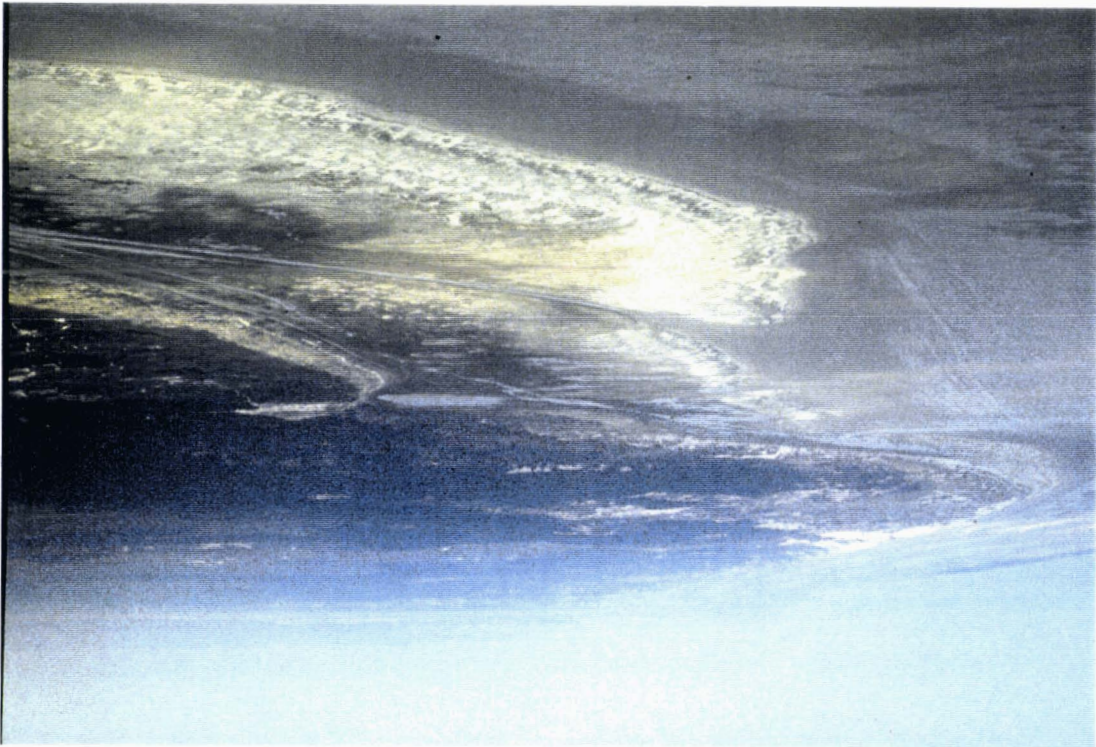
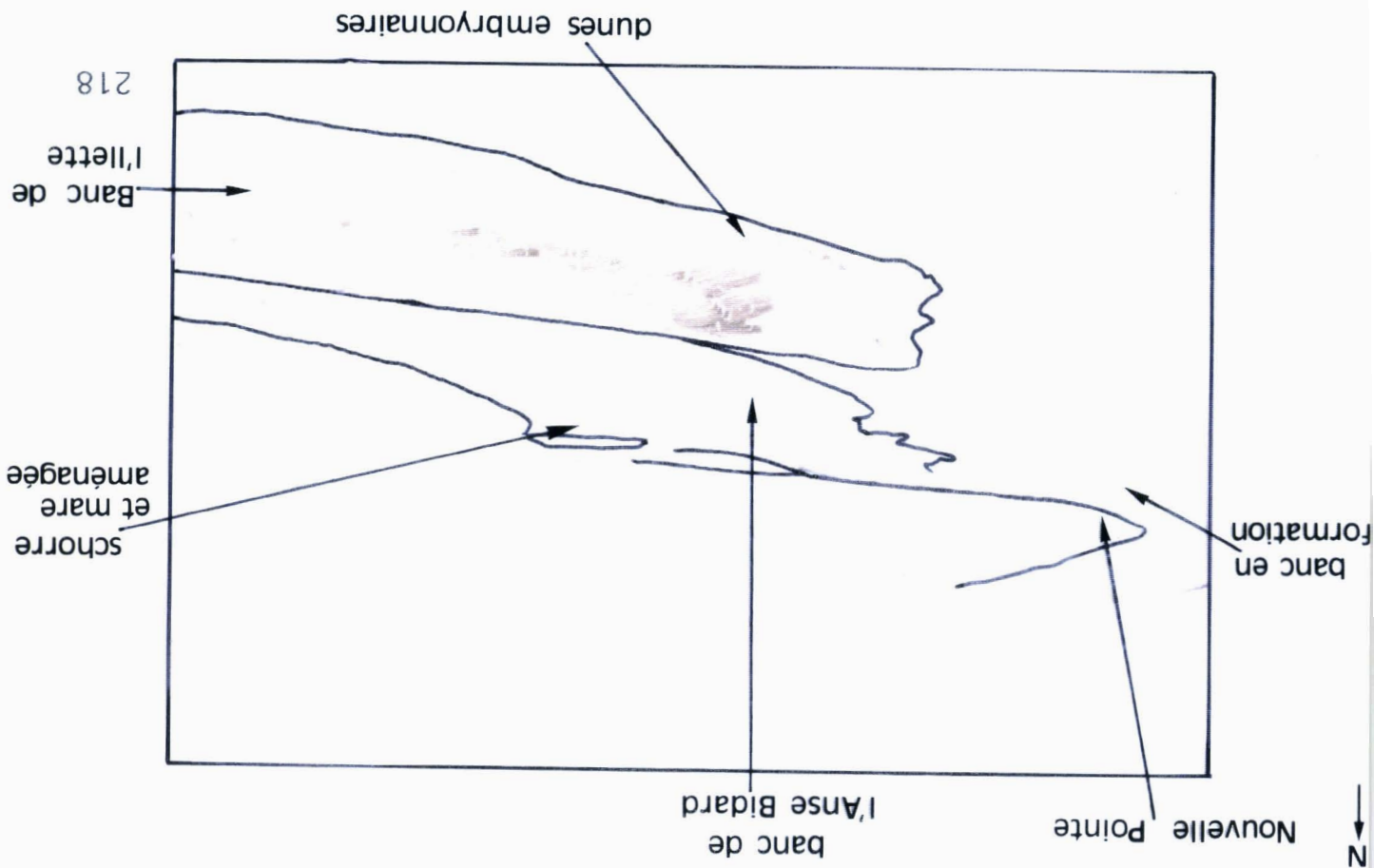


Fig.66a: L'Anse Bidard. ( photo. aérienne, P.Picouet, 29 / 04 / 1994 )  
 Fig.66b: Croquis: les bancs alluviaux dans l'Anse Bidard.

Le tracé du rivage actuel, avec le rentrant très net de l'Anse Bidard n'est pas sans rappeler la longue période d'érosion et de recul évoquée par Briquet (1930) et Dallery (1955).

Cependant, au nord du Banc de l'Ilette (Fig.66a, 66b), deux autres bancs sableux sont très visibles. Leur face externe est constituée de dunes embryonnaires à l'arrière desquelles, apparaît progressivement un schorre. Seule, la gradation des couleurs de la couverture végétale peut l'indiquer. La végétation est d'abord brunâtre (comme celle du Banc de l'Ilette), peut-être du fait de sa submersion récente, puis devient verte, sans doute sur le schorre. Une mare anthropique montre un premier aménagement pour la chasse. A l'arrière, les dunes bordières du Marquenterre forment la barrière littorale. Au sud de la Nouvelle Pointe, et enraciné dans celle-ci, un dernier banc se prolonge vers l'Anse Bidard. Par sa taille et sa topographie, il semble plus récent que les précédents. Son " front " de dunes embryonnaires est peu proéminent et la colonisation végétale de la face interne semble à peine amorcée dans un espace encore largement inondé.

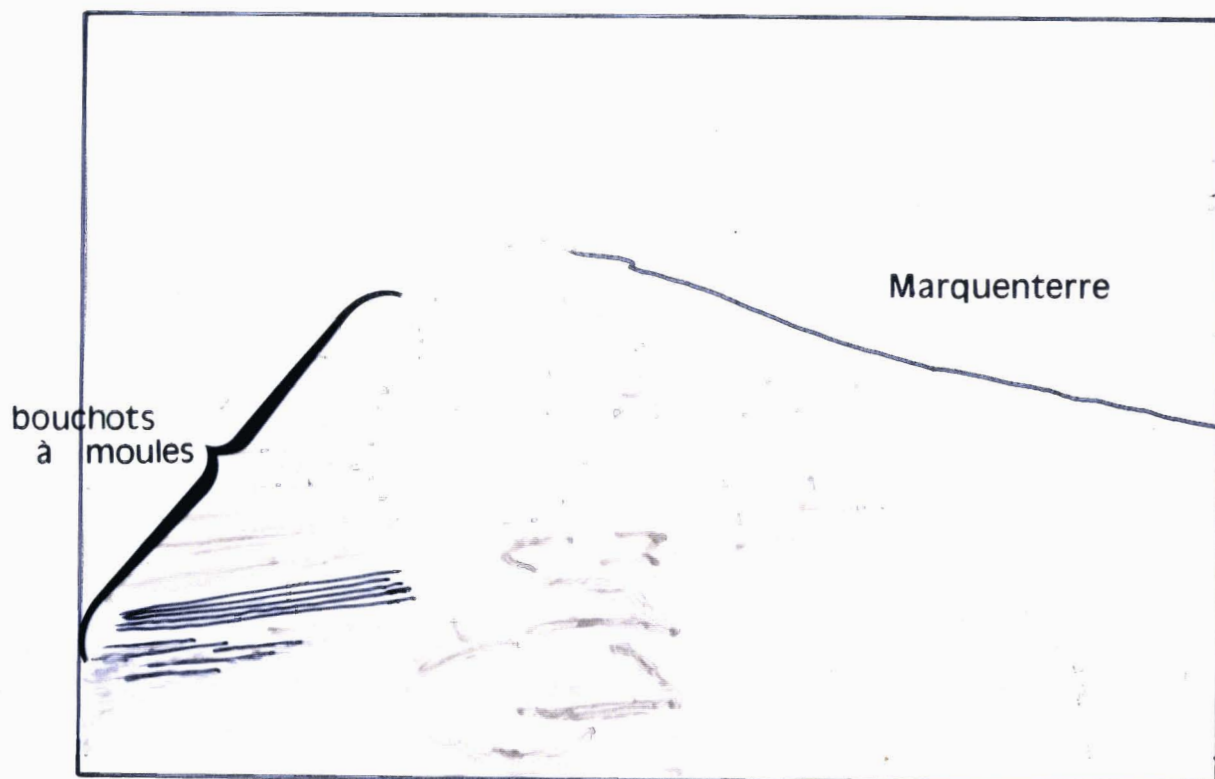
Le banc enraciné dans la Nouvelle Pointe comme la flèche sableuse située au large du Banc de l'Ilette suggèrent l'existence d'une active dynamique éolienne. Les sables asséchés à marée basse dans le secteur de la Nouvelle Pointe sont transportés vers l'Anse Bidard, ce qui pourrait expliquer partiellement l'allongement de la flèche de bas d'estran et du banc de haut d'estran enraciné dans la Nouvelle Pointe.

**La photographie aérienne du 29 / 04 / 1994 (Fig. 67a, 67b), prise dans l'axe sud-nord de la côte du Marquenterre pose la question du rôle des nombreux bouchots à moules installés récemment sur le bas de l'estran entre la Nouvelle Pointe et le sud de Quend-Plage. D'une part, il est sans doute encore trop tôt pour discerner leur action, d'autre part, il sera difficile d'apprécier les rôles respectifs de l'obstacle mécanique et de l'activité biologique des moules.**

Les éléments de la morphologie de la côte sud du Marquenterre évoquent un bilan sédimentaire excédentaire ce qui est sans doute une tendance récente. Les facteurs de la dynamique actuelle demeurent complexes. L'évolution semble dominée par des facteurs naturels mais les interventions anthropiques indirectes ne doivent pas être oubliées (endiguements du Parc du Marquenterre, chenal de la Somme maintenu au

Fig.67a. La côte du Marquenterre. (photo.aérienne, P.Picouet, 29 / 04 / 1994)

Fig.67b. Croquis: le vaste estran à marée basse et les bouchots à moules.



sud de l'estuaire et extension des bouchots à moules sur le bas estran de la Nouvelle Pointe à Quend-Plage) même si leurs impacts sont difficiles à apprécier.

#### **2.3.2.2.2 - Eléments de la morphologie dunaire à proximité des stations balnéaires**

La photographie aérienne montrant la partie sud de la station balnéaire de Quend-Plage souligne la fragilité ou la disparition des dunes de bordure liée à la dynamique éolienne et aux activités anthropiques. Les constructions récentes d'immeubles, d'un centre nautique et les parkings adjacents ont contribué à la disparition du cordon dunaire encore important en 1973 (Fig.68 et 69). Au sud de cet espace, le cordon de dunes est fréquemment percé de couloirs, véritables siffle-vent dans lesquels la déflation éolienne s'exerce avec d'autant plus de vigueur que la végétation est rare.

L'extension urbaine au sud de Fort-Mahon-Plage, sur le front de mer, entraîne un même processus de destruction des dunes de bordure mais aussi des dunes secondaires à l'arrière. Toutefois, le cordon dunaire au sud des immeubles de Fort-Mahon-Plage paraît encore continu et protégé par une végétation dense.

#### **2.3.2.3 - L'estran du sud de Quend-Plage, vu au sol, le 5 mai 1995.**

Afin de comprendre la convexité du rivage au droit des stations balnéaires nous choisissons d'étudier le cas de Quend-Plage. Trois exemples offrent une synthèse à grande échelle des incidences possibles des aménagements sur l'évolution de l'estran et du cordon dunaire.

##### **Le perré et la dynamique marine( Fig. 70a, 70b)**

La vue prise dans l'axe du rivage, montre le recul estimé à 35m immédiatement au sud du perré de front de mer qui supporte la promenade. Dans ce secteur sud, à l'avant des immeubles de front de mer, un talus sableux est reconstitué. Son sommet est maintenu par des filets et un alignement de fagots de végétaux morts selon la technique du fascinage. Le talus est dégradé, les fagots sont déchaussés et s'écroulent sur la pente.

Fig.68: Quend-Plage. (photo., C.E.T.E Nord-Pas de Calais- Picardie, 1973)

Fig.69: L'expansion de Quend-Plage dans les dunes, au sud de la station. (photo. aérienne, P.Picouet, 5 / 05 / 1995)

E  
↑



Fig.70a: Les dunes au sud de Quend-Plage. (photo., P.Picouet, 5 / 05 / 1995)

Fig.70b: Croquis: le recul des dunes bordières et la faiblesse de leurs protections.

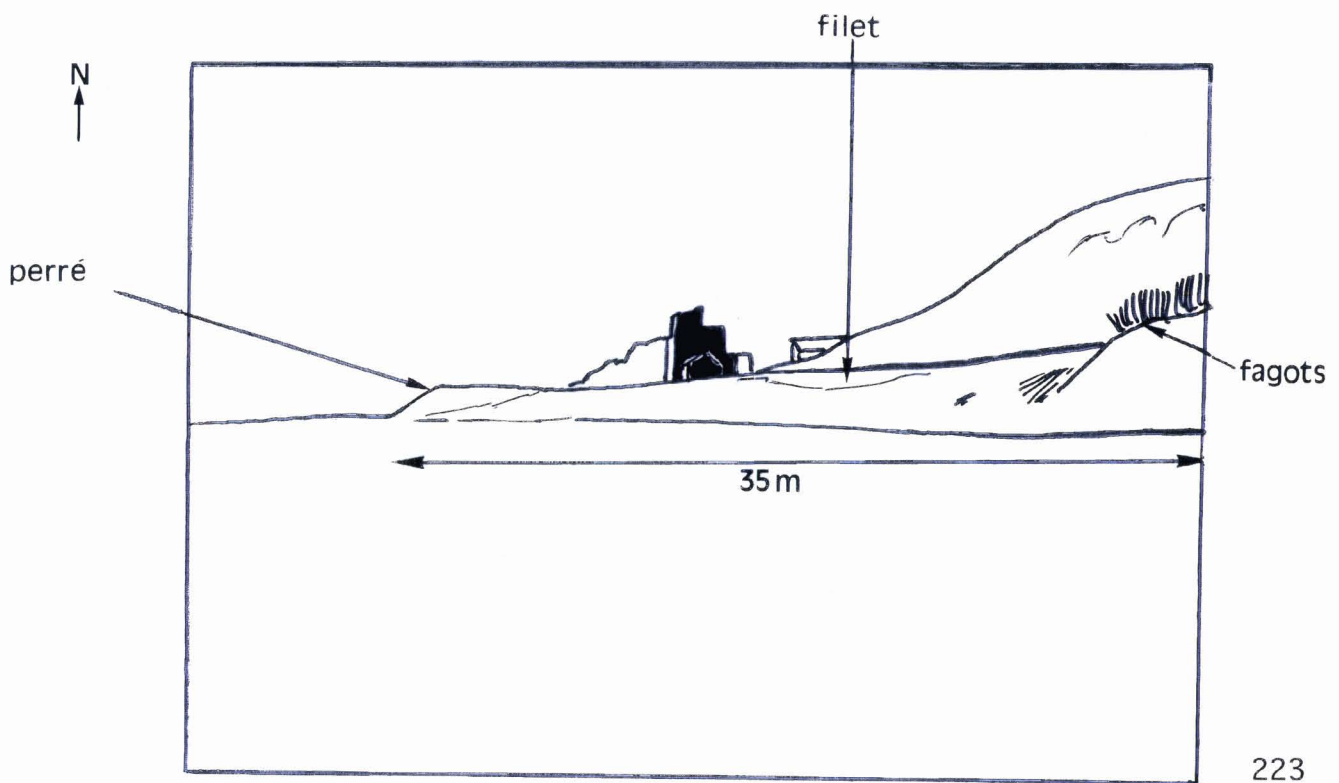
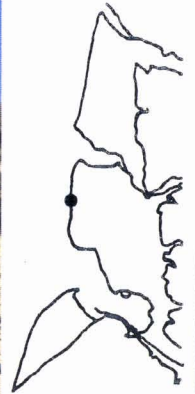
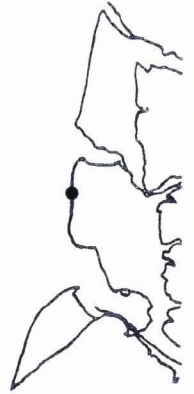
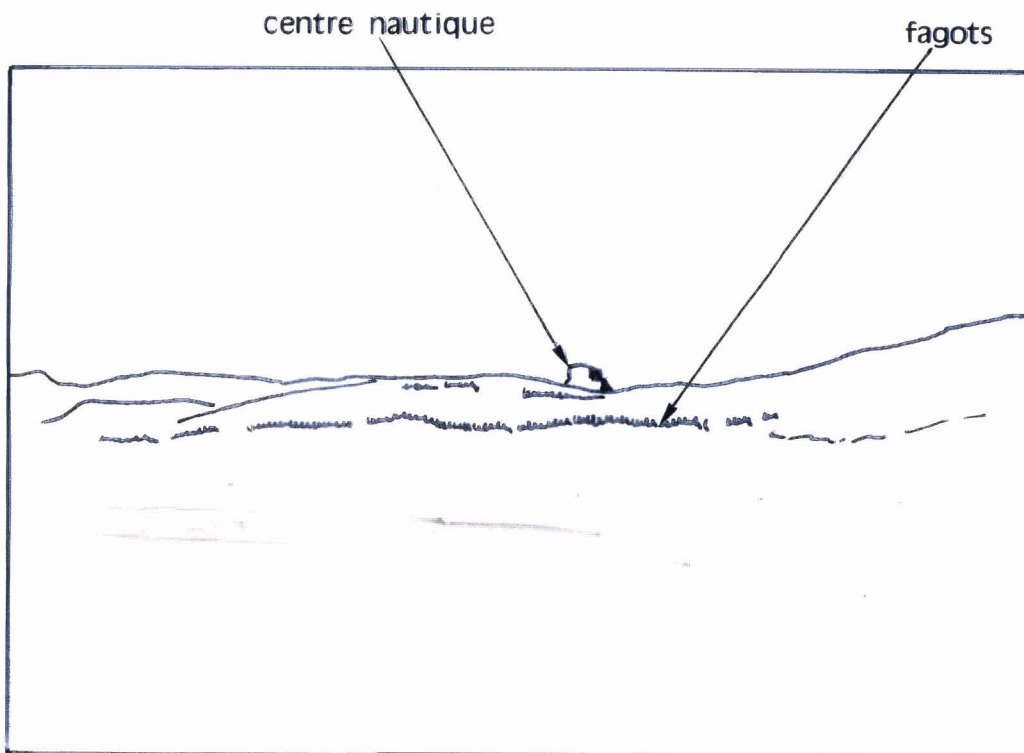




Fig.71a: Les dunes au sud de Quend-Plage. (photo.,P.Picouet, 5 / 05 / 1995)  
Fig.71b: Croquis: l'altération des dunes devant le centre nautique.



E  
↑



L'installation de la digue-promenade montre toute sa " nocivité" (Paskoff, 1993, p. 69). L'énergie des vagues déferlantes lors des tempêtes est reportée sur les flancs de la digue ce qui entraîne leur recul malgré la protection nécessaire des immeubles construits à l'arrière.

### **Les aménagements dans les dunes et la dynamique éolienne( Fig. 71a, 71b)**

Devant le centre nautique, les dunes de bordure ont été altérées par la construction du plan incliné. Dépourvues de végétation, elles ne sont plus protégées que par trois rangs de fagots alors que la fréquentation touristique reste autorisée. Le maintien des dunes semble dans ces conditions bien aléatoires!

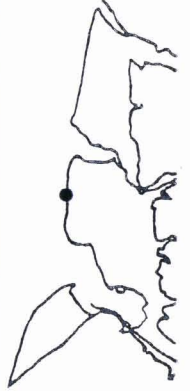
### **Les aménagements sur l'estran**

Près d'un blockhaus effondré et enfoui dans le sable, le plan incliné aménagé pour la descente des bateaux est protégé sur son flanc sud par un barrage de traverses de chemins de fer renforcé de quelques gros blocs de roche (Fig.72a, 72b). Le flanc nord est constitué de tout venant, quelques traverses de chemin de fer disjointes et affaissées, des poteaux électriques en béton couchés sur l'estran et des matériaux divers, en avant d'un talus reconstitué (Fig. 72c, 72d) . L'état du flanc nord, des matériaux de protection, le profil du talus et son tracé incurvé sont autant d'indices de sa fragilité.

Au sud du perré de Quend-Plage, l'état de l'estran et des dunes bordières évoque un bilan sédimentaire déficitaire qui peut s'expliquer par des dynamiques marine et éolienne très actives combinées à des aménagements importants sur l'estran et dans les dunes de bordure.

Les perrés des stations balnéaires deviennent des promontoires en avant desquels l'estran démaigrit et sur le flanc desquels le rivage recule. L'extension du front de mer oblige à protéger et à fixer le trait de côte sur une distance de plus en plus longue.

Fig.72a: Le plan incliné pour l'accès des bateaux. (photo, P.Picouet, 5/05/1995)  
Fig.72b: La protection du flanc sud.



NE  
↑

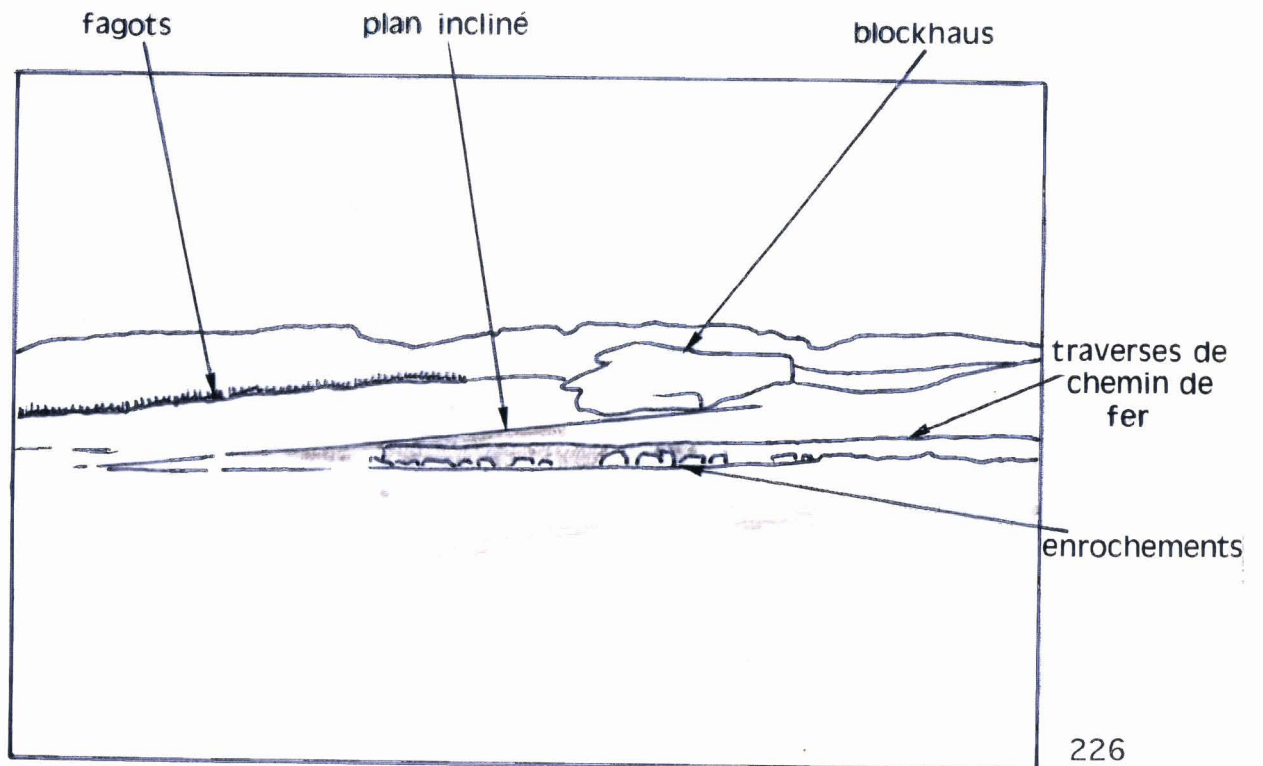
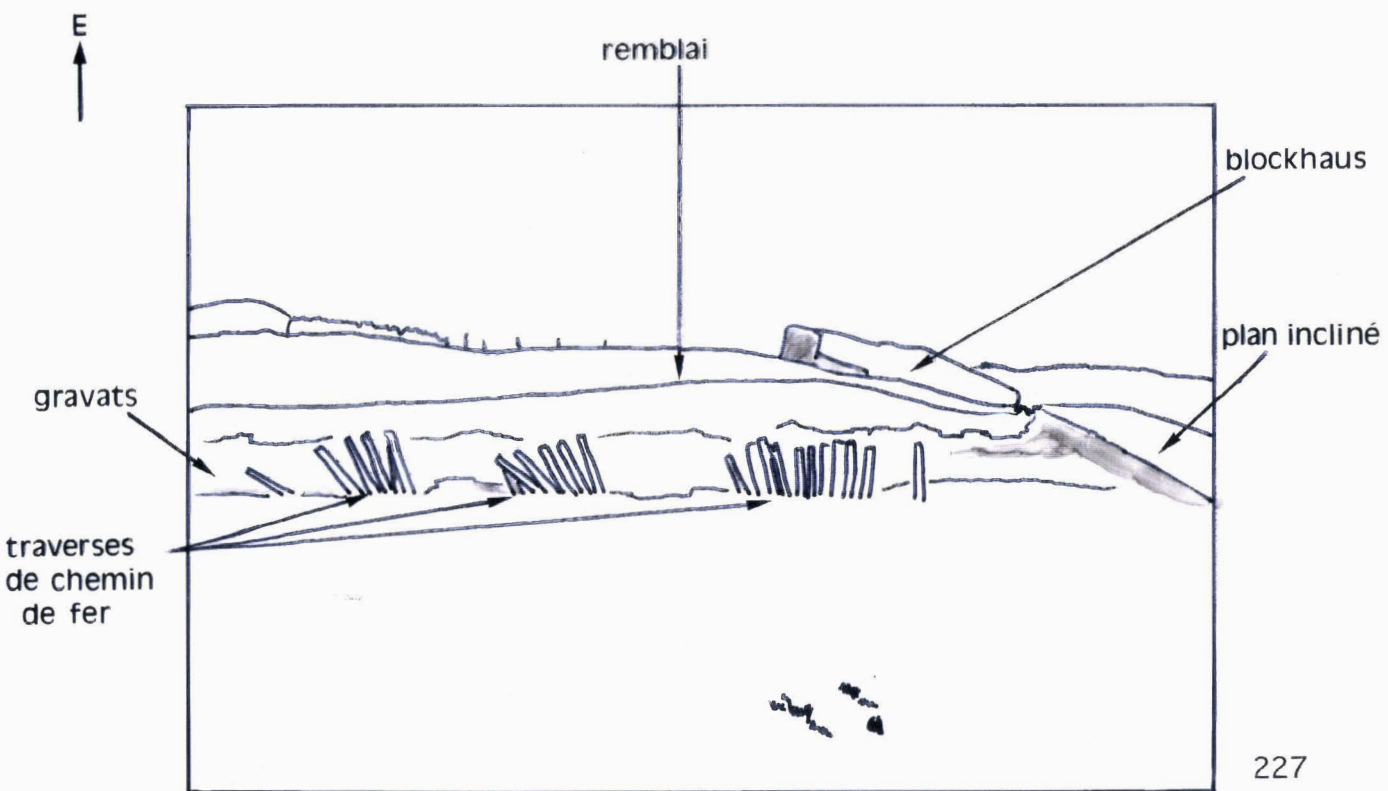


Fig.72c: Le plan incliné et la protection de son flanc nord.(photo. P.Picouet, 5 / 05 / 1995)  
Fig.72d: Des matériaux hétéroclites pour la protection.



### conclusion:

L'évolution de la côte ouest du Marquenterre semble actuellement très complexe.

La tendance ancienne au recul de la côte sud-ouest semble inversée si l'on en juge par les exemples étudiés. Cela peut peut-être s'expliquer par la combinaison d'une évolution naturelle et des aménagements anthropiques.

Le secteur compris entre le sud de Quend-Plage et Fort-Mahon-Plage paraît en voie de démaigrissement. L'explication reste très difficile puisque nous n'observons que les effets de la dynamique littorale dans le secteur. Les interventions anthropiques sont localement un facteur non négligeable. Il nous semble cependant insuffisant et nous pouvons émettre une hypothèse complémentaire. Le travail de terrain et quelques entretiens avec les ingénieurs de la Subdivision Maritime de la D.D.E. de St Valéry-sur-Somme nous suggèrent que le secteur, en particulier Quend-Plage, comporte peut-être des points de convergence des directions des orthogonales de houle donc des points de concentration de l'énergie de la houle. L'utilisation du logiciel V.A.G. utilisé par Queffeuilou (1992) permettrait de vérifier cette hypothèse en tenant compte des directions dominantes de la houle.

Si nous admettons que les directions des orthogonales de houle ont changé, peut-on expliquer ces variations par des transformations intervenues dans les bancs, vagues de sable ou mégarides, des "corps sableux" ( Dewez, 1988, p.69) sous-marins très nombreux à quelques kilomètres de la côte du Marquenterre? Nous ne pouvons répondre à cette question mais l'étude des relations entre ces corps sableux, les directions de la houle et l'évolution de la côte nous semble précieuse pour l'avenir.

La position du point mort se situe sans doute au droit de Fort-Mahon-Plage. Au nord de la station, la courbure convexe du rivage et les vastes dépôts sédimentaires du poulier qui prolonge la Pointe de Routhiauville sont des indices d'une progradation. Ce secteur participe de la dynamique estuarienne que nous allons étudier.

### 2.3.3 - L'estuaire de l'Authie.

L'évolution antérieure au XIX<sup>ème</sup> siècle est étudiée dans le chapitre 1 de la deuxième partie. Nous devons donc rappeler quelques aspects de l'évolution depuis la fin du XIX<sup>ème</sup>.

### **2.3.3.1 - Evolution depuis la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle**

L'évolution de l'estuaire est caractérisée par l'allongement du poulier de la Pointe de Routhiauville et le recul du musoir de la Pointe du Haut-Banc, par le développement de wadden dans la baie interne, surtout sur la rive sud, à l'abri derrière le poulier. Ces aspects de l'évolution sont comparables à ce qui est observé dans l'estuaire de la Canche. Par contre, les aménagements réalisés dans l'estuaire de l'Authie sont originaux quant aux objectifs visés.

Nous ne reviendrons pas sur l'allongement du poulier déjà évoqué mais nous pouvons étudier plus précisément le musoir de la Pointe du Haut-Banc dont l'évolution depuis plus d'un siècle est étroitement liée à l'extension urbaine du sud de Berck.

#### **La défense du musoir de la Pointe du Haut-Banc**

En 1861, Berck-Plage dont le climat présente des vertus thérapeutiques connues (Provincial, 1997) est choisie par le directeur de l'Assistance Publique de Paris afin d'y construire un hôpital, " le Petit Hôpital". " L'Etat cède trois hectares de lais et relais de mer recouverts de dunes sur la rive nord de la baie d'Authie, appelée Pointe du Haut-Banc" (Provincial, 1997, p. 32). L'hôpital est agrandi en 1869 et devient un édifice imposant, " l'Hôpital maritime", construit le plus près possible de la mer pour échapper au danger d'ensablement, seul risque pris en considération à l'époque.

Dès l'hiver 1872-1873, la dynamique marine se manifeste sur le musoir. Lors d'une tempête, " des lames d'eau envahissent l'aile sud du bâtiment hospitalier et des effondrements mettent à nu les fondations de la terrasse à l'angle sud-ouest" (Provincial, 1997, p. 92). Afin, comme l'indique le rapport des ingénieurs des Services

Maritimes (1875) de " combattre les attaques, il faut éloigner les courants (un chenal secondaire, la Course, est jugé trop proche de la pointe) et favoriser le relèvement de l'estran", quatre épis sont installés sur l'estran entre 1875 et 1880 dont un, l'épi 16-17, d'une longueur de 300m, est situé à extrémité sud de la Pointe du Haut-Banc. Un perré est construit en 1880, entre la terrasse de l'hôpital et le phare de Berck. Il est prolongé en 1891 et surmonté d'une chaussée de 5m de large à l'arrière.

Pour limiter les divagations de l'Authie et l'érosion de la rive nord de l'estuaire, une digue submersible (ou digue Barrois) est construite en 1868 dans la baie interne. Elle est plusieurs fois prolongée en 1873-1877 et 1878-1884, atteignant ainsi 3600m de long.

L'ensemble des ouvrages assure une protection efficace jusqu'à la Première Guerre Mondiale, compte tenu des fréquentes réparations après les tempêtes.

Vers 1920, l'allongement du poulier et l'impact des ouvrages réalisés mettent en danger les protections du musoir:

- le perré de la Pointe du Haut-Banc entraîne un démaigrissement de l'estran (l'abaissement serait de 2m environ entre 1910 et 1920).
- la " fixation" du musoir, sur la Pointe du Haut-Banc entraîne le déplacement du site d'attaque des courants de marée vers le pied des dunes, à l'est - sud-est de la pointe, qui aurait reculé de 90m en dix ans.
- l'érosion des dunes de la rive nord de l'estuaire est d'autant plus importante que la digue submersible ne contrôle plus le chenal de l'Authie. Le chenal est obstrué par l'extension du poulier et la partie aval de la digue est ensevelie sous les sables. Le cours d'eau franchit la digue par une brèche ouverte volontairement en 1917. Le chenal longe le pied des dunes du musoir.

En 1923, trois petits épis intercalaires sont aménagés entre les épis de 1875 afin de favoriser l'engraissement de l'estran devant la Pointe du Haut-Banc. Aucun autre nouvel aménagement n'est réalisé jusqu'en 1960, malgré les nombreux projets, faute souvent de moyens financiers suffisants. Les seuls travaux d'entretien ou de réparations sont très coûteux et supposent une répartition du financement entre les intéressés qui s'avère très difficile. Quelquefois, les projets sont très controversés, par exemple celui, récurrent, de détournement de l'Authie en 1956.

Pour protéger le cordon dunaire à l'arrière de la Pointe du Haut-Banc, un brise-lames submersible est construit en 1960. Cette digue est complétée par l'aménagement de six épis durant les années 70. Installés dans l'anse à l'arrière du brise-lames, ils doivent y limiter le transit sédimentaire.

### **La formation d'un contre poulie: la Pointe de la Rochelle ou Bec de Perroquet**

Depuis 1930 (Briquet, 1930), les sables arrachés aux dunes du musoir sont repris par le flot et s'accumulent à la Pointe de la Rochelle. Celle-ci forme un contre poulie qui avec le poulie de la Pointe de Routhiauville constitue une "chicane" de plus en plus étroite où divague le chenal de l'Authie.

### **L'extension des wadden internes**

L'extension des wadden dans la baie interne dépend de deux facteurs naturels, la fourniture importante de sédiments et l'abri de la baie. Depuis un siècle, ces conditions sont réunies sur la rive sud de l'estuaire. L'extension du schorre sur cette rive est d'abord associée à l'allongement vers le nord de la Pointe de Routhiauville. Le flot a perdu de sa vitesse lorsqu'il submerge le sud de l'estuaire. La construction de la digue submersible le long du chenal de l'Authie, en rive droite, a sans doute retardé l'arrivée du flot au sud tout en l'affaiblissant. En supprimant les divagations du chenal vers le nord, la digue a sans doute facilité la sédimentation et la formation du schorre, les "Mollières salées" en rive droite.

### **conclusion**

**La construction de l'Hôpital Maritime puis l'extension urbaine de Berck-Plage sont à l'origine de la création d'un " point dur" sur le musoir de la Pointe du Haut-Banc. Ce point dur est déterminant dans l'évolution de l'estuaire depuis plus d'un siècle.**



Le couple poulier-musoir ne fonctionne plus; le poulier s'allonge vers le nord mais la Pointe du Haut-Banc résiste, ce qui accentue la fermeture de l'estuaire.

A l'arrière de la pointe, le musoir est de plus en érodé (l'énergie des courants y est déplacée) et doit être défendu pour protéger le flanc sud de la ville de Berck-Plage. Le transit des sables est important le long de la rive droite de l'estuaire; le contre poulier de la Pointe de la Rochelle s'allonge vers le sud.

Les " virages " de la chicane formée par le poulier et le contre poulier se resserrent. Le chenal de l'Authie s'allonge et la vidange difficile ne peut empêcher le colmatage.

A l'aide des cinq images satellitales dont nous disposons, nous allons étudier le fonctionnement actuel de l'estuaire.

### 2.3.3.2 - L'estuaire de l'Authie : éléments de fonctionnement et morphologie actuels

Le tableau suivant rappelle les conditions hydrologiques marines, en ce qui concerne l'estuaire de l'Authie, lors de chaque enregistrement des données radiométriques.

Tableau 8: Les conditions hydrologiques : station de Berck-Plage

Date	Heure locale	Coefficient de marée	Etat de la marée	Heure / PM à Berck	Hauteur d'eau (CM) à Berck
Landsat TM					
05/10 / 1989	11h06(UT+1)	63	montante	PM-3h 16	4, 21 m
Spot					
17/03 / 1990	12h08(UT+1)	61	montante	PM-2h 49	4, 93 m
14/05 / 1992	12h54(UT+2)	78	descendante	PM+2h 00	7, 52 m
22/01 / 1992	12h09(UT+1)	109	montante	PM-1h 23	8, 84 m
13/ 10 / 1992	12h 14(UT+1)	87	montante	PM-0h 16	9, 60 m

C.M. : cote marine

P.M. : pleine mer

### 2.3.3.2.1 - Eléments de morphologie actuels.

Nous utilisons les trois compositions colorées obtenues à partir des données enregistrées par le TM de Landsat. Les compositions colorées des canaux 4, 5, 1, des canaux 3, 2, 1 et des canaux 4, 3, 2 obtenues à partir de l'enregistrement du 5 octobre 1989 fournissent des informations complémentaires.

**Sur la composition colorée 4, 5, 1 (Fig.73a2 et 73b2), l'étendue des schorres parsemés de mares aménagées pour la chasse, est très visible (rouge violacé) dans l'estuaire interne.** Le schorre couvre totalement la rive sud, de extrémité amont de l'estuaire au flanc interne du poulier, à l'aval, de la digue de 1862 au sud, au chenal de l'Authie. En rive droite, le schorre n'occupe que l'est de l'anse comprise entre la Pointe de la Rochelle et le lieu-dit La Mollière. Une langue de schorre non aménagée s'allonge vers la Pointe de la Rochelle. Une slikke (violet teinté de rouge) semble prolonger le schorre jusqu'au sud de la Pointe de la Rochelle. **Le gradient d'humidité des sables définit la morphologie du vaste poulier.** Large et sec au sud donc plus élevé, ressuyé ou humide au nord donc plus bas, il s'amincit en se recourbant légèrement sur son flanc interne. Celui-ci semble constitué d'une " crête " de sable sec continue jusqu'à la pointe longée par le chenal de l'Authie. Le flanc externe est moins pentu et bordé à l'aval de crêtes de bas de plage qui se prolongent jusqu'à la pointe.

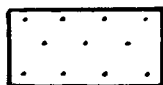
**La composition colorée des canaux 3, 2, 1 (Fig. 73a1 et 73b1) souligne l'extension des sables associée à la dynamique marine.**

Les sables secs sont très réfléchants donc restitués dans un blanc éclatant. Les sables ressuyés ou humides donnent des gris de plus en plus foncés.

**Les surfaces de sable sec mettent en évidence le tracé du musoir** avec ses secteurs érodés à la concavité marquée (érosion ancienne) ou légère (érosion récente). En avant du cordon dunaire continu mais de largeur variable, l'estran supérieur au sable sec s'élargit sur le flanc externe de la Pointe de la Rochelle, lorsqu'un banc l'alimente.



schorre



estran en dehors  
du schorre



limite des eaux très  
turbides et peu profondes

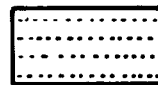
1



poulier et contre-poulier  
haut de plage



schorre



bas d'estran



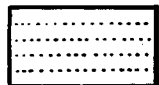
chenal de l'Authie

3

2



sable sec



haut d'estran



bas d'estran



schorre



chenal de l'Authie

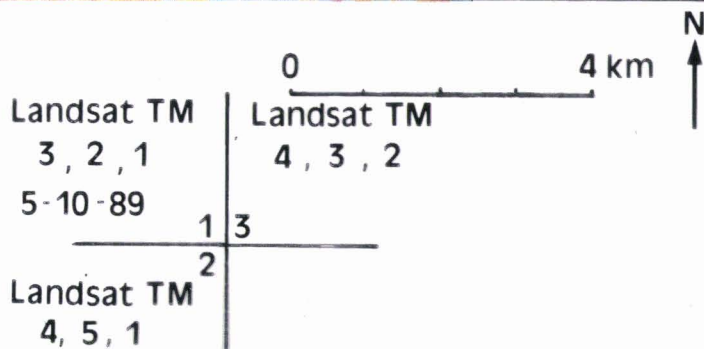
Fig.73a: L'estuaire de l'Authie, le 5 / 10 / 1989 et trois compositions colorées différentes.



Fig.73b:

Croquis d'interprétation des trois images.

- croquis n°1: l'importance des accumulations sablo-vaseuses dans l'estuaire.
- croquis n°2: éléments de la morphologie du poulier et extension des schorres.
- croquis n°3: le poulier et le contre-poulier.



235

234

La composition colorée des canaux 4, 3, 2 (Fig. 73a3 et 73b3) précise les développements respectifs du poulie et du contre-poulie. Le passage se rétrécit singulièrement au sud de la Pointe de la Rochelle et au nord de la Pointe de Routhiauville.

Le chenal de l'Authie apparaît le plus souvent plaqué contre le schorre de rive sud puis contre le flanc interne du poulie. A l'aval, il est déporté par le poulie vers le brise-lames submersible et la Pointe du Haut-Banc qu'il longe et se jette dans la mer après un coude vers le nord.

Le delta externe se développe surtout au large de la Pointe du Haut-Banc, le long du chenal principal de l'Authie. L'encoche de flot la plus importante est parallèle au rivage de Berck-Plage et réduit sensiblement les crêtes de bas de plage. Une encoche secondaire épouse le flanc externe du poulie.

#### 2.3.3.2.2 - Eléments de fonctionnement de l'estuaire: essai de synthèse.

##### 2.3.3.2.2.1 - Quelques étapes du remplissage estuarien.

A 4, 21 m de hauteur d'eau (Fig.73a3 et 73b3), le 5 octobre 1989, le flot pénètre dans l'encoche principale parallèle au rivage, au large de Berck-Plage.

A 4, 93 m de hauteur d'eau (Fig. 74a1 et 74b1), le 17 mars 1990 :

- le delta externe est aux deux tiers immergé ce qui indique sa position dans le domaine intertidal entre 4,21 m et 4,93 m CM, le tiers restant émergé étant au dessus de 4,93 m CM.
- l'encoche principale de flot est située au sud de la Pointe du Haut-Banc. L'encoche secondaire le long du flanc externe du poulie, moins profonde (en bleu clair sur l'image) n'est pas encore totalement immergée.
- le flot pénètre préférentiellement le long du brise-lames submersible.
- une poche d'eau apparaît à l'arrière de celui-ci, en son milieu, entre les deux tronçons de la digue.

- dans la partie amont de l'estuaire, le chenal de l'Authie, très rectiligne, semble encore quelque peu influencé par la digue Barrois sur sa rive droite.

**A 8, 84 m de hauteur d'eau,** (Fig.74a2 et 74b2), le 22 janvier 1992, le flot, contournant le poulier, envahit l'estuaire interne. Le poulier est immergé jusqu'à la moitié de sa longueur. L'autre moitié émerge encore, ce qui souligne l'importance de l'accumulation.

Les sables de l'estran supérieur, sur le banc du flanc ouest de la Pointe de la Rochelle, sont encore secs, voilà un deuxième secteur d'accumulation..

Au sud de la Pointe de la Rochelle, le dernier secteur d'accumulation est peut-être un éventail de flot dont les encoches sont nettes. Leur courbure et leur orientation suggèrent qu'elles peuvent être actives au jusant.

**A 9, 60 m de hauteur d'eau,** (Fig.74a3 et 74b3), le 13 octobre 1992, le remplissage de l'estuaire se rapproche du maximum.

Les franges des schorres internes sont immergées. Le poulier présente encore une pointe émergée à plus de 9, 60m CM de même que la langue de sable à l'amont de la Pointe de la Rochelle. Cette langue de sable n'est donc que rarement submergée actuellement. Le chenal le plus profond reste parallèle au rivage devant Berck-Plage puis longe le musoir dans l'estuaire médian.

#### **2.3.3.2.2.2 - Un moment de la vidange estuarienne.** (Fig. 74a4 et 74b4)

**L'image du 14 mai 1992 est surtout intéressante parce qu'elle donne un éclairage sur le processus de vidange de l'estuaire.**

Le chenal de l'Authie ne semble pas être très actif. Sa section amont est comme gommée. La section médiane du chenal, encore bien remplie a l'allure d'une impasse. L'essentiel du jusant s'écoule en dehors du chenal recherchant la trajectoire la plus courte pour rejoindre la mer. Cette trajectoire l'amène au plus près du musoir, à l'aval de la Pointe de la Rochelle. Ainsi est activé un petit chenal qui longe les dunes à l'amont du brise-lames. La principale encoche de flot semble orienter l'essentiel du courant de vidange.



principal chenal de flot



encoche de flot



sables secs



limite d'estran plus ou moins humide



turbidité décroissante et

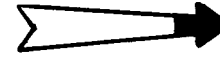


profondeur croissante

1



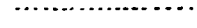
principal chenal de jusant



chenal secondaire



estran supérieur



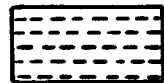
estran inférieur collecteur des eaux au jusant



limite du schorre

4

2



schorre très humide



limite du schorre



sables émergés et secs



limite de l'estran émergé

3



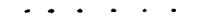
racine du poulier émergée



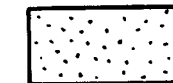
estran immergé



collecteur de flot chenal plus profond



limite du schorre



sables secs

Fig.74b: Croquis d'interprétation des quatre images:

- croquis n°1: l'entrée du flot.
- croquis n°2: l'estuaire en cours de remplissage.
- croquis n°3: l'estuaire bien rempli.
- croquis n°4: la vidange de l'estuaire.

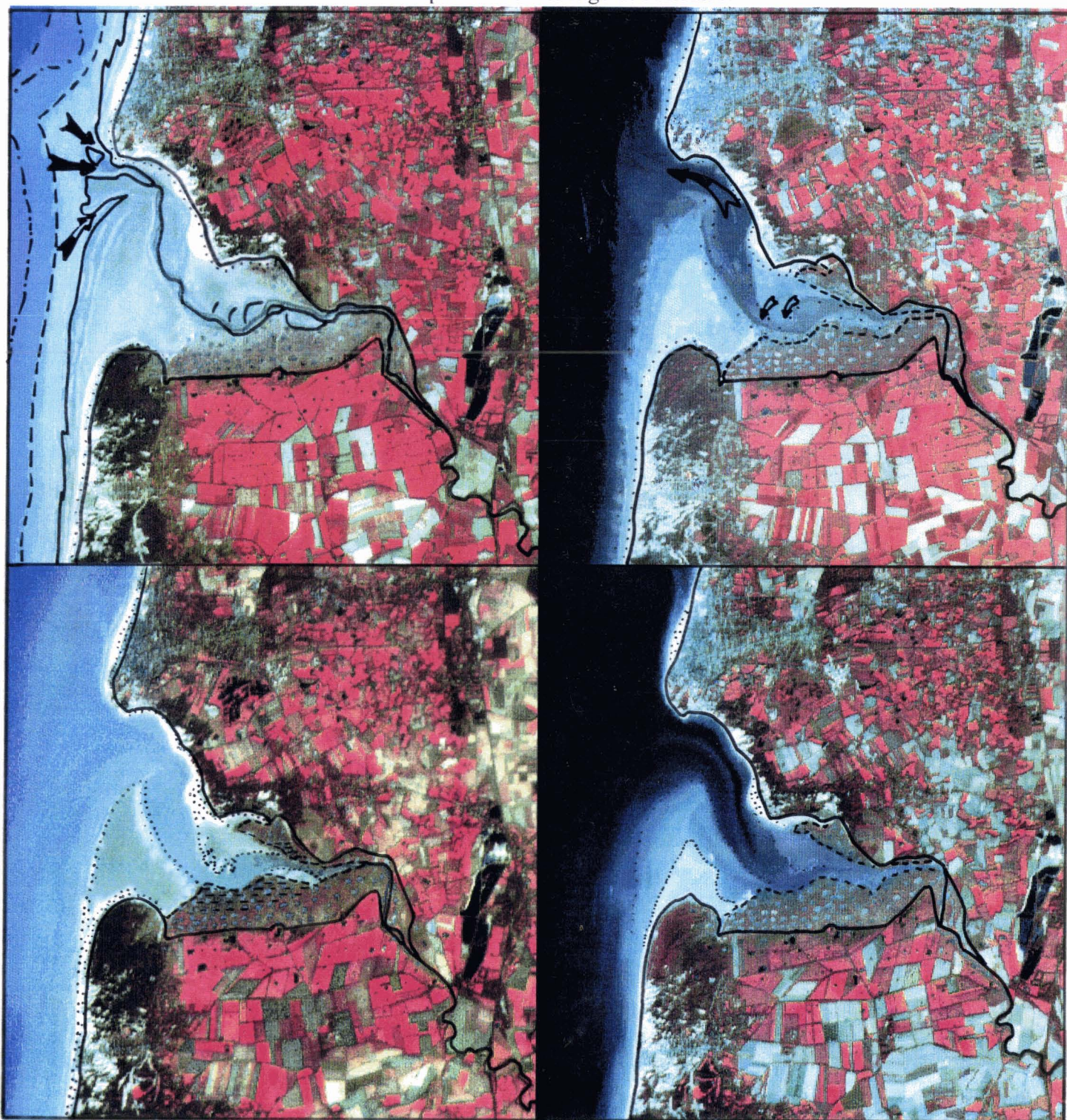


Fig.74a: L'estuaire de l'Authie lors de quatre états de marée différents (composition colorée des canaux 3,2,1 de Spot)



17-03-90	14-05-92	239
1	4	
2	3	
22-01-92	13-10-92	





### **2.3.3.2.3 - La superposition des cinq compositions colorées : éléments pour un état du comblement actuel de l'estuaire.** (Fig. 75a et 75b)

Nous avons utilisé le même procédé que pour l'étude du comblement de la baie de Somme. Les images sont classées dans l'ordre croissant de leur hauteur d'eau au moment de leur enregistrement. La chronologie des images n'est pas totalement respectée puisque l'enregistrement du 14/05/1992 se trouve placé avant celui du 22/01/1992.

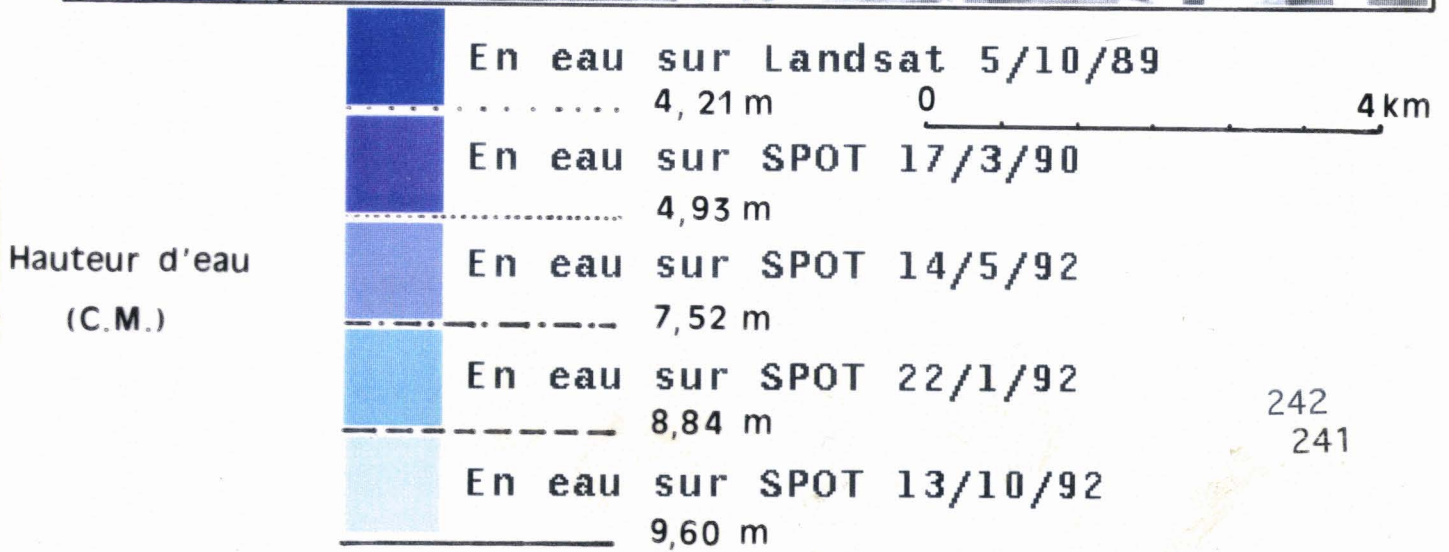
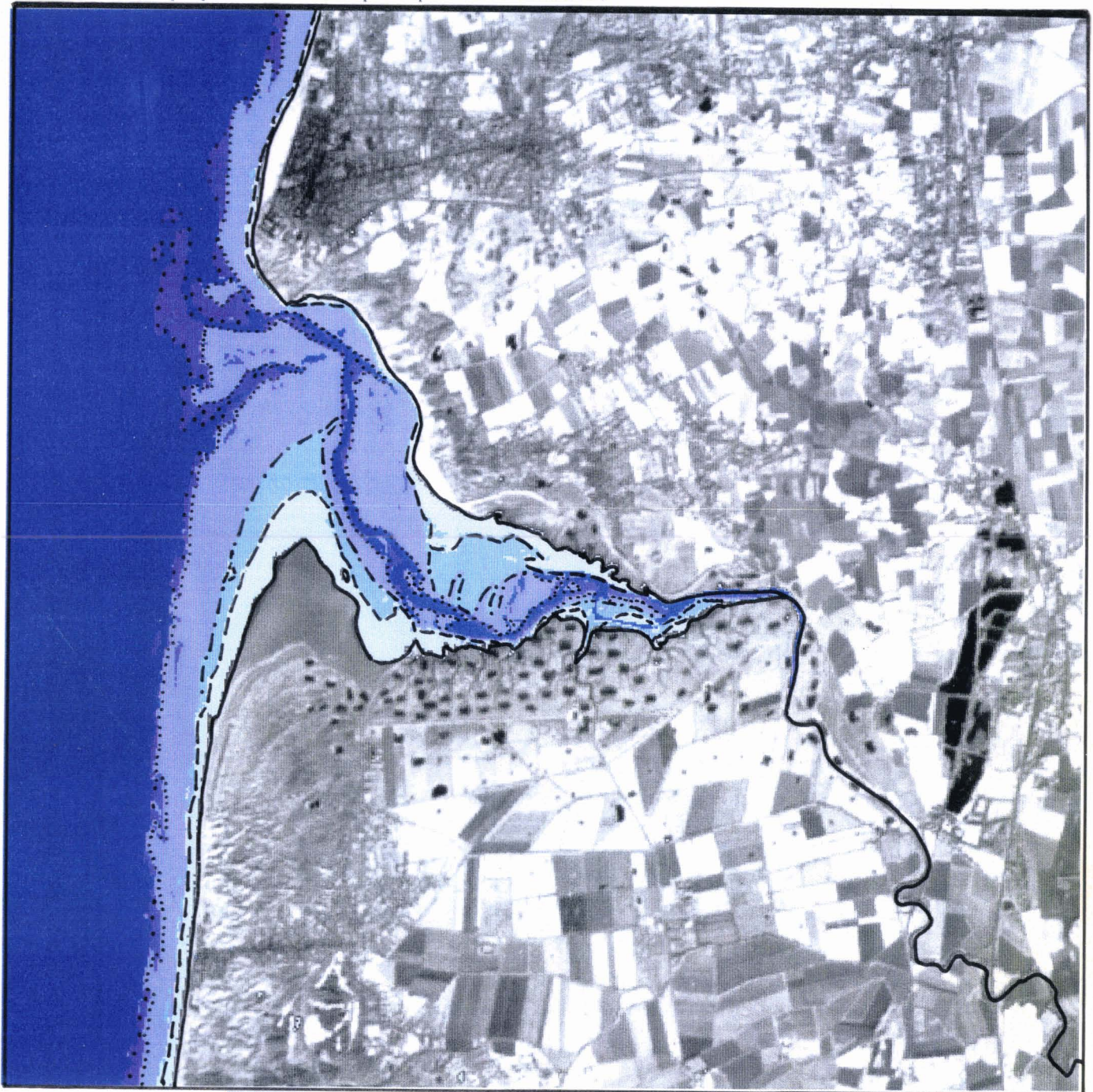
La composition colorée obtenue peut nous permettre de présenter un bilan de la sédimentation dans l'estuaire en 1992 en ce qui concerne les parties supérieures de l'estran. L'état des chenaux et des bancs du delta externe se rapporte aux années 1989 - 1990.

Nous considérons que chaque ligne séparant deux plages de couleurs différentes a, sur toute sa longueur l'altitude (par rapport au zéro hydrographique) correspondant au niveau de la marée, au moment de l'enregistrement.

#### **Dans l'estuaire interne :**

- Les schorres des rives sud et nord, sont situés à plus de 9,60 m CM, de même que la langue de sable sur le flanc est de la Pointe de la Rochelle.
- A plus de 8,84 et en dessous de 9,60m, la haute slikke reste très étroite sur le bord sud du chenal amont car son extension est sans doute limitée par la proximité de l'Authie. Dans l'angle formé par la racine du poulier et le schorre, à l'abri des courants les plus forts et loin du chenal, la haute slikke s'élargit.
- Sur la rive droite, la haute slikke est plus étendue qu'en rive gauche, surtout au sud de la Pointe de la Rochelle. A cet endroit, elle est prolongée par une vaste étendue sédimentaire dont l'altitude est comprise entre 7,52 m et 8,84 m.
- La dépression centrale, entre 4,93m et 7,52m, est souvent étroite, occupée par l'Authie et de petits chenaux partiellement inondés.

Fig.75a: Les surfaces en eau dans l'estuaire de l'Authie lors des cinq états de marée. (superposition des cinq compositions colorées )



242  
241

Fig.75b: croquis d'interprétation: les hauteurs d'eau dans l'estuaire lors des cinq états de marée.

### **Dans l'estuaire médian :**

- Les trois quarts du poulier, dans l'axe sud-nord, se situent à plus de 7,52 m CM. La moitié sud forme une pointe très large à plus de 9,60 m CM. Les courbes de niveau de marée soulignent la dissymétrie du poulier : le profil du flanc interne est relativement pentu (concave) alors que le profil du flanc externe est en pente douce (convexe). Peut-être s'agit-il de l'opposition entre un profil d'érosion lié à l'action des courants dans le chenal et un profil d'accumulation, celle-ci se manifestant déjà sur le rivage du Marquenterre, au sud de la Pointe de Routhiauville.
- Entre 4,93m et 7,52m CM, la dépression centrale est beaucoup plus large qu'à l'amont et vient longer le musoir de l'ouest de la Pointe de la Rochelle jusqu'à la Pointe du Haut-Banc.
- La digue submersible à l'amont de la Pointe du Haut-Banc, oriente nettement les eaux du chenal, au moins, lorsque la marée atteint 4,93 m. Il est impossible d'apprécier son efficacité au delà, faute de niveau de référence entre 4,93 m et 7,52 m. Par contre, une poche d'eau apparaît à l'arrière de la digue dès que la marée atteint 4,21 m.

### **Dans l'estuaire externe :**

De part et d'autre du chenal principal, les dépôts émergent à plus de 4,21m CM. Le banc central, entre les deux encoches de flot, émerge au dessus de 4,93m.

**Le delta externe est parvenu au stade intertidal** (stade évoqué par Verger, 1968, p. 270). L'important colmatage de l'estuaire interne limite la compétence du jusant à la fin de la baissée, lorsque le volume d'eau est réduit. Le jusant dépose alors les sédiments entraînés auparavant.

#### **2.3.3.2.4 - Eléments de la dynamique actuelle et formes associées vus par les photographies.**

Les photographies aériennes sont prises soit le 29 / 04 / 1994 (dans des conditions déjà précisées), soit le 18 / 07 / 1994, à 16h 00. Le coefficient de marée est de 65. La marée est montante à BM + 57' et atteint la cote 2,91m. Les photographies au sol sont réalisées le 5 / 10 / 1993, à 14 h 45. Le coefficient de marée est de 69. La marée est descendante à PM + 45'. La hauteur d'eau est de 8,96 m CM.

#### **2.3.3.2.4.1 - Le musoir de la Pointe du Haut-Banc à la Pointe de la Rochelle : une dynamique complexe.**

L'allure du musoir actuel souligne dans le détail l'alternance de secteurs d'érosion et de secteurs d'accumulation (Fig. 76a et 76b). Trois secteurs peuvent être distingués:

- l'anse protégée par la digue submersible
- le rentrant à l'amont de la digue
- le secteur de la Pointe de la Rochelle

##### **L'anse protégée par la digue submersible (Fig. 77a et 77b)**

Les " casiers" formés par la digue submersible et, à l'arrière, les six épis perpendiculaires au rivage, sont bien remplis. Les épis sont même partiellement recouverts par le sable. Des dépôts sableux s'accumulent dans la partie amont du système de protection. Lors des marées de vive eau, pour des hauteurs d'eau supérieures à 8 m CM, le flot peut en longeant le rivage dunaire entraîner des sables déposés ensuite à l'amont, à la jonction du rivage et de la digue submersible. Afin de limiter cette érosion, des enrochements ont été installés au pied des dunes en 1985.

##### **Le rentrant à l'amont de la digue submersible (Fig. 78a et 78b)**

Pendant la montée, le flot pénètre dans le chenal de l'Authie le long de la digue submersible puis dans un chenal secondaire qui longe le rivage à l'amont. L'énergie du flot est alors reportée dans cette direction. L'estran démaigrit et le pied des dunes est rongé ce qui crée le rentrant actuel. Des enrochements tentent de protéger actuellement le pied des dunes mais leur impact sur l'estran est déjà sensible le 5 / 10 / 1993. A l'arrière des enrochements, le sable est maintenu à une cote proche de celle des blocs les plus hauts. A l'avant, l'estran se situe à 1,50 m environ en dessous de la surface sableuse du pied des dunes (Fig. 79a et 79b). En rompant les relations entre l'estran et le cordon dunaire, les enrochements entraînent un démaigrissement de l'estran.

Fig.76a: Le musoir de l'estuaire de l'Authie.(photo aérienne, P.Picouet, 29 / 04 / 1994)  
Fig.76b: Croquis: l'alternance des secteurs d'érosion et d'accumulation.



SE  
↑

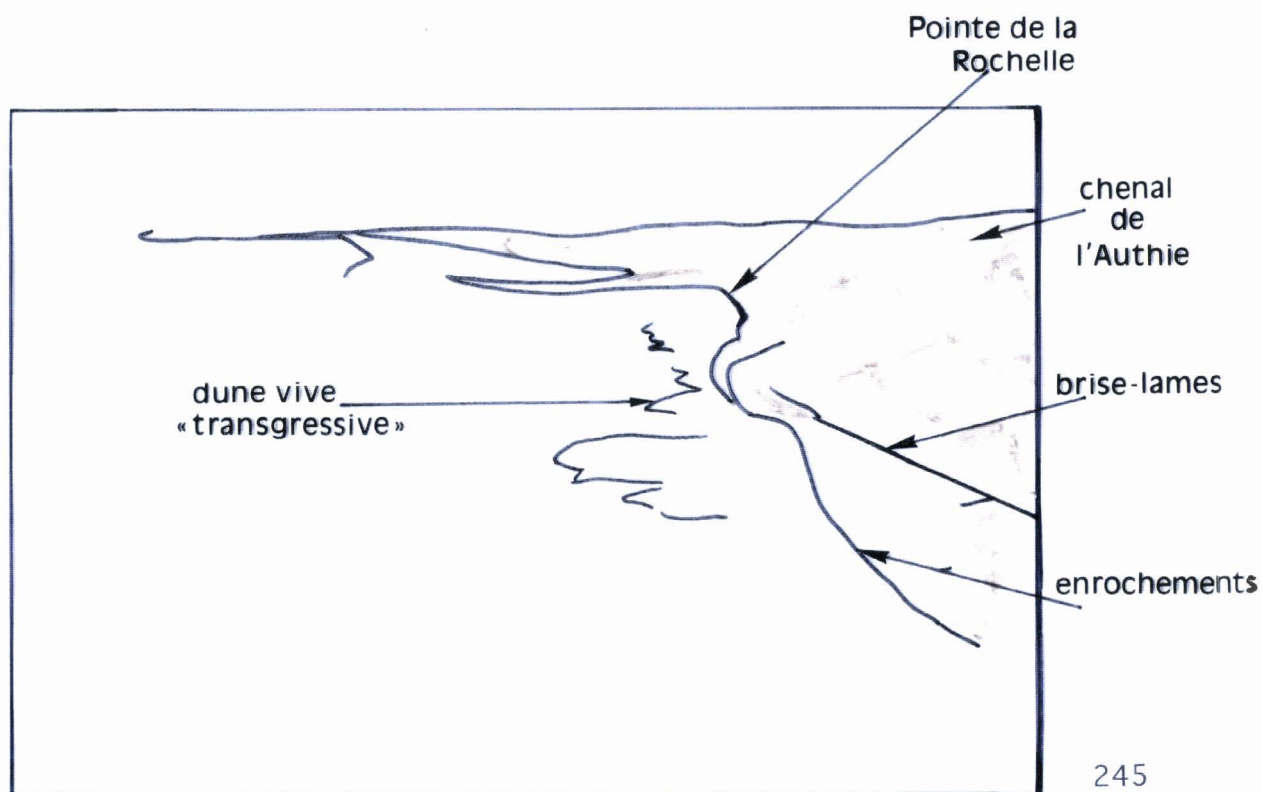
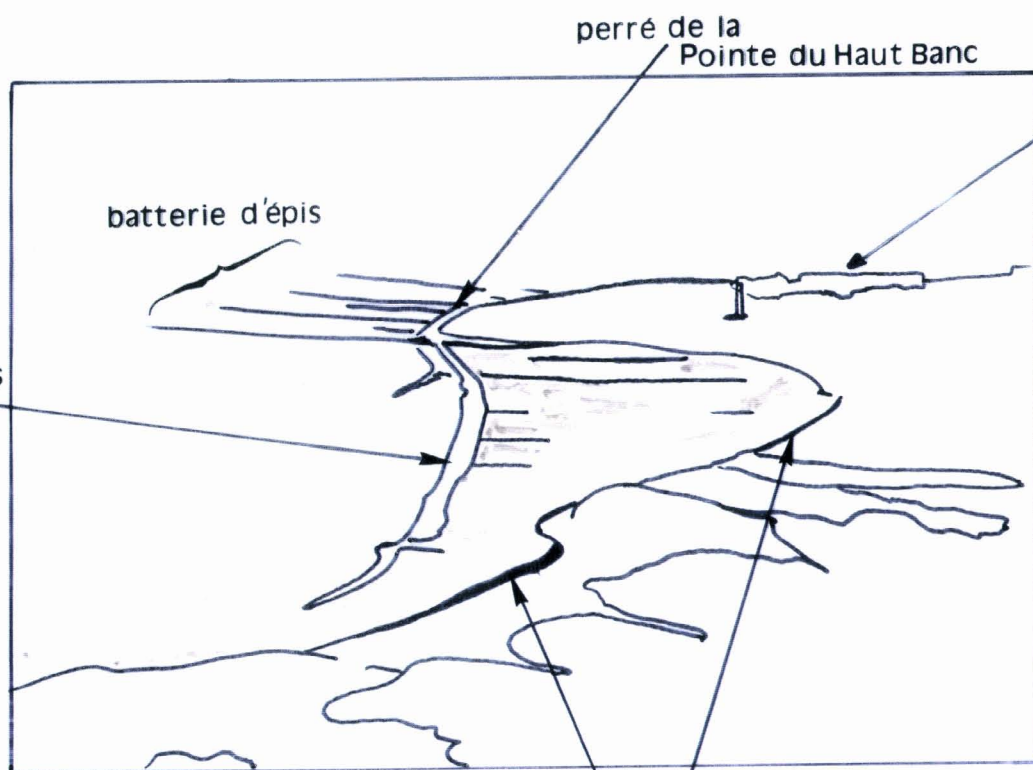


Fig.77a: Le musoir de l'estuaire de l'Authie, près de la Pointe du Haut-Banc.(photo. aérienne, P.Picouet, 29 / 04 / 1994)  
Fig.77b: Croquis: les ouvrages de protection du musoir.



NO  
↑



246

Fig.78a: Le musoir de l'estuaire de l'Authie. Les dunes de "La Garenne" et les enrochements protecteurs.(photo P.Picouet, 5 / 10 / 1993)  
Fig.78b: Croquis

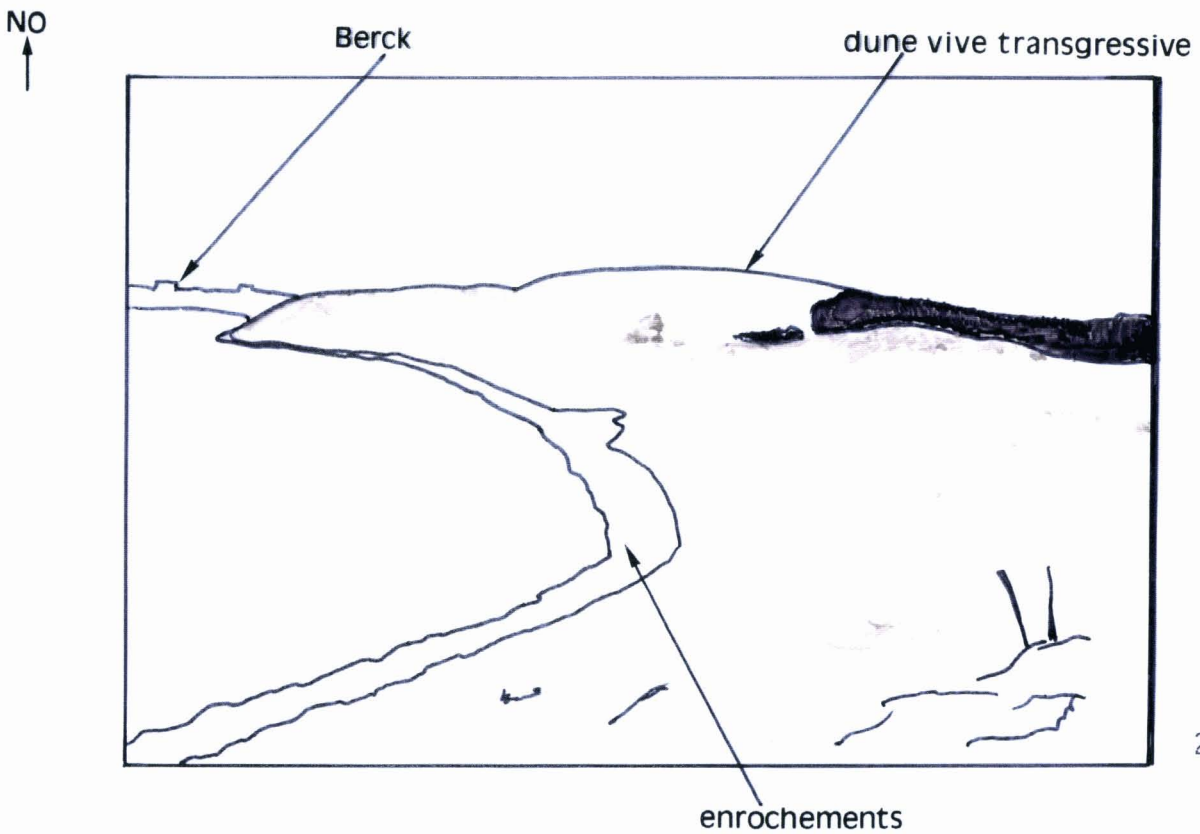
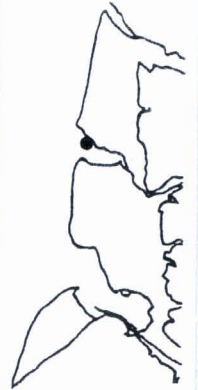


Fig.79a: L'estran au pied des dunes de "La Garenne".(photo P.Picouet, 5 / 10 /1993)  
Fig.79b: Croquis: les enrochements et le démaigrissement de l'estran.

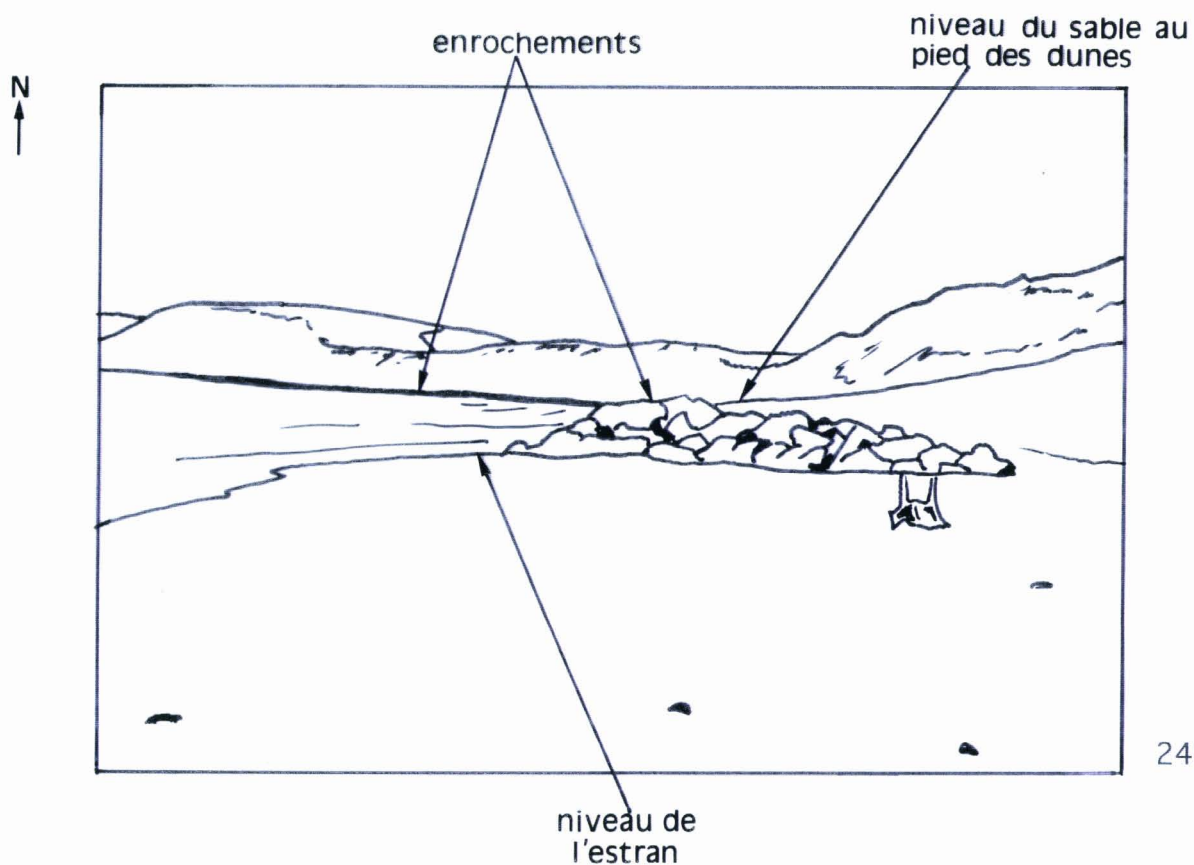
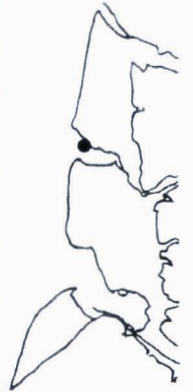
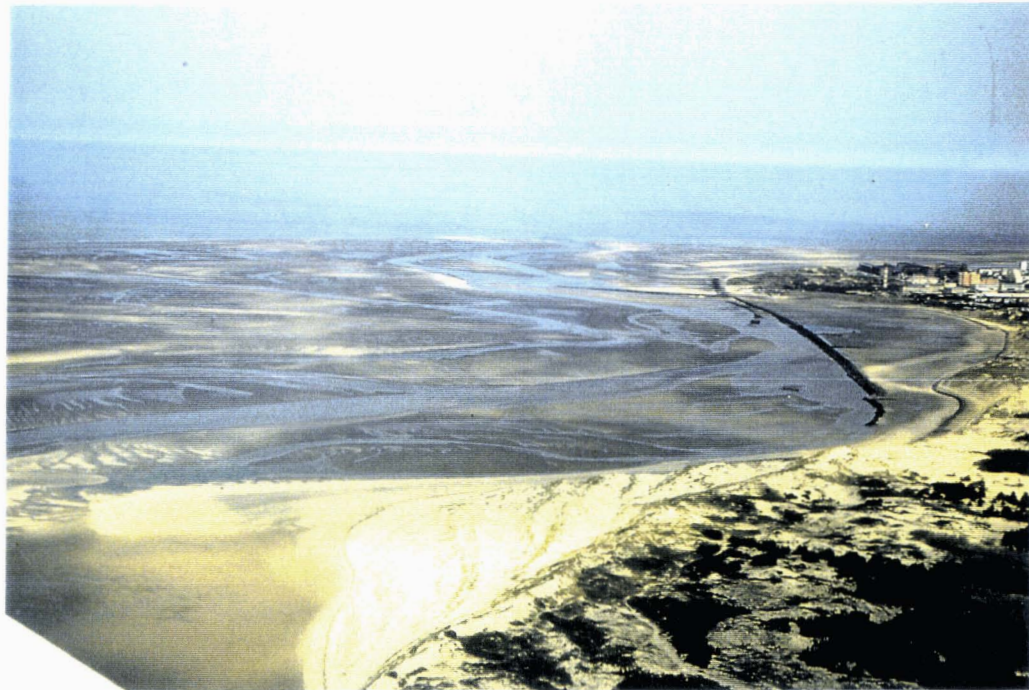


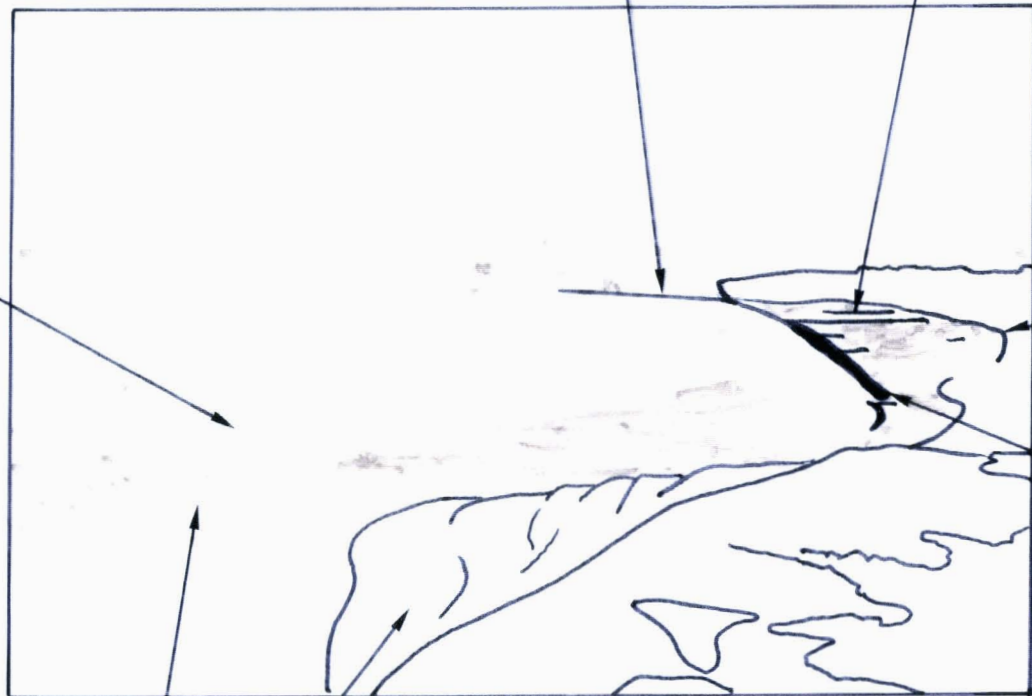


Fig.80a: Le musoir de l'estuaire de l'Authie, près de la Pointe de la Rochelle. (photo. aérienne, P.Picouet, 29 / 04 / 1994 )  
 Fig.80b: Croquis : l'engraissement du flanc ouest de la Pointe de la Rochelle.



NO  
↑

grand épis de la  
Pointe du Haut-Banc      épis et casiers



brise-  
lames

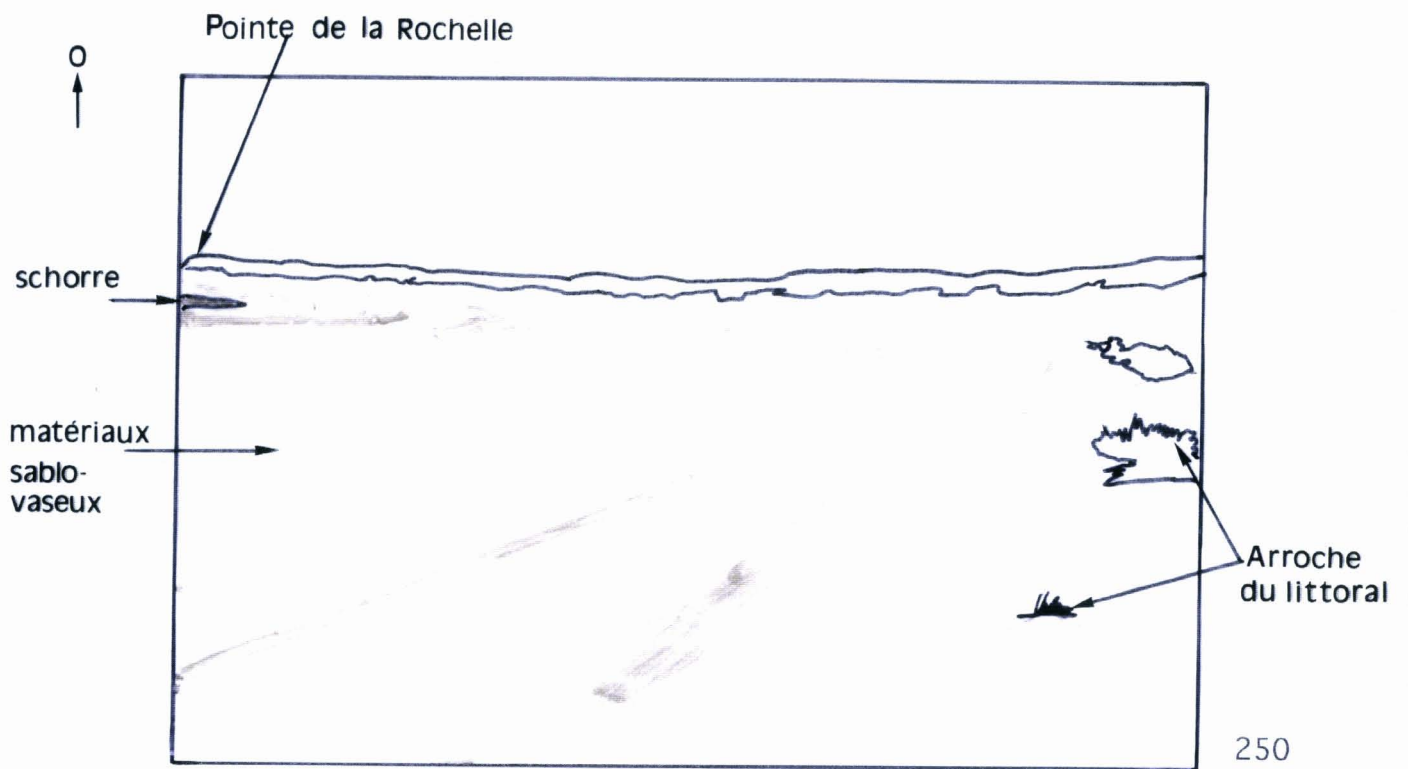
249

banc de  
sable      dunes embryonnaires

chenal  
de  
l'Authie

Fig.81a: La Pointe de la Rochelle et son flanc interne. (photo P.Picouet, 5/ 10/ 1993)

Fig.81b: Croquis: les dépôts sablo-vaseux entre le schorre et les dunes, sur le flanc interne de la Pointe de la Rochelle.



### **Le secteur de la Pointe de la Rochelle**

La progradation de la Pointe de la Rochelle est alimentée par le transit des sables poussés par le flot sur son flanc ouest. Les sables sont transportés jusqu'au sud-est de la pointe où ils sont déposés dans un secteur abrité. L'axe d'extension du contre poulier est ONO - ESE. Le crochet ainsi formé est suffisamment engraisé pour limiter la submersion de la langue de sable du flanc est (Fig.81a, 81b) aux seules marées de fort coefficient. Des touffes de végétaux (Arroche du littoral) s'installent aux pieds des dunes et un début de colonisation végétale dans la zone basse.

La progradation de la pointe s'accompagne d'un engraissement du flanc ouest par transport éolien (Fig. 80a, 80b). A marée basse, sur l'estuaire largement découvert, le vent transporte le sable sec. Ce processus semble efficace sur le banc de sable accumulé par le flot. L'élévation du banc est suffisante pour entraîner la formation de dunes embryonnaires. Une végétation herbacée de chiendent ou d'Elyme des sables (Lefèvre et *al.*, 1979) s'installe et piège les sédiments en ralentissant le vent. Les dunes embryonnaires deviennent coalescentes et constituent des banquettes. Plusieurs alignements de dunes embryonnaires entre la laisse de mer et les dunes bordières suggèrent que les dunes se développent dans ce secteur du flanc ouest de la Pointe de la Rochelle.

### **Les dunes de bordure et de remaniement éolien**

Les dunes de bordure élevées de 15 à 20 m présentent parfois une crête unique avec, face au vent, un versant pentu de profil concave et vers l'intérieur, un vaste bombement convexe (Fig.78a, 78b). Vu d'avion le massif semble beaucoup plus complexe. Des dunes de remaniement éolien de types différents sont visibles. Caoudeyres et dunes paraboliques sont soulignées par leurs bordures sableuses dépourvues de végétation qui dessinent des croissants à la concavité face au vent (Fig. 76a, 76b). La dynamique éolienne semble relativement active sur le massif dunaire incomplètement fixé par la végétation.

#### 2.3.3.2.4.2 - La progradation du flanc externe de la Pointe de Routhiauville

Au nord de Fort-Mahon-Plage, au delà du point mort, la dérive littorale transporte et dépose des sédiments ce qui entraîne la progradation du flanc externe de la Pointe de Routhiauville. Les processus de formation des dunes embryonnaires sont analogues à ceux qui contribuent actuellement à l'élargissement de la Pointe de la Rochelle. Plusieurs banquettes de dunes embryonnaires coalescentes sont formées sur le haut de plage et prolongent la Pointe de Routhiauville en l'élevant à la racine du poulier (Fig. 82a, 82b). Le processus d'accrétion de cordons dunaires successifs se poursuit actuellement à la Pointe de Routhiauville si l'on en juge par l'allongement de la Pointe entre 1975 et 1994 (Fig.83a, 83b et 84a, 84b).

#### 2.3.3.2.4.3 - Le schorre de rive sud

Les figures 84a et 84b montrent le schorre dans l'angle formé par la Pointe de Routhiauville prolongée par son poulier et la digue de 1862. Ce site est avec celui de rive droite, à l'amont de la Pointe de la Rochelle, le plus abrité par rapport aux courants de marée. Bien abrité et alimenté en matériaux sédimentaires, ce site offre des conditions très favorables à l'extension du schorre.

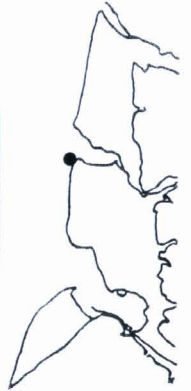
Comparée à celle observée par Verger (1968, p. 214) en 1955 et celle constatée par Lefèvre *et al.* (1979, p. 15) en 1975, la surface du schorre a progressé dans ce secteur. Sa morphologie est celle **d'un schorre à extension progressive simple**.

Au regard du réseau hydrographique, la pente générale est conforme. Les chenaux secondaires rejoignent le chenaux principaux selon un tracé grossièrement orthogonal. Les chenaux principaux, parallèles, se dirigent tous vers l'Authie en se prolongeant sur la slikke. Le réseau est moyennement dense comme celui des schorres de la baie de Somme.

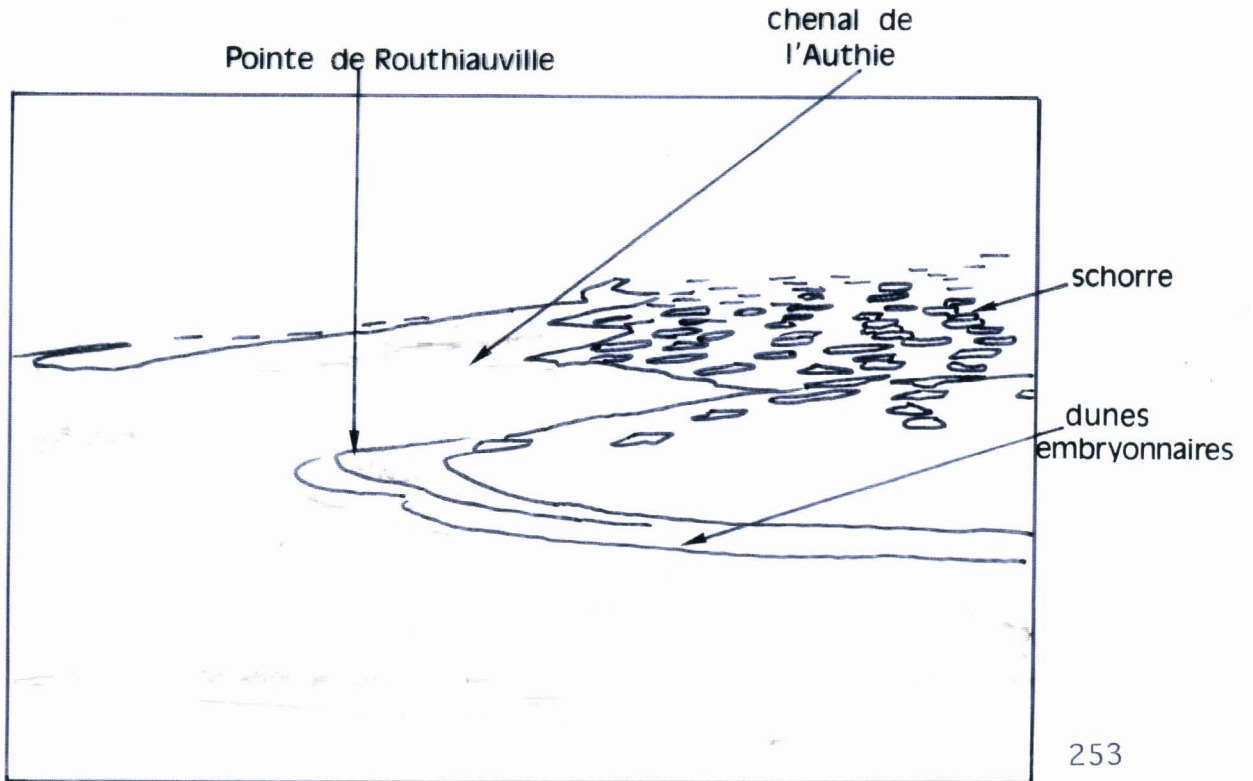
Chaque dépression fermée est aménagée. Les mares aux canards de formes géométriques sont très nombreuses. Certaines sont creusées à la lisière de la forêt dunaire. Cette forte densité des mares donne au schorre son allure originale.

Fig.82a: La Pointe de Routhiauville. (photo. aérienne, P.Picouet, 29 / 04 / 1994)

Fig.82b: Croquis: la progradation du flanc externe de la Pointe de Routhiauville.



E  
↑



253

Fig.83a: L'estuaire de l'Authie des mollières de Groffliers à la Pointe de Routhiauville. ( photo. aérienne, C.E.T.E Nord-Pas de Calais-Picardie, 1973 )

Fig.83b: Croquis: les schorres de rive nord et de rive sud.

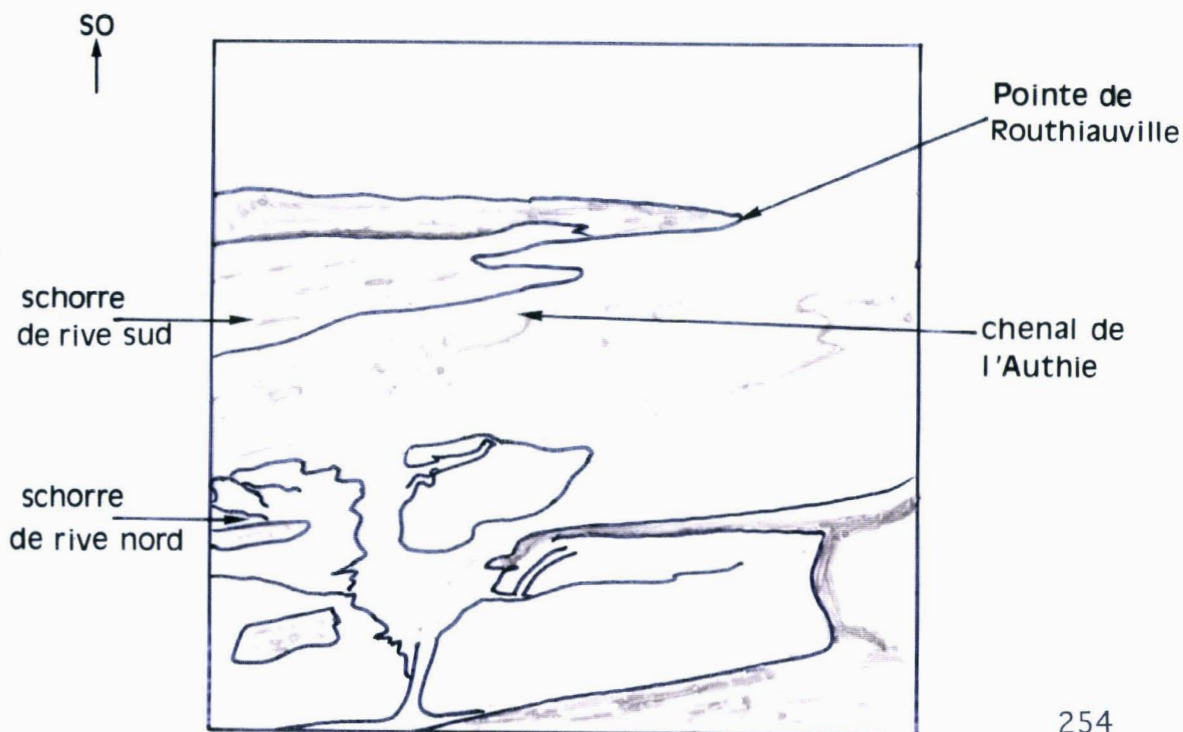


Fig.84a: La Pointe de Routhiauville, son flanc interne et le schorre de rive sud. (photo. aérienne, P.Picouet, 29 / 04 / 1994)

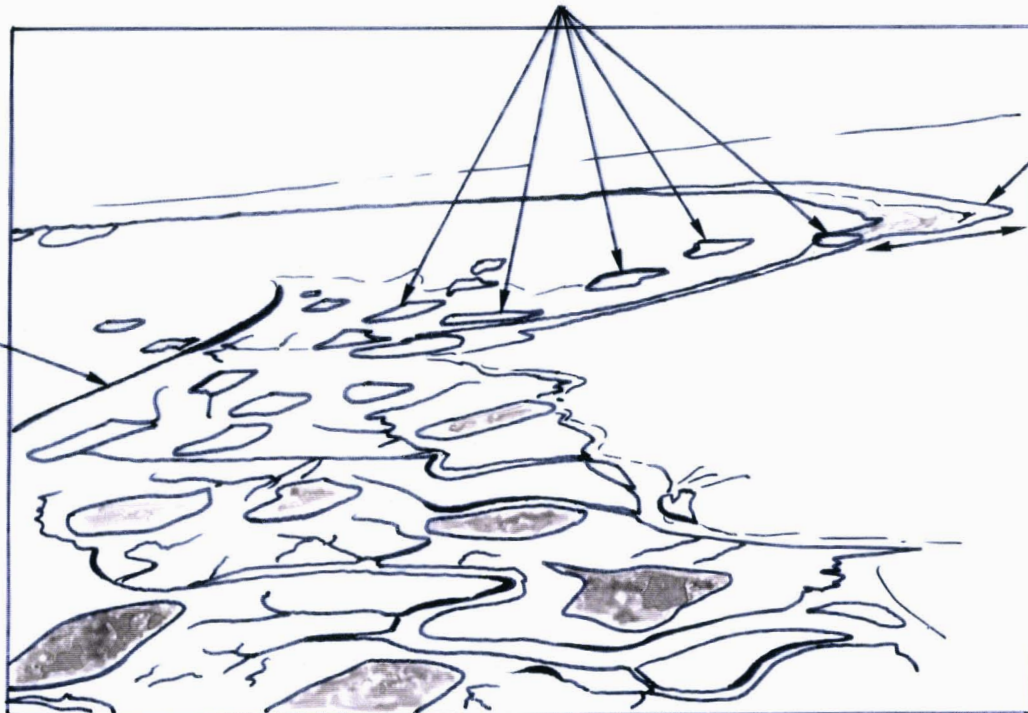
Fig.84b: Croquis: allongement de la pointe et progression du schorre.



nouvelles  
mares aménagées

SO  
↑

digue  
du « Fer  
à Cheval »



Pointe  
de  
Routhiauville  
allongement  
1975-1994

255

## Conclusion:

Depuis le XIX<sup>ème</sup> siècle, la défense du musoir de l'estuaire de l'Authie est un facteur clé de la dynamique estuarienne. L'extension urbaine de Berck-Plage nécessite le " durcissement " du rivage de plus en plus loin vers l'amont.

Un contre poulie s'allonge vers l'ESE. Le poulie s'allonge toujours vers le nord, ce qui ferme progressivement l'estuaire. La " chicane " qu'ils constituent, présente des courbes de plus en plus serrées rendant difficile le cours de l'Authie et la vidange de l'estuaire. A l'amont comme à l'aval les wadden s'étendent, l'estuaire se colmate. La " gestion " de l'estuaire devient de plus en plus délicate alors que les intérêts en jeu peuvent s'avérer contradictoires. Nous tenterons d'en donner un aperçu à la fin de la 2<sup>ème</sup> partie.

## 2.4 - La côte de Berck-Plage au Touquet-Paris-Plage et l'estuaire de la Canche

### 2.4.1 - La côte entre Berck-Plage et Le Touquet.

#### 2.4.1.1 - Evolution de la côte depuis le XIX<sup>ème</sup> siècle

Jusqu'en 1862, la côte est sensiblement différente de celle du Marquenterre, puisque le secteur méridional est occupé par ce que Briquet (1930) nomme l'ancien estuaire de Berck. Au nord, le cordon littoral, constitué de poulies successifs progressant vers le nord, " s'appuie sur la Pointe de Merlimont, dernier reste du musoir de l'estuaire " (Briquet, 1930, p. 160).

En 1862, au droit de l'ancien estuaire de Berck, " le rivage est complètement régularisé " (Briquet, 1930, p. 156). Depuis lors, la côte présente un tracé relativement rectiligne de la Pointe du Haut-Banc à la Pointe du Touquet.



**Son évolution devient semblable à celle de la côte du Marquenterre, c'est-à-dire que la partie méridionale est érodée alors que l'extrémité septentrionale s'accroît.**

Pour Briquet, le recul du rivage se fait sentir jusqu'au sud de la station du Touquet-Paris-Plage où se trouverait le point mort. Briquet note un indice du recul, la présence d'un ancien sol tourbeux sur la plage, à Merlimont-Plage ou encore au nord de Stella-Plage, et indique un recul du rivage de 49 m à la limite des communes de Merlimont et de Cucq entre 1877 et 1925.

**Au nord du point mort, des pouliers successifs s'allongent vers l'intérieur de l'estuaire de la Canche et s'accroissent vers le large.** Les tracés de 1888 puis de 1921 (Briquet, 1930, p. 162, Sommé, 1974) soulignent bien les deux axes de la progression.

**Cependant, une différence notable existe par rapport à l'évolution de la côte du Marquenterre. Des stations balnéaires se développent aux extrémités sud et nord du rivage, Berk-Plage et Le Touquet-Paris-Plage.**

A la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle, Berck-Plage devient une station climatique et balnéaire très fréquentée. L'extension urbaine du front de mer fixe le rivage de la Pointe du Haut-Banc et son Hôpital Maritime jusqu'aux Hôpitaux Cazin-Perrochaud, Calot et l'établissement Hélio-marin au nord. Les nombreuses constructions en façade littorale sur les lais et relais de mer, nécessitent rapidement l'aménagement d'ouvrages de protection tentant de limiter l'action des courants marins et de la houle.

L'Hôpital Maritime, le premier construit (en 1861) sur un site médicalement bénéfique mais à proximité d'un musoir, est aussi le premier à protéger. Des épis sont construits dès 1875 au sud de l'Hôpital. Un perré renforce le système de défense en 1880. Il est plusieurs fois prolongé et amélioré (par un perré en béton armé en 1909, par exemple) au début du XX<sup>ème</sup> siècle.

La fixation du secteur sud entraîne le déplacement des secteurs sensibles à l'énergie de la houle et de la dérive littorale vers le nord (dans le sens du courant), sur le front de mer de la station. Depuis les années 1950, un perré protège l'Esplanade Parmentier. Des enrochements et deux épis depuis les années 1980 protègent les dunes et freinent le

transit sédimentaire devant l'Hôpital Calot.

**La fixation du musoir de l'estuaire de l'Authie a des conséquences aussi importantes sur la façade de Berck-Plage que sur son flanc sud.**

**Sur le musoir de l'estuaire, la ville de Berck-Plage est dans la position d'une place forte qui risque une attaque frontale et un contournement sur son flanc.**

Le tracé du rivage méridional est donc original par rapport à celui du sud-ouest du Marquenterre. Nous pouvons l'observer actuellement avec les images satellitales et les photographies.

#### 2.4.1.2 - La côte actuelle de Berck-Plage au Touquet: état et éléments de la dynamique

##### 2.4.1.2.1 - Eléments pour une approche du bilan sédimentaire à partir d'une image satellitale.

L'image du 5 / 10 / 1989 est enregistrée à marée montante (PM - 3h 16). La hauteur d'eau est de 4,21 m à Berck-Plage et 4,02 m au Touquet pour un coefficient de marée de 63.

Le sable sec, très réfléchant, restitué en blanc sur la composition colorée 3, 2, 1 du TM de Landsat (Fig. 15), constitue notre marqueur. Il met en évidence l'estran supérieur et les rides de bas de plage bordant les " bâches" plus humides. Sur l'image, le tracé du rivage présente trois secteurs caractéristiques:

- le saillant de la Pointe du Haut-Banc et de l'Hôpital Maritime, au sud de Berck-Plage,
- un rentrant à grand rayon de courbure entre Berck-Plage et les environs de la station du Touquet,
- un secteur au tracé convexe au nord du Touquet, prolongé par le Banc du Pilori.

Nous l'étudierons avec l'estuaire de la Canche.

Ces trois secteurs confirment les observations de Briquet (1930). Au delà du site protégé de l'Hôpital Maritime et jusqu'au Touquet, le rivage est érodé et recule. Au

nord du Touquet, il y a engraissement de la Pointe du même nom.

L'image du 5 / 10 / 1989 souligne la fréquence des dunes de bordure non couvertes de végétation. Les dunes " blanches " couvrent une surface plus importante que celles du Marquenterre et cela particulièrement de part et d'autre des stations balnéaires de Merlimont-Plage et de Stella-plage.

Quelques indices de l'état du rivage peuvent être fournis par les photographies prises d'avion et au sol.

#### **2.4.1.2.2 - Eléments de la morphologie de l'estran et des dunes de bordure vus par les photographies aériennes et au sol.**

##### **Le saillant de la Pointe du Haut-Banc et de l'Hôpital Maritime (Fig. 85a, 85b)**

Le secteur de Berck-Plage est vu le 29 / 04 / 1994. La marée est basse (hauteur de 0, 99 m CM, à 10h 40). L'estran est très largement découvert lors de cette marée de coefficient 95.

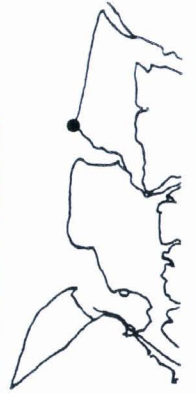
Le chenal principal de l'Authie longe le saillant de l'Hôpital Maritime qui est protégé par cinq épis (deux autres épis sont situés au sud et n'apparaissent pas sur la photographie) et un perré continu.

Entre les épis, les casiers sont plus ou moins remplis. Le niveau de remplissage jusqu'à la pointe des petits épis intercalaires semble bon contrairement au comblement des casiers à l'aval des grands épis et cela d'autant plus que le chenal de l'Authie est proche. L'action du jusant (et de la dérive littorale ?) associée à celle du courant de décharge de l'Authie semblent déterminantes dans le processus de comblement, puisque les grands épis sont bordés de dépôts sur toute la longueur de leur flanc sud.

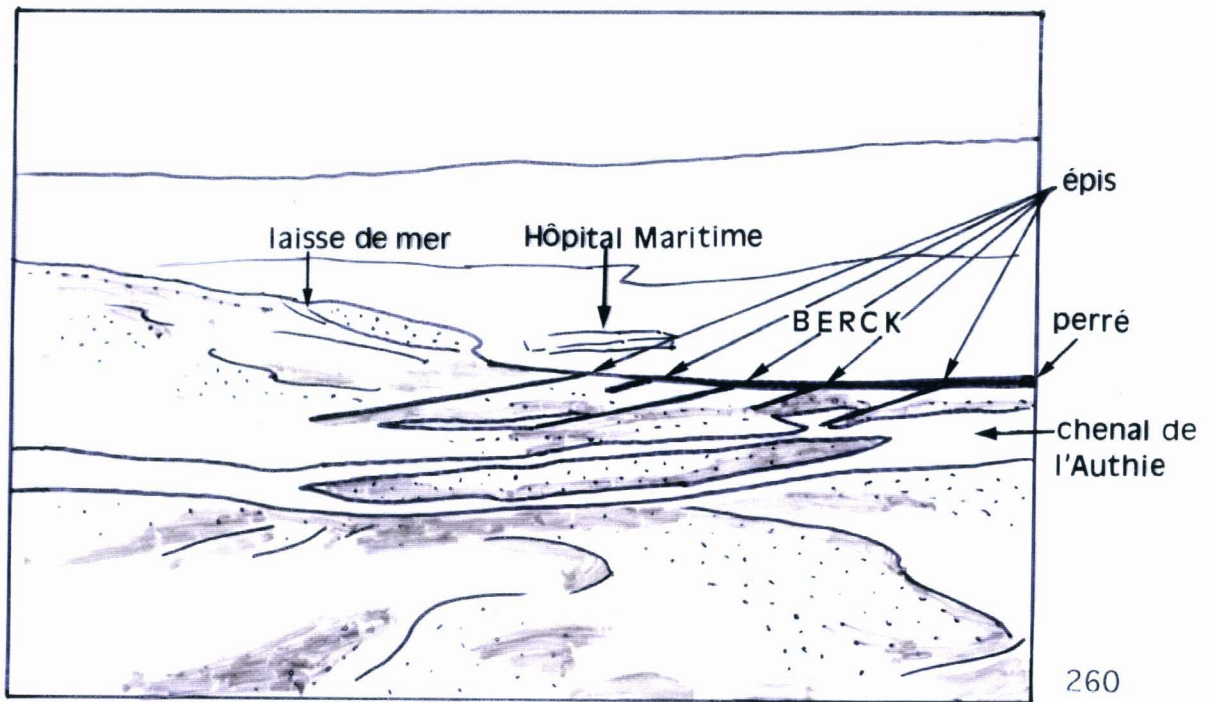
Ils freinent donc un transit sédimentaire dont la résultante est vers le nord. Par contre, l'extrémité aval de leur flanc nord est partiellement inondée, ce qui prouve que le comblement y est moins important. Lors de la montée, le flot affouille peut-être le sable devant les épis qu'il doit contourner. **La proximité du chenal de l'Authie semble limiter l'efficacité des épis.**

Fig.85a: La Pointe du Haut-Banc et l'Hôpital Maritime.(photo.aérienne, P.Picouet, 29 / 04 /1994 )

Fig.85b: Croquis: le chenal de l'Authie et le système d'épis de la Pointe du Haut-Banc.



NNE  
↑



Au nord du dernier épis, le plus éloigné du chenal, la dynamique estuarienne ne s'exerce plus. De vastes rides au sommet sec ou ressuyé, longues langues sableuses allongées vers le nord, bordent des bâches humides sur le bas de plage. Le courant de dérive littorale est à l'origine du transit sédimentaire vers le nord et des formes observées.

**Le début du vaste rentrant du rivage au nord de la plage de Berck-Plage (Fig.85a, 85b)**

Dès la plage de Berck, les tracés des laisses de mer et de la ligne de contact entre le sable ressuyé et le sable sec sont des indices de changement dans la topographie de l'estran.

Les tracés des laisses de mer, convexes sur la plage, rejoignent le pied des dunes au droit de l'hôpital Calot. La ligne de contact entre sable sec et sable ressuyé leur est parallèle. L'estran supérieur est donc plus bas au nord que face à l'Esplanade Parmentier.

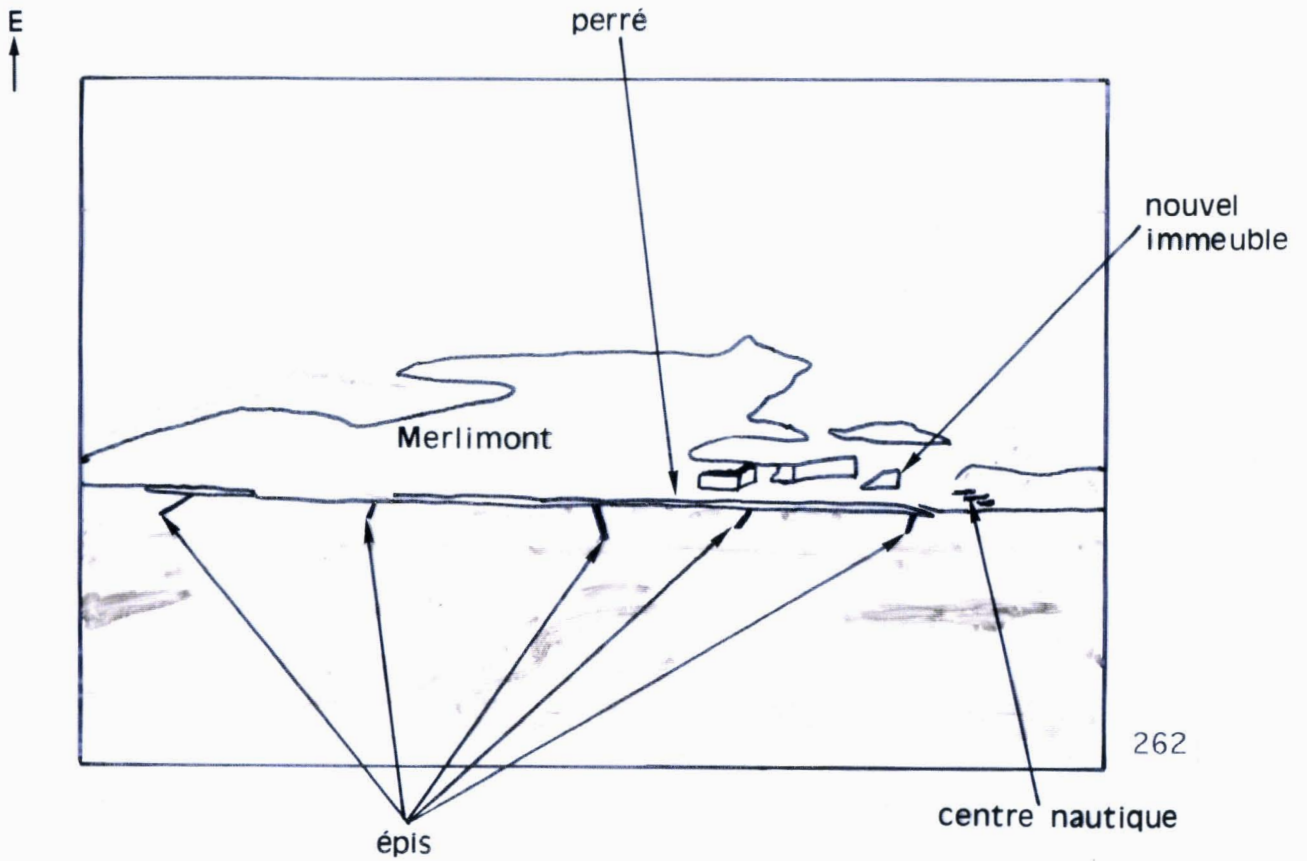
Le rivage s'incurve progressivement en direction du nord. Le perré face à l'hôpital est le plus avancé. Au nord de la plage, le cordon dunaire protégé par des enrochements et deux épis devant l'hôpital Calot marque un stade de recul intermédiaire. Enfin, le cordon dunaire au nord de Berck indique le retrait le plus important.

### **Le rentrant au droit de Merlimont-Plage**

Une photographie prise au sol dans l'axe du cordon dunaire, confirme le recul du rivage (Fig.89a, 89b). C'est sans doute dans le secteur compris entre Berck-Plage et Merlimont-Plage que la concavité du rivage est la plus accentuée. Vu au sol, du front de mer de Merlimont, le saillant de l'Hôpital Maritime de Berck ressemble à un cap, presque un promontoire!

Le front de mer de Merlimont est dans une position similaire par rapport au rivage dunaire qui le jouxte au sud et au nord. Nous pouvons estimer à une vingtaine de mètres la distance qui les sépare (c'est-à-dire la largeur du terre-plein aménagé devant le centre nautique).

Fig.86a: Merlimont et son front de mer.( photo. aérienne, P.Picouet, 29 / 04 / 1994 )  
Fig.86b: Croquis: extension et défense du front de mer.



Devant le perré qui protège la promenade du bord de mer (Fig. 86a, 86b), le démaigrissement de l'estran est suffisamment sensible pour que six épis (dont l'un est hors du secteur photographié) aient été installés afin de freiner le transit sédimentaire et maintenir la plage. Puissance de la dérive littorale, effet du perré qui réfléchit l'énergie des vagues déferlantes, en particulier lors des tempêtes mais aussi pénurie de sédiments pour alimenter la plage (comme le souligne Paskoff, 1993, p. 69) expliquent cette situation difficile.

### **La fragilité des dunes en bordure du rivage**

La fréquence des dunes " blanches " observées sur l'image satellitale du 5 / 10 / 1989 est un indicateur de la fragilité d'un certain nombre de secteurs entre Berck et le Touquet. Vus d'avion, le cordon dunaire paraît souvent rompu sous l'action de la déflation éolienne. Dans les échancrures du cordon, la compression du vent entraîne son accélération et favorise ainsi la déflation. Au sud de Merlimont, des échancrures du cordon sont affouillées et transformées en couloirs très profonds (Fig. 87a, 87b).

Au nord de Merlimont (Fig. 88a, 88b), les dunes de bordure sont très déstabilisées ou sont détruites. La multiplication des couloirs de déflation a entraîné leur disparition. A l'arrière, les accumulations sableuses recouvrent des milliers de m<sup>2</sup> et les rares îlots de végétation. Si la dynamique de déflation éolienne est efficace, elle est aidée par la forte fréquentation et le piétinement des dunes. Les aménagements intra-dunaires alimentent cette fréquentation. Au sud de Stella-Plage, le Camping de la mer est installé à l'arrière des dunes bordières. Les dunes peuvent être déstabilisées par des installations touristiques comme celle du centre nautique de Merlimont (Fig.89a, 89b) ou des constructions de résidences au sud du Touquet.

Le rivage entre l'estuaire de l'Authie et le Touquet n'a pas actuellement le même tracé que celui du Marquenterre. L'image satellitale nous le montre. La dynamique de l'espace urbain berckois a entraîné la fixation du secteur de l'Hôpital Maritime. Le rivage nord connaît un recul sensible.

Les photographies soulignent le démaigrissement de l'estran accentué devant les perrés, et la fragilité du cordon dunaire déstabilisé par la fréquentation des piétons, les

Fig.87a: Les dunes au sud de Merlimont. ( photo. aérienne, P.Picouet, 29 / 04 / 1994 )  
Fig.87b: Croquis: la fragilité des dunes.

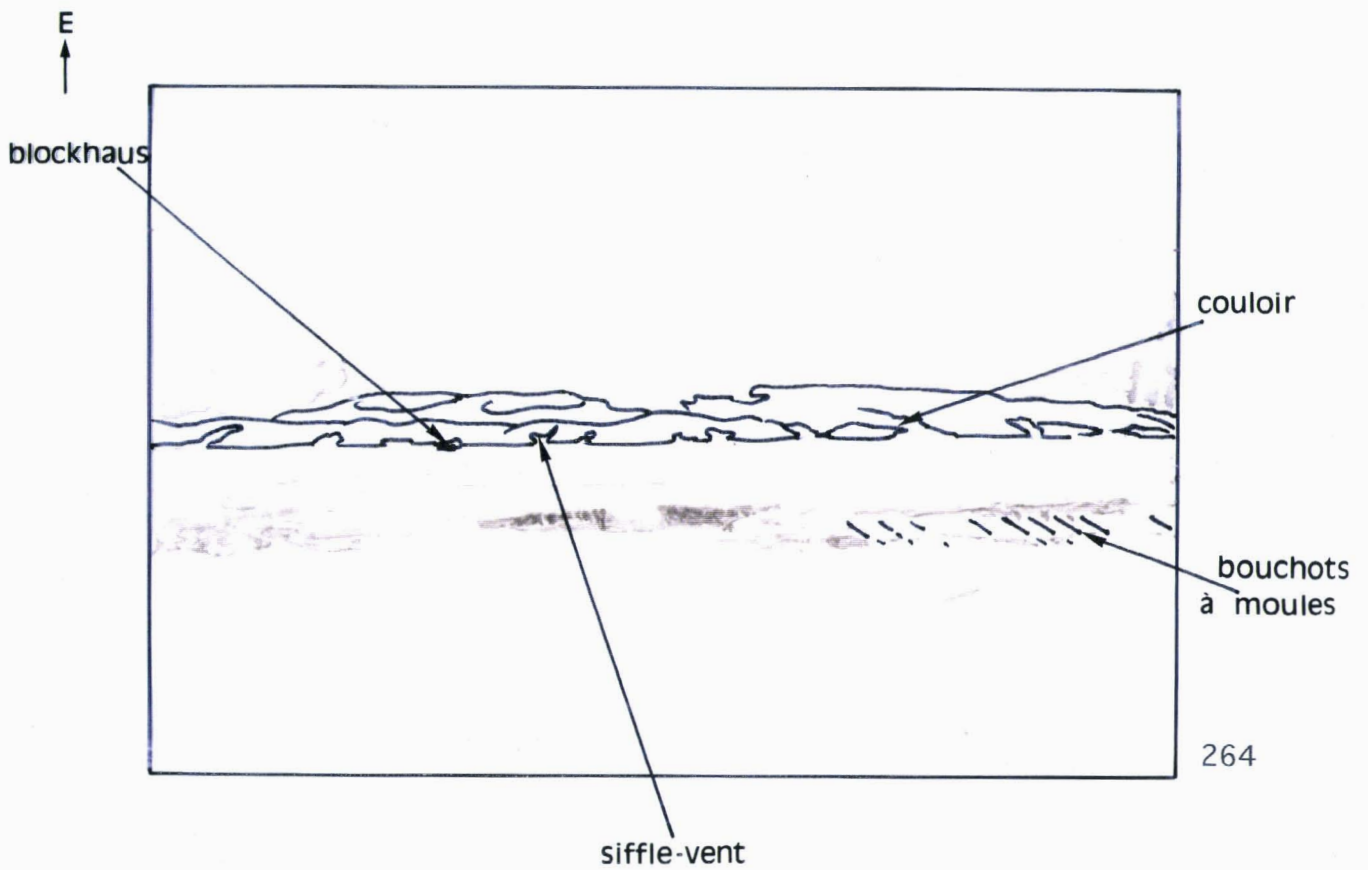




Fig.88a: Les dunes au nord de Merlimont.( photo. aérienne. P.Picouet, 29 / 04 / 1994 )  
Fig.88b: Croquis: la destruction des dunes.



E  
↑

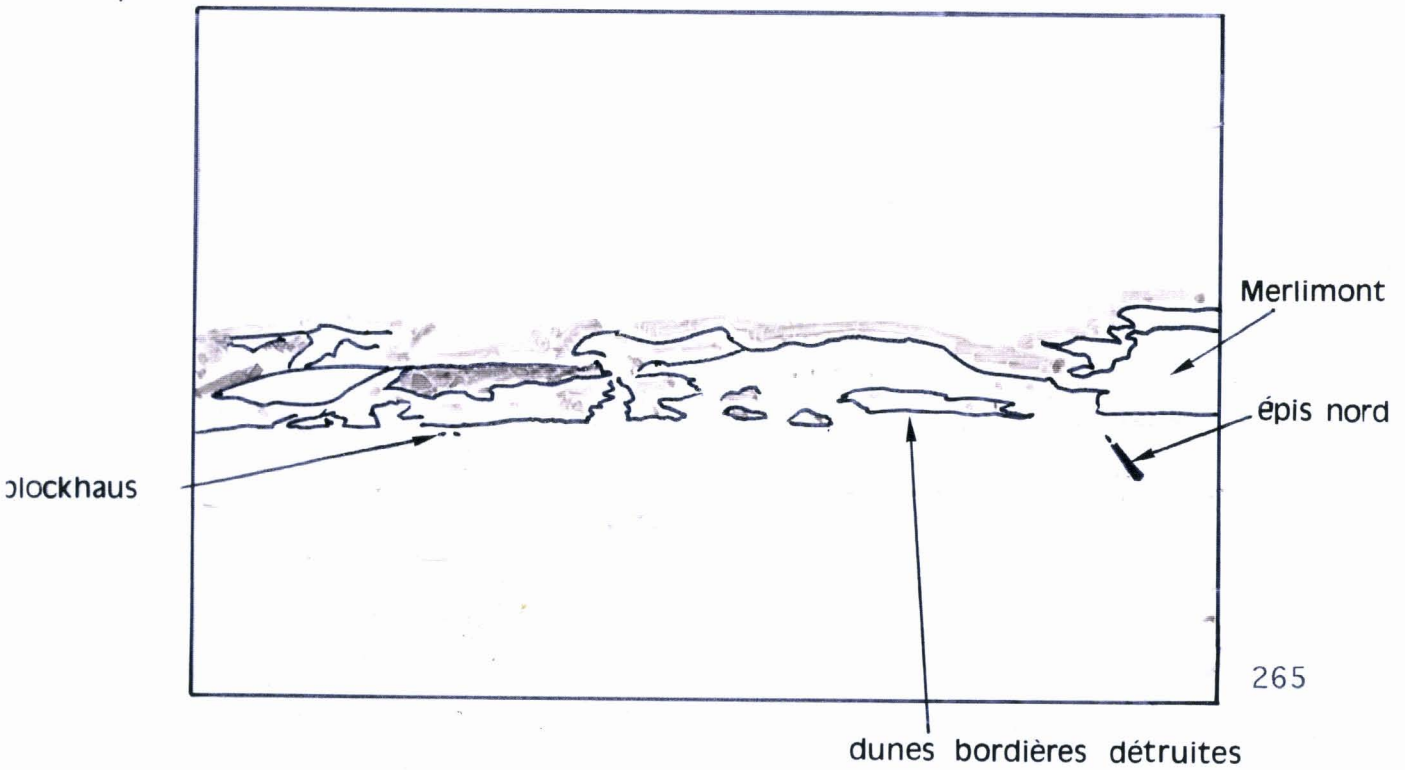
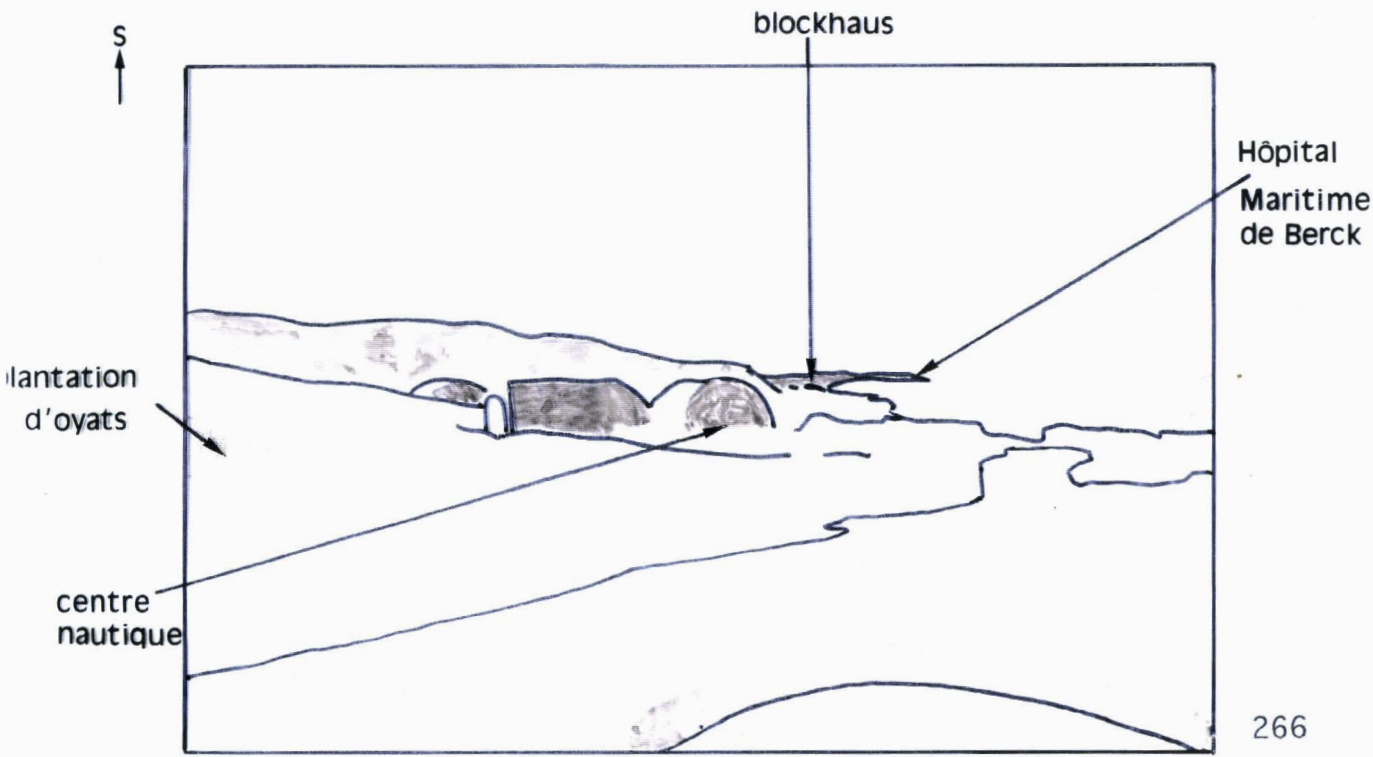


Fig.89a: La côte, du sud de Merlimont à la Pointe du Haut-Banc.( photo., P.Picouet, 1996 )  
 Fig.89b: Croquis



constructions qui favorisent la déflation éolienne en particulier dans les secteurs urbanisés de Merlimont-Plage et de Stella-Plage.

Active sur le rivage interestuarien, sur le musoir de l'estuaire de l'Authie, la dynamique urbaine l'est aussi sur le poulrier de l'estuaire de la Canche.

## **2.4.2 - L'estuaire de la Canche**

### **2.4.2.1 - Evolution de l'estuaire depuis le XIXème siècle**

L'évolution de l'estuaire de la Canche depuis le XIXème siècle est dominée par l'accumulation sédimentaire en rive sud dont résulte l'accroissement de la Pointe du Touquet et par l'érosion en rive droite qui entraîne le recul du musoir de la Pointe de Lornel. Comme dans l'estuaire de l'Authie, l'embouchure du fleuve est repoussée vers le nord.

Si le couple poulrier / musoir fonctionne comme celui de l'estuaire de l'Authie, les aménagements anthropiques en diffèrent sensiblement, parfois par les moyens employés mais surtout par les objectifs poursuivis.

#### **L'accroissement et l'urbanisation du poulrier**

En 1915, " on évaluait l'avancée du poulrier à 700m depuis le début du XIXème siècle; la progression avait été de 300 m pour la période qui va de 1835 à 1878. " (Briquet, 1930, p. 161)

Progressivement, la Pointe du Touquet se prolonge par des bancs qui ne sont d'abord que des îlots puis qui se soudent ensuite à la pointe ancienne. De 1937 à 1947, le Banc du Pilori s'avance de 160 m tout en se recourbant vers l'intérieur de l'estuaire. De 1947 à 1967, le banc s'étend encore de 500 m (Despeyroux, 1985). En 1983, le banc du Pilori est large de 400 m environ à sa racine et barre en partie l'estuaire sur 1 km tout en se recourbant légèrement vers le nord-est à son extrémité septentrionale très étroite. En

1989, celle-ci est large de 200 à 250 m, preuve d'un fort engraissement depuis 1983 (Picouet, 1993).

Depuis 1880, l'accrétion des pouliers successifs s'est accompagnée du développement de la ville du Touquet. Dans l'estuaire de la Canche, la dynamique urbaine contribue à fixer le poulier.

### **Le recul du musoir de la Pointe de Lornel**

De 1852 à 1930, les Ponts et Chaussées d'Etaples (cités par Briquet) évaluent le recul à 320 m. Lorsque le chenal de la Canche longe au plus près le musoir, le recul est particulièrement rapide. C'est le cas entre 1910 et 1921, période pendant laquelle le recul atteint 120 m. Entre 1947 et 1977, le recul est encore estimé à 125 m (Despeyroux, 1985).

Ce sont souvent les ruines d'anciennes constructions qui servent de repères. Si l'on s'en tient aux traces encore visibles actuellement, les ruines du grand hôtel de Saint-Gabriel, construit en 1898 et détruit en 1912, ou encore les nombreux blockhaus effondrés sur l'estran sont particulièrement significatifs (Fig. 90 et 91).

Contrairement au musoir de l'estuaire de l'Authie, celui de l'estuaire de la Canche n'a jamais été suffisamment défendu même lorsqu'une station balnéaire s'y construisait !

### **Le maintien du chenal de navigation entre le port d'Etaples et la mer**

Au XIX<sup>ème</sup> siècle, l'estuaire interne de la Canche est largement colmaté. Depuis le Moyen Age, les renclôtures ont accompagné voire accéléré le processus de comblement sur la rive sud de la Canche et orienter son cours vers le nord comme celle de 1924 qui, en aval d'Etaples, permet la création du champ de courses du Touquet.

Montreuil, encore accessible par la mer en 1650, n'est plus un port au XIX<sup>ème</sup> siècle. Le seul port accessible au fond de la baie devient alors Etaples. Compte tenu de son importance économique, les travaux d'aménagement dans l'estuaire, vont viser prioritairement à améliorer la navigation entre le port et la mer. Afin de limiter les

Fig.90: Les blockhaus sur le musoir de l'estuaire de la canche.(photo., P.Picouet, 10 / 09 / 1993 )



Fig.91: Les restes du Grand Hôtel de St-Gabriel, sur l'estran à marée basse. (photo., P.Picouet, 10 / 09 / 1993 )



divagations du chenal de la Canche et de lui conserver une profondeur suffisante, deux digues submersibles sont construites sur ses rives, à l'aval d'Etaples: l'une, de rive gauche, atteint 3150 m en 1870, l'autre de rive droite, de 4114 m de longueur en 1901 (Lafond, 1991). Elles doivent orienter la Canche au milieu de l'estuaire, ainsi réduire le temps de parcours entre Etaples et la mer dans un chenal suffisamment profond. Dès le 11 avril 1907, le Conseil Général du Pas-de-Calais souhaite un exhaussement et le prolongement des digues submersibles pour freiner l'allongement de la pointe nord du Banc du Pilori (Rapport de l'Ingénieur Subdivisionnaire d'Etaples, 4 / 04 / 1908). Grâce aux digues construites, le chenal s'est approfondi et la marine de pêche locale en a profité pour augmenter le tonnage des bateaux (de 25 à 55 tonneaux de jauge brute moyenne). L'augmentation du tirant d'eau des 104 bateaux armés en 1906 dépasse les améliorations apportées au chenal.

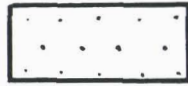
Les deux digues sont rehaussées en 1956 (rives gauche et droite), en 1983-84 (rive gauche) puis en 1987-88 (rive droite) ou allongées en 1962.

## Conclusion

**A la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle déjà, puis surtout au XX<sup>ème</sup> siècle l'évolution de l'estuaire de la Canche dépend étroitement de l'économie de son port de fond de baie et de sa station balnéaire sur le poulier. Le maintien du chenal et la lutte contre l'extension du Banc du Pilori constituent une priorité séculaire. Le fonctionnement et la morphologie actuels de l'estuaire le confirment.**

### 2.4.2.2 - L'estuaire de la Canche : éléments de fonctionnement et de morphologie actuels à partir de l'image Spot du 17 / 03 / 1990.(Fig. 92a et 92b)

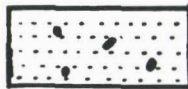
Les données sont enregistrées à 12h 08 (UT +1) alors que la marée est montante (PM - 2h 49) par un coefficient de 55 ( marée de grande morte eau). L'interprétation de la composition colorée des canaux 3, 2, 1 de Spot en mode multispectral, est classique: cordons dunaires et bancs sableux lorsqu'ils sont secs en blanc, sables humides en vert



dunes



plages et bancs de sable sec



schorre et mares aux canards



partie haute des rides de bas  
de plage et bancs ressuyés



éventail deltaïque de jusant  
estran humide



estran à faciès sablo-vaseux  
slikke



chenal secondaire et bancs  
dans le chenal principal



chenal de la Canche



panache de turbidité

Fig.92a: L'estuaire de la Canche. Composition colorée des canaux 3,2,1 de Spot ( 17 / 03 / 1990 ).

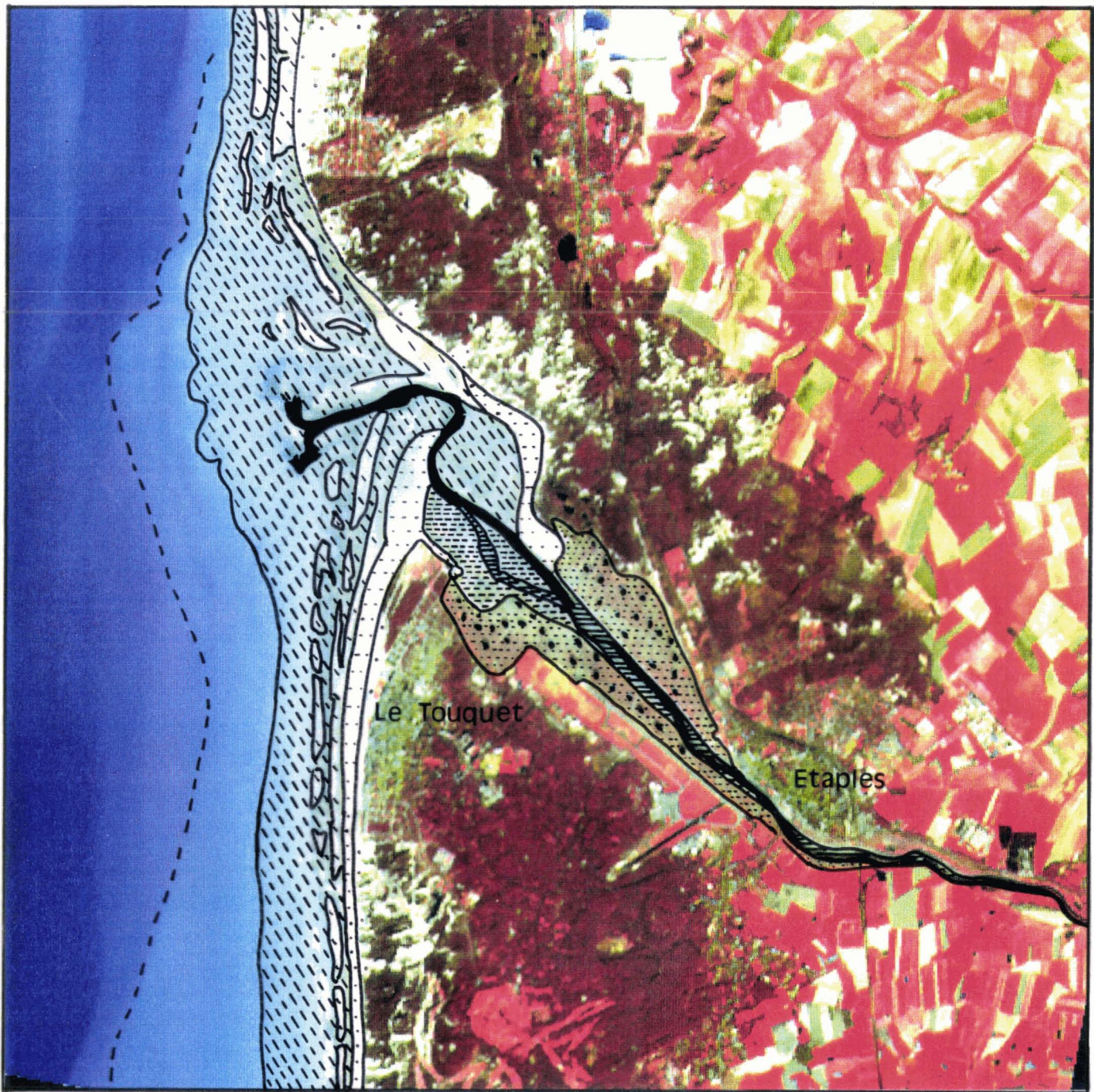
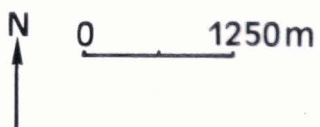


Fig.92b: Croquis d'interprétation: éléments de fonctionnement et de morphologie de l'estuaire.



274



clair, chenaux en vert foncé, haute slikke partiellement végétalisée en vert légèrement rougeoyant et schorre au rouge plus soutenu. Le delta sous-marin et les panaches de turbidité apparaissent en bleu clair.

A 4,73 m de hauteur d'eau, l'estuaire est encore largement découvert. Engraissé par le courant de dérive littorale, le poulier du Banc du Pilon s'avance vers le nord, dans le prolongement de la Pointe du Touquet et tend à obstruer l'estuaire. Il présente un profil transversal dissymétrique: le flanc interne, court et pentu est sec alors que le flanc externe, face au large, plus long et peu pentu, est encore humide. Sur le musoir, au tracé nettement concave, des bancs de sable transitent vers l'amont au droit du Feu de Camiers.

Après un vaste méandre vers le nord, la Canche se jette dans la Manche en construisant un large éventail deltaïque. En rive sud, à la racine interne du poulier, s'accumulent des dépôts sablo-vaseux partiellement colonisés par la végétation. En rive nord, de grandes rides sableuses, parcourues de chenaux, constituent un éventail de flot (vert clair).

A l'amont, au delà des digues latérales qui canalisent la Canche, les schorres occupent tout l'espace.

Ces quelques éléments de la morphologie estuarienne et son organisation spatiale suggèrent bien son fonctionnement actuel. Au début de la marée montante, le flot pénètre dans l'estuaire par le chenal de la Canche et une encoche située au nord. Il transporte des sédiments sableux qui transitent le long du musoir jusqu'au Pli de Camiers.

Lors de la baissée, le jusant associé au courant du fleuve, et dirigé par les digues latérales submersibles affouille l'extrémité aval du flanc interne du Banc du Pilon.

## Conclusion

**La morphologie, l'organisation spatiale et le fonctionnement de l'estuaire de la Canche sont dominées par la dynamique anthropique; l'expansion urbaine sur la Pointe du Touquet et le maintien des activités portuaires dans le fond de l'estuaire en représentent deux éléments essentiels. La navigation dans l'estuaire a été et**

**reste plus que jamais une nécessité vitale pour l'économie locale alors que la défense du musoir est une préoccupation très récente.**

Nous étudierons dans la troisième partie les conséquences des interventions anthropiques et des tempêtes de l'hiver 1989 - 90 sur la dynamique et le fonctionnement de l'estuaire.

## **2.5 - Eléments pour une synthèse de l'évolution des estuaires et des rivages interestuariens de la plaine maritime.**

Dans le chapitre 2, nous nous sommes placés dans la perspective des temps sociaux ou historiques et de leur croisement avec, d'une part les tendances au colmatage des estuaires et à l'érosion des rivages interestuariens, d'autre part les temps de la marée et de la houle. Nous pouvons à la fin de ce chapitre esquisser quelques traits de l'évolution des rivages.

Dans cette essai de synthèse, nous distinguons les territoires estuariens des autres rivages.

### **2.5.1 - Evolution des territoires estuariens.**

A la croisée des temps sociaux et des temps de la nature, les estuaires sont devenus de véritables territoires. Depuis l'Antiquité, l'homme les utilise, les organise en les aménageant. Des liens fonctionnels se sont tissés entre les ports d'aval et d'amont, et transversalement entre les deux rives; c'est le cas entre Le Crotoy et St-Valéry, avec la voie ferrée par exemple.

Ce sont des territoires complexes par les processus physiques qu'ils connaissent; le colmatage est important dans les trois estuaires, mais leurs rivages peuvent être soumis localement à l'érosion. Ils sont complexes par la diversité des activités qui s'y

rencontrent; la fonction d'échanges est la plus ancienne; elle est résiduelle actuellement, mais subsiste encore dans l'estuaire de la Somme (le port de St-Valéry maintient un trafic maritime); la pêche en mer (Etaples, Le Crotoy, St-Valéry, Le Hourdel) et la pêche à pied ne sont pas négligeables; les fonctions touristiques sont multiples (chasse, promenade, baignade, navigation de plaisance).

Toutes les activités, à des degrés divers, se " heurtent " à la tendance longue au colmatage des estuaires. Depuis le Moyen Age, l'homme tente d'aménager les estuaires pour limiter les effets du colmatage. Les aménagements dépendent de l'importance et des types d'utilisation des espaces estuariens; de ce point de vue, nous pouvons considérer que chacun des trois estuaires est un type de territoire différent.

#### **2.5.1.1 - Trois ports pour un territoire dans l'estuaire de la Somme. (Fig. 93a et 93b)**

**Le territoire estuarien de la Somme est dominé par les deux ports, St-Valéry et Le Crotoy, et leurs relations parfois concurrentielles expliquent les aménagements réalisés: les digues latérales submersibles orientent la Somme le long de la rive sud, au profit des ports de St-Valéry et du Hourdel, tandis que le bassin de chasse du Crotoy maintient la navigation dans le chenal d'accès au port.**

Les aménagements peuvent avoir des effets contradictoires; à l'échelle de l'ensemble du territoire estuarien, la canalisation de la Somme le long de la rive sud (pour maintenir l'accès au port de St-Valéry) favorise la sédimentation et le colmatage dans le nord; à l'échelle du secteur compris entre le Cap Hornu et la Pointe du Hourdel, la digue latérale submersible de rive gauche contribue à l'exhaussement de la slikke.

La territorialisation de l'estuaire qui a contribué à la permanence de son ouverture vers la mer, s'est aussi accompagnée de la conquête de terres et de l'accroissement des relations nord-sud aux effets favorisant le colmatage.

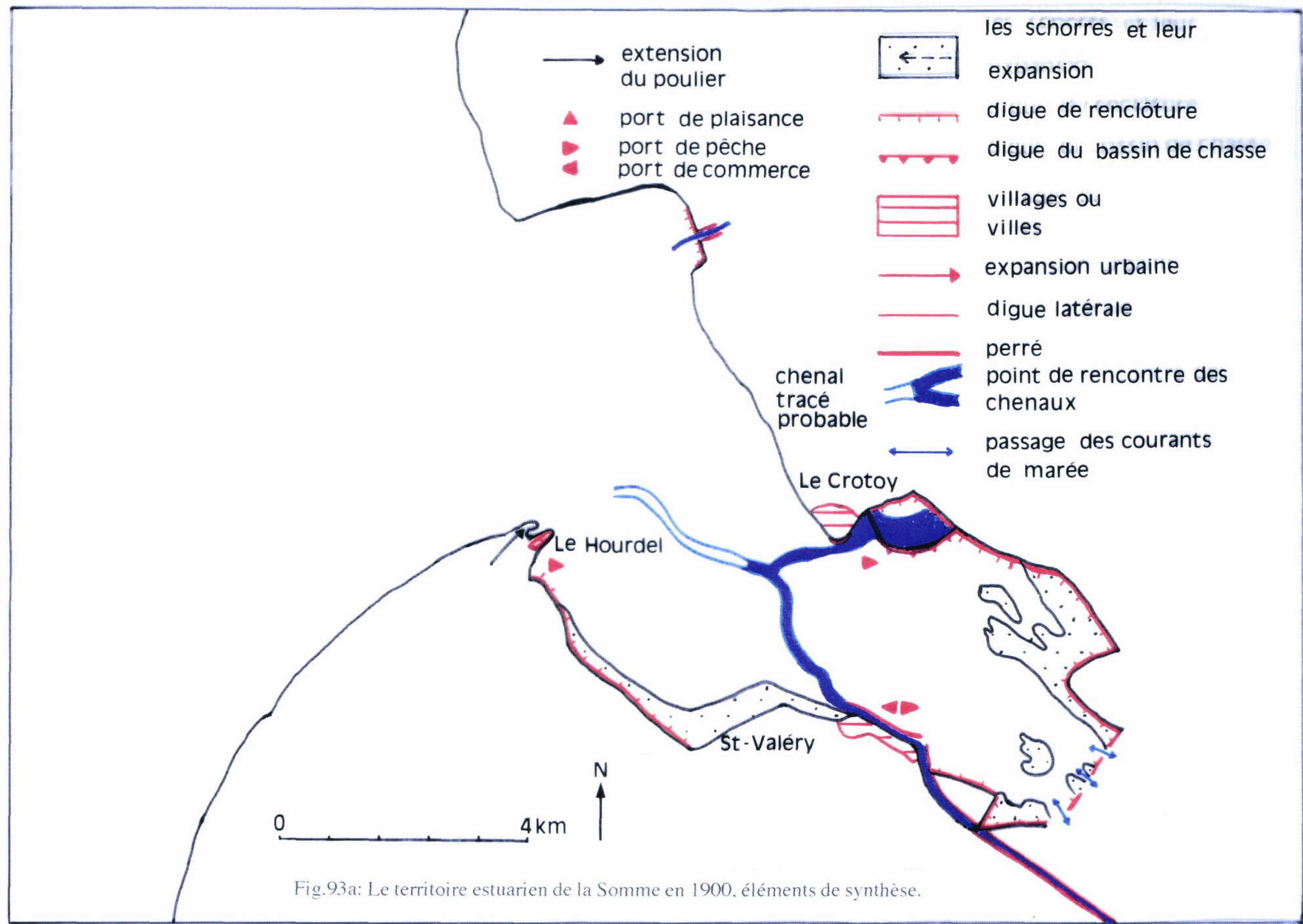


Fig.93a: Le territoire estuarien de la Somme en 1900, éléments de synthèse.

Fig.93b: Le territoire estuarien de la Somme dans les années 1990, éléments de synthèse.  
( même légende que pour la figure 92a)

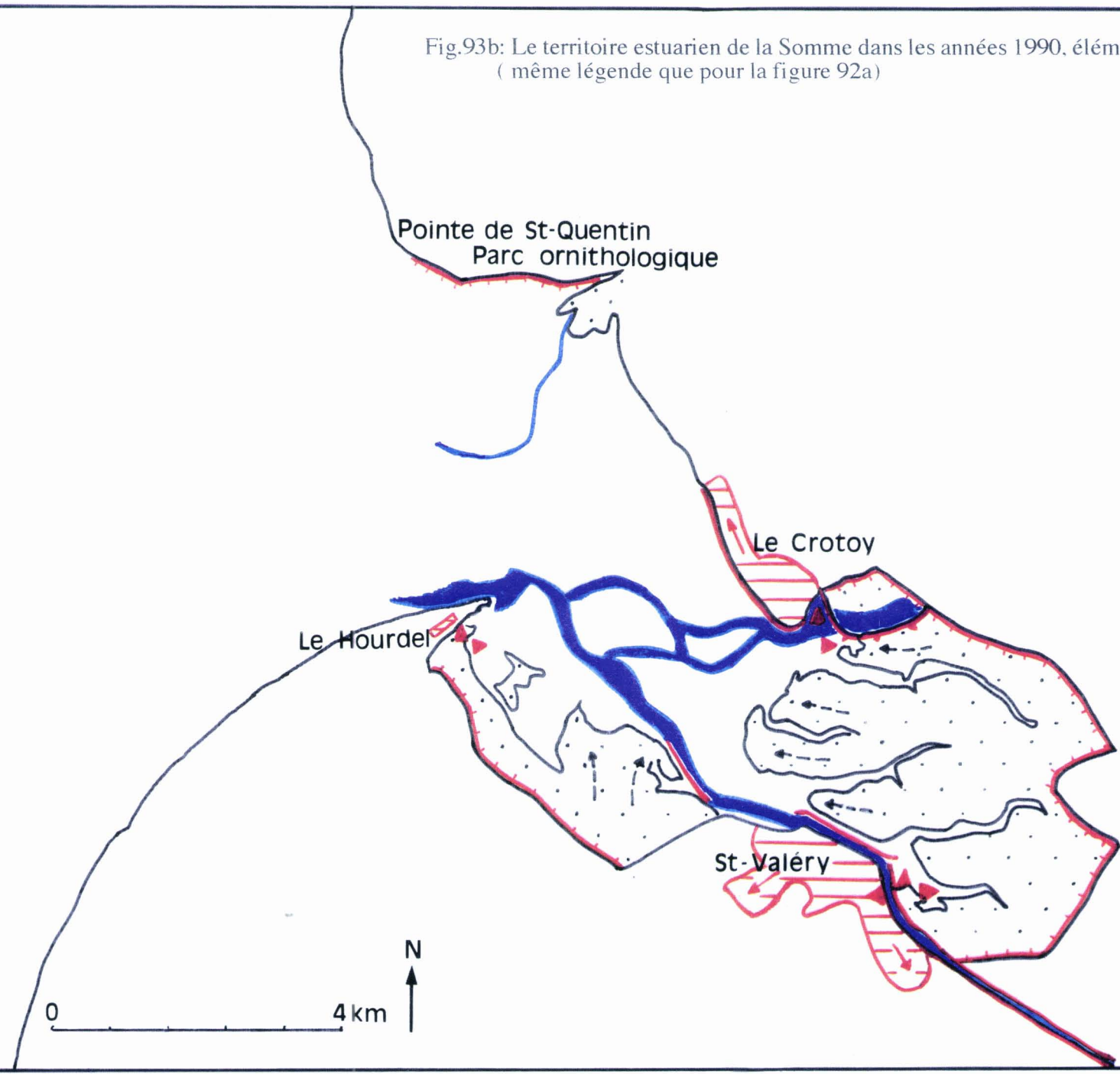
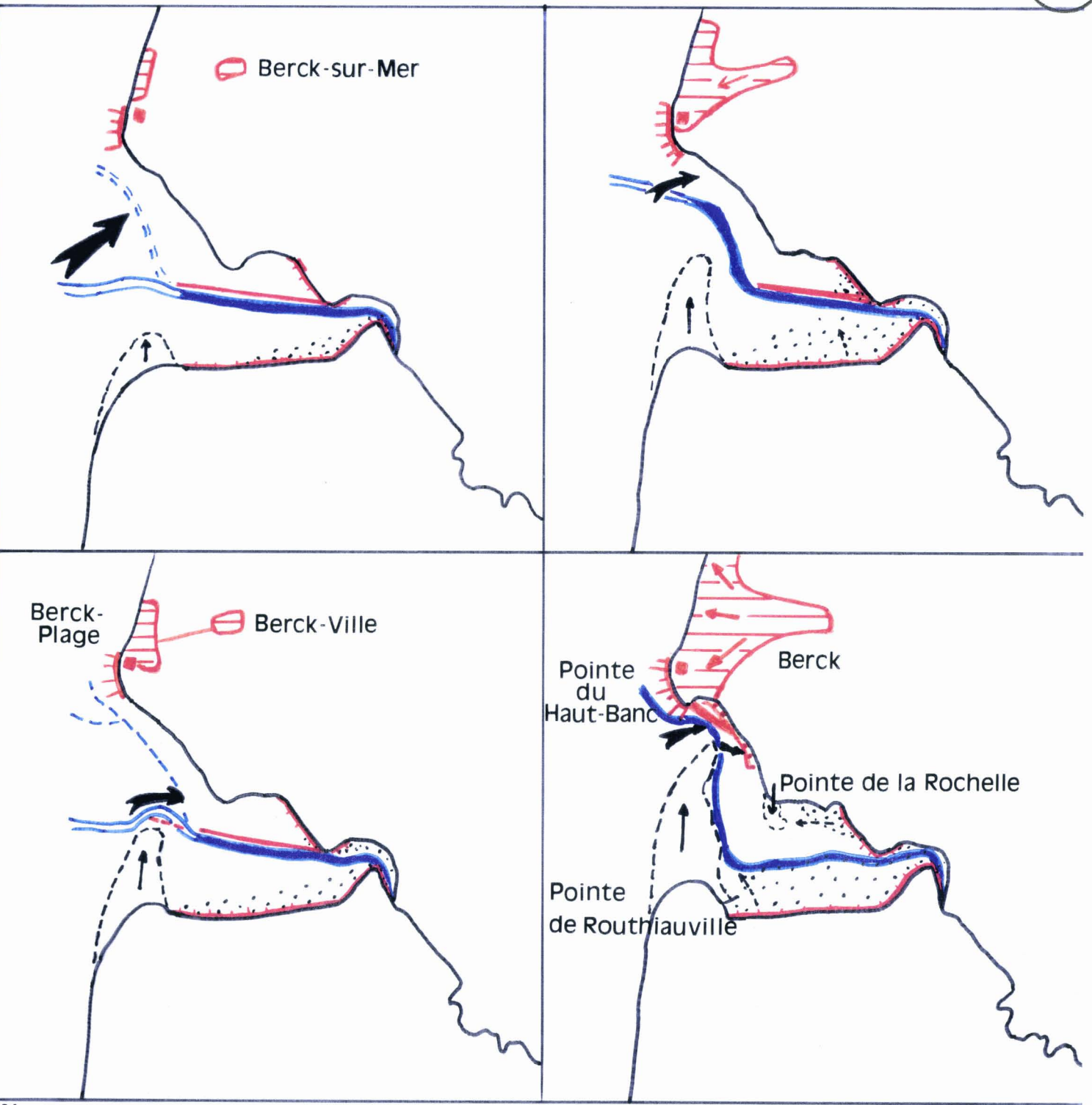


Fig.94: Le territoire estuarien de l'Authie, éléments de synthèse.



N  
0 4km

années	années
1875-1885	1950
1	3
2	4
années	années
1920	1990

- secteur érodé localisé
- recul du musoir
- extension du:
  - poulier
  - schorre
- schorre
- Hôpital Maritime
- brise-lame
- digue Barrois
- perré et épis
- enrochements
- expansion urbaine
- digue de renclôture

### 2.5.1.2 - La station balnéaire de Berck et le territoire estuarien de l'Authie. (Fig.94)

**L'estuaire de l'Authie est aussi un espace en voie de comblement. Mais l'organisation de ce territoire n'est pas directement liée à ce processus.**

La croissance du poulier vers le nord a pour conséquence le recul du musoir, et ce recul menace l'agglomération berckoise. Depuis le XIX<sup>ème</sup> siècle, les aménagements réalisés visent à la défense de la station balnéaire. En 1868, la digue Barrois tente de redresser le chenal de l'Authie afin qu'il ne longe pas la rive nord. Actuellement, les ouvrages construits exercent une défense " rapprochée " le long du musoir.

Le territoire estuarien est peut être surtout perçu comme une périphérie à l'échelle locale, dont le fonctionnement " naturel " est éventuellement menaçant. Il est encore considéré comme une " réserve de nature " à laquelle le comblement pourrait porter préjudice.

Périphérie locale et " réserve ", l'estuaire de l'Authie reste donc le territoire le moins aménagé des trois estuaires de la côte picarde, et cela d'autant plus qu'il se trouve à la limite des départements de la Somme et du Pas de Calais, donc aussi une périphérie à l'échelle départementale.

### 2.5.1.3 - Un port et une station balnéaire dans le territoire de l'estuaire de la Canche. (Fig.95)

**L'estuaire de la Canche représente un troisième type de territoire.** Son organisation est différente de celle des précédents parce que son fonctionnement est dominé par les activités d'un port de pêche de fond d'estuaire, Etaples, et les fonctions touristiques d'une station balnéaire, Le Touquet, installée sur le poulier.

Des trois estuaires, l'estuaire de la Canche est le plus aménagé. Il représente actuellement un double enjeu; le maintien d'un chenal navigable est vital pour le port de pêche et peut être intéressant pour la station balnéaire qui souhaiterait se doter d'un port de plaisance sur la rive sud de l'estuaire. L'extension du poulier (le Banc du Pilon)

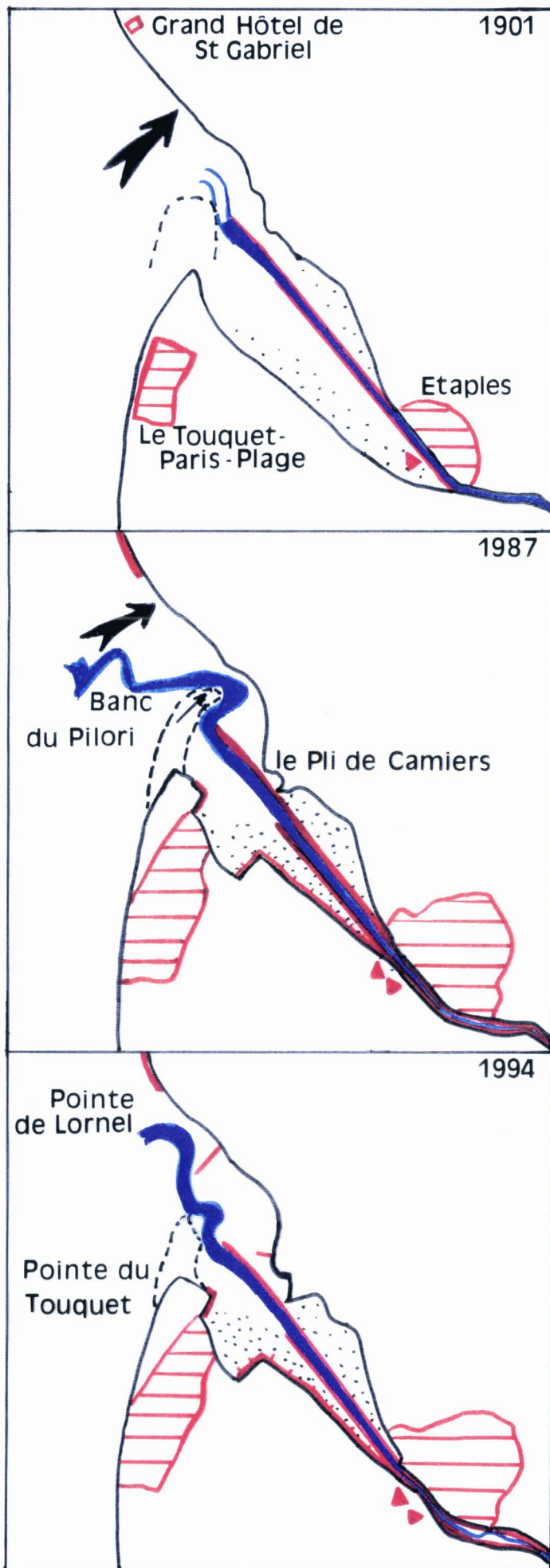


Fig.95: Le territoire estuarien de la Canche, éléments synthèse.( même légende que celle de la figure 94)





est un obstacle majeur dans le fonctionnement du territoire.

Dans la 3ème partie, nous étudierons les conséquences complexes du croisement des temps de la nature, d'un événement (une tempête) avec ceux de la société dans l'estuaire de la Canche.

## **Conclusion**

**Les territoires estuariens ont été les premiers où se sont " croisés " les temps de la nature et les temps sociaux. Face à la tendance au comblement qui les concerne tous les trois, leur évolution est sensiblement différente. Elle est de plus en plus liée à leur organisation territoriale et aux enjeux que représentent ces territoires: périphérie et " réserve " (Authie), voie d'accès au port de pêche de fond d'estuaire (Canche) ou voie d'accès aux deux ports de pêche et de plaisance du fond de l'estuaire de la Somme.**

### **2.5.2 - Evolution des rivages interestuariens.**

Les rivages interestuariens de la plaine maritime sont des discontinuités physiques mais aussi depuis la fin du XIXème siècle, des discontinuités temporelles.

La tendance à l'érosion domine sur des secteurs de plus en plus longs, les rivages interestuariens. Si nous reprenons la théorie de Le Fournier (1974), ce sont les variations du rapport charge sédimentaire / capacité de transport des courants marins qui expliquent la construction ou la destruction des " barrières littorales " (p. 342), leur avancée et leur engraissement ou leur recul par érosion. Ainsi, des barrières littorales se sont construites lorsque le rapport était positif, elles ont tendance à être érodées actuellement parce que le rapport est souvent négatif. La charge sédimentaire disponible serait dans ce cas insuffisante. La barrière littorale est localement fragilisée d'autant plus que les agents de la dynamique littorale tels que la houle et les courants de marée peuvent, étant données la faiblesse de la pente et l'importance du marnage, agir sur une vaste surface d'estran. Les aménagements touristiques des stations balnéaires, sont confrontés sur les rivages à cette tendance à l'érosion. Chaque station tend à devenir un promontoire artificiel, en avant du rivage dunaire qui recule. Le temps de la conquête touristique "croise" la tendance à l'érosion sur le rivage

## **3ème partie : L'évolution brutale des rivages ou la rencontre des tendances longues de la nature, des cycles de la marée, des temps sociaux et d'un événement, la tempête de février 1990.**

### **Introduction de la 3ème partie**

Dans la 2ème partie, nous avons successivement étudié le " parallélisme " des temps de la nature et des temps sociaux, associé au parallélisme des axes de construction de la plaine maritime, puis la rencontre des temps de la nature et des temps sociaux sur les rivages.

Dans cette 3ème partie, nous allons étudié la " rencontre " sur le rivage occidental des Bas-Champs et dans l'estuaire de la Canche, des temps de la nature, des temps sociaux et d'un événement ponctuel, la tempête de février 1990.

Dans chaque cas, nous pouvons observer la combinaison complexe des interactions entre la tempête et les interventions anthropiques (aménagement d'épis et de digues submersibles, exploitation des ressources représentées par les cordons de galets).

## **Chapitre 1 : La tempête de février 1990 et l'inondation des Bas-Champs.**

L'hiver 1989-1990 est marqué par la fréquence des tempêtes qui ont touché la France septentrionale occasionnant la mort de 19 personnes qui viennent s'ajouter aux 30 marins disparus dans l'Atlantique. L'importance des dommages indemnisés (13-15 milliards de francs) donne une idée de l'ampleur des dégâts (Doumenge, Paskoff, Robert, Trzpit, 199, p. 119).

### **1.1 - Les conditions atmosphériques et océanographiques de l'hiver 1989-90: un hiver très tempétueux.**

#### **1.1.1 - Vents forts et vents de tempête.**

Dans la plaine maritime, les mois de janvier et février sont particulièrement tempétueux. En janvier, la station d'Abbeville enregistre 11 jours de vent fort (vitesse maximale instantanée supérieure à 16 m/s) contre 10 en moyenne pour la période 1979-1988; la station du Touquet enregistre le même nombre de jours de vent fort pour une moyenne de 8 dans la période 1956-91. Le 25 janvier est un jour de tempête avec des vents supérieurs à 28 m/s, soit plus de 100 km/h, et une pointe à 144 km/h.

En février, la tendance perturbée domine avec 18 jours de vent fort (contre 5 en moyenne sur la période 1979-1988, à Abbeville) et 7 jours de tempête; février devient ainsi le mois le plus venté à Abbeville depuis 1946 (Paul, 1991).

### **1.1.2 - Le régime des vents en janvier-février 1990.**

L'orientation de la plaine maritime l'expose de plein fouet aux vents dominants d'ouest imposés à nos latitudes par la circulation atmosphérique générale. Cependant, le régime des vents est variable selon les saisons et les années (Biays, 1974). L'étude comparée des vents de janvier et février de la période 1961-1990 et de l'année 1990 souligne bien l'originalité de cette dernière au Touquet (Picouet, 1993,p.451).

En janvier 1961-90, les vents de secteur ouest représentent 43 % des observations. En janvier 1990, les vents de secteur ouest sont plus présents (56 % des observations).

En février 1961-90, les vents d'est dominant largement avec 47 % du total alors qu'en février 1990, ce secteur ne représente que 25 % des observations. Le secteur ouest correspond à 65 % du total (Picouet, 1993).

Une circulation d'ouest plus fréquente avec trois directions privilégiées (SSO, SO et OSO) caractérise donc les deux premiers mois de l'année 1990.

En janvier 1990, les directions précédemment citées représentent 36, 8 % des observations pour les vents supérieurs à 5 m/s. En février, elles en représentent 33, 9%. A Abbeville, pendant ces deux mois, les directions dominantes sont de secteur ouest, plus particulièrement de 200° à 280°; pour les vitesses supérieures à 5 m/s, leur fréquence moyenne s'élève à 35 % en janvier et 54 % en février.

Ainsi, fait remarquable, pendant ces deux mois, aux directions dominantes des vents correspondent les directions les plus fréquentes des vents supérieurs à 5 m/s.

### **1.1.3 - L'événement des 26, 27 et 28 février 1990: conjonction d'une tempête et de marées à forts coefficients.**

L'épisode des 26, 27 et 28 février 1990 s'inscrit dans une circulation atmosphérique de secteur ouest dominante, générée par la présence de centres d'action dépressionnaires très creusés (basses pressions d'Islande de 950 hPa et basses pressions situées sur les Iles britanniques de 955 hPa) et par celle de l'anticyclone des Açores (1040 hPa) situé

au large des côtes portugaises.

La vitesse instantanée du vent atteint 39 m/s le 26 février (direction OSO), 29 m/s le 27 / 02 (direction ONO) et culmine à 42 m/s, soit 151 km/h (direction OSO) le 28 février.

L'épisode de tempête se produit alors que les coefficients de marée sont élevés: 102 et 106 le 26 février, 108 le 27, 107 et 104 le 28.

Au Tréport, le niveau des pleines mers dépasse 10 m CM, du 26 février au 2 mars; il a même atteint 12,05 m CM au début de l'après-midi du 27 février; la surcote est alors de 2,20 m. Compte tenu de la permanence des vents d'OSO à O le 26 février, puis d'O à ONO le 27, la houle s'oriente sans doute dans les mêmes directions.

A l'aide du programme de modélisation mathématique VAG (dans ce logiciel, les paramètres de réfraction sur les fonds sont les seuls pris en compte), Queffeuilou (1992) a mis en évidence quelques points de concentration de l'énergie des houles. Les houles de référence au large sont celles d'occurrence annuelle (grosses tempêtes, houles d'une durée cumulée de 24 heures) et les conditions de niveau d'eau sont les plus défavorables (surcote et marée de vive eau).

Dans le cas d'une houle de secteur ouest, la concentration des orthogonales de houles est forte à l'enracinement du cordon sur 2 km et au niveau des derniers épis.

Dans le cas d'une houle de secteur OSO, l'énergie des houles est concentrée à 1,5 km d'Onival (avant les flèches anciennes des Lirettes), du centre au sud du Hâble d'Ault (1,5 km) et au niveau de l'amersud de Cayeux.

Au large du littoral picard, la mer du vent a pu générer des vagues d'une hauteur significative (hauteur estimée en utilisant l'abaque de Bretschneider et fonction de la vitesse du vent, du fetch et de la durée pendant laquelle le vent a soufflé) de 6,1 m le 26 février et de 4,50 m le 27 (Queffeuilou, 1992).

La conjonction de pleines mers à des cotes marines supérieures à 10m voire 12m et de vagues dont la hauteur a pu atteindre 4,50m voire plus de 6m, explique les débordements fréquents de la crête du cordon de galets, particulièrement dans les points de concentration des orthogonales de houle.

Nous allons étudier les conséquences de la tempête dans les Bas-Champs et dans l'estuaire de la Canche en observant les interactions des aménagements anthropiques, du cycle de marée et de événement météorologique.

## **1.2 - L'inondation des Bas-Champs.**

Les divers paramètres météorologiques et hydrologiques permettent de comprendre le débordement et l'arasement du cordon de galets ainsi que sa déstabilisation en quelques points (racine du cordon, Hâble d'Ault méridional et central, aval des derniers épis).

### **1.2.1 - Essai de reconstitution des événements (fig.96).**

Tout au long de la semaine suivant le 26 février 1990, compte tenu des surcotes et de l'agitation de surface, les vagues déferlantes (Fig. 97) débordent la tête du cordon (cote: + 13,5 m à + 14 m CM); celle-ci est progressivement arasée. Il semble que la cote d'arase se situe autour de + 10 m, cote indiquée par Dallery (inondations de 1925), observée en 1990 et trouvée lors des essais en canal (Bellessort, 1990).

Au moment du jet de rive, l'eau s'infiltré dans le cordon ou ruisselle vers les étangs du Hâble d'Ault. Elle s'accumule à l'arrière du cordon et jusqu'à la route départementale 102 (Fig. 98).

Dans la nuit du 26 au 27 février, la vanne du canal de Cayeux se rompt sous la pression des eaux accumulées au sud (Fig. 99). Ainsi, l'eau de mer se répand au nord de la D102 (Fig. 100) suivant l'axe du canal de Cayeux, voie privilégiée bien observée sur l'image Spot.

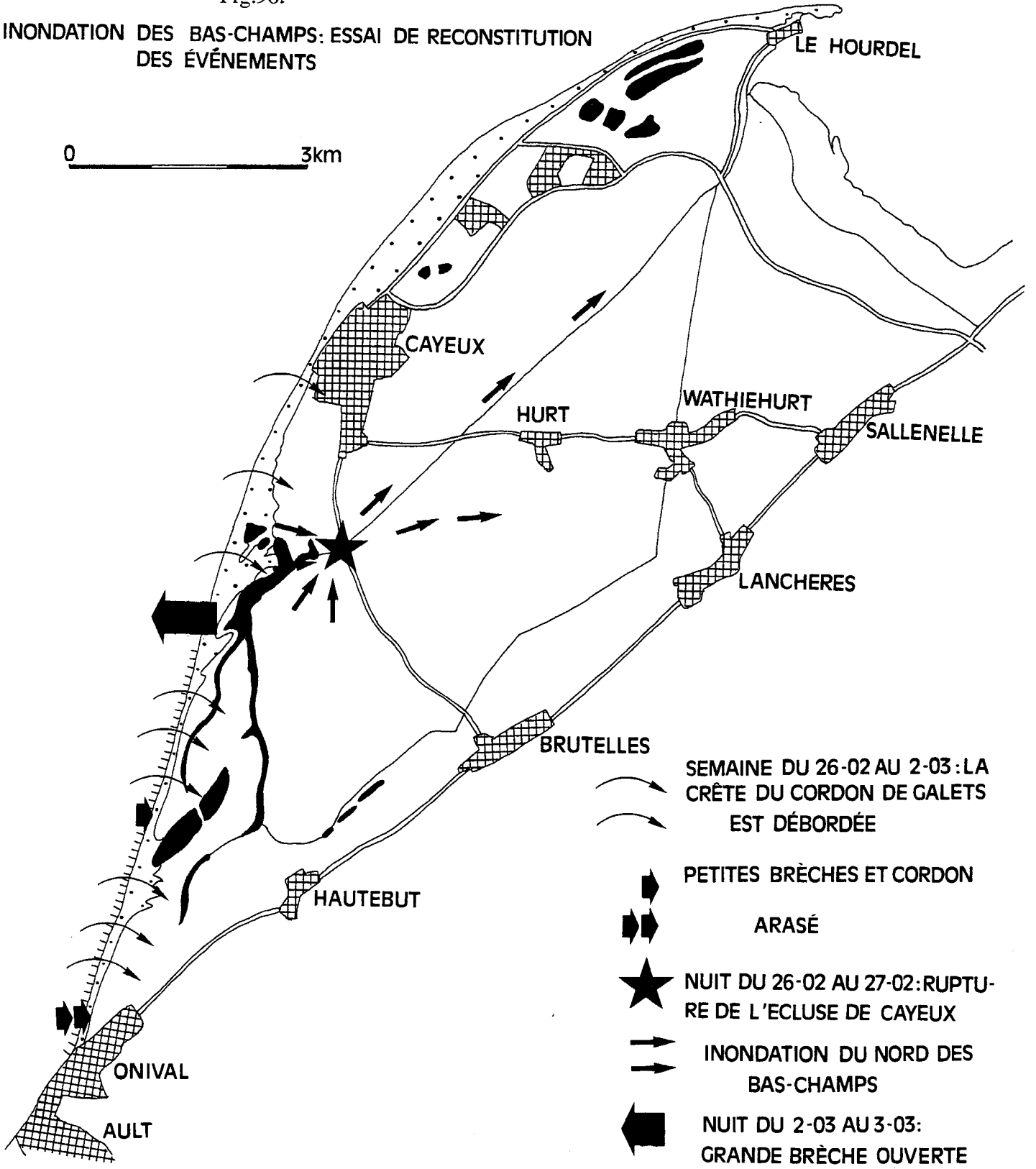
La vanne, située à l'aval du canal de Cayeux après sa jonction avec le canal de Lanchères, est fermée à chaque marée haute pour éviter la pénétration de la marée; ceci contribue à l'étalement des eaux immédiatement à l'amont.

Plusieurs tentatives pour évacuer les eaux sont réalisées sans aboutir véritablement. Dans la nuit du 2 au 3 mars, sous la poussée des eaux accumulées dans le sud des Bas-Champs, une énorme brèche (Fig. 101) détruit le cordon déstabilisé sur environ 100 m de longueur; les eaux de l'intérieur s'y engouffrent avec beaucoup de force.

Pendant plusieurs heures, le Hâble d'Ault est en communication directe avec la mer comme il a pu l'être avant sa fermeture, à la fin du XVIII<sup>ème</sup> siècle.

Fig.96:

L'INONDATION DES BAS-CHAMPS: ESSAI DE RECONSTITUTION DES ÉVÉNEMENTS



-  SEMAINE DU 26-02 AU 2-03: LA CRÊTE DU CORDON DE GALETS EST DÉBORDÉE
-  PETITES BRÈCHES ET CORDON
-  ARASÉ
-  NUIT DU 26-02 AU 27-02: RUPTURE DE L'ECLUSE DE CAYEUX
-  INONDATION DU NORD DES BAS-CHAMPS
-  NUIT DU 2-03 AU 3-03: GRANDE BRÈCHE OUVERTE VERS LA MER

Fig.97: Le déferlement des vagues au dessus du cordon de galets et l'inondation des Bas Champs.(photo. D.D.E. de la Somme, Subdivision Maritime)

O  
↑



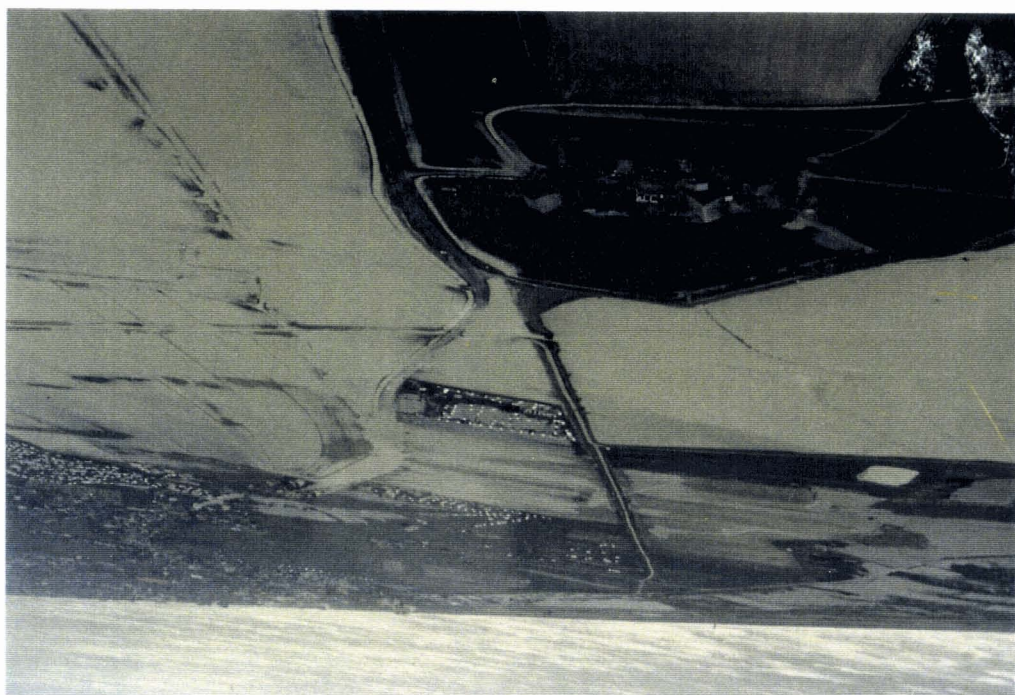
Fig.98: L'inondation du secteur sud des Bas Champs: le cordon de galets est arasé à l'aval des derniers épis. ( photo aérienne, D.D.E. de la Somme, Subdivision Maritime)

S  
↑





289



↓  
ON

Fig. 100: L'enclos de l'Envieite et la Ferme de l'Envieite sont encore protégés par la digue de 1667 mais l'enclos Moucheite et le camping du Voyerul sont déjà recouverts par l'inondation qui progresse (photo aérienne, D.D.E.de la Somme)



↓  
SO

Fig. 99: La vanne du Canal de Cayeux a cédé: les eaux se répandent vers le nord des Bas (Champs et recouvrent la route D102.(photo aérienne, D.D.E. de la Somme, Subdivision Maritime)

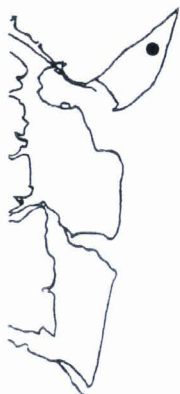


Fig.101: La grande brèche dans le cordon de galets, à marée basse. Des engins entrent en action pour la colmater.(photo, Le Courrier Picard)



## 1.2.2 - Approche de la zone inondée par les images satellitales.

### 1.2.2.1 - Approche de la zone inondée par l'image Spot du 17 mars 1990. (Fig.102 a2)

Bien que datée du 17 mars, soit quinze jours après la phase critique de l'inondation, la composition colorée standard révèle relativement bien l'opposition entre les terres où l'eau est présente en surface ou dans le sol et les terres moins humides. Les premières sont restituées dans des verts plus ou moins foncés sur les sols nus, des verts légèrement rougeâtres pour les prairies et un rouge assombri pour les prairies complantées. Sur les secondes, les végétaux chlorophylliens donnent un rouge vif et les sols cultivés un bleu clair. Si certaines zones sont encore inondées (bordure ouest du canal de Cayeux, marais de Poutrin-court et de l'Alleu), d'autres, qui semblent peu humides, ont pu être inondées mais s'assécher plus vite compte tenu de la faible épaisseur de la lame d'eau (par exemple entre Hurt et Wathiéhurt). L'absence quasi totale de précipitation et les vents forts de secteur ouest pendant la quinzaine qui précède l'enregistrement des données radiométriques, ont pu contribuer à l'assèchement rapide de certains secteurs peu inondés.

Elle peut s'expliquer par les variations spatiales de l'épaisseur de la lame d'eau au paroxysme de l'invasion marine (2 mars). Selon le rapport de la D.D.E. (Demouy, 1990), il y avait 2 m d'eau au sud de la D102. Une vue prise au sol vers le nord (Fig.97), montrant les pieux des clôtures émergés de 20 cm, nous permet d'estimer la lame d'eau à 1m au nord de la même route.

Elle peut aussi être liée à l'importance inégale de l'évacuation et de l'infiltration des eaux entre le 2 et le 17 mars.

## Conclusion

L'image Spot du 17 mars 1990 constitue une première approche des conséquences de la tempête et de la rupture du cordon de galets; elle apporte des informations sur l'étendue de la zone inondée et révèle les réseaux des anciens chenaux de marée réactivés par l'inondation. Deux des trois réseaux sud des Bas-Champs identifiés par Regrain (1981) sont particulièrement visibles:

- le réseau Haulle - Hâble d'Ault, " aux tracés modérément sinueux" (Regrain, 1981, p. 36). Les eaux occupent même l'ultime communication entre le Hâble et la Manche au XVIII<sup>ème</sup> siècle.

- le réseau de la Course des Soixante au tracé rectiligne, près de la falaise morte, devant Hautebut et Brutelles.

En outre, apparaissent bien les nombreux étangs des marais, présents avant l'inondation ou créés dans les creux pendant l'inondation.

Mais l'interprétation de la zone inondée souffre du décalage temporel entre le paroxysme de l'inondation et la date de la première image utilisable. Les limites septentrionales de la zone inondée restent difficiles à définir. Les souvenirs des témoins rencontrés s'estompent avec le temps. Les photographies aériennes et au sol, prises au moment des événements concernent surtout le secteur sud, le plus touché.

### 1.2.2.2 - Proposition pour une cartographie de la zone inondée (Fig. 102 b2).

La carte proposée tient compte des certitudes; l'inondation du secteur au sud de la D102 jusqu'en bordure de la falaise morte, à quelques dizaines de mètres, en contrebas de la D940; l'inondation, au nord de la D102, des marais de Poutrincourt et de l'Alieu, des champs de part et d'autre du canal de Cayeux (y compris Hurt) jusqu'au hameau " la Mollière de Terre"; l'inondation ponctuelle du secteur où convergent les canaux de Cayeux et de Lanchères, surtout lorsque l'écluse du Courant à Poissons se ferme à marée montante.

Fig.102 b2: Croquis d'interprétation de l'inondation des Bas Champs, le 17 / 03 / 1990.  
Composition colorée des canaux 3, 2, 1 de Spot.

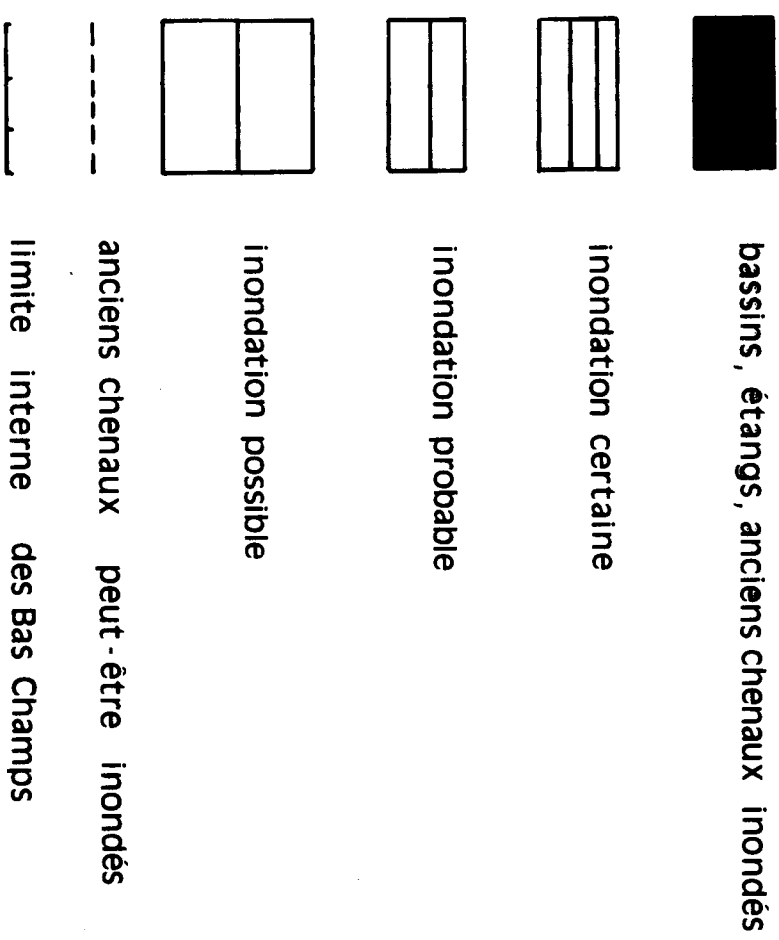
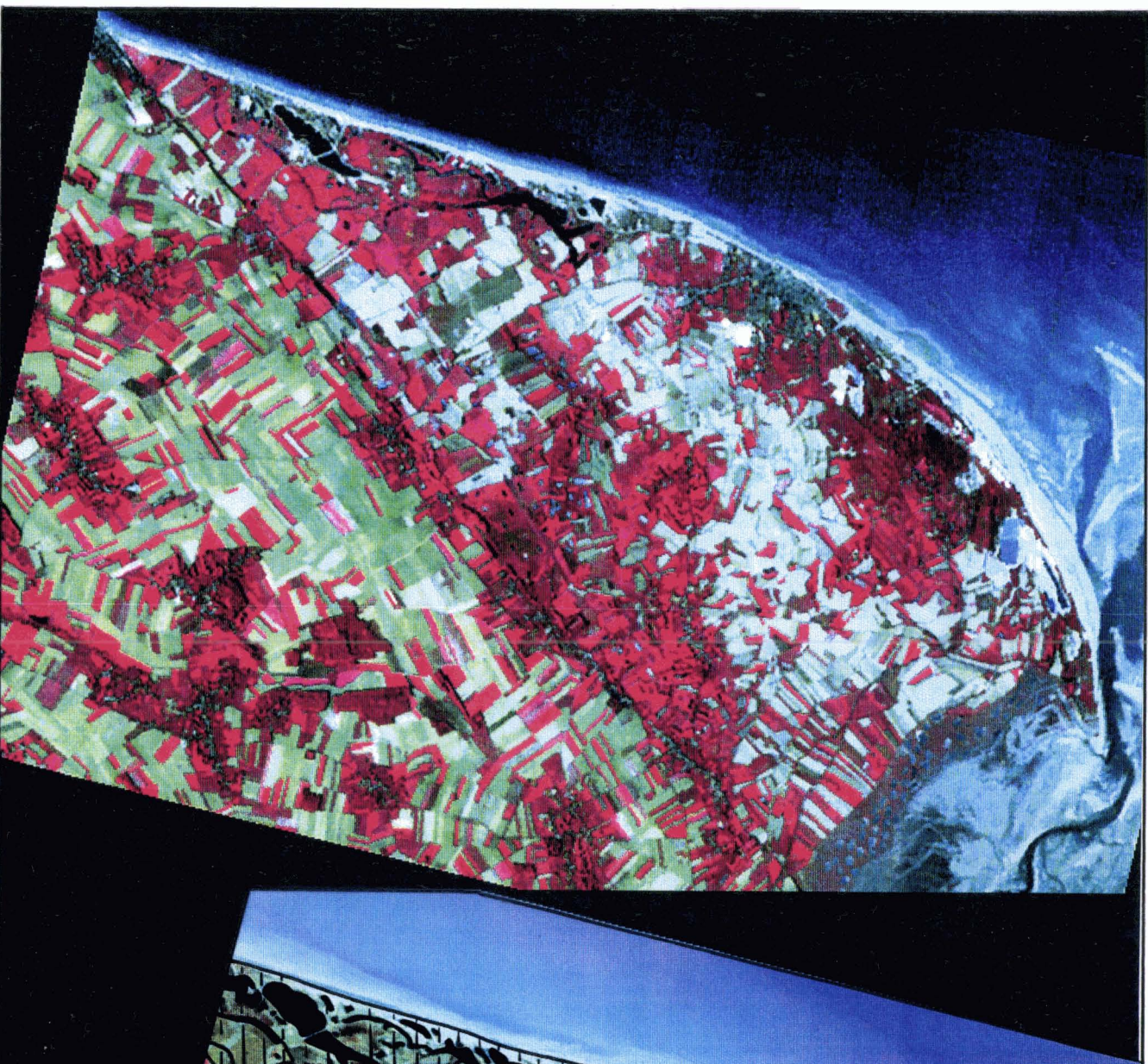
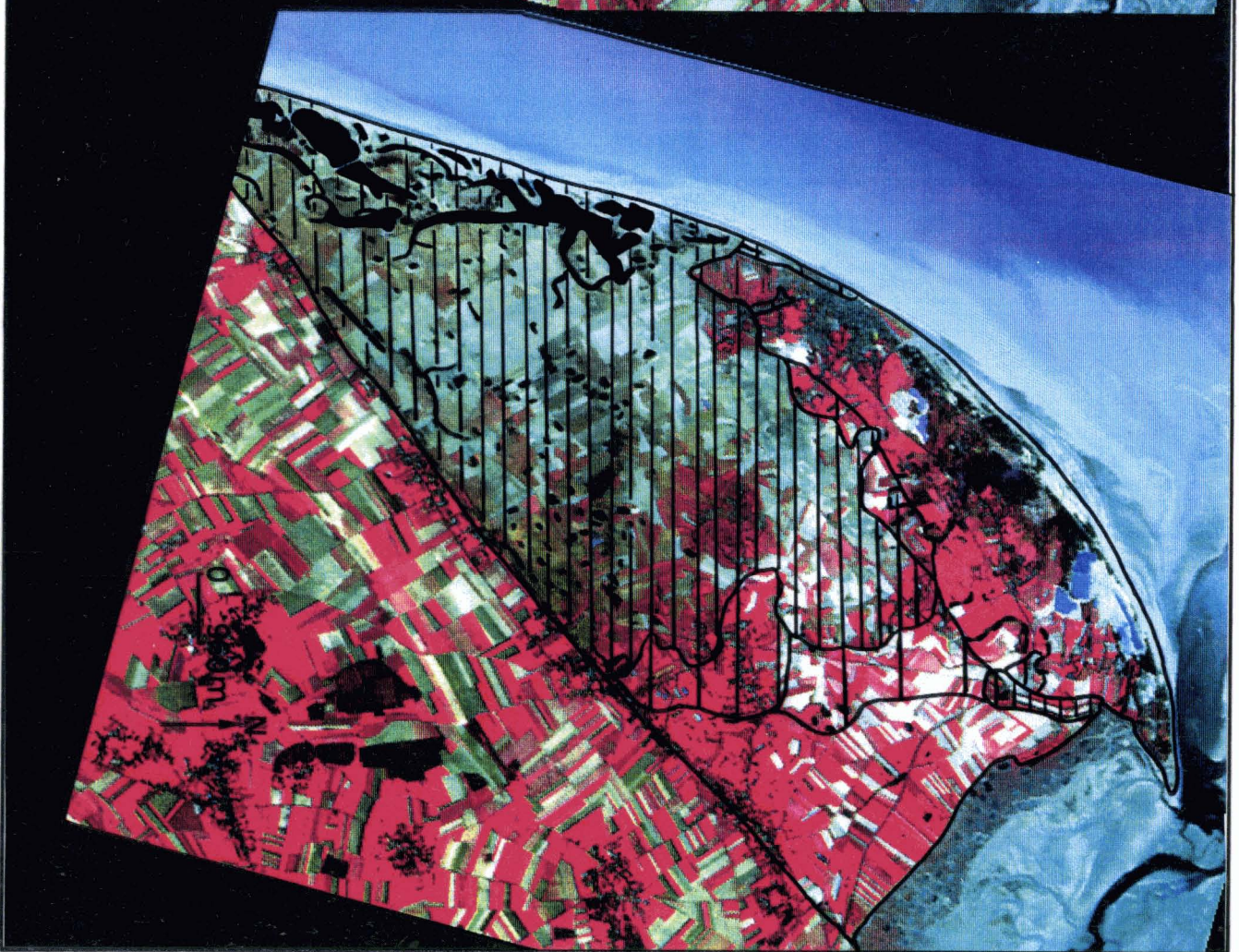


Fig. 102 a1 : Les Bas Champs, le 5 / 10 / 1989. Composition colorée des canaux 4, 3, 2 du IM de Landsat.



293  
294

Fig. 102 b1 : L'inondation des Bas Champs, le 17 / 03 / 1990. Composition colorée des canaux 3, 2, 1 de Spot.



La carte tient compte des incertitudes; l'inondation partielle du sud de Cayeux voire du front de mer de la station; l'inondation dans des secteurs très localisés de Wathiéhurt. Dans ces conditions, une gradation des secteurs inondés, certains, probables ou possibles, est préférée à la représentation d'une limite précise.

### **1.2.3 - Eléments d'explication de la rupture du cordon de galets.**

Nous pouvons envisager plusieurs facteurs expliquant la fragilisation du cordon des Bas-Champs: un facteur géomorphologique lié à la genèse du cordon de galets, une modification climatique qui serait à l'origine d'une fréquence plus grande des tempêtes, et des facteurs anthropiques tels que les installations portuaires, les épis sur les plages et sur le cordon de galets ou encore l'exploitation des galets du littoral des Bas-Champs.

Nous ne reviendrons pas sur les constructions des longues jetées portuaires et des épis sur les plages en Haute Normandie (voir la 2ème partie, chapitre 2, 1.4.). L'éventuelle modification climatique sera évoquée dans la réflexion finale concernant les perspectives d'avenir.

Observons simplement les facteurs géomorphologique et anthropique qui interviennent directement sur le site du cordon de galets des Bas-Champs.

Comme l'affirme Costa (1995, p.50), en plus de la conjonction de facteurs météo-océanographiques, " existe au moins un troisième facteur qui conditionne l'apparition et l'ampleur des submersions de tempête. Ce dernier semble être le volume et la forme du cordon de galets". Nous pouvons le constater en ce qui concerne le cordon des Bas-Champs (Picouet, 1996).

L'analyse de deux photographies aériennes, numérisées afin de les ramener à une échelle identique, est révélatrice (Fig.103a et b). En 1971, devant le Hâble d'Ault, sont bien visibles les flèches anciennes, immédiatement en arrière du cordon actuel. Chaque flèche est séparée des autres par un talweg partiellement végétalisé et chaque dépression est un point faible à l'arrière du cordon non épaulé. La géomorphologie des pouliers anciens est donc un premier élément de fragilité du cordon actuel.

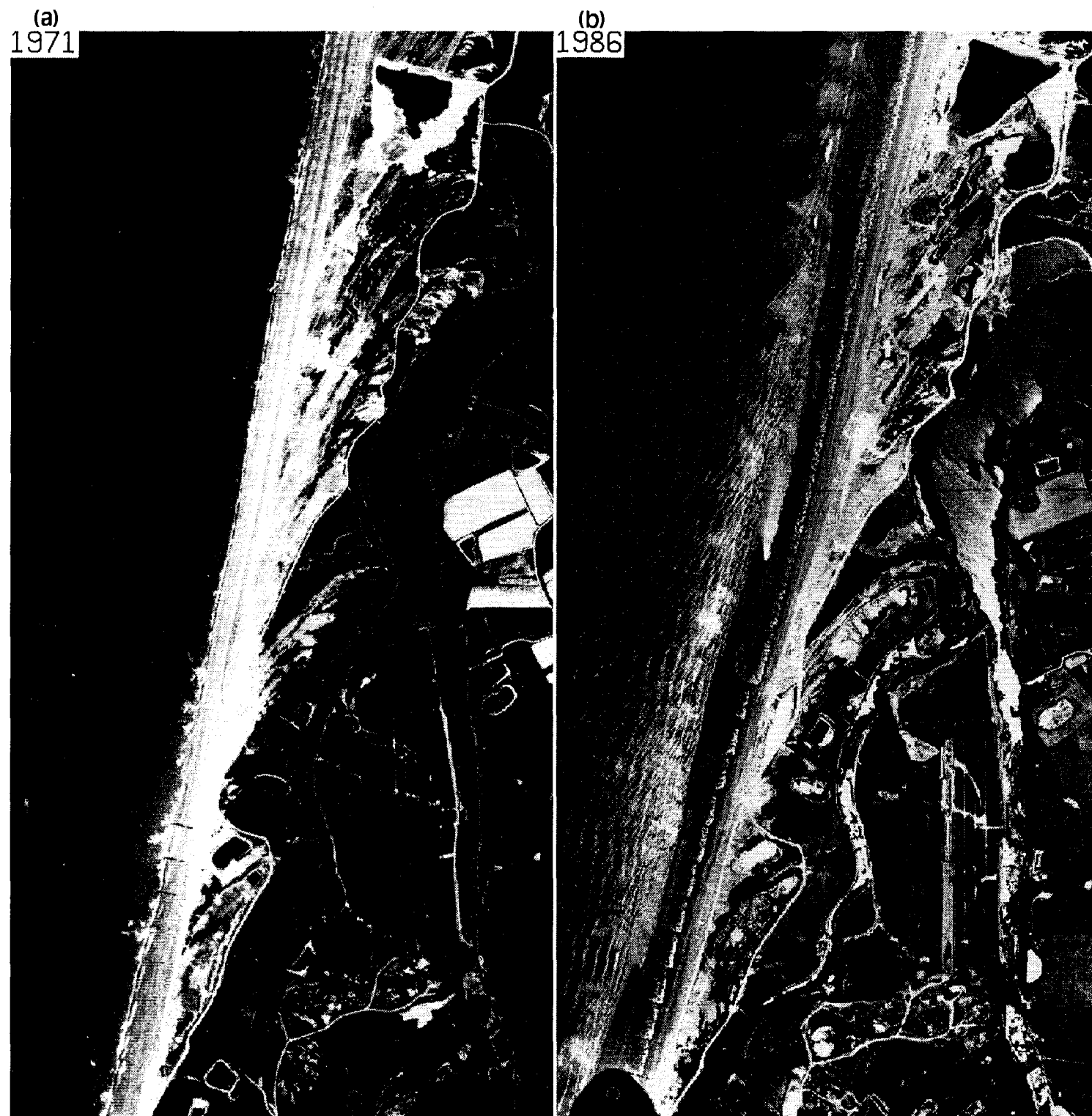


Fig. 103: Le cordon de galets des Bas Champs au droit du Hable d'Ault.(photos aériennes verticales, I.G.N.)

-a: mission FR71, 2107-300 St-Valéry-sur-Somme ( extrait du cliché n° 27);  
 date: 2 mai 1971; échelle: 1 / 30 000; heure: 14h 25 - 14h 55; coef. de marée: 43;  
 marée montante: PM - 2h 39; hauteur d'eau (C.M.): 4,50m.

-b: mission 81 IFN 86 - 200, St-Valéry-sur-Somme (extrait du cliché n° 1184)  
 date: 30 juin 1986; échelle: 1 / 30 000 ( rectifiée après numérisation ); heure: 11h 40  
 coef. de marée: 49; marée descendante BM-1h 53; hauteur d'eau (C.M.): 3,40m.



Le deuxième élément de fragilité est lié à l'exploitation des gisements de galets que constituent les cordons anciens. D'abord, simple ramassage pratiqué dès 1840, c'est depuis la Seconde Guerre Mondiale une activité industrielle qui concerne plusieurs entreprises et fait vivre plusieurs centaines de personnes, surtout à Cayeux-sur-Mer (380 personnes selon "Galets info", 1991). Entre 1971 et 1986, l'exploitation des galets progresse nettement dans le Hâble d'Ault (Fig. 103a et b). En 1971, est creusé un nouveau bassin de forme triangulaire; en 1986, la surface en eau souligne son extension et son approfondissement. Les flèches anciennes sont largement démantelées par les chantiers d'extraction, et à leur emplacement apparaissent des bassins de taille variable.

L'extraction des galets, aujourd'hui interdite au sud de Cayeux, a affaibli le remblai naturel de la face interne du cordon de galets.

A cette fragilité de la face interne s'ajoute la construction d'ouvrages de protection sur la face externe du cordon.

Sur l'estran, un système de 50 épis protège le cordon en freinant le transit de galets vers le nord. En 1971, les cases, entre les épis, semblent bien remplies; seuls, les trois derniers épis sont totalement visibles sur un estran relativement sec (blanc sur le cliché). En 1986, à marée descendante, l'estran est encore humide (gris foncé sur la photographie). Quatre épis ont été construits pour prolonger la protection du cordon vers le nord; douze épis sont visibles, soulignant sans doute un moindre rechargement des cases. La ligne de déferlement des vagues, de plus en plus proche de la crête du cordon entre les quatre derniers épis évoque une fuite plus importante de galets malgré les apports artificiels. A l'aval du dernier épi, le trait de côte est nettement concave. Hascoët (1988) y estime le recul à 10 m; celui-ci conduit à une diminution du tapis de galets existant sur la berme.

Les interventions anthropiques sur le cordon de galets des Bas-Champs semblent donc un facteur important sinon déterminant de la submersion de tempête de février 1990.

## **Chapitre 2 : Effets des ouvrages récemment construits et de la tempête dans l'évolution rapide de l'estuaire de la Canche.**

### **2.1 - Le redressement du chenal de la Canche, une priorité économique.**

Depuis la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle, la correction du cours de la Canche est un objectif prioritaire. Les sinuosités du chenal et sa faible profondeur rendent difficile, dès cette époque, l'accès au port d'Etaples (Demangeon, 1905). Les premières digues latérales submersibles sont construites à la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle en rive gauche et en rive droite. Au XX<sup>ème</sup> siècle, la fermeture et le comblement de l'estuaire progressent. Le banc du Pilon avance de 500 m de 1947 à 1967. Les dragages du chenal n'améliorent que temporairement la navigation. C'est toute l'activité économique du port d'Etaples et de sa petite flotte de pêche qui est menacée. De plus, les projets d'aménagement d'une zone industrialo-portuaire à Etaples et d'un port de plaisance au Touquet s'en trouvent compromis.

De nouveaux travaux s'avèrent alors nécessaires. Dans les années 80, le rehaussement (+ 1 m) de la digue submersible de rive droite est réalisé par tranches successives et terminé en mai 1989. L'objectif est de redresser le cours du fleuve afin d'empêcher la migration du chenal vers le nord et faciliter l'accès au futur port de plaisance du Touquet.

### **2.2 - L'action combinée des agents morphogéniques.**

Lors de l'enregistrement des images Landsat du 5 octobre 1989 et Spot du 17 mars 1990, les conditions hydrologiques marines sont proches (annexes 1 et 2). Le 5 octobre, le coefficient de marée est de 57 et l'écart horaire par rapport à la basse mer est

+ 1h 47; Le 17 mars, le coefficient est de 55, à BM + 2h 17. Lorsque l'image Landsat initialement non corrigée ( Fig.104b) est orientée au nord (Fig.104c), la superposition des deux images (Fig.104d) nous révèle l'évolution des chenaux de l'estuaire quelques mois après les travaux et immédiatement après les deux premiers mois perturbés de l'année 1990.

### **2.2.1 - Rehaussement de la digue de rive droite et travail de sape du jusant.**

Le rehaussement de la digue submersible de rive droite, achevé en mai 1989, réoriente et canalise la Canche et surtout le jusant vers le centre de l'estuaire. Despeyroux (1985) et Lafond (1991) ont montré qu'à l'aval, sa vitesse est maximale ce qui facilite l'érosion de la face interne du banc du Pilori. Entre octobre 1989 et mars 1990, le chenal de la Canche s'est nettement redressé. Le tracé concave du flanc interne du Banc du Pilori souligne bien l'action de la Canche et du jusant (Fig. 104d). Le processus de décapitation du poulier est déjà commencé.

### **2.2.2 - Tempêtes hivernales et préparation du matériel sableux.**

Pendant les mois de janvier et février 1990, les sables non cohésifs du littoral sont souvent mis en mouvement. Les vents de quart SO dominant, qui sont aussi les plus forts, entraînent une déflation sur les hauts de plage, à la racine du banc du Pilori mais aussi sur sa pointe, enlevant les sables sur sa face externe et les introduisant dans l'estuaire.

### **2.2.3 - La tempête des 26, 27 et 28 février : un agent accélérateur.**

Après une telle préparation du matériel, la tempête de fin février associée à des marées de grande vive eau est très efficace. Sur l'estran largement découvert à marée basse, les sables sont emportés, surtout à la pointe du Pilori où l'action du vent se conjugue à celle du flot (Tricart, 1951). Les courants de marée les font pénétrer dans l'estuaire.

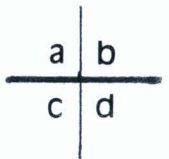
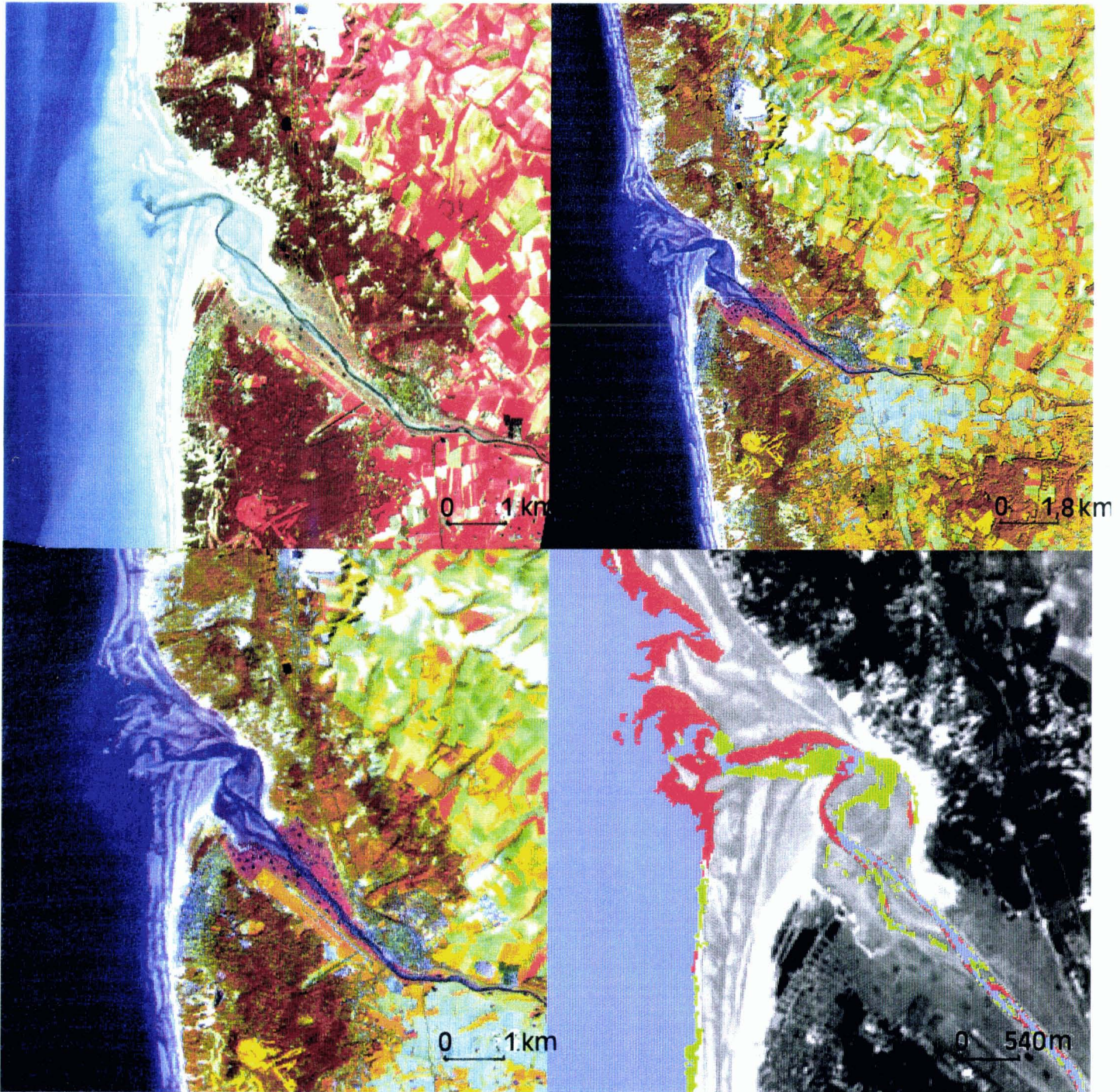


Fig. 104: L'estuaire de la Canche le 5 / 10 / 1989 et le 17 / 03 / 1990.

- a: Composition colorée des canaux 3, 2, 1 de Spot.( 17 / 03 / 1990)
- b: Composition colorée des canaux 4, 5, 1 du TM de Landsat. Imagerie non corrigée géométriquement. ( 5 / 10 / 1989)



-c: Composition colorée des canaux 4, 5, 1 du TM de Landsat. Imagerie orientée au Nord. ( 5 / 10 / 1989 )

-d: L'évolution du tracé du chenal de la Canche entre le 5 / 10 / 1989 et le 17 / 03 / 1990. Le tracé du chenal, sur les images a et c, est extrait par seuillage sur les canaux du proche infrarouge ( TM4 et XS3). Le tracé est inclus dans l'image du canal XS1 de Spot en niveaux de gris.

- bleu: zone en eau le 5 / 10 / 1989 et le 17 / 03 / 1990
- vert : zone en eau le 5 / 10 / 1989
- rouge: zone en eau le 17 / 03 / 1990

Avec la surcote consécutive à la tempête, les vagues viennent déferler plus haut contre les dunes de Camiers, y creusant des falaises qui s'écrouleront vite.

Ainsi, les conditions atmosphériques spécifiques des deux premiers mois de 1990 ont contribué à accélérer le processus de déstabilisation du matériel sableux déclenché quelques mois auparavant par l'aménagement de la digue nord.

### **2.3 - Les changements dans la dynamique estuarienne et les nouvelles interventions anthropiques.( 1990 - 1992)**

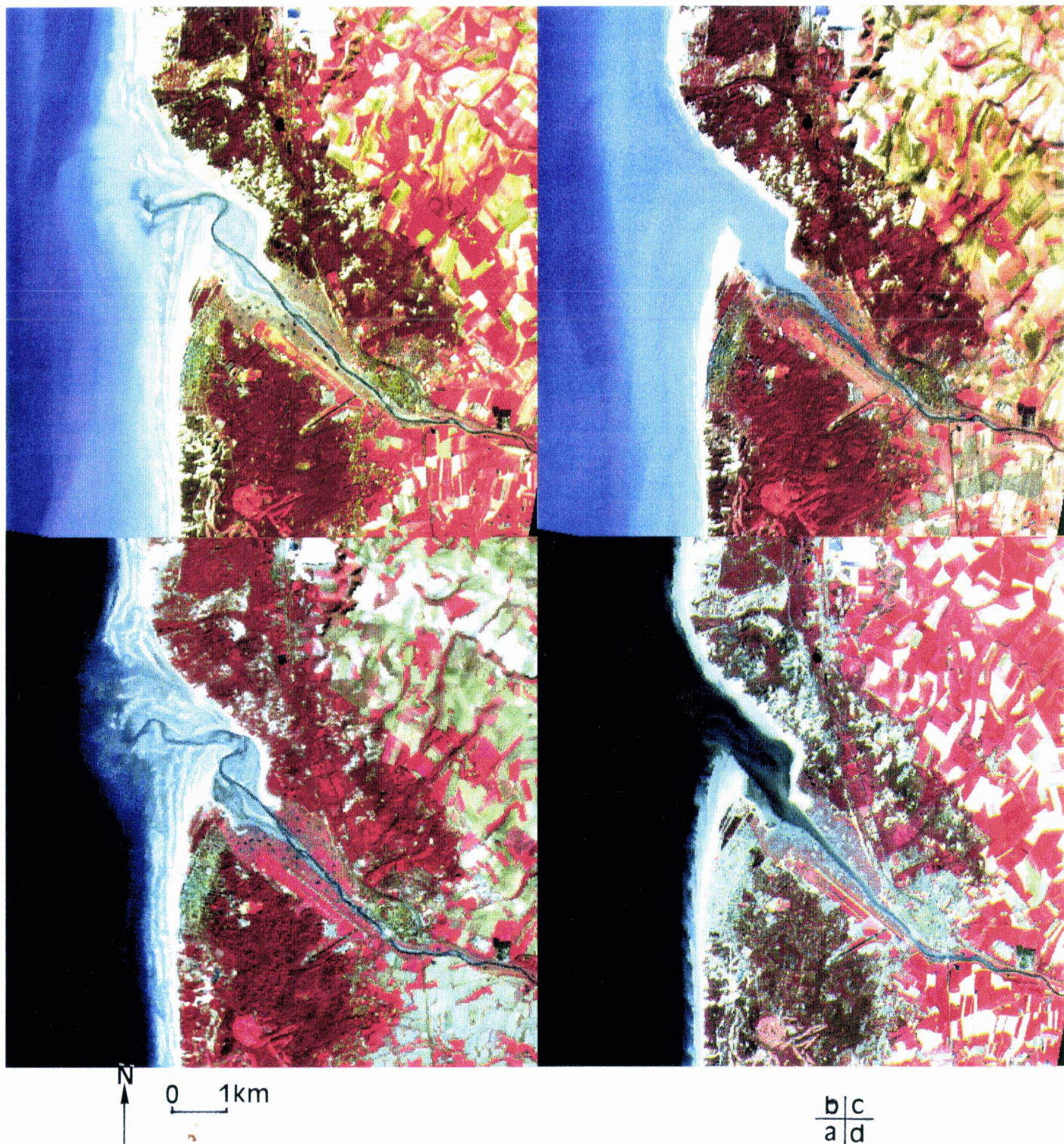
Depuis l'hiver 1989-1990, l'estuaire a sensiblement changé (fig. 105 ). La Canche dessine un tracé beaucoup plus direct vers la Manche. Lors de la vidange de l'estuaire, la partie rectiligne de son cours qui s'est allongée vers l'aval, est particulièrement visible (Fig.105d). Seul, un vaste méandre s'est formé sur l'éventail deltaïque de jusant, déportant le fleuve vers le nord. Dans cette boucle, le cours d'eau baigne dorénavant les restes des blockhaus de la pointe de Lornel. Fait essentiel, le banc du Pilori est décapité (Fig. 105c et d). Sa tête, longue d'environ 400m a disparu (Fig.106a et b). Les sables qui la constituaient, sont étalés sur l'embouchure.

Par ailleurs, sur la rive droite de l'estuaire, devant les dunes de Camiers, apparaissent de larges bancs de sables qui semblent progresser vers le S-SE. Une visite sur le terrain, le 15 septembre 1992, confirme la présence d'un dôme de sable (fig. 107a et b) qui envahit le lit du fleuve, recouvrant la digue submersible de rive droite sur une largeur estimée à plus de 100m. Un volume important de sable (estimé à 35 000 m<sup>3</sup>) s'est donc déplacé depuis 1989 (Fig.108a et b). C'est le 25 octobre 1991 qu'il a été repéré pour la première fois par le Service des Phares et Balises du port d'Étaples (Monsieur Andrieux).

Ce service décide alors (conformément aux propositions de Lafond en 1991) de construire deux épis transversaux sur la rive nord de l'estuaire pour bloquer le transit des sables en direction du chenal (Fig. 109a et b, 110a et b).

Fig. 105: L'estuaire de la Canche à quatre états de marée qui soulignent l'évolution du Banc du Pilori.

- a: Le Banc du Pilori encore entier, le 5 / 10 / 1989. Composition colorée des canaux 4, 3, 2 du TM de Landsat.
- b: Le début de l'érosion du flanc interne, le 17 / 03 / 1990. Composition colorée des canaux 3, 2, 1 de Spot.
- c: L'estuaire de la Canche en cours de remplissage, le 22 / 01 / 1992.
- d: La vidange de l'estuaire, le 14 / 05 / 1992.



b|c  
a|d

Fig. 106a: Le Banc du Pileri décapité. ( photo aérienne, P.Picouet, 18 / 07 / 1994 )  
Fig. 106b: Croquis d'interprétation.

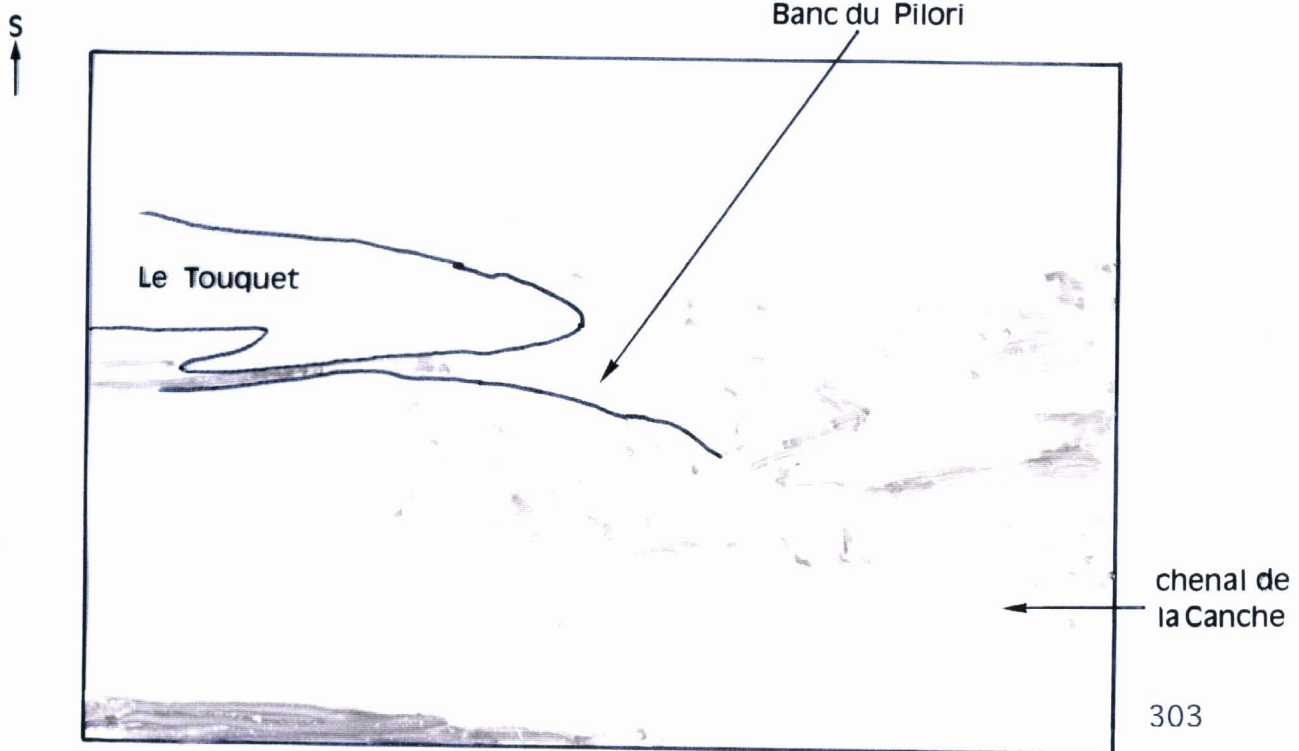


Fig. 107a: Le dôme de sable débordant la digue latérale en rive droite de la Canche.(photo, P.Picouet, 10 / 09 / 1993)

Fig. 107b: Croquis d'interprétation.

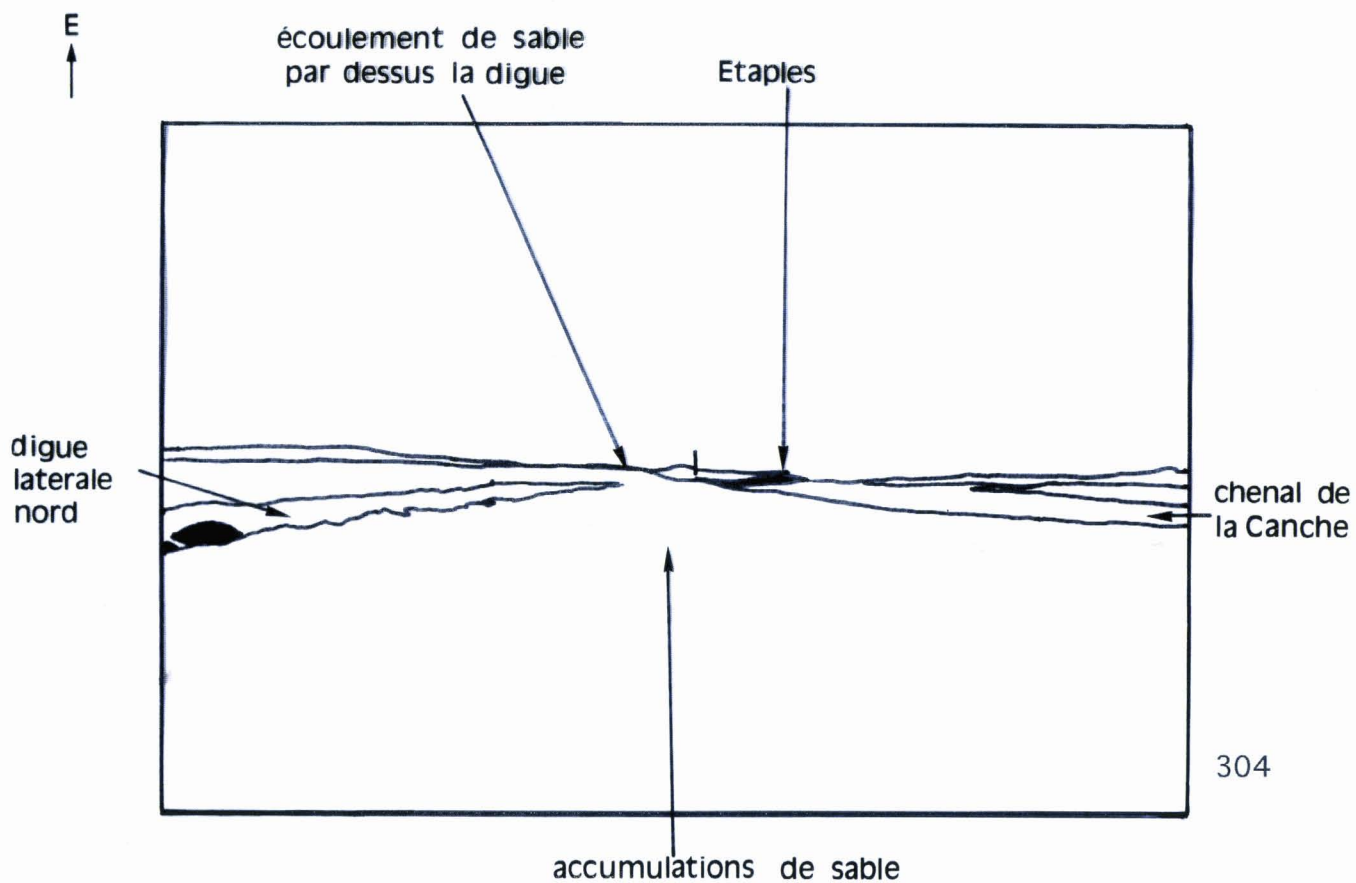




Fig. 108a: L'important volume de sable étalé dans le chenal de la Canche. ( photo, P.Picouet, 10 / 09 / 1993)

Fig. 108b: Croquis.

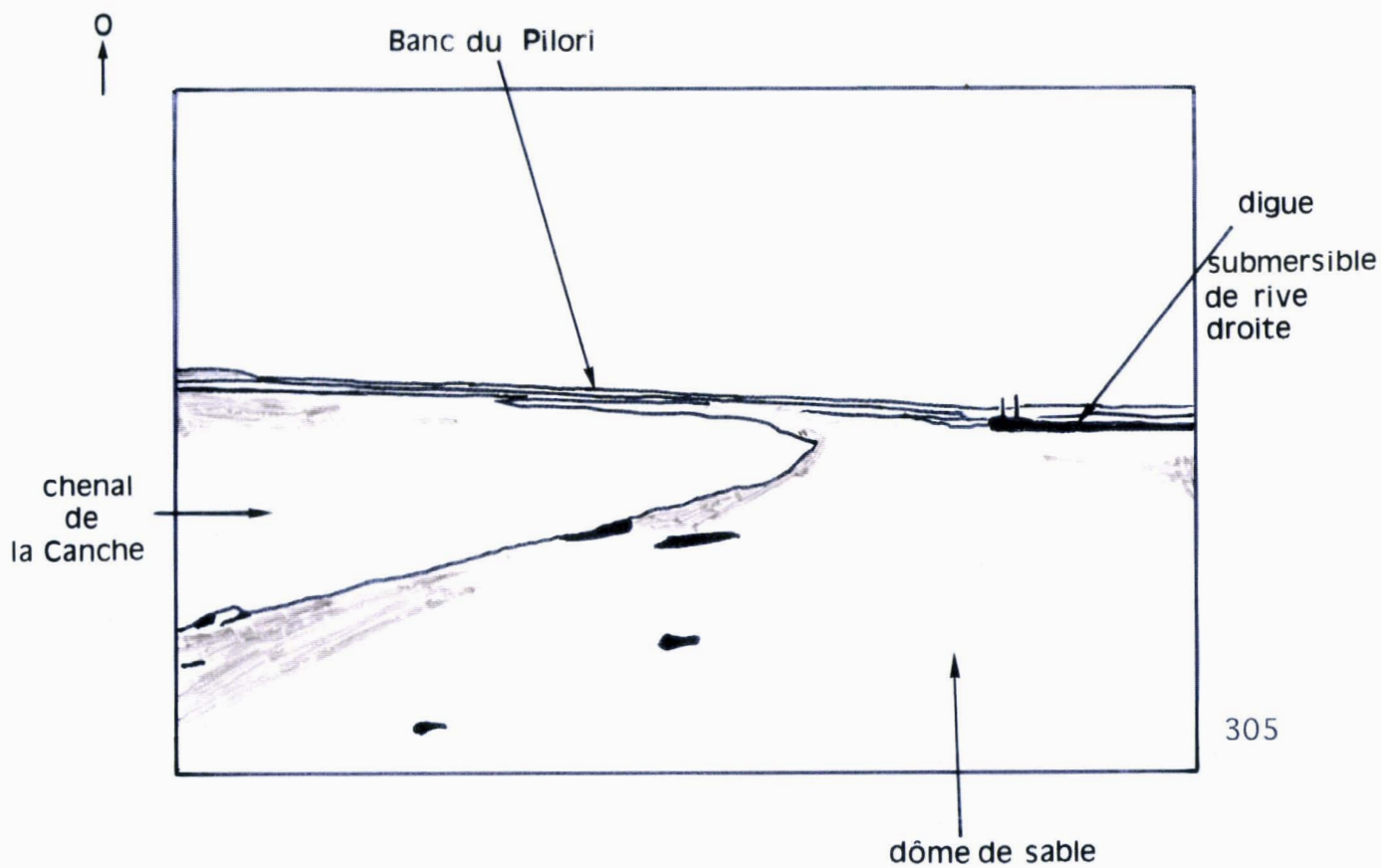
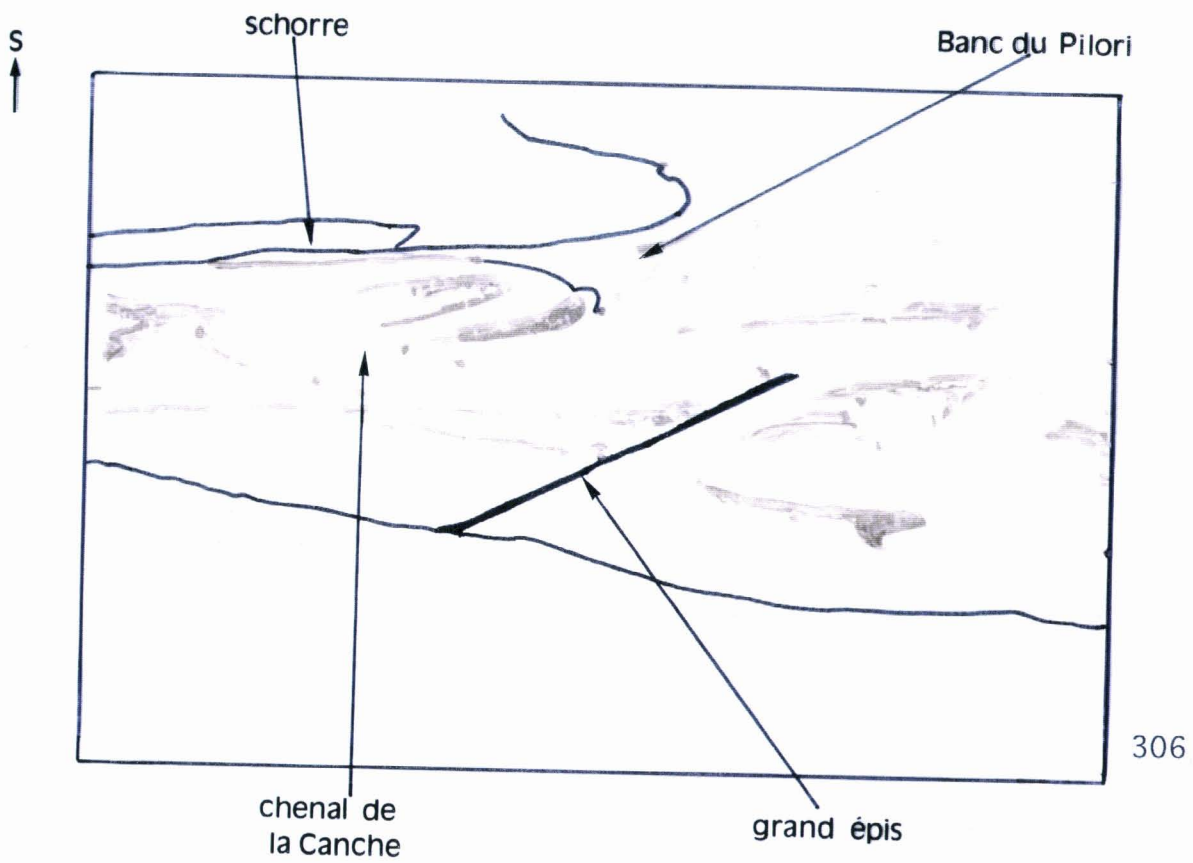
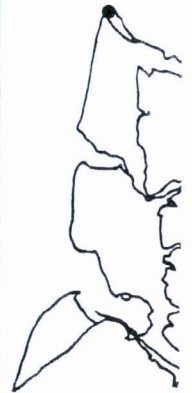


Fig. 109a: L'estuaire de la Canche, le 18 / 07 / 1994. (photo, P.Picouet )

Fig. 109b: Croquis: le grand épis qui bloque le transit des bancs de sable en rive droite.



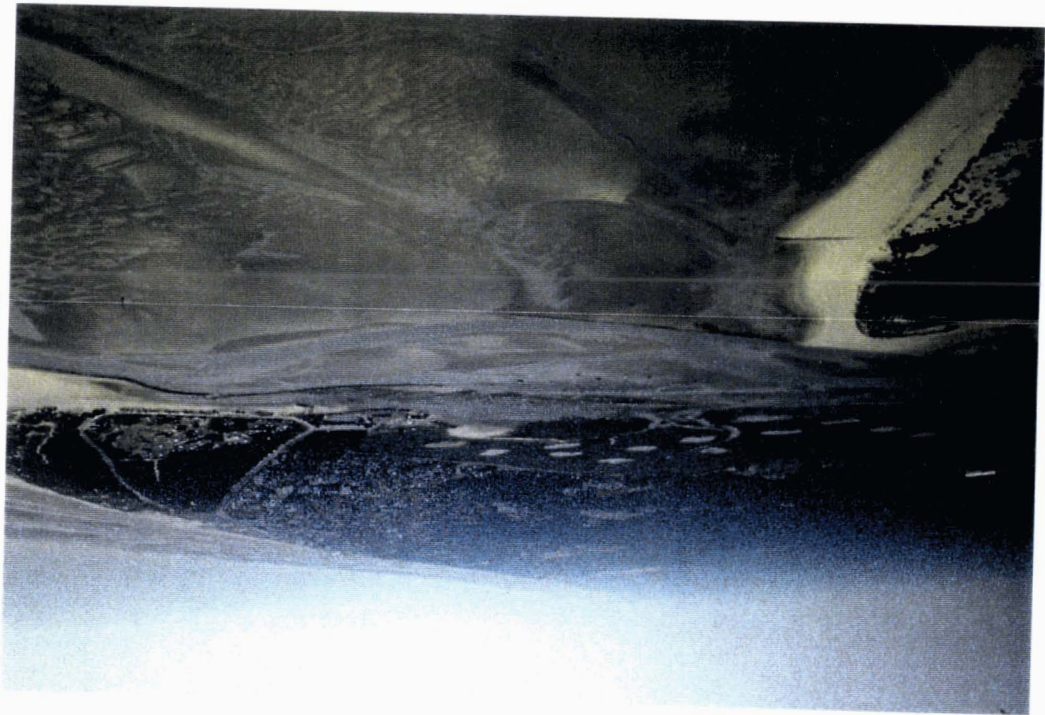
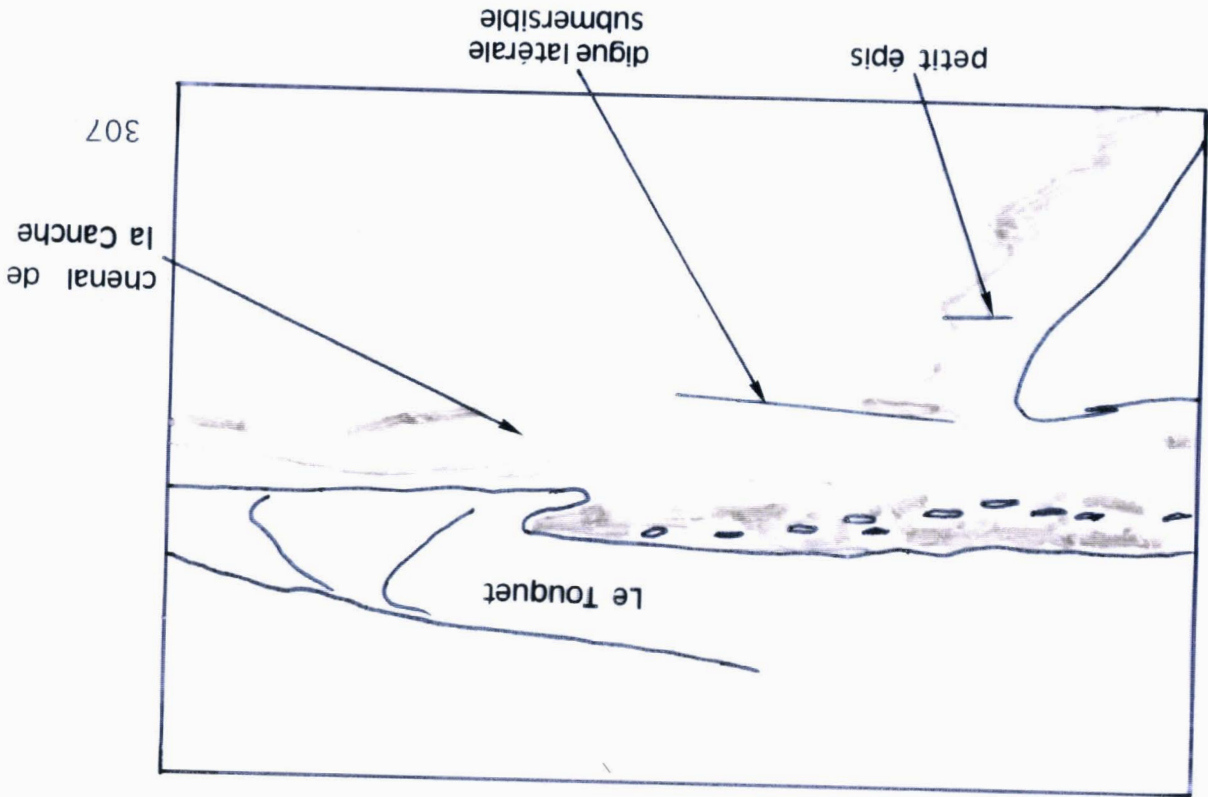


Fig. 110a: L'estuaire de la Canche, le 18 / 07 / 1994. (photo, P.Picouet)  
Fig. 110b: Croquis: le petit épis sur le flanc externe du Pli de Camiers.

## Conclusion

Les récents travaux dans l'estuaire ont rompu l'ancien rapport de force entre la poussée du transit sableux et la capacité de déblaiement du système estuarien. Le fonctionnement de l'estuaire a changé. Plus forte, la pénétration du flot introduit ou met en mouvement une grande quantité de sables, dispersés sur l'avant-côte lors du démantèlement du Pilon ou éboulés des dunes de Camiers.

Très rapidement, l'éventail de flot s'est comblé allant jusqu'à atteindre la nouvelle cote d'arase de la digue nord. De nouveaux épis ont dû être aménagés afin de bloquer le transit des sables vers le chenal.

## Chapitre 3 : Les interventions anthropiques sur les rivages de la plaine maritime, éléments de modélisation.

L'étude des deux exemples d'évolution brutale (cas du cordon des Bas-Champs) ou rapide (cas de l'estuaire de la Canche) des rivages de la plaine maritime, dans lesquels l'intervention anthropique est importante, amène à réfléchir aux techniques de défense de côte choisies depuis un siècle environ et à leur combinaison avec les tendances de la nature et les choix de la société. En effet, comme le souligne Miossec (1994, p.341), "la défense des côtes est d'abord un problème de société". Pour l'auteur, cela revient à considérer que "les hommes et les institutions pèsent d'un poids supérieur à celui de la Nature". De ce point de vue, les rivages de la plaine maritime présentent des situations différentes qui inspirent quelques réflexions.

Nous pouvons d'abord envisager les cas des estuaires dans lesquels les aménagements ont des conséquences sur de vastes superficies puis le cas des stations balnéaires aux aménagements à impact local.

### **3.1 - Interventions anthropiques et territoires estuariens.**

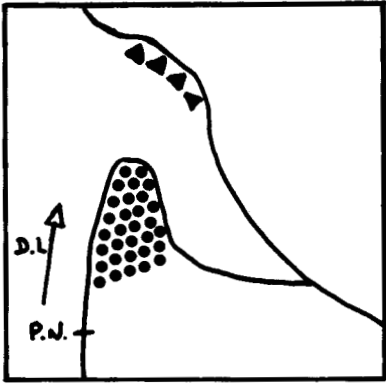
Dans le paragraphe 5 du chapitre 2 de la deuxième partie, nous avons défini les estuaires de la Somme, de l'Authie et de la Canche comme des territoires différents dans leur évolution alors qu'ils sont menacés par des processus de colmatage semblables. Les transformations des territoires estuariens sont donc essentiellement liés à leur organisation urbaine, portuaire et à leur développement économique, lequel dépend en partie de la situation de ces territoires sur les côtes de la Manche orientale et de leur position par rapport aux grandes régions du nord-ouest de l'Europe. Sans oublier ces différentes échelles, c'est l'échelle locale qui sera notre principale référence.

Depuis un siècle, les interventions anthropiques se sont multipliées dans les estuaires le plus souvent, en réaction à des tendances longues de la nature (colmatage ou érosion) et après des événements brutaux tels que les tempêtes, mais aussi en fonction de priorités économiques et sociales telles que le maintien des accès aux ports de fond d'estuaire ou la défense du territoire des Bas-Champs. Ainsi, le fonctionnement et l'évolution des territoires estuariens s'inscrivent dans des systèmes spécifiques à chaque estuaire que nous pouvons tenter d'aborder par la présentation de certaines de leurs structures (rappelons que les structures spatiales et leur représentation par les images satellitales constituent l'objet essentiel de notre recherche). Cela permet de proposer quelques éléments de modèle graphique propres à chaque estuaire. Nous considérons ces modèles graphiques, très simples, comme des bases de réflexion et des outils pédagogiques particulièrement géographiques.

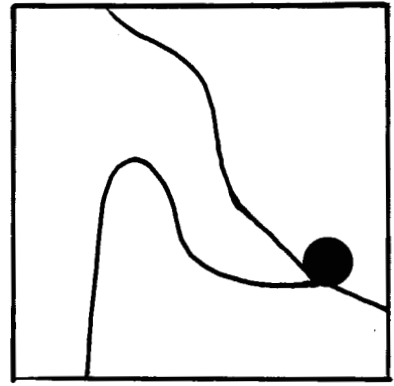
#### **3.1.1 - Eléments pour un modèle graphique de l'estuaire de la Canche. ( Fig.111)**

En étudiant la chronologie des travaux effectués dans l'estuaire depuis la fin du XIX<sup>ème</sup> siècle (Lafond, 1991, p.10), nous constatons que l'allongement et le rehaussement des digues latérales submersibles constituent des aménagements réalisés

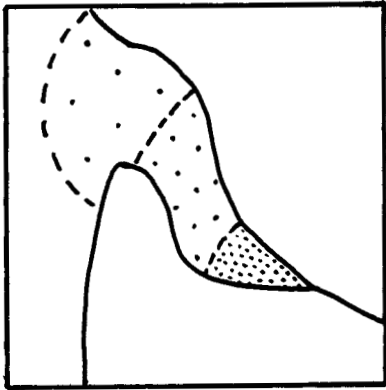
Le poulier et le musoir



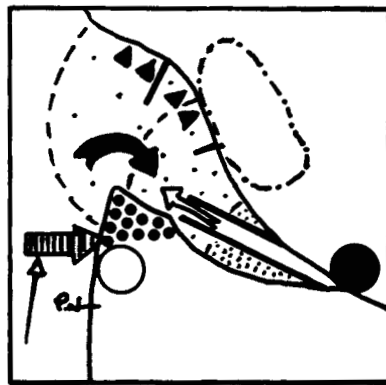
Le port de fond d'estuaire



La tendance au comblement

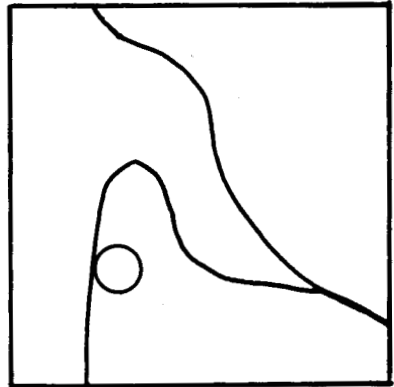


Digues latérales et épis



Une synthèse

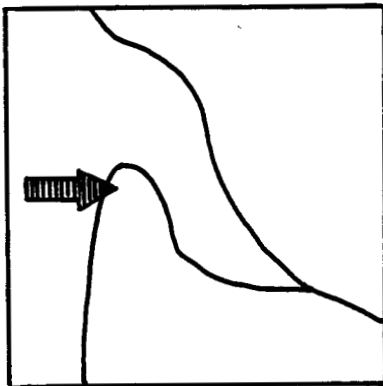
La station balnéaire sur le poulier



e jusant



Les vents d'ouest dominants



Les dunes protégées

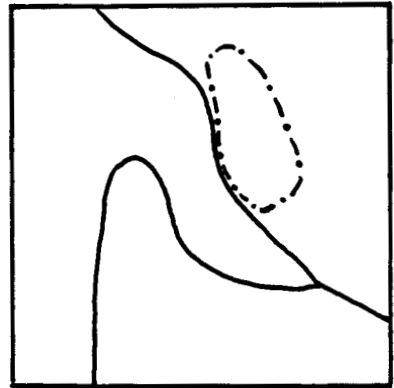


Fig. 111: Eléments pour un modèle graphique de l'estuaire de la Canche

plusieurs fois à intervalles irréguliers. En 1842-1853, est construite une digue de 135m en rive gauche de la Canche, prolongée jusqu'à une longueur de 3150m en 1863-1870 puis rehaussée partiellement en 1956 et en 1983-1984.

En 1882-1901, est construite une digue submersible de rive droite, longue de 4114m, rehaussée progressivement vers l'aval en 1987 et 1988.

**Cette répétition de travaux identiques pose une série de questions difficiles: les travaux sont-ils une réponse à la tendance naturelle au comblement de l'estuaire? Contribuent-ils à plus ou moins long terme et involontairement au colmatage? Le fonctionnement de l'estuaire dépend-il uniquement des techniques utilisées et de la dynamique naturelle?**

Nous l'avons vu, le maintien de l'accès au port d'Etaples est une priorité fondamentale. L'accès est menacé depuis longtemps par la tendance naturelle au comblement de l'estuaire. Les techniques mises en oeuvre visent, d'une part, à orienter le chenal de la Canche afin de limiter ses divagations qui allongent le temps de parcours, d'autre part à concentrer l'action du courant fluvial et du jusant afin d'éviter la formation de dépôts alluviaux trop importants, à l'aval. Elles sont efficaces mais doivent être répétées.

Cependant, les travaux réalisés peuvent avoir des effets contradictoires. Si l'on en juge par l'évolution récente ( cf. chapitre 2, 3ème partie), l'orientation du chenal peut entraîner rapidement une destruction de la tête du poulier, donc une réouverture de l'estuaire, une plus grande pénétration du flot et finalement une entrée de sable plus importante. L'événement imprévu qu'est une tempête peut accélérer le processus.

En plus des conditions naturelles et des techniques utilisées, l'évolution des activités du port d'Etaples semble être déterminante . Un rapport de l'ingénieur subdivisionnaire des Services Maritimes d'Etaples, daté du 4 avril 1908, est évocateur. Le Conseil Général du Pas-de-Calais souhaite l'exhaussement des digues latérales (construites à la fin du XIXème) et l'allongement de celle de rive gauche. "Ce voeu est basé sur la progression constante d'Etaples au point de vue de la pêche et sur l'impossibilité où se trouvent les bateaux de ce port, dont le tonnage a été augmenté, d'entrer dans le chenal et de remonter jusqu'au quai pendant plus de 8 à 10 jours par mois". En effet, la pêche se développe nettement entre 1880 et 1906; 84 bateaux sont armés pour la pêche dans la période 1881-1885 alors que 104 sont inscrits au registre maritime en 1906 ( p.5).

L'ingénieur indique que la marine de pêche locale a profité des améliorations de la navigation dans le chenal pour augmenter le tonnage des bateaux: 25 t.j.b en 1870 et 55 t.j.b en 1908.

Le développement économique du port d'Etaples mais aussi l'augmentation du tonnage des bateaux peuvent induire une demande d'aménagements supplémentaires dans l'estuaire alors que le colmatage ne représente pas une menace à court terme.

Le système du territoire estuarien de la Canche apparaît donc comme un système complexe qui intègre des sous systèmes naturels et humains composés d'éléments fonctionnant selon des pas de temps ou des rythmes différents: des éléments naturels, la tendance pluriséculaire au comblement, les cycles quotidiens de la marée et les événements épisodiques des tempêtes, et des éléments humains, l'évolution conjoncturelle du port d'Etaples ( voire l'expansion sur le poulier de la station balnéaire du Touquet ) et les aménagements réalisés pour la navigation selon un rythme qui semble séculaire ( fin XIXème siècle, construction et allongement des digues latérales, fin XXème siècle, rehaussement de digues ). Ces éléments essentiels n'en excluent pas d'autres, au rôle non négligeable tels que la protection des dunes et des plages du musoir ou la chasse sur les mollières.

**Le fonctionnement du système aboutit actuellement à un quadrillage de l'estuaire par les structures rigides, digues et épis. Cette évolution pose deux questions: Les travaux récents sont-ils justifiés alors que le port de pêche n'a plus l'activité de la fin du XIXème siècle et que le projet de port de plaisance au Touquet paraît abandonné actuellement?**

**Quels seront les aménagements possibles lorsque le colmatage aura à nouveau progressé ?**



### 3.1.2 - Éléments pour un modèle graphique de l'estuaire de l'Authie. (Fig.112)

Les travaux réalisés dans l'estuaire de l'Authie depuis environ un siècle sont sensiblement différents de ceux de l'estuaire précédent, alors que son fonctionnement naturel est semblable.

Dans ce territoire, nous l'avons vu, la priorité est la défense du musoir afin d'empêcher son recul qui pourrait nuire au développement de la station de Berck-Plage. Les premiers ouvrages, épis et perrés défendent le secteur de l'Hôpital Maritime, construit imprudemment sur les dunes exposées à l'érosion éolienne et aux agressions marines. Progressivement, le perré s'allonge le long de la Pointe du Haut-Banc et, l'énergie de la houle et des courants de marée se déplaçant vers l'intérieur de l'estuaire, le musoir doit être défendu par un brise-lames submersible complété par des épis puis des enrochements qui, actuellement se rapprochent de la Pointe de la Rochelle.

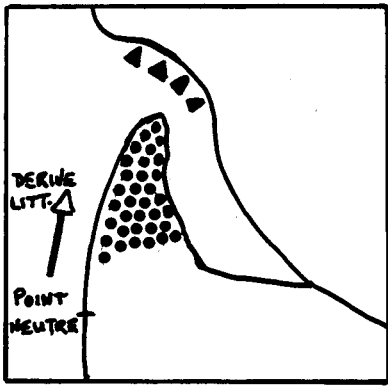
**Le système du territoire estuarien évolue donc très différemment de celui de la Canche. La tendance pluriséculaire au comblement n'est pas contrariée, le poulrier de la Pointe de Routhiauville continue sa progression vers le nord. La défense du musoir conduit même à l'allongement du contre-poulrier de la Pointe de la Rochelle. L'évacuation des sables colmatant la baie devient de plus en plus difficile alors que le cours de l'Authie traverse "une chicane" aux courbes de plus en plus "serrées".**

L'érosion du musoir ne disparaît pas pour autant, le secteur de l'attaque se déplaçant vers l'amont. La progradation du poulrier peut même accélérer le flot à l'entrée de l'estuaire et l'orienter le long du musoir ce qui peut nuire à l'efficacité des ouvrages de défense.

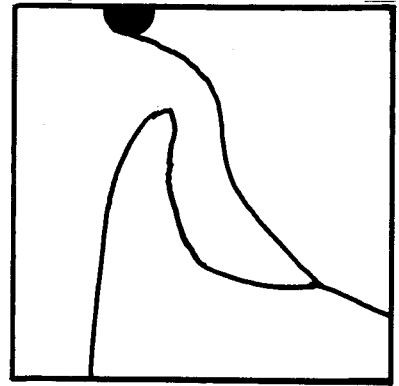
**Cette évolution pose des questions aussi difficiles à résoudre que dans le cas précédent: Jusqu'où faudra-t-il prolonger les ouvrages de défense du musoir? Plus brutalement, les enrochements sont-ils efficaces à moyen terme et sont-ils esthétiquement acceptables? Peut-on se contenter de la défense du musoir?**

Les réponses à ces questions passent sans doute par une véritable intégration des aménagements du territoire estuarien de l'Authie dans les stratégies de développement de l'agglomération berckoise.

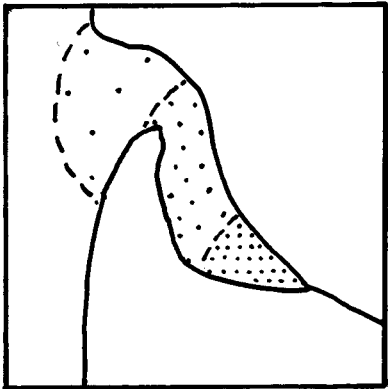
Le poulcier et le musoir



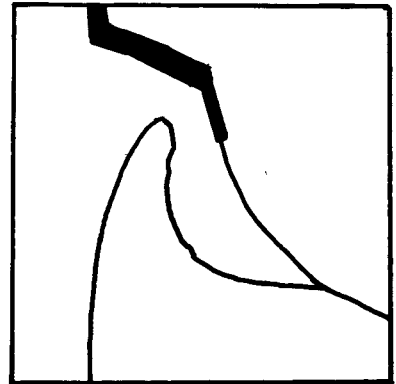
La station balnéaire sur le musoir



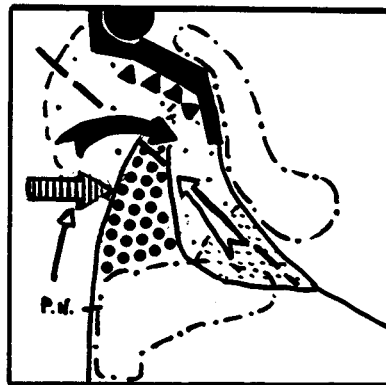
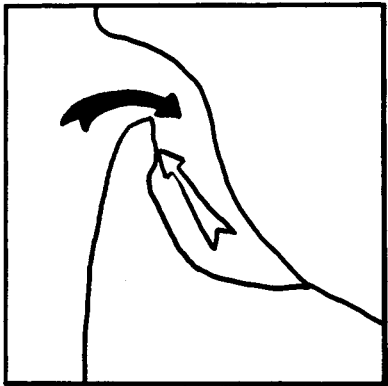
La tendance au comblement



La défense du musoir

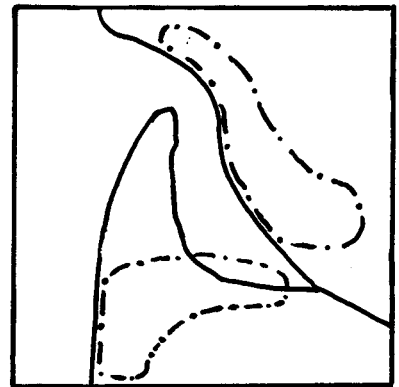


Le flot et le jusant

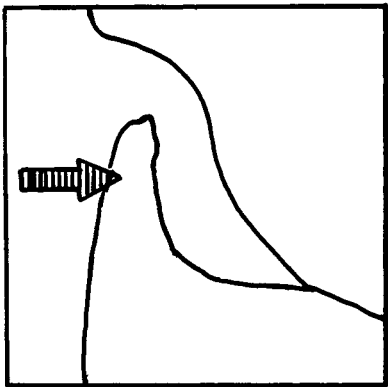


Une synthèse

Les espaces protégés



Les vents d'ouest dominants



L'estuaire, limite entre deux départements

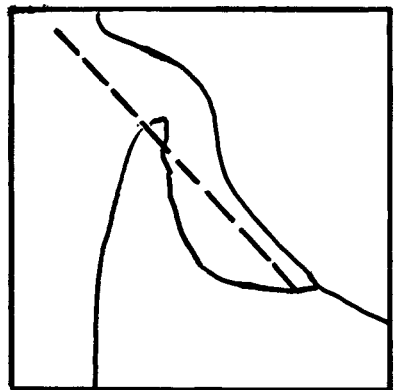


Fig. 112: Eléments pour un modèle graphique de l'estuaire de l'Authie

### **3.1.3 - Eléments pour un modèle graphique de l'estuaire de la Somme.(Fig. 113)**

Si l'estuaire de l'Authie est resté relativement peu étudié jusqu'à une époque récente, ce n'est pas le cas de l'estuaire de la Somme, sans doute parce que les enjeux économiques y sont considérés comme plus importants du fait du peuplement de ses deux rives, de la présence de trois ports, d'une station balnéaire sur le poulier et des activités de loisirs diverses qui s'y pratiquent, mais aussi parce que la Baie de Somme est au coeur de l'étroite façade maritime de la Picardie.

**Dans ce territoire, la priorité est double: maintenir l'accès aux trois ports de l'estuaire alors que son colmatage se poursuit, sans doute, depuis le Moyen Age et défendre les Bas-Champs souvent inondés par la mer.**

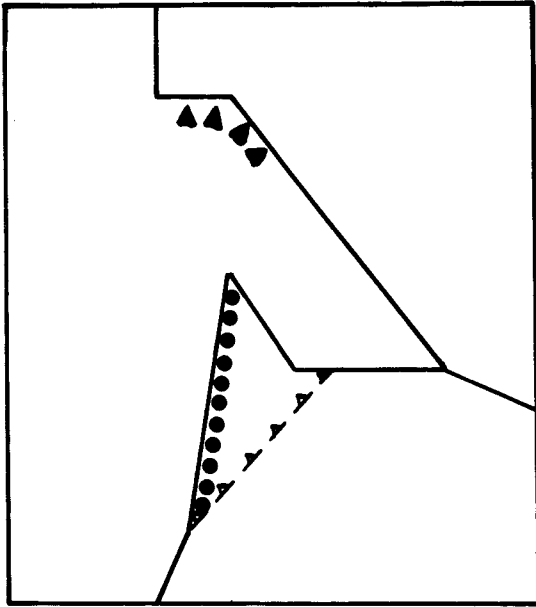
Afin de résoudre ces deux problèmes, des études ont été récemment confiées au Laboratoire National d'Hydraulique de EDF et à la SOGREAH. Un modèle réduit de la Baie de Somme a été construit en reproduisant les conditions hydro et morphodynamiques "naturelles". Il ne s'agit pas, pour nous d'apporter des informations plus précises ou des conclusions mieux argumentées mais de présenter graphiquement quelques éléments composant un modèle graphique simple de l'estuaire actuel intégrant quelques aspects de son fonctionnement naturel .

Sans revenir sur l'histoire détaillée des aménagements réalisés depuis le XVIIIème siècle, nous pouvons apporter quelques réflexions sur la nature des travaux effectués et sur leur combinaison avec les rythmes naturels de l'évolution estuarienne. Tant en ce qui concerne le maintien des chenaux que la défense du cordon de galets, deux stratégies sont poursuivies.

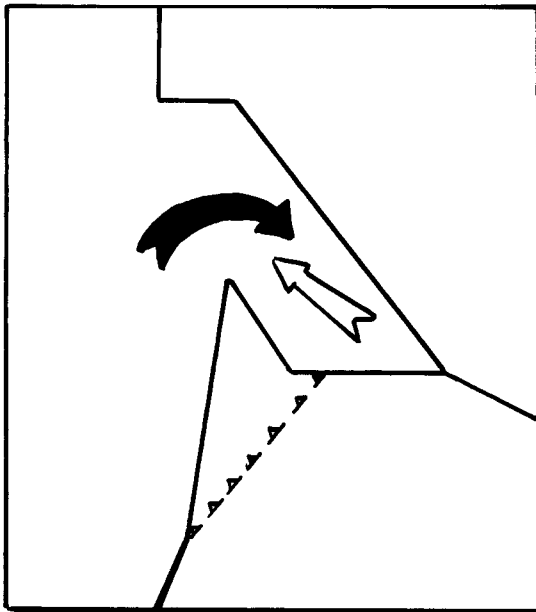
Pour le maintien des chenaux, des digues submersibles ou insubmersibles (1) orientent la Somme au sud de l'estuaire, au profit du port de Saint-Valéry. Il s'agit d'une stratégie "dure" dont l'efficacité est limitée puisque, à l'aval des digues, le chenal se déplace de façon aléatoire (Demarcq et al, 1979). Une deuxième stratégie, "souple", utilise les marées quotidiennes pour remplir le bassin de chasse (2) et le vider ensuite en évacuant les dépôts formés dans le chenal du Crotoy. Cette solution est relativement efficace mais il faut curer périodiquement le bassin de chasse envasé.

Pour la défense du cordon de galets des Bas-Champs, nous observons des stratégies semblables aux précédentes: digue parabolique à la racine du cordon (3) et

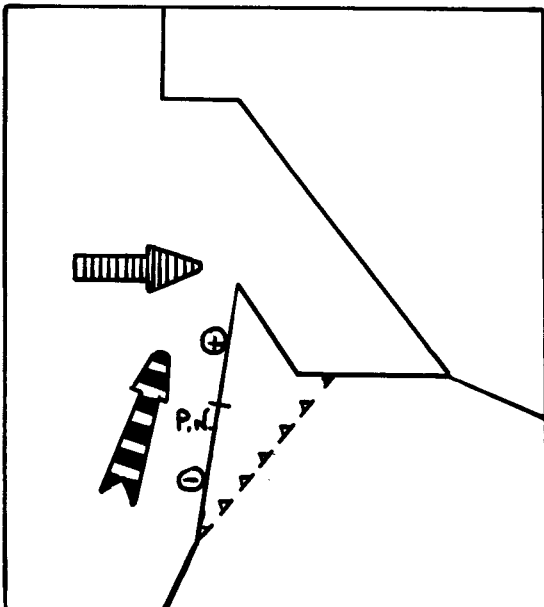
Le poulrier et le musoir



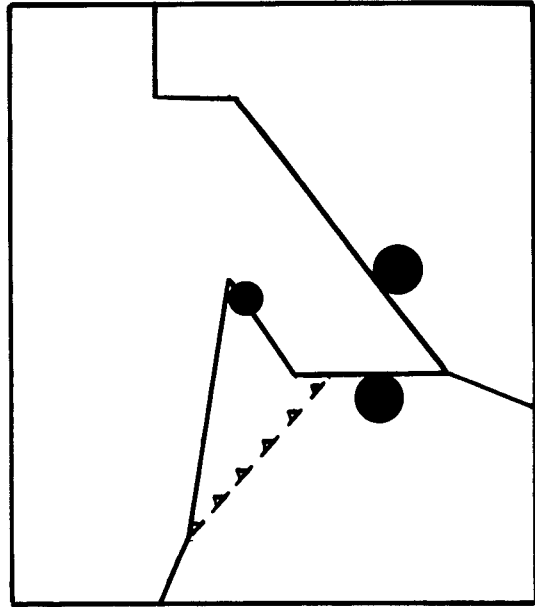
Le flot et le jusant



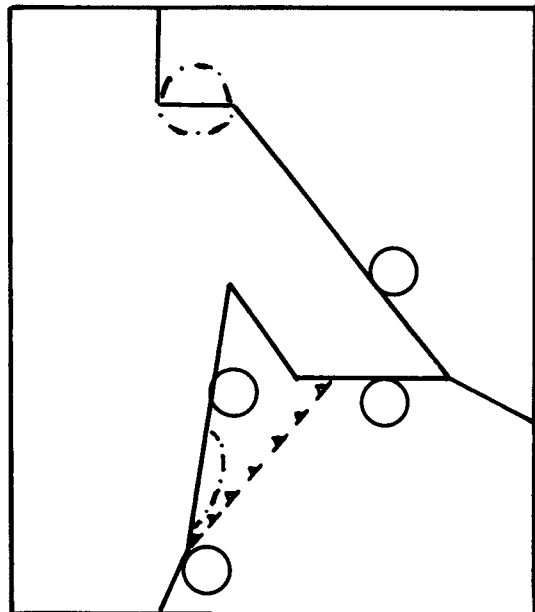
Les vents d'ouest dominants et la dérive littorale



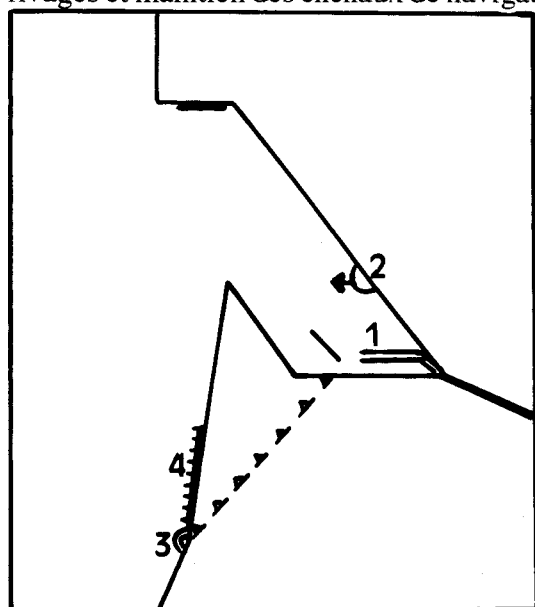
Les ports

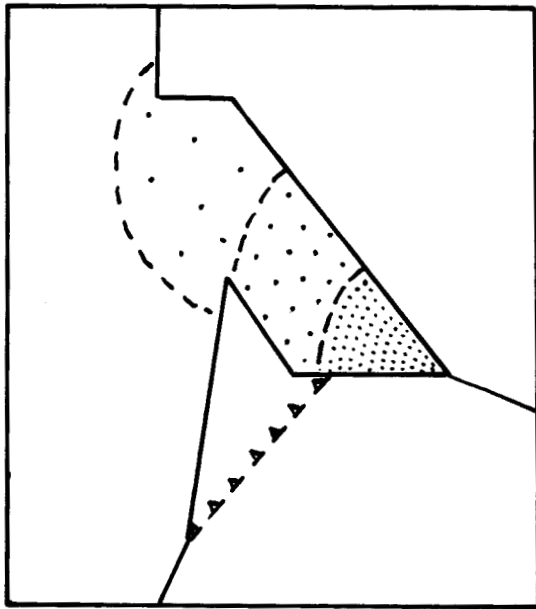


Les stations balnéaires et les réserves de nature

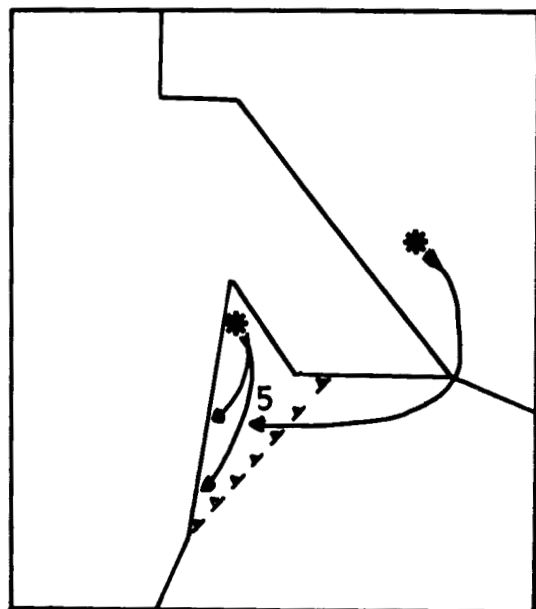


Les aménagements estuariens: défense des rivages et maintien des chenaux de navigation

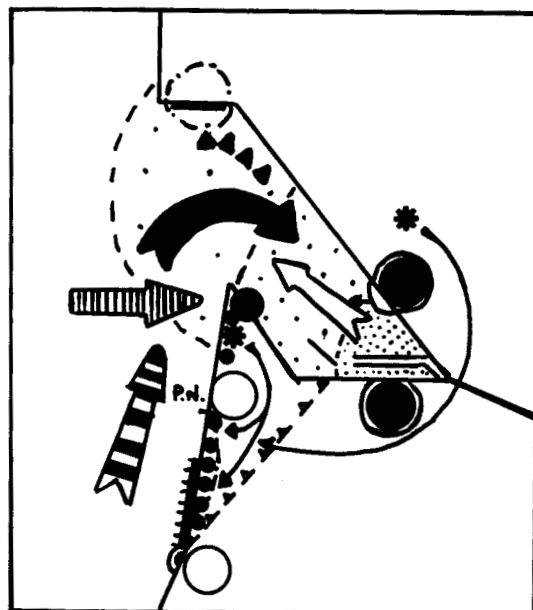




La tendance au comblement



Exploitation et transport des galets



Une synthèse

Fig. 113: Eléments pour un modèle graphique de l'estuaire de la Somme.

construction d'épis (4) jusqu'au nord du Hable d'Ault représentent une stratégie "dure"; apports réguliers de galets (5) extraits des carrières proches du Hourdel et du Crotoy reflète une stratégie "souple".

Les stratégies "souples" nous semblent intéressantes parce que la première s'intègre dans les cycles de fonctionnement naturel que sont les cycles quotidiens des marées, et la deuxième crée un cycle de fonctionnement mi-naturel, mi-artificiel. Celui-ci est sans doute plus complexe que le précédent puisqu'il combine des éléments climatiques (tempêtes et vents de secteur ouest), des éléments d'hydrologie marine (dérive littorale et transport des galets) et les apports artificiels (volume, taille et résistance des galets) et parce que son rythme n'est pas régulier. Le fonctionnement du cycle de transport des galets peut être brutalement interrompu par une tempête puis relancé par de nouveaux apports artificiels de galets.

**Le système du territoire estuarien de la Somme semble donc constitué partiellement d'éléments naturels et anthropiques dont les interactions définissent des cycles aux rythmes différents. Si l'on admet l'existence de ces cycles, plusieurs questions se posent: les cycles successifs sont-ils identiques? S'ils ne le sont pas, quels sont les éléments naturels ou anthropiques qui les modifient? Certaines modifications d'un ou de plusieurs éléments ne remettent-elles pas en cause le fonctionnement de l'ensemble?**

Nous tenterons de répondre à ces questions dans la conclusion de la 3ème partie, en les replaçant dans le cadre général de l'ensemble de la plaine maritime.

### **3.2 - Dynamique marine et dynamique touristique: éléments pour un modèle graphique de station balnéaire des rivages de la plaine maritime. (Fig. 114)**

**Depuis le XIXème siècle, la conquête anthropique de la plaine maritime a changé d'axe. La conquête de nouvelles terres agricoles se développait selon un axe nord-sud, la conquête touristique s'oriente selon un axe est-ouest. Les massifs dunaires et les rivages sont de plus en plus territorialisés.**

Le massif dunaire est traversé par une route unissant un village ancien, à l'arrière du massif, à une station balnéaire située sur le rivage. La route devient la rue principale de la station, au bout de laquelle se construit un premier front de mer relativement étroit. Des villas puis des immeubles s'alignent le long de la promenade du bord de mer, protégée par un perré.

L'habitat gagne les dunes à l'arrière du front de mer et se prolonge le long de la route qui tend à devenir la rue principale d'une station à deux centres.

Si deux stations proches se développent parallèlement ( cas de Quend-Plage et Fort - Mahon ), l'occupation de l'espace dunaire intermédiaire s'amorce par l'aménagement d'une route joignant les deux rues principales, sur laquelle se greffe une station nouvelle intradunaire.

Le front de mer se dilate; des immeubles sont construits dans les dunes bordières afin de bénéficier de la vue sur la mer et de sa proximité; des centres nautiques avec aire de stationnement automobile et plan incliné pour l'accès des bateaux sont installés.

Le développement d'une station balnéaire sur un rivage sableux peut perturber sérieusement son fonctionnement. Les perturbations sont bien connues des scientifiques.

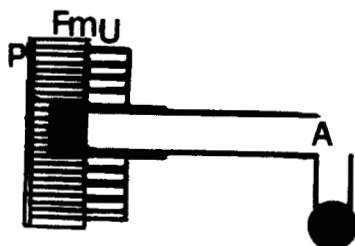
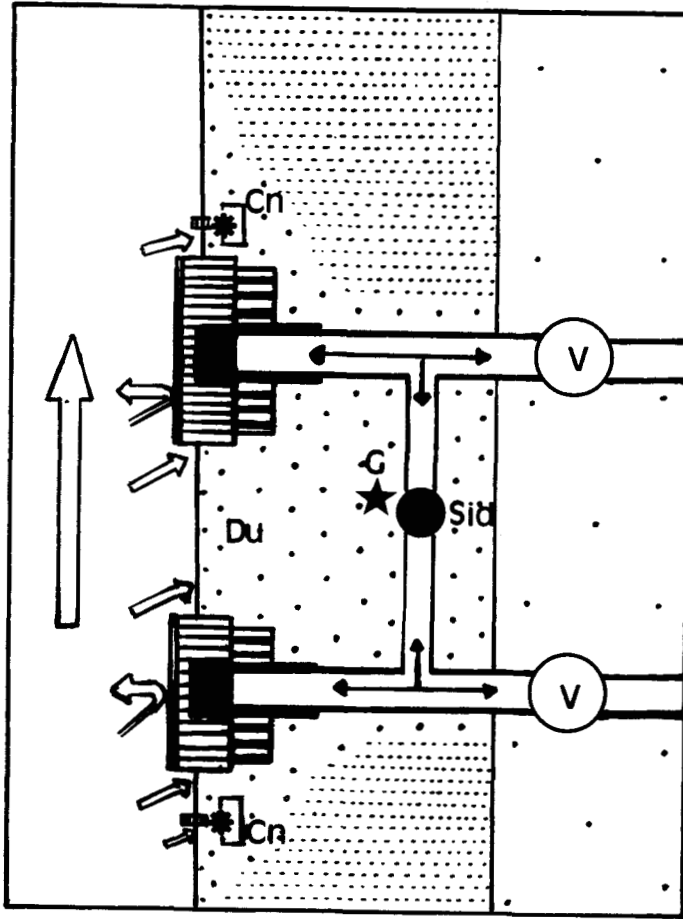
Les promeneurs piétinent beaucoup les dunes bordières et les constructions intradunaires les détruisent souvent.

Les installations sur l'estran contribuent d'une part, au démaigrissement des plages par l'effet réfléchissant du perré de front de mer sur la houle et, d'autre part, au recul des dunes par le report de l'énergie marine de part et d'autre des points durs qui constituent le perré et le plan incliné. Les dommages occasionnés par ces types d'ouvrages ont été décrits par Miossec (1992) et Paskoff (1993).

Lorsque les processus naturels sont très perturbés, les ouvrages en appellent d'autres. Un démaigrissement trop important de la plage conduit à construire des épis ( exemple de Merlimont) afin de freiner la dérive littorale et le transit latéral des sables.

On assiste donc à un durcissement et à une fixation du rivage alors qu'il est naturellement souple et mobile. Les stations balnéaires de la plaine maritime ressemblent de plus en plus à des promontoires artificiels alors que "la conjoncture est difficile" (Paskoff, 1993, p. 52); elle est marquée par la pénurie en sédiments et l'élévation du niveau de la mer.

Fig. 114: Eléments pour un modèle graphique de station balnéaire de la plaine maritime: dynamique marine et dynamique touristique.



**La dynamique touristique**

V: village ancien, à l'arrière du massif dunaire

Sbo: station balnéaire originelle

Fm: front de mer

P: perré

U: lotissements récents à l'arrière du front de mer

A: axe reliant le village ancien à la station balnéaire, le long duquel l'urbanisation progresse.

Sib: station intradunaire nouvelle.

G: golf

Cn: centre nautique et son aire de stationnement automobile; l'accès des bateaux s'effectue par un plan incliné, installé partiellement sur l'estran.

Du: dunes dégradées ( surtout les dunes bordières) par les piétinements des promeneurs

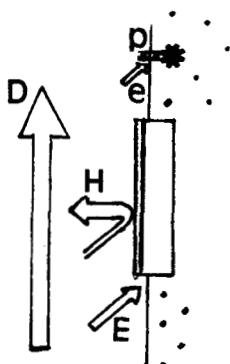
**La dynamique marine**

D: dérive littorale.

H: houle réfléchi par le perré et démaigrissement de la plage

E: érosion marine de part et d'autre du perré.

e: érosion marine de part et d'autre du plan incliné (p) sur l'estran.





## Conclusion de la troisième partie

Les rivages de la plaine maritime sont confrontés à des tendances naturelles différentes: les estuaires sont soumis à une tendance longue au colmatage, sous l'action des marées quotidiennes, au marnage important, recouvrant des estrans très larges et de longs estuaires.

- les rivages interestuariens connaissent, au contraire, une érosion sensible dont une des causes peut être le manque général de sédiments transportés et accumulés ( la pénurie est sans doute à nuancer dans le cas particulier de la plaine maritime compte tenu de la présence, sur l'avant-côte, de bancs et de vagues de sable sous-marins, les "ridins" étudiés par Dewez en 1988, dont on ne connaît pas les relations avec les accumulations de l'estran).

Les rivages sont soumis à des transformations brutales lors des tempêtes qui, selon certains auteurs seraient plus fréquentes actuellement (Caspar, 1990 - Costa, 1995).

L'occupation humaine des rivages, de plus en plus importante depuis un siècle, amène à considérer ces tendances et ces événements en terme de risques et catastrophes naturels.

La défense des rivages interestuariens, le maintien de la navigation dans les estuaires de la Canche et de la Somme, véritables territoires, préoccupent fortement les collectivités locales parce que le recul des dunes menace l'économie touristique, le colmatage des estuaires inquiète les autorités portuaires et les submersions de tempête dans les Bas-Champs effraient les agriculteurs et les habitants de Cayeux-sur-Mer.

Nous avons distingué deux types de stratégie dans les interventions anthropiques:

- une stratégie "dure" qui bâtit des digues submersibles ou non, afin de canaliser les chenaux ( estuaires de la Canche et de la Somme), des brise-lames et des enrochements afin de défendre un musoir (estuaire de l'Authie), des perrés et des épis pour défendre des boulevards de bord de mer et des plages, des épis dans le but de renforcer le cordon de galets des Bas-Champs,

**- une stratégie "souple" qui organise le rechargement en galets des secteurs sensibles du cordon des Bas-Champs ou le remplissage et la vidange du bassin de chasse du Crotoy, en suivant le rythme des marées, afin de maintenir le chenal d'accès au port.**

La stratégie "dure" peut s'avérer efficace à court terme mais les perturbations induites apparaissent ensuite. Elle conduit à un quadrillage des estuaires concernés; les digues submersibles sont prolongées au fur et à mesure que le colmatage progresse et lorsque le poulier est décapité par un chenal bien orienté, la réouverture de l'estuaire qui en découle, oblige à la construction d'épis qui freine l'entrée des sédiments (estuaire de la Canche). Ce quadrillage des estuaires pose la question de l'avenir; peut-il s'intensifier dans un estuaire comme la Canche? Le paysage de l'estuaire n'en souffre-t-il pas?

La défense du cordon de galets est fondée partiellement sur la construction d'épis; l'expérience des dernières submersions de tempête montre que le point de rupture principal du cordon se situe à chaque fois, à l'aval des derniers épis (Costa, 1995). Doit-on "armer" d'épis l'ensemble du cordon et ainsi, créer devant Cayeux-sur-Mer des casiers peu esthétiques?

La stratégie "souple" paraît la plus intéressante parce que:

- soit, elle s'adapte à des rythmes naturels tels que ceux des marées (par l'utilisation des bassins de chasse),

- soit, elle crée un cycle mi-naturel ( transit des galets avec la dérive littorale), mi-anthropique ( transport d'un volume de galets, défini réglementairement, des secteurs d'extraction vers les secteurs les plus sensibles du cordon).

Toutefois, cette stratégie présente des limites ( par exemple, les stocks disponibles en quantité et en qualité pour le rechargement) mais permet de surmonter le handicap majeur que représente le rivage en tant que discontinuité temporelle. En effet, elle tente d'intégrer la dynamique socio-économique et la dynamique naturelle nettement déphasées puisque l'homme s'installe massivement sur le rivage alors que celui-ci recule souvent ,subit même des inondations graves ou ,inversement, alors que les estuaires se ferment.

Sans doute n'est - elle pas suffisante, peut-être faut-il réfléchir, quand cela est possible, à des aménagements à l'arrière du rivage actuel organisant une protection graduée en

"profondeur" pour surmonter les risques inhérents au renforcement de la ligne de rivage, discontinuité spatiale de plus en plus dure aujourd'hui. Quels que soient les stratégies choisies, évitons comme le proclame avec force Guilcher (1990, p.9) " la généralisation du barricadage du littoral".

Sur le littoral de la plaine maritime, toutes les installations humaines ne sont pas dans une situation également périlleuse. L'heureuse occupation d'un poulie (Le Touquet) ne pose pas à long terme les problèmes d'une installation imprudente sur un musoir (Hôpital Maritime de Berck).

N'hésitons pas à élargir notre champ de vision spatial et temporel, et l'exemple des Bas-Champs peut nous y aider:

- l'ensemble de la côte d'Antifer à la Pointe du Hourdel est aujourd'hui considéré comme le secteur pouvant être aménagé pour mieux alimenter le cordon de galets.

- l'histoire de sa construction naturelle, de son ouverture ancienne au droit du Hable d'Ault, si "visible" actuellement encore sur les images satellitales ne doivent pas être oubliées.

Cette vision temporelle " élargie", passerelle entre les temps de la nature et ceux de la société, doit permettre d'envisager, sur les rivages de la plaine maritime, des aménagements économiquement justifiés.

## CONCLUSION GENERALE

Certains géographes reconnaissent la géographie comme une science sociale du territoire, de l'espace terrestre et de son organisation. La plaine maritime picarde représente un remarquable exemple de territoire, au sens le plus fort du terme puisqu'il s'agit d'une construction humaine et naturelle.

**Les géographes qui, au début du XXème siècle ont étudié la plaine maritime, ont ouvert la voie d'une étude physique et humaine.**

**A l'époque des grandes thèses de Géographie régionale, Demangeon (1905) consacre de belles pages à une étude riche d'informations sur les conditions naturelles de la côte et le travail des hommes ( défense des Bas-Champs, renclôtures, dessèchements, fixation des dunes et correction des estuaires). Comme tous les géographes, bien formés à l'étude historique, il puise ses sources dans les nombreux documents des Archives Nationales.**

**En 1930, Briquet soutient une thèse de géomorphologie, spécialité dominante d'une géographie très naturaliste; le champ spatial de ses recherches est encore très vaste (le littoral du nord de la France). Le propos est d'exposer l'évolution des rivages en suivant les variations du niveau marin. Dans les traces de Demangeon, il analyse remarquablement de nombreux documents historiques et étudie précisément les relations entre les forces naturelles et l'action humaine.**

**Alors que la géographie connaît une importante période de renouvellement, Verger (1968) consacre sa thèse à l'étude morphologique des marais et wadden du littoral français. Le propos est thématique et comparatif. Après avoir souligné l'importance de "l'histoire des sociétés humaines" dans les fluctuations de la ligne de rivage, l'auteur conclut : "cette constatation montre l'intérêt de ne pas trop isoler la**

géographie physique de la géographie humaine et même de l'histoire".

**Dans les années 1980, la géographie (en particulier, la géographie physique) change, en partie grâce à l'apport des données satellitales. Les perspectives de recherche s'orientent vers des études intégrées des différents facteurs du milieu géographique. Regrain (1980) s'engage dans cette voie en utilisant la télédétection afin d'étudier les marais charentais.**

Lorsqu'il présente la plaine maritime picarde comme " un monument historique où l'action des sociétés humaines est sensible à chaque pas", il invite le chercheur à placer l'homme au coeur de la problématique. En définissant la plaine maritime comme "monument historique", il présente un véritable patrimoine naturel et humain dont l'étude doit se référer à l'histoire; la longue histoire géologique, géomorphologique de sa construction naturelle et l'histoire plus courte de sa conquête anthropique.

C'est enfin une invitation à utiliser un outil et une méthode qui permettent d'intégrer des faits d'ordre naturel et d'ordre humain dans des perspectives historiques.

**Nous avons choisi d'utiliser les images satellitales en les combinant avec la connaissance du terrain acquise par le survol de la plaine maritime, les parcours pédestres mais aussi par la recherche de cartes et plans dans les archives nationales et départementales. Les images sont améliorées et considérées comme un outil géographique pour étudier un territoire par ses structures naturelles et anthropiques.**

**A petite échelle, nous avons détecté la plaine maritime limitée par une discontinuité spatiale, la falaise morte et, reconnu des marais à ses pieds qui en constituent, avec les massifs dunaires, les terres renclôses et les estuaires, les grandes structures spatiales.**

**La conquête anthropique a été analysée grâce à une étude à grande échelle liée à la finesse de la résolution spatiale des images satellitales.**

Nous avons pu suivre "pas à pas" les travaux des hommes à la conquête de nouvelles terres; aux premiers temps, la construction de petites digues au tracé sinueux, autour des foraines, îlots de peuplement originels ou dans les secteurs proches à la fois des marais intérieurs et d'un estuaire ( Favières, Le Hamelet); puis ensuite, aux XVIIIème et

XIX<sup>ème</sup> siècles, la construction des digues longues et rectilignes encadrant des renclôtures de plus en plus vastes ( entre Quend et l'estuaire de l'Authie).

Nous avons retrouvé des traces du comblement de l'ancien estuaire de Berck et les contraintes qu'il a pu exercer dans l'organisation spatiale de Berck-Plage.

Nous avons étudié la traversée du massif dunaire et la conquête des rivages sous la pression du tourisme.

**La fréquence des images a permis d'obtenir une diversité de combinaisons climatiques et hydrologiques intéressantes:**

**- pour comprendre certains aspects du fonctionnement estuarien (Fig. 115)**

Chaque musoir des trois estuaires connaît un "fonctionnement spécifique": le musoir de la Baie de Somme est un secteur d'accumulation (enracinement d'un contre-poulier); le musoir de la Baie d'Authie tend à ne plus "fonctionner" du fait de sa fixation par des ouvrages de défense; le musoir de l'estuaire de la Canche est divisé en casiers dans lesquels le sable va s'accumuler.

Le poulier protégeant les Bas-Champs n'est plus suffisamment alimenté en galets alors que celui de l'Authie progresse. Le poulier de l'estuaire de la Canche est actuellement nettement décapité.

**- pour analyser la morphologie de l'estran (Fig. 115)**

La superposition des données morphologiques, obtenues par l'image du 5 / 10 / 1989, et des hauteurs d'eau lors des différents états de marée nous montre quelques aspects de la topographie des pouliers et des contre pouliers. Par exemple, nous avons tracé les contours de la flèche littorale enracinée dans la Pointe de St-Quentin, tels qu'ils sont visibles pour une hauteur d'eau de 4,62m (C.M.). En les combinant avec les hauteurs d'eau à 9, 13m et 9, 67m (C.M.), nous pouvons préciser la morphologie de la flèche. Sa racine, au droit de l'Anse Bidard et de la Pointe de St-Quentin émerge encore lorsque la hauteur d'eau atteint 9,67m. Seule, son extrémité sud se situe en dessous de 9,13m.

Autre exemple, le poulier de l'estuaire de l'Authie montre un étalement et un "volume" remarquable qui contraste nettement avec celui de l'estuaire de la Canche.

**- pour étudier les conséquences d'une tempête.**

Les deux images encadrant l'hiver tempétueux de 1989-90 nous permettent d'analyser les transformations des Bas-Champs: d'anciens chenaux sont réactivés et les mares se multiplient. Une carte de la zone inondée en mars précise l'ampleur de la submersion liée à la tempête de la fin février.

**Le choix d'images enregistrées en octobre révèle tout l'intérêt de cette période pour l'étude des structures et de la répartition des prairies et des terres labourées dans la Marquenterre.**

Chacun de ces thèmes a été abordé en produisant une composition colorée adaptée: des compositions colorées en "couleurs naturelles" et en "couleurs pseudo-naturelles" utiles dans l'étude de la morphologie des estrans ou de la nature des sols, la délimitation des marais et de la plaine maritime; des compositions colorées "standard" permettant, par exemple, de discriminer les types de végétation et les combinaisons milieu minéral / milieu végétal dans le massif dunaire du Marquenterre; des compositions colorées "non standard" choisies pour la richesse de leurs informations (c.c. des canaux 4, 5, 1 du TM de Landsat) ou pour l'optimisation des nuances et des contrastes dans la restitution des sols nus des foraines (c.c. A.C.P.).

Nous avons utilisé les images satellitales un peu comme des palimpsestes, en tentant de retrouver des structures invisibles actuellement telles que d'anciens pouliers et d'anciens estuaires ( estuaire de la Margueritelle) ou l'ouverture ancienne du Hable d'Ault.

**L'étude des structures spatiales, du fonctionnement et de l'évolution de la plaine maritime, à différentes échelles spatiales et temporelles, dans le visible et dans l'invisible, en adaptant l'outil aux thèmes abordés, permet de proposer quelques modèles graphiques, bases de réflexion et instruments pédagogiques: des modèles de fonctionnement des territoires estuariens et des modèles montrant quelques aspects de l'évolution de la plaine maritime depuis le Haut Moyen Age.**

**Les estuaires de la Canche, l'Authie et la Somme sont devenus de véritables territoires de plus en plus marqués par les structures anthropiques et, qui, de ce fait, connaissent des évolutions sensiblement différentes.** Ces structures reflètent des fonctionnements de systèmes dans lesquels, ce sont moins les éléments naturels qui sont déterminants que les éléments économiques et sociaux. Pour reprendre les termes de Miossec ( 1994), **leur fonctionnement est "un problème de société"**.

Dans l'estuaire de la Canche, depuis un siècle, les travaux répétés ont comme objectif de maintenir l'accès au port d'Étaples. Le poulier, obstacle majeur à la navigation, est actuellement décapité.

Dans l'estuaire de l'Authie, la préoccupation principale concerne la défense du musoir, dont le recul menacerait à terme la station de Berck-Plage.

Dans l'estuaire de la Somme, la situation est plus complexe puisque les objectifs sont à la fois de maintenir l'accès aux trois ports et de défendre le cordon de galets des Bas-Champs, voire encore de préserver l'existence de la plage du Crotoy.

Les stratégies mises en évidence, conduisent souvent à "l'armement" des estuaires par des digues et des épis. Parfois, elles tentent d'intégrer les rythmes naturels et le fonctionnement de l'économie littorale. **Quels qu'ils soient, les moyens mis en oeuvre posent tous la question de leur justification économique et sociale immédiate, à court, moyen ou long terme.**

Les modèles de la plaine maritime que nous proposons, l'un daté du haut Moyen Age et l'autre actuel (Fig. 115 a et 115b) peuvent inviter à réfléchir à son évolution pluriséculaire. Ils montrent une véritable inversion de l'évolution naturelle et anthropique de la plaine maritime. Les estuaires, qui furent jadis ouverts donc des axes de communication très fréquentés, se ferment et leur économie traditionnelle est en difficulté. Les terres interestuariennes, qui furent le théâtre de la conquête des marais et wadden, à l'abri des massifs dunaires ou du cordon de galets, sont, depuis un siècle, traversées par les axes est-ouest de la conquête touristique. Les rivages interestuariens sont de nouveaux territoires attractifs alors qu'ils ont souvent tendance naturellement à reculer.



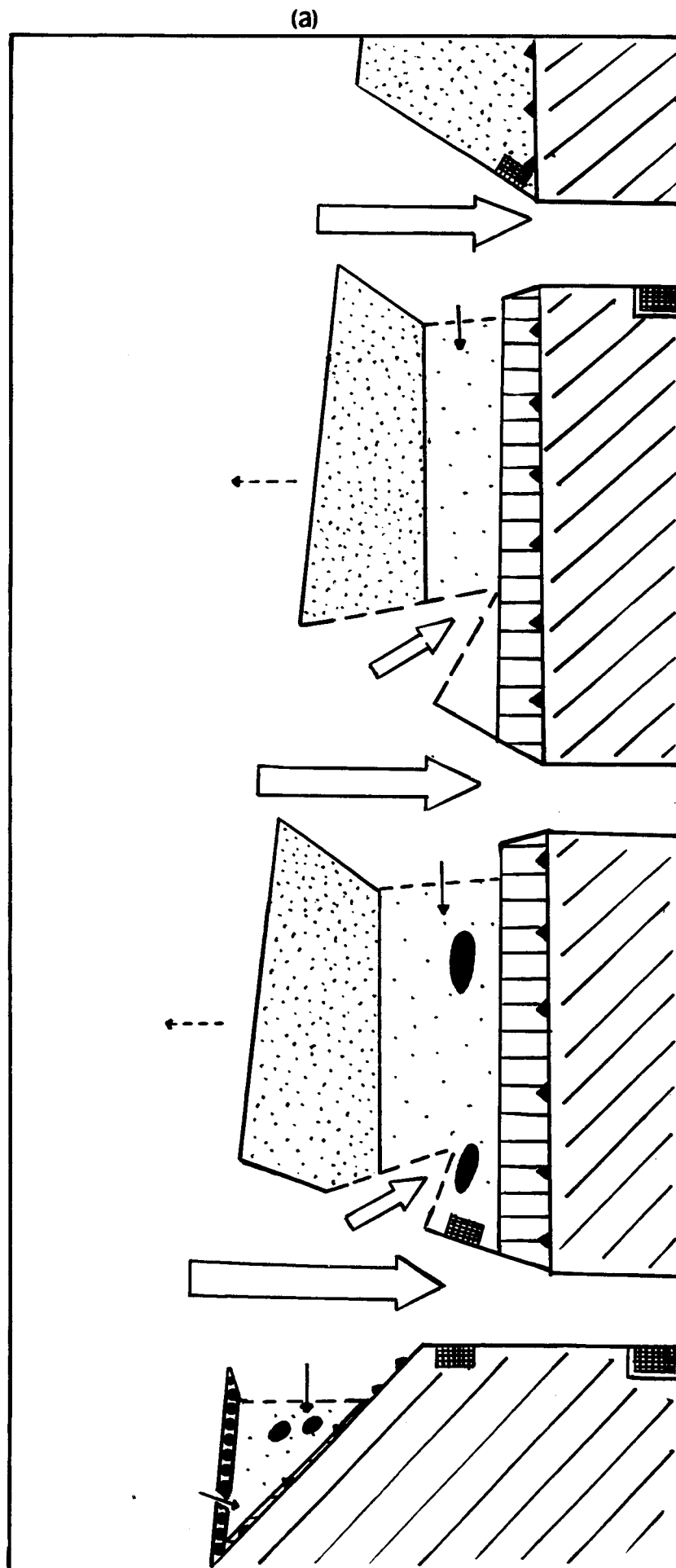
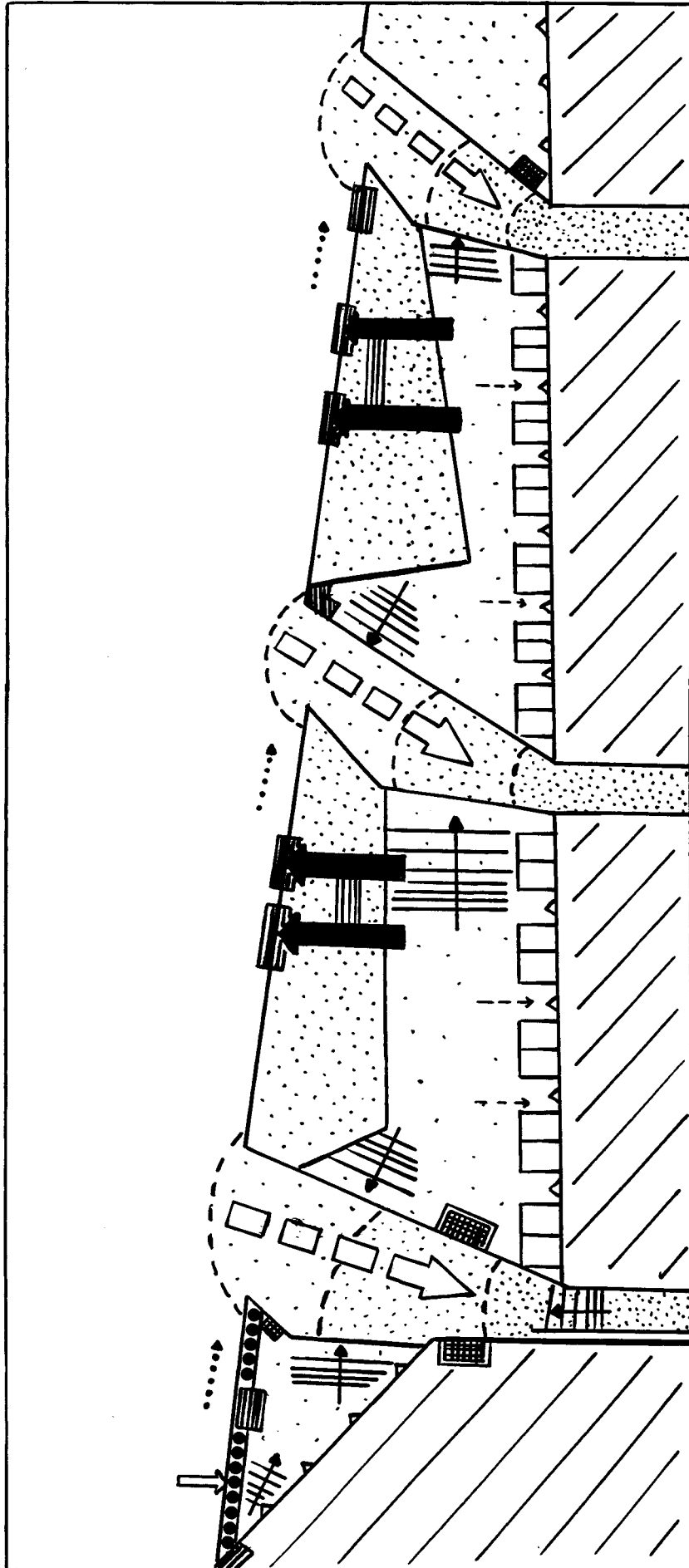
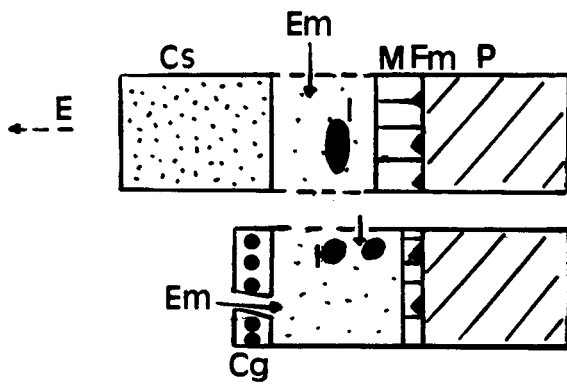


Fig.116: Eléments pour des modèles graphiques de la plaine maritime.  
 -a : Modèle de la plaine maritime au Moyen Age. (VIII<sup>e</sup>-IX<sup>e</sup>)  
 -b : Modèle de la plaine maritime actuelle.

(b)

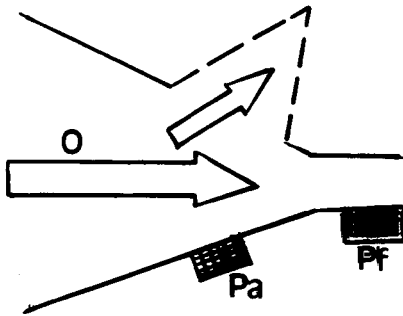




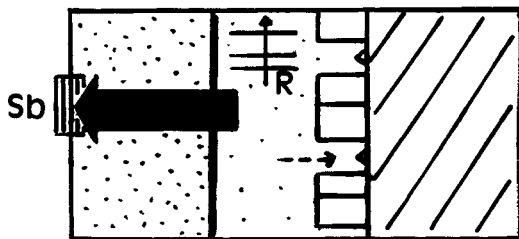
**Légende du modèle a.**

Séparée des plateaux (P) par la falaise morte (Fm) aux pieds de laquelle s'étalent des marais (M), la plaine maritime est isolée. Dans les zones basses, les renclôtures (R) s'étendent autour d'îlots de peuplement (I) protégés par des cordons de sable (Cs) ou de galets (Cg), peu accessibles par la mer du fait de la largeur de l'estran (E).

La mer (Em) pénètre dans les terres basses, marais maritimes ou wadden. Les cordons de sable sont contournés. Le cordon de galets peut être interrompu.

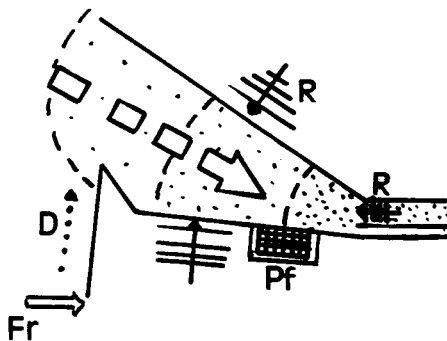


Les estuaires, très ouverts (O), sont des axes de navigation fréquentés et organisés à partir d'un port de fond d'estuaire (Pf) et d'un ou plusieurs ports d'aval (Pa), servant de relais.



**Légende du modèle b.**

Dans la plaine maritime, les renclôtures se sont étendues à l'abri des bourrelets dunaires ou du cordon de galets. Les marais intérieurs sont partiellement asséchés et souvent drainés. L'isolement de la plaine s'estompe. La conquête des rivages s'organise le long d'axes est-ouest, menant à des stations balnéaires dont le front de mer s'élargit en formant un promontoire.



Les estuaires se sont partiellement fermés et comblés sous l'action d'agents naturels, la dérive littorale (D) qui allonge les pouliers et la marée qui apporte des alluvions, favorisée ou accompagnée par la dynamique de conquête de nouvelles terres. Les ports d'aval sont devenus des ports de fond d'estuaire

Une fragilité héritée (Fr) peut persister dans le sud du cordon de galets.

**La plaine maritime composée de territoires à l'interface de la terre et de la mer est au coeur d'un "croisement" difficile des temps de la nature et de la société.**

**Les temps de la nature sont les temps longs qui furent ceux de la construction de la plaine maritime, les temps courts des cycles de marée et du fonctionnement des estuaires et les évènements aléatoires comme les tempêtes.**

**Les temps de la société accompagnèrent ceux de la nature dans la construction de la plaine et sont actuellement ceux de la conquête des rivages alors que ces derniers semblent évoluer défavorablement.**

Ce croisement des temps de la nature et de la société créent des situations qui, dans le détail, sont très complexes. Les images satellitales peuvent être des documents très utiles pour la gestion de chaque cas.

Deux images enregistrées, l'une avant et l'autre après les tempêtes de l'hiver 1989-1990, montrent l'ampleur de l'inondation consécutive et permettent de cartographier les terres concernées dans les Bas-Champs. Plusieurs images enregistrées lors d'états de marée différents permettent d'analyser le fonctionnement estuarien: une cartographie du remplissage des estuaires lors de marées de coefficients différents apporte des informations sur leur topographie et leur morphologie.

Les images satellitales peuvent révéler des structures ou une évolution, difficiles voire impossibles à détecter dans la partie visible du spectre électromagnétique. Elles peuvent alors, orienter le travail de terrain qui permettra de confirmer ou de nuancer les informations enregistrées.

**Comme l'écrit Guilcher ( 1990, p. 12), "si c'est le choix de l'homme qui doit être le point final, la télédétection doit intervenir en toute première ligne parmi les éléments décisionnels".**

Les décisions humaines sont très difficiles à prendre. Les tendances de la nature semblent contrarier les perspectives sociales. Certains chercheurs y voient le résultat de l'élévation générale du niveau des mers, d'autres évoquent une fréquence plus grande des tempêtes. Mais le recul de nombreux rivages ou le comblement de certains estuaires ne sont pas obligatoirement les conséquences des seules tendances naturelles. Les interventions humaines contribuent parfois à l'accélération des processus naturels. La société est donc parfois considérée comme responsable des difficultés actuelles.

**La complexité de la dialectique nature / société oblige sans doute "à ne pas s'enfermer dans des principes rigides et universels" ce qui conduit Guilcher (1990, p.12) à proposer une "philosophie des rivages qui serait celle du coup par coup".**

Cette philosophie suggère de mener dans chaque cas, une "étude minutieuse et sérieuse" avant de prendre des "décisions conformes aux situations particulières". Guilcher évoque, en particulier, la nécessité de tenir compte des intérêts économiques auxquels nous pourrions ajouter les représentations sociales et le vécu des individus vivant dans la plaine maritime.

Bien que ce ne soit pas l'objet de la thèse, l'étude de ces facteurs sociaux est sans conteste un élément non négligeable dans les décisions à prendre. Quelques discussions avec certains des acteurs locaux nous confortent dans cette idée. Comment concilier, par exemple, d'une part les propositions des experts et d'autre part les intérêts touristiques, ceux des chasseurs, des agriculteurs et le vécu des habitants de Cayeux-sur-Mer afin de gérer le risque de submersion des Bas-Champs? Quelle perception les acteurs locaux peuvent-ils avoir d'une proposition de recul contrôlé du littoral ? (Lafond, Bellessort, 1991) Il semble qu'aucune stratégie ne puisse être mise en oeuvre sans un véritable consensus local et sans doute, un changement des mentalités.

## SOURCES

### - Archives Nationales

#### Série N, Plans et Cartes

- N / III / Somme / 78 - Plan du bourg d'Ault - 1667- Croquis sans échelle, d'Ault et les Bas Champs.

- N / III / Somme / 71 - Carte du pays de Marquenterre, entre l'Authie et la Maye - 1717. Vue intéressante du "terrain accordé à Mr le Comte de Boulainvilliers".

- N / III / Somme / 62 - Croquis du havre d'Ault - 1755 .

- N / III / Somme / 72 - Plans de la renclôture de Noyelles- 1774 ou 1775.

- N / II / Somme / 22 - Plan de la nouvelle renclôture du Crotoy et de Morlay.

#### Série Q, Titres domaniaux

- Q / I / 1534 - Document manuscrit relatif à l'Instance de 1780, pour les habitants du Marquenterre contre le Sieur Guerrier de Lormoy, capitaine des Haras du Comte d'Artois.

- Q / 923 - Plan figuratif du fief du Halloy par Nolin - 1731.

#### Série F, Administration générale de la France

- F / 14 / 10221 - Plans d'ouvrages projetés pour la protection de Cayeux - 1721-1749.

- F / 14 / 10287 - Plan des marais domaniaux de Rue, Favières et Romaine - 1818-1819.

- F / 14 / 10079 - Plan de la Baie de Somme, levé en 1865, sous la direction de Frémiaux et Fuix - Lithographie.

- F / 14 / 10230 - Plan de la ville du Crotoy et des environs - début du Xxème siècle.

### **Archives de la Marine**

- 364 ( G 208) - St-Valéry-sur-Somme: Plan de l'écluse de St-Valéry - 1779.

- Etaples: Plan de la baie d'Etaples

Carte de la baie d'Etaples, depuis l'embouchure de la Canche jusqu'à 6000m en remontant son cours. Carte levée par les officiers de la Marine au temps du camp de Boulogne.

- 232 (G 77) - Côtes de Flandre, de Picardie et Normandie. Amirauté de Dunkerque, Mémoire concernant la situation de la ville et du port de St-Valéry-sur Somme-1752.

- 80 (967) - Cartes de Picardie et Normandie avec des plans de ports (XVIIème).

- 80 (970) - Ports et havres de Picardie et Normandie (XVIIème).

### **Bibliothèque Nationale**

- GE / FF / 10556 - Carte de la Baie de Somme en 1865.

- GE / D / 8615 - Embouchure de la Somme en 1776.

### **Bibliothèque municipale d'Abbeville**

- Carte routière et administrative de l'Arrondissement d'Abbeville, Giare et Paillart, imprimeur libraire - 1849 .

## Service maritime des Ports de Boulogne-sur-mer et Calais: Subdivision d'Etaples

Archives non classées communiquées par Mr Andrieux.

- Procès verbal de conférence, le 31 janvier 1879: Amélioration de la Baie de Canche, Etablissement de digues submersibles le long du chenal, Demande en concession des terrains à conquérir sur la mer à la suite de la construction des digues.

- Rapport du Subdivisionnaire, le 6 avril 1908 : Port d'Etaples, Voeu du Conseil Général du Pas-de-Calais demandant le prolongement et l'exhaussement des digues submersibles de la Baie de Canche.

- Rapport du Subdivisionnaire, le 14 décembre 1909: Baie de Canche et port d'Etaples, restauration et exhaussement des digues submersibles.

- Renseignements demandés par Monsieur l'Inspecteur Général sur le projet d'amélioration des chenaux d'accès à la Baie de Canche ( 9 septembre 1913).

- Compte rendu de la réunion du 15 mai 1949 à la mairie d'Etaples, sous la présidence de Monsieur le Sous-Préfet de Montreuil-sur-Mer: recherche des causes de la situation difficile que connaît la Marine d'Etaples et des remèdes à préconiser en vue de son amélioration.

## Institut Géographique National

- Cartes topographiques, série bleue ( 1 / 25 000)

-2105 Est - Montreuil - Berck - 1990;

-2106 Est - Rue - 1990.

- 2107 Est - St-Valéry-sur-Somme, Le Crotoy - 1988.

- 2007 Est - Eu, Le Tréport - 1988.

## Bureau de Recherches Géologiques et Minières

- BROQUET ( P ) et *al* -            - Carte de St-Valéry-sur-Somme, XXI-7, 1 / 50 000.



- MENNESSIER ( G ) et al - 1981 - Carte de Rue, XXI-6,1 / 50 000.
- SOMME ( J ) (dir.) - 1974 - Carte de Montreuil, XXI-5, 1 / 50 000.

### Clichés photographiques

#### **I.G.N.**

- Mission FR 71, 2107 - 300, St-Valéry-sur-Somme, cliché n°27, 02 mai 1971.
- Mission 81 IFN, 86 - 200, St-Valéry-sur-Somme, cliché n° 1184, 30 juin 1986.
- Mission 89 FD, 62 - 200, C, Le Touquet, clichés n° 1670, 1671, 1672, 1674.
- Mission 83 IFN, 62 - 200, IR, Le Touquet, cliché n° 765.

#### **D.D.E, Subdivision maritime de St-Valéry**

- Le déferlement des vagues au dessus du cordon de galets. Fig. 97
- L'inondation du secteur sud des Bas Champs. Fig. 98
- La rupture de la vanne du Canal de Cayeux. Fig. 99
- La progression de l'inondation. Fig. 100

#### **Le Courrier Picard**

- La grande brèche dans le cordon de galets. Fig. 101

## **BIBLIOGRAPHIE**

AGACHE ( R ), BREART ( B ) - 1975 - Atlas d'archéologie aérienne de Picardie. Le bassin de la Somme et ses abords à l'époque protohistorique et romaine, Soc. des Antiquaires de Picardie, vol. 1, 164p. et vol. 2, 18 cartes + 1 carte d'ensemble.

AGACHE ( R ) - 1978 - La Somme pré-romaine et romaine, Mémoires de la Société des Antiquaires de Picardie, tome 24, Amiens, 515p.

Association des Professeurs de Biologie-Géologie, Station d'Etudes en Baie de Somme, Université de Picardie - 1985 - La plaine maritime picarde, C.R.D.P., Amiens, 121 p.

BARIOU ( R ) - 1992 - Télédétection et géographie, Norois, Poitiers, tome 39, n° 155, pp. 251- 254.

BARIOU ( R ), HUBERT ( L ), LE HENAF ( F ) - 1988 - Image Landsat 5 TM de la région du Mont-Saint-Michel, Photo-Interprétation, n°1, pp. 25-32.

BAUELLE ( G ) - 1994 - Le système spatial de la mine, l'exemple du bassin houiller du Nord- Pas -de - Calais, thèse, Université de Paris I- Panthéon-Sorbonne, tomes 1 et 2, 1228 p.

BAUELLE ( G ), PINCHEMEL ( P ) - 1986 - De l'analyse systémique de l'espace au système spatial en géographie, in AURIAC ( F ), BRUNET ( R ) dir., Espaces, jeux et enjeux, Fayard-Fondation Diderot, pp. 85-94.

BEAUCHESNE ( P ), GERLIER - 1966 - Protection de la côte des Bas Champs, campagne d'observations complémentaires, Rapport du Laboratoire Central d'Hydraulique de France, 20p.

BEAUCOUR ( F ) - 1969-70 - La défense des Côtes Picardes de l'An III ( 1795 ) à l'An XII ( 1803 ), Bulletin des Antiquaires de Picardie, tome 53, pp. 365-395.

BELLESSERT ( B ) - 1990 - Expertise du littoral des Bas Champs, Rapport SOGREAH, 49p.

BERTHOZ ( E ), BROSSARD ( T ) - 1992 - Les paysages du Svalbard vus du sol et vus de satellite: croisement des sources et enrichissement mutuels, Photo-Interprétation n° 1991/ 92-3 et 4, pp. 113-122.

BERTRAND ( G ) - 1972 - Les structures naturelles de l'espace géographique, l'exemple des Montagnes Cantabriques centrales, Revue Géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest, tome 43, Fasc. 2, pp. 175-206.

BERTRAND ( G ), BERTRAND ( C ) - 1975 - Pour une histoire écologique de la France rurale, introduction, in DUBY ( G ), WALLON ( A ), Histoire de la France rurale, tome 1, La formation des campagnes françaises des origines à 1340, Paris, Le Seuil, pp. 35-116.

BERTRAND ( G ) - 1982 - Construire la géographie physique, Hérodote, n° 26, pp. 90-116.

BERTRAND ( G ) - 1991 - La nature en géographie: un paradigme d'interface, GEODOC n°34, pp. 2-16.

BERTRAND ( C ) et ( G ) - 1992 - La géographie et les sciences de la nature, Encyclopédie de la Géographie, Economica, pp 109-127.

BERTRAND ( C ) et ( G ) - 1992 - Territorialiser l'environnement, un objectif pour la géographie, GEODOC n° 37, pp. 2-17.

BEUN ( N ) - 1977 - La nappe aquifère superficielle des Bas Champs de Cayeux, Bull. Assoc. Géogr. Franç. n° 443, pp. 154-158.

BIAYS ( P ) - 1974 - Observations préliminaires sur le climat du Touquet , Cahiers de Géographie physique n°2, Travaux du Laboratoire de Climatologie et d'Hydrologie, Institut de géographie, Lille, p 65-81.

BLERARD ( C ), VERGNE ( V ) - 1985 - Les dunes du littoral, 1947-1981, Hommes et Terres du Nord, n°4, pp. 257-268.

BONDUE ( J.P.) -1974 - Le rôle climatique de la Manche orientale et du Pas-de-Calais, Cahiers de Géographie physique n°2, Travaux du Laboratoire de Climatologie et d'Hydrologie, Institut de Géographie, U.S.T.L., pp 39-63

BOUCHEND'HOMME ( C ) - 1987 - Patrimoine immobilier et obsolescence touristique, le cas de Cayeux-sur-Mer, Homme et Terre du Nord n°4, pp. 251- 255

BONN ( F ), ROCHON ( G ) - 1993 - Précis de télédétection, principes et méthodes, Sainte Foy, Presses de l'Université du Québec / AUPELF, vol.1, 485 p.

BOURCIER ( A ) - 1994 - Télédétection et combinaison d'informations géographiques en mode image, Application à l'aménagement de l'estuaire de la Seine, thèse, 421 p.

BOURNERIAS ( M ) et *al* - 1992 - Guide naturaliste des côtes de France, La Manche de Dunkerque au Havre, Paris, Delachaux et Niestlé, 247p.

BRESSOLIER ( C ), REGRAIN ( R ) - 1985 - Bibliographie analytique des côtes de France, Picardie (de l'estuaire de la Canche à Onival), Mémoires du Laboratoire de Géomorphologie de l'Ecole Pratique des Hautes Etudes, n° 40, 159 p.

BRIQUET ( A ) - 1930 - Le littoral du Nord de la France et son évolution morphologique. Thèse, Orléans. 439 p.

BRIQUET ( A ), CHAPUT ( E ) - 1931 - Livret de l'excursion B2, vallée de la Seine, vallée de la Somme, littoral du Nord, Congrès international de géographie, Paris, Colin.

BRIQUET ( A ) - 1933 - L'ancienne falaise pléistocène d'Ault à Onival, Ann. Soc. Géol. du Nord, tome LVIII, pp. 227-231.

BRIQUET ( A ) - 1938 - Les modifications du littoral picard au sud de la Somme, Ann. Soc. Géol. du Nord, tome LXIII, pp.90-102.

BROQUET ( P ), BEUN ( N ) - 1981 - La sédimentation holocène dans les Bas Champs de Cayeux ( Somme ). Evolution des lignes de rivage et du réseau hydrographique, Annales de la Société de Géologie du Nord, C, p. 31-41.

Catalogue sédimentaire des côtes françaises - 1986 - Côtes de la mer du Nord et de la Manche, Collection de la Direction des Etudes et Recherches d'E.D.F., 406p.

CHAM'S - 1994 - Enseigner les risques naturels. Pour une géographie physique revisitée, Paris / Montpellier, Anthropos / GIP Reclus, 228p.

CHAUCHOY ( P ) et *al* - 1971 - Faut-il aménager la Baie de Somme ?, Picardie Information, n°3, pp. 13-29.

CLIQUE (P.M) - 1986 - Catalogue sédimentologique des côtes françaises - A-Côtes françaises de la Mer du Nord et de la Manche de la frontière belge à la baie de Somme.

COLBEAUX ( J.P.) et *al* - 1980 - Le détroit du Pas-de-Calais : un élément dans la tectonique de blocs de l'Europe nord-occidentale, Bull. Inf. Géol. Bass Paris, vol. 17, n°4, pp.41-54.

CORLAY ( J.P. ) - 1982 - L'homme et le milieu littoral, Historiens et Géographes n° 291, pp. 141-158.

CORLAY ( J.P. ) - 1995 - Géographie sociale, géographie du littoral, Norois, t. 42, n° 165, pp. 247-265.

COSTA ( S ) - 1995 - Vulnérabilité des villes côtières de Haute-Normandie et de Picardie face à l'élévation du niveau marin, Hommes et Terres du Nord, 1-2, pp. 48-57.

COUZY (A) - 1981 - La télédétection , Paris, P.U.F., Que sais-je? , 127 p.

CUQ ( F ) - 1983 - Télédétection du littoral saintongeais, Collection de l'Ecole Normale Supérieure de Jeunes Filles, n° 23, pp. 78-91.

DALLERY ( F ) - 1955 - Les rivages de la Somme, Mém. Soc. ém. hist. et litt. d'Abbeville, Picard, Paris, 307p.

DEMANGEON ( A ) - 1905 - (4ème édition 1973) - La Picardie et les régions voisines. Thèse. 496 p.

DEMANGEON ( A ) - 1905 - Les sources de la géographie de la France aux Archives Nationales, Paris, Société nouvelle de librairie et d'édition, 120 p.

DEMARCO ( Y ), REGRAIN ( R ), RUDELLE ( J ) - 1979 - Deux méthodes d'analyse des données de télédétection, applications à la géomorphologie et à l'aménagement du littoral picard, Mémoires du Laboratoire de Géomorphologie de l'Ecole Pratique des Hautes Etudes n° 32, 105 p.

DEMILLY ( F ) - 1990 - Dégâts des tempêtes, interventions en faveur des populations et collectivités sinistrées par la mer, Rapport du Président du Conseil Général de la Somme, 3 p.

DEMOUY ( J.C ) - 1990 - Rapport du Directeur départemental sur les dégâts de la tempête ( semaine du 26 / 02 / 1990 ), D.D.E. de la Somme, 5p.

DENISE ( J.P ), MIGNIOT ( C ) - 1974 - Bas Champs de la Somme, protection contre la mer, étude en cuve à houles, Rapport du Laboratoire Central d'Hydraulique de France, 19p.

DE ROSNAY ( J ) - 1975 - Le microscope, vers une vision globale, Paris, Editions du Seuil, 346 p.

DESIRE ( E-P ), dir. - 1989 - Atlas de Picardie, Amiens, Association d'Etudes et de Cartographie Régionales de Picardie, 96p.

DESPEYROUX ( Y ) - 1985 - Etude hydrosédimentaire de l'estuaire de la Canche, Université de Lille I, thèse,

DESTOMBES ( J.P ) - SOMME ( J ) (Dir.) - 1974 - Carte géologique de la France au 1/50.000 Feuille de Montreuil. B.R.G.M.

DEWAILLY ( M.M ) - 1974 - L'automne sur le littoral de la Manche de Brest à Boulogne, Cahiers de Géographie physique n°2, Travaux du Laboratoire de Climatologie et d'Hydrologie, Institut de Géographie, pp 1-19

DEWAILLY ( J.M. ) - 1985 - Tourisme et loisirs dans le Nord Pas-De-Calais, Université de Lille I, thèse, 2 vol., 1161 p.

DEWAILLY ( J. M ) - 1988 - Origine et débuts de Merlimont-Plage, Les Pays-Bas Français, 13e Annales, Stichting Ons Erfdeel vzw, pp.196-212.

DIDIER ( F ) - 1958 - Rectification du chenal de la Canche au voisinage du port d'Etaples, Travaux, pp.3-7;

DI MEO ( G ) - 1991 - L'homme, la société, l'espace, Paris, Anthropos, 319 p.

DIZIER ( J-L ) , LEO ( O ) - 1986 - Télédétection , techniques et applications cartographiques, Paris, Editions FORHOM, 275 p.

DOUMENGE ( F ) et *al.* - 1996 - 7000 kilomètres de littoraux à gérer, in NEBOIT, GUILHOT ( R ) et DAVY ( L ), Les français dans leur environnement, Paris, Nathan, pp. 95-144.

DUBOIS ( G ) - 1922 - Remarque sur la coupe de la falaise du Crotoy, Ann. Soc. géol. du Nord, XL, VII, pp. 114-117.

DUBOIS ( G ) - 1924 - Recherches sur les terrains quaternaires du Nord de la France, Mém. Soc. géol. Nord, VIII, 1, 357 p.

DUBY ( G ), WALLON ( A ) (dir) - 1976 - Histoire de la France rurale , Paris, Editions du Seuil , Tome 1, 624p.

DUVAL ( J ) - 1986 - Aménagement et gestion des dunes du nord de la France, Ministère de l'environnement, Délégation à la qualité de la vie, 60 p.

FAUGERES ( L ), GODARD ( A ) - 1986 - Les géographes devant l'environnement physique, Annales de Géographie n° 528, pp. 168-191.

FERRAS ( R ) - 1993 - Les modèles graphiques en Géographie, Paris, Economica / Reclus, 110 p.

FLAMENT ( E ) - 1973 - Réflexions sur le dynamisme touristique du littoral picard à propos d'une enquête, Bulletin de la Société Languedocienne de Géographie, tome 7, fascicule 3-4, pp. 333-341.

FLAMENT ( E ) - 1992 - Le littoral au péril du tourisme? in Les littoraux en France: risques et aménagement, CRDP de Picardie, pp. 93-96.

FLAMENT ( J ) - 1992 - Le domaine du Marquenterre in Les littoraux en France: risques et aménagement, CRDP de Picardie, pp. 79-91.

FOIN ( P ) - 1988 - Cours de télédétection , Ecole Nationale des Sciences Géographiques, Paris, I.G.N., fascicule 1, 53p.

FOSSIER ( R ) - 1992 - Hommes et villages d'Occident au Moyen Age, Paris, Pub. de la Sorbonne, 525 p.

FOURNIER ( J ) - 1994 - La géoécologie: une approche du système littoral et des interactions société-milieu naturel, Cahiers nantais, n° 41-42, pp. 261-267.

FRALIT (Equipe) - 1977 - Télédétection du littoral océanique de la France, Collection de l'Ecole Normale Supérieure de Jeunes Filles n° 11, 306p.

FRECAUT ( R ) - 1967 - Eléments d'hydrologie continentale, Paris, Centre de Documentation Universitaire, 231p.

FREMONT ( A ) - 1984 - La télédétection spatiale et la géographie en France aujourd'hui, L'Espace Géographique n° 3, pp. 285-287.

GAY ( J-C ) - 1995 - Les discontinuités spatiales, Paris, Economica, 112p.

GACHELIN ( C ) - 1992 - Pour un plan stratégique intégré du littoral français, Datar, 144p.



GAGNIER ( F ) *et al.* - 1988 - Exploitation comparée des images satellite (Landsat et Spot) et des photographies aériennes pour mesurer la distribution des différents types de milieux camarguais, Bull. de la Société Languedocienne de Géographie, Tome 22, fascicule 1-2, pp. 33-48.

GIRARD (M.C.), GIRARD (C.M.) - 1989 - Télédétection appliquée, zones tempérées et intertropicales, Paris, Masson, 260 p.

GOELDNER ( L ) - 1993 - Nouvelle perception de l'espace dans les marais littoraux: le marais Vernier, Mappemonde, n° 1, pp. 15-20.

GRENIER ( A ), DUBOIS ( J.M.M ) - 1990 - Evolution littorale récente par télédétection: synthèse méthodologique, Photo-interprétation n° 6, pp. 3-16.

Groupe de travail sur la tenue de la côte entre Le Havre et la Baie de la Somme - 1974 - Rapport, Conseil général des Ponts et Chaussées, 27 p.

GUILCHER ( A ) - 1965 - Précis d'hydrologie marine et continentale, Paris, Masson, 389p.

GUILCHER ( A ) - 1990 - Vers une philosophie des rivages, Cahiers Nantais n° 35-36, pp. 3-14

GUYOT ( G ) - 1989 - Signatures spectrales des surfaces naturelles, Caen, Paradigme, 178p.

GUYOT ( G ) - 1995 - La réflectance des couverts végétaux, Photo-Interprétation n° 3, pp. 157-180.

HASCOET ( M ) - 1988 - Etude par télédétection de l'évolution du littoral picard entre Ault et la Baie de Somme, Mémoire d'ingénieur CNAM, Paris, 206 p. + annexes.

HERAUD ( G ) - 1880 - Rapport sur la reconnaissance de la Baie de Somme et de ses abords en 1878, Recherches hydrographiques, régime côtes, 1880, 10ème cahier, 77p. et 13 pl.

KAYSER ( B ) et *al* - 1990 - Géographie entre espace et développement , Toulouse, P. U. du Mirail , 284 p.

KERGOMARD ( C ) - 1995 - Télédétection: principes et méthodes, cours de Licence de Géographie, Université de Lille I, 53 p.

LAFFLY (D) - 1994 - Evolutions et potentiels de l'espace comtois, recherche de méthodes par la télédétection, Université de Franche-Comté, thèse, 371p.

LAFOND (L.R) - 1991 - Le port du Touquet. Etude des conditions hydrologiques et sédimentologiques naturelles. Rapport du laboratoire de Dinard. EPHE. 80p.

LAFOND ( L.R ), BELLESSORT ( B ) - 1991 - Littoral des Bas Champs, mission d'expertise sur la faisabilité d'un recul contrôlé du littoral, Rapport SOGREAH, 57p.

LECONTE ( G ), VIGUIER ( J ) - 1994 - Impact des ouvrages littoraux: le cas des Bas Champs, Conférence internationale "Erosion côtière", Observatoire de l'Environnement Littoral et Marin, Boulogne-sur-Mer.

LE BERRE ( M ) - 1992 - Territoires, Encyclopédie de la Géographie, Economica, Paris, pp 617-637

LEFEVRE ( P ) - 1977 - Caractères agronomiques de la plaine maritime picarde, Bulletin de l'Association des Géographes Français n°443, pp. 149-154.

LEFEVRE ( P ), REGRAIN ( R ) - 1977 - Relations entre le niveau marin, les dépôts sédimentaires et la construction des digues dans la plaine maritime picarde, Ass. Fra. pour l'Etude du Quaternaire, tome 17, n° 53, pp. 101-107.

LEFEVRE ( P ) et *al*. - 1980 - Alternances de sédimentation marine et continentale durant l'Holocène en plaine maritime Picarde, Bulletin de l'Association Française pour l'Etude du Quaternaire, 1-2, p. 25-33.

LEFEVRE ( P ) et *al.* - 1981 - Le Marquenterre, utilisation du terrain et types de végétation, C.R.D.P., Amiens, 95 p.

LEFEBVRE ( H ) - 1974 - La production de l'espace, Paris, Anthropos, 485 p.

LE FOURNIER ( J ) - 1974 - La sédimentation holocène en bordure du littoral Picard et sa signification dynamique, Bulletin du Centre de Recherche Pau - SNPA, 8-1, p. 327-349, 7 fig.

LEVOY ( F ) - 1986 - Phénomènes météorologiques exceptionnels et risques naturels en milieux littoraux sableux, Colloque Climats et risques naturels, Ass. Franç. de Géog. Phys., 5 p.

MAINGUET ( M ) - 1991 - La télédétection et le suivi écologique: outils d'une nouvelle géographie, Travaux de l'Institut de Géographie de Reims, n° 79-80, pp. 83-102.

MARCHAND ( J.P. ) - 1980 - Les contraintes physiques et la Géographie contemporaine, L'espace Géographique, n°3, pp. 231-240

MARCHAND ( J.P.) - 1986 - Contraintes physiques et Géographie régionale, L'espace Géographique, n°4, pp. 278-282

MEUR ( C ) - 1993 - Géomorphologie, protection et gestion des dunes de Bretagne septentrionale, éléments de comparaison avec d'autres régions de la Manche occidentale: Cotentin, Devon et Cornwall ( R-U ), Université de Bretagne occidentale, thèse, 353 p.

MIGNIOT ( C ) et *al.* - 1973 - Protection de la côte des Bas Champs, propositions d'études complémentaires, Laboratoire Central d'Hydraulique de France, D.D.E. de la Somme, 18p.

MIGNIOT ( C ) - 1974 - Protection de la côte des Bas Champs, exposé sommaire des travaux réalisés par le Laboratoire Central d'Hydraulique de France, D.D.E. de la Somme, 9p.

MIGNIOT ( C ) - 1994 - L'évolution du littoral français, Conférence internationale "Erosion côtière", Observatoire de l'Environnement Littoral et Marin, Boulogne-sur-Mer.

MIOSSEC ( A ), BOUSQUET ( B ) - 1990 - La représentation du littoral confrontée aux pratiques de sa défense, Cahiers Nantais n° 35-36, pp. 167-194.

MIOSSEC ( A ) - 1992 - Incidences des formes d'occupation de l'espace, notamment touristique, sur le milieu naturel littoral in Les littoraux en France: risques et aménagement, CRDP de Picardie, pp. 11-28.

MIOSSEC ( A ) - La gestion de la nature littorale en France atlantique, étude comparative (Etats-Unis, Royaume-Uni, Espagne et Pays-Bas), tome 1, Université de Bretagne Occidentale, Brest, thèse, 469 p.

MIOSSEC ( A ) - 1994 - La défense des côtes en France, d'abord un problème de société, Cahiers nantais, n° 41-42, pp. 341-348.

MIOSSEC ( A ) - 1998 - Les littoraux entre nature et aménagement, Paris, Sedes, 192p.

MONTAIGNE ( M ) - 1973 - La plaine maritime picarde et sa bordure dans la région de la Canche, Cah. de Géogr. Phys., Lille, n°1, pp. 65-74.

MOREL ( V ) - 1995 - Impact des actions anthropiques sur les cordons de galets, Hommes et Terres du Nord, 1-2, pp. 58-64.

Organisme d'Etudes et d'Aménagement de la Picardie - 1977 - Le schéma du secteur sud de la côte picarde, Economie 80, n° 59, pp. 17-23.

PAGNEY ( P ) - 1994 - Les catastrophes climatiques, PUF, Que sais-je?, 128 p.

PASKOFF ( R ) - 1985 - Les littoraux, impact des aménagements sur leur évolution, Paris, Masson, 188p.

PASKOFF ( R ) - 1993 - Côtes en danger, Paris, Masson, 250p.

PASKOFF ( R ) - 1994 - Connaissances actuelles sur les mécanismes sédimentaires littoraux, Conférence internationale " Erosion côtière", Observatoire de l'Environnement Littoral et Marin, Boulogne-sur-Mer.

PAUL ( F ) - 1991 - Les tempêtes des mois de janvier et février 1990 dans le Nord de la France. Hommes et Terres du Nord N°4. p 208-212.

PERON ( F ) - 1994 - Fonctions sociales et dimensions subjectives du littoral, Etudes rurales, n° 133-134, pp. 31-43.

PETIT ( R ) - 1962 - Observations nouvelles sur les bancs anciens de galets du Marquenterre, Annales Soc. géologique du Nord, tome LXXXII, pp. 135-148.

PETIT-BERGHEM ( Y ) - 1996 - Etude de la dynamique des milieux forestiers du littoral du Nord de la France, thèse, Université des Sciences et Technologies de Lille, volume 1, 248p. et volume 2, tableaux, figures, photographies et annexes, 225 p.

PICOUET ( P ) - 1993 - L'estuaire de la Canche: un modèle Picard rajeuni, Norois n° 159, t. 40, pp. 443-455

PICOUET ( P ) , KERGOMARD ( C ) - 1994 - Les paysages de l'estuaire de la Canche et de ses environs: une approche dynamique à échelles emboîtées à partir des données Landsat et Spot, Photo Interprétation n° 3-4, vol.32, pp. 101-103

PICOUET ( P ) - 1996 - Apport de la télédétection à l'étude d'un milieu littoral fragile: les Bas Champs de Picardie in Sociétés humaines et milieux humides en Picardie, Ed. du C.T.H.S., 216 p., pp. 31-46.

PINCHEMEL ( P ) - 1954 - La plaine de craie du Nord-Ouest du Bassin Parisien et du Sud-Est du Bassin de Londres, Paris, A. Colin, 502 p.

PINCHEMEL ( P ) - 1987 - Lire les paysages, La Documentation Photographique n° 6088, Paris, La Documentation Française.

PINCHEMEL ( P ) - 1988 - La face de la terre, Paris, Colin, 519 p.

PIRAZZOLI ( P.A ) - 1993 - Les littoraux, Paris, Nathan, 191 p.

PROVINCIAL ( C ) - 1997 - Le littoral de Berck-Plage: dynamiques naturelles et anthropiques depuis 1869, Lille, U.S.T.L., 179 p.

REGNAULD ( H ) et al. - 1993 - Rythmes, seuils et discontinuités temporels en milieu littoral. L'exemple de Belle-Ile, golfe de Gascogne, Norois, Poitiers, t. 40, n° 159, pp. 351-370.

REGRAIN ( R ) - 1971 - L'altitude des marais maritimes, étude statistique (Le cas de Brouage), Revue de Géographie physique et de Géologie dynamique, vol. XIII, Fasc. 2, pp. 123-142.

REGRAIN ( R ) - 1971 - Les chenaux des marais de St-Nazaire-sur-Charente, vus à l'infra-rouge, Annales de la Société des Sciences Naturelles de la Charente-Maritime, vol. V, fascicule 3, pp. 124-133.

REGRAIN ( R ) - 1971 - La photographie aérienne infra-rouge et l'étude des marais littoraux charentais, Norois, n°70, pp. 237-254.

REGRAIN ( R ) - 1972 - Etude géographique. Essai de géomorphologie statique, cinématique et dynamique du littoral picard, in Rapport écologique SDAU Abbeville, 76 p., 19 photos, 1 pl. hors texte en couleurs.

REGRAIN ( R ) - 1977 - L'aménagement des marais charentais pendant le dernier millénaire, Cahiers Nantais, n° 13, pp. 27-41.

REGRAIN ( R ) - 1977 - Photo-Interprétation en Picardie, Introduction aux numéros 1 et 2, pp. 1-2.

REGRAIN ( R ) - 1978 - Télédétection du littoral charentais, Annales de la Société des Sciences Naturelles de la Charente-Maritime, vol. VI, Fasc. 5, pp. 355-367.

REGRAIN ( R ) - 1978 - Un nouveau regard sur la Terre: la télédétection, Historiens et Géographes, n° 269, pp.675-706.

REGRAIN ( R ) - 1978 - Quarante ans de géographie physique des marais charentais in Etudes géographiques offertes à L. Papy, pp. 353-360.

REGRAIN ( R ) - 1980 - Géographie physique et télédétection des marais charentais, thèse, Université de Bretagne occidentale, Brest, 512p.

REGRAIN ( R ) - 1980 - La télédétection en océanographie et environnement littoral, in Recherches Géographiques en France, Comité National Français de Géographie/ C.N.R.S., Tokyo, pp. 127-133.

REGRAIN ( R ) - 1980 - Les milieux naturels in Picardie, in ESTIENNE ( J ) dir., Editions C. Bonneton, 367p.

REGRAIN ( R ) - 1981 - Un essai géographique sur la genèse des marais littoraux de Picardie, Hommes et Terres du Nord n°2, pp. 34-42.

REGRAIN ( R ) - 1985 - Géographie statique de la plaine maritime picarde in La plaine maritime picarde, C.R.D.P. , Amiens, pp. 8-14.

REGRAIN ( R ) - 1988 - Analyses géographiques d'images satellitaires du Nord et de la Picardie ( France ): méthodes, résultats et problèmes, Hommes et Terres du Nord n°4, pp. 238 - 245.

ROBIN ( M ) - 1992 - Télédétection des inondations: l'exemple du marais de Monts (Vendée- Ouest- France), Norois, t. 39, n° 155, pp. 317-335.

ROBIN ( M ) - 1995 - La télédétection, des satellites aux systèmes d'information géographique, Paris, Nathan, collection Fac / Géo, 318 p.

ROLAND ( M ) - 1980 - Cartographie automatique et télédétection du Marquenterre et de ses marges, Norois, n° 108, pp. 525-540.

ROUGERIE ( G ) - 1985 - Le dessus, ou le dedans?, Revue Géographique de l'Est, n°4, pp.355-363.

ROUSSEAU ( G ) - 1975 - Le schéma directeur d'aménagement et d'urbanisme de la côte picarde, Economie 80, n° 48, pp. 13-23.

S.H.O.M. - Annuaire des marées 1983-1989-1990-1992 Tome 1. Ports de France.

S.H.O.M.- 1968 - Courants de marée dans la Manche et sur les côtes françaises de l'Atlantique, n° 550, 287p.

S.H.O.M. - 1976 - Fascicule n°1 des corrections apportées à l'ouvrage n°550, Courants de marée dans la Manche et sur les côtes françaises de l'Atlantique, 25p.

S.M.A.C.O.P.I. - 1986 - Aménagement de la côte picarde, premier bilan 1982-1985, Syndicat mixte pour l'aménagement de la côte picarde, 132 p.

SOGREAH - 1994 - Etudes complémentaires du littoral des Bas-Champs, Association syndicale autorisée des Bas Champs / Service Maritime, DDE de la Somme, Fasc. 1, 29p.

SOGREAH - 1995 - Littoral des Bas Champs, Etudes complémentaires, Association syndicale autorisée des Bas Champs / Service Maritime, DDE de la Somme, Fasc. 5.

SOGREAH - 1995 - Etude sédimentologique de la Baie de Somme, synthèse des données naturelles, Service maritime, DDE de la Somme.

SOMME ( J ) - 1975 - Les plaines du nord et leurs bordures, Université de Paris I, vol. 1,2 thèse, 810 p.

TERS ( M ) - 1977 - La vallée de la Somme, entre Amiens et Saint-Valéry, Bull. Assoc. Géogr. Franç., n° 443, pp. 143-148.

TERS ( M ) et al. - 1980 - Sur l'évolution géodynamique du Marquenterre ( Basse - Somme ) à l'Holocène et durant le Weichselien ancien: la série des dépôts marins et continentaux aux environs de Rue, Bulletin de l'Association française pour l'Etude du Quaternaire, 1-2, p. 11-23.



TRICART (J) - 1951 - L'évolution morphologique du littoral des Bas Champs picards. Revue de Géomorphologie Dynamique, volume 2, fascicule 2 p.49-65.

VAUCOURT ( C ) - 1995 - Le réaménagement des marais maritimes endigués le long des côtes à marée ( France), thèse, Université de Bretagne Occidentale, 262p.

VEYRET ( Y ) - 1994 - Géographie, environnement, écologie, Bull. Assoc. Géogr. Franç. n° 4, pp. 426-435.

VERGER ( F ) - 1968 - Marais et wadden du littoral français, Bordeaux, Biscaye Imp., 544p., 2 pl. h.t.

VERGER ( F ) - 1984 - La télédétection spatiale, outil géographique, L'Espace Géographique, n° 3, pp. 169-172.

VERGER ( F ) - 1989 - L'intérêt d'observer la Terre depuis l'espace, La Vie des Sciences, Comptes rendus, série générale, tome 6, n° 2, pp. 93-112.

VERGER ( F ) - 1991 - Les deltas et leurs aménagements, Ann. Géo., n° 561-562, pp. 730-769.

VERGER ( F ) - 1993 - Conceptions successives de l'aménagement des vasières littorales par les sociétés riveraines, Mappemonde, n° 1, pp. 21-26

VERNE ( J ) - 1868 - Géographie illustrée de la France , Edition J. Hetzel , réédition 1976, Berger - Levraud,

WAGRET ( P ) - 1959 - Les polders, Coll."La nature et l'homme", Dunod, Paris, 316p.

YELLES ( N ) - 1993 - Tourisme de nature et aménagement littoral: le modèle picard, Mappemonde n°1, pp. 27 - 31.

## Table des figures

Fig.1: Croquis de localisation.....	15
Fig.2: La Canche: coefficients mensuels de débit en 1989 et en 1962-1992.....	60
Fig.3: L'Authie: coefficients mensuels de débit en 1989 et en 1963-1992.....	60
Fig.4: La Somme: coefficients mensuels de débit en 1989 et en 1963-1992.....	60
Fig.5: La Canche: coefficients mensuels de débit en 1990 et en 1962-1992.....	60
Fig.6: L'Authie: coefficients mensuels de débit en 1990 et en 1963-1992.....	60
Fig.7: La Somme: coefficients mensuels de débit en 1990 et en 1963-1992.....	60
Fig.8: La Canche: coefficients mensuels de débit en 1992 et en 1962-1992.....	60
Fig.9: L'Authie: coefficients mensuels de débit en 1992 et en 1963-1992.....	60
Fig.10: La Somme: coefficients mensuels de débit en 1992 et en 1963-1992.....	60
Fig.11: Les corrections géométriques des images à partir de la scène Spot de niveau 2A, datée du 13 / 10 / 1992. Exemple de l'imagette de l'estuaire de l'Authie.....	70
Fig.12 : Couvertures des extraits d'images Landsat TM et Spot .Types de composition colorée (c.c.) ou d'image monocanal en noir et blanc utilisés ( im.nb). ....	74
Fig.13: Les missions aériennes.....	75

Fig.14: Les parcours de terrain.(seuls sont indiqués lesparcours pédestres avec travail spécifique).....	77
Fig.15: La composition colorée des canaux 3, 2, 1 du TM de Landsat ( 5 / 10 / 1989) et la détection de la plaine maritime.....	86
Fig.16: La composition colorée des canaux 4,5,1 du TM de Landsat ( 5 / 10 / 1989 ) et les grandes structures spatiales de la plaine maritime.....	90
Fig.17: La composition colorée en couleurs pseudo-naturelles ( Spot,13 / 10 / 1992) et le Marquenterre.....	96
Fig.18a: La composition colorée A.C.P. et les structures spatiales des terres basses du Marquenterre.....	98
Fig.18b: Croquis de localisation .....	97
Fig.19: Les terres sablonneuses à l'arrière des dunes, au sud de la Ferme du Chateau de la Motte ( photo P. Picouet, 3 avril 1995 ).....	101
Fig.20: Les polders du sud-est du Marquenterre, croquis d'interprétation.....	104
Fig.21: Les polders du sud-est du Marquenterre, composition colorée A.C.P. agrandie ( 13 / 10 / 1992 ).....	105
Fig.22: Croquis de la renclôture de Noyelles ( source: plan de la renclôture de Noyelles, 1774 ou 1775, Archives Nationales, N / III / Somme / 72 ).....	107b
Fig.23: Les renclôtures du fond de la Baie de Somme.Extrait d'un plan de la Baie levé en 1865, sous la direction de Fremiaux ( lithographie). Source: Bibliothèque Nationale, GE FF 10556. ....	108
Fig.24: Les renclôtures entre l'estuaire de l'Authie et Fort-Mahon. Carte topographique du "pais de Marquemterre, 1737.( source: Archives Nationales, N / III / Somme / 10 ). Cette carte est remarquable par la grande précision du tracé des digues entre Quend et l'estuaire de l'Authie. ....	111
Fig.24a: Le Marquenterre au sud de l'estuaire de l'Authie. Extrait de la composition colorée A.C.P. ....	111
Fig.24b: Croquis d'interprétation: La conquête des terres du XVIème au XIXème siècle, au sud de l'estuaire de l'Authie.....	111
Fig.25: Les renclôtures dans l'estuaire de la Maye, Voie de Rue. Extrait d'un plan levé en 1865, sous la direction de Fremiaux (lithographie). Source: Bibliothèque Nationale, GE FF 10556. ....	115

Fig.25a: L'estuaire de la Maye, Voie de Rue. Extrait de la composition colorée A.C.P. ....	115
Fig.25b: Croquis d'interprétation: Quelques-unes des digues du XVIIIème et du XIXème siècle.....	115
Fig.26: Le Marquenterre, composition colorée des canaux 3,2,1 de Spot ( 13 / 10 / 1992 ). ....	116
Fig.27: Le massif dunaire du Marquenterre, croquis d'interprétation de la composition colorée des canaux 3,2,1 de Spot ( 13 / 10 / 1992 ). ....	128
Fig.28: Le massif dunaire au sud de Fort-Mahon; au premier plan, à droite, le golf de Belle-Dune. ( photo aérienne, P.Picouet, 29 / 04 / 1994 ). ....	128
Fig.29: La vaste dépression en arc de cercle, couverte de bouleaux. A l'arrière plan, on distingue bien la dune de la bordure occidentale. ( photo P.Picouet, 3 / 04 / 1995 ) .....	128
Fig.30: La bordure dunaire couverte de pins Laricio.( photo P.Picouet, 3 / 04 / 1995 ) .....	128
Fig.31: Sur la Voie des Huttes, le contact entre les pins des dunes internes et les feuillus de la plaine interdunaire.( photo P.Picouet, 3 / 04 / 1995 ) .....	128
Fig.32: La Voie des Huttes dans la plaine interdunaire. Bouleaux et frênes les pieds dans l'eau. (Photo P.Picouet, 3 / 04 / 1995).....	128
Fig.33: L'ancien estuaire de Berck. Croquis de A. Briquet ( 1930, p.152).....	135
Fig.34: Quelques éléments du comblement de l'ancien estuaire de Berck . Composition colorée des canaux 4,5,1 du TM de Landsat.( 5 / 10 / 1989 ).....	135
Fig.35: La ville de Berck dans l'ancien estuaire. Composition colorée des canaux 3,2,1 du TM de Landsat. ( 5 / 10 / 1989 ).....	135
Fig.36: Eléments du réseau des rues berckoises. Image du canal XS3 de Spot. ( 13 / 10 / 1992 ) .....	135
Fig.37a: La racine des Bas Champs et les falaises de Haute Normandie. ( photo aérienne P.Picouet, 29 / 04 / 1994 ).....	148
Fig.37b: Croquis. La limite du platier dans l'axe de la falaise morte montre bien le recul des falaises vives à Ault et en Haute Normandie.....	148
Fig.38a: Les Bas Champs. Composition colorée des canaux 4,5,1 du TM de Landsat ( 5 / 10 / 1989 ). ....	155

Fig.38a1: Croquis de localisation ( les quatre parties du compartiment sédimentaire des Bas Champs) et d'interprétation ( quelques tracés des anciennes digues proches de la racine des Bas Champs et les oppositions dans l'utilisation des sols).....	154
Fig.38b: Extension des renclôtures dans le Hable d'Ault. ( Briquet, 1930) .....	155
Fig.39a: Le cordon de galets, des Galeries d'Aval au Hable d'Ault. ( photo aérienne P.Picouet, 29 / 04 / 1994 ).....	156
Fig.39b: Croquis. L'eau sur l'estran, au pied du cordon.....	156
Fig.40a: Extrémité nord du faisceau de cordons de galets. ( photo aérienne P.Picouet, 29 / 04 / 1994 ).....	158
Fig.40b: Croquis. Crochets terminaux des cordons et poches en eau intercalées.....	158
Fig.41a: Le rivage des Bas Champs près de la Pointe du Hourdel. ( photo aérienne P.Picouet, 29 / 04 / 1994 ).....	160
Fig.41b: Croquis. Etranglement du cordon au droit du secteur d'exploitation des galets. ....	160
Fig.42a: La Pointe du Hourdel. ( photo aérienne P.Picouet, 29 / 04 / 1994 ).....	161
Fig.42b: Croquis. La pointe du poulier longée par le chenal sud de la Somme. ....	161
Fig.43a: Le port du Hourdel. ( photo aérienne P.Picouet, 29 / 04 / 1994 ).....	162
Fig.43b: Croquis.....	162
Fig.44: Le compartiment sédimentaire du Cap d'Antifer à la Pointe du Hourdel. Croquis d'après Queffeulou ( 1992, p.6 ).....	164
Fig.45: La migration des points de rencontre des chenaux dans la Baie de Somme. ( source: Hascoët, 1988, p.192 ).....	167b
Fig.46: Evolution des fonds devant la Baie de Somme, de 1835 à 1979. ( source: Hascoët, 1988, p.188 ).....	167b
Fig.47a: La Baie de Somme, le 5 / 10 / 1989. Composition colorée des canaux 3,2,1 du TM de Landsat.....	171
Fig.47b: Croquis d'interprétation.....	170b
Fig.48a: La Baie de Somme, le 5 / 10 / 1989. Composition colorée des canaux 4,5,1 du TM de Landsat.....	174

Fig.48b: Croquis d'interprétation.....	173
Fig.49a: La Baie de Somme, le 17 / 03 / 1990. Composition colorée des canaux 3,2,1 de Spot.....	177
Fig.49b: Croquis d'interprétation: l'arrivée du flot dans l'estuaire.....	176
Fig.50a: La Baie de Somme, le 14 / 05 / 1992. Composition colorée des canaux 3,2,1 de Spot.....	180
Fig.50b: Croquis d'interprétation: la vidange de l'estuaire.....	179
Fig.51a: La Baie de Somme, le 22 / 01 / 1992. Composition colorée des canaux 3,2,1 de Spot.....	184
Fig.51b: Croquis d'interprétation: une marée de grande vive eau et l'humidité de la slikke et des langues de schorre.....	183
Fig.52: La Baie de Somme bien remplie, le 13 / 10 / 1992. Composition colorée des canaux 3,2,1 de Spot.....	186
Fig.53a: Superposition des cinq compositions colorées: les surfaces en eau dans la Baie de Somme lors des cinq états de marée.....	189
Fig.53b: Croquis d'interprétation: les hauteurs d'eau (C.M.: cote marine ) lors des cinq états de marée.....	188
Fig.54: Les courants de marée sur le littoral de la plaine maritime.( sources: mesures du S.H.O.M., SOGREAH, 1994 et Dewez, 1988, p.38 ).....	193
Fig.55a: Le schorre du fond de la Baie de Somme.( photo. aérienne, P.Picouet, 29 / 04 / 1994 ).....	197
Fig.55b: Croquis: éléments de morphologie du schorre. ....	197
Fig.56a: Le schorre du fond de la Baie de Somme.( photo. aérienne, P.Picouet, 29 / 04 / 1994 ).....	199
Fig.56b: Croquis: exemples de dépression dans le schorre.....	199
Fig.57a: Le schorre devant St-Valéry-sur-Somme.( photo. aérienne, P.Picouet, 29 / 04 / 1994 ).....	200
Fig.57b: Croquis: un îlot de schorre.....	200
Fig.58a: L'embouchure de la Maye.( photo. aérienne, P.Picouet, 29 / 04 / 1994 ).....	202
Fig.58b: Croquis: les "pointes aux herbes".....	202

Fig.59a: La Pointe de St-Quentin. ( photo.aérienne, P.Picouet, 29 / 04 / 1994 ).....	203
Fig.59b: Eléments de la morphologie du Banc de l'Ilette. ....	203
Fig.60a: La slikke près du Cap Hornu. ( photo. aérienne, C.E.T.E. Nord-Pas de Calais-Picardie, 1973 ).....	207
Fig.60b: Le réseau des chenaux dans la slikke.....	207
Fig.61a: La slikke près du Cap Hornu. ( photo. aérienne, P.Picouet, 29 / 04 / 1994 ).....	209
Fig.61b: Croquis: progression de la slikke à l'arrière de la digue latérale en rive gauche du chenal de la Somme. ....	209
Fig.62: La digue du Parc ornithologique du Marquenterre, essai d'une protection par des poches grillagées remplies de galets.(photo., P.Picouet, 2 / 05 / 1995 ).....	211
Fig.63: La digue du Parc, destruction partielle du barrage de rondins.(photo., P.Picouet, 2 / 05 / 1995).....	211
Fig.64: La Baie de Somme,croquis morphologique réalisé à partir des informations extraites des images satellitales.....	213
Fig.65: La Baie de Somme,croquis morphologique de Verger ( 1968 ). ....	214
Fig.66a: L'Anse Bidard.( photo. aérienne, P.Picouet, 29 / 04 / 1994 ).....	218
Fig.66b.Croquis: les bancs alluviaux dans l'Anse Bidard.....	218
Fig.67a. La côte du Marquenterre. (photo.aérienne, P.Picouet, 29 / 04 / 1994) .....	220
Fig.67b. Croquis: le vaste estran à marée basse et les bouchots à moules. ....	220
Fig.68: Quend-Plage. (photo., C.E.T.E Nord-Pas de Calais- Picardie, 1973) .....	222
Fig.69: L'expansion de Quend-Plage dans les dunes, au sud de la station. (photo. aérienne, P.Picouet, 5 / 05 / 1995) .....	222
Fig.70a: Les dunes au sud de Quend-Plage. (photo., P.Picouet, 5 / 05 / 1995).....	223
Fig.70b: Croquis: le recul des dunes bordières et la faiblesse de leurs protections. ....	223
Fig.71a: Les dunes au sud de Quend-Plage. (photo.,P.Picouet, 5 / 05 / 1995) .....	224
Fig.71b: Croquis: l'altération des dunes devant le centre nautique. ....	224
Fig.72a: Le plan incliné pour l'accès des bateaux. (photo, P.Picouet, 5 / 05 / 1995).....	226

Fig.72b: La protection du flanc sud. ....	226
Fig.72c: Le plan incliné et la protection de son flanc nord. (photo. P. Picouet, 5/05/1995).....	227
Fig.72d: Des matériaux hétéroclites pour la protection. ....	227
Fig.73a: L'estuaire de l'Authie, le 5 / 10 / 1989 et trois compositions colorées différentes.....	235
Fig.73b: Croquis d'interprétation des trois images. ....	235
Fig.74a: L'estuaire de l'Authie lors de quatre états de marée différents (composition colorée des canaux 3,2,1 de Spot).....	239
Fig.74b: Croquis d'interprétation des quatre images:.....	238
Fig.75a: Les surfaces en eau dans l'estuaire de l'Authie lors des cinq états de marée.(superposition des cinq compositions colorées ).....	242
Fig.75b: croquis d'interprétation: les hauteurs d'eau dans l'estuaire lors des cinq états de marée.....	241
Fig.76a: Le musoir de l'estuaire de l'Authie.(photo aérienne, P.Picouet, 29 / 04 / 1994).....	245
Fig.76b: Croquis: l'alternance des secteurs d'érosion et d'accumulation.....	245
Fig.77a: Le musoir de l'estuaire de l'Authie, près de la Pointe du Haut-Banc.(photo. aérienne, P.Picouet, 29 / 04 / 1994).....	246
Fig.77b: Croquis: les ouvrages de protection du musoir.....	246
Fig.78a: Le musoir de l'estuaire de l'Authie. Les dunes de "La Garenne" et les enrochements protecteurs.(photo P.Picouet, 5 / 10 / 1993).....	247
Fig.78b: Croquis.....	247
Fig.79a: L'estran au pied des dunes de "La Garenne".(photo P.Picouet, 5 / 10 / 1993).....	248
Fig.79b: Croquis: les enrochements et le démaigrissement de l'estran.....	248
Fig.80a: Le musoir de l'estuaire de l'Authie, près de la Pointe de la Rochelle. (photo. aérienne, P.Picouet, 29 / 04 / 1994 ).....	249
Fig.80b: Croquis : l'engraissement du flanc ouest de la Pointe de la Rochelle.....	249



Fig.81a: La Pointe de la Rochelle et son flanc interne. (photo P.Picouet, 5 / 10 / 1993) .....	250
Fig.81b: Croquis: les dépôts sablo-vaseux entre le schorre et les dunes, sur le flanc interne de la Pointe de la Rochelle.....	250
Fig.82a: La Pointe de Routhiauville. (photo. aérienne, P.Picouet, 29 / 04 / 1994) .....	253
Fig.82b: Croquis: la progradation du flanc externe de la Pointe de Routhiauville. ....	253
Fig.83a: L'estuaire de l'Authie des mollières de Groffliers à la Pointe de Routhiauville. ( photo. aérienne, C.E.T.E Nord-Pas de Calais-Picardie, 1973 ).....	254
Fig.83b: Croquis: les schorres de rive nord et de rive sud.....	254
Fig.84a: La Pointe de Routhiauville, son flanc interne et le schorre de rive sud. (photo. aérienne, P.Picouet, 29 / 04 / 1994).....	255
Fig.84b: Croquis: allongement de la pointe et progression du schorre.....	255
Fig.85a: La Pointe du Haut-Banc et l'Hôpital Maritime.(photo.aérienne, P.Picouet, 29 / 04 / 1994 ).....	260
Fig.85b: Croquis: le chenal de l'Authie et le système d'épis de la Pointe du Haut-Banc. ....	260
Fig.86a: Merlimont et son front de mer.( photo. aérienne, P.Picouet, 29 / 04 / 1994 ).....	262
Fig.86b: Croquis: extension et défense du front de mer.....	262
Fig.87a: Les dunes au sud de Merlimont. ( photo. aérienne, P.Picouet, 29 / 04 / 1994 ).....	264
Fig.87b: Croquis: la fragilité des dunes.....	264
Fig.88a: Les dunes au nord de Merlimont.( photo. aérienne, P.Picouet, 29 / 04 / 1994 ).....	265
Fig.88b: Croquis: la destruction des dunes.....	265
Fig.89a: La côte, du sud de Merlimont à la Pointe du Haut-Banc.( photo., P.Picouet, 1996 ).....	266
Fig.89b: Croquis.....	266
Fig.90: Les blockhaus sur le musoir de l'estuaire de la canche.(photo., P.Picouet, 10 / 09 / 1993 ).....	269

Fig.91: Les restes du Grand Hôtel de St-Gabriel, sur l'estran à marée basse. (photo., P.Picouet, 10 / 09 / 1993 ).....	269
Fig.92a: L'estuaire de la Canche. Composition colorée des canaux 3,2,1 de Spot (17 / 03 / 1990 ).....	272
Fig.92b: Croquis d'interprétation: éléments de fonctionnement et de morphologie de l'estuaire.....	271
Fig.93a: Le territoire estuarien de la Somme en 1900, éléments de synthèse.....	276
Fig.93b: Le territoire estuarien de la Somme dans les années 1990, éléments de synthèse.....	277
Fig.94: Le territoire estuarien de l'Authie, éléments de synthèse.....	278
Fig.95: Le territoire estuarien de la Canche, éléments de synthèse.....	280
Fig.96: L'inondation des Bas Champs: essai de reconstitution des événements.....	287
Fig.97: Le déferlement des vagues au dessus du cordon de galets et l'inondation des Bas Champs.(photo, D.D.E. de la Somme,Subdivision Maritime).....	288
Fig.98: L'inondation du secteur sud des Bas Champs: le cordon de galets est arasé à l'aval des derniers épis. ( photo aérienne, D.D.E. de la Somme, Subdivision Maritime).....	288
Fig.99: La vanne du Canal de Cayeux a cédé: les eaux se répandent vers le nord des Bas Champs et recouvrent la route D102.(photo aérienne, D.D.E. de la Somme, Subdivision Maritime).....	289
Fig.100: L'enclos de l'Enviette et la Ferme de l'Enviette sont encore protégés par la digue de 1667 mais l'enclos Mouchette et le camping du Voyeul sont déjà recouverts par l'inondation qui progresse.(photo aérienne, D.D.E.de la Somme).....	289
Fig.101: La grande brèche dans le cordon de galets, à marée basse. Des engins entrent en action pour la colmater.(photo, Le Courrier Picard).....	290
Fig.102 a1: Les Bas Champs, le 5 / 10 / 1989. Composition colorée des canaux 4, 3, 2 du TM de Landsat.....	294
Fig.102 b1: L'inondation des Bas Champs, le 17 / 03 / 1990. Composition colorée des canaux 3, 2, 1 de Spot.....	294
Fig.102 b2: Croquis d'interprétation de l'inondation des Bas Champs, le 17 / 03 / 1990. Composition colorée des canaux 3, 2, 1 de Spot. ....	293

Fig. 103: Le cordon de galets des Bas Champs au droit du Hable d'Ault.(photos aériennes verticales, I.G.N.).....	296
Fig. 104: L'estuaire de la Canche le 5 / 10 / 1989 et le 17 / 03 / 1990. ....	300
Fig. 105: L'estuaire de la Canche à quatre états de marée qui soulignent l'évolution du Banc du Pilori. ....	302
Fig. 106a: Le Banc du Pilori décapité. ( photo aérienne, P.Picouet, 18 / 07 / 1994 ).....	303
Fig. 106b: Croquis d'interprétation.....	303
Fig. 107a: Le dôme de sable débordant la digue latérale en rive droite de la Canche.(photo, P.Picouet, 10 / 09 / 1993).....	304
Fig. 107b: Croquis d'interprétation.....	304
Fig. 108a: L'important volume de sable étalé dans le chenal de la Canche. ( photo, P.Picouet, 10 / 09 / 1993).....	305
Fig. 108b: Croquis.....	305
Fig. 109a: L'estuaire de la Canche, le 18 / 07 / 1994. (photo, P.Picouet ).....	306
Fig. 109b: Croquis: le grand épis qui bloque le transit des bancs de sable en rive droite. ....	306
Fig. 110a: L'estuaire de la Canche, le 18 / 07 / 1994. (photo, P.Picouet).....	307
Fig. 110b: Croquis: le petit épis sur le flanc externe du Pli de Camiers.....	307
Fig. 111:Eléments pour un modèle graphique de l'estuaire de la Canche.....	310
Fig. 112: Eléments pour un modèle graphique de l'estuaire de l'Authie .....	314
Fig. 113: Eléments pour un modèle graphique de l'estuaire de la Somme. ....	316-317
Fig. 114: Eléments pour un modèle graphique de station balnéaire de la plaine maritime:dynamique marine et dynamique touristique.....	320
Fig.115 : Les rivages de la plaine maritime: éléments pour une synthèse des dynamiques naturelles et anthropiques, obtenus en combinant les informations satellitales et les données de terrain.....	annexe 4
Fig.116: Eléments pour des modèles graphiques de la plaine maritime.	
-a : Modèle de la plaine maritime au Moyen Age. ....	329
-b : Modèle de la plaine maritime actuelle.....	330

## Table des tableaux

Tableau n°1: Les satellites Landsat et Spot.....	49
Tableau n°2: Les conditions de l'enregistrement.....	53
Tableau n°3: Le Touquet, nombre de jours de vents forts et de tempête.....	56
Tableau n°4: Les débits journaliers le jour des mesures.....	59
Tableau n°5: Les débits moyens mensuels des mois de référence.....	59
Tableau n°6: Les accumulations de galets bloquées par de grands ouvrages portuaires.....	166
Tableau n°7: Les conditions hydrologiques: station de Cayeux.....	170
Tableau n°8: Les conditions hydrologiques: station de Berck-Plage .....	232

## Table des annexes

Annexe n°1: Les marées lors des enregistrements

Annexe n°2 : Les coefficients de marée

Annexe n°3 : Les conditions hydrologiques fluviales

Annexe n°4 : Les rivages de la plaine maritime : éléments pour une synthèse des dynamiques naturelles et anthropiques, obtenus en combinant les informations satellitales et les données de terrain.

## ANNEXE 1

LANDSAT TM : 05 / 10 / 1989

Heure UT + 1 : 11h 06

Coefficient de marée : 63 le matin

57 le soir

Situation de grande morte eau

Le Touquet

H<sup>r</sup> d'eau : 4,02 m

Marée montante

PM	2h 09	8,71 m
BM	9h 19	2,33 m
PM	14h 22	8,63 m
BM	21h 34	2,38 m

Berck-Plage

H<sup>r</sup> d'eau : 4,21m

Marée montante

2h 09	8,93 m
9h 15	2,38 m
14h 22	8,86 m
21h 30	2,43 m

Fort-Mahon

H<sup>r</sup> d'eau : 4,19m

Marée montante

2h 14	8,82 m
9h 11	2,32 m
14h 27	8,73 m
21h 29	2,38 m

Cayeux-sur-Mer

H<sup>r</sup> d'eau : 4,62m

Marée montante

2h 02	8,96 m
9h 00	2,37 m
14h 15	8,91 m
21h 16	2,43 m

SPOT : 17 / 03 / 1990

Heure : 12h 08 (UT+1)

Coefficient de marée : 61 le matin

55 le soir

Situation de grande morte eau

Le Touquet

H<sup>r</sup> d'eau : 4,73 m

Marée montante

PM	2h 42	8,73 m
BM	9h 51	2,08 m
PM	14h 57	8,44 m
BM	22h 03	2,33 m

Berck-Plage

H<sup>r</sup> d'eau : 4,93 m

Marée montante

2h 42	8,97 m
9h 47	2,12 m
14h 57	8,65 m
22h 00	2,43 m

Fort-Mahon

H<sup>r</sup> d'eau : 4,95 m

Marée montante

2h 44	8,86 m
9h 44	2,09 m
15h 00	8,53 m
21h 57	2,39 m

Cayeux-sur-Mer

H<sup>r</sup> d'eau : 5,34 m

Marée montante

2h 02	8,96 m
9h 00	2,37 m
14h 15	8,91 m
21h 16	2,43 m

SPOT : 22 / 01 / 1992

Heure : 12h 09 (UT +1)

Coefficient de marée : 109 le matin

108 le soir

Situation de grande vive eau

Le Touquet

Hr d'eau : 8,59 m

Marée montante

Berck-Plage

Hr d'eau : 8,84 m

Marée montante

Fort-Mahon

Hr d'eau : 8,83 m

Marée montante

Cayeux-sur-Mer

Hr d'eau : 9,13 m

Marée montante

PM	1h 10	9,89 m
BM	8h 40	0,94 m
PM	13h 31	10,0 m
BM	21h 02	0,79 m

1h 11	10,16m
8h 35	0,94 m
13h 32	10,28m
20h 57	0,79m

1h 20	10,14m
8h 37	0,85 m
13h 39	10,24m
21h 01	0,68 m

1h 06	10,19m
8h 20	0,95 m
13h 27	10,33m
20h 42	0,79 m

SPOT : 14 / 05 / 1992

Heure : 12h 54 (UT +2)

Coefficient de marée : 78 le matin

82 le soir

Situation de petite vive eau

Le Touquet

Hr d'eau : 7,41 m

Marée descendante

Berck-Plage

Hr d'eau : 7,52 m

Marée descendante

Fort-Mahon

Hr d'eau : 7,32 m

Marée descendante

Cayeux-sur-Mer

Hr d'eau : 7,32 m

Marée descendante

BM	5h 47	1,87 m
PM	10h 54	8,82 m
BM	18h 12	1,72 m
PM	23h 18	8,97 m

5h 43	1,88 m
10h 54	9,04 m
18h 07	1,77 m
23h 18	9,23 m

5h 40	1,84 m
10h 59	8,94 m
18h 09	1,70 m
23h 22	9,18 m

5h 29	1,87 m
10h 47	9,08 m
17h 53	1,77 m
23h 11	9,27 m

SPOT : 13 / 10 / 1992

Heure : 12h 14 (UT +1)

Coefficient de marée : 87 le matin

87 le soir

Situation de petite vive eau

Le Touquet

Berck-Plage

Fort-Mahon

Cayeux-sur-Mer

Hr d'eau : 9,35 m

Hr d'eau : 9,60 m

Hr d'eau : 9,51 m

Hr d'eau : 9,67 m

Marée montante

Marée montante

Marée montante

Marée montante

PM	0h 15	9,36 m
BM	7h 34	1,60 m
PM	12h 30	9,39 m
BM	19h 50	1,54 m

0h 15	9,61 m
7h 29	1,63 m
12h 30	9,64 m
19h 45	1,56 m

0h 22	9,53m
7h 30	1,53 m
12h 36	9,59 m
19h 47	1,51 m

0h 09	9,65m
7h 15	1,63 m
12h 24	9,68 m
19h 30	1,56 m

## ANNEXE 2

Les coefficients de marée du 20 / 9 au 4 / 10 / 1989 (source: S.H.O.M.)

	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1/10	2	3	4
mat.	83	63	46	36	36	44	56	68	77	84	88	88	86	80	73
soir	73	54	40		39	50	62	73	81	86	88	87	83	77	68

Les coefficients de marée du 2 / 3 au 16 / 3 / 1990 (source: S.H.O.M.)

	2/3	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
mat.	87	70	52	40	39	45	58	71	82	90	94	93	89	82	73
soir	79	61	45		40	51	65	77	87	92	94	92	86	78	67

Les coefficients de marée du 7 / 1 au 21 / 1 / 1992 (source: S.H.O.M.)

	7/01	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
mat.	78	77	74	69	62	55	48	43		47	58	73	88	100	108
soir	78	75	71	66	59	51	45	43	44	52	65	80	94	104	109

Les coefficients de marée du 29 / 4 au 14 / 5 / 1992 (source: S.H.O.M.)

	29	30	1/5	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
mat.	58	68	77	85	90	92	90	85	77	67	59	55		62	70
soir	63	73	81	87	91	91	88	81	72	62	56	56	58	66	74

Les coefficients de marée du 28 / 9 au 12 / 10 / 1992 (source: S.H.O.M.)

	28	29	30	1/10	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
mat.	111	104	92	76	59	44	33		35	46	57	68	76	82	86
soir	109	99	85	68	51	37	31	32	40	52	63	72	79	84	87



### ANNEXE 3

#### Les débits journaliers du 20 / 09 / 1989 au 4 / 10 / 1989 (m3/s)

(source: Agence de l'eau, bassin Artois-Picardie)

	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	1	2	3	4
Can.	9,28	8,99	9,28	8,84	8,88	8,90	8,86	8,82	8,87	8,79	8,82	8,80	8,78	8,70	8,1
Aut.	6,81	6,72	6,74	6,69	6,64	6,66	6,64	6,61	6,62	6,58	6,50	6,48	6,46	6,45	6,40
Som	26,5	24,9	25,1	26,4	27,2	27,1	27,1	25,6	24,7	24,5	25,1	24,9	25,6	25,8	25,8

#### Les débits journaliers du 2 / 03 / 1990 au 16 / 03 / 1990 (m3/s)

(source: Agence de l'eau, bassin Artois-Picardie)

	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Can	15,2	14,6	14,1	14,0	14,0	13,8	13,8	13,6	13,6	13,4	13,3	13,2	13,1	12,9	12,5
Aut	7,89	7,62	7,36	7,31	7,26	7,30	7,27	7,16	7,10	7,01	7,02	7,00	6,96	6,97	6,94
Som	41,7	42,2	40,8	40,9	41,3	40,5	38,8	37,2	37,5	37,3	37,7	35,1	31,3	30,5	31,4

#### Les débits journaliers du 7 / 01 / 1990 au 21 / 01 / 1992 (m3/s)

(source: Agence de l'eau, bassin Artois-Picardie)

	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
Can.	7,96	7,91	8,17	7,85	7,76	7,64	7,43	7,41	7,43	7,51	7,37	7,41	7,45	7,25	7,32
Aut.	5,23	5,04	5,32	4,72	4,69	4,74	4,67	4,65	4,58	4,86	4,41	4,42	4,49	4,58	4,51
Som	23,2	23,0	18,9	21,9	18,2	15,3	15,7	21	23,8	23,3	20,3	20,1	21,5	26,3	24,9

Les débits journaliers du 29 / 04 / 1992 au 13 / 05 / 1992 (m3/s)

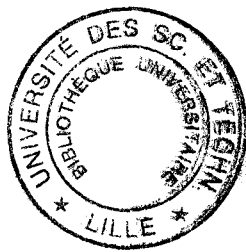
(source: Agence de l'eau, bassin Artois-Picardie)

	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Can	9,38	9,06	10,0	9,64	9,23	9,00	8,83	8,88	8,73	8,65	8,56	8,54	8,26	8,41	8,37
Aut	6,39	6,58	6,48	6,64	6,51	6,32	6,26	6,13	6,14	6,03	5,97	6,20	6,31	6,45	6,34
Som	22,4	21,1	20,3	21,9	22,0	22,3	20,2	20,3	22,0	21,6	20,1	21,0	21,5	21,2	20,2

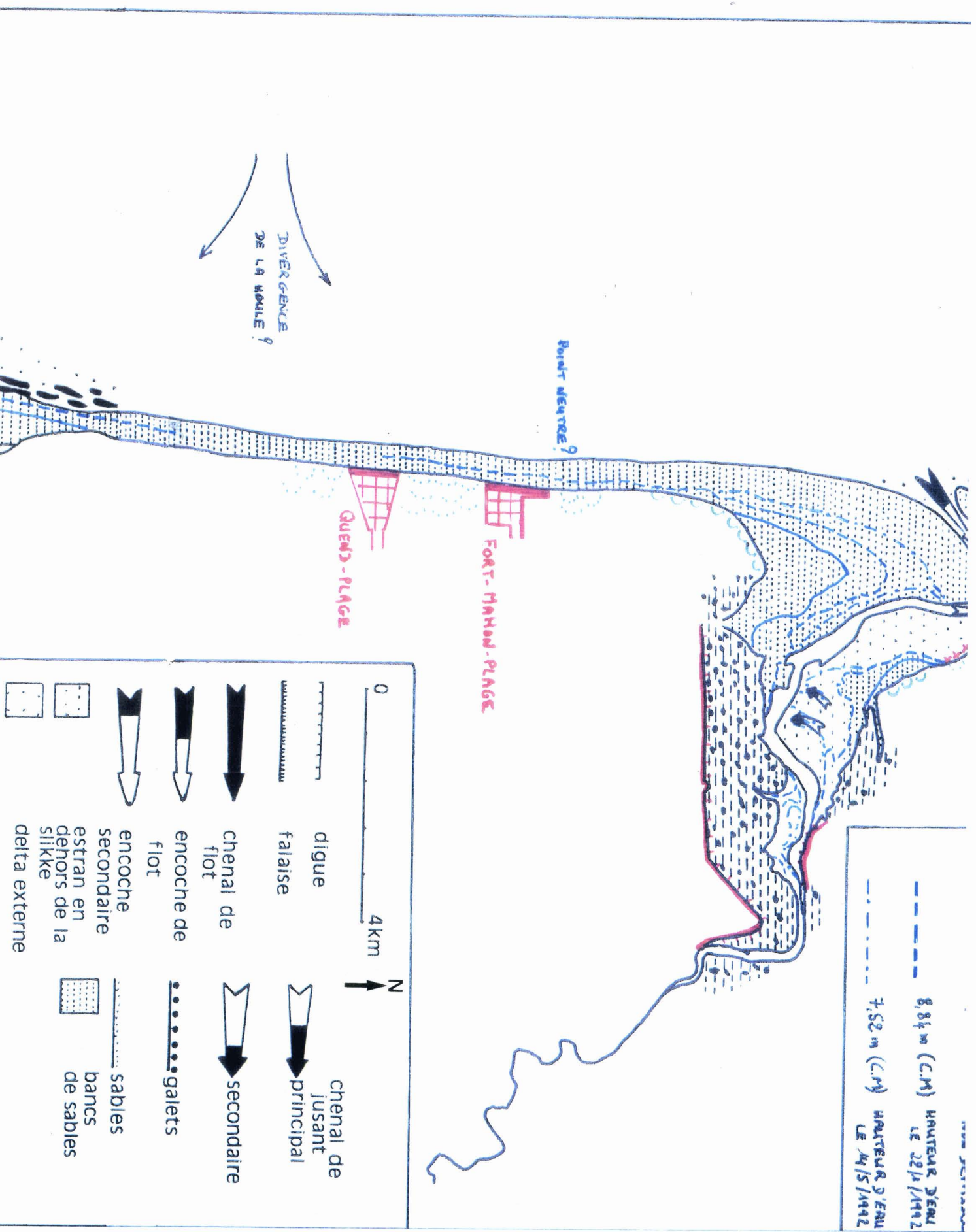
Les débits journaliers du 28 / 09 / 1992 au 12 / 10 / 1992 (m3/s)

(source: Agence de l'eau, bassin Artois-Picardie)

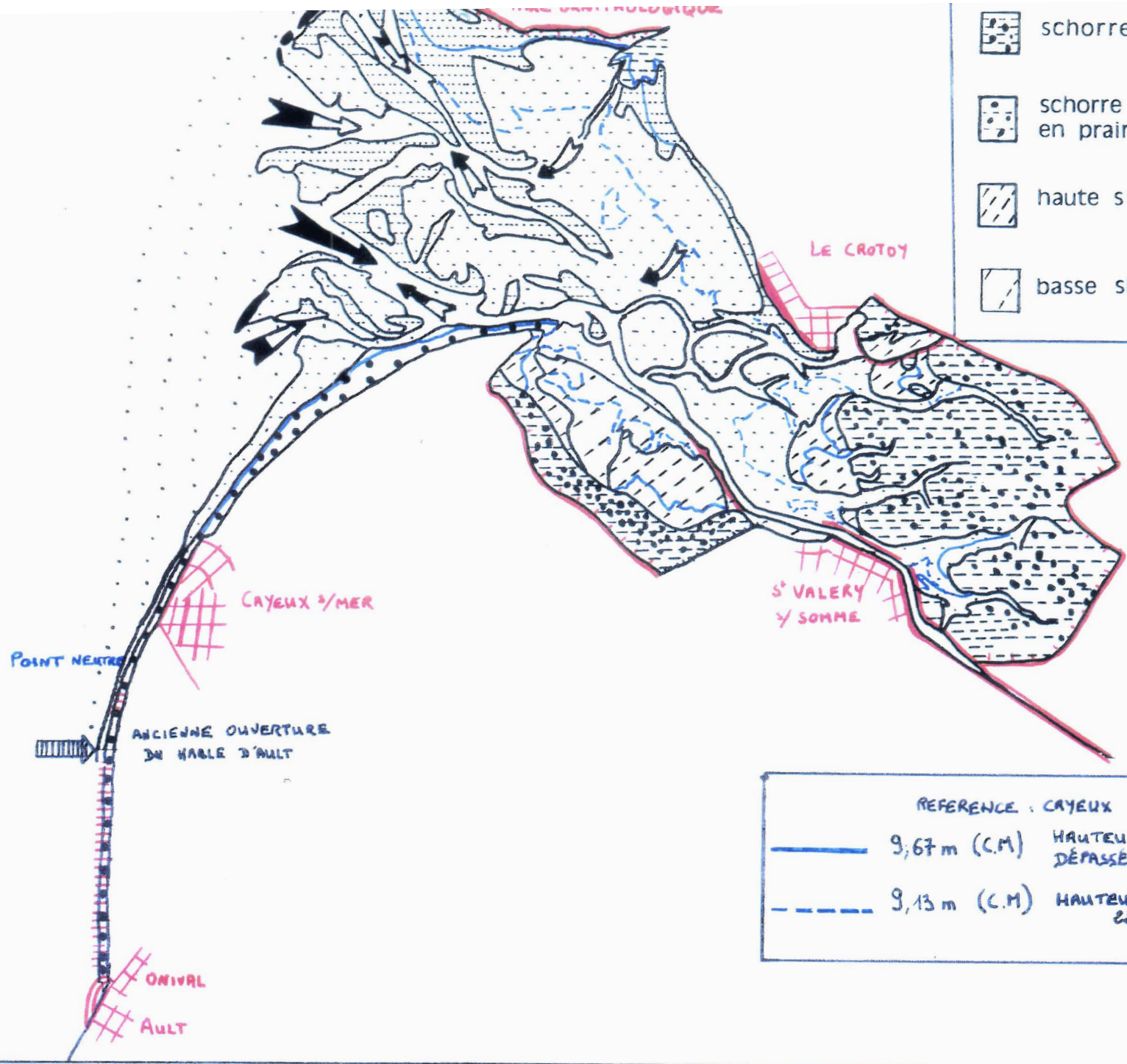
	28	29	30	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Can	7,04	6,97	7,11	7,26	7,32	7,24	7,22	7,09	7,14	7,52	7,51	7,40	7,19	7,07	7,02
Aut	6,04	6,09	6,00	6,22	6,01	5,91	6,18	6,01	5,95	6,32	6,33	6,03	5,78	5,93	5,92
Som	21,6	22,1	21,3	22,1	22,0	23,5	23,3	22,3	22,1	22,1	22,0	20,5	20,1	19,9	20,0









-  schorre et mares
-  schorre évoluant en prairie
-  haute slikke
-  basse slikke



REFERENCE : CAYEUX		
	9,67 m (C.M)	HAUTEUR D'EAU NON DÉPASSÉE
	9,13 m (C.M)	HAUTEUR D'EAU LE 22/01/1992