



Façade « Bretagne »

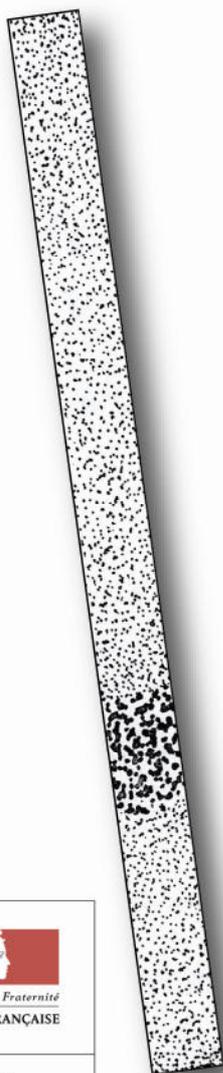
Finistère

Côtes d'Armor

Ille-et-Vilaine

Morbihan

Inventaire des ressources en matériaux marins



Façade « Sud-Gascogne »

Gironde

Landes

Pyrénées
-Atlantiques



Inventaire des ressources en matériaux marins

Façades « Bretagne » et « Sud-Gascogne »

Coordination
Claude Augris (1)

Rédaction
Emeric Gautier (1)

Collaboration
Laure Simplet (1)
Jehanne Prévot (1)
Benjamin Drussel (1)
Emilie Abrieux (1)
Laetitia Morvan (1)
Laurent De Chambure (2)

Cartographie
Jean-Pierre Mazé (1)

- 2012 -

(1) Ifremer

Unité de Recherche Géosciences Marines
Technopôle Brest-Iroise
BP70
29280 Plouzané

(2) LDC Consult

56, rue des Abbesses
75018 Paris

Sommaire

| | |
|--|-----------|
| Introduction | 5 |
| 1. Inventaire national des granulats marins | 8 |
| 1.1. Les granulats marins : quelques rappels | 8 |
| 1.2. Techniques mises en œuvre lors de l'inventaire national | 11 |
| 1.2.1. Sismique réflexion..... | 12 |
| 1.2.1.1. Le système « Sparker » ou « Étinceleur » | 13 |
| 1.2.1.2. Le système « Boomer » | 14 |
| 1.2.1.3. Le système « Sondeur de sédiments » | 15 |
| 1.2.1.4. Le Chirp | 15 |
| 1.2.2. Carottiers | 16 |
| 1.2.2.1. Carottier AMDrill..... | 16 |
| 1.2.2.2. Vibro-carottier Zenkovitch..... | 17 |
| 1.2.2.3. Vibro-carottier RICE..... | 18 |
| 1.2.2.4. Carottier H.A.M. | 19 |
| 1.2.2.5. Carottier Kullenberg..... | 20 |
| 1.2.2.6. Tour de sondage Ludion..... | 22 |
| 1.2.3. Moyens de positionnement..... | 22 |
| 2. Recensement et analyse qualitative des données géologiques existantes | 23 |
| 2.1. Façade « Bretagne »..... | 23 |
| 2.1.1. Recensement des données | 23 |
| 2.1.1.1. Campagnes océanographiques réalisées dans le cadre de l'inventaire national des granulats marins | 23 |
| 2.1.1.1.1. Sagramanche..... | 24 |
| 2.1.1.1.2. Nord-Bretagne | 24 |
| 2.1.1.1.3. Sables calcaires..... | 25 |
| 2.1.1.1.4. Lorient 1973..... | 25 |
| 2.1.1.1.5. Banc du Four | 25 |
| 2.1.1.1.6. Lorient 1975 et Taillefer 1975 | 26 |
| 2.1.1.1.7. Lannion 1979 | 27 |
| 2.1.1.1.8. Chausey 1980..... | 28 |
| 2.1.1.2. Travaux réalisés hors inventaire national | 29 |
| 2.1.1.2.1. Pollution par les hydrocarbures de l'Amoco Cadiz | 29 |
| 2.1.1.2.2. Les gisements de maërl en Bretagne | 29 |
| 2.1.1.3. Travaux scientifiques postérieurs à l'inventaire des granulats marins | 30 |
| 2.1.2. Analyse qualitative des données | 32 |
| 2.1.2.1. Présentation des informations relatives aux campagnes de l'inventaire national des granulats marins | 32 |
| 2.1.2.1.1. Campagnes Sagramanche – Nord Bretagne..... | 33 |
| 2.1.2.1.2. Campagnes Sables calcaires – Banc du Four..... | 34 |
| 2.1.2.1.3. Campagne Lorient 1973 | 36 |
| 2.1.2.1.4. Campagne Lorient 1975 | 37 |
| 2.1.2.1.5. Campagne Taillefer 1975..... | 38 |
| 2.1.2.1.6. Campagne Lannion 1979..... | 39 |
| 2.1.2.1.7. Campagne Chausey 1980 | 40 |
| 2.1.2.2. Présentation des informations relatives aux campagnes « hors inventaire » | 41 |
| 2.1.2.2.1. Amoco 2..... | 41 |
| 2.1.2.2.2. Zone d'Essais et d'Etalonnage – Rade de Brest | 42 |
| 2.1.2.2.3. Timac | 43 |
| 2.1.2.2.4. Glénan 86 | 44 |
| 2.1.2.2.5. AMBRE (1986-1987)..... | 45 |
| 2.1.2.2.6. Cabri (1991-1992)..... | 47 |
| 2.1.2.2.7. IGEP 01 (1991)..... | 48 |
| 2.1.2.2.8. Sedimanche 2..... | 49 |
| 2.1.2.2.9. Basecrehou | 50 |
| 2.1.2.2.10. Canadou | 51 |
| 2.1.2.2.11. Vibarmor | 52 |
| 2.1.2.2.12. Carbala | 53 |
| 2.1.2.2.13. Esszen | 54 |
| 2.1.2.2.14. Validop..... | 55 |

| | |
|---|-----------|
| 2.1.2.3. Etat de l'archivage | 56 |
| 2.1.2.3.1 Enregistrement de sismique réflexion (sismogrammes)..... | 56 |
| 2.1.2.3.2 Carottes | 56 |
| 2.1.2.4. Travaux scientifiques réalisés par des organismes extérieurs | 57 |
| 2.1.2.4.1 Bretagne Nord..... | 57 |
| 2.1.2.4.2 Bretagne Sud..... | 58 |
| 2.2. Façade Sud Gascogne | 59 |
| 2.2.1. Recensement des données | 59 |
| 2.2.1.1. Campagnes océanographiques réalisées dans le cadre de l'inventaire national des granulats marins | 59 |
| 2.2.1.1.1 Adour 1977 | 60 |
| 2.2.1.2. Travaux scientifiques postérieurs à l'inventaire national des granulats marins..... | 61 |
| 2.2.2. Analyse qualitative des données | 61 |
| 2.2.2.1. Présentation des informations relatives aux campagnes de l'inventaire national des granulats marins | 61 |
| 2.2.2.1.1 Adour 1977 | 62 |
| 2.2.2.2. Présentation des informations relatives aux campagnes « hors inventaire » | 63 |
| 2.2.2.2.1 Plabas 1 | 63 |
| 2.2.2.2.2 Plabas 2 | 64 |
| 2.2.2.2.3 Placeta | 65 |
| 2.2.2.3. État de l'archivage | 66 |
| 2.2.2.3.1 Enregistrements de sismique réflexion (sismogrammes) | 66 |
| 2.2.2.3.2 Carottes | 66 |
| 2.2.2.4. Travaux scientifiques réalisés par des organismes extérieurs | 67 |
| 3. Principaux résultats des campagnes | 69 |
| 3.1. Façade « Bretagne »..... | 69 |
| 3.1.1. Résultats des campagnes de l'inventaire national des granulats marins | 69 |
| 3.1.1.1. Sagramanche - Nord Bretagne..... | 69 |
| 3.1.1.2. Sables calcaires | 70 |
| 3.1.1.3. Lorient 1973..... | 74 |
| 3.1.1.4. Lorient 1975 – Taillefer 1975 | 75 |
| 3.1.1.5. Lannion 1979 | 76 |
| 3.1.1.6. Chausey 1981..... | 78 |
| 3.1.2. Résultats des travaux scientifiques réalisés en dehors de l'inventaire des granulats | 79 |
| 3.1.2.1. Pollution par les hydrocarbures de l'Amoco Cadiz des sédiments des baies de Morlaix et Lannion..... | 79 |
| 3.1.2.2. Rade de Brest - Zone d'Essais et d'Etalonnages - Reconnaissance des fonds marins par sismique réflexion et par réfraction..... | 79 |
| 3.1.2.3. Thèse d'A. Quesney (1983)..... | 80 |
| 3.1.2.4. Les gisements de maërl en Bretagne | 81 |
| 3.1.2.5. Thèse de S. Berné (1991) | 82 |
| 3.1.2.6. Atlas thématique de l'environnement en baie de Saint-Brieuc | 83 |
| 3.1.2.7. Impact géotechnique des engins de pêche | 85 |
| 3.1.2.8. Thèse de G. Lericolais (1997) | 85 |
| 3.1.2.9. Thèse de S.Baize (1999) | 87 |
| 3.1.2.10. Thèse de D. Menier (2004)..... | 87 |
| 3.1.2.11. Mémoire de HDR de T.Garlan (2004)..... | 90 |
| 3.1.2.12. Atlas thématique de l'environnement marin de la baie de Douarnenez | 91 |
| 3.1.2.13. Atlas géologique de la baie de Lannion..... | 93 |
| 3.1.2.14. Autres documents consultés..... | 94 |
| 3.2. Façade Sud-Gascogne | 95 |
| 3.2.1. Résultats des campagnes de l'inventaire national des granulats marins..... | 95 |
| 3.2.1.1. Adour 1977 | 95 |
| 3.2.2. Résultats des travaux scientifiques réalisés en dehors de l'inventaire des granulats | 96 |
| 3.2.2.1. Thèse de V. Bellec (2003) | 96 |
| 3.2.2.2. Atlas thématique de l'environnement marin du Pays Basque et du Sud des Landes..... | 99 |

| | |
|--|------------|
| 4. Synthèse des résultats – Évaluation des ressources..... | 101 |
| 4.1. Evaluation des ressources à l'échelle de la façade « Bretagne » | 101 |
| 4.1.1. Epaisseurs sédimentaires..... | 101 |
| 4.1.2. Indices morphologiques..... | 107 |
| 4.1.3. Indices sédimentologiques..... | 108 |
| 4.1.4. Nature des sédiments..... | 109 |
| 4.1.5. Quantification des ressources | 129 |
| 4.1.5.1. Estimation des volumes par méthode graphique | 129 |
| 4.1.5.2. Estimation des volumes par méthode géostatistique | 130 |
| 4.1.5.2.1 Méthodologie | 130 |
| 4.1.5.2.2 Résultats | 132 |
| 4.2. Evaluation des ressources à l'échelle de la façade « Sud-Gascogne » | 134 |
| 4.2.1. Epaisseurs sédimentaires..... | 134 |
| 4.2.2. Indices morphologiques..... | 137 |
| 4.2.3. Indices sédimentologiques..... | 137 |
| 4.2.4. Nature des sédiments..... | 137 |
| 4.2.5. Quantification des ressources | 143 |
| 4.2.5.1. Calcul des volumes par méthode graphique | 143 |
| 4.2.5.2. Calcul des volumes par méthode géostatistique | 143 |
| 5. Cartographie des zones d'intérêt | 145 |
| 5.1. Zones d'intérêt | 145 |
| 5.1.1. Détermination du critère épaisseur..... | 145 |
| 5.1.2. Détermination du critère qualité des matériaux | 146 |
| 5.1.3. Le potentiel extractif..... | 147 |
| 5.2. Adéquation des outils à la reconnaissance des ressources | 147 |
| 6. Élaboration de la base de données sous Système d'Information Géographique..... | 149 |
| 6.1. Architecture du SIG..... | 155 |
| 6.2. Métadonnées | 158 |
| 6.2.1. Métadonnées générales du SIG pour la façade « Bretagne » | 158 |
| 6.2.2. Métadonnées générales du SIG pour la façade « Sud-Gascogne » | 159 |
| 6.2.3. Métadonnées à remplir pour chaque couche | 159 |
| Conclusion | 161 |
| Références bibliographiques..... | 163 |
| Lexique des acronymes | 168 |

Introduction

En France, les granulats constituent l'une des matières premières les plus exploitées avec l'eau. Entre le milieu des années 1990 et la fin des années 2000, les volumes extraits par an sont passés de 347 millions de tonnes en 1996 à 446 millions en 2007 (source UNPG*). Depuis 2008, le contexte économique, moins favorable, a provoqué un ralentissement de la consommation de granulats (365 millions de tonnes consommées en 2010 – source UNPG). La part des granulats alluvionnaires ne cesse néanmoins de décroître (68% en 1970, 55 % en 1990, 42 % en 2000, 31 % en 2010 – source UNPG) au profit des granulats issus du concassage et dans une moindre mesure du recyclage. Cette évolution *a priori* irréversible, génère une série de problèmes techniques pour certains usages (bétons) et leur transport. La recherche de matériaux de substitution aux sables alluvionnaires est donc à l'origine d'un intérêt croissant pour les granulats marins.

La demande croissante de permis d'exploration et d'exploitation de granulats marins a fait prendre conscience aux décideurs publics de la nécessité de prévenir les réactions que pourraient provoquer ces projets vis-à-vis des autres activités maritimes, en particulier la pêche.

C'est dans ce contexte que le Premier Ministre avait confié en 2001 au député D. Dupilet (député du Pas de Calais), une mission sur « *le règlement des conflits d'usage dans la zone côtière, entre pêche professionnelle et autres activités* ». Parmi les propositions inscrites au rapport, l'une préconisait la réalisation « *d'une étude conjointe Ifremer*-BRGM* sur la ressource en granulats, visant à délimiter les zones d'extractions favorables en intégrant les préoccupations d'ordre halieutique et les impératifs économiques et techniques d'approvisionnement en granulats marins* »

C'est ainsi qu'a été élaboré un projet visant à :

- déterminer la place que pourrait prendre les granulats marins dans l'approvisionnement des territoires à façade maritime et des grands bassins de consommations ;
- évaluer les contraintes environnementales existantes sur les secteurs reconnus comme offrant des ressources en matériaux marins.

Une étude confiée à l'Ifremer pour le domaine marin et au BRGM pour le domaine terrestre s'est déroulée sur deux façades jugées prioritaires : la façade « Manche-Est » constituée des sept départements du Nord, du Pas-de-Calais, de la Somme, de la Seine-Maritime, de l'Eure, du Calvados et de la Manche et la façade « Loire-Gironde » constituée des quatre départements de la Loire-Atlantique, de la Vendée, de la Charente-Maritime et de la Gironde.

Cette étude, achevée en 2009, a permis la réalisation de schémas régionaux prenant en compte l'ensemble des matériaux (marins et terrestres), les contraintes liées à leur exploitation respective et leur destination. Ils apportent une aide dans

*: voir lexique des acronymes en fin de rapport

la décision pour gérer l'accès à la ressource de certains matériaux en fonction des différentes contraintes nécessairement évolutives dans le temps : environnementales, économiques, géotechniques,...

Un SIG intégrant la totalité de l'information existante sur les formations sédimentaires meubles à terre comme en mer à été mis en ligne à l'adresse suivante : <http://www.ifremer.fr/sextant/fr/web/granulats-marins/>

Une nouvelle étude, menée pour le même objectif et afin de compléter les connaissances pour l'ensemble « Manche-Atlantique », est engagée en 2010 sur deux autres façades : la Bretagne, constituée des départements de l'Ille-et-Vilaine, des Côtes d'Armor, du Finistère et du Morbihan et le « Sud-Gascogne », constitué des départements des Landes et des Pyrénées-Atlantiques. Le département de la Gironde fait l'objet d'une mise à jour intégrant des données non prises en compte lors de la première étude.

Pour répondre à cet objectif, l'Ifremer a proposé une action décomposée en trois phases :

- phase 1 : géologie-ressources en matériaux ;
- phase 2 : ressources et activités halieutiques ;
- phase 3 : environnement (faune benthique) et SIG final.

Les trois phases correspondent à trois années (2011-2013).

La phase « Géologie-ressources en matériaux » comprend deux volets :

- le recensement ainsi que l'analyse qualitative des données géologiques existantes ;
- un inventaire minier marin.

Le présent rapport expose les résultats obtenus dans ce premier volet au cours duquel les sources d'informations disponibles ont été identifiées :

- rapports d'études publiés dans le cadre de l'inventaire national des granulats marins, mais à diffusion restreinte ;
- éléments cartographiques existants et issus de synthèses ou de publications ;
- bibliographie scientifique (thèses, articles, ...) faisant état des connaissances nouvelles dans la discipline concernée.

Leur analyse qualitative s'attache à examiner les modalités d'acquisition des données, la précision obtenue, les incertitudes liées aux systèmes de positionnement, l'état de conservation des archives anciennes et les moyens de restauration, la disponibilité de documents et enfin la nature et les limites de leur accessibilité.

Au cours du second volet, un inventaire minier marin a été établi à partir des données existantes et des résultats déjà obtenus. Il a permis de décrire et localiser les travaux réalisés à l'époque de l'inventaire national et d'établir l'état des ressources (localisation, nature, contexte morpho-bathymétrique).

Neuf cartes hors-texte accompagnent ce rapport :

- Travaux réalisés en Bretagne (2 feuilles à l'échelle 1/250 000) ;
- Travaux réalisés en Sud-Gascogne (1 feuille à l'échelle 1/250 000) ;
- Epaisseur des sédiments meubles en Bretagne (2 feuilles à l'échelle 1/250 000) ;
- Epaisseur des sédiments meubles en Sud-Gascogne (1 feuille à l'échelle 1/250 000) ;
- Zones d'intérêt en Bretagne (2 feuilles à l'échelle 1/250 000) ;
- Zones d'intérêt en Sud-Gascogne (1 feuille à l'échelle 1/250 000).

1. Inventaire national des granulats marins

A sa création en 1967, le CNEXO* reçoit des missions déclinées en cinq thèmes dont celui intitulé « Ressources minérales et fossiles » lui donnant comme mandat « les études et les recherches tendant à l'exploitation des ressources contenues dans leur masse, leur sol et leur sous-sol ».

Dès 1969 démarre le programme « Sables et graviers marins » qui a pour objectif l'inventaire des ressources en matériaux sur le plateau continental français. D'abord métropolitain, il s'étendra ensuite aux Antilles à partir de 1985.

Le thème sera poursuivi par l'Ifremer créé en 1984 par la fusion du CNEXO et de l'ISTPM*.

L'inventaire national des granulats marins a donc été conduit de 1969 à 1981, sous budget d'État. Il a été suivi, à l'initiative conjointe de l'Ifremer et de collectivités territoriales, d'un inventaire régional : Nord-Pas de Calais (1984-1986, granulats siliceux), Bretagne (1987-1990 maërl), Guadeloupe (1985-1992 granulats siliceux) et Martinique (1990-1993).

1.1. Les granulats marins : quelques rappels

Parmi les substances minérales extraites en France, les granulats tiennent, en quantité, la première place.

Les vallées alluvionnaires situées près des grands centres industriels et des zones urbanisées sont activement exploitées, et on assiste à une diminution voire un épuisement des ressources, qui dans certaines régions posent un réel problème d'approvisionnement.

A la fermeture de certains gisements alluvionnaires terrestres, on peut substituer, dans certaines conditions, des sites marins. Ainsi les travaux de prospection réalisés sur le plateau continental français (métropole et département antillais d'outre-mer), depuis 1969, par l'Ifremer, avaient pour objectif de favoriser ce transfert géographique d'activités.

En France, la part des matériaux marins dans la production totale de granulats reste faible : 6 millions de tonnes soit 2% de la production nationale de granulats (source UNPG, 2010). A titre de comparaison, la Grande-Bretagne extrait annuellement 24,3 millions de tonnes de granulats marins (source : BMAPA*, 2006).

Les substances sous-marines extraites actuellement en France sont les sables siliceux et calcaires (coquilliers) et les algues calcaires (maërl⁽¹⁾). Elles se sont accumulées à la faveur de processus continentaux ou marins.

*: voir lexique des acronymes en fin de rapport

⁽¹⁾ : l'arrêt définitif de l'exploitation des gisements de maërl est prévue en 2013.

Dans le premier cas, c'est-à-dire un processus continental, il s'agit le plus souvent d'alluvions. Les alluvions résultent de l'altération et de l'érosion de roches, puis de leur transport et dépôt dans les vallées d'un ancien réseau fluvial, creusé au cours des phases de régression du Quaternaire (périodes glaciaires), lorsque le plateau continental était émergé.

Dans le second cas, c'est-à-dire un processus marin, il s'agit de dunes hydrauliques d'importance variable, formées par les courants de marée qui ont redistribué une partie des sédiments. Dans les régions à hydrodynamisme fort (la Manche par exemple), les fonds sont composés de graviers et galets dans lesquels vivent des organismes dont les tests calcaires sont repris par les courants et déposés dans des zones de moindre énergie à la mort de l'animal. Ces accumulations prennent la forme de dunes et sont essentiellement calcaires.

Il peut également s'agir d'anciens cordons littoraux établis en période de bas niveau marin et pendant les transgressions marines lors de la stagnation du niveau de la mer. Ces dépôts sont constitués de galets ou de sables graveleux, et sont plus nombreux sur les plateaux continentaux ayant un gradient de pente faible.

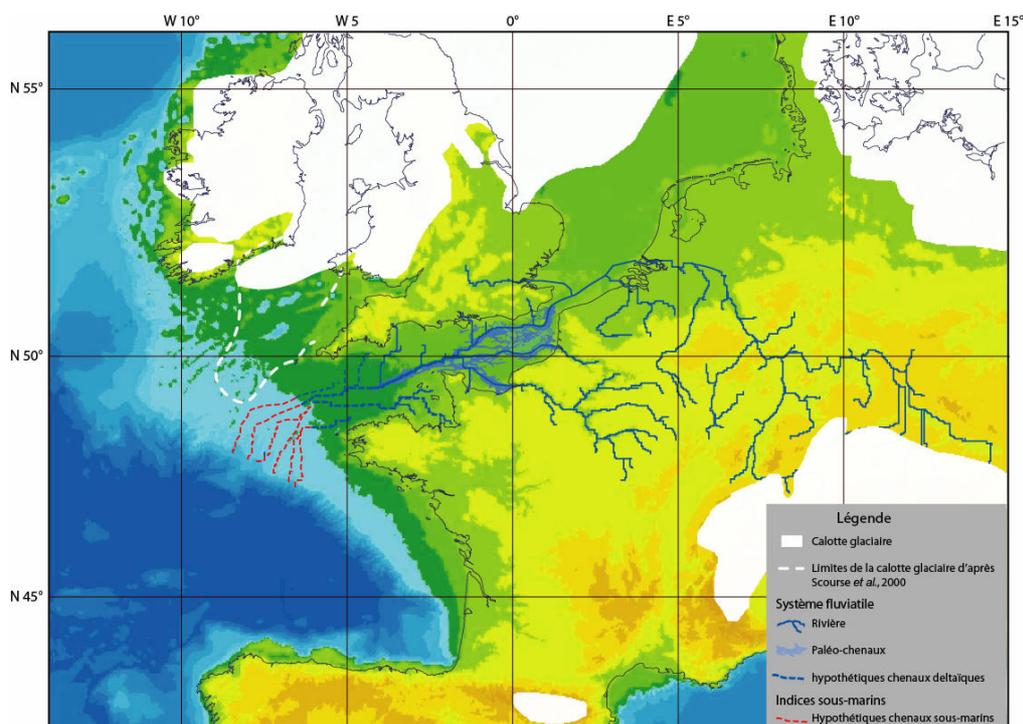


Figure 1-1 : Contexte paléo-environnemental de la Manche il y a 18 000 ans (Bourillet *et al.*, 2003).

Les sédiments lithoclastiques présents en Manche résultent d'apports anté-holocènes en domaine périglaciaire (Larsonneur, 1971). Alors que le niveau marin était, il y a 18 000 ans BP⁽²⁾, 120 m en dessous du niveau actuel, de puissants fleuves parcouraient les fonds de la Manche, à l'époque exondée (figure 1-1), y déposant un grand volume de sédiments formés de nappes gravelo-caillouteuses

⁽²⁾ : Before Present, référencé à l'année 1950.

jusqu'à des suspensions silto-argileuses (Alduc *et al.*, 1979 ; Auffret *et al.*, 1980 ; Quesney, 1983).

Les conditions climatiques post-glaciaires, encore sévères ont favorisé les actions éoliennes et permis le dépôt localisé de quelques gros blocs transportés par radeaux de glace. L'ensemble de ces apports terrigènes a été remanié par la transgression flandrienne (18 000 à 10 000 ans BP). Après une longue évolution continentale, sous climat froid en domaine périglaciaire, la mer a envahi la Manche et a remanié les dépôts terrigènes issus des grands fleuves venus de l'Est (Tamise et Seine). Vers 9 000 ans BP, la jonction s'opère avec la Mer du Nord dans le Pas de Calais, et le niveau marin est 40 m en dessous de l'actuel. La transgression est particulièrement rapide jusqu'à 6 000 ans BP, et atteint alors le niveau - 10 m. Dès lors, la morphologie côtière et sous-marine est proche de la configuration actuelle.

Le matériel bioclastique, formé de débris d'origine animale et végétale, généralement calcaire, est d'âge Holocène (Vaslet *et al.*, 1978). Sa mise en place s'est effectuée lors de la transgression flandrienne et a progressivement contaminé superficiellement les dépôts lithoclastiques anté-holocènes.

La répartition actuelle des sédiments est contrôlée par les courants de marée et les houles. Toutefois, une zonation existe ; il est possible de reconnaître trois domaines :

- le domaine du large, où dominant les courants de marée, la répartition des sédiments superficiels est liée à celle des vitesses de courant. Ainsi, les sédiments grossiers correspondent aux secteurs où les courants sont les plus forts. Depuis ces zones, et conformément à la réduction des vitesses de courant, il existe un gradient d'affinement induisant la mise en place de sédiments graveleux, sableux et parfois vaseux. Les grands bancs sableux présents dans ce domaine sont fortement liés aux conditions hydrodynamiques ambiantes, elles-mêmes induites par la morphologie côtière et sous-marine. Ces bancs linéaires qui s'allongent dans le sens des courants résultent de cette évolution holocène ;
- le domaine côtier ouvert où les houles et les courants de marée sont actifs. La transgression flandrienne a entraîné le recul de la ligne de rivage et a poussé devant elle un grand volume de matériaux. Ils ont été disposés le long du littoral actuel et déblayés depuis que le niveau marin actuel s'est partiellement stabilisé (environ 2 500 ans BP) au niveau que l'on connaît aujourd'hui ;
- le domaine côtier d'abri où les courants de marée redeviennent prépondérants (sédimentation dans les estuaires, les baies voire les ports). Ces espaces de sédimentation, où les courants sont souvent canalisés, ont été déblayés voire surcreusés lors de la dernière période glaciaire. Ce n'est que depuis la dernière transgression marine flandrienne que ces secteurs fonctionnent comme des pièges à sédiments aboutissant à leur colmatage progressif.

Les travaux entrepris dans le cadre de l'inventaire national (1969-1981) n'ont porté que sur une partie des zones côtières comprises entre 10 et 50 m de profondeur.

Même si les ressources sont abondantes, les réserves qui seront exploitables sont beaucoup plus faibles et doivent, entre autres, tenir compte de :

- la profondeur d'eau accessible aux dragues françaises actuelles ;
- la présence d'activités humaines, que la mise en exploitation du gisement pourrait gêner (pêche, conchyliculture, câbles, routes maritimes, défense nationale, ...) ;
- l'existence de secteurs réservés reconnus comme essentiels à l'équilibre écologique du milieu marin (nourriceries, frayères, flore et faune benthiques assurant le renouvellement de la nourriture des espèces commerciales) ;
- la nature des sédiments qui doivent pouvoir être utilisés en l'état, les rejets d'un éventuel traitement en mer risquant d'entraîner une pollution du gisement et des perturbations du milieu.

1.2. Techniques mises en œuvres lors de l'inventaire national

En 1969, le CNEXO a initié la prospection du plateau continental français afin de dresser l'inventaire des ressources en matériaux grâce à des méthodes d'investigation indirectes et directes.

Les méthodes d'investigation indirectes correspondaient à la réalisation d'une prospection par sismique réflexion visant à déterminer l'épaisseur des sédiments meubles reposant sur le substratum rocheux ainsi que la morphologie de ce dernier. Cette investigation a permis d'établir des cartes d'isobathes du toit du substratum et d'épaisseur de sédiments meubles conduisant à une évaluation du volume des ressources identifiées.

Les méthodes directes consistaient à la calibration par carottage des accumulations sédimentaires mises en évidence lors de la prospection sismique.

Grâce à la corrélation entre les carottes, dont la composition est connue, et les résultats de sismique réflexion, qui localisent les différents niveaux sédimentologiques et leur épaisseur, il a été permis d'établir l'état des ressources, c'est-à-dire leur localisation, leur nature ainsi que leur contexte morpho-bathymétrique.

1.2.1. Sismique réflexion

La sismique réflexion permet de déterminer l'épaisseur et la structure des sédiments meubles ainsi que la morphologie du substratum rocheux sur lequel ils reposent.

L'appareillage mis en œuvre crée immédiatement sous la surface de l'eau une onde acoustique qui se propage à la manière d'une onde lumineuse (figure 1-2). En arrivant sur le fond, une partie de l'onde est réfléchi, tandis que l'autre pénètre dans les sédiments ; le phénomène se produit à chaque interface séparant les différents niveaux du sous-sol.

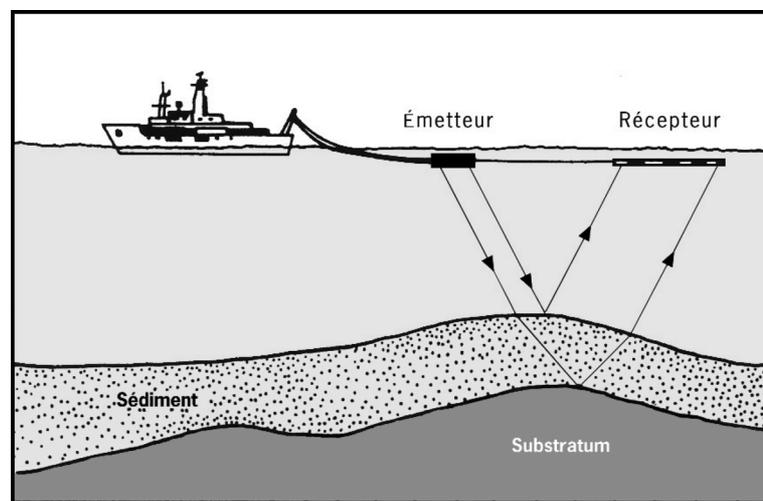


Figure 1-2 : Principe de la sismique réflexion.

Selon le type de reconnaissance envisagée, les sources sismiques employées sont différentes. Ainsi pour la façade « Sud Gascogne » l'outil utilisé au cours des missions de l'inventaire national des granulats marins du CNEXO était un « Sparker » tandis que les outils utilisés pour la façade « Bretagne » étaient un « Sparker » ou un « Boomer ».

1.2.1.1. Le système « Sparker » ou « Étinceleur »

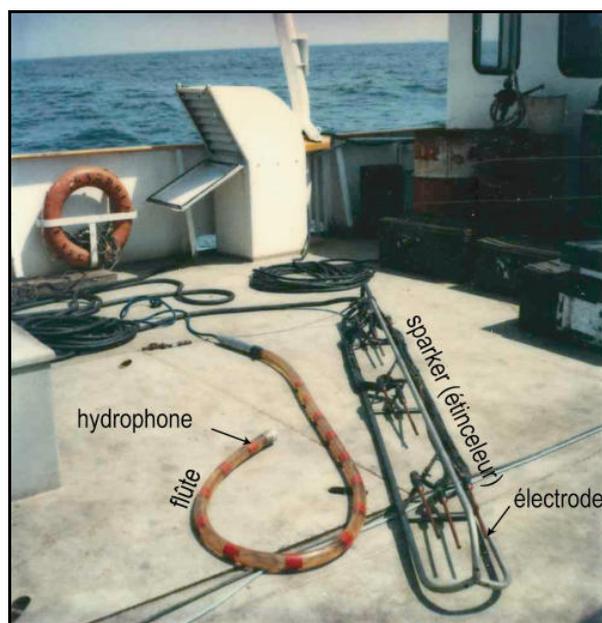


Figure 1-3 : Appareillage de sismique réflexion.

Ce système comporte trois ensembles :

- l'émetteur ou source, avec son alimentation et sa commande de déclenchement (figure 1-3) ;
- les récepteurs ou hydrophones placés le long d'un tuyau appelé flûte ;
- l'enregistreur qui est synchronisé avec la commande de déclenchement de l'émetteur.

La source « Sparker » est constituée d'un ensemble d'électrodes qui permettent l'émission d'énergie acoustique de haute fréquence grâce à des décharges électriques régulières fournies par des condensateurs. Ce dispositif a l'avantage de réduire au maximum la formation de bulles gazeuses provoquées par électrolyse de l'eau lors de la décharge des condensateurs. L'alimentation est assurée par une série de capacités, chargées à travers un ensemble transformateur/redresseur. L'énergie émise dans le milieu liquide, de l'ordre de quelques kilojoules ou dizaines de kilojoules dans la gamme de fréquences de 150 à 3 000 Hz (sismique dite « légère ») permet de pénétrer de quelques centaines de mètres avec une très bonne résolution.

Les récepteurs sont des hydrophones montés en série dans des gaines de caoutchouc remplies d'huile minérale, leur assurant une flottabilité très légèrement négative. Ces ensembles, appelés flûtes, comprennent des sismographes dont les informations sont transmises à un amplificateur situé en tête, ce qui réduit au maximum les distorsions.

Les flûtes sont traînées à fleur d'eau et disposées de manière à éviter les bruits du navire. Elles sont débordées du navire par un tangon, qui les place en dehors du sillage ; le « Sparker » est fixé à l'arrière du navire du même côté que les flûtes. Il découle de ce dispositif un certain déport ou écart entre l'émetteur et le récepteur qui est pris en compte pour le calcul des profondeurs.

L'enregistreur reçoit les signaux électriques créés dans les flûtes par les variations de pression et fournit une coupe-temps des formations géologiques traversées. La mesure des intervalles de temps entre les échos successifs enregistrés, et la prise en compte d'une estimation sur les vitesses de propagation de l'onde dans les sédiments traversés permet de déterminer l'épaisseur des formations. La précision obtenue dépend du choix des vitesses de propagation et de la détermination des échos successifs, eux-mêmes dépendant de la qualité du signal émis par la source et du bruit de fond lié à l'état de la mer.

1.2.1.2. Le système « Boomer »



Figure 1-4 : Système Boomer (mise à l'eau et remorquage).

Le « Boomer » est une source utilisée pour sa faible pénétration dans les sédiments et sa haute résolution. Il est constitué d'une bobine d'induction contre laquelle un système de ressort applique une plaque d'aluminium. L'ensemble est monté sur un petit catamaran remorqué derrière le bateau (figure 1-4). À chaque décharge d'énergie envoyée par le déclencheur, les courants de Foucault induits dans la plaque conductrice la repousse violemment de la bobine ce qui oblige les ressorts à la renvoyer (figure 1-5). Le mouvement de la plaque produit ainsi l'onde acoustique. Le dispositif de réception et d'enregistrement du signal est le même que le sparker.

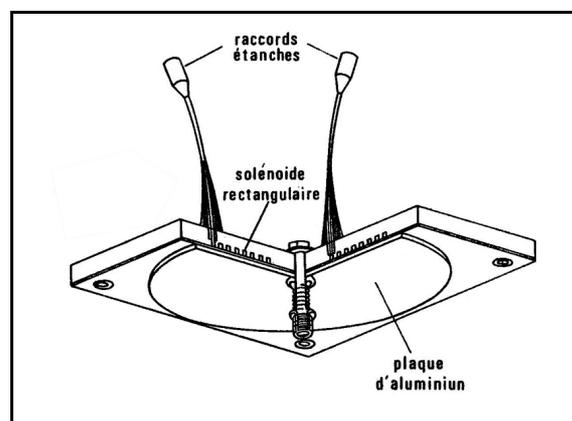


Figure 1-5 : Schéma de principe du Boomer.

1.2.1.3. Le système « Sondeur de sédiments »

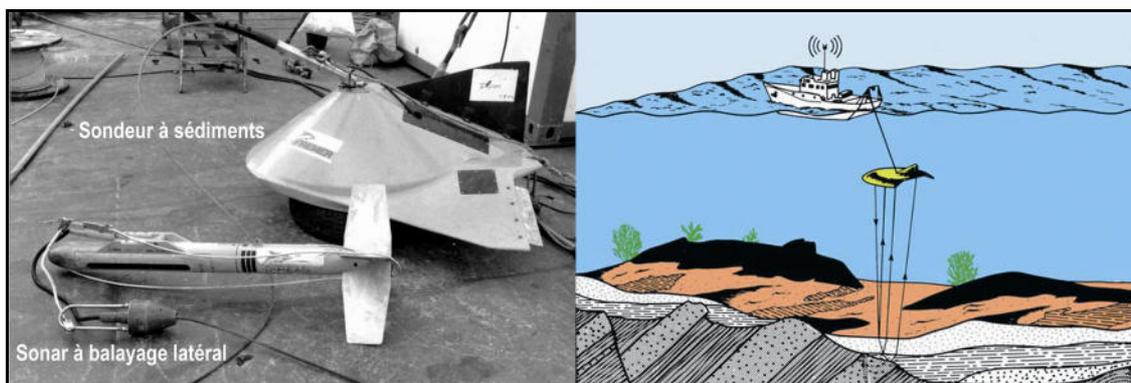


Figure 1-6 : Fonctionnement du sondeur de sédiments.

Le sondeur de sédiments est utilisé pour la reconnaissance des couches superficielles des fonds marins non consolidés, afin de déterminer leur structure sédimentaire avec une résolution de l'ordre de 40 cm, jusqu'à des profondeurs de l'ordre de cinquante mètres.

Un système émetteur-récepteur est remorqué à l'arrière du navire (figure 1-6). Il envoie une impulsion de fréquence de 2,5 kHz qui est réfléchiée par le fond et par les premiers réflecteurs sous le fond puis capturée par le récepteur. Le poisson est remorqué à une vitesse comprise entre 3 et 5 noeuds, à immersion constante de 5 mètres.

1.2.1.4. Le Chirp

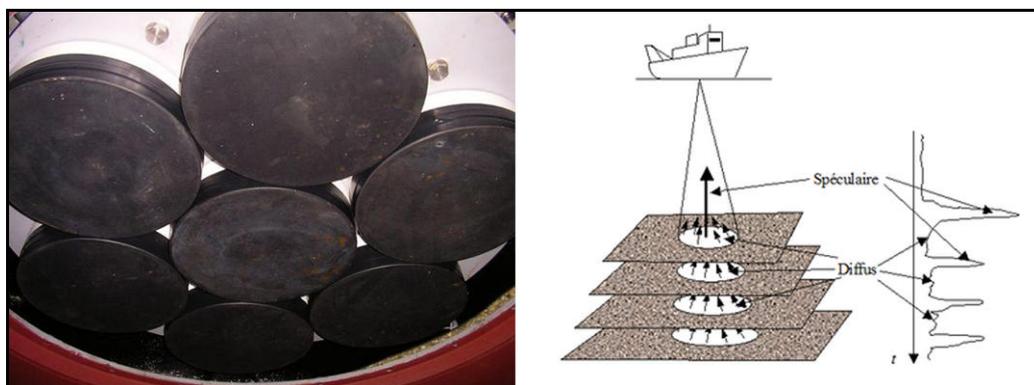


Figure 1-7 : Photographie du Chirp et principe de fonctionnement.

Tout comme le sondeur de sédiments, le *Chirp* permet une étude de détail des couches superficielles de sédiments non consolidés. De plus, son principe de fonctionnement est également semblable au sondeur de sédiments, à ceci près que l'antenne acoustique est fixée sous la coque du bateau (figure 1-7). Elle est constituée de plusieurs transducteurs utilisés à la fois comme émetteur et récepteur (diamètre d'un transducteur : environ 30cm).

Les sondeurs de sédiments des navires hauturiers ont une bande passante comprise entre 1,8 kHz et 5,3 kHz et peuvent être mis en œuvre par des profondeurs de 10 m à environ 4 000 m. La pénétration peut atteindre 100 m dans des sédiments meubles et la résolution verticale est inférieure à 30 centimètres.

1.2.2. Carottiers

1.2.2.1. Carottier AMDrill

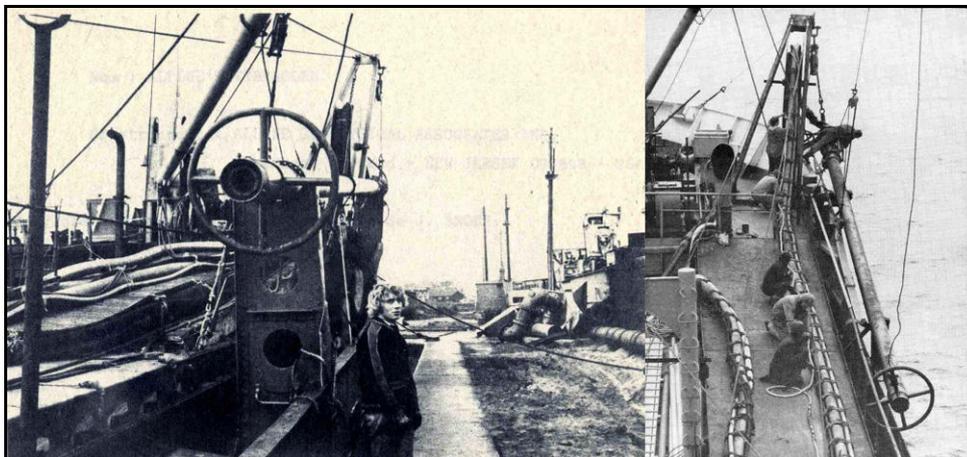


Figure 1-8 : Carottier AMDrill.

L'AMDrill a été développé par la société britannique Alluvial Mining pour l'analyse de dépôts alluvionnaires (figure 1-8). Cet équipement peut prélever des galets excédants 15 cm de diamètre et est utilisé notamment dans l'évaluation des réserves sous-marines de sables et graviers, l'exploration et la prospection minière ainsi que les études de faisabilité géotechnique. L'AMDrill autorise un prélèvement d'échantillons en continu mais dépendant de la vitesse de pénétration du tube ; de ce fait la collecte de sédiments ne s'effectue pas toujours à intervalles réguliers.

L'outil de forage, pesant 1,5 tonne, est constitué de deux tubes coaxiaux de 12 m de long dont le diamètre du tube extérieur est de 25,4 cm pour le tube extérieur et de 15,24 cm pour le tube intérieur. Les échantillons remaniés issus du forage sont remontés du fond de la mer vers un collecteur d'échantillons, situés sur le pont du navire. Le décalage de la base du tube intérieur (toujours en retrait) par rapport à la base du tube extérieur est ajustable et fonction de la nature des sédiments traversés.

Un marteau pneumatique, fixé à la tête de la colonne de fonçage et protégé par une housse imperméable, aide à la pénétration du carottier à travers les sédiments. Dans l'espace annulaire entre les deux tubes sont injectés de l'air comprimé et de l'eau pressurisée en proportions variables (généralement 70 % d'air et 30 % d'eau) ; la proportion du mélange est réglable pendant le fonçage. Ce mélange, libéré par les « jets » facilite la désintégration et la fluidification de sédiments compactés et/ou permet à l'échantillon de pénétrer dans l'orifice du tube interne et flexible du carottier.

Les prélèvements, constitués d'air, d'eau et de sédiments sont alors conditionnés dans des tubes et nécessitent un temps de latence pour permettre la décantation de la fraction fine en raison de la quantité d'eau présente.

Une collerette reposant sur le fond et dans laquelle coulisse la colonne au fur et à mesure de son enfoncement, permet de repérer avec précision la profondeur de

pénétration de l'outil grâce à un échosondeur fixé à l'extrémité supérieure de la colonne. La verticalité du forage est contrôlée par deux inclinomètres disposés le long de la conduite. Profondeur de pénétration et inclinaison du forage sont donc enregistrées et surveillées tout au long de l'opération grâce à un module de commande situé sur le pont et à proximité du module de contrôle de l'opérateur.

Ce système a l'avantage de la rapidité d'avancement dans le sous-sol mais le gros inconvénient de ne fournir que des échantillons partiels et remaniés, qui ne constituent en aucun cas de vraies carottes.

1.2.2.2. *Vibro-carottier Zenkovitch*

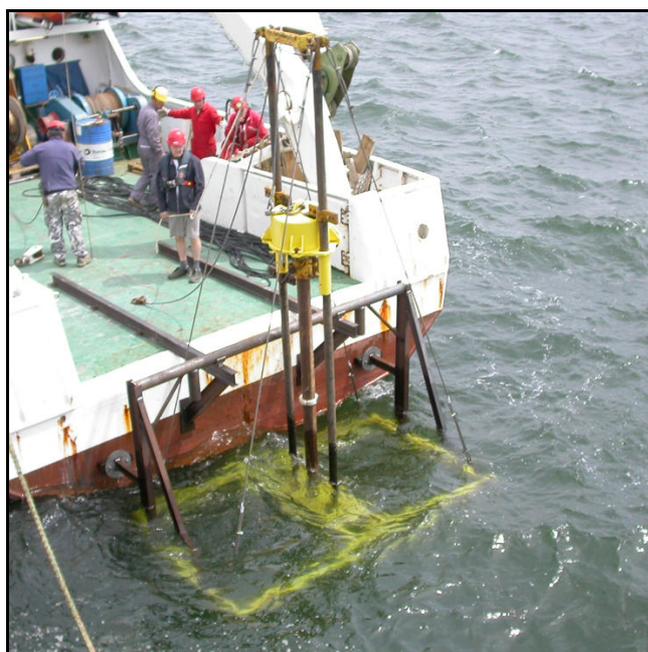


Figure 1-9 : Mise à l'eau du carottier Zenkovitch.

Cet appareil utilise le principe de la vibration et de la percussion, qui permet à un bloc moteur étanche coulissant le long de deux mâts solidaires d'un châssis métallique rectangulaire, d'enfoncer un tube dans le sous-sol (figure 1-9). Quatre haubans d'acier assurent la rigidité de l'ensemble qui pèse environ 1,3 tonne.

Les vibrations sont créées par un moteur entraînant deux balourds excentrés ou synchrones et la percussion est produite grâce à un moteur électrique.

Lors de la descente vers le fond de la mer, un compresseur placé à bord injecte de l'air dans le carottier par l'intermédiaire d'un conduit souple pour empêcher le remplissage d'eau du carottier. Cet air est chassé progressivement au fur et à mesure de l'enfoncement du carottier dans les sédiments.

Le carottier Zenkovitch permet une investigation jusqu'à 100 m de profondeur et la récupération de carottes non remaniées d'une longueur de 5 à 8 m pour un diamètre de 10 centimètres. Il est facile à manipuler et autorise une cadence d'échantillonnage de l'ordre d'une dizaine de stations par jour.

1.2.2.3. Vibro-carottier RICE

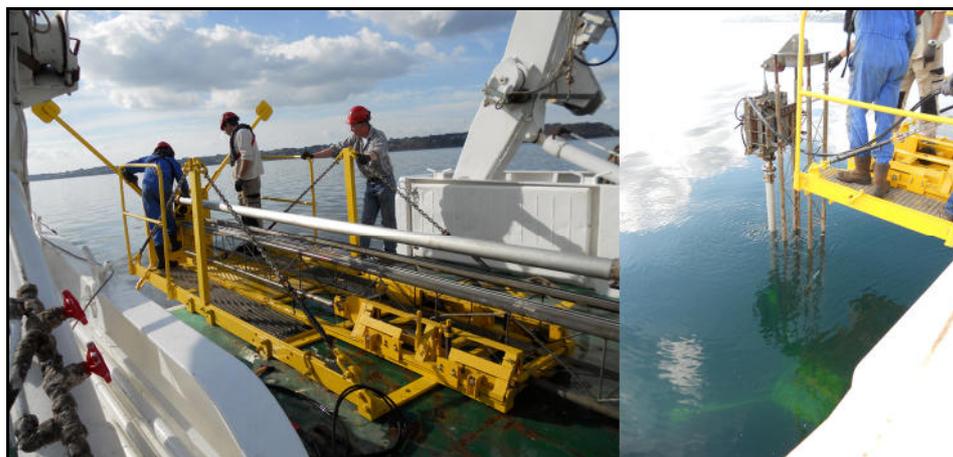


Figure 1-10 : Mise en oeuvre du carottier Rice.

Il est formé d'une colonne d'environ 6 m reposant sur un châssis muni de quatre pieds (figure 1-10) permettant de récupérer des carottes de sédiments non remaniées. Sur le pont du navire, une plateforme spécialement conçue pour la mise à l'eau du carottier est installée. Elle permet le basculement du carottier lors de sa mise à l'eau.

Un câble électrique fournit l'énergie nécessaire au moteur. Un tube en aluminium est fixé avant le carottage sous le marteau (figure 1-11). Ce tube sert à la fois de tube de carottier et de chemise pour la conservation des sédiments.

Lors de la mise en vibration de l'outil, le chariot soutenant le marteau et le tube vient coulisser le long de la colonne. L'opérateur arrête le sondage lorsque le dispositif arrive en bout de course ou rencontre une trop forte résistance.

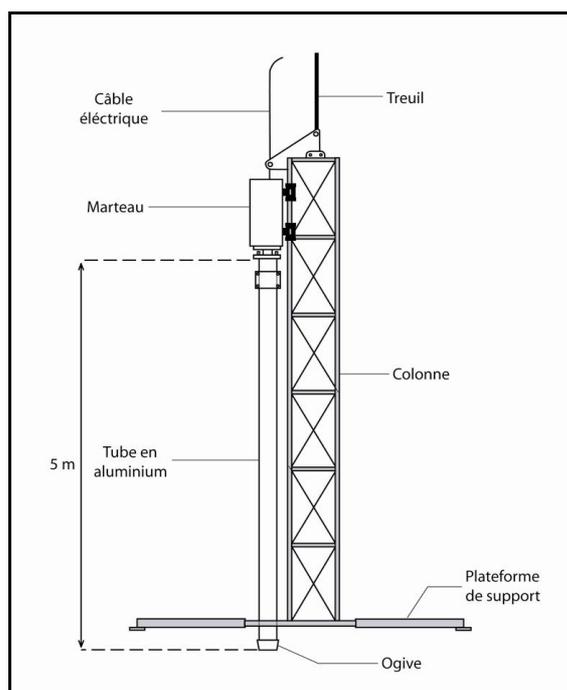


Figure 1-11 : Schéma de principe du carottier Rice.

1.2.2.4. Carottier H.A.M.

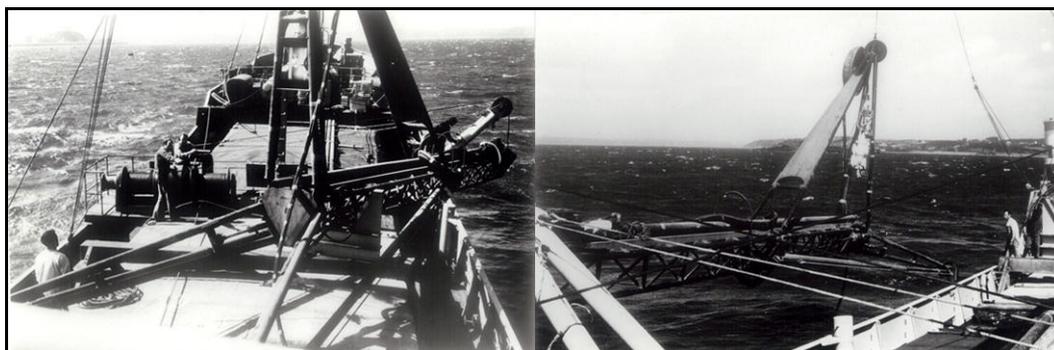


Figure 1-12 : Carottier H.A.M.
(à gauche: vue partielle ; à droite: mise à l'eau).

Ce carottier fut développé par la société hollandaise de dragage H.A.M. L'appareil d'un poids de 4 t est mis à l'eau en position horizontale puis descendu en position verticale jusqu'au fond où il repose sur trois pieds dont deux peuvent se replier à l'aide d'un système hydraulique (figure 1-12). Le troisième pied est fixe et sert de point de levage pour la mise à l'eau ou la rentrée à bord. Lorsque les pieds sont repliés la longueur totale de l'appareil est d'environ 15 mètres.

Le tube carottier mesure 10 m et s'enfonce dans les sédiments sous l'effet des percussions engendrées par un marteau hydraulique. Une sonde de mesure transmet en surface la profondeur d'enfoncement du tube et permet ainsi de contrôler à chaque instant l'avancée du sondage. Une pompe fixée sur l'appareil injecte de l'eau à une pression constante de 4 kg/cm² dans un espace annulaire du tube carottier. Un tube plastique double à l'intérieur le tube carottier jusqu'à 70 cm de sa base, hauteur à laquelle l'eau s'échappe. Le rôle de cette injection est de chasser le sédiment à l'enfoncement et d'empêcher ainsi le blocage du tube dans le sédiment. L'énergie fournie par une centrale hydraulique sur le pont du bateau est transmise au carottier par l'intermédiaire de flexibles immergés. L'énergie électrique transmise par câble au carottier est fournie par un groupe électrogène qui alimente également les treuils servant à la manutention du carottier.

Le tube carottier est terminé à sa base par une trousse coupante fermée par une « peau d'orange » en clinquant. Un tube intermédiaire entre la base du tube et l'ogive supporte à l'intérieur une gaine en nylon souple d'une longueur de 10 m enfilée sur un manchon d'acier et fermée à l'une de ses extrémités. L'enfoncement du tube entraîne le déroulement d'une « chaussette » de nylon et conduit à l'obtention d'une carotte de sédiment de 100 mm de diamètre.

Les carottes ainsi obtenues sont peu ou pas remaniées.

1.2.2.5. Carottier Kullenberg

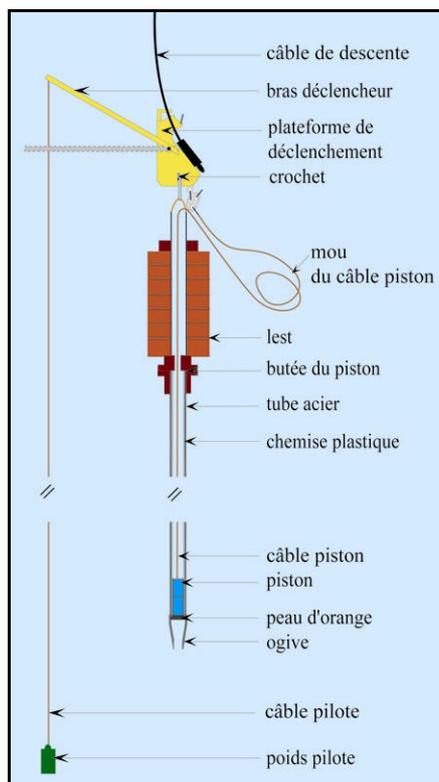


Figure 1-13 : Description du carottier Kullenberg (d'après Bourillet et al., 2007).

Le carottier à gravité « Kullenberg » est constitué d'un tube métallique surmonté d'un ensemble de masses pesant environ 800 kg (figure 1-13). Le carottage s'effectue par enfoncement du tube dans le sous-sol par gravité et la pénétration est favorisée par " l'effet seringue " du piston. Les prélèvements peuvent atteindre quelques dizaines de mètres pour les plus gros modèles appelés Calypso qui équipent notamment les navires hauturiers de l'Ifremer.

Le Kullenberg se compose de trois parties principales : la platine, l'ensemble lest/tube et le piston.

La platine constitue le mécanisme de déclenchement : équipée d'un bras déclencheur qui porte à son extrémité le poids pilote, c'est elle qui libère l'ensemble lest/tube au moment où le poids pilote rencontre le sol.

Le lest peut atteindre 10 t sur le navire *Marion Dufresne* (IPEV). On y fixe un train de tubes en acier terminé à sa base par une ogive en acier et une « peau d'orange » (système retenant les sédiments à l'intérieur du tube au moment de sa remontée). On installe également à l'intérieur du train de tubes un cylindre en plastique appelé « chemise » permettant la récupération et le conditionnement des sédiments prélevés.

Le piston vient se placer dans la chemise. Il favorise la pénétration du carottier par un « effet seringue ». En début de carottage, il se place à la base de la chemise. Il est relié à la platine par un câble dont la longueur tendue est égale à la distance

entre l'ogive et le haut du lest. La partie externe de ce câble forme une boucle dont la longueur est légèrement supérieure à la hauteur de chute du carottier afin de compenser le rappel élastique du câble.

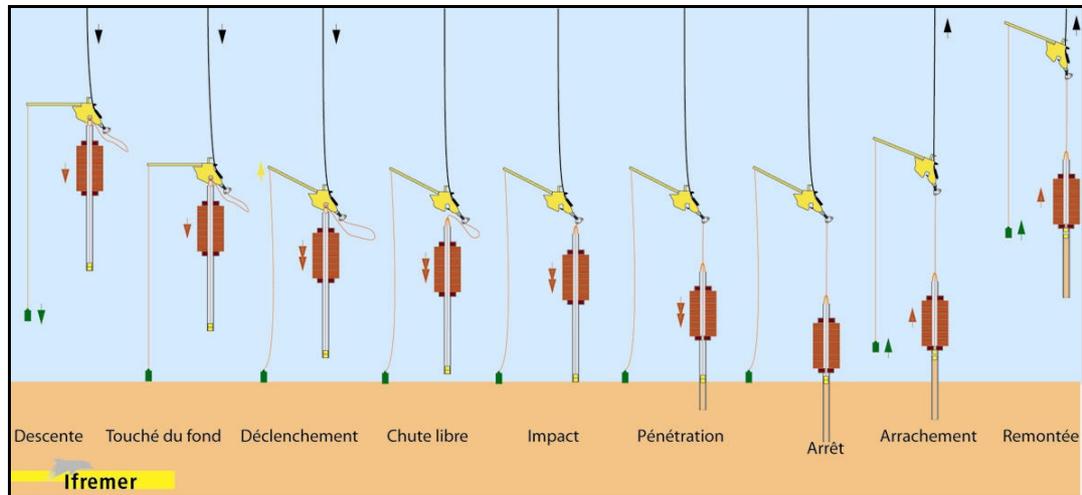


Figure 1-14 : Principe de fonctionnement du carottier Kullenberg (d'après Bourillet *et al.*, 2007).

Le carottage se déroule suivant trois phases principales (figure 1-14) : tout d'abord lors de la descente du carottier, au moment où le poids pilote rencontre le sol, c'est le déclenchement. Le bras de levier est déséquilibré entraînant ainsi le décrochement de l'ensemble lest/tube. La platine, libérée de sa charge a alors tendance à remonter : c'est le rappel élastique.

Par la suite le carottier amorce une descente en chute libre. Le piston, maintenu fixé à la base du tube par un fil cassant, entraîne le câble fixé à la platine et dévide la boucle. Grâce au lest, le carottier acquiert au cours de sa chute une partie de l'énergie nécessaire à son enfoncement dans les sédiments.

La dernière phase est la pénétration. Au moment de l'impact de l'ogive sur le fond, l'effet du rappel élastique sur le piston a cessé et celui-ci est stationnaire au niveau du sol. Le sédiment entre ainsi dans le tube

1.2.2.6. Tour de sondage Ludion



Figure 1-15 : Tour de sondage Ludion.

Le Ludion est une tour de sondage développée par EDF et utilisée principalement dans les années 1950. Il atteint une hauteur de 40 m et sa stabilité est assurée par une semelle de 150 t et de 17 m de diamètre extérieur, permettant ainsi à l'engin de résister à des conditions de houles et de courants forts (figure 1-15). En son sommet se trouve une plateforme surmontée de trois derricks.

Un caisson cloisonné lui permet de s'arracher du fond et de venir flotter en surface pour son transfert d'un point à un autre par remorquage.

1.2.3. Moyens de positionnement

Les indications relatives au positionnement des travaux dans les différentes campagnes de l'inventaire, relevées dans les rapports correspondant fixent leur précision à une dizaine de mètres. La précision du système de radionavigation DECCA* est estimée de l'ordre d'une centaine de mètres avec en moyenne un décalage d'une cinquantaine de mètres.

Cependant les moyens de positionnement ont évolué au cours du temps et ont été perfectionnés. La précision du système local TORAN* est d'une cinquantaine de mètres.

De ce fait, le positionnement des travaux et donc des ressources ne peuvent pas être garantis avec une précision inférieure à la centaine de mètres.

Depuis quelques années, l'utilisation du système de positionnement par satellite GPS* et plus récemment du système DGPS* permet un repérage fiable et continu avec une précision de l'ordre de quelques mètres pour le premier et de l'ordre du mètre pour le second.

2. Recensement et analyse qualitative des données géologiques existantes

2.1. Façade « Bretagne »

Les sources d'informations disponibles se répartissent entre :

- les rapports des campagnes de l'inventaire national des granulats marins, réalisés entre 1972 et 1980 ;
- le rapport relatif à l'étude de la pollution des sédiments des baies de Morlaix et Lannion par les hydrocarbures suite au naufrage du navire *Amoco Cadiz* (mars 1978) ;
- le rapport sur la recherche de gisements de maërl au large de la Bretagne (1987-1990) ;
- des travaux scientifiques postérieurs à l'inventaire national.

2.1.1. Recensement des données

2.1.1.1. Campagnes océanographiques réalisées dans le cadre de l'inventaire national des granulats marins

Les données des 11 campagnes réalisées (tableau 2.1 et figure 2.1) dans le cadre de l'inventaire national des granulats marins sont exposées dans 15 rapports.

| Campagne | Date | Maître d'ouvrage | Opérateur | Navire | Système de positionnement | Travaux réalisés (Outils) |
|------------------------|--------------------|------------------|-----------------|------------------------|---------------------------|-------------------------------|
| Sagrananche | juillet 1972 | CNEXO | BEICIP | Petite Marie-Françoise | TORAN | Sismique (Sparker) |
| Nord Bretagne | septembre 1972 | CNEXO | Alluvial Mining | Irène S | TORAN | Carottier AMDrill |
| Sables calcaires | mai à juillet 1972 | CNEXO | BRGM | Plutéus | TORAN/DECCA | Sismique (Boomer) |
| Lorient 73 | juillet 1973 | CNEXO | BEICIP | Petite Marie-Françoise | TORAN | Sismique (Sparker) |
| Banc du Four | septembre 1974 | CNEXO | BRGM | Dicky | TORAN | Carottier H.A.M. |
| Lorient – Taillefer 75 | mai et juin 1974 | CNEXO | BEICIP | Petite Marie-Françoise | TORAN | Sismique (Sparker 200 joules) |
| Lorient – Taillefer 75 | mai 1975 | CNEXO | BRGM | L'Arguenon | TORAN | Vibro-carottier |
| Lannion 79 | juillet 1979 | CNEXO | BRGM | Tina | TORAN/DECCA | Sismique (Sparker) |
| Lannion 79 | juillet 1979 | CNEXO | BRGM | Le Roselier | TORAN/DECCA | Vibro-carottier |
| Chausey 80 | juillet 1980 | CNEXO | CNEXO | Saint Michel | TORAN/DECCA | Sismique (Sparker) |
| Chausey 80 | septembre 1980 | CNEXO | BRGM | Timac | TORAN/DECCA | Vibro-carottier |

Tableau 2-1 : Campagnes de l'inventaire national des granulats marins sur la façade "Bretagne".

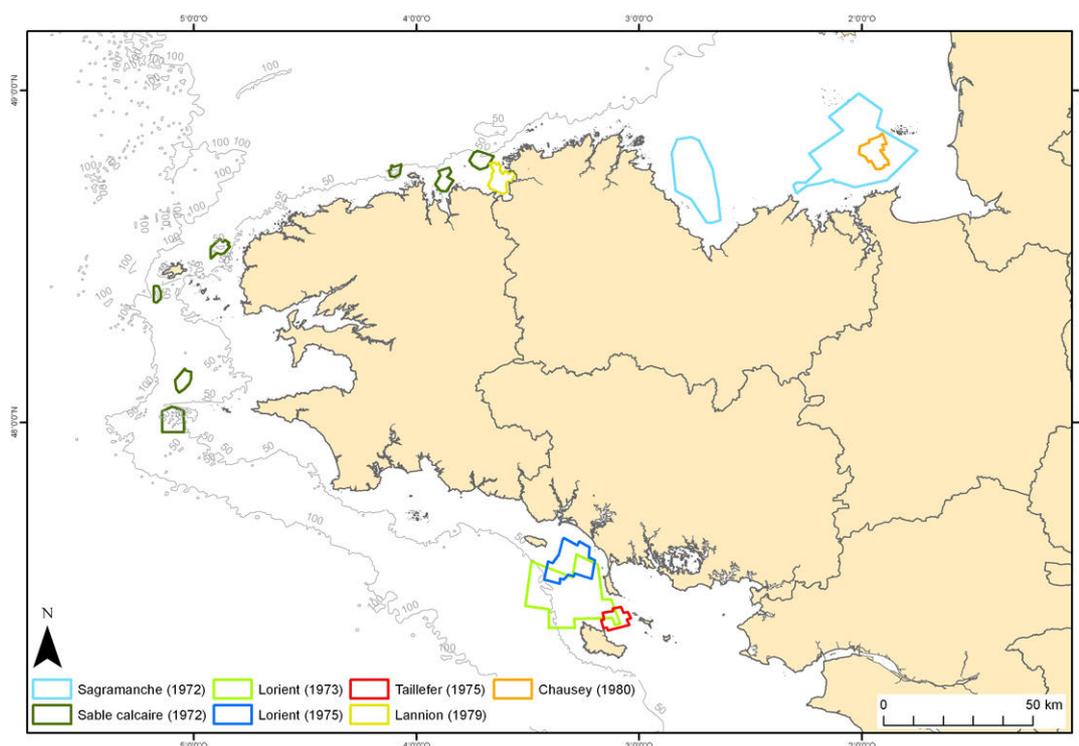


Figure 2-1 : Localisation des différentes campagnes effectuées sur la façade "Bretagne".

2.1.1.1.1 Sagramanche

BEICIP (1972) - Recherche de sables et graviers dans le golfe de Saint-Malo. *Contrat CNEXO 1972/508.*

Ce document publié en Janvier 1973 présente les résultats d'une campagne de sismique réalisée en Juillet 1972 au Sud-Ouest des Îles Chausey par la société BEICIP. Il répond à un contrat passé avec le CNEXO (convention 72-508).

Outre un rapport décrivant le déroulement de la mission, le dépouillement et l'interprétation des données, ce document comporte un jeu de quatre cartes à l'échelle 1/50 000 qui présente, pour les deux zones d'études (Saint-Malo et Saint-Brieuc), un plan de position des profils et des carottages réalisés au cours de la campagne ainsi qu'un plan des isopaques des sédiments meubles.

2.1.1.1.2 Nord-Bretagne

ALLUVIAL MINING (1972) - Report on the AMDrill sampling survey undertaken on the continental shelf off the northern coast of France, part three: North Brittany. *Contrat CNEXO 1972/549.*

Ce rapport présente les résultats d'une campagne de carottages réalisée par la société britannique Alluvial Mining pour le site « Bretagne Nord ».

En plus de décrire le déroulement de la campagne, ce rapport contient les différentes informations sur les sondages réalisés : coordonnées, longueur, profondeur d'eau, lithologie et log. Un jeu de deux cartes à l'échelle 1/50 000

donne le positionnement des sondages et le pourcentage des différents constituants d'un point de vue granulométrique et lithologique.

2.1.1.1.3 Sables calcaires

BRGM (1972) - Prospection de sables calcaires organogènes au large de Roscoff et en Iroise. *Contrat CNEXO-Ciments Français-Ciments Lafarge, rapport 72 SGN 417 MAR.*

Rédigé en Novembre 1972, par MM. Horn, Le Gorgeu et Le Lann du service de Géologie Marine du BRGM, ce document présente les résultats d'une campagne de reconnaissance sismique et de dragage menée par le BRGM à la demande du CNEXO au cours du printemps 1972. Huit sites situés au Nord de la Bretagne et en mer d'Iroise ont été prospectés à l'aide d'un boomer pour la partie sismique et d'une drague Picard pour les prélèvements.

Un rapport présente le cadre de l'étude, le déroulement de la campagne, les outils utilisés ainsi qu'une interprétation des coupes données par la sismique, la morphologie des dunes observées et un volume estimé pour chacun des gisements.

Pour chacun des sites, trois cartes ont été dressées : la carte bathymétrique, la carte des isopaques des sédiments meubles et le plan de position des prélèvements. L'échelle de ces cartes varie, en fonction de l'extension du site, du 1/10 000 au 1/25 000. Par ailleurs, un bloc diagramme en trois dimensions de la topographie du fond marin accompagne ces cartes et permet de visualiser la morphologie du fond.

2.1.1.1.4 Lorient 1973

BEICIP (1973) - Recherche d'agrégats marins au Sud de la Bretagne. *Contrat CNEXO 1973/767, rapport 30687.*

Ce document présente les résultats d'une campagne préliminaire de sismique et de dragage menée par la société BEICIP sur les zones de Lorient et Saint-Nazaire. Le secteur de Saint-Nazaire a déjà été pris en compte lors de la première étude de l'inventaire des ressources en granulats marins (façade « Loire-Gironde »).

Un rapport présente les moyens mis en œuvre au cours de la campagne, le déroulement des opérations et les résultats de la prospection. Il s'accompagne d'un jeu de carte à l'échelle 1/100 000 comprenant pour chacun des sites prospectés le plan de positionnement des travaux, la carte bathymétrique, la carte géomorphologique et la carte des isopaques des dépôts meubles.

2.1.1.1.5 Banc du Four

BRGM (1974) - Sables biodétritiques calcaires de l'Ouest de la Bretagne. *Contrat CNEXO, rapport 74 SGN 366 MAR.*

Cette campagne fait suite à la reconnaissance des dunes calcaires menée par le BRGM en 1972 (cf. § 2.1.1.1.3 *Sables calcaires*) au cours de laquelle l'exploration de huit dunes de sables calcaires par sismique réflexion et prélèvements superficiels fut menée. Le but de cette nouvelle campagne était de réaliser des

carottages sur les sites jugés les plus favorables à une exploitation pour les cimentiers, c'est-à-dire le banc du Four et le Haut-fond d'Armen. Malheureusement des conditions météorologiques défavorables et un dysfonctionnement du carottier rendirent impossible l'étude du Haut-fond d'Armen.

Rédigé en octobre 1974 par MM. Le Lann et Monclar, ce rapport présente la description de chacune des carottes réalisées ainsi qu'un plan de positionnement à l'échelle 1/11 023.

2.1.1.1.6 Lorient 1975 et Taillefer 1975

BEICIP (1975) - Recherche d'agrégats marins au Sud de la Bretagne. *Contrat CNEXO 1974/11.055, rapport 30864.*

Cette étude fait suite à une première campagne de sismique et dragages menée en Juillet 1973 par la société BEICIP (cf. § 2.1.1.1.4 Lorient 1973). Cette étude préliminaire, réalisée avec un maillage large, avait mis en évidence l'existence de trois cibles potentiellement exploitables : les zones Lorient, Saint-Nazaire et Taillefer. Une nouvelle campagne de sismique et de dragage fut donc menée par la même société entre mai et juin 1974 afin d'approfondir les connaissances sur ces sites. Les mêmes outils furent utilisés mais avec un maillage plus fin (1 km d'espacement entre les profils contre 4 km lors de la première campagne).

Ce document présente la synthèse des données de sismique et dragage obtenues au cours de cette seconde campagne. Il comporte, en plus du rapport, le plan de positionnement des travaux, une carte bathymétrique (équidistance des courbes 2,5 m), une carte des épaisseurs de l'ensemble des dépôts meubles (équidistance des courbes 5 m) et une carte des épaisseurs des dépôts non grossiers (équidistance des courbes 5 m). Ces cartes sont à l'échelle 1/25 000.

BRGM (1975) - Recherche par sondages des granulats marins au Sud de la Bretagne. *Contrat CNEXO 1975/1262/B, rapport 75 SGN 205 MAR.*

Ce rapport présente le déroulement de la campagne de carottage réalisée à bord du navire *l'Arguenon* par le BRGM en mai 1975, à la suite de la campagne de sismique décrite auparavant. Il se compose de trois cartes de localisation des sondages à l'échelle 1/25 000 et d'un rapport décrivant le déroulement des opérations, la profondeur d'eau (corrigée de la marée), la pénétration du tube, la longueur des carottes récupérées, le pourcentage de récupération et les coordonnées en TORAN et en mode géographique (ellipsoïde non spécifié). Les sites étudiés sont les mêmes que pour l'étude « sismique », à savoir Lorient, Saint-Nazaire et Taillefer.

Laboratoire Pont et Chaussées de Saint-Brieuc (1975) - Recherche de granulats marins au Sud de la Bretagne. *Dossier 44.4.1.235.*

A la suite de la campagne de sondage réalisée par le BRGM, l'analyse des carottages fut confiée au laboratoire des Ponts et Chaussées de Saint Brieuc. Ce rapport propose pour chaque sondage le résultat des analyses géotechniques : granulométrie, équivalent de sable, proportion de micas et feldspaths et teneur en

CaCO₃. Les mesures effectuées permettent de qualifier l'exploitabilité des matériaux en fonction des normes des sables à béton en vigueur à l'époque. A noter que l'annexe 1 concernant le site de Lorient est manquante.

CNEXO (1976) - Recherche de granulats marins pour l'approvisionnement de la Bretagne. Les gisements du Sud de la Bretagne, Mars 1976.

Ce document synthétise les résultats obtenus au cours des campagnes Lorient 1973, Lorient 1975 et Taillefer 1975. On y trouve un rapport qui reprend le cadre général de l'étude (contexte économique et géologie de la zone étudiée). Par ailleurs, les différents gisements recensés sont présentés à travers leur lithologie, leur volume estimé et leur composition. Enfin, des études à prévoir en vue de l'exploitation des gisements sont préconisées. En annexe, on trouve la description des campagnes de prospection ainsi que pour chacune des zones prospectées un tableau regroupant pour chaque sondage sa position (en DECCA et en coordonnées géographiques) ainsi que la profondeur et la pénétration (en m). Enfin la méthodologie mise en place pour estimer le volume d'un gisement est décrite. Les courbes granulométriques des essais ainsi que les analyses chimiques (pourcentage de CaCO₃) réalisées sur les échantillons sont également jointes en annexes. Enfin pour chaque zone, une carte donne la bathymétrie, l'épaisseur des sédiments meubles, la localisation des sondages et leur composition ainsi que la granulométrie des carottes.

2.1.1.1.7 Lannion 1979

BRGM (1979) - Recherche de granulats marins en baie de Lannion, étude bibliographique. *Contrat CNEXO, rapport 79 SGN 556 MAR.*

Dans le cadre d'un contrat passé entre le CNEXO et le BRGM, il fut demandé au BRGM de réaliser la synthèse bibliographique des connaissances géologiques et géophysiques pour la baie de Lannion. Ce travail a permis de rappeler la découverte en 1967 d'une paléovallée prolongeant en mer celle du Léguer, lors d'une campagne sismique menée par le BRGM.

Le but de ce travail était de préparer la réalisation d'une campagne de géophysique suivie d'une campagne de carottage afin de découvrir de nouveaux gisements de granulats. Outre le rapport présentant le cadre général de la baie de Lannion (situation géographique, environnement océanographique, morphologie sous-marine,...), on y trouve la nature du substratum et de la couverture sédimentaire meuble.

BRGM (1979) - Recherche de granulats marins en baie de Lannion, étude par sismique réflexion continue. *Contrat CNEXO, rapport 79 SGN 547 MAR.*

Ce document présente les travaux d'acquisition de sismique continue et leur interprétation à la suite d'une campagne menée en juillet 1979 par le BRGM. On y trouve le plan de position des profils sismiques, une carte bathymétrique, une carte d'isopaques des sédiments meubles et une carte des isobathes du toit du substratum. Toutes ces cartes sont établies à l'échelle 1/10 000.

BRGM (1979) - Recherche de granulats marins en baie de Lannion. Rapport technique de la mission de sondages. *Contrat CNEXO, rapport 79 SGN 528 MAR.*

Ce rapport présente le déroulement de la mission de carottages réalisée par le BRGM en juillet 1979, faisant suite à la campagne de sismique présentée précédemment. On y trouve la description des opérations au cours de la mission et pour chaque sondage un tableau regroupe plusieurs informations : heure de début et fin de sondage, position en DECCA et observations éventuelles.

2.1.1.1.8 Chausey 1980

BRGM (1980) - Recherche de granulats au Sud Ouest des îles Chausey (golfe Normand-Breton) : étude par sismique réflexion continue. *Rapport 80 SGN 918 MAR.*

Cette mission réalisée en juillet 1980 avait pour but d'évaluer la répartition et l'épaisseur de la couverture sédimentaire au large des îles Chausey. Ce document présente les résultats de cette campagne à travers un rapport et un jeu de trois cartes : la carte de positionnement des profils sismiques, la carte bathymétrique de la zone et la carte des isopaques des sédiments meubles. Ces trois documents sont à l'échelle 1/25 000.

BRGM (1980) - Recherche de granulats au Sud Ouest des îles Chausey (golfe Normand-Breton) : campagne de vibrosondages. *Contrat CNEXO, rapport 80 SGN 675 MAR.*

Ce rapport présente la campagne de sondage réalisée en juillet 1980 par le BRGM afin de préciser les résultats observés au cours de la campagne sismique. Un rapport présente le déroulement de la mission, les moyens mis en œuvre et un tableau qui donne pour chaque sondage sa position (en DECCA), la profondeur (brute et corrigée de la marée), le temps de vibration, la longueur de la carotte ainsi que des remarques éventuelles. A cela s'ajoute un plan de position des sondages à l'échelle 1/50 000.

CNEXO (1982) - Recherche de granulats marins dans le golfe Normand-Breton, Avril 1982.

Il s'agit de la synthèse des résultats obtenus grâce aux deux campagnes réalisées précédemment par le BRGM. On y trouve le contexte économique de l'exploitation des granulats marins en Bretagne ainsi que le cadre géologique. Les résultats obtenus sont présentés par la suite pour la sismique réflexion et les carottages à travers deux cartes (échelle non spécifiée) donnant tout d'abord la position des travaux et par ailleurs les isopaques des sédiments meubles et la granulométrie des carottes. En conclusion le gisement est présenté du point de vue de sa composition granulométrique et de son volume. Dans les annexes, on trouve pour chaque prélèvement réalisé une fiche descriptive avec le log, la description de la carotte et les numéros d'échantillons ainsi qu'une courbe granulométrique.

2.1.1.2. Travaux réalisés hors inventaire national

2.1.1.2.1 Pollution par les hydrocarbures de l'Amoco Cadiz

CNEXO – Pollution par les hydrocarbures de l'*Amoco Cadiz* des sédiments des baies de Morlaix et Lannion – étude CNEXO/NOAA.

A la suite du naufrage de l'*Amoco Cadiz* en mars 1978 et de la pollution engendrée sur les côtes bretonnes, une étude conjointe entre le CNEXO et le NOAA (National Oceanographic and Atmospheric Administration) fut menée pour évaluer la pollution des sédiments marins et suivre son évolution. Quatre campagnes de prélèvement furent donc menées entre juillet 1978 et février 1979. Au cours de l'une de ces campagnes, des prélèvements à l'aide du vibro-carottier Zenkovitch furent réalisés afin d'estimer l'impact de la pollution en profondeur.

Pour chaque prélèvement, une description lithologique des sédiments fut effectuée ainsi que des analyses chimiques pour déterminer le pourcentage d'hydrocarbures présent. Pour les carottes, une analyse granulométrique a également été réalisée.

Un document compilant les analyses de ces prélèvements fut publié. On y trouve notamment la description et l'analyse chimique des prélèvements à la benne et pour chaque carotte sa description lithologique sous forme de log ainsi que les courbes granulométriques.

2.1.1.2.2 Les gisements de maërl en Bretagne

AUGRIS C. et BERTHOU P. (1990) – Les gisements de maërl en Bretagne. Rapport Ifremer, 51 p., 27 cartes + annexes.

A la suite du travail réalisé par le CNEXO dans le cadre de l'inventaire des ressources en granulats marins, des gisements de sables siliceux et calcaires ont été identifiés en Bretagne. Grâce au soutien du Conseil Régional de Bretagne et du SNAM (Syndicat National des Armateurs Extracteurs de Matériaux Marins), une nouvelle étude fut entreprise pour approfondir les connaissances sur les sédiments calcaires marins : maërl et sable coquillier.

Huit sites furent étudiés : Erquy, Paimpol, Molène, Douarnenez, Concarneau, Lorient, Belle-Île et Houat/Hoëdic. Au cours de cette mission, trois outils furent utilisés : le sonar latéral, le sondeur de sédiment et le sondeur bathymétrique. Des prélèvements à la benne et au carottier Kullenberg permirent de déterminer la nature des sédiments.

Les résultats de cette étude furent restitués dans un dossier constitué d'un rapport, d'annexes et d'un jeu de 27 cartes.

Le rapport présente tout d'abord le contexte général de l'exploitation du maërl en Bretagne (gisements, volumes exploités, armements, ...) et les connaissances sur les gisements de maërl (définition, répartition, mise en place des gisements,...). Par la suite, le déroulement de la mission, les outils utilisés et les résultats des différentes missions de reconnaissance sont décrits. À cela s'ajoute un document annexe qui donne pour chaque prélèvement sa description lithologique (sous forme de tableaux pour les bennes et sous forme de logs pour les carottes), ses

coordonnées et le pourcentage de maërl qu'il renferme. Enfin pour chaque zone, des cartes allant du 1/50 000 au 1/14 400 donnent le positionnement des travaux et en fonction des données disponibles, la nature des fonds, l'épaisseur de la couverture sédimentaire et les activités halieutiques sur la zone.

À la fin du document, les accumulations de sables calcaires sont répertoriées et leurs caractéristiques présentées (volume, profondeur, teneur en CaCO_3 , MgCO_3 , SiO_2).

2.1.1.3. Travaux scientifiques postérieurs à l'inventaire des granulats marins

- AUGRIS C. & SIMPLET L. (coordinateurs) *et al.* (2011) – Atlas géologique de la baie de Lannion, 112 pages, 7 cartes, *Éditions Quæ*
- AUGRIS C. (coordinateur) *et al.* (2005) – Atlas thématique de l'environnement marin de la baie de Douarnenez, 135 pages, 20 cartes, *Éditions Ifremer*
- AUGRIS C., HAMON D. (coordinateurs) *et al.* (1996) – Atlas thématique de l'environnement marin en Baie de Saint Brieuc (Côtes d'Armor), 72 pages, 20 cartes, *Éditions Ifremer*
- BAIZE S. (1999) – Etude de la dynamique des dunes hydrauliques géantes du passage de la Déroute (Golfe Normand-Breton, France). *Mémoire de DEA de l'Université de Lille I et Paris XI-Orsay*
- BERNE S. (1991) – Architecture et dynamique des dunes tidales : exemples de la marge atlantique française. *Thèse de l'Université des Sciences et Techniques de Lille Flandres-Artois*
- EHRHOLD A. (1999) – Dynamique de comblement d'un bassin sédimentaire soumis à un régime méga-tidal : exemple de la Baie du Mont-Saint-Michel. *Thèse de l'Université de Caen*.
- FOLLIOU B. (2004) – La Grande Vasière : Etude sédimentologique de deux secteurs septentrionaux, *Mémoire de DEA*.
- GARLAN T. (2004) – Apports de la modélisation dans l'étude de la sédimentation marine récente. *Mémoire d'Habilitation à Diriger des Recherches de l'Université des Sciences et Techniques de Lille*
- GRAINDOR. M.J., ROBLLOT M.M. (1976) – Géologie sous-marine de la Baie du Mont-Saint-Michel et de ses abords, 268 pages, 1 carte, *Bulletin de la direction des études et recherches N°1/2 1976 EDF*
- LERICOLAIS G. (1997) – Évolution plio-quadernaire du fleuve Manche : stratigraphie et géomorphologie d'une plateforme continentale en régime périglaciaire. *Thèse de l'Université de Bordeaux I*.
- MARTY M. (1994) – Apports de la sismique très haute résolution à l'étude du système de paléovallées en rade de Brest, *Mémoire de DEA*.

- MENIER D. (2004) – Morphologie et remplissage des vallées fossiles Sud-armoricaines : apport de la stratigraphie sismique. *Thèse de l'Université de Rennes I.*
- PAILLARD M. (1993) – Impact géotechnique des engins de pêche traînants sur le fond - Approche préliminaire - Campagne IGEP 01, *Rapport Ifremer.*
- QUENTEL E. (2004) – Description des carottes de la baie de Douarnenez – Missions Canadou 3 et Vibarmor, *Rapport de stage Ifremer*
- QUESNEY A. (1983) – Manche Occidental et Mer Celtique – Etude des paléovallées, des fosses et des formations superficielles. *Thèse de l'Université de Caen.*
- WALKER P. (2001) – Dynamique sédimentaire dans le Golfe Normand-Breton – Intérêt de l'imagerie par sonar à balayage latéral. *Thèse de l'Université de Caen.*

2.1.2. Analyse qualitative des données

2.1.2.1. Présentation des informations relatives aux campagnes de l'inventaire national des granulats marins

Pour chaque campagne réalisée dans le cadre de l'inventaire national des granulats marins (cf. tableau 2-1 et figure 2-1) sont présentés successivement :

- une carte de localisation des travaux,
- un tableau descriptif de la campagne.

Une carte hors texte de situation des travaux comprenant deux feuilles à l'échelle 1/250 000 (projection de Mercator, latitude d'échelle conservée N48°, ellipsoïde WGS 84) est jointe au rapport pour la façade « Bretagne ».

2.1.2.1.1 Campagnes Sagramanche – Nord Bretagne

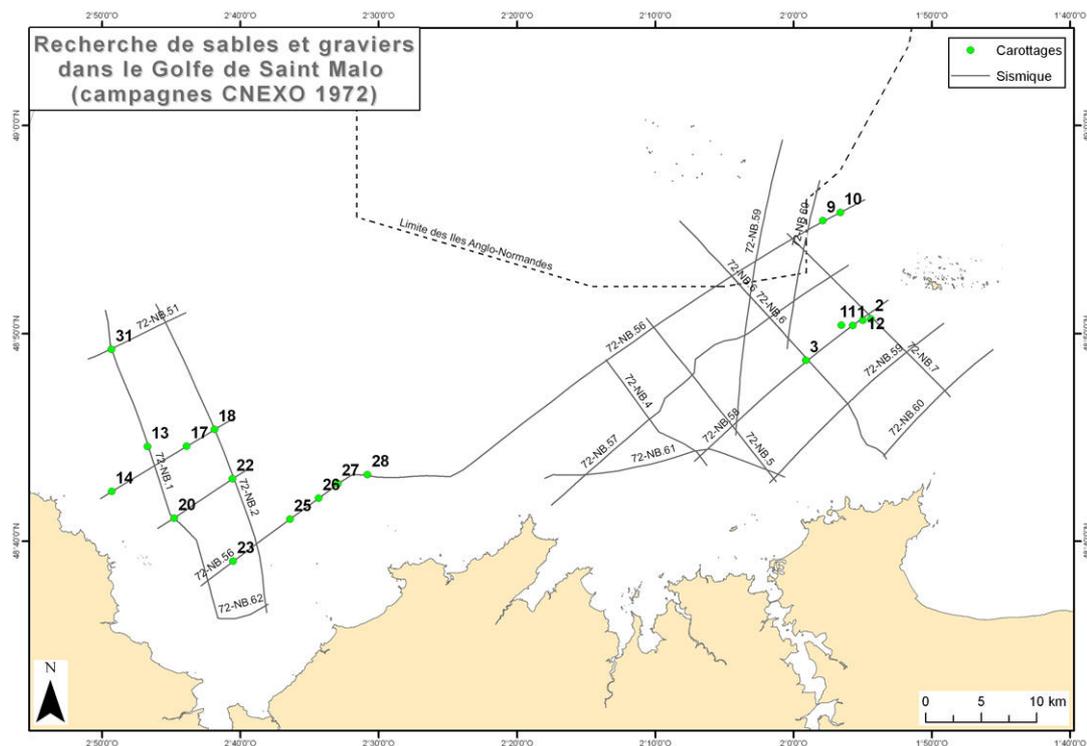


Figure 2-2 : Travaux réalisés lors de la campagne de recherche de granulats marins dans le golfe de Saint-Malo.

| | |
|------------------------------|--|
| Campagne | Sagramanche (1), Nord Bretagne (2) |
| Date Début | 4 juillet 1972 (1) et 30 août 1972 (2) |
| Date Fin | 9 juillet 1972 (1) et 6 septembre 1972 (2) |
| Chef Mission | P. Ville (1) |
| Navire | Petite Marie-Françoise (1) et Irène S. (2) |
| Opérateur | BEICIP-GEOTECHNIP (1) et Alluvial Mining (2) |
| Travaux | Sismique (1) et carottage (2) |
| Localisation | Département Géosciences Marines |
| Référence | Recherche de sable et graviers dans le Golfe de Saint Malo |
| Date Rapport | janvier 1973 |
| Maître ouvrage | CNEXO |
| Projection | Lambert II |
| Echelle | 1/50 000 |
| Système de navigation | Radionavigation TORAN |
| Nombre profils | 20 |
| Distance cumulée | 410 km |
| Outil | Sparker |
| Nombre carottages | 19 |
| Longueur cumulée | 56 m |
| Outil | AMDrill |

2.1.2.1.2 Campagnes Sables calcaires – Banc du Four

2.1.2.1.2.1 Secteur Ouest

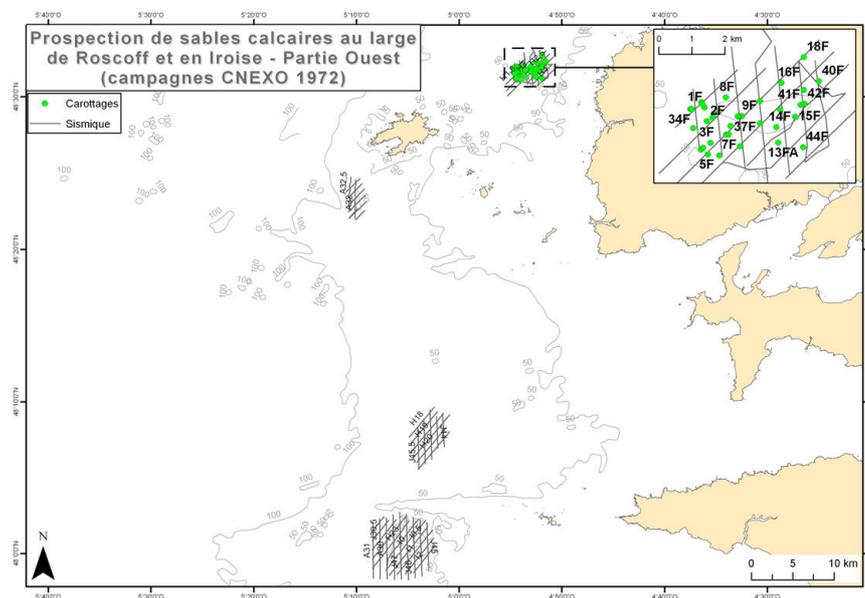


Figure 2-3 : Travaux réalisés lors des campagnes Sables calcaires (1972) et Banc du Four (1974).

| | |
|------------------------------|---|
| Campagne | Sables calcaires (1) et Banc du Four (2) |
| Date Début | 28 mai 1972 (1) et 9 septembre 1974 (2) |
| Date Fin | 12 juillet 1972 (1) et 5 octobre 1974 (2) |
| Chef Mission | J-P. Le Gorgeu (1) et F. Le Lann (2) |
| Navire | N/O Plutéus (1) et Dicky (2) |
| Opérateur | BRGM (1) et H.A.M. (2) |
| Travaux | Sismique (1) et carottage (2) |
| Localisation | |
| Référence | Prospection de sables calcaires organogènes au large de Roscoff et en Iroise (1) et Sables biodétritiques calcaires de l'Ouest de la Bretagne – Reconnaissance par sondages du Banc du Four (2) |
| Date Rapport | novembre 1972 (1) et octobre 1974 (2) |
| Maître ouvrage | CNEXO |
| Projection | Mercator (1) et NTF- Projection de Mercator N48° 32,00' (2) |
| Echelle | 1/10 000 (1) et 1/11 023 (2) |
| Système de navigation | Radionavigation TORAN/DECCA |
| Nombre profils | 109 |
| Distance cumulée | 430 km |
| Outil | Boomer |
| Nombre carottages | 35 |
| Longueur cumulée | 199 m |
| Outil | Vibro-carottier H.A.M. à alimentation électrique |

2.1.2.1.2.2 Secteur Est

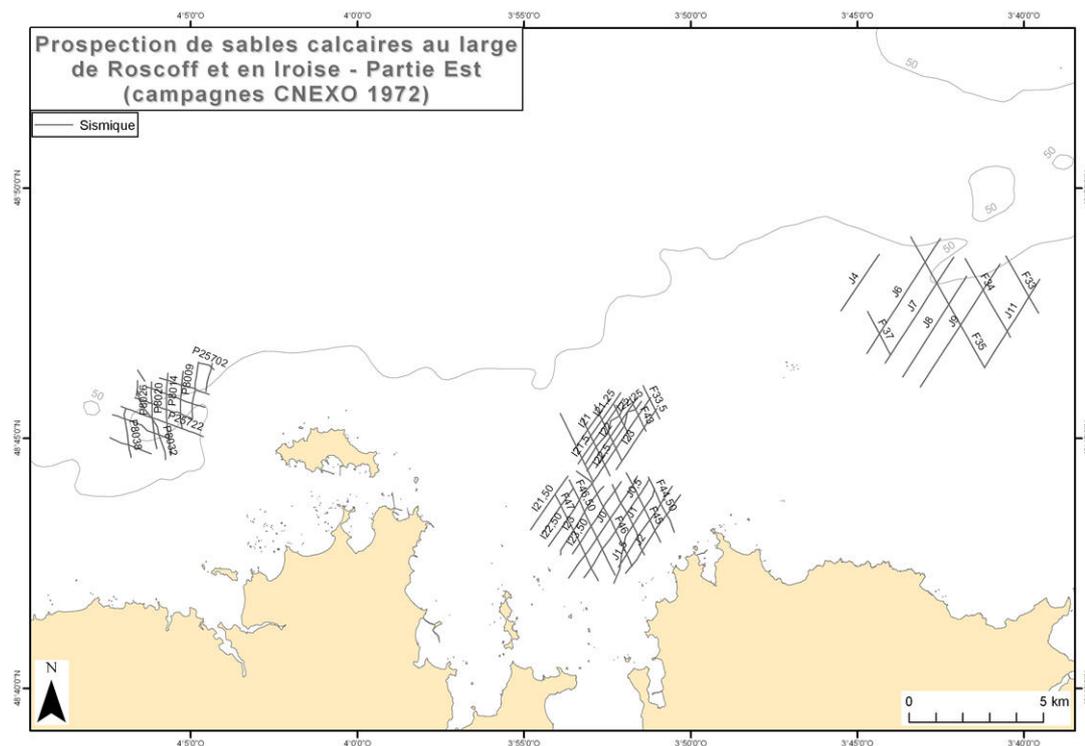


Figure 2-4 : Travaux réalisés lors de la campagne Sables Calcaires (secteur Est).

| | |
|------------------------------|--|
| Campagne | Sables calcaires |
| Date Début | 28 mai 1972 |
| Date Fin | 12 juillet 1972 |
| Chef Mission | J-P. Le Gorgeu |
| Navire | N/O Plutéus |
| Opérateur | BRGM |
| Travaux | Sismique et dragage |
| Localisation | |
| Référence | Prospection de sables calcaires organogènes au large de Roscoff et en Iroise |
| Date Rapport | novembre 1972 |
| Maître ouvrage | CNEXO |
| Projection | Mercator |
| Echelle | 1/10 000 |
| Système de navigation | Radionavigation TORAN/DECCA |
| Nombre profils | 109 |
| Distance cumulée | 430 km |
| Outil | Boomer |

2.1.2.1.3 Campagne Lorient 1973

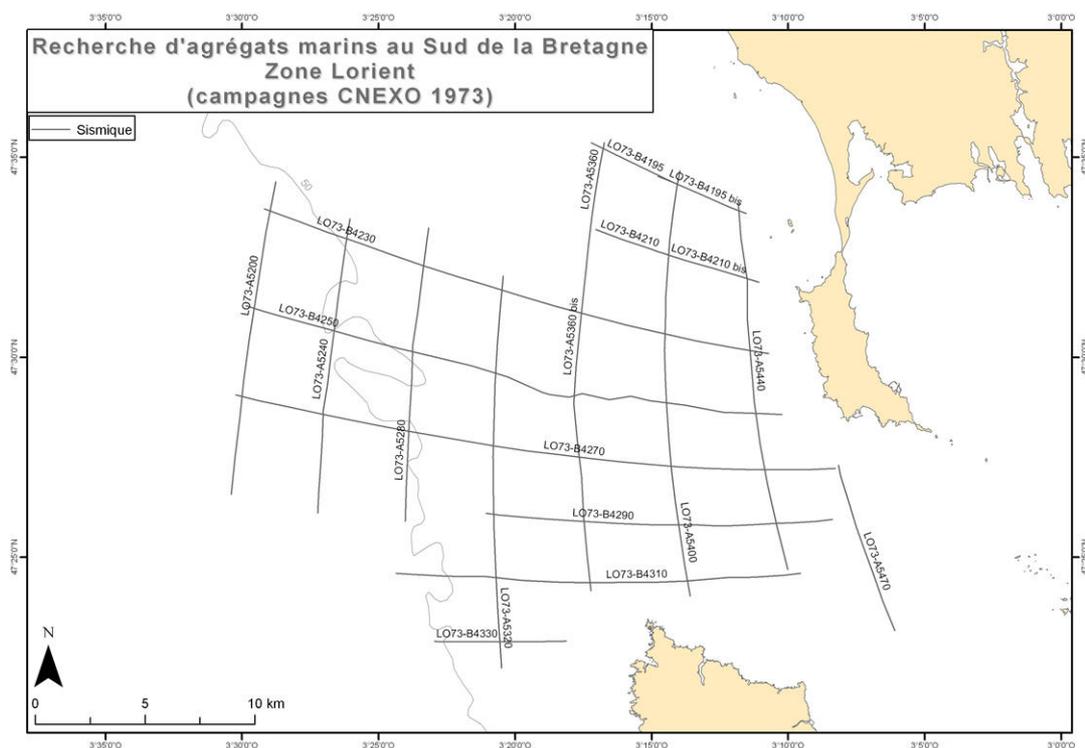


Figure 2-5 : Travaux réalisés lors de la campagne Lorient 1973.

| | |
|------------------------------|---|
| Campagne | Lorient 1973 |
| Date Début | 3 juillet 1973 |
| Date Fin | 6 juillet 1973 |
| Chef Mission | F. Lapierre |
| Navire | Petite Marie-Françoise |
| Opérateur | BEICIP |
| Travaux | Sismique |
| Localisation | Département Géosciences Marines |
| Référence | Recherche d'agrégats marins au Sud de la Bretagne - Etude par profils sparker et dragages |
| Date Rapport | décembre 1973 |
| Maître ouvrage | CNEXO |
| Projection | Lambert II |
| Echelle | 1/100 000 |
| Système de navigation | Radionavigation TORAN |
| Nombre profils | 19 |
| Distance cumulée | 261,2 km |
| Outil | Etinceleur (Sparker) |

2.1.2.1.4 Campagne Lorient 1975

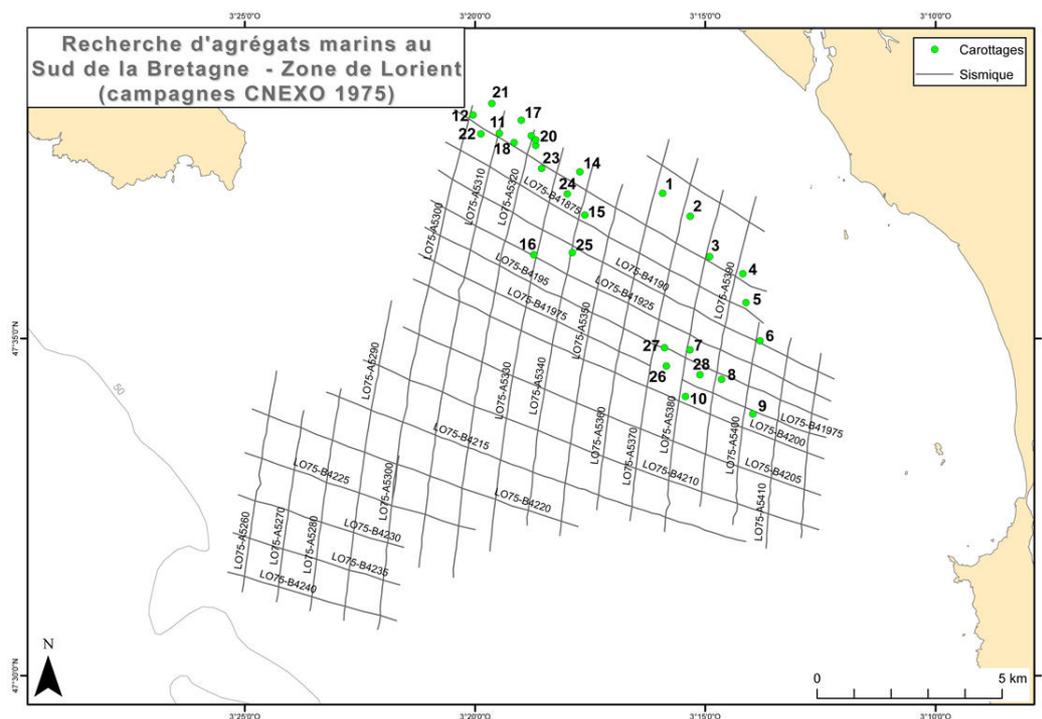


Figure 2-6 : Travaux réalisés lors de la campagne Lorient 1975.

| | |
|------------------------------|--|
| Campagne | Lorient 1975 |
| Date Début | 28 mai 1974 (1) et 12 mai 1975 (2) |
| Date Fin | 14 juin 1974 (1) et 16 mai 1975 (2) |
| Chef Mission | A-P. Cressard |
| Navire | Petite Marie-Françoise (1) et L'Arguenon (2) |
| Opérateur | BEICIP (1) et BRGM (2) |
| Travaux | Sismique (1) et carottage (2) |
| Localisation | Département Géosciences Marines |
| Référence | Recherche d'agrégats marins au Sud de la Bretagne - Etude par profils sparker et dragages des zones Lorient, Saint-Nazaire et Taillefer (1) BRGM - Recherche de granulats marins au Sud de la Bretagne - Rapport d'implantation des sondages (2) |
| Date Rapport | avril 1975 (1) et mai 1975 (2) |
| Maître ouvrage | CNEXO |
| Projection | Lambert II |
| Echelle | 1/25 000 |
| Système de navigation | Radionavigation TORAN |
| Nombre profils | 35 profils |
| Distance cumulée | 305 km |
| Outil | Étincelleur (Sparker) |
| Nombre carottages | 25 |
| Longueur | 155 m |
| Outil | Vibro-carottier |

2.1.2.1.5 Campagne Taillefer 1975

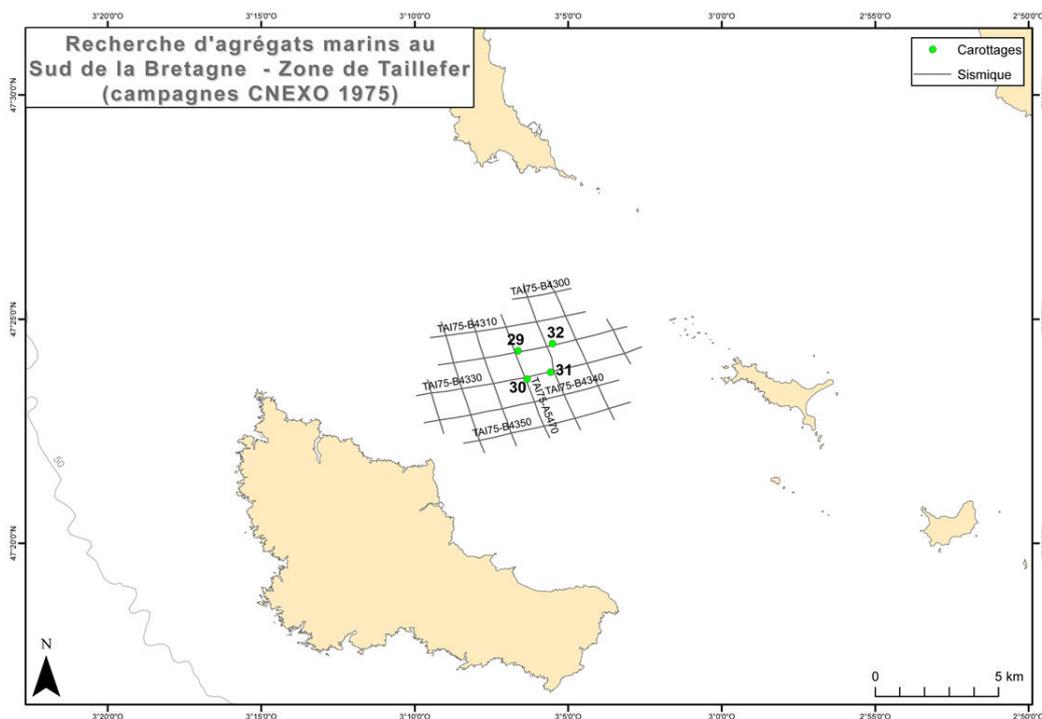


Figure 2-7 : Travaux réalisés lors de la campagne Taillefer 1975.

| | |
|------------------------------|--|
| Campagne | Taillefer 1975 |
| Date Début | 13 juin 1974 (1) et 16 mai 1975 (2) |
| Date Fin | 14 juin 1974 (1) et 16 mai 1975 (2) |
| Chef Mission | A-P. Cressard |
| Navire | Petite Marie-Françoise (1) et L'Arguenon (2) |
| Opérateur | BEICIP (1) et BRGM (2) |
| Travaux | Sismique (1) et carottage (2) |
| Localisation | Département Géosciences Marines |
| Référence | Recherche d'agrégats marins au Sud de la Bretagne - Etude par profils sparker et dragages des zones Lorient, Saint-Nazaire et Taillefer (1) BRGM - Recherche de granulats marins au Sud de la Bretagne - Rapport d'implantation des sondages (2) |
| Date Rapport | avril 1975 (1) et mai 1975 (2) |
| Maître ouvrage | CNEXO |
| Projection | Lambert II |
| Echelle | 1/25 000 |
| Système de navigation | Radionavigation TORAN |
| Nombre profils | 13 profils |
| Distance cumulée | 75 km |
| Outil | Étinceleur (Sparker) |
| Nombre carottages | 4 |
| Longueur | 29 m |
| Outil | Vibro-carottier |

2.1.2.1.6 Campagne Lannion 1979

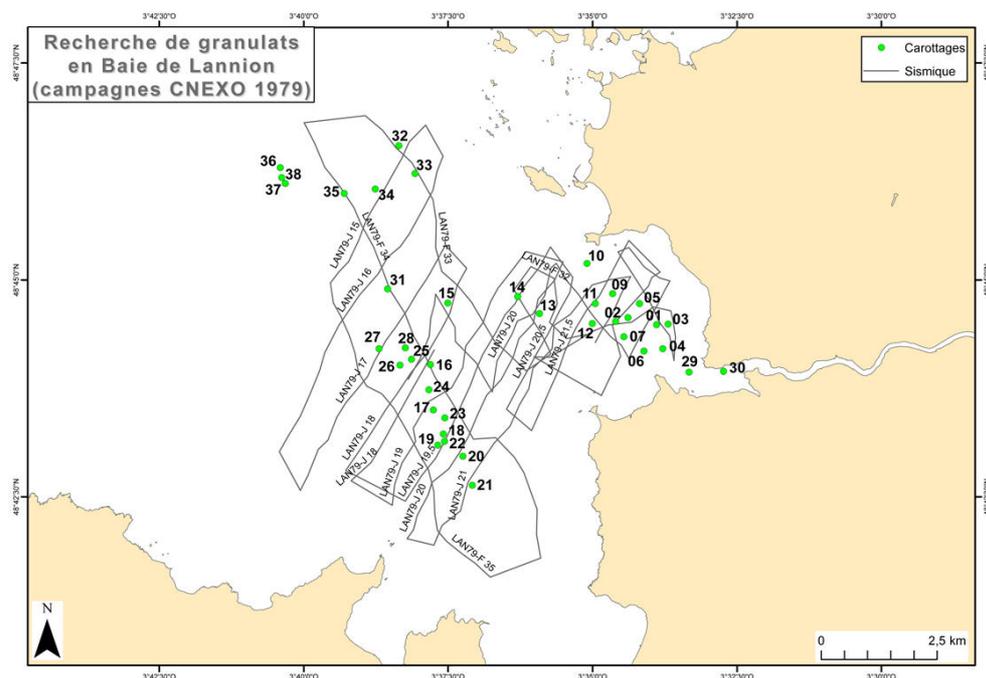


Figure 2-8 : Travaux réalisés lors de la campagne Lannion 1979.

| | |
|------------------------------|---|
| Campagne | Lannion 1979 |
| Date Début | 04 juillet 1979 (1) et 21 juillet 1979 (2) |
| Date Fin | 07 juillet 1979 (1) 26 juillet 1979 (2) |
| Chef Mission | A-P. Cressard |
| Navire | Tina (1) et Le Roselier (2) |
| Opérateur | BRGM |
| Travaux | Sismique (1) et carottage (2) |
| Localisation | Département Géosciences Marines |
| Référence | BRGM - Recherche de granulats en Baie de Lannion - Etude par sismique réflexion continue (1) et BRGM – Recherche de granulats en Baie de Lannion – Rapport technique de la mission de sondage (2) |
| Date Rapport | 1979 |
| Maître ouvrage | CNEOX |
| Projection | Lambert I |
| Echelle | 1 / 10 000 |
| Système de navigation | DECCA |
| Nombre profils | 26 |
| Distance cumulée | 113 km |
| Outil | Sparker |
| Nombre carottages | 31 |
| Longueur | 96,86 m |
| Outil | Vibro-carottier |

2.1.2.1.7 Campagne Chausey 1980

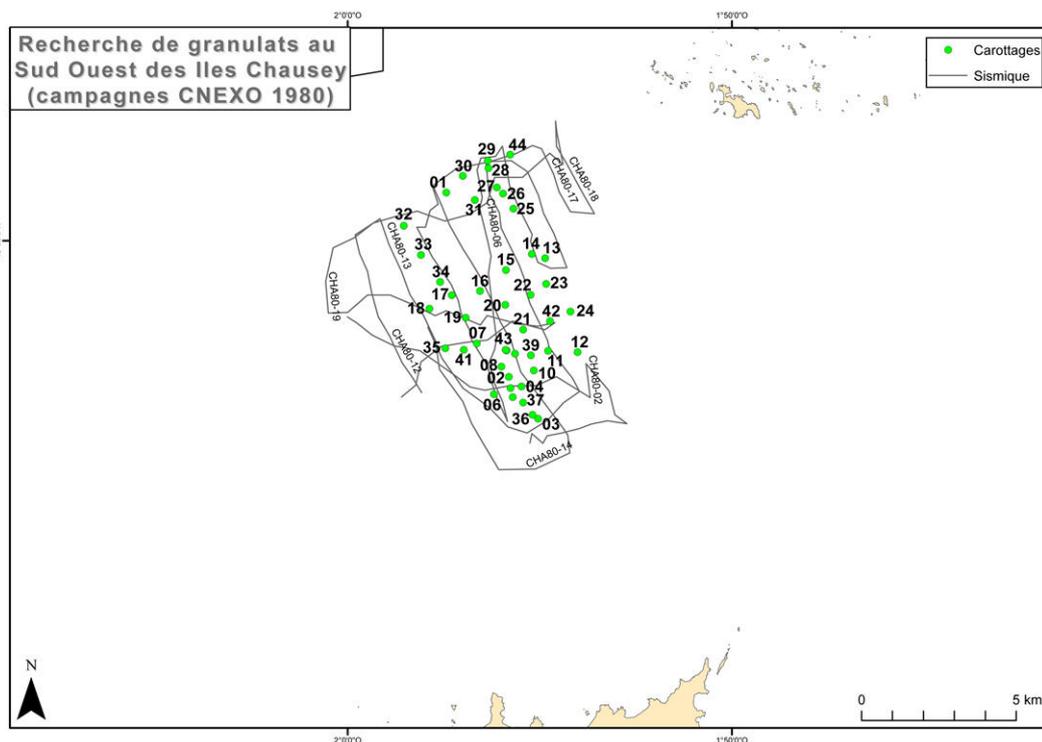


Figure 2-9 : Travaux réalisés lors de la campagne Chausey 1980.

| | |
|------------------------------|--|
| Campagne | Chausey 1980 |
| Date Début | 09 juillet 1980 (1) et 08 septembre 1980 (2) |
| Date Fin | 11 juillet 1980 (1) et 17 septembre 1980 (2) |
| Chef Mission | A-P. Cressard |
| Navire | Chalutier Saint Michel (1) et Timac (2) |
| Opérateur | CNEXO (1) et BRGM (2) |
| Travaux | Sismique (1) et carottage (2) |
| Localisation | |
| Référence | Recherche de granulats marins dans le Golfe Normand-Breton |
| Date Rapport | avril 1982 |
| Maître ouvrage | CNEXO |
| Projection | Mercator |
| Echelle | 1/25 000 (1) 1/50 054 (2) |
| Système de navigation | DECCA |
| Nombre profils | 22 |
| Distance cumulée | 125 km |
| Outil | Source Somarh 300 joules/ Hydrophone EG-G-265 |
| Nombre carottages | 44 |
| Longueur cumulée | 34 m |
| Outil | Vibro-carottier |

2.1.2.2. Présentation des informations relatives aux campagnes « hors inventaire »

2.1.2.2.1 Amoco 2

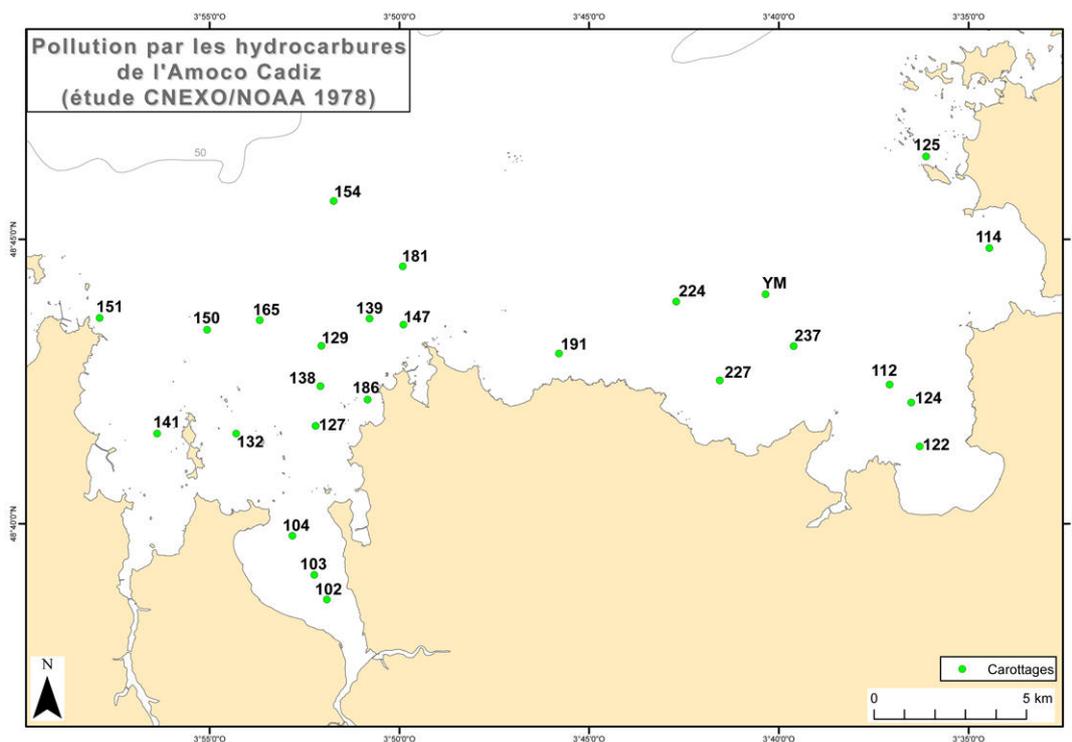


Figure 2-10 : Travaux réalisés lors de la campagne Amoco 2.

| | |
|---------------------------|---|
| Campagne | Amoco 2 |
| Date Début | 22 août 1978 |
| Date Fin | 26 août 1978 |
| Chef Mission | F. Le Lann |
| Navire | Yves-Michel |
| Opérateur | BRGM |
| Travaux | Carottage |
| Localisation | Département Géosciences Marines |
| Référence | Pollution par les hydrocarbures de l'Amoco Cadiz des sédiments des baies de Morlaix et Lannion – Etude CNEXO/NOAA |
| Date Rapport | |
| Maître ouvrage | CNEXO/NOAA |
| Système navigation | DECCA |
| Nombre carottages | 26 |
| Longueur cumulée | 82,2 m |
| Outil | Vibro-carottier |

2.1.2.2.2 Zone d'Essais et d'Etalonnage – Rade de Brest

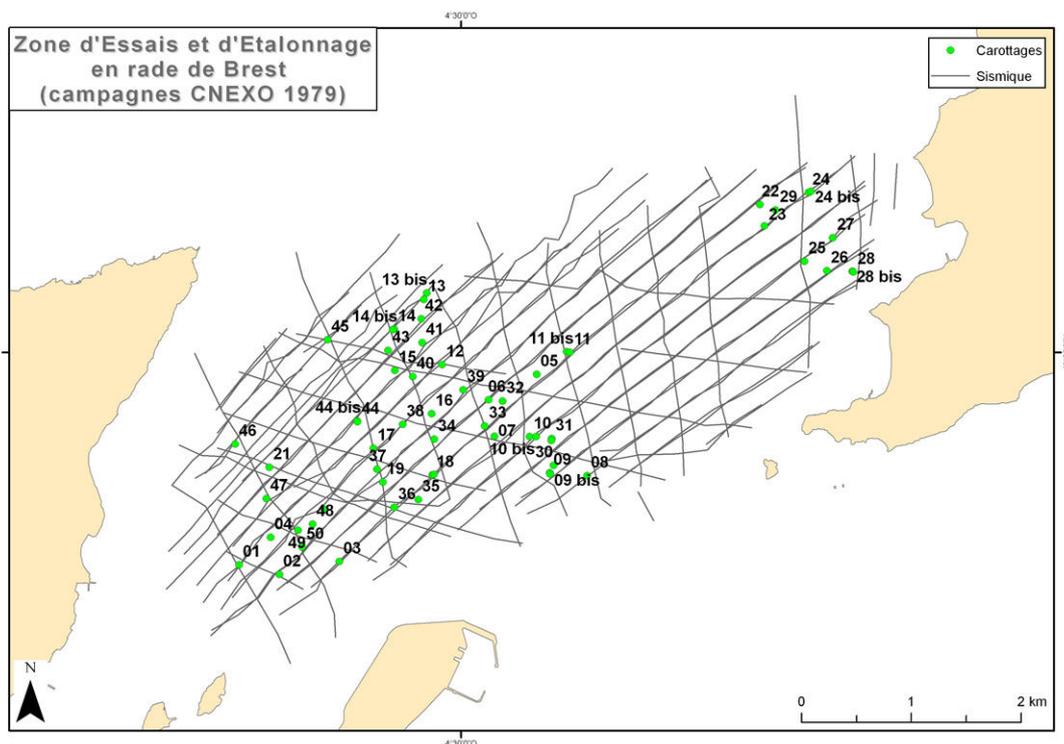


Figure 2-11 : Travaux réalisés lors de la campagne ZEE.

| | |
|---------------------------|--|
| Campagne | ZEE |
| Date Début | 08 janvier 1979 |
| Date Fin | 19 janvier 1979 |
| Chef Mission | B. Gerard |
| Navire | Thalia |
| Opérateur | CNEXO |
| Travaux | Sismique et carottage |
| Localisation | Département Géosciences Marines |
| Référence | Rade de Brest – Zone d'Essais et d'Etalonnage – Etude géologique et géotechnique |
| Date Rapport | 1980 |
| Maître ouvrage | CNEXO |
| Projection | Lambert II |
| Echelle | 1/5 000 |
| Système navigation | RAGEP (système mis en œuvre par le GESMA) |
| Nombre profils | 17 |
| Longueur cumulée | 61,0 km |
| Outil | Sparker, Boomer, SOMARH, Sismique réfraction |
| Nombre carottages | 60 |
| Longueur cumulée | 171,8 m |
| Outil | Vibro-carottier Zenkovitch |

2.1.2.2.3 Timac

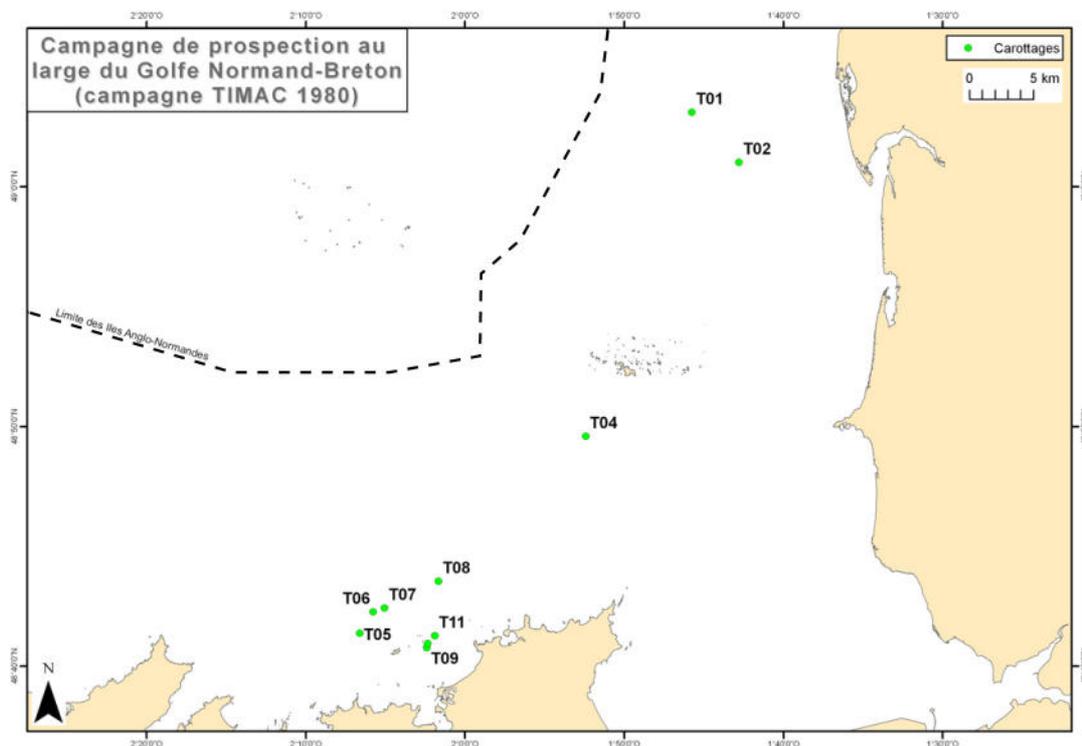


Figure 2-12 : Travaux réalisés au cours de la campagne Timac.

| | |
|---------------------------|-----------------|
| Campagne | Timac |
| Date Début | septembre 1980 |
| Date Fin | septembre 1980 |
| Chef Mission | A-P. Cressard |
| Navire | Timac |
| Opérateur | BRGM |
| Travaux | Carottage |
| Localisation | |
| Référence | |
| Date Rapport | |
| Maître ouvrage | BRGM |
| Système navigation | DECCA |
| Nombre carottages | 10 |
| Longueur cumulée | 17,5 m |
| Outil | Vibro-carottier |

2.1.2.2.4 Glénan 86

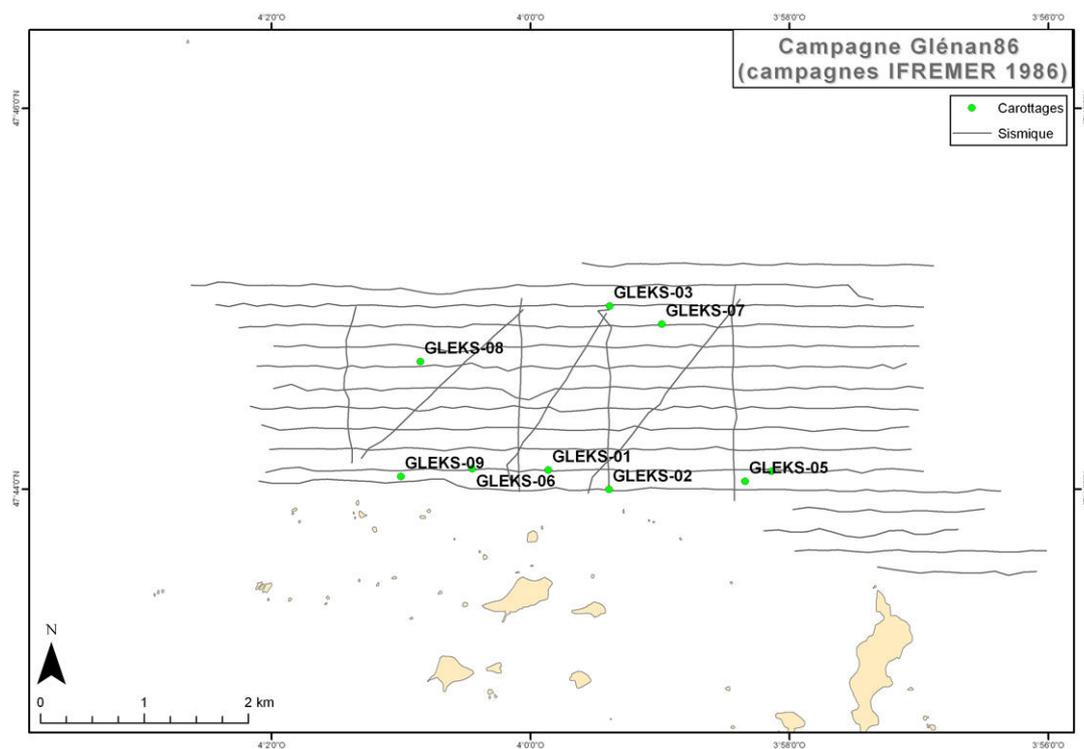


Figure 2-13 : Travaux réalisés lors de la campagne Glénan 86.

| | |
|---------------------------|--|
| Campagne | Glénan 86 |
| Date Début | 2 juin 1986 |
| Date Fin | 8 juin 1986 |
| Chef Mission | C. Augris |
| Navire | Thalia |
| Opérateur | Ifremer-Genavir |
| Travaux | Sismique et carottage |
| Localisation | Département Géosciences Marines |
| Référence | Etude d'un site d'exploitation de maërl au Nord des îles de Glénan (Finistère) |
| Date Rapport | 1986 |
| Maître ouvrage | Ifremer |
| Système navigation | SYLEDIS |
| Nombre profils | 23 |
| Longueur cumulée | 99 km |
| Outil | Sparker |
| Nombre carottages | 9 |
| Longueur cumulée | 16,1 m |
| Outil | Carottier Kullenberg |

2.1.2.2.5 AMBRE (1986-1987)

2.1.2.2.5.1 Secteur Nord

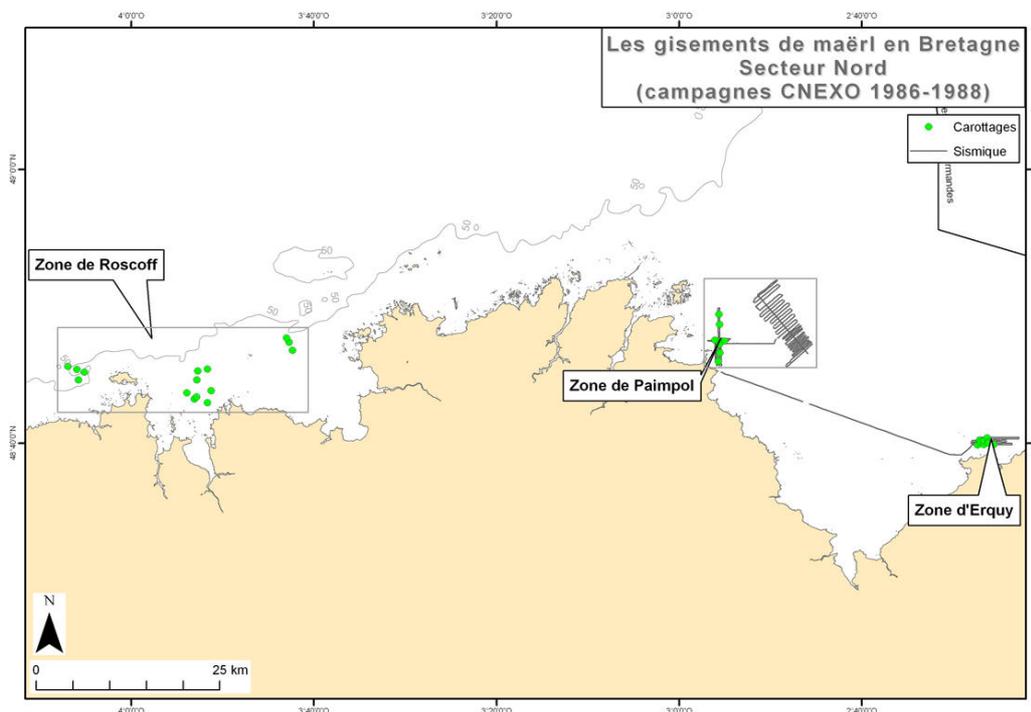


Figure 2-14 : Travaux réalisés lors des campagnes Ambre - secteur Nord.

| | | |
|---------------------------|------------------------------------|--|
| Campagne | Ambre | |
| Date Début | 29 juin 1987 (*) | (*) : cette campagne s'est déroulée en 4 legs entre juin 1987 et novembre 1988 |
| Date Fin | 23 novembre 1988 (*) | |
| Chef Mission | C. Augris | |
| Navire | Thalia | |
| Opérateur | Ifremer-Genavir | |
| Travaux | Sismique et carottage | |
| Localisation | Département Géosciences Marines | |
| Référence | Les gisements de maërl en Bretagne | |
| Date Rapport | avril 1990 | |
| Maître ouvrage | Ifremer | |
| Projection | | |
| Echelle | Du 1/14 400 au 1/50 000 | |
| Système navigation | Sylédis (mode hyperbolique) | |
| Nombre profils | 138 | |
| Longueur cumulée | 892,6 km | |
| Outil | Sparker | |
| Nombre carottages | 56 | |
| Longueur cumulée | 42 m | |
| Outil | Carottier Kullenberg | |

2.1.2.2.5.2 Secteur Sud

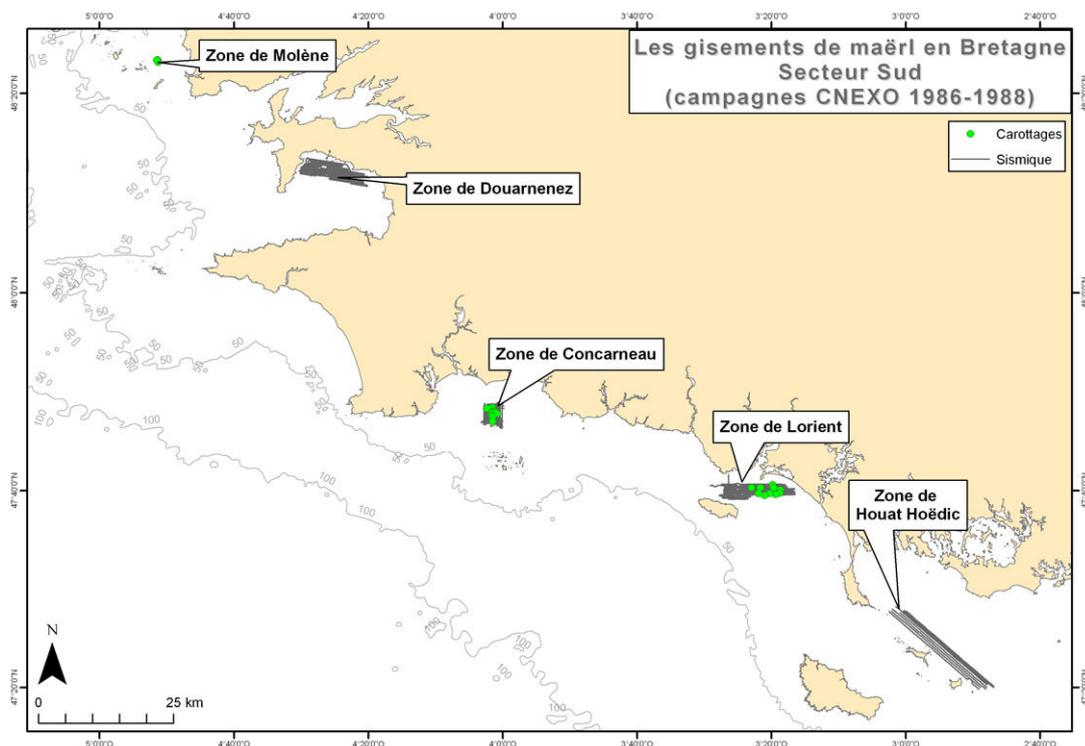


Figure 2-15 : Travaux réalisés lors des campagnes Ambre - secteur Sud.

| | | |
|---------------------------|------------------------------------|--|
| Campagne | Ambre | |
| Date Début | 29 juin 1987 (*) | (*) : cette campagne s'est déroulée en 4 legs entre juin 1987 et novembre 1988 |
| Date Fin | 23 novembre 1988 (*) | |
| Chef Mission | C. Augris | |
| Navire | Thalia | |
| Opérateur | Ifremer-Genavir | |
| Travaux | Sismique et carottage | |
| Localisation | Département Géosciences Marines | |
| Référence | Les gisements de maërl en Bretagne | |
| Date Rapport | avril 1990 | |
| Maître ouvrage | Ifremer | |
| Projection | | |
| Echelle | Du 1/14 400 au 1/50 000 | |
| Système navigation | Sylédis (mode hyperbolique) | |
| Nombre profils | 138 | |
| Longueur cumulée | 892,6 km | |
| Outil | Sparker | |
| Nombre carottages | 56 | |
| Longueur cumulée | 42 m | |
| Outil | Carottier Kullenberg | |

2.1.2.2.6 Cabri (1991-1992)

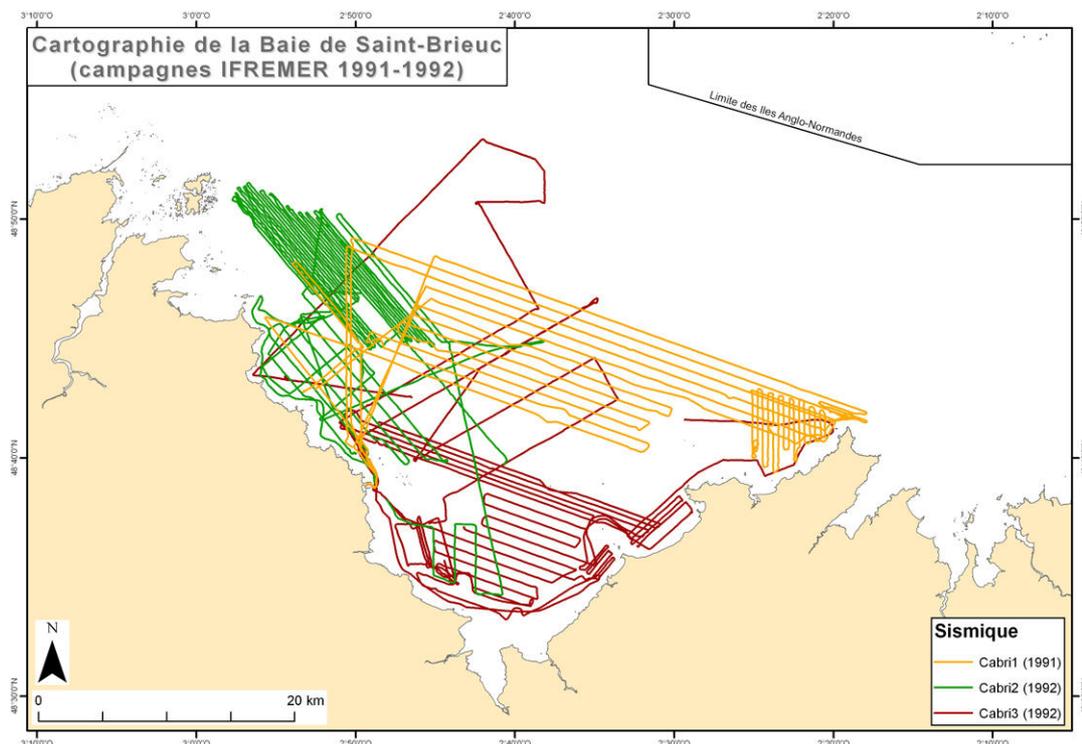


Figure 2-16 : Travaux réalisés lors des campagnes Cabri.

| | | |
|---------------------------|--|--|
| Campagne | Cabri | |
| Date Début | 25 novembre 1991 (*) | (*) : cette campagne s'est déroulée en 3 legs entre novembre 1991 et décembre 1992 |
| Date Fin | 12 décembre 1992 (*) | |
| Chef Mission | C. Augris | |
| Navire | Thalia | |
| Opérateur | Ifremer-Genavir | |
| Travaux | Sismique | |
| Localisation | Département Géosciences Marines | |
| Référence | Atlas thématique de l'environnement de la Baie de Saint-Brieuc (Côtes d'Armor) | |
| Date Rapport | 1996 | |
| Maître ouvrage | Ifremer | |
| Système navigation | GPS | |
| Nombre profils | | |
| Longueur cumulée | 1 888,5 km | |
| Outil | Sismique réflexion 2,5 kHz | |

2.1.2.2.7 IGEP 01 (1991)

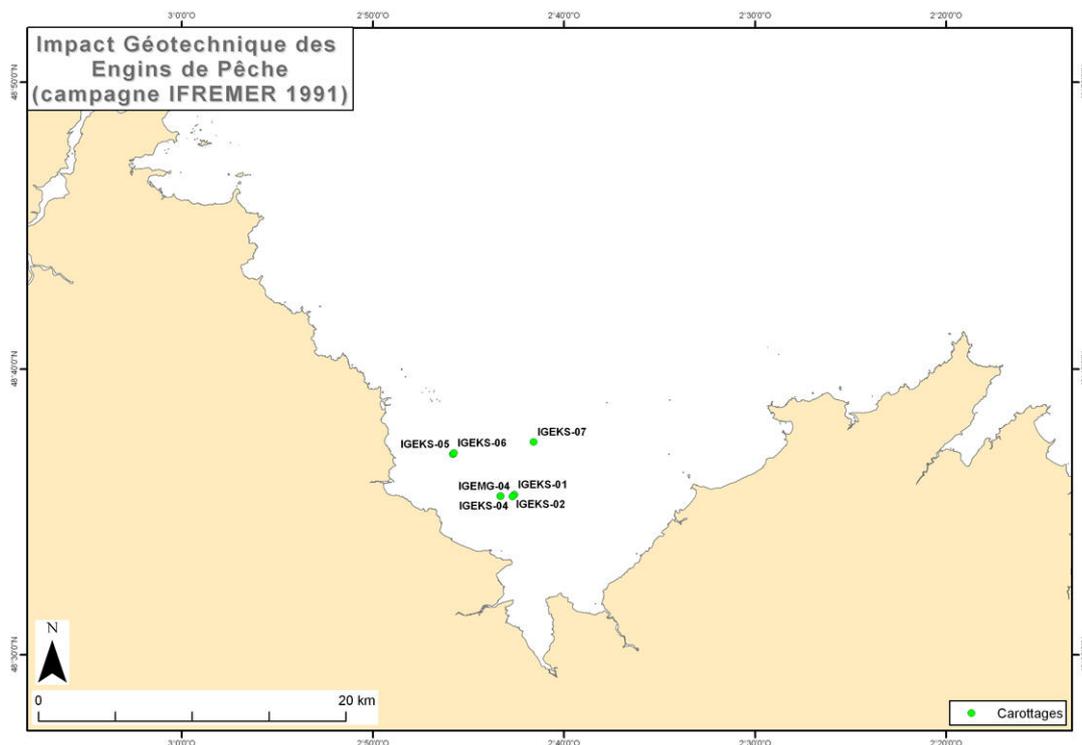


Figure 2-17 : Travaux réalisés au cours de la campagne IGEP 01.

| | |
|---------------------------|--|
| Campagne | IGEP 01 |
| Date Début | 3 août 1991 |
| Date Fin | 6 août 1991 |
| Chef Mission | M. Paillard |
| Navire | Thalia |
| Opérateur | Ifremer-Genavir |
| Travaux | Carottage |
| Localisation | Département Géosciences Marines |
| Référence | Impact géotechnique des engins de pêche – Approche préliminaire – Campagne IGEP 01 |
| Date Rapport | mars 1993 |
| Maître ouvrage | Ifremer |
| Système navigation | GPS |
| Nombre carottages | 7 |
| Longueur cumulée | 9,9 m |
| Outil | Carottier Kullenberg |

2.1.2.2.8 Sedimanche 2

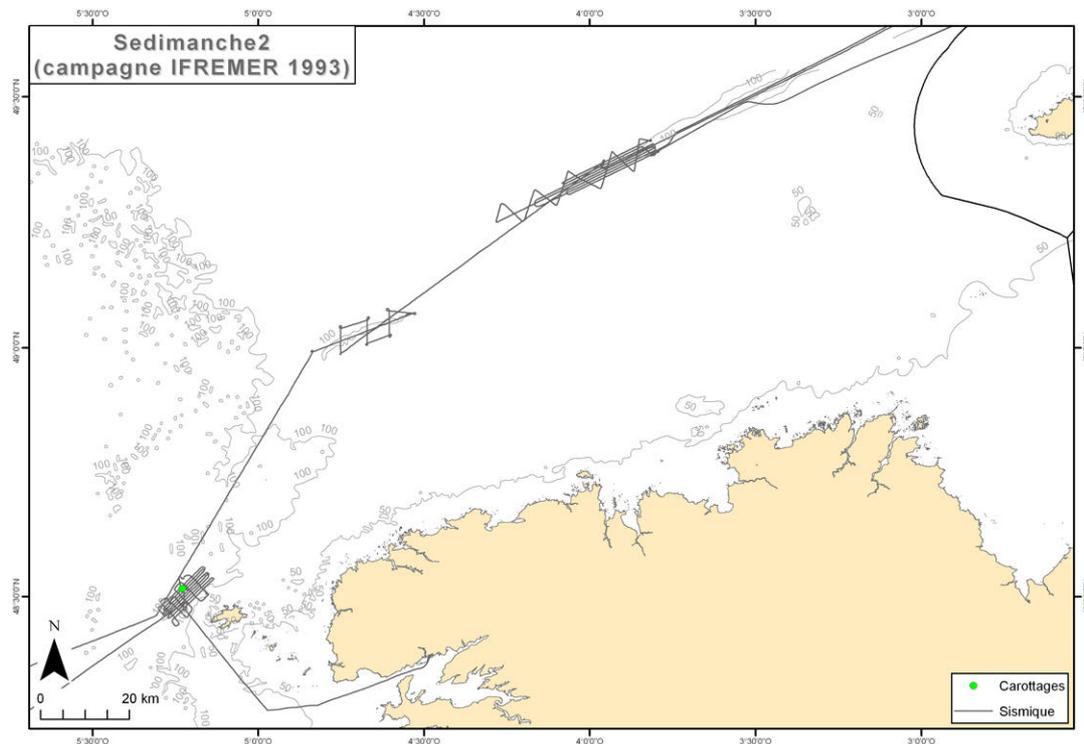


Figure 2-18 : Travaux réalisés lors de la campagne Sedimanche 2.

| | |
|---------------------------|---|
| Campagne | Sedimanche 2 |
| Date Début | 18 février 1993 |
| Date Fin | 10 mars 1993 |
| Chef Mission | G. Lericolais, J-P. Auffret |
| Navire | Thalia |
| Opérateur | Ifremer-Genavir |
| Travaux | Sismique et carottage |
| Localisation | Département Géosciences Marines |
| Référence | Evolution plio-quaternaire du fleuve Manche : Stratigraphie et géomorphologie d'une plateforme continentale en régime périglaciaire |
| Date Rapport | avril 1990 |
| Maître ouvrage | Ifremer |
| Système navigation | GPS |
| Nombre profils | 171 |
| Longueur cumulée | 1875 km |
| Outil | Sparker |
| Nombre carottages | 1 |
| Longueur cumulée | 0,1 m |
| Outil | Carottier Kullenberg |

2.1.2.2.9 Basecrehou

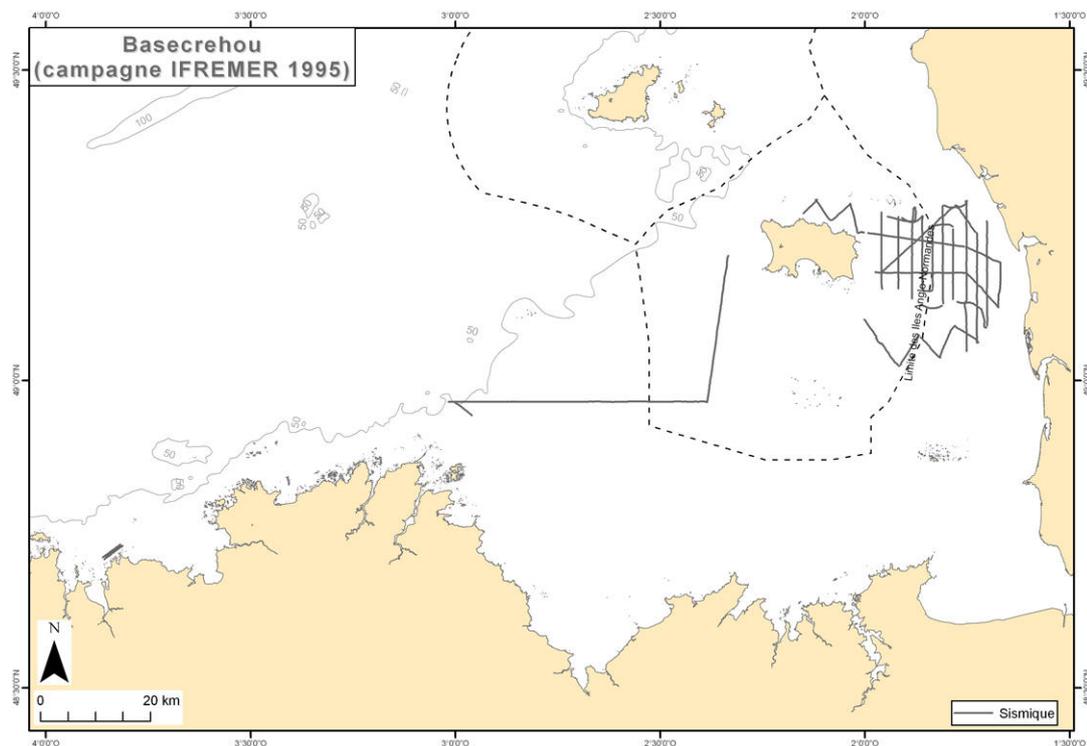


Figure 2-19 : Travaux réalisés lors de la campagne Basecrehou.

| | |
|---------------------------|---|
| Campagne | Basecrehou |
| Date Début | 4 août 1995 |
| Date Fin | 11 août 1995 |
| Chef Mission | G. Lericolais |
| Navire | Thalia |
| Opérateur | Ifremer-Genavir |
| Travaux | Sismique |
| Localisation | Département Géosciences Marines |
| Référence | Traitement et stratigraphie sismique du Néogène dans l'Offshore Cotentin, F. Bertheaux, <i>Thèse de doctorat, Univ. de Rennes 1</i> |
| Date Rapport | 2000 |
| Maître ouvrage | Ifremer |
| Système navigation | GPS |
| Nombre profils | 38 |
| Longueur cumulée | 423 km |
| Outil | Sparker |

2.1.2.2.10 Canadou

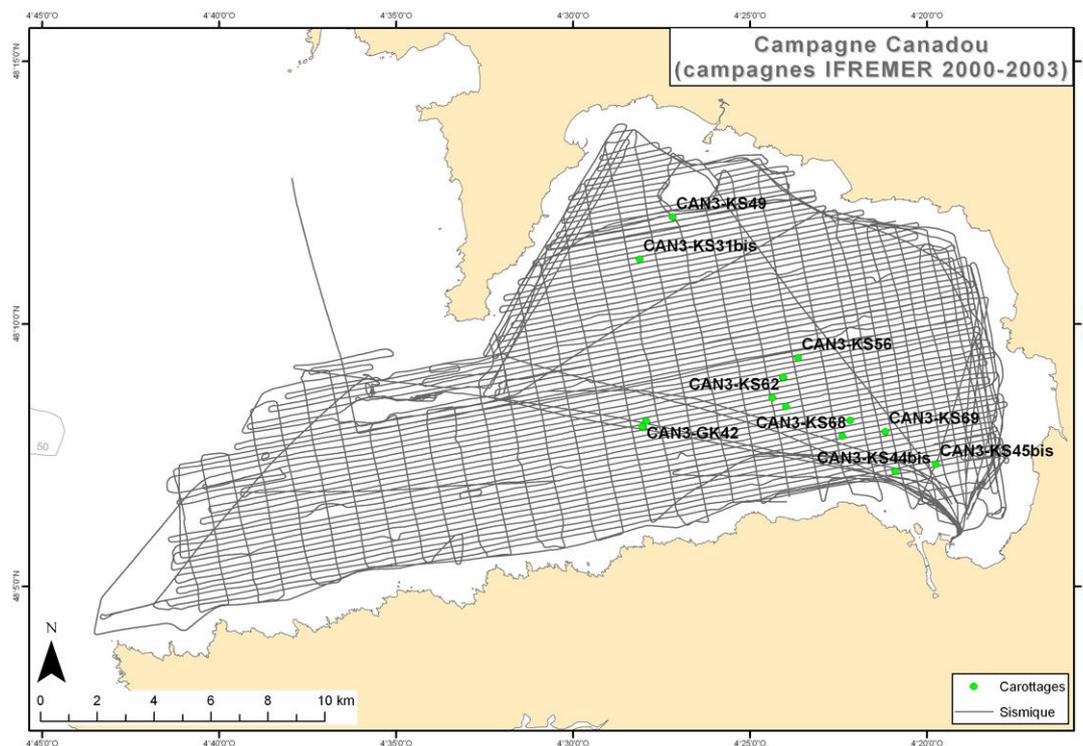


Figure 2-20 : Travaux réalisés lors des campagnes Canadou.

| | |
|---------------------------|--|
| Campagne | Canadou |
| Date Début | 12 mai 2000 (1) et 9 mai 2003 |
| Date Fin | 2 juin 2000 (1) et 14 mai 2003 |
| Chef Mission | C. Augris (1) et G. Floch (2) |
| Navire | Thalia |
| Opérateur | Ifremer-Genavir |
| Travaux | Sismique (1) et carottage (2) |
| Localisation | Département Géosciences Marines |
| Référence | Atlas thématique de l'environnement marin de la baie de Douarnenez (Finistère) |
| Date Rapport | 2005 |
| Maître ouvrage | Ifremer |
| Système navigation | GPS |
| Nombre profils | 17 |
| Longueur cumulée | 2 306 km |
| Outil | Sparker |
| Nombre carottages | 10 |
| Longueur cumulée | 7,57 m |
| Outil | Carottier Kullenberg |

2.1.2.2.11 Vibarmor

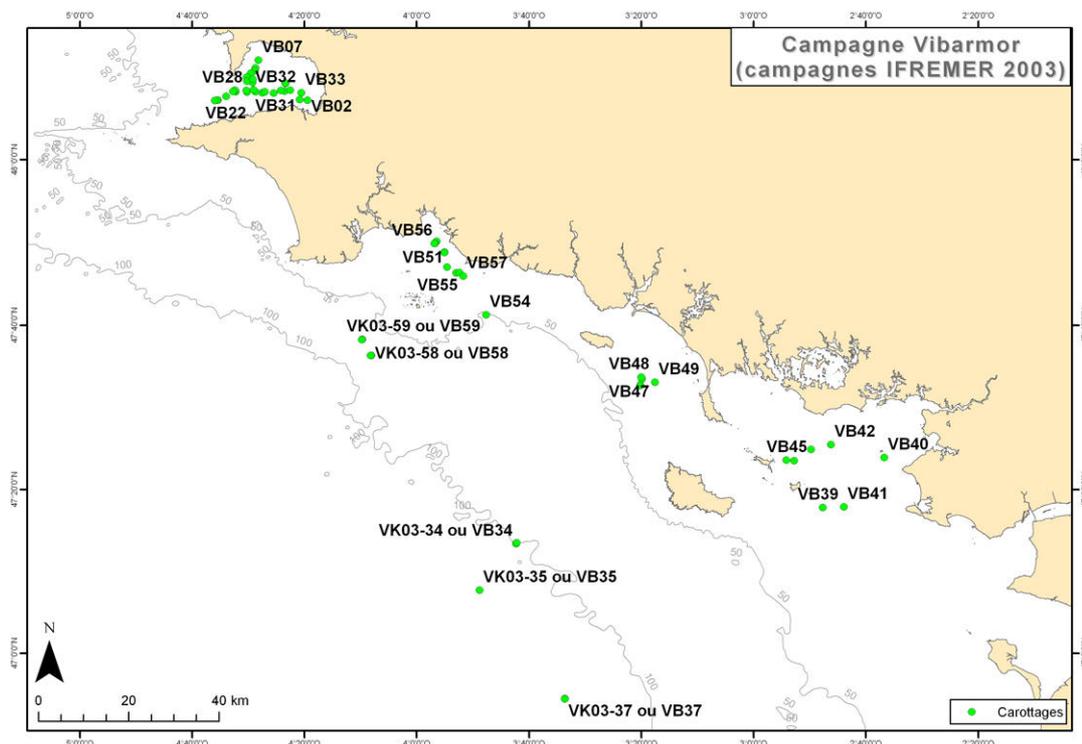


Figure 2-21 : Travaux réalisés lors de la campagne Vibarmor.

| | |
|---------------------------|--|
| Campagne | Vibarmor |
| Date Début | 23 octobre 2003 |
| Date Fin | 29 octobre 2003 |
| Chef Mission | P. Le Roy |
| Navire | Côtes de la Manche |
| Opérateur | INSU |
| Travaux | Carottage |
| Localisation | Département Géosciences Marines |
| Référence | Atlas thématique de l'environnement marin de la baie de Douarnenez (Finistère) |
| Date Rapport | 2005 |
| Maître ouvrage | Ifremer |
| Système navigation | GPS |
| Nombre carottages | 42 |
| Longueur cumulée | 71,8 m |
| Outil | Vibro-carottier |

2.1.2.2.12 Carbala

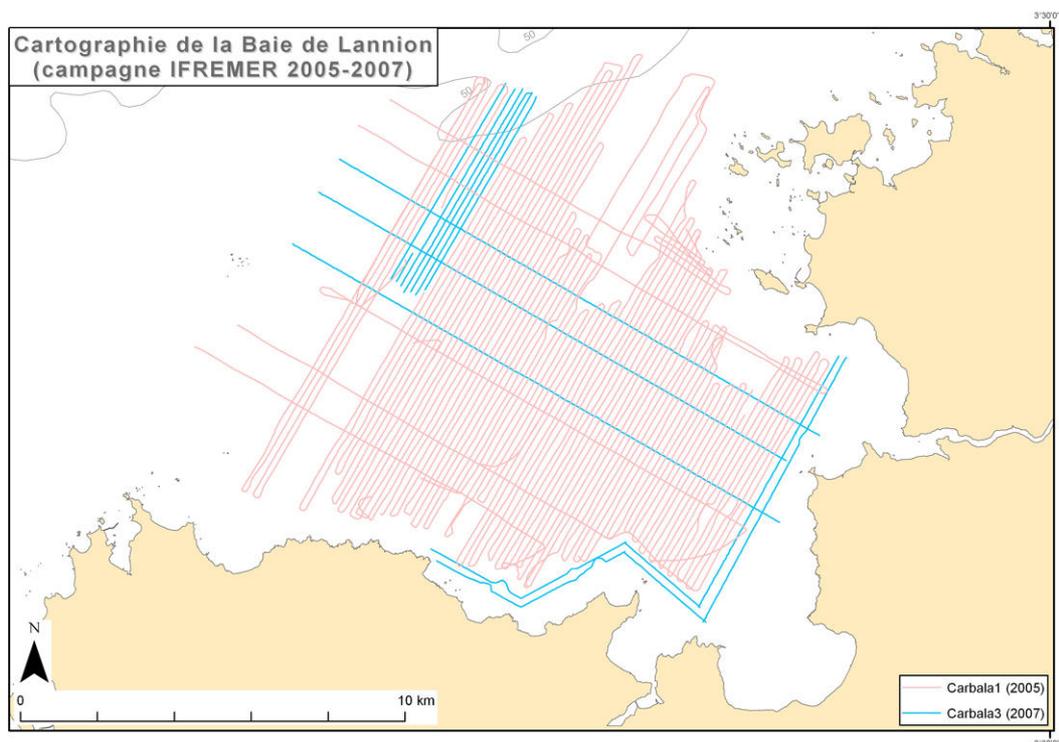


Figure 2-22 : Travaux réalisés lors des campagnes Carbala.

| | | |
|---------------------------|--|-----------------|
| Campagne | Carbala 1 | Carbala 3 |
| Date Début | 20 octobre 2005 | 5 avril 2007 |
| Date Fin | 5 novembre 2005 | 22 avril 2007 |
| Chef Mission | C. Satra, A. Normand, G. Floch | |
| Navire | Thalia | Vedette Astérie |
| Opérateur | Ifremer - Genavir | Astérie |
| Travaux | Sismique | |
| Localisation | Département Géosciences Marines | |
| Référence | Atlas géologique de la Baie de Lannion | |
| Date Rapport | 2011 | |
| Maître ouvrage | Ifremer | |
| Système navigation | GPS | |
| Nombre profils | 82 | 17 |
| Longueur cumulée | 750 | 113 |
| Outil | Sparker | Sparker |

2.1.2.2.13 Esszen

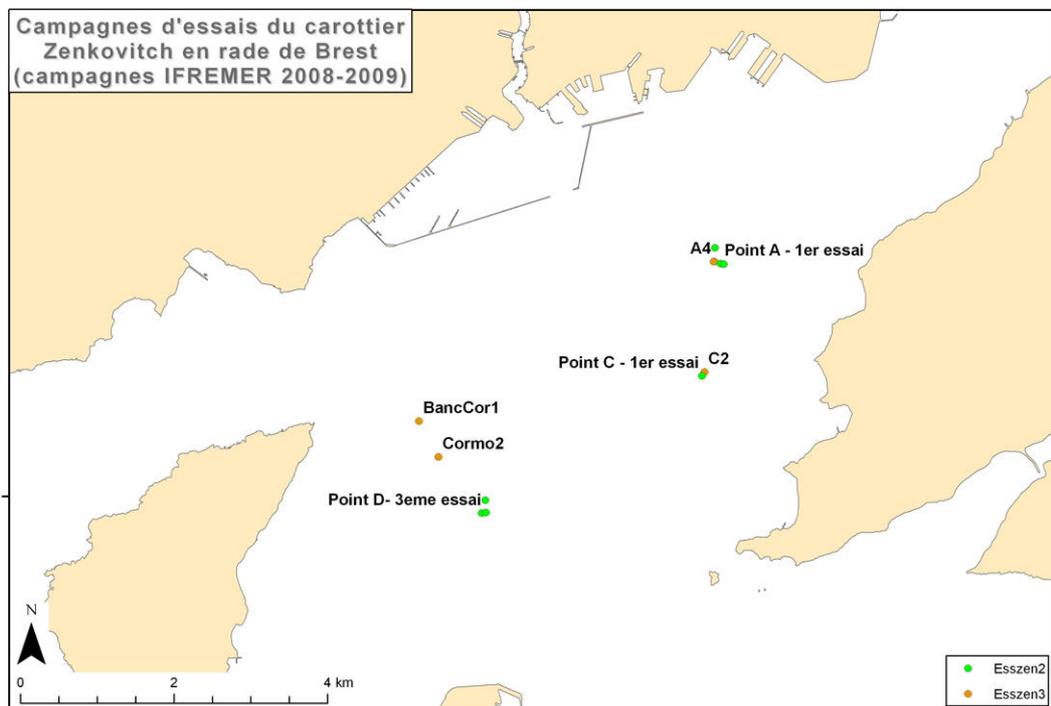


Figure 2-23 : Travaux réalisés lors des campagnes Esszen.

| Campagne | Esszen 2 | Esszen 3 |
|--------------------|---------------------------------|--------------|
| Date Début | 28 octobre 2008 | 28 mars 2009 |
| Date Fin | 31 octobre 2008 | 30 mars 2009 |
| Chef Mission | C. Augris | |
| Navire | Thalia | |
| Opérateur | Ifremer - Genavir | |
| Travaux | Carottage | |
| Localisation | Département Géosciences Marines | |
| Maître ouvrage | Ifremer | |
| Système navigation | GPS | |
| Nombre carottages | 7 | 5 |
| Longueur cumulée | 8,62 | 15,1 |
| Outil | Vibro-carottier Zenkovitch | |

2.1.2.2.14 Validop

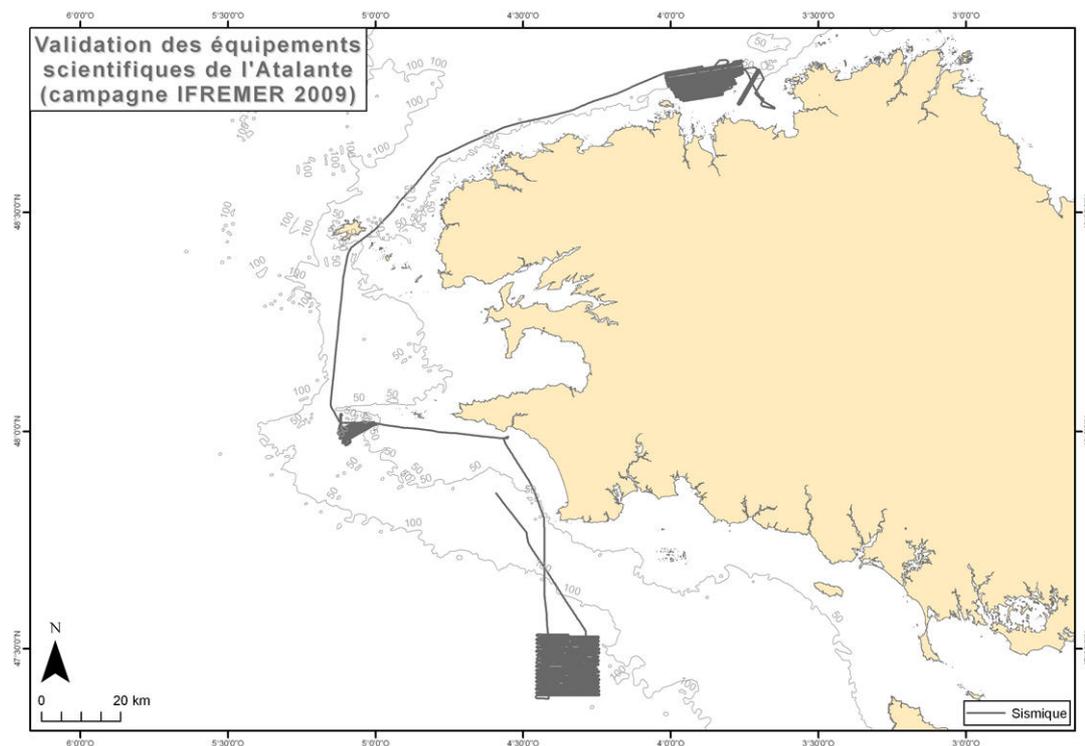


Figure 2-24 : Travaux réalisés lors de la campagne Validop.

| | |
|---------------------------|---------------------------------|
| Campagne | Validop |
| Date Début | 26 juin 2009 |
| Date Fin | 14 juillet 2009 |
| Chef Mission | H. Floc'h, D. Clec'h |
| Navire | Atalante |
| Opérateur | Ifremer – Genavir |
| Travaux | Sismique |
| Localisation | Département Géosciences Marines |
| Maître ouvrage | Ifremer |
| Système navigation | DGPS |
| Nombre profils | 116 |
| Longueur cumulée | 1 471 km |
| Outil | Chirp |

2.1.2.3. Etat de l'archivage

En plus de l'analyse des informations disponibles, un inventaire des profils de sismique et des carottages archivés à Ifremer a été mené. Il a été procédé à une vérification de leur disponibilité (lieu de stockage et accessibilité) et de leur complétude ou non.

2.1.2.3.1 Enregistrement de sismique réflexion (sismogrammes)

| Campagne | Date | Nombre de profils | Archive (en % du nombre total de sismogramme) |
|------------------|------|-------------------|---|
| Sagramanche | 1972 | 20 | 100 |
| Sables calcaires | 1972 | 109 | 0 |
| Lorient | 1973 | 19 | 100 |
| Lorient | 1975 | 35 | 97 |
| Taillefer | 1975 | 13 | 100 |
| Lannion | 1979 | 26 | 100 |
| Chausey | 1980 | 22 | 0 |
| ZEE | 1982 | 15 | 10 |
| Glénans86 | 1986 | 23 | 78 |
| Ambre 1 | 1987 | 33 | 100 |
| Ambre 2 | 1987 | 50 | 100 |

| Campagne | Date | Nombre de profils | Archive (en % du nombre total de sismogramme) |
|--------------|------|-------------------|---|
| Glénans 87 | 1987 | 47 | 96 |
| Morbihan | 1988 | 8 | 100 |
| Cabri 1 | 1991 | | 0 |
| Cabri 2 | 1992 | 15 | 100 |
| Cabri 3 | 1992 | 3 | 0 |
| Sedimanche 2 | 1993 | 171 | 100 |
| Basecrehou | 1995 | 41 | 85 |
| Canadou | 2000 | 17 | 100 |
| Carbala | 2005 | 88 | 100 |
| Carbala 3 | 2007 | 17 | 100 |
| Validop | 2009 | 120 | Archive électronique |

Tableau 2-2 : Enregistrements de profils sismiques archivés.

Ces enregistrements sont archivés dans la sismothèque du département Géosciences marines de l'Ifremer, à Brest.

2.1.2.3.2 Carottes

| Campagne | Date | Nombre de carottages | Archivage des descriptions lithologiques (%) | Archivages des fiches d'analyse granulométriques (%) | Archivage carottes en lithothèque (%) | Archivage échantillons en lithothèque (%) |
|---------------|------|----------------------|--|--|---------------------------------------|---|
| Nord-Bretagne | 1972 | 19 | 100 | 0 | 0 | 100 |
| Banc du Four | 1974 | 35 | 100 | 0 | 0 | 0 |
| Lorient | 1975 | 25 | 100 | 96 | 0 | 0 |
| Taillefer | 1975 | 4 | 100 | 100 | 0 | 0 |
| Amoco 2 | 1978 | 24 | 10 | 100 | | 100 |
| Lannion | 1979 | 31 | 90 | 87 | | 100 |
| Chausey | 1980 | 44 | 82 | 63 | | 82 |
| Timac | 1980 | 10 | 100 | 40 | 0 | 0 |
| ZEE | 1982 | 59 | 100 | 100 | 90 | |
| Glénans 86 | 1986 | 9 | 89 | 11 | 89 | |
| Ambre | 1987 | 56 | 98 | 0 | 0 | |
| IGEP | 1991 | 10 | 70 | 70 | 70 | |
| Canadou | 2003 | 10 | 100 | 0 | 100 | |
| Vibarmor | 2003 | 42 | 88 | 7 | 88 | |
| Esszen 2 | 2008 | 7 | 100 | 0 | 100 | |
| Esszen 3 | 2009 | 5 | 100 | 0 | 100 | |

Tableau 2-3 : Carottes archivées.

Ces échantillons sont conservés dans la lithothèque du Département Géosciences Marines de l'Ifremer à Brest.

2.1.2.4. Travaux scientifiques réalisés par des organismes extérieurs

2.1.2.4.1 Bretagne Nord

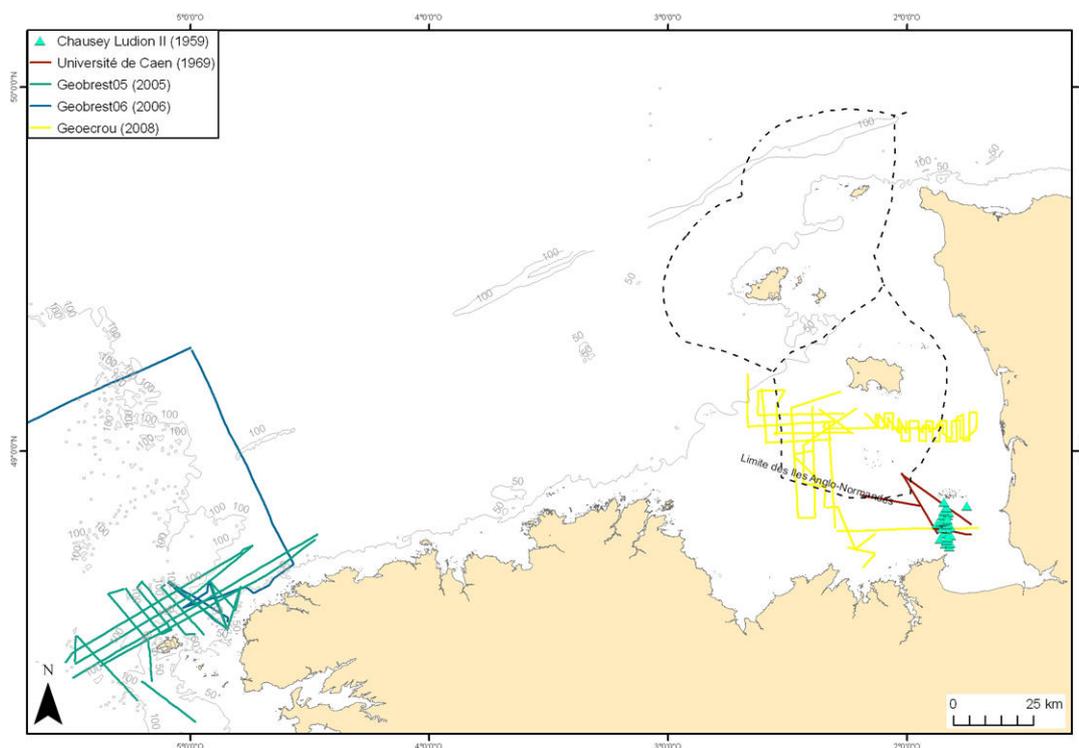


Figure 2-25 - Travaux réalisés par EDF, l'Institut Universitaire Européen de la Mer et l'Université de Bretagne Sud.

| Campagne | Date | Maître d'ouvrage | Opérateur | Navire | Système de positionnement | Travaux réalisés (Outils) |
|--------------------|---------------------|----------------------------|-----------------|--------------------|---------------------------|---------------------------|
| Chausey Ludion II | juin à juillet 1959 | EDF | EDF | Pas de Navire | DECCA | Tour de sondage Ludion |
| Université de Caen | 1969 | Université de Caen | Inconnu | Inconnu | Inconnu | Sismique (Sparker) |
| Geobrest 05 | 2005 | IUEM | INSU | Côtes de la Manche | GPS | Sismique (Sparker) |
| Geobrest 06 | 2006 | IUEM | INSU | Côtes de la Manche | GPS | Sismique (Sparker) |
| Geocrou | mai 2008 | Université de Bretagne Sud | Ifremer-Genavir | Thalia | GPS | Sismique (Sparker) |

Tableau 2-4 : Liste des campagnes scientifiques réalisées par des organismes extérieurs au Nord de la Bretagne

2.1.2.4.2 Bretagne Sud

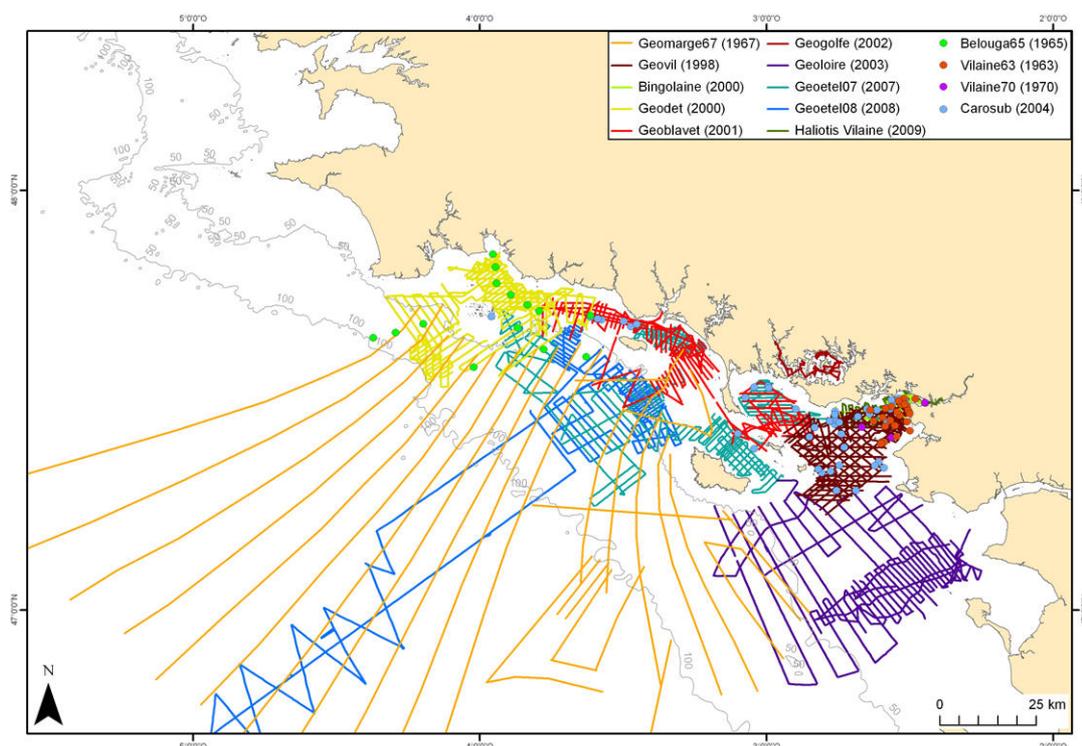


Figure 2-26 : Travaux réalisés par le BRGM, l'Institut Universitaire Européen de la Mer, l'Université de Bretagne Sud et l'Université de Caen.

| Campagne | Date | Maître d'ouvrage | Opérateur | Navire | Système de positionnement | Travaux réalisés (Outils) |
|------------------|----------------|------------------------|------------------------|--------------------|---------------------------|---------------------------|
| Vilaine 63 | Non précisée | BRGM | BRGM | Inconnu | Inconnu | Carottage |
| Bélouga 65 | juin 1965 | BRGM | BRGM | Bélouga | Inconnu | Carottage |
| Géomarge 67 | été 1967 | BRGM | SHOM | Bir-Hacheim | TORAN | Sismique (Sparker) |
| Vilaine 70 | août 1970 | BRGM | BRGM | Centaure | Inconnu | Carottage |
| Geovil | juin 1998 | Université de Rennes 1 | Ifremer – Genavir | Thalia | GPS | Sismique (Sparker) |
| Geodet | juin 2000 | Université de Rennes 1 | Ifremer – Genavir | Thalia | GPS | Sismique (Sparker) |
| Bingolaine | juillet 2000 | Université de Rennes 1 | Université de Rennes 1 | Sépiola | GPS | Sismique (Boomer) |
| Geoblavet | septembre 2001 | Université de Rennes 1 | Ifremer - Genavir | Thalia | GPS | Sismique (Sparker) |
| Geogolfe | juin 2002 | Université de Rennes 1 | Université de Rennes 1 | Sépiola | GPS | Sismique (Boomer) |
| Carosub | juin 2004 | Université de Caen | Ifremer – Genavir | Thalia | GPS | Carottage |
| Geoloire | Juillet 2003 | BRGM | Ifremer - Genavir | Thalia | GPS | Sismique (Sparker) |
| Geoetel 07 | juillet 2007 | Université de Rennes 1 | INSU | Côtes de la Manche | GPS | Sismique (Sparker) |
| Geoecrou | juin 2008 | Université de Rennes 1 | Ifremer - Genavir | Thalia | GPS | Sismique (Sparker) |
| Geoetel 08 | 2008 | Université de Rennes 1 | INSU | Côtes de la Manche | GPS | Sismique (Sparker) |
| Haliotis Vilaine | 2009 | Université de Rennes 1 | Ifremer -Genavir | Haliotis | GPS | Sismique (Chirp) |

Tableau 2-5 : Liste des campagnes scientifiques réalisées par des organismes extérieurs au Sud de la Bretagne

2.2. Façade Sud Gascogne

Les sources d'information disponibles se répartissent entre :

- trois rapports de campagne de l'inventaire national des granulats marins, réalisé en 1977 ;
- des travaux scientifiques récents.

2.2.1. Recensement des données

2.2.1.1. Campagnes océanographiques réalisées dans le cadre de l'inventaire national des granulats marins

Les campagnes recensées sont au nombre de deux (Tableau 2-6 et figure 2-27). Elles ont fait l'objet de trois rapports.

| Campagne | Date | Maître d'ouvrage | Opérateur | Navire | Système de positionnement | Travaux réalisés (Outils) |
|----------|--------------|------------------|-----------|----------|---------------------------|------------------------------|
| Adour 77 | juillet 1977 | CNEXO | BRGM | Ikerle | TORAN | Sismique (Sparker et Boomer) |
| Adour 77 | août 1977 | CNEXO | BRGM | Arguenon | TORAN | Carottage |

Tableau 2-6 : Campagnes de l'inventaire national des granulats marins pour la façade "Sud Gascogne".

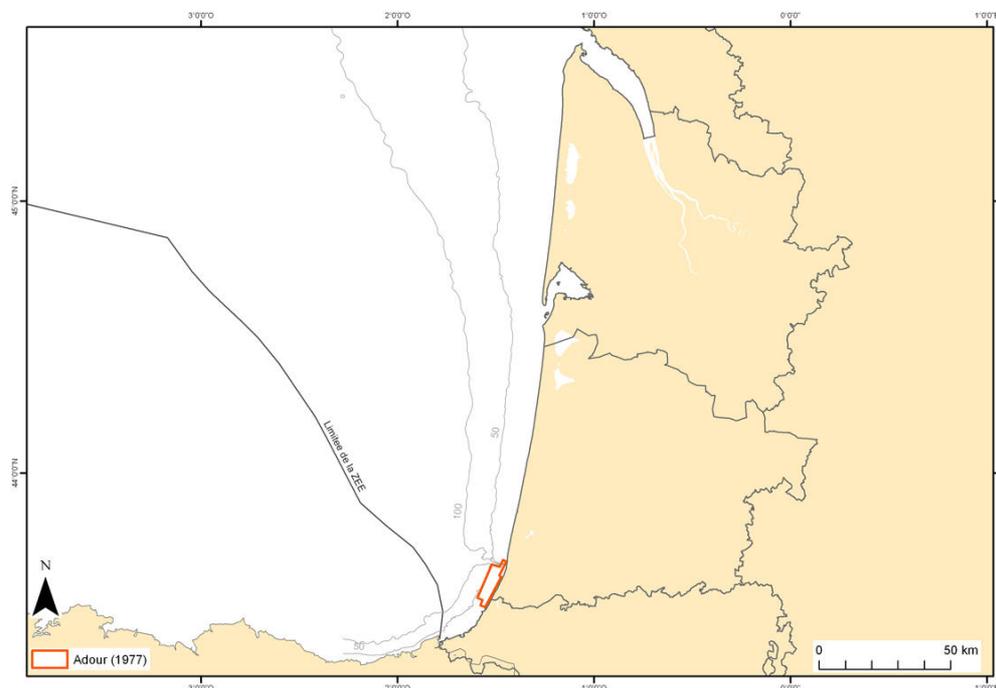


Figure 2-27 : Localisation des campagnes effectuées sur la façade "Sud Gascogne".

2.2.1.1.1 Adour 1977

BRGM (1977) - Campagne de sismique réflexion continue pour la reconnaissance de sédiments meubles au large de l'Adour. *Contrat CNEXO, rapport 77 SGN 472 MAR.*

Ce document fait suite à une campagne d'acquisition de sismique menée en juillet 1977 par le BRGM pour le compte du CNEXO.

Un rapport d'une dizaine de pages présente les moyens mis en œuvre ainsi que le déroulement des opérations. Il est accompagné d'un plan de positionnement des profils sismique au 1/25 000.

BRGM (1977) - Recherche de granulats marins au large de l'Adour (sondages). *Contrat CNEXO, rapport 77 SGN 535 MAR.*

Rédigé par F. Le Lann pour le Département Géologie Marine du BRGM, ce rapport fait suite à la campagne de carottage réalisée en août 1977 à bord de l'*Arguenon*.

Il se compose d'un document présentant le déroulement de la mission et pour chaque jour de sondage d'un tableau de synthèse regroupant pour chaque sondage sa position en TORAN, la profondeur d'eau, la pénétration et la récupération en mètre et en pourcentage. À cela s'ajoute une fiche descriptive de chaque sondage qui donne en plus des données déjà présentes dans le tableau des informations comme les conditions de mer, la nature des sédiments en tête ou pied de sondage et des remarques éventuelles. À ce document est joint un plan de positionnement des sondages au 1/25 000.

CNEXO (1978) - Recherche de granulats marins pour l'approvisionnement de la région de Bayonne. *Rapport de synthèse.*

Il s'agit d'un rapport de synthèse rédigé par le CNEXO à partir des données acquises au cours des deux campagnes de sismiques et de carottage menées par le BRGM au cours de l'été 1977.

Ce document se compose d'un rapport qui présente les résultats essentiels des deux campagnes (nombre de kilomètres de sismique acquis, nombre de carottages, granulométrie et volume des gisements) ainsi que le cadre général de l'étude (données économiques et géologiques). On trouve en figures les cartes de positionnement des profils sismiques et des prélèvements ainsi que les cartes de morphologie du toit du substratum et d'épaisseur des sédiments meubles. Enfin une carte synthétise ces deux dernières cartes et la nature des prélèvements réalisés. On trouve par ailleurs une analyse granulométrique d'un gisement. Enfin en annexe, on trouve pour chacune des carottes sa description sous forme de log accompagné des courbes d'analyses granulométriques effectuées sur chaque prélèvement.

2.2.1.2. Travaux scientifiques postérieurs à l'inventaire national des granulats marins

- ARBOUILLE D. (1987) – La sédimentation de la plate-forme continentale Nord-aquitaine au Quaternaire terminal : un exemple de système transgressif. Thèse de doctorat, Université de Bordeaux I, 211 p.
- AUGRIS C. *et al.* (2009) – Atlas thématique de l'environnement marin du Pays Basque et du Sud des Landes. Editions Quæ, 127 p.
- BELLEC V. (2003) – Evolution morphostructurale et morphosédimentaire de la plate-forme aquitaine depuis le Néogène. Université de Bordeaux I, Thèse d'Université n°2762.
- CIRAC P. *et al.* (1997) – Séquence de dépôts dans le Quaternaire terminal du plateau continental Nord-aquitain (Océan Atlantique, France). Bulletin de la Société Géologique Française, t.168, n°6, pp 717-725
- COLOTTE P. (1985) – Le plateau central Nord-aquitain, caractérisation morphosédimentaire et interprétation dynamique des dépôts holocènes. Thèse de doctorat, Université de Bordeaux I, 277 p.
- FENIES, H., LERICOLAIS, G. (2005) - Architecture interne d'une vallée incisée sur une cote à forte énergie de houle et de marée (vallée de la Leyre, côte aquitaine, France) : Comptes Rendus Géosciences, v. 337, no. 14, p. 1257-1266.
- LERICOLAIS G., FENIES H., TASTET J-P. & BERNE S. (1998) - Reconnaissance par stratigraphie sismique haute résolution de la paléovallée de la Gironde sur le plateau continental. Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris, IIa, 326.
- LERICOLAIS G., BERNÉ S. et FÉNIÈS, H., (2001) : Seaward pinching out and internal stratigraphy of the Gironde incised valley on the shelf (Bay of Biscay) - *Mar. Geol.*, 175, 183-197.

2.2.2. Analyse qualitative des données

2.2.2.1. Présentation des informations relatives aux campagnes de l'inventaire national des granulats marins

Pour chaque campagne réalisée dans le cadre de l'inventaire national des granulats marins (cf. tableau 2-6 et figure 2-27) sont présentés successivement :

- une carte de localisation des travaux,
- un tableau descriptif de la campagne.

Une carte hors-texte de situation des travaux comprenant deux feuilles à l'échelle 1/250 000 est jointe à ce rapport pour la façade « Sud-Gascogne ».

2.2.2.1.1 Adour 1977

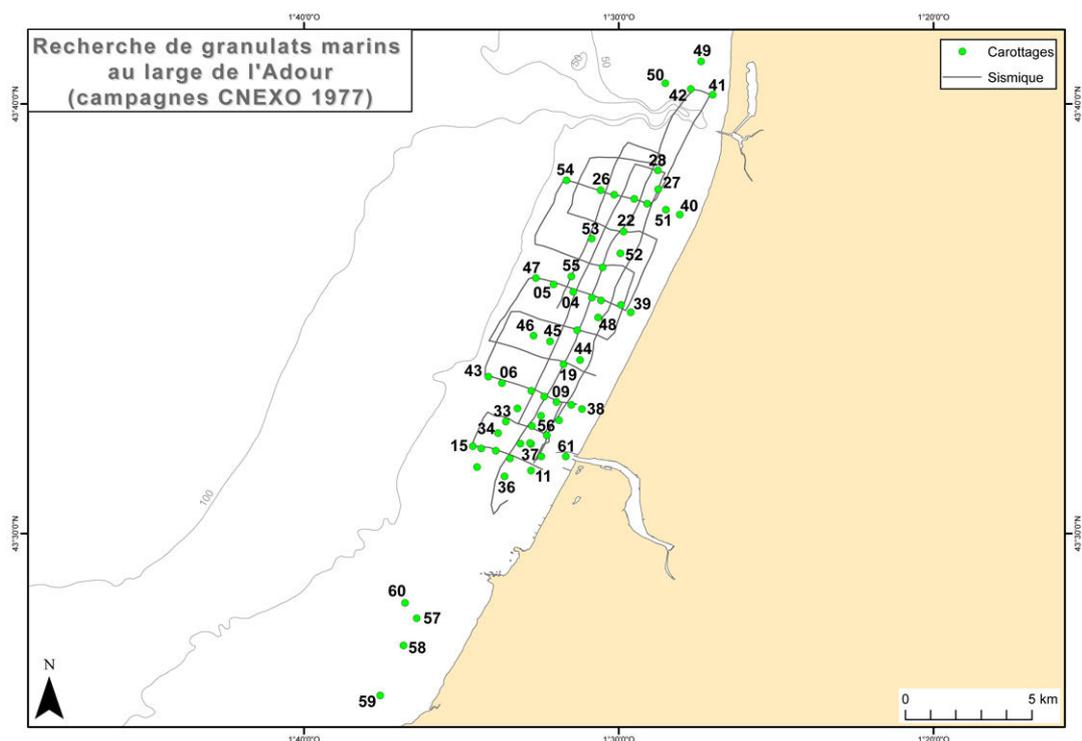


Figure 2-28 : Travaux réalisés au cours des campagnes Adour 1977.

| | |
|---------------------------|--|
| Campagne | Adour 1977 |
| Date Début | 20 juillet 1977 (1) et 02 août 1977 (2) |
| Date Fin | 29 juillet 1977 (1) et 09 août 1977 |
| Chef Mission | A-P. Cressard |
| Navire | Ikerle (1) et Arguenon (2) |
| Opérateur | BRGM |
| Travaux | Sismique (1) et carottage (2) |
| Localisation | Département Géosciences Marines |
| Référence | Recherche de granulats marins pour l'approvisionnement de la région de Bayonne |
| Date Rapport | août 1978 |
| Maître ouvrage | CNEXO |
| Projection | International 1907 - Mercator |
| Echelle | 1/25 000 |
| Système navigation | TORAN |
| Nombre profils | 28 |
| Distance cumulée | 127 km |
| Outil | Boomer et Sparker |
| Nombre carottages | 61 |
| Longueur cumulée | 267 m |
| Outil | Vibro-carottier |

2.2.2.2. Présentation des informations relatives aux campagnes « hors inventaire »

2.2.2.2.1 Plabas 1

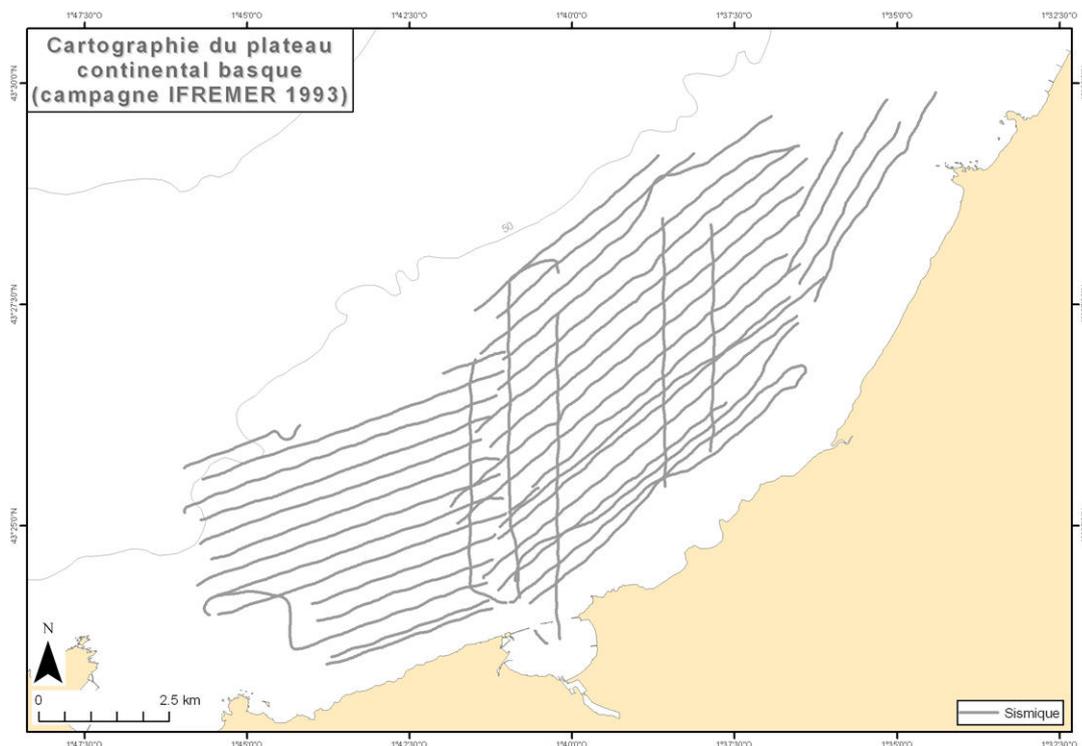


Figure 2-29 : Travaux réalisés au cours de la campagne Plabas 1.

| | |
|---------------------------|---|
| Campagne | Plabas 1 |
| Date Début | 14 novembre 1993 |
| Date Fin | 18 novembre 1993 |
| Chef Mission | C. Augris |
| Navire | Thalia |
| Opérateur | Ifremer-Genavir |
| Travaux | Sismique |
| Localisation | Département Géosciences Marines |
| Référence | Atlas thématique de l'environnement marin du Pays Basque et du Sud des Landes |
| Date Rapport | 2009 |
| Maître ouvrage | Ifremer |
| Système navigation | DGPS |
| Nombre profils | 42 |
| Distance cumulée | 247 km |
| Outil | Sondeur de sédiments 2,5 kHz |

2.2.2.2.2 Plabas 2

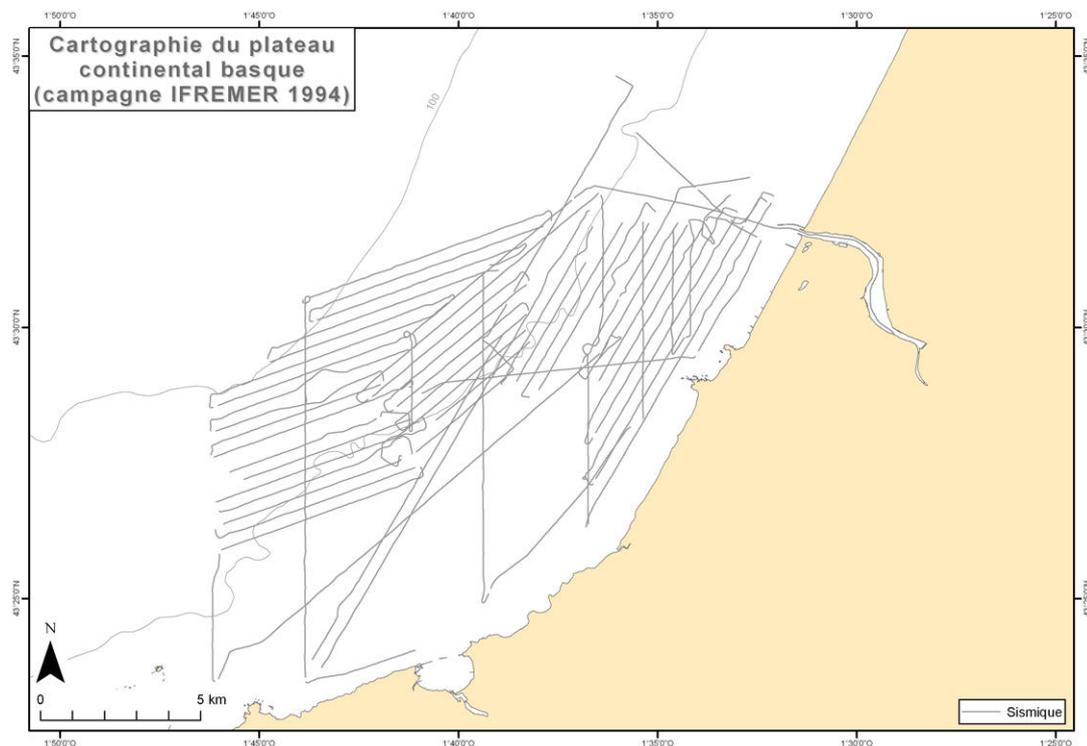


Figure 2-30 : Travaux réalisés au cours de la campagne Plabas 2.

| | |
|---------------------------|---|
| Campagne | Plabas 2 |
| Date Début | 31 octobre 1994 |
| Date Fin | 3 novembre 1994 |
| Chef Mission | C. Augris |
| Navire | Thalia |
| Opérateur | Ifremer-Genavir |
| Travaux | Sismique |
| Localisation | Département Géosciences Marines |
| Référence | Atlas thématique de l'environnement marin du Pays Basque et du Sud des Landes |
| Date Rapport | 2009 |
| Maître ouvrage | Ifremer |
| Système navigation | DGPS |
| Nombre profils | 54 |
| Distance cumulée | 282 km |
| Outil | Sparker |

2.2.2.2.3 Placeta

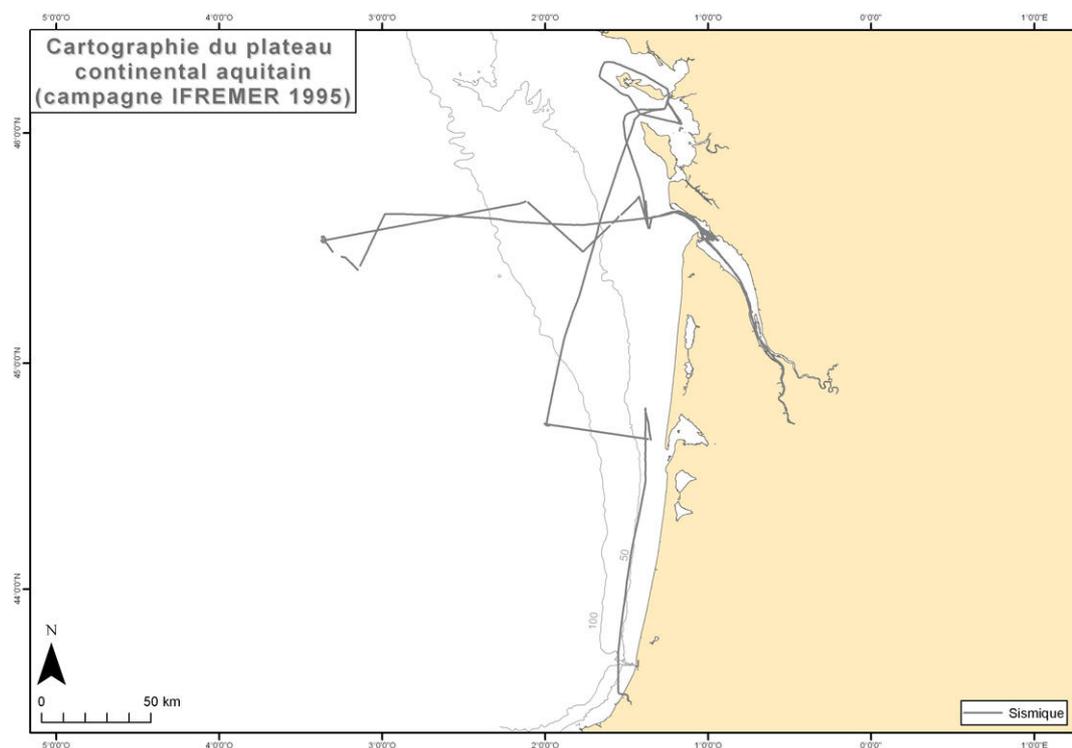


Figure 2-31 : Travaux réalisés au cours de la campagne Placeta.

| | |
|---------------------------|--|
| Campagne | Placeta |
| Date Début | 27 mai 1995 |
| Date Fin | 15 juin 1995 |
| Chef Mission | G. Lericolais |
| Navire | Thalia |
| Opérateur | Ifremer-Genavir |
| Travaux | Sismique |
| Localisation | Département Géosciences Marines |
| Référence | Reconnaissance par stratigraphie haute-résolution de la paléovallée de la Gironde sur le plateau continental |
| Date Rapport | 1998 |
| Maître ouvrage | Ifremer |
| Système navigation | DGPS |
| Nombre profils | 21 (1) et 58 (2) |
| Distance cumulée | 1 799 km (1) et 530 km (2) |
| Outil | Sondeur à sédiments 2,5 kHz (1) et sparker (2) |

2.2.2.3. État de l'archivage

En plus de l'analyse des informations disponibles, un inventaire des archives a été mené. Pour la façade Sud-Gascogne, seule la campagne Adour 1977 a été réalisée dans le cadre de l'inventaire des ressources en granulats marins.

2.2.2.3.1 Enregistrements de sismique réflexion (sismogrammes)

| Campagne | Date | Outil | Nombre de profils | Archive (en % du nombre total de sismogramme) |
|----------|------|---------------------|-------------------|---|
| Adour | 1977 | Boomer | 22 | 86 |
| Plabas 1 | 1993 | Sondeur à sédiments | 42 | 100 |
| Plabas 2 | 1994 | Sparker | 54 | 100 |
| Placeta | 1995 | Sparker | 58 | 100 |
| | | Sondeur à sédiments | 21 | 95 |

Tableau 2-7 : Enregistrements de sismiques archivés.

2.2.2.3.2 Carottes

| Campagne | Date | Nombre de carottages | Archivage des descriptions lithologiques (%) | Archivages des fiches d'analyse granulométriques (%) | Archivage carottes en lithothèque (%) | Archivage échantillons en lithothèque (%) |
|----------|------|----------------------|--|--|---------------------------------------|---|
| Adour | 1977 | 57 | 100 | 100 | 0 | 100 |

Tableau 2-8 : Carottes archivées.

2.2.2.4. Travaux scientifiques réalisés par des organismes extérieurs

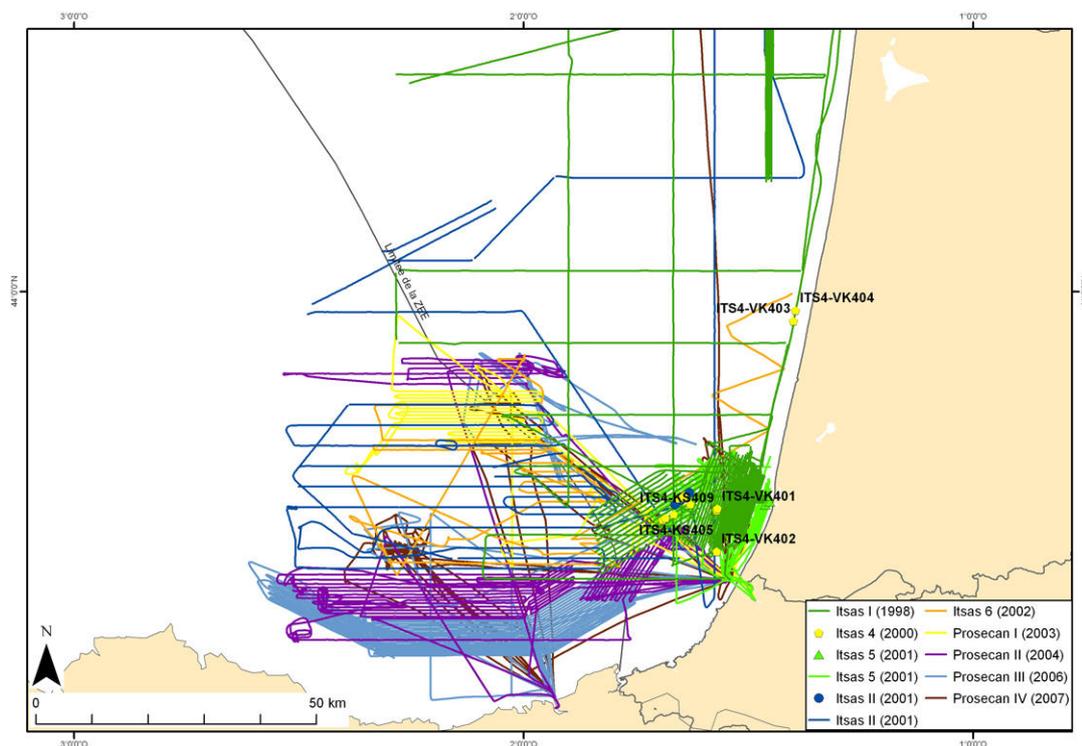


Figure 2-32 : Travaux réalisés par l'Université de Bordeaux I, au Sud du golfe de Gascogne.

| Campagne | Date | Maître d'ouvrage | Opérateur | Navire | Travaux réalisés (Outils) |
|------------------|-----------------------|--------------------------|-----------------|--------------------|---------------------------|
| Itsas I | août à septembre 1998 | Université de Bordeaux I | Ifremer-Genavir | Le Suroît | Sismique et carottage |
| Itsas4 (*) | mai 2000 | Université de Bordeaux I | INSU | Côtes de la Manche | Carottage |
| Itsas5 (*) | mai 2001 | Université de Bordeaux I | Ifremer-Genavir | Thalia | Sismique et carottage |
| Itsas II | juin 2001 | Université de Bordeaux I | Ifremer-Genavir | Le Suroît | Sismique et carottage |
| Itsas6 (*) | juillet à août 2002 | Université de Bordeaux I | Ifremer-Genavir | Thalia | Sismique |
| Prosecan I (*) | août 2003 | Université de Bordeaux I | Ifremer-Genavir | Thalia | Sismique |
| Prosecan II (*) | août 2004 | Université de Bordeaux I | Ifremer-Genavir | Thalia | Sismique |
| Prosecan III (*) | juillet à août 2006 | Université de Bordeaux I | Ifremer-Genavir | Thalia | Sismique |
| Prosecan IV (*) | avril à mai 2007 | Université de Bordeaux I | Ifremer-Genavir | Thalia | Sismique |

Tableau 2-9 : Liste des campagnes scientifiques réalisées par des organismes extérieurs au Sud du Golfe de Gascogne

* : Ces données font actuellement l'objet d'une thèse en cours à l'Université de Bordeaux I et ne sont pas disponibles.

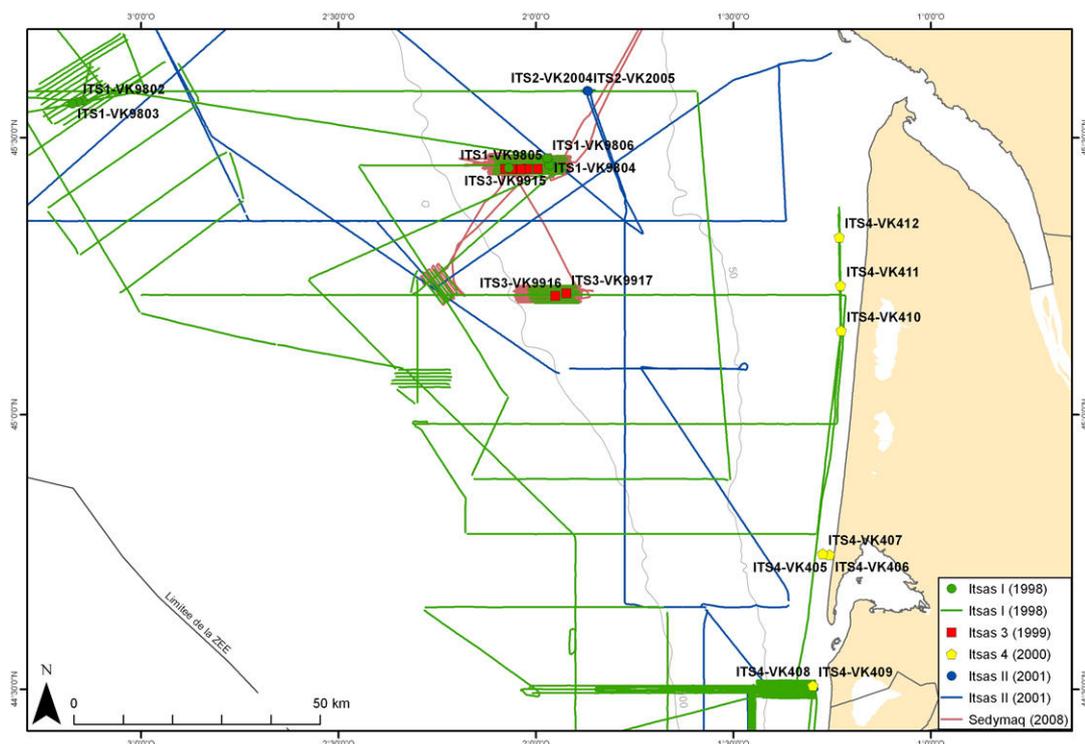


Figure 2-33 : Travaux réalisés par l'Université de Bordeaux I au Sud de l'estuaire de la Gironde.

| Campagne | Date | Maître d'ouvrage | Opérateur | Navire | Travaux réalisés (Outils) |
|-------------|-----------------------|--------------------------|-----------------|--------------------|---------------------------|
| Itsas I | août à septembre 1998 | Université de Bordeaux I | Ifremer-Genavir | Le Suroît | Sismique et carottage |
| Itsas3 (*) | juin 1999 | Université de Bordeaux I | INSU | Côtes de la Manche | Carottage |
| Itsas4 (*) | mai 2000 | Université de Bordeaux I | INSU | Côtes de la Manche | Carottage |
| Itsas II | juin 2001 | Université de Bordeaux I | Ifremer-Genavir | Le Suroît | Sismique et carottage |
| Sedymaq (*) | août 2008 | Université de Bordeaux I | Ifremer-Genavir | Thalia | Sismique |

Tableau 2-10 : Liste des campagnes scientifiques réalisées par des organismes extérieurs au Sud de l'estuaire de la Gironde

3. Principaux résultats des campagnes

3.1. Façade « Bretagne »

3.1.1. Résultats des campagnes de l'inventaire national des granulats marins

3.1.1.1. Sagrmanche - Nord Bretagne

Le but de cette mission était de réaliser la reconnaissance géologique et sédimentologique au large du golfe de Saint-Malo entre l'isobathe -30 m et la côte. 357 km de profils sismique haute résolution ont donc été acquis, répartis en deux zones distinctes : le golfe de Saint-Malo et la baie de Saint-Brieuc.

Au cours de cette mission, deux types de dépôts meubles ont été observés sur la zone d'étude :

- des formations dunaires reposant sur un fond rocheux peu accidenté,
- des remblayages comblant des incisions formées, en période de bas niveau marin, par d'anciens cours d'eau érodant le substratum rocheux.

Au large de Saint-Malo, l'étude de la sismique montre que la couverture sédimentaire est globalement de faible épaisseur et les fonds présentent une morphologie chaotique, typique des affleurements rocheux. Deux accumulations sédimentaires ont tout de même été observées :

- au Nord de la zone, un ensemble dunaire constitué de dépôts fins et coquilliers. Des carottages ont montré qu'il contient majoritairement du sable coquillier (60%), de l'argile et du maërl (25%) et des galets et graviers (15%).
- au Sud-Ouest, deux anciennes vallées incisées, remblayées par des dépôts fluviatiles. Quatre carottes ont permis de déterminer la constitution du remblayage : 55% de graviers et galets et 45 % de sable. Le sable est coquillier en surface, beaucoup moins en profondeur.

Le volume estimé de l'ensemble est de l'ordre de 150 millions de m³.

Dans la baie de Saint-Brieuc, les sédiments les plus fins se déposent en fond de baie, là où courants et houles sont les moins forts, tandis que les sédiments grossiers se déposent plus au large. Ces dépôts, d'âge récent, résultent de la fragmentation de coquilles, spicules d'oursins et maërl et sont par conséquent très riches en carbonates. La couverture sédimentaire, globalement importante sur l'ensemble de la zone, dépasse 10 m d'épaisseur aux endroits les plus abrités (c'est-à-dire au Sud et à l'Ouest de la baie). Une grande homogénéité a été mise

en évidence par l'étude des forages réalisés puisqu'ils sont constitués à 90% de sables calcaires et 10% de graviers et galets. Aucune trace de paléovallées n'a été repérée sur les enregistrements sismiques alors que la région de Saint-Brieuc se caractérise, à terre, par des vallées profondément incisées.

3.1.1.2. Sables calcaires

Cette mission avait pour but d'étudier à l'aide d'outils de sismique et de dragages, huit dunes déjà connues au large de la Bretagne : les dunes de Trezen Ar Skoden, des Trépieds, du Rater et de Trezen Ar Gorgegou au Nord de la baie de Roscoff (figure 3-1) ainsi que les bancs sableux du Four, d'Ouessant, d'Ar Men et de Kafarnao en mer d'Iroise (figure 3-4).

- Au large de Roscoff, le soubassement rocheux est globalement accidenté. Les dunes répertoriées dans la zone se situent à des profondeurs allant de 10 à 70 mètres. Elles sont d'importance et d'étendue inégales et résulteraient de l'action de courants puisqu'elles présentent toutes une morphologie de ride.

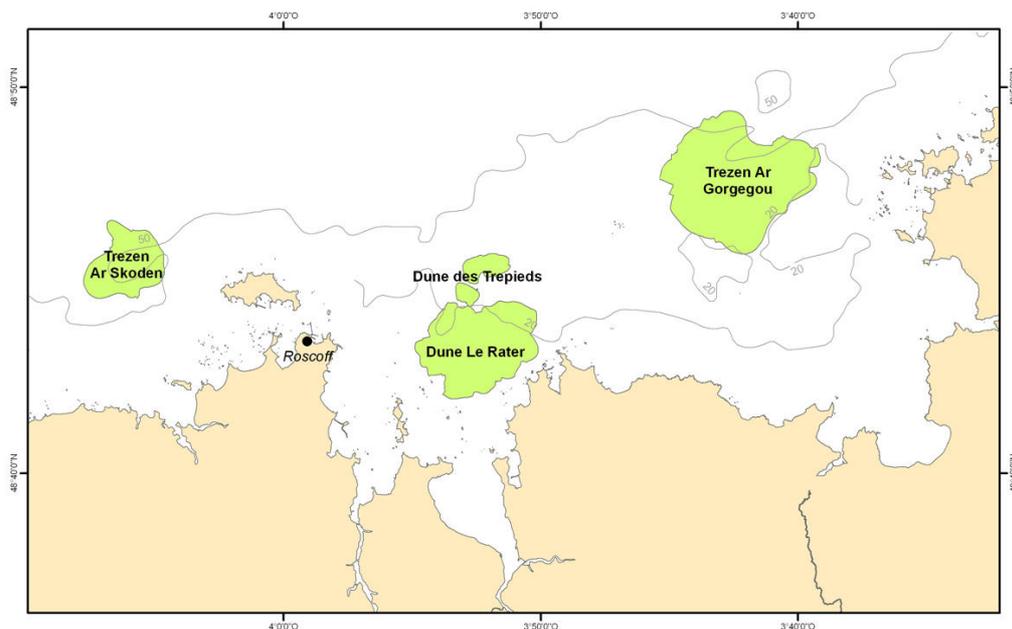


Figure 3-1 - Localisation des différentes dunes observées au large de la baie de Morlaix.

La dune de Trezen Ar Skoden est la plus importante des dunes situées au large de Roscoff. Elle se trouve à cinq kilomètres à l'Ouest de l'île de Batz, par plus de 43 m de fond. D'une surface d'environ 8 km², les épaisseurs maximales observées avoisinent les 25 m (figure 3-2). Deux dunes de plus faible importance se développent sur son flanc Nord. Le volume de l'ensemble est évalué à 76 millions de mètres cubes. Elle repose sur un socle granitique accidenté et une zone rocheuse située à l'Ouest lui sert d'appui.

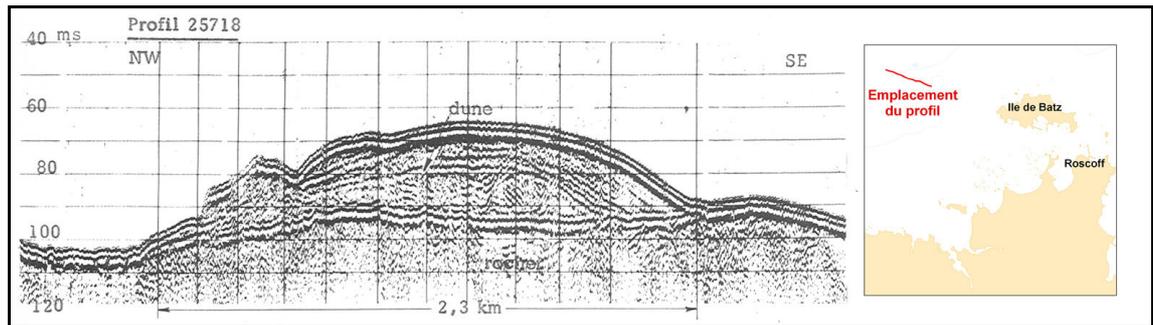


Figure 3-2 - Profil sismique montrant l'architecture interne de la dune de Trezen Ar Skoden.

La dune de Trezen Ar Gorjegou est située à l'Est de la baie de Morlaix, entre le plateau de la Méloine et l'île Grande. Elle surmonte des fonds rocheux aux reliefs accidentés et repose par plus de trente mètres de profondeur. Elle présente une épaisseur maximale proche d'une vingtaine de mètres. La superficie estimée est de 15 km² et le volume de 186 millions de mètres cubes.

La dune du Rater est située dans la baie de Morlaix. Elle est encadrée à l'Est, à l'Ouest et au Nord par des affleurements rocheux. Sa géométrie est complexe et les épaisseurs faibles. Reposant sur un socle rocheux accidenté, affleurant en de nombreux endroits, les épaisseurs dépassent rarement 20 mètres. Au Nord-Ouest de la zone prospectée, une accumulation d'une trentaine de mètres d'épaisseur a tout de même été observée. Elle recouvre une paléovallée comblée correspondant vraisemblablement à un ancien lit de la rivière de Morlaix (figure 3-3). Le volume estimé de cette accumulation est de 118 millions de mètres cubes.

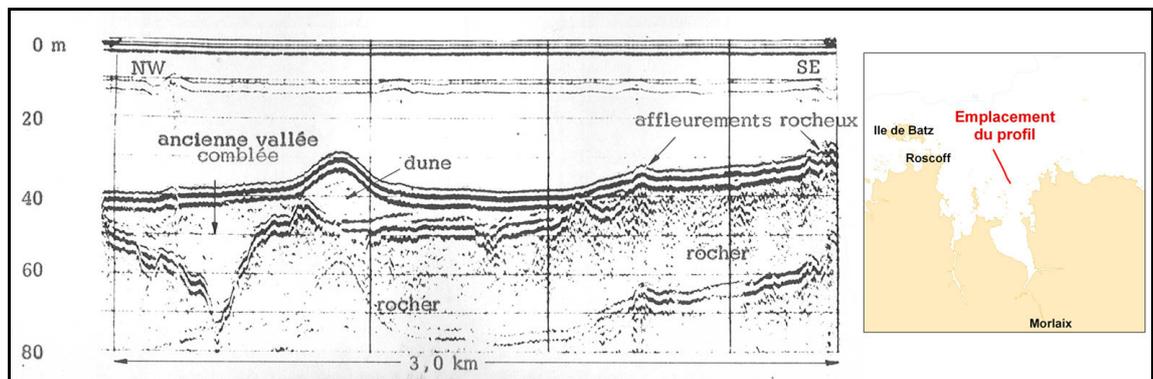


Figure 3-3 - Profil sismique montrant la paléovallée située sous la dune du Rater.

La dune des Trépieds se situe au Nord de la dune du Rater, au large de la baie de Morlaix. Elle s'appuie à l'Est, sur les rochers constituant le haut-fond rocheux des Trépieds qui appartient au plateau de la Méloine. Elle repose par des profondeurs minimales allant de 25 à 30 mètres et surmonte un substratum rocheux relativement accidenté. Deux accumulations de faible épaisseur sont observables au niveau de la dune des Trépieds: la première située au Nord présente deux zones de dépôts de 8 et 10 m tandis que la seconde accumulation,

au Sud, ne dépasse pas 8 mètres. Le volume estimé de cette ensemble sableux est faible : 11 millions de mètres cubes.

- En mer d'Iroise, les quatre bancs observés reposent sur des fonds peu accidentés, à des profondeurs plus importantes que les accumulations de la baie de Roscoff (entre 60 et 90 mètres). De forme dissymétrique, ces dépôts se seraient accumulés récemment, dans des zones où s'amortissent de forts courants de marée.

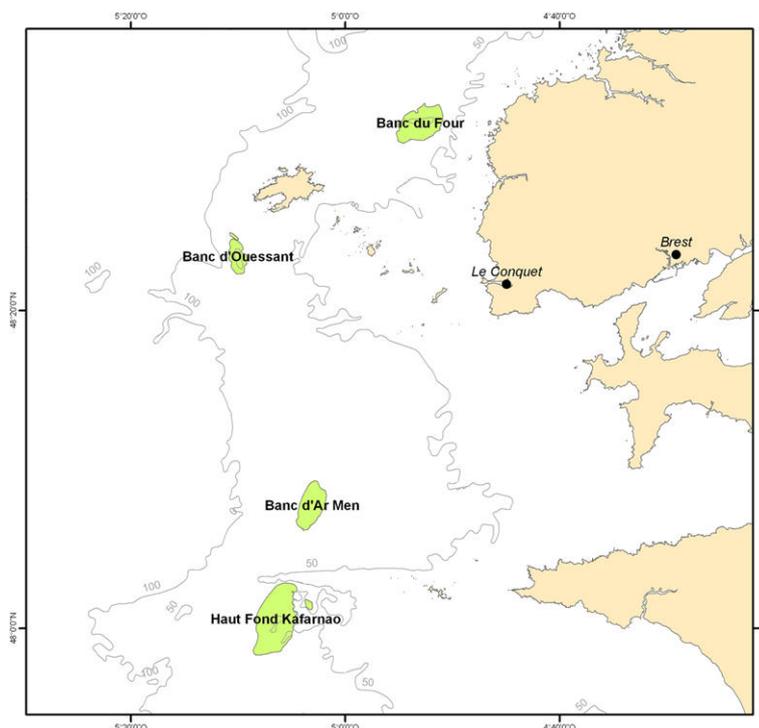


Figure 3-4 - Localisation des dunes observés en mer d'Iroise.

Le banc du Four se situe au Nord-Est de l'île d'Ouessant, à environ 7 km des côtes bretonnes. Il est constitué de deux accumulations principales de 50 à 55 m d'épaisseur au maximum séparées par un axe profond où affleure localement la roche. Globalement orientés Nord-Ouest/Sud-Est, elles surmontent un substratum rocheux peu accidenté, variant entre 75 et 90 m de profondeur. Des accumulations moins importantes (de 10 à 35 m d'épaisseur) ont été observées au Sud-Ouest et au Nord de la zone (figure 3-5). La roche affleure au Sud de la dune. Le volume estimé de l'ensemble est de 390 millions de mètres cubes ce qui fait du banc du Four la plus importante accumulation observée au cours de cette étude.

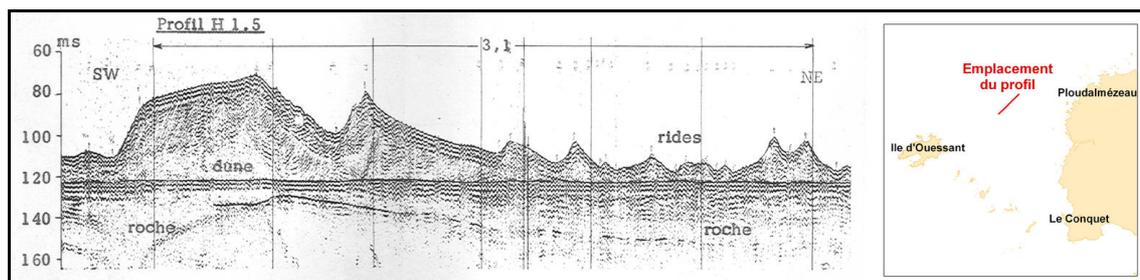


Figure 3-5 - Coupe sismique montrant la dune principale constituant le Banc du Four.

Le haut-fond d'Ouessant, situé au Sud-Ouest de l'île d'Ouessant, repose par 90 m de profondeur, sur un substratum rocheux peu accidenté. Il présente une dissymétrie de ses flancs : le rebord Ouest est en pente raide tandis que le flanc opposé est en pente douce. Son épaisseur maximale observée est de 55m. Au Nord de ce haut-fond, une série de rides de 5 à 15 m d'épaisseur a été observée. Le volume du haut-fond d'Ouessant est estimé à 132 millions de mètres cubes.

Le haut-fond d'Ar Men, situé au large de la pointe du Raz, est l'une des accumulations les plus régulières observées avec celle de Trezen Ar Skoden. Il se présente comme une masse elliptique très étendue, orientée Nord-Sud, aux flancs en pente douce. D'une épaisseur voisine des 25 m au maximum, il repose par plus de 65 m de fond. Le volume de sédiments le constituant a été estimé à 190 millions de mètres cubes.

Le banc de Kafarnao, situé au Sud du haut-fond d'Ar Men est composé d'un ensemble de rides assez désordonnées dont l'épaisseur maximale est de l'ordre de 20 à 25 m au Sud de la zone et de 15 m au Nord. Il repose par 45 à 50 m de fond, sur un soubassement rocheux relativement calme, affleurant localement à l'Est de la zone. L'ensemble de ces structures représente un volume de 165 millions de mètres cubes.

L'étude de la granulométrie et des pourcentages de certains éléments chimiques a été menée sur l'ensemble des dragues réalisées. En moyenne les prélèvements contiennent 79% de carbonates (les pourcentages varient de 13 à 96%), 2,5% de $MgCO_3$ (de 0,40 à 4,45%) et 12,6% de silice (de 0,90 à 55,14%). Selon la classification de G.BOILLOT (1964), il s'agit de « sables zoogènes moyens ou grossiers et homogènes légèrement détritiques ».

Les différents traitements réalisés ont permis de préciser que le stock détritique siliceux se trouve majoritairement dans la fraction fine (inférieure à 0,200 mm) et les carbonates dans la fraction moyenne (entre 3,15 et 0,5 mm). Sur le plan industriel, les bancs d'Ouessant, du Four et d'Ar Men seraient les plus intéressants à exploiter du fait de leur teneur en carbonates, $MgCO_3$ et SiO_2 .

Une campagne de sondages fut ensuite menée uniquement sur le Banc du Four puisqu'il constituait l'accumulation la plus importante tant du point de vue du volume que de la nature des sédiments. Ces sondages ont mis en évidence la grande homogénéité sédimentaire de l'ensemble : il s'agit d'un sable biodétritique calcaire, de granulométrie moyenne, homogène tant en surface qu'en profondeur.

3.1.1.3. Lorient 1973

Au Sud de la Bretagne, le plateau continental se caractérise par l'existence d'une « dorsale rocheuse » soutenant les différentes îles. Cette dorsale limite le domaine littoral constitué de sédiments fins du domaine externe constitués de dépôts plus anciens et grossiers. Une campagne de reconnaissance sismique (1400 km de profils espacés de 4 km) fut donc menée en 1973 afin de reconnaître ces dépôts externes, suivant six cibles préalablement définies.

L'étude des données bathymétriques montre que le plateau continental entre Groix et Belle-Île est caractéristique de la région Sud-Bretagne : on y trouve une bande littorale étroite et en pente abrupte (0-15 m) et une zone rugueuse et fracturée (15-40 m) de pente plus faible. Deux directions structurales sont perceptibles : la direction principale Nord-Ouest/Sud-Est, présente à l'échelle régionale et l'autre, orthogonale à la première (Nord-Est/Sud-Ouest), observable uniquement en mer.

Trois accumulations sédimentaires ont été mises en évidence :

- la première, située au Sud-Ouest d'Erdeven, repose entre 20 et 35 m de fond. Ce gisement ayant été découvert au cours d'essais de matériel, il ne constituait pas une cible prioritaire et seule une petite partie en a été prospectée (6 km sur 6). Son épaisseur varie entre 5 et 10 mètres. Il paraît constitué d'un sable roux grossier (0,5 à 1,0 mm) à rares galets, recouvert partiellement par des dépôts de vase et sable fin grisâtre provenant de la rivière d'Erdeven. Sa surface a été évaluée à 20 km² pour un volume de 210 millions de mètres cubes.
- la deuxième se trouve au Sud de l'Île de Groix, au-delà de 40 m de fond. L'épaisseur moyenne dépasse 10 m avec une zone centrale de plus de 15 m représentant 20% de la surface reconnue (2 km par 6). Les sédiments recueillis sont brun-grisâtre, témoins d'un mélange de sables moyens roux et de sables fins gris. On trouve quelques fines coquilles entières de Lamellibranches. Les galets sont rares. Le gisement présente une surface de 132 km² pour 1080 millions de m³ de sédiments.
- la dernière accumulation se situe entre le plateau des Birvideaux et Belle-Île. A l'Est, s'étend le banc des Poulains qui se prolonge par le banc de Taillefer. Il s'agit d'une vaste dune, de forme aplatie, qui paraît homogène sismiquement. Le banc des Poulains mesure environ 10 km sur 10, pour une épaisseur maximale de 15 m. Il est formé de sables roux assez fins et bien classés, à rares coquilles. Sa surface est de 63 km² pour 520 millions de m³ de sédiments. Néanmoins, la présence d'un câble sous-marin sur la zone rend impossible l'exploitation de ce banc. Le banc de Taillefer semble présenter la même nature lithologique et fera l'objet d'une étude plus détaillée au cours d'une prochaine campagne. Une paléovallée, large d'un kilomètre, longue d'au moins 25 km et entaillant le substratum sur 20 m, a également été observée sous cette dune : la paléovallée de la Teignouse. D'une surface de 20 km² pour 300 millions de m³ de sédiments, elle est constituée en surface d'un remblayage grossier à nombreux galets anguleux.

3.1.1.4. Lorient 1975 – Taillefer 1975

Cette série de campagnes fait suite à l'étude générale menée en 1973 au Sud de la Bretagne (voir §3.1.1.3. Lorient 73) qui avait permis de localiser trois zones dont deux nous intéressent dans le cadre de cette étude : la zone « Lorient » située au large d'Erdeven et la zone « Taillefer » en référence au banc du même nom située entre Belle-Île et Quiberon. Ces zones ont ainsi fait l'objet d'une étude sismique complémentaire avec un maillage plus resserré que lors de la première étude (1 km d'espacement entre les profils).

Sur la zone « Lorient », deux régions se distinguent morphologiquement : à l'Ouest le socle cristallin de l'Île de Groix affleure selon une géométrie chaotique, tandis qu'à l'Est, les fonds plongent du Nord vers le Sud de façon régulière passant de 17 à 35 m, ce qui suggère la présence d'une couverture sédimentaire meuble.

Les accumulations observées sur la zone sont de type alluvionnaire. Un système principal, d'une épaisseur de 15 à 20 m, prolonge la rivière d'Etel vers le Sud-Ouest puis se divise temporairement en deux bras de même épaisseur. Ces deux bras se rejoignent ensuite plus au Sud pour former un réseau sinueux qui rejoint lui-même le réseau ayant drainé le socle de Groix.

Une nouvelle estimation des volumes établie à partir des données nouvellement acquises a été réalisée : d'une surface de 6,9 km², le volume total de la couverture est estimé à 559 millions de mètres cubes.

Lors de cette campagne, l'étude de la zone « Taillefer » aura été volontairement limitée à un secteur de 8 km sur 6 puisque l'ensemble du banc des Poulains est situé dans une zone où mouillages et pêche sont interdits.

Le banc de Taillefer est une dune sous-marine reposant sur un fond rocheux complexe entaillé localement par la paléovallée de la Teignouse. L'étude plus approfondie de cette zone a permis d'estimer la profondeur de cette dernière à environ 30 mètres. Plus au Sud de la zone d'étude, le banc de Taillefer est épais de 15 à 20 m. Les dragues réalisées au cours de cette nouvelle campagne ont remonté des sédiments identiques à ceux prélevés en 1973.

Le volume de la couverture sédimentaire totale (c'est-à-dire en tenant compte du banc de Taillefer et de la paléovallée de la Teignouse) a été estimé à 463 millions de m³ répartis sur 4,2 kilomètres carrés. Les dépôts dunaires sont estimés à 321 millions de m³.

A partir de ces données et au vu des résultats de la campagne de sondage menée ultérieurement, le CNEXO pu déterminer des gisements exploitables.

Du fait de ses caractéristiques lithologiques, le banc de Taillefer fut jugé inapproprié dans le cadre de cette étude. En effet, s'agissant d'une dune hydraulique constituée de sables d'origine biogène, le pourcentage de carbonate élevé (25 à 75%), l'indice de propreté, la granulométrie et la présence de niveaux

à fines majoritaires constituait des facteurs pénalisant pour l'emploi en tant que sable à bétons. D'autres possibilités d'exploitation furent néanmoins proposées pour ce gisement : amendement calcaire (pour les zones les plus riches en carbonates) ou utilisation comme remblaiement, par exemple au niveau d'une zone portuaire.

Le site de Lorient présentait un potentiel plus important. Le site fut divisé en trois « sous-gisements » d'intérêt croissant :

- le premier, situé à l'Est de la zone, est intéressant du point de vue de l'épaisseur de la couverture sédimentaire et de sa profondeur mais la présence de sables très fins contaminés par de la vase en fait une cible de second ordre.
- le second, situé au Sud, présente une qualité de matériau supérieure malgré la présence de lentilles vaseuses. Néanmoins la profondeur excédant 25 m en faisait un gisement peu accessible pour les dragues de l'époque.
- enfin le dernier gisement appelé « gisement de la Gardenne » a été choisi comme cible prioritaire. Situé à proximité du port de Lorient, par de faibles profondeurs (18 à 25 m) et étant globalement pauvre en fines (à l'exception du Sud-Est), un gisement exploitable de 18 millions de m³ répartis sur 3 km² et 6 m d'épaisseur fut déterminé.

Les auteurs préconisèrent pour l'exploitation du gisement de la Gardenne le dragage par navire à élinde traînante en procédant par tranches verticales (souilles en longueur de 1 km pour 4 m de profondeur) puis d'élargir cette souille.

Les autres sous-zones, bien que moins intéressantes immédiatement, semblaient également potentiellement exploitable. En supposant que l'opération de dragage améliore la propreté du sable (perte de fines), le sable du premier sous-gisement décrit pourrait convenir comme correcteur de sables grossiers ou être utilisé dans le cadre de techniques utilisant des sables fins (bétons légers colloïdaux notamment). La deuxième sous-zone constitue également un gisement potentiel, sans plus de précisions de la part des auteurs.

3.1.1.5. Lannion 1979

En 1979, le CNEXO chargea le BRGM de réaliser une mission de reconnaissance des fonds en baie de Lannion afin de découvrir de nouvelles ressources en granulats marins. En effet, des extractions avaient alors lieu dans l'estuaire du Léguer, posant des problèmes de cohabitations avec d'autres activités maritimes et de stabilité des rivages.

L'étude se répartit en trois étapes :

- étude bibliographique et synthèse des données existantes sur la zone,
- réalisation d'une campagne de sismique réflexion
- réalisation d'une campagne de sondages carottés.

Avant 1979 les connaissances, tant du point de vue de la nature du substratum rocheux que de la couverture sédimentaire meuble, étaient minimales.

Les seules données existantes à l'époque concernant la sédimentologie des formations superficielles en baie de Lannion étaient un ensemble de dragages datant de 1964-1965, quelques profils de sismique réflexion acquis par le BRGM en 1967 et des sondages réalisés dans le cadre de la pollution par les hydrocarbures de l'Amoco Cadiz en 1978.

En dehors des zones rocheuses situées près de la côte et au large par plus de 50 m de fond, les sédiments en baie de Lannion sont à dominante calcaire (50% de carbonate minimum). Les sédiments les plus fins se déposent en fond de baie, à l'abri des houles et des courants tandis que les éléments les plus grossiers se retrouvent au large. Cette configuration se retrouve en baie de Saint-Brieuc (voir § 3.1.1.1 Sagramanche – Nord Bretagne). On trouve des sables fins plus ou moins carbonatés en fond de baie, des sables bio-lithoclastiques graveleux sur la côte Ouest et à proximité des hauts-fonds du Crapaud et des graviers litho-bioclastiques entre ces deux zones. La disposition de ces différents faciès ne semble pas liée au tracé de la paléovallée du Léguer.

L'étude sismique menée par le BRGM en 1967 montra qu'en dehors des paléovallées, les épaisseurs sédimentaires sont faibles (quelques mètres tout au plus) mis à part au large où se trouve la dune de Trezen Ar Gorjegou et à l'extrémité Ouest du plateau de Trébeurden où apparaît une accumulation dunaire d'une dizaine de mètres.

La paléovallée du Léguer occupe le centre de la baie. Sa largeur varie entre 600 et 1 200 m et elle semble totalement comblée, sauf vers l'aval. Les épaisseurs de sédiments oscillent entre 10 et 20 m.

Deux gisements de maërl ont été observés par L. Cabioch (1968) : le plus petit au Nord de la baie, entre les îles Molène et Miliou et l'autre plus important à l'Est du rocher du Taureau, c'est-à-dire à l'entrée de l'anse de Locquémeau,

La campagne menée en 1979 par le BRGM pour le compte du CNEXO permit l'acquisition de 113 km de profils sismiques, confirmant les observations déjà faites : les seules épaisseurs sédimentaires conséquentes dans la baie sont les paléovallées du Léguer et du Douron (5 à 20 m d'épaisseur). En dehors de ces vallées incisées, les épaisseurs sédimentaires sont faibles (moins de 2 mètres).

38 sondages réalisés à l'aide d'un vibro-carottier montrèrent que la paléovallée du Léguer est constituée d'alternance de sable siliceux fins à niveaux graveleux et de niveaux à tourbe. En allant vers le large, les sables deviennent plus fins. Les sédiments de la paléovallée du Douron présentent des niveaux graveleux plus épais que dans le Léguer, alternant avec des sables très fins sans niveaux tourbeux.

Deux secteurs ont été jugés intéressants pour l'exploitation de granulats :

- l'estuaire du Léguer, alors en exploitation mais qui posait des problèmes de cohabitation avec d'autres activités et dont les réserves semblaient limitées,

- un secteur au Nord de la pointe de Plestin nécessitant des études ultérieures pour estimer son exploitabilité.

L'estimation des volumes n'a pas été réalisée en raison de l'espacement trop grand entre profils par rapport à la taille des structures observées.

3.1.1.6. Chausey 1981

Au cours des premières campagnes menées par le BEICIP en 1972 au large de la baie de Saint-Malo (voir § 3.1.1.1. Sagramanche - Nord Bretagne), un ancien réseau hydrographique entaillant le substratum jusqu'à 8 m de profondeur fût découvert. Cette zone, située à une dizaine de kilomètres au Sud-Ouest des Îles Chausey fit l'objet d'une nouvelle étude sismique plus détaillée, menée par le BRGM en 1980.

Le secteur est relativement plat : d'une profondeur moyenne de 24 m, la hauteur maximale est observée au Sud-Est de la zone (21 m de fond). Une dépression de 6 à 7 m vient entailler la zone au Nord sur 4 km de long pour 1 km de large. Au milieu de la zone, une dépression de faible amplitude (2 m environ) a également été observée.

L'analyse des données de sismique révèle que le toit du substratum semble franchement altéré puisque la limite entre sédiments et roche n'apparaît pas nettement sur les enregistrements. La zone où la sédimentation est la plus importante est située au Nord de la zone, dans la dépression décrite précédemment. L'épaisseur atteint jusqu'à 12 m pour une valeur moyenne de 5 mètres. Au Sud-Est, le recouvrement sédimentaire atteint 6 à 7 m. Ailleurs sur la zone, aucune trace de figure de sédimentation n'a été repérée.

44 sondages ont permis de préciser la nature des sédiments présents dans le secteur d'étude. Ces sondages ont confirmé que la couverture sédimentaire, en dehors des deux dépressions observées, était grossière, de faible épaisseur et granoclassée dans la plupart des cas (avec à la base des niveaux à graviers ou galets).

La zone Nord étant située à proximité des Îles Chausey (constituant un site classé pour lequel un projet de parc national était en cours) et dans un gisement protégé de praires, elle fut volontairement délaissée au profit de la zone du Sud-Est. Les épaisseurs observées (de l'ordre de 6 m) ainsi que les carottes obtenues dans cette zone permirent au CNEXO d'y déterminer un gisement potentiel. L'analyse des sondages réalisés dans la zone donne les caractéristiques suivantes : 36 % de graviers, 30 % de sables grossiers et 34 % de sables moyens et fins. Le taux de carbonates est de l'ordre de 30 %. Toutefois, afin de pouvoir déterminer l'extension verticale du gisement, des sondages plus performants ainsi qu'une campagne de dragage furent préconisés.

3.1.2. Résultats des travaux scientifiques réalisés en dehors de l'inventaire des granulats

3.1.2.1. Pollution par les hydrocarbures de l'Amoco Cadiz des sédiments des baies de Morlaix et Lannion

A la suite de la pollution par les hydrocarbures de l'Amoco Cadiz, une série de quatre campagnes de prélèvements fut réalisée pour estimer la contamination des sédiments. Les prélèvements effectués se cantonnent aux baies de Morlaix et Lannion. 24 vibrosondages permirent d'étudier la pénétration des hydrocarbures en fonction de la granulométrie des sédiments.

Les sédiments rencontrés sont majoritairement des sables fins à moyens, dans lesquels la fraction grossière reste peu importante en surface au contraire de la fraction biodétritique calcaire. Ainsi certains échantillons (AF 114 et 185 – cf. annexe « Description des carottes ») contiennent un pourcentage de maërl assez élevé ou sont constitués uniquement de calcaire (l'échantillon AF 154, prélevé sur la dune des Trépieds).

En surface, les sédiments se répartissent suivant cinq classes :

- un sable fin biodétritique assez bien classé contenant 20% de sable quartzeux (AF 122, AF 124, AF 112, AF 237, AF 151, AF 165, AF 129, AF 138, AF 186) ;
- un sable grossier biodétritique calcaire assez mal classé constitué de débris coquilliers (AF 154) ou de maërl (AF 114, AF 104) ;
- un sable grossier à graveleux très mal classé à fraction biodétritique calcaire, graviers et petits cailloux (AF YM, AF 224). Ce sédiment se trouve à proximité de zones de cailloutis ou d'affleurements rocheux ;
- un sable hétérogène moyen à fin mal classé à rares cailloux et fraction coquillière grossière importante (AF 227, AF 191, AF 181, AF 139, AF 147, AF 150) ;
- un sable fin vaseux (AF 102, AF 103) présent uniquement en rivière de Morlaix.

Seuls les 20 à 30 premiers centimètres semblant être affectés par la présence d'hydrocarbures.

3.1.2.2. Rade de Brest - Zone d'Essais et d'Etalonnages - Reconnaissance des fonds marins par sismique réflexion et par réfraction

Dans le cadre d'une convention entre le CNEXO et le département Géophysique du BRGM, ce dernier réalisa une campagne d'acquisition de données sismiques continue destinée à la reconnaissance d'un polygone d'essais en rade de Brest.

Les données ainsi acquises ont permis de dresser une carte d'épaisseur des sédiments meubles, une carte d'isobathes du toit du substratum ainsi qu'une carte bathymétrique. Les différents outils utilisés au cours de la mission étaient le

sondeur du bateau (pour mesurer la bathymétrie), la sismique réflexion continue utilisant différentes sources d'émissions (sparker, boomer, somahr) et la sismique réfraction continue (permettant de mesurer la vitesse de propagation des ondes dans le sédiment et le substratum).

L'étude de la carte bathymétrique montre que le relief de la zone est assez tourmenté. Quatre zones ont été distinguées du Nord-Est au Sud-Ouest:

- au Nord-Est, le fond est assez régulier et varie entre 6 et 8 m de profondeur ;
- après un approfondissement brutal limitant ce plateau à l'Est, le fond redevient relativement calme et la bathymétrie oscille entre 16 et 18 mètres ;
- les zones centrales et Sud-Ouest sont très tourmentées, des thalwegs alternant avec des hauts-fonds. La zone est traversée du Nord au Sud par un thalweg d'une profondeur atteignant 30 mètres ;
- au Sud-Ouest, la topographie des fonds montre une alternance de surcreusements et de remontées rocheuses.

L'analyse de la carte des isopaques permet de voir que le secteur Est, interprété comme un plateau immergé peu profond se caractérise par des épaisseurs sédimentaires atteignant parfois 8 à 9 mètres. Plus à l'Ouest, le recouvrement est faible (2 m) et les affleurements rocheux sont nombreux. Au centre de la zone, un fort recouvrement sédimentaire, correspondant au remplissage partiel de la vallée observée sur la bathymétrie, traverse la zone du Nord au Sud. A l'Ouest de cette paléovallée, une zone de faible épaisseur (2 m maximum de recouvrement) délimite une nouvelle zone de forte épaisseur au Sud-Ouest du polygone d'essais (10-11 m de recouvrement). En conclusion, les sédiments meubles se rencontrent principalement dans la partie Ouest du polygone où les épaisseurs les plus importantes ont été rencontrées. Ailleurs, seule la partie Nord-Est se caractérise par des accumulations des sédiments meubles peu importantes.

3.1.2.3. Thèse d'A. Quesney (1983)

Cette thèse réalisée à l'Université de Caen et intitulée « Manche occidentale et mer Celtique : étude des paléovallées, des fosses et des formations superficielles » s'appuie sur les données de plusieurs campagnes sismiques réalisées par différents organismes scientifiques français (B.R.G.M., CNEXO, Université de Caen) et anglais (Institute of Geological Sciences et University College Of London). Elle avait pour but d'étudier la prolongation en Manche occidentale du paléoréseau hydrographique observé en Manche orientale par Larsonneur (1971), Auffret et Larsonneur (1977), Alduc (1979), Larsonneur *et al.* (1982).

Ce travail a permis de démontrer que la Fosse Centrale est comblée par d'épaisses nappes alluviales dont le nombre, la distribution et l'épaisseur varient aussi bien longitudinalement que transversalement. Cinq épisodes de mises en place de nappes, localement sept, sont fréquemment observés. A l'Ouest du méridien 4°W, il n'a été observé aucune trace de la Fosse Centrale, que ce soit dans le modelé du substratum rocheux ou sur les fonds actuels. Si des dépôts se

sont développés au sortir de ce couloir fluvial, ils ont été érodés puisque aucune trace de dépôts n'a été relevée au débouché de la Fosse Centrale.

D'autres fosses ont également été observées :

- la fosse d'Ouessant, située au Nord-Ouest de l'île d'Ouessant. Elle mesure 16 km de long et 3 km de large. Son remblaiement atteint 140 m d'épaisseur et est constitué de trois nappes alluviales emboîtées. Une seconde fosse est observée à son extrémité Nord-Ouest de 6 km de long pour 600 m de large et 30 m de surcreusement,
- la fosse de l'île Vierge mesure 20 km de long et 1,5 km de large et le remblaiement alluvial atteint une trentaine de mètres,
- le Trou Santic, situé au Nord-Ouest de l'île de Batz, est constitué de nombreuses dépressions circulaires en forme d'entonnoir, dont la plus importante mesure 400 m de diamètre. Le creusement atteint 20 m.

Une partie de ce travail s'est également attelée à cartographier la couverture holocène de la Manche orientale et à permis de réaliser l'étude de plusieurs bancs en Manche : les bancs sableux du golfe Normand-Breton (cf. § 3.1.1.1 Sagramanche - Nord Bretagne et § 3.1.1.1.6 Chausey 1981), le banc de Paimpol (décrits dans le § 3.1.2.5 Atlas Thématique de l'environnement marin en baie de Saint-Brieuc sous le nom de banc de la Horaine) ou des bancs situés au large de Jersey, en dehors des eaux territoriales.

Un seul banc, le banc de l'Etendrée situé au Nord-Est du cap Fréhel, n'a fait l'objet d'aucune description en dehors de ce travail. Il se développe sur des fonds grossiers caillouteux, localement graveleux et mesure 2 km de long pour quelques centaines de mètres de large. Son épaisseur maximum observée est de 15 m. De nombreuses rides présentant une asymétrie orientée vers l'Ouest affectent sa surface indiquant que les sables constituant ce banc se déplacent dans cette direction.

Contrairement à la Manche orientale où le paléoréseau observé est remarquable, la Manche occidentale pour sa part se caractérise par un réseau de faibles dimensions. Les paléovallées sont peu inscrites dans le substratum rocheux, généralement discontinues et leur pente est plus faible qu'en Manche orientale.

3.1.2.4. Les gisements de maërl en Bretagne

Cette étude, dont les résultats furent publiés en avril 1990, fait suite à la reconnaissance des ressources en granulats marins menée par le CNEXO dans les années 1970, qui avait permis de mettre en évidence des gisements de sables siliceux et calcaires. Réalisée avec le soutien du Conseil Régional de Bretagne et du S.N.A.M. (Syndicat National des Armateurs Extracteurs de Matériaux Marins), elle s'intéresse aux ressources en sédiments calcaires marins (maërl et sables coquilliers) présents au large de la Bretagne et vise quatre objectifs principaux :

- évaluer la quantité de maërl disponible dans les plus importants gisements exploités,
- rechercher de nouveaux sites exploitables,
- trouver des matériaux de substitution (sable calcaire notamment) et faire un bilan de l'état des connaissances,
- évaluer l'importance des espèces sédentaires et recenser les activités halieutiques pour chaque secteur.

Au total, huit sites ont été étudiés : trois faisant déjà l'objet d'une exploitation (Erquy, Molène et Paimpol) et cinq autres déterminés selon des indications bibliographiques (Belle-Île, Concarneau, Douarnenez, Hoat-Hoedic et Lorient). Ces sites furent explorés à l'aide d'un sonar latéral, d'un sondeur de sédiments, d'un sondeur bathymétrique et de moyens de prélèvements (bennes et carottier).

L'étude montra qu'il n'existait pas d'autres gisements en dehors des sites déjà exploités et que les volumes découverts sur ces zones laissaient présager d'une durée d'exploitation limitée : de 5 à 8 ans en ne prenant en compte que les épaisseurs de maërl observées et les quotas autorisés au moment de l'étude et de 16 à 45 ans en prenant en compte l'ensemble de la couverture sédimentaire. Il apparut nécessaire de réduire les quotas d'extraction afin de retarder l'épuisement des gisements exploités ainsi que de trouver des moyens de substitution, et plus particulièrement la possibilité d'exploiter certains gisements de sable calcaire.

Même si le but de cette étude n'était pas de mener de nouvelles prospections sur des gisements de sable calcaire, quelques carottages furent réalisés sur quatre dunes déjà reconnues au large de la baie de Roscoff en 1972 (cf. §3.1.1.2 Sables calcaires). En plus des dunes du Rater et de Kafarnao, exploitées au moment de l'étude, les auteurs présentent les bancs de Paimpol et la zone Est de Lorient comme deux gisements potentiels de sable calcaire.

3.1.2.5. Thèse de S. Berné (1991)

Dans le cadre de sa thèse, intitulée « Architecture et dynamique des dunes tidales : exemple de la marge atlantique française », Serge Berné présente différentes dunes le long des côtes atlantiques françaises : le banc de Surtainville, les dunes de la baie de Bourgneuf ainsi que les dunes situées à l'embouchure de la Gironde. Seul le banc de Surtainville sera décrit ici puisqu'il s'agit de l'unique accumulation située dans la zone d'étude.

Le banc de Surtainville se situe au large du Cotentin, au Nord-Ouest de Carteret (figure 3-6). Dans la région, les fonds marins sont constitués de sédiments grossiers, résultant d'anciens épandages fluviaux pré-flandriens. Le substratum rocheux perce localement cette couverture. Plusieurs corps sableux ont été observés sur la zone : des dunes isolées au Sud et des dunes amalgamées, constituant la partie méridionale du banc de Surtainville au Nord. Ces dunes sont constituées de sables marins moyens à grossier à forte teneur en bioclastes (40% en moyenne).

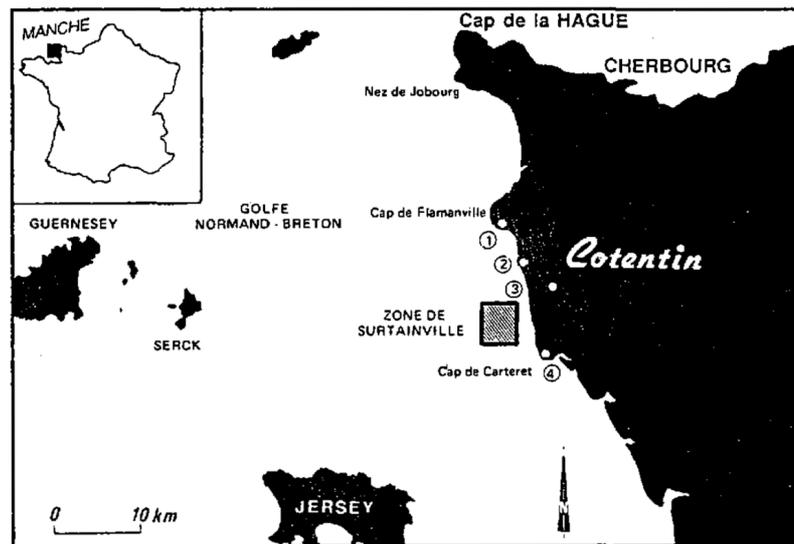


Figure 3-6 - Localisation de la zone d'étude (Berné, 1991).

3.1.2.6. Atlas thématique de l'environnement en baie de Saint-Brieuc

Dans l'Atlas thématique de l'environnement marin en baie de Saint-Brieuc (Côtes d'Armor) publié en 1996 par l'Ifremer, une série de sept cartes thématiques nous informe sur la morpho-bathymétrie, le contexte hydrodynamique de la zone, la géologie du substratum, l'épaisseur de la couverture sédimentaire meuble, la nature des fonds, les peuplements benthiques et l'exploitation des ressources vivantes.

L'étude des données sismiques acquises au cours des campagnes Cabri montra que la couverture sédimentaire sur l'ensemble de la zone est globalement faible (généralement entre 4 et 8 m, localement 10 m ou plus) et les affleurements rocheux sont nombreux notamment le long de la côte Est de la baie (de Pléneuf-Val-André au Cap Fréhel).

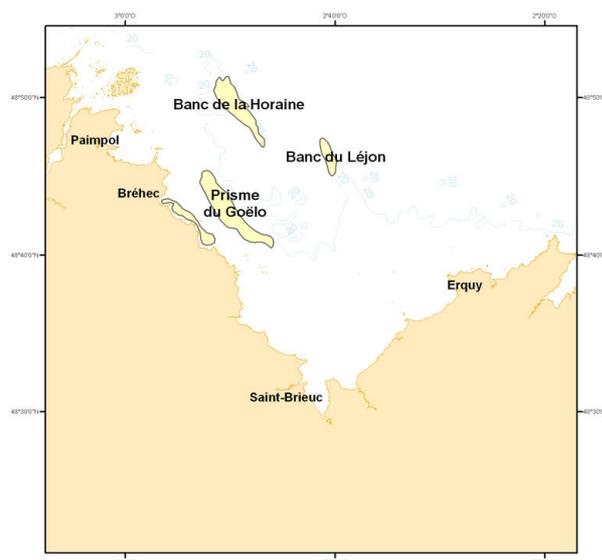
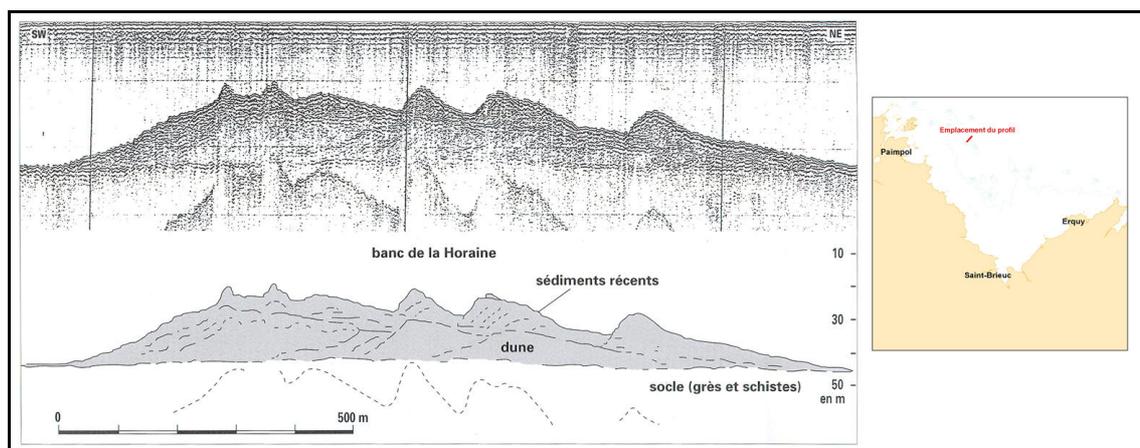


Figure 3-7 - Localisation des accumulations sédimentaires observées en baie de Saint-Brieuc

Quatre accumulations principales ont été observées (figure 3-7):

- au Nord de la zone, le banc de la Horaine représente l'accumulation la plus importante du secteur : 8 km de long pour 1,8 km de large et 25 m de haut (figure 3-8). Il est constitué d'un empilement de dunes hydrauliques asymétriques progradant du Nord/Nord-Ouest vers le Sud/Sud-Est. Il se repose au Nord sur un substratum rocheux (plateaux de Men-Marc'h et de Ringue Bras).
- à l'Ouest à proximité de Bréhec, une accumulation dépassant 10 m d'épaisseur et correspondant à un ensemble de prismes littoraux très localisés et de petite ampleur.
- plus au large, une accumulation de grandes dimensions, appelée Prisme du Goëlo, s'observe entre les basses de Plouézec au Nord et les roches de Saint-Quay au Sud. De dimensions comparables au banc de la Horaine (10 km de long pour 1,8 km de large) son épaisseur est néanmoins beaucoup plus faible (7 m). Un champ de dunes hydrauliques orientées Nord-Ouest/Sud-Est s'observe sur le flanc Est de cette accumulation, sur plus de 7 km.
- au centre de la zone, la principale accumulation est une dune s'appuyant sur la ride du Léjon et atteint 14 m d'épaisseur en son centre.



**Figure 3-8 - Coupe sismique du banc de la Horaine
(extrait de Augris C, Hamon D., et al. (1996) - Atlas thématique
de l'environnement marin en baie de Saint-Brieuc ; Editions Ifremer).**

Il est à noter que sur les enregistrements sismiques aucune trace de paléovallées n'a été observée dans le prolongement des vallées terrestres. Ceci indique que l'histoire géologique des parties émergées et immergées de la baie de Saint-Brieuc diffère : des mouvements verticaux différentiels le long d'un accident longeant la côté Ouest de la baie expliqueraient ce phénomène.

3.1.2.7. Impact géotechnique des engins de pêche

La campagne IGEP01 fut menée pour évaluer l'impact des engins de pêche traînants (chaluts et dragues) sur les fonds marins et plus particulièrement quantifier à l'aide de données géotechniques les modifications subies par les sédiments après le passage d'un engin de pêche.

Trois secteurs cibles furent étudiés en baie de Saint-Brieuc, à l'aide d'outils géotechniques (mesures in situ de résistance de pointe et de pression interstitielle) et de carottages : la zone Plouézec, la zone Saint-Quay et la zone Les Comtesses.

Les carottes obtenues sont globalement courtes (2 mètres au maximum) et sont constituées majoritairement de sédiments fins (vase, sable vaseux, sable fin) même si de petits niveaux de sables coquilliers grossiers ou de graviers sont parfois observés (cf. Annexes « Description des carottes »).

3.1.2.8. Thèse de G. Lericolais (1997)

Cette thèse intitulée « Évolution Plio-Quaternaire du fleuve Manche : stratigraphie et géomorphologie d'une plateforme continentale en régime péri-glaciaire » s'appuie sur les données des campagnes Samdi et Sedimanche 1 et 2. Cette série de campagnes s'inscrit dans un plus vaste projet nommé « SÉDIMANCHE », qui couvre l'étude de tout le système Manche, depuis la mer du Nord jusqu'à la marge Celtique.

Ces campagnes avaient pour but la reconnaissance géophysique et géomorphologique de la partie amont du « système Manche » par la réalisation de profils de sondeur multifaisceaux, de sonar à balayage latéral, de sismique très haute résolution et de carottages. Le système fluvial plio-quaternaire de la Manche est divisé selon suivant trois zones (figure 3.9) :

- son bassin versant (I), constitué de la mer du Nord, de la Manche Orientale et des bassins de Londres et de Paris,
- une zone de transfert (II) commençant au Nord du Cotentin par la zone de confluence des paléovallées de la Manche centrale, et se poursuivant par la fosse centrale de la Manche,
- une zone de dépôt (III), constituée par l'ensemble des bancs de la mer Celtique et du delta profond situé au pied des canyons de Shamrock et de Black-Mud.

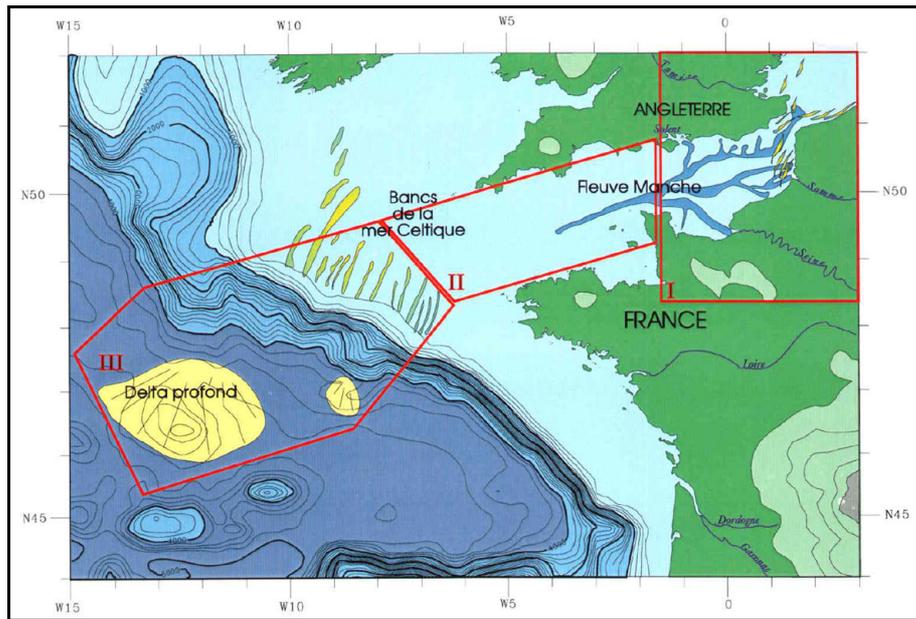


Figure 3-9 - Localisation du bassin versant (I), de la zone de transfert (II) et de la zone de dépôt caractérisant le système fluvial plio-quaternaire de la Manche (Lericolais, 1997).

Le programme de recherche « SÉDIMANCHE » avait mis l'accent sur sept secteurs dans l'ensemble du « système Manche » (figure 3-10). Trois secteurs ont été utiles à la présente étude : les zones « Fosse Centrale », « Ombilic » et « Guernesey ».

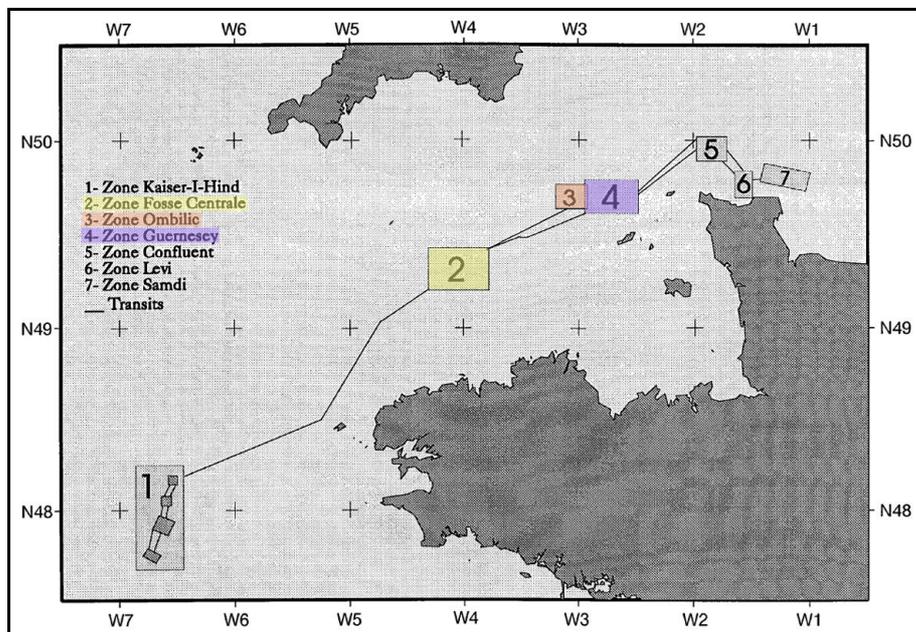


Figure 3-10 - Secteurs d'intérêt du programme Sédimanche pour l'inventaire des ressources en granulats (Lericolais, 1997).

Les zones « Ombrilic » et « Guernesey » sont situées à l'extrémité Est de la zone d'étude et correspondent à deux bras de la Fosse Centrale orientale. Le bras Nord (zone « Ombrilic ») est situé dans l'alignement de la Fosse Centrale orientale. Les amplitudes de creusement atteignent 200 m et la fosse est assez étroite (3,7 km). Le bras Sud (zone « Guernesey ») est plus large et moins profondément entaillé (180 m). Sur la zone Ombrilic des dunes de formes barkhanoïdes ont été observées. Leurs flancs asymétriques indiquent un transit vers l'Ouest/Sud-Ouest (N240°). L'épaisseur et la nature du remplissage sédimentaire ne sont pas identiques entre les deux zones et ces dépressions ont fonctionné de façons différentes et indépendantes.

A son extrémité Ouest, la Fosse Centrale se présente comme un sillon de 1,5 à 3 km de largeur et de 10 à 20 m de profondeur par rapport au fond de la mer. Elle se termine de façon brutale au-delà du méridien W 4°. A l'intérieur de la Fosse, sur la berge Sud, se trouvent quatre dunes bien marquées. Elles présentent une amplitude moyenne de 10 à 20 m pour une longueur d'onde de 200 m. Là encore, leur profil est asymétrique et traduit un déplacement dans le sens de transport résiduel actuel de la Manche (N235°). Le remplissage de la Fosse Centrale est constitué d'une série de nappes « emboîtées ».

3.1.2.9. Thèse de S. Baize (1999)

Dans sa thèse, « Tectonique, eustatisme et climat dans un système géomorphologique côtier. Le Nord-Ouest de la France au Pléistocène : exemple du Cotentin (Normandie) » S. Baize utilise les données sismiques de la campagne Basecrehou pour présenter le bassin des Écréhous :

« Le remplissage meuble de ce bassin est constitué d'arénites-lutites reposant localement sur un mince niveau stratifié, attribué à l'Éocène, étage représenté dans le secteur par une mince série carbonatée (Bignot et al., 1968). Ces sédiments 'sableux' reposent le plus souvent en discordance sur le socle déformé.

La trentaine de profils tirés a permis de caractériser la géométrie de ce bassin. Celle-ci est comparable à celle du bassin de Santeny-Marchésieux, en hémigraben, avec une faille bordière située au Nord. Il comporte une branche méridionale, orientée Nord-Est/Sud-Ouest, formant une large gouttière. Le substrat anté-néogène est affaissé à des altitudes d'environ -100 m NGF au maximum. »

3.1.2.10. Thèse de D. Menier (2004)

Cette thèse, intitulée « Morphologie et remplissage des vallées fossiles Sud-armoricaines : apport de la stratigraphie sismique », s'appuie sur des données de plusieurs campagnes sismiques et de prélèvements pour étudier le remplissage des différentes paléovallées au Sud de la Bretagne.

Cinq réseaux hydrographiques ont ainsi été cartographiés : les réseaux de la baie de Concarneau, de l'Aven-Belon, du Blavet-Laïta, d'Etel et de la Vilaine.

Au large de la baie de Concarneau, l'Odet et ses affluents de la baie de La Forêt au Sud des îles de Glénan dessinent un réseau hydrographique ramifié (figure 3-11), s'écoulant vers le Sud-Est. En amont, il est constitué de deux drains principaux d'une largeur variant entre 200 et 500 m qui se rejoignent plus au Sud pour ne former qu'un seul drain au cours globalement rectiligne et d'une largeur de 4 km. L'ensemble de la surface drainée est de l'ordre de 165 km². La longueur de la vallée est de 22 km, l'incision varie entre 10 et 40 m et le volume de sédiments dans la vallée principale a été estimé à 134 000 mètres cubes.

Le réseau Aven-Belon d'abord rectiligne présente une large inflexion vers le Sud pour rejoindre le réseau de la baie de Concarneau. Sa vallée est globalement étroite (environ 200m) et occupe une surface de 36 km² environ dans la partie reconnue (cf. carte hors texte « Isopaques des sédiments meubles »).

Plus à l'Est, le système Blavet-Laïta est orienté globalement Est-Ouest. Il est constitué de trois drains principaux s'écoulant dans des vallées de largeur allant de 300 à 1500 m et selon un cours rectiligne ou faiblement sinueux. Au large, ces trois bras se rejoignent pour n'en former qu'un seul plus rectiligne et orienté Nord-Est/Sud-Ouest. L'ensemble de ce réseau occupe une superficie de 135 km² environ. La vallée étudiée mesure 27 km de long, le taux d'incision est compris entre 10 et 35 m et le volume de sédiments estimé à 1 215 000 m³.

Le réseau Étel est constitué de deux drains principaux dans sa première moitié, orientés Nord-Est/Sud-Ouest. Ils s'écoulent dans des vallées allant de 200 à 1500 m de largeur et se rejoignent au Sud pour ne former qu'un seul bras. Celui-ci s'écoule dans une vallée étroite (500 m de large). L'ensemble de ce réseau couvre une surface de 115 km². La longueur de la vallée étudiée est de 22 km, l'incision varie entre 10 et 20 m et le volume estimé de sédiments dans la paléovallée est de 934 000 m³.

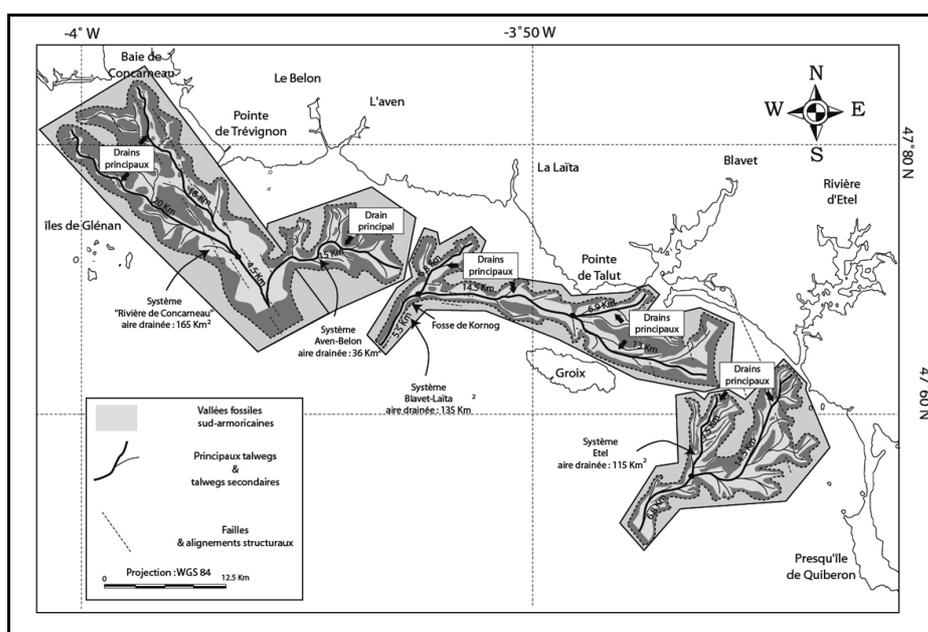


Figure 3-11 - Cartographie des paléovallées de la baie de Concarneau, de l'Aven-Belon, du Blavet-Laïta et d'Étel (Menier, 2004).

Le réseau Vilaine a été subdivisé en deux parties : le réseau Nord qui communique avec la baie de Quiberon et le réseau Sud relié à la baie de Vilaine (figure 3-12). Le réseau Sud n'a pas pu être décrit avec précision en raison de la présence d'une zone sourde (gaz) sur les enregistrements de sismique masquant souvent le fond des vallées. Le système de drainage présente une orientation Est-Ouest puis Nord-Est/Sud-Ouest. Un drain majeur (situé dans l'axe de la Vilaine) et trois affluents ont été observés. Ils s'écoulent dans des vallées dont les largeurs varient entre 300 et 3 000 m. Ce réseau de drainage, rectiligne à l'Ouest et semi-dendritique à l'Est représente une superficie de 305 km². Les vallées observées représentent une longueur totale de 50 km pour une incision variant de 5 à 20 m et un volume de sédiment dans la vallée principale estimé à 136 000 m³.

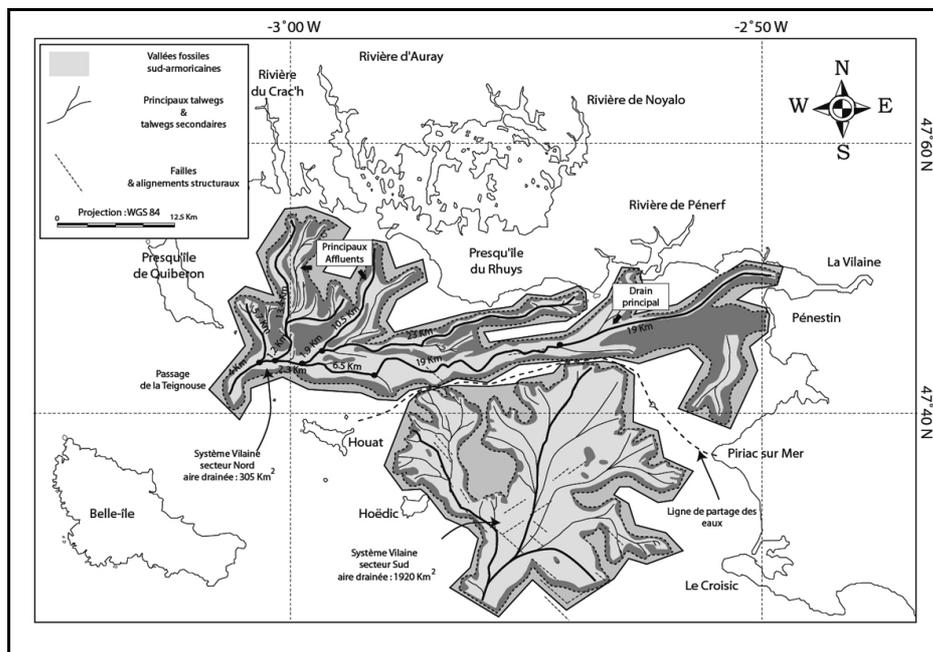


Figure 3-12 - Cartographie de la paléovallée de la Vilaine (Menier, 2004).

3.1.2.11. Mémoire de HDR de T.Garlan (2004)

Dans son mémoire de HDR, intitulé « Apports de la modélisation dans l'étude de la sédimentation récente », Thierry Garlan identifie dans un paragraphe sur l'approche de la dynamique sédimentaire des structures sableuses, un certain nombre de dunes qui n'ont pas été reconnues par ailleurs :

• Les dunes du Golfe normand-breton

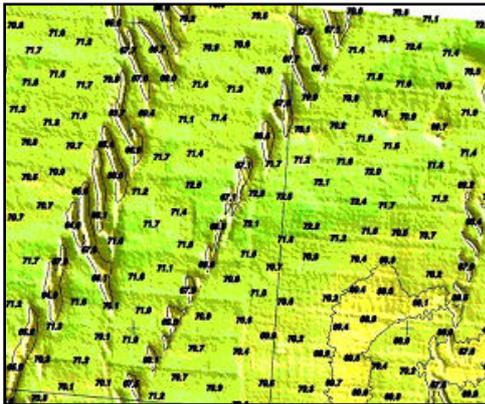


Figure 3-13 : Champ de dunes complexes du golfe normand-breton (Garlan, 2004).

Reposant sur des fonds constitués de sédiments grossiers à rocheux, entre les Côtes d'Armor et la Fosse centrale de la Manche, des dunes à crêtes méridiennes ont été observées au cours d'un levé du plateau continental mené par le SHOM. Les plus hautes d'entre elles atteignent 13 m de haut par 78 m de profondeur. Certaines des dunes observées ont une morphologie croisée typique d'un double mode hydrodynamique.

• Les dunes de la bordure méridionale de la Fosse Centrale

Au Nord du champ de dunes décrit précédemment, entre la Fosse Centrale de la Manche et la limite du platier, un alignement de dunes symétriques de 1 km de large pour 5 à 6 m de haut a également été observé par 115 m de fond. Ces dunes sont encore actives et se déplacent vers le Sud-Ouest.

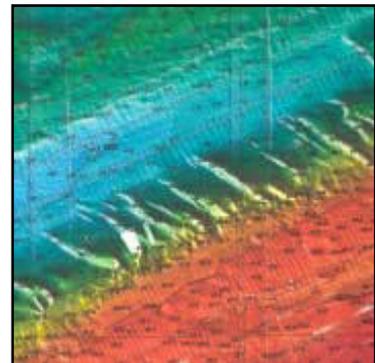


Figure 3-14 : Dunes de la bordure méridionale de la Fosse centrale de la Manche (Garlan, 2004).

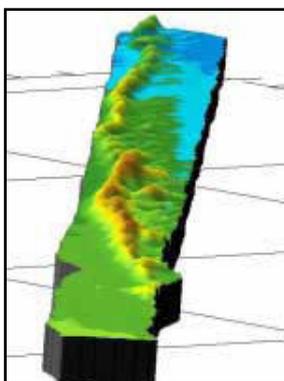


Figure 3-15 : Modèle 3D de l'alignement de dunes du Nord Trégor (Garlan, 2004).

• L'alignement de dunes du Nord-Trégor

Tout d'abord interprété comme un filon de roche, cette structure linéaire s'est révélée être une série de dunes alignées en écheveau, comportant quelques diverticules. Ses dimensions (5 m de haut, 11 km de long) rendent cet alignement comparable aux « linear dunes » qui se forment en domaine émergé désertique.

• Les dunes orthogonales des Ecrehou :

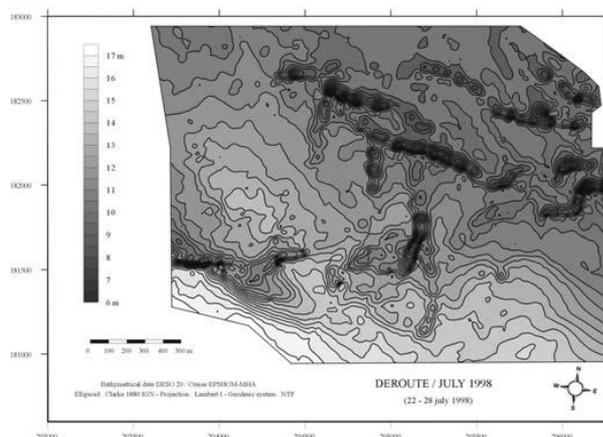


Figure 3-16 : Dunes orthogonales du Chenal de la Déroute (Garnaud *et al.*, 1999).

A l'Est/Nord-Est de Jersey, des dunes à la morphologie atypique ont été observées, par des fonds allant de 6 à 20 mètres. Il s'agit de dunes symétriques et asymétriques de hauteur supérieure à 2m et de longueur d'onde de 100 m.

Il apparaît que les structures asymétriques orientées vers le Sud sont contrôlées par le courant de flot tandis que les dunes méridiennes se forment sous l'action de courants circulaires.

• Les bancs d'Iroise :

Quelques dunes non observées dans le cadre de l'inventaire des granulats marins ont été mises en évidence dans le cadre de ce mémoire de HDR. Il s'agit des dunes des Pierres Noires, situées entre les bancs d'Armen et d'Ouessant, et de dunes de faibles extensions qui se trouvent au large du Raz de Sein (figure 3-17).

La formation de l'ensemble de ces structures est liée à la présence des seuils constitués par la Chaussée de Sein au Sud et le Fromveur au Nord.

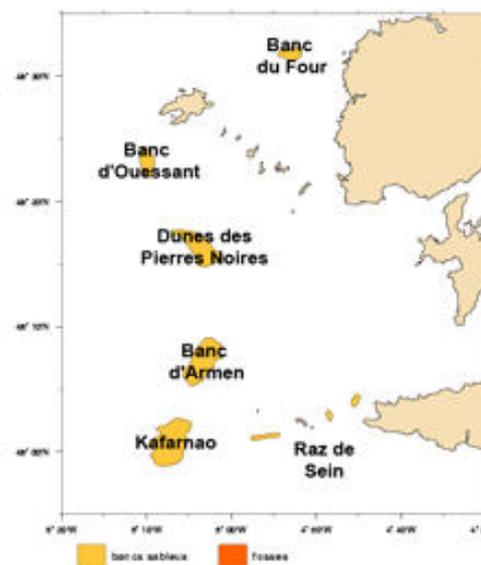


Figure 3-17 : Bancs et champs de dunes de la Mer d'Iroise (modifiée d'après Garlan, 2004).

3.1.2.12. Atlas thématique de l'environnement marin de la baie de Douarnenez

En 2005, l'Ifremer a publié l'Atlas thématique de l'environnement marin de la baie de Douarnenez. Composé de dix cartes et d'un livret d'accompagnement, il présente notamment la géologie du substratum, la nature du remplissage sédimentaire ou la morphologie des fonds ainsi que des données biologiques comme la carte des peuplements benthiques ou de la ressource halieutique.

L'accumulation sédimentaire, dans la baie de Douarnenez, est principalement présente dans deux paléovallées comblées (figure 3-18) :

- au Nord, la paléovallée de l'Aber, constitue le prolongement immergé du cours d'eau du même nom. Large de 300 m et incisant le socle rocheux sur 6 à 8 m, elle est discontinue et légèrement sinueuse. Le remplissage sédimentaire est constitué, dans sa partie supérieure, d'un ensemble de sable coquillier fin à grossiers d'une épaisseur souvent supérieure à un mètre. Sous cette unité, une seule carotte a permis de prélever des silts devenant silto-sableux à partir de 2,6 mètres.
- au Sud de la baie, la paléovallée d'Ys, formée par les vallées du Port Rhu et du Juc'h (ruisseau du Névet) est plus importante. Large de 400 à 500 m pour 8 à 10 m d'incision, elle recoupe la baie selon un axe Est-Ouest remarquablement linéaire. Les carottes réalisées dans ce chenal ont mis en évidence la présence de deux ensembles sédimentaires distincts : au sommet, des sables moyens bien classés riches en débris coquilliers remaniés devenant fins à la base de l'ensemble (vers 0,90 m) et en dessous un ensemble de classe granulométrique plus fine, constitué de silts et argiles (la part d'argile augmente en allant vers la base de la carotte). La transition entre ces deux ensembles est brutale

Ces deux paléochenaux confluent au niveau du cap de la Chèvre pour former un nouveau chenal méandrique plus large (700m) et plus profond (17 m d'incision) qui se prolonge à l'Ouest, au-delà de la baie. Aucune carotte n'y a été prélevée en raison de la présence de galets pluricentimétriques présents au Sud du cap de la Chèvre.

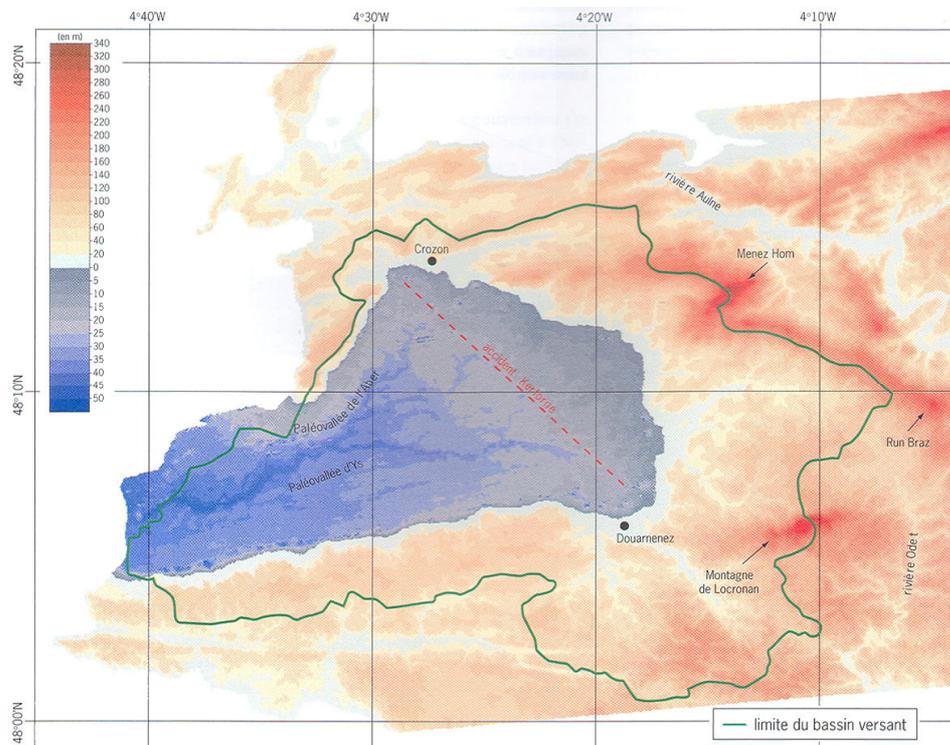


Figure 3-18 - Morphologie du substratum rocheux en baie de Douarnenez montrant le paléoréseau et sa continuité avec les vallées à terre - d'après Augris *et al.*, 2005)

En dehors des paléovallées, la couverture sédimentaire est peu épaisse (2 à 4 m) voire inexistante sauf localement, à proximité des falaises du cap Sizun et à l'Est du cap de la Chèvre où des accumulations de sédiments récents, formées sous l'action des courants, atteignent 10 à 12 m. Elles sont constituées d'un sable moyen à grossier bien trié, de couleur ocre.

3.1.2.13. Atlas géologique de la baie de Lannion

A la suite de la première étude réalisée en baie de Lannion en 1979 par le CNEXO dans le cadre de l'inventaire des ressources en granulats marins (cf. § 3.1.1.5 Lannion 1979), un nouveau programme de cartographie a été mené entre 2005 et 2007 en baie de Lannion avec des outils de cartographies modernes (sismique réflexion, sondeur multifaisceau, sonar latéral) matérialisé par la parution d'un Atlas géologique.

L'étude de la morphologie du toit du substratum à l'aide des nouvelles données acquises confirme la présence de deux paléovallées au centre de la baie dont la géométrie et la mise en place semblent complexes.

Comme évoqué précédemment (cf. § 3.1.1.5 Lannion 1979), l'épaisseur de la couverture sédimentaire est très variable sur l'ensemble de la baie : maximale au niveau des paléovallées (jusqu'à 26 mètres) et au Nord-Ouest de la zone où se développe un important corps sableux (la dune de Trezen Ar Gorjegou – figure 3-19) ; ailleurs, elle n'excède que très rarement 2 mètres. Des accumulations ont toutefois été observées aux abords de la côte que ce soit des vagues de sable (de 2 à 5 m de hauteur pour une centaine de mètres de long) ou un petit banc sableux. A l'intérieur du paléoréseau, l'épaisseur est plutôt constante et oscille entre 15 et 23 mètres. Elle diminue en se rapprochant de la côte (puisque l'incision est moins prononcée) ainsi qu'au large des roches du Haut-fond du Chenal et du Crapaud.

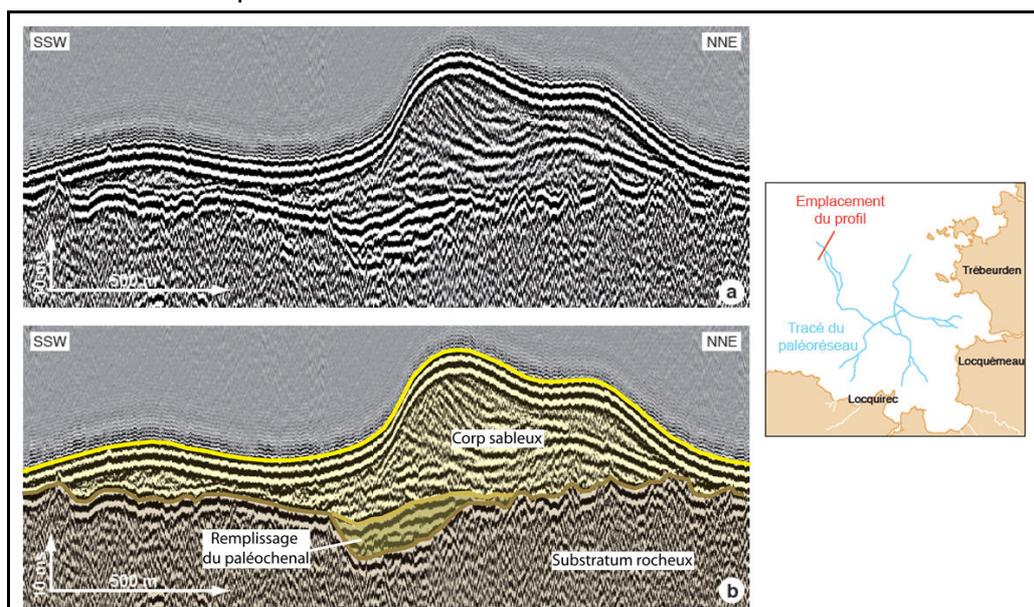


Figure 3-19 : Profil de sparker montrant la surimposition d'un corps sableux sur le paléochenal (Modifiée d'après Augris et Simplet, 2011).

3.1.2.14. Autres documents consultés

- AUGRIS C. (Coord.) (2005) - Carte des formations superficielles sous-marines aux abords de Flamanville (Manche)
- AUGRIS C. (Coord.) (2006) – Carte des formations superficielles du domaine marin côtier de l'anse de Paimpol à Saint-Malo (Côtes d'Armor – Ille-et-Vilaine)
- BERTEAUX F. (2000) – Traitement et stratigraphie sismique du Néogène de le off shore Cotentin – Rapport de stage de Maîtrise Sciences de la Terre
- FRANZETTI M. (2010) – Caractérisation morphologique et évolution récente d'un banc subtidal : le banc du Four – Mémoire de stage de Master 2 Science de la Mer et du Littoral
- GARNAUD S. (1999) – Etude de la dynamique des dunes hydrauliques géantes du passage de la Déroute (Golfe Normand-Breton, France) – Mémoire de DEA Géologie, Géochimie, Géophysique Sédimentaire, Université de Lille I et Paris XI-Orsay
- JOLY F. *et al.* (1987) – Carte géomorphologique de la France au 1 :1 000 000 (quart nord-ouest). Montpellier, G.I.P. RECLUS, 40p. 1 carte h.t., 4 fig.
- MARTY N. (1994) – Apports de la sismique très haute résolution à l'étude du système de paléovallées en rade de Brest – Mémoire de DEA « Océans » Université de Bretagne Occidentale.

3.2. Façade Sud-Gascogne

3.2.1. Résultats des campagnes de l'inventaire national des granulats marins

Du fait du faible nombre de ports en eau profonde le long des côtes de la région Aquitaine, une seule zone au large de Bayonne a fait l'objet d'une prospection dans le cadre de l'inventaire national des granulats marins.

3.2.1.1. Adour 1977

A la suite de l'arrêt de l'extraction de sables et graviers sur les plages des Landes, des difficultés d'approvisionnement de matériaux apparurent dans la région de Bayonne. Afin d'y remédier, une étude menée sous la responsabilité du CNEXO, en collaboration avec le BRGM et la DDE fut entreprise pour chercher des gisements de granulats marins permettant de résoudre ces problèmes à court et moyen terme.

D'un point de vue géologique, la région se caractérise par la présence d'une importante zone de flyschs datés du Crétacé supérieur, constituée de faciès calcaréo-marneux et schisto-gréseux parfois entrecoupés de Trias, Jurassique et d'Ophites. Au niveau de la rive droite du Bas Adour, un grand accident anté-Quaternaire, orienté Sud-Ouest/Nord-Est, vient structurer le socle : la faille de Saint-André de Seignaux. Elle délimite à l'Ouest une zone abaissée, constituée de formations datées de l'Éocène supérieur et de l'Oligocène et à l'Est une zone relevée formée de Crétacé supérieur et d'Éocène inférieur et moyen.

Les profils de sismique réflexion réalisés au cours de cette campagne (cf. figure 2-28) ont mis en évidence l'existence de deux paléovallées orientées globalement Est-Ouest et dont le remplissage est conséquent. La vallée la plus au Sud correspond au prolongement en mer du fleuve Adour. L'autre se situe au Sud du gouf de Capbreton et présente un profil en auge.

Un gisement potentiel de près de 10 millions de m³ a donc été mis en évidence au large de l'Adour. Sept sondages réalisés sur la zone ont montré la grande homogénéité granulométrique du gisement, l'absence d'éléments fins excédentaires dans les premiers mètres ainsi que l'absence de recouvrement de sable vaseux qui pourraient gêner l'exploitation. Le taux de carbonate est faible (moins de 10 %).

Sur les deux premiers mètres, le gisement est constitué principalement de sables moyens et fins, excepté la partie Sud-Ouest qui comporte des éléments plus grossiers. Globalement, les sédiments sont de plus en plus fins en allant vers la base des sondages.

Trois suggestions d'exploitation furent retenues :

- l'exploitation de la zone entière ;
- l'exploitation de la partie Sud de la zone malgré l'affinement des sédiments à partir du quatrième mètre ;
- l'exploitation de la partie Ouest de la zone où le premier mètre de sédiment est nettement plus grossier que le reste du gisement.

3.2.2. Résultats des travaux scientifiques réalisés en dehors de l'inventaire des granulats

3.2.2.1. Thèse de V. Bellec (2003)

Dans sa thèse intitulée « Evolution morphostructurale et morphosédimentaire de la plate-forme aquitaine depuis le Néogène », V. Bellec présente, à l'aide de données de sismique obtenues lors des campagnes Itsas 1 et 2, l'évolution de la mise en place de la couverture sédimentaire de la plate-forme aquitaine. Au vu des outils sismiques utilisés (sismique haute et très haute résolution impliquant une pénétration faible), l'étude s'est principalement intéressé au Plio-Quaternaire et au Quaternaire, peu étudiés jusqu'alors.

La plate-forme aquitaine présente une structuration différente entre le Nord et le Sud liés à des facteurs géologiques (tectonique, diapirisme), environnementaux (apports sédimentaires, tracés des paléo-fleuves) ou allocycliques (eustatisme). Les premiers facteurs sont responsables de l'épaisseur et de la position des unités tandis que les derniers sont responsables de leur limite et de leur cyclicité.

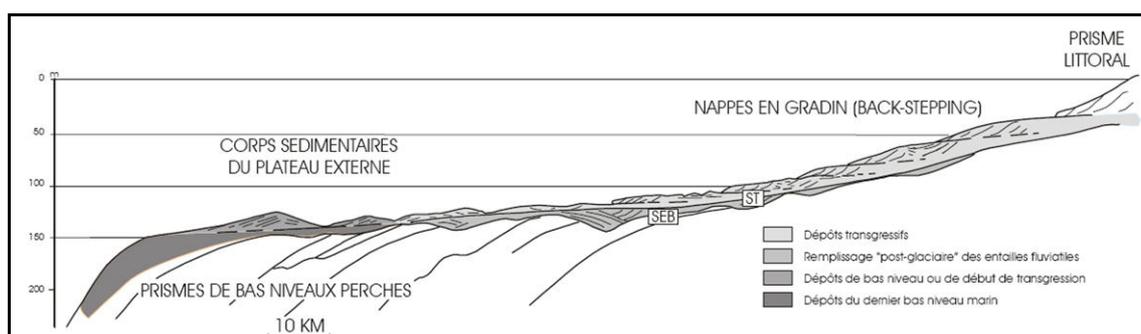


Figure 3-20 : Schéma synthétique de la répartition des structures sédimentaires dans les dépôts du dernier cycle climatique du Quaternaire sur le plateau continental Nord-aquitain (in Cirac et al., 1997). SEB : surface d'érosion basale ; ST : surface de transgression.

La couverture meuble présente une séquence complète avec un cortège de bas niveau marin, un cortège transgressif et un cortège de haut niveau marin (figure 3-20). Suivant la zone du plateau où l'on se situe, l'épaisseur de cette unité varie : maximale vers le large, elle diminue en se rapprochant de la côte.

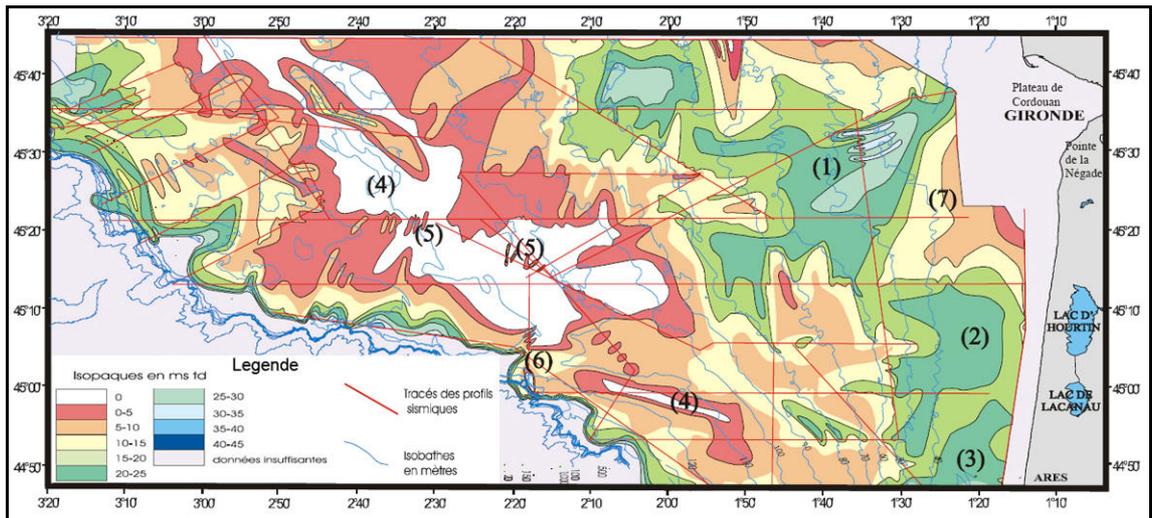


Figure 3-21 : Carte d'isopaques de l'unité U1 (Quaternaire) pour la partie Nord de la plate-forme aquitaine (en ms td) – modifié d'après Bellec (2003).

Le plateau continental aquitain présente deux zones morphologiques et sédimentologiques distinctes, situées de part et d'autre du parallèle N45° (figure 3-21). Au Nord, la pente globale est faible et une surface irrégulière entrecoupée de hauts-fonds rocheux et de dépressions. La couverture sédimentaire est de faible épaisseur vers le large et plus importante vers la côte du fait de la présence d'un prisme sédimentaire meuble (figure 3-22).

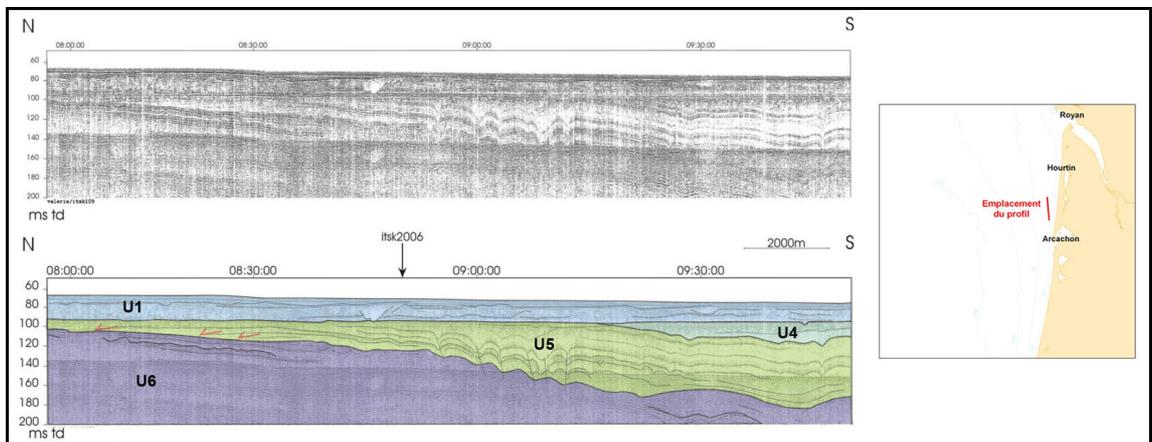


Figure 3-22 : Extrait du profil sparker itsk109 montrant la couverture sédimentaire meuble (unité U1) et le socle (unités U4 à U6) – modifié d'après Bellec (2003).

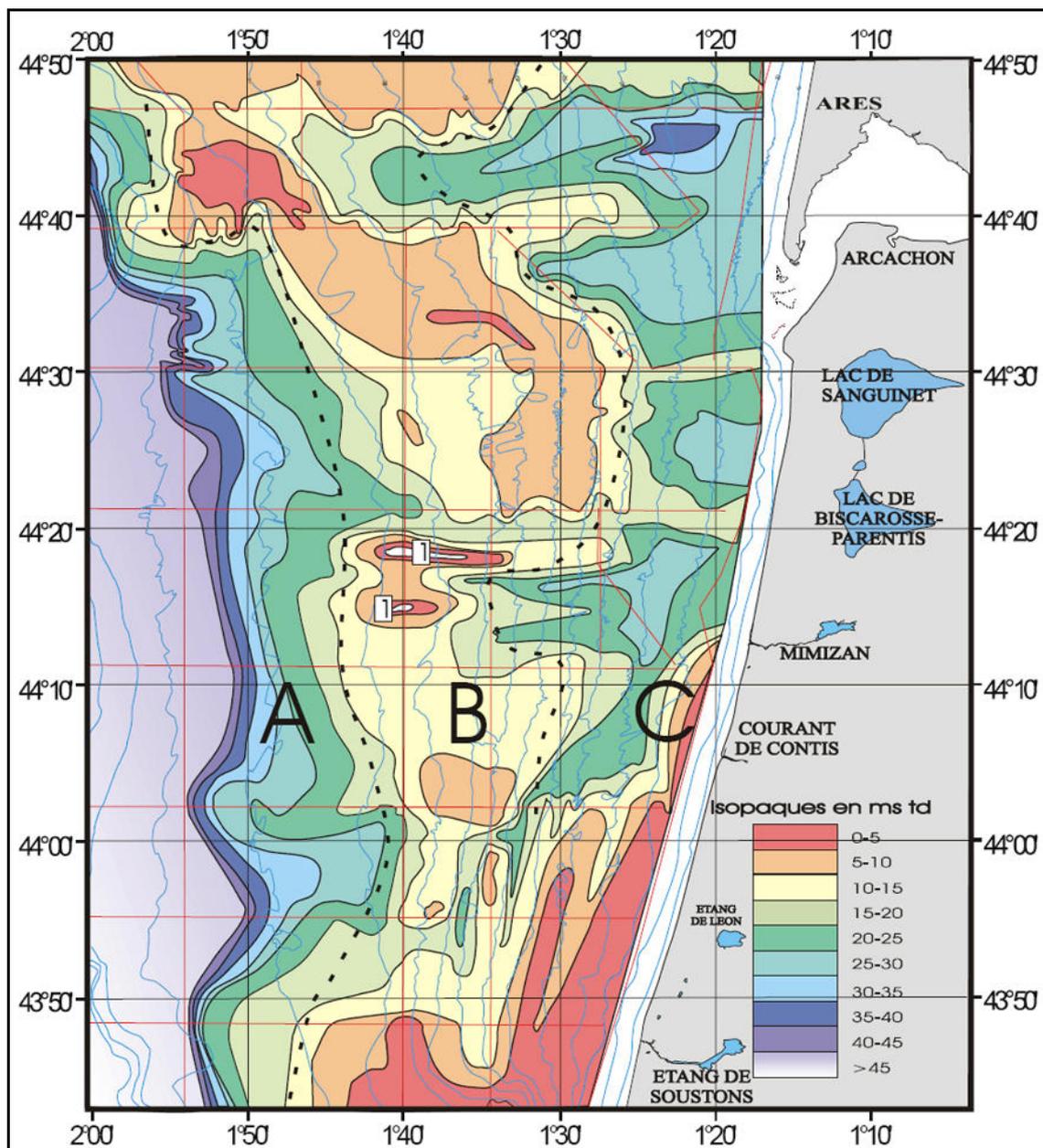


Figure 3-23 : Carte d'isopaques de la formation U1 (Quaternaire) pour la zone Sud de la plate-forme aquitaine (en ms td) - d'après Bellec 2003.

Au Sud, la pente est beaucoup plus élevée et la couverture sédimentaire meuble est répartie de façon plus uniforme sur l'ensemble de la plateforme (figure 3-23). Au centre de la zone, deux replats, formés par la présence de diapirs sont visibles.

Les cartes d'isopaques présentées ci-dessus ont été numérisées, reconverties en mètres et intégrées à la carte d'épaisseur de la couverture sédimentaire de la façade Sud-Gascogne (cf. carte hors-texte « Isopaques des sédiments meubles »).

3.2.2.2. Atlas thématique de l'environnement marin du Pays Basque et du Sud des Landes

Dans cet atlas publié en 2009 par l'Ifremer, on trouve à la fois des informations de type physique (morpho-bathymétrie, dynamique des sédiments, ...), géologique (nature du substratum, nature des fonds, épaisseur de la couverture sédimentaire) et biologique (peuplements pélagiques, benthiques, activités halieutiques,...).

Le plateau continental au large du Pays Basque se caractérise par la présence de nombreux hauts-fonds formant un arc entre la pointe Saint-Martin et la pointe Sainte-Anne. Cet arc délimite un bassin interne à la morphologie relativement calme entrecoupé uniquement par quelques affleurements rocheux et deux chenaux au Nord-Ouest de Saint-Jean-de-Luz. Au Nord de la zone, le canyon de Capbreton entaille profondément le plateau.

Les fonds marins sur la zone sont constitués de quatre faciès principaux :

- le substratum rocheux qui occupe environ 40 % de la zone reconnue ;
- un faciès de sable fin à moyen majoritaire qui est en continuité directe avec les unités sableuses du plateau continental aquitain situé plus au Nord ;
- un faciès très grossier de graviers et galets que l'on trouve surtout dans le « bassin interne » ;
- les sables moyens à grossiers qui sont le moins représenté sur la zone et semblent correspondre à des placages sableux longitudinaux.

Les dernières études menées sur la base de profils de sismique réflexion ont révélé la présence de deux paléovallées entre Capbreton et l'embouchure actuelle de l'Adour. Ces incisions pourraient être les prolongements en mer du lit ancien de l'Adour puisque celui-ci a migré au cours des derniers siècles (figure 3-24) jusqu'au XVI^e siècle où des travaux de détournement lui donnèrent son tracé actuel. Les stocks sédimentaires les plus importants se situent au large de l'Adour en comblement d'une incision (jusqu'à 20 m de dépôts) et au large de l'arc rocheux où l'épaisseur atteint 24 m. Des accumulations plus limitées et de plus faible épaisseur (4 à 10 m) sont visibles ponctuellement. Elles correspondent probablement à des reliques de sédiments déposés par l'Adour au cours de ses divagations. Entre Biarritz et Bidart, l'accumulation observée correspond également à une incision, limitée par des hauts-fonds rocheux.

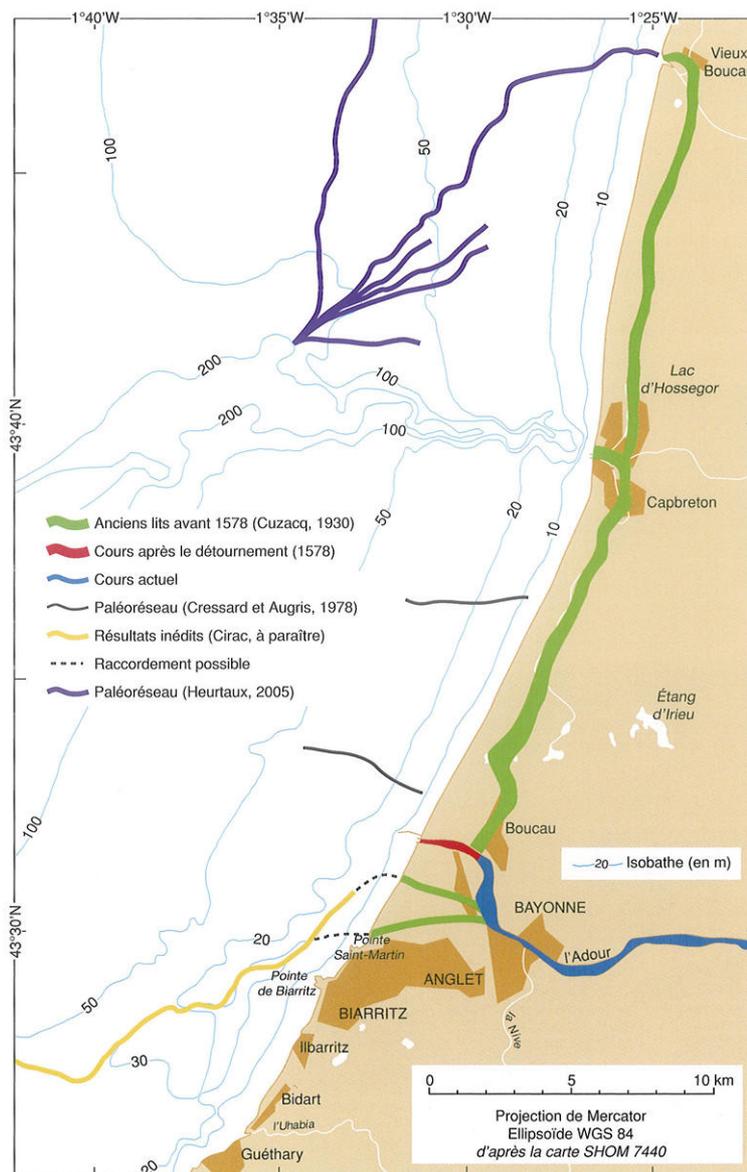


Figure 3-24 - Migration du cours de l'Adour lors du Quaternaire récent (d'après Augris *et al.*, 2009)

Les carottes obtenues montrent que les sédiments sont majoritairement sableux (cf. Annexes « Description des carottes »). Des niveaux de sables grossiers et graviers ont toutefois été observés.

4. Synthèse des résultats – Évaluation des ressources

Les documents cartographiques de synthèse, illustrant les résultats de cet inventaire et accompagnant ce rapport, sont présentés hors texte à l'échelle 1/250 000. Cette échelle a été adoptée pour l'ensemble des cartes des deux façades afin de correspondre aux cartes de l'étude précédente et permettre ainsi une comparaison plus aisée entre les données des différentes façades.

Il a également été choisi d'utiliser le même système géodésique que précédemment c'est-à-dire la projection de Mercator avec le système géodésique WGS84. La latitude de référence est 48°N pour les cartes de la façade « Bretagne » et 44° N pour la façade « Sud-Gascogne ».

4.1. Evaluation des ressources à l'échelle de la façade « Bretagne »

4.1.1. Epaisseurs sédimentaires

Les cartes des isopaques des sédiments meubles constituent la synthèse du travail de recueil de données présentées aux §2 et §3 (voir cartes hors textes « Isopaques des sédiments meubles - Façade Bretagne (Feuille Nord) » et « Isopaques des sédiments meubles - Façade Bretagne (Feuille Sud) » et figures 4-1 et 4-2).

Les données ayant servi à la réalisation de ces cartes d'isopaques proviennent de différentes sources :

- cartes d'isopaques tirées des rapports CNEXO ou dans la bibliographie (thèse d'Anne Quesney,...) ;
- collaboration avec les Universités de Vannes et Brest pour récupérer les profils ou cartes d'isopaques ;
- interprétation de profils inédits (campagnes ValidOP, Basecrehou).

Trois types de morphologie ont été distingués sur ces cartes :

- les bancs sableux,
- les paléovallées,
- la couverture sédimentaire indifférenciée, lorsque aucune distinction entre bancs ou paléovallées n'a été réalisée lors de l'interprétation et de la numérisation de données (ces informations proviennent de profils interprétés par des laboratoires extérieurs comme l'Université de Bordeaux ou l'Université de Bretagne Sud).

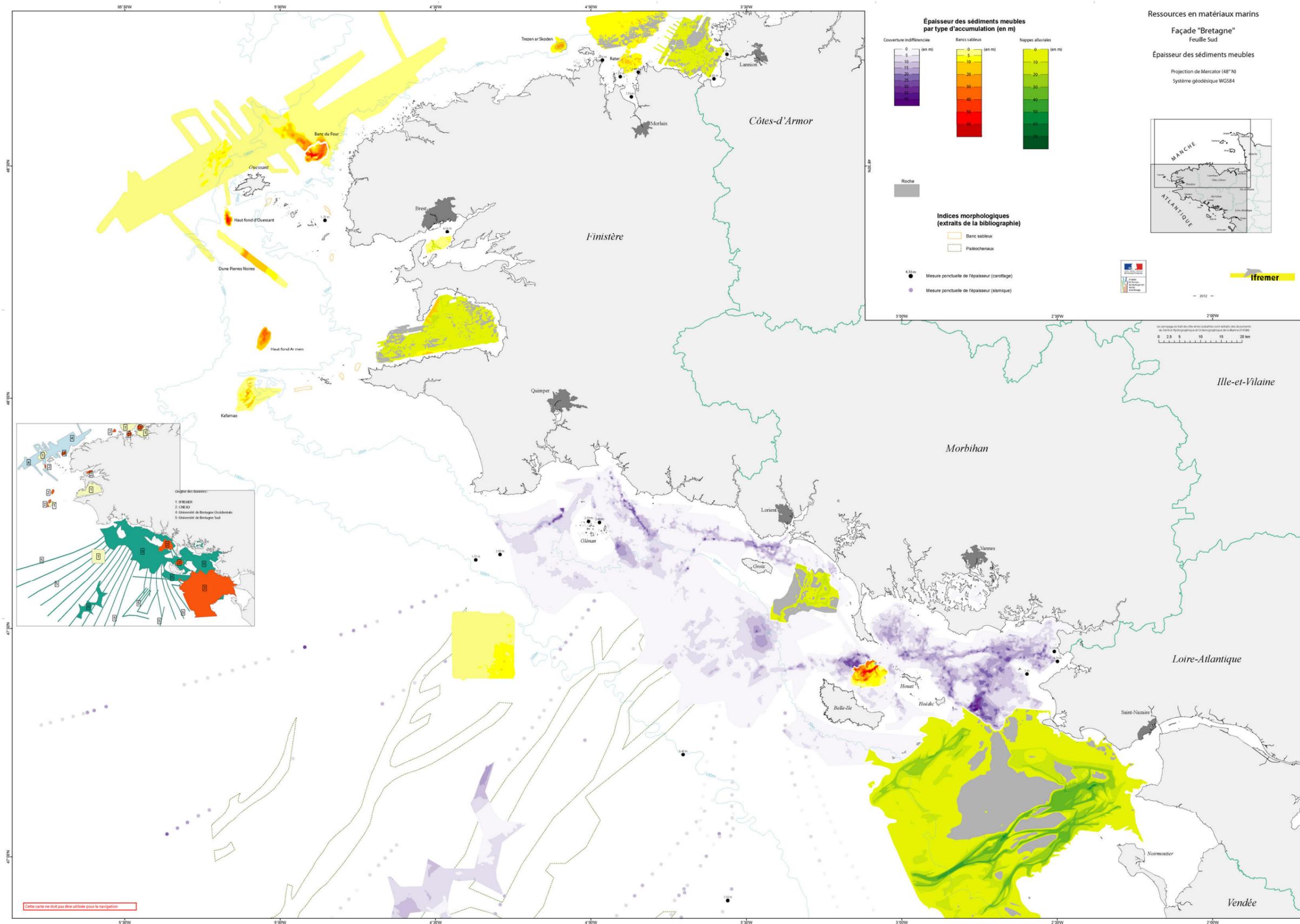


Figure 4-2 - Épaisseur des sédiments meubles (Bretagne Sud)

4.1.2. Indices morphologiques

Un nouveau type de ressources est présent sur les cartes d'épaisseur ; il s'agit des « Indices morphologiques ». Il s'agit de bancs ou de paléovallées qui ont pu être observés sur des enregistrements sismiques, bathymétriques ou sonar à balayage latéral mais pour lesquels aucune information d'épaisseur n'est disponible.

Plusieurs sources de données ont permis d'alimenter cette couche : thèses, cartes morpho-sédimentaires, MNT*, etc. Elles sont détaillées dans les tables attributaires des fichiers au format SIG.

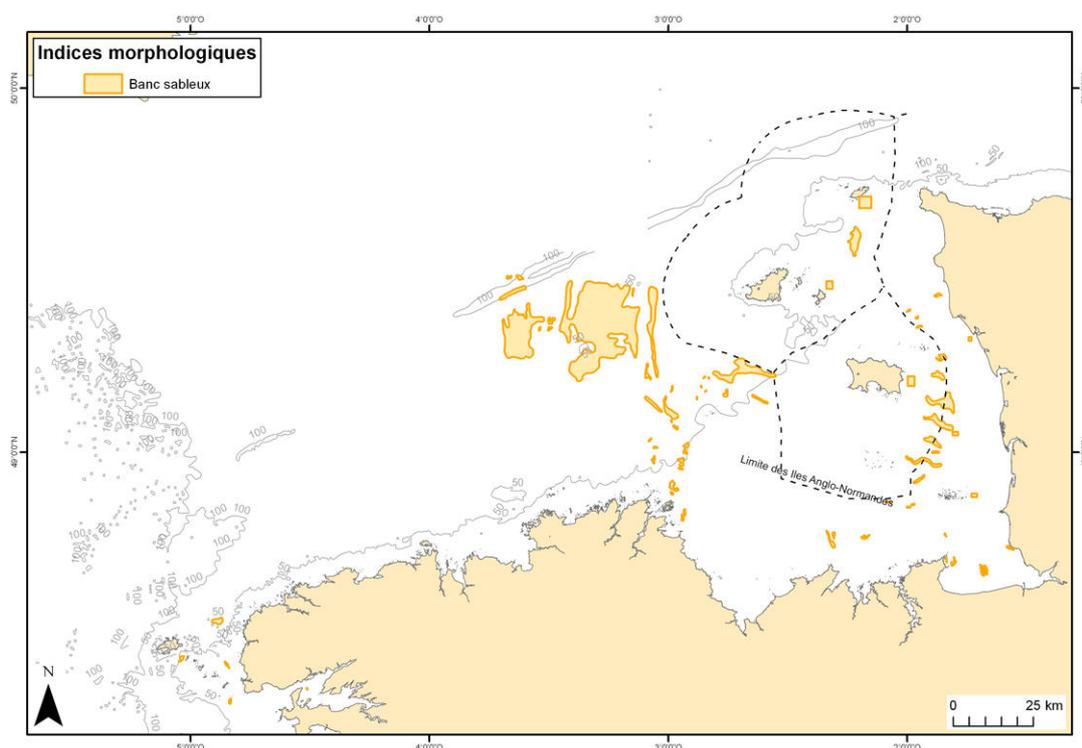


Figure 4-3 – Indices morphologiques pour le Nord-Bretagne (Bancs sableux)

Pour la façade Nord-Bretagne, les indices morphologiques observés correspondent uniquement à des bancs sableux (figure 4-3). Les données proviennent de communication du SHOM, de thèses (Ehrhold, Walker) et de cartes sédimentologiques. Elles montrent l'existence de grands champs de dunes et bancs sableux à l'Ouest de Guernesey. D'autres bancs et dunes non cartographiés à l'aide d'outils sismiques ont été identifiés entre les îles anglo-normandes et le Cotentin.

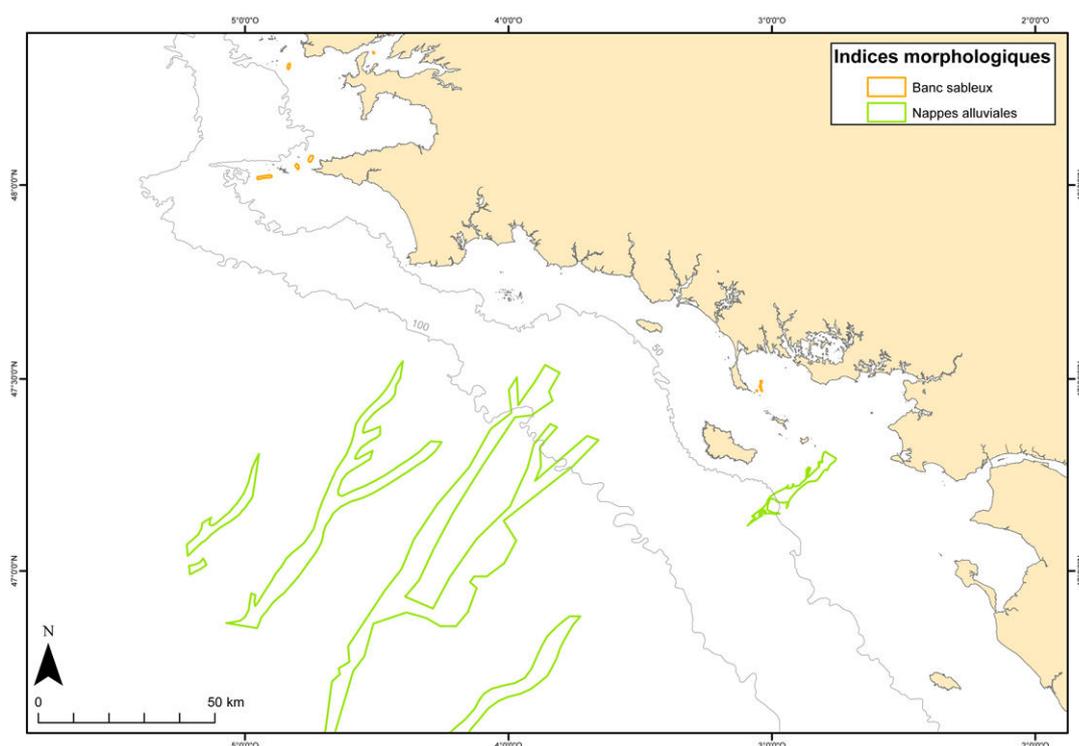


Figure 4-4 – Indices morphologiques pour le Sud-Bretagne (bancs sableux et paléovallées)

Au Sud de la Bretagne, les indices morphologiques concernent principalement des paléovallées (figure 4-4). Ces données proviennent de la thèse de Menier et de la carte Géomorphologique de la France au 1:1 000 000. Par ailleurs, quelques bancs sableux ont été observés au large du Raz de Sein et à proximité de la presqu'île de Quiberon.

4.1.3. Indices sédimentologiques

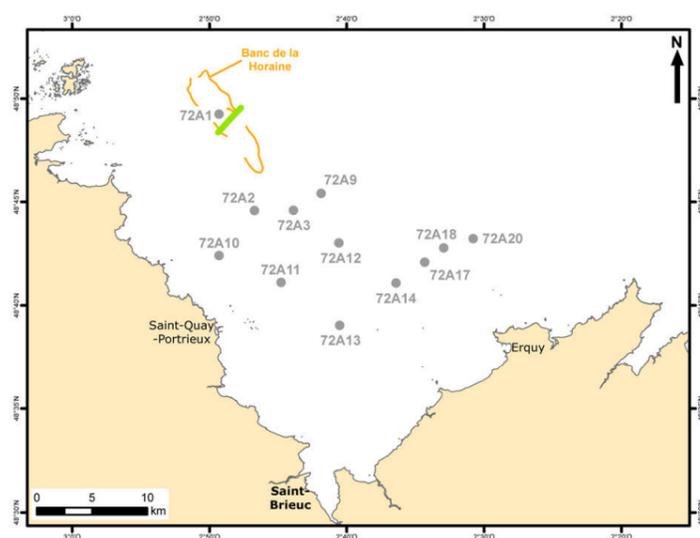
Ponctuellement, des mesures de longueur de carottes ont été rajoutées aux cartes d'isopaques. Ces mesures correspondent à des carottes localisées dans des zones où aucune reconnaissance sismique n'a eu lieu (exemple : baie de Morlaix, sud de la pointe de Penmarc'h,...). Elles indiquent l'épaisseur minimale de la couverture sédimentaire.

4.1.4. Nature des sédiments

Afin de permettre aux lecteurs de mieux comprendre la répartition des sédiments et également illustrer la nature des différentes accumulations sédimentaires cartographiées, les enregistrements sismiques ont été couplés aux données de carottages afin de dresser des coupes schématiques des ressources (figures 4-5 à 4-11, cartes hors texte « Travaux réalisés » et annexes « Description des carottages »).

Les profils les plus remarquables (bancs et dunes sableuses ou paléovallées) et disposant d'un nombre suffisant de carottages à proximité ont donc été sélectionnés. Ces profils se situent majoritairement à proximité de la côte.

NB : Les volumes présentés dans les fiches descriptives ont été calculés selon la méthode graphique n°2 (décrite plus loin au §4.1.5. 1 Estimation des volumes par méthode graphique)



Faciès sédimentaires

-  Sable coquillier à galets
-  Sable à nombreux galets et coquilles

Campagne Cabri 3 - 1992 (Sismique)
Campagne Nord Bretagne - 1972 (Carottages)

Banc de la Horaine

Ce banc situé au nord-ouest de la baie de Saint-Brieuc mesure près de 8 km de long pour 1,8 km de large. Il repose sur un fond rocheux relativement peu accidenté. Il s'appuie sur les hauts-fonds rocheux des plateaux de Men-Marc'h et Ringue Bras situés au nord. Le profil sismique présenté recoupe ce banc dans le sens de la largeur. Il montre que le banc de la Horaine est constitué d'un enchevêtrement de dunes hydrauliques asymétriques progradant du nord/nord-ouest vers le sud/sud-est. L'épaisseur du banc dépasse localement 25 mètres. Une seule carotte a été réalisée sur ce banc au cours de la campagne Nord-Bretagne à l'aide d'un carottier de type AM Drill. Elle montre la présence de deux faciès présentant une importante fraction grossière (galets et graviers). Les sables sont moins coquilliers en profondeur (à partir de 0,90 m environ). Le volume de ce corps sableux est estimé à 110 millions de mètres cubes.

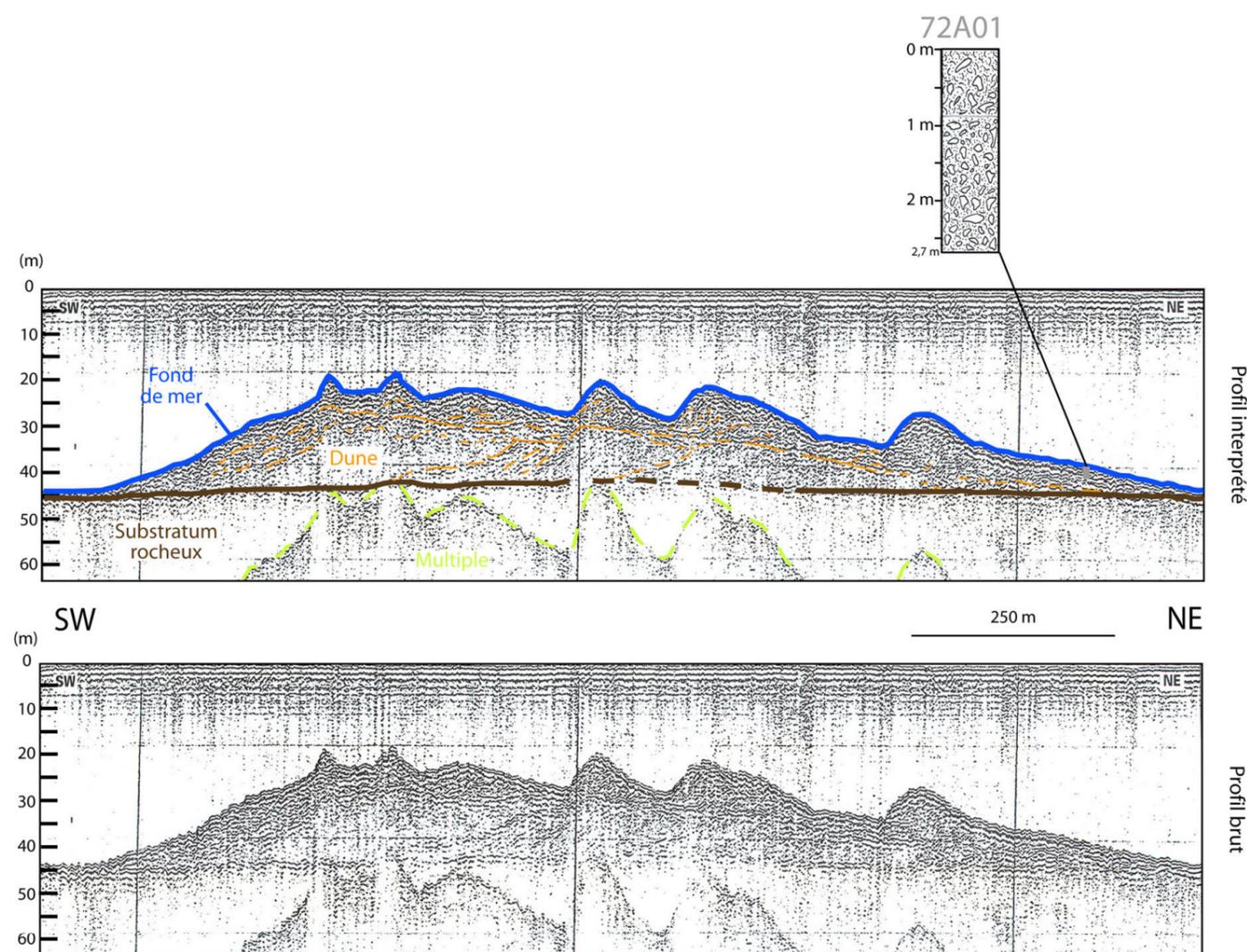
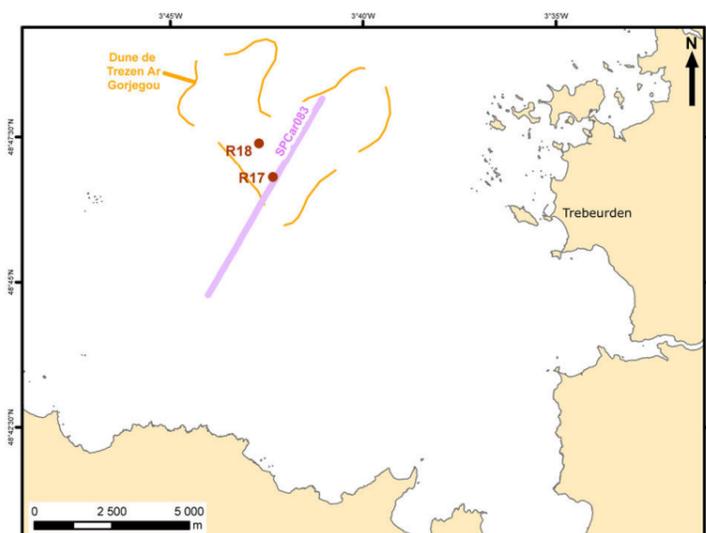


Figure 4-5 - Banc de la Horaine (Profil sismique et carottage)



Campagne Carbala - 2003 (Sismique)
Campagne Ambre - 1988 (Carottages)

Dune de Trezen Ar Gorjegou

La dune de Trezen Ar Gorjegou est située au large de la baie de Lannion, encadrée par les hauts-fonds rocheux du plateau de la Méloine à l'ouest et les rochers du Crapeud à l'est. Elle repose sur un substratum rocheux accidenté, par des profondeurs supérieures à une trentaine de mètres. Sa superficie est estimée à 15 km² environ.

Les profils sismiques ont été acquis au cours de la campagne Carbala (2003). Ils montrent une grande homogénéité structurale. Les épaisseurs maximales dépassent une vingtaine de mètres.

Les carottes réalisées sur la zone ont été obtenues au cours de la campagne Ambre à l'aide d'un carottier gravitaire (type Küllenberg). Les longueurs des carottes ne permettent de caractériser la dune que superficiellement mais elles montrent des sédiments de type coquillier et qui varient entre les sables fins et grossiers.

Une estimation du volume donne un total de 87,9 millions de m³ de sédiments.

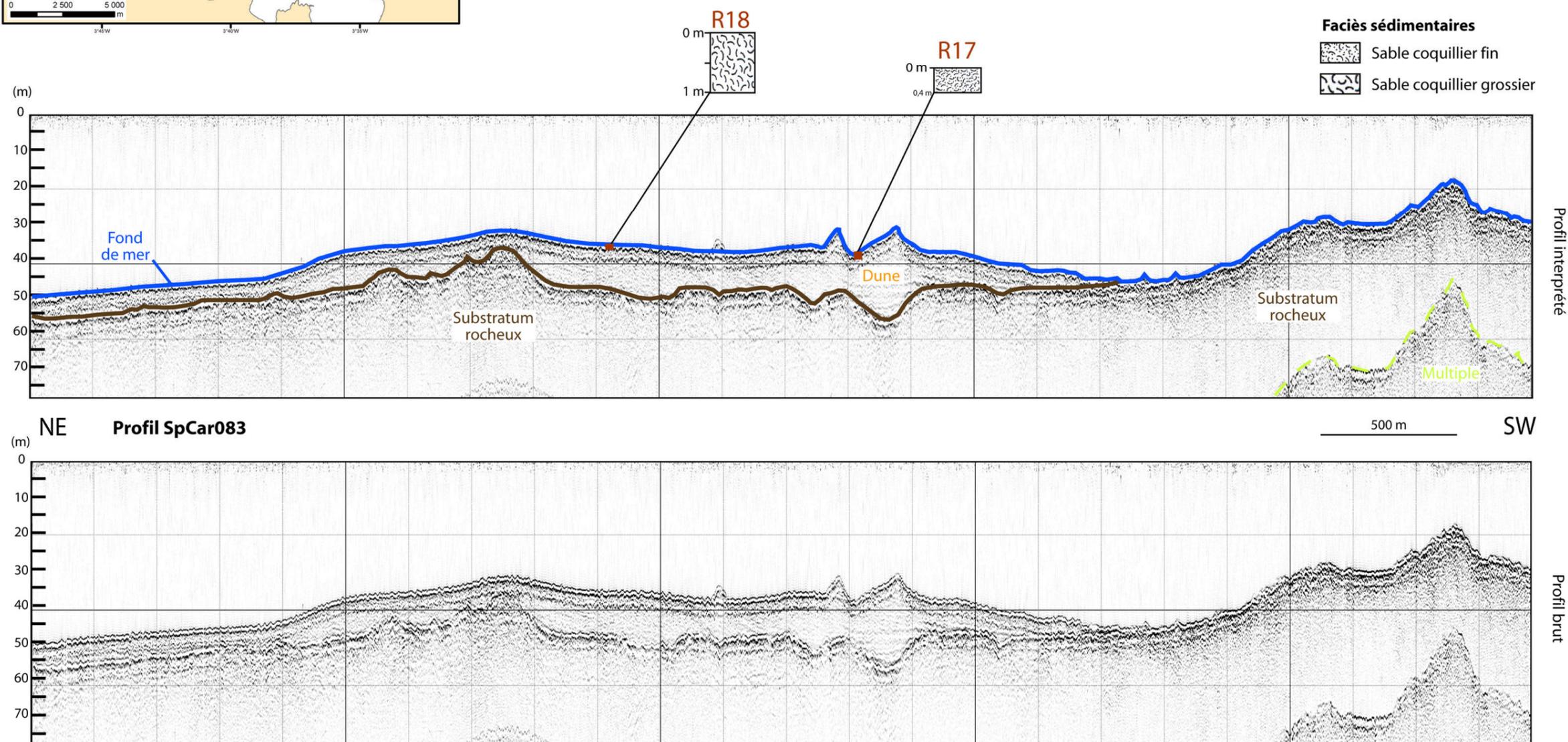
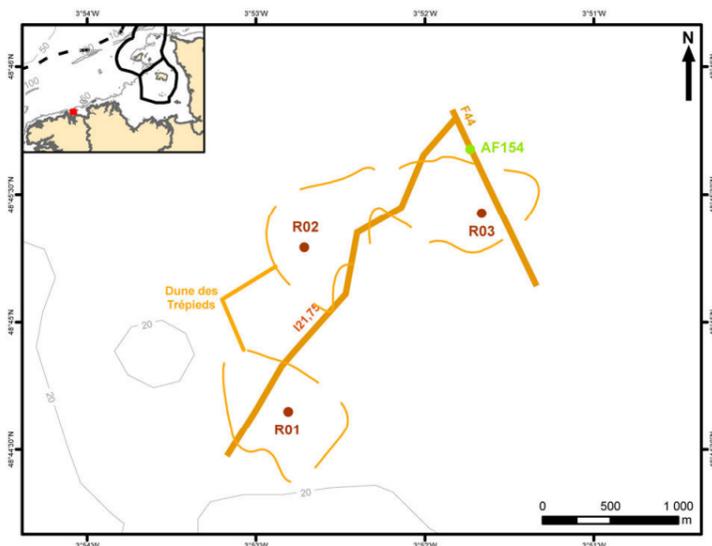


Figure 4-6 : Banc de Trezen Ar Gorjegou (Profil sismique et carottages)



Campagne Sable Calcaire - 1972 (Sismique)

Campagne Amoco 2 - 1978 (Carottages)

Campagne Ambre - 1988 (Carottages)

Dune des Trépieds

La dune des Trépieds se situe au nord de la dune du Rater. A l'Est, elle s'appuie sur les hauts-fonds rocheux des Trépieds, qui appartiennent à l'ensemble du plateau de la Méloine. Dans la zone, les fonds sont majoritairement rocheux et relativement accidentés et les profondeurs sont de l'ordre d'une trentaine de mètres.

Cette dune de faible extension est composée de deux corps sédimentaires de faible importance: le premier (au nord de la zone), est composé de deux sous-ensembles d'une épaisseur variant de 8 à 10 m tandis que le second est de plus faible étendue et ne dépasse pas 8 m d'épaisseur.

Les carottages réalisés sur la zone montre une grande homogénéité lithologique puisque l'ensemble de ces corps sédimentaires est constitué de sable coquillier fin à grossier.

Une évaluation du volume du gisement donne un total de 14,8 millions de mètres cubes.

Faciès sédimentaires

-  Sable coquillier fin
-  Sable coquillier moyen à grossier

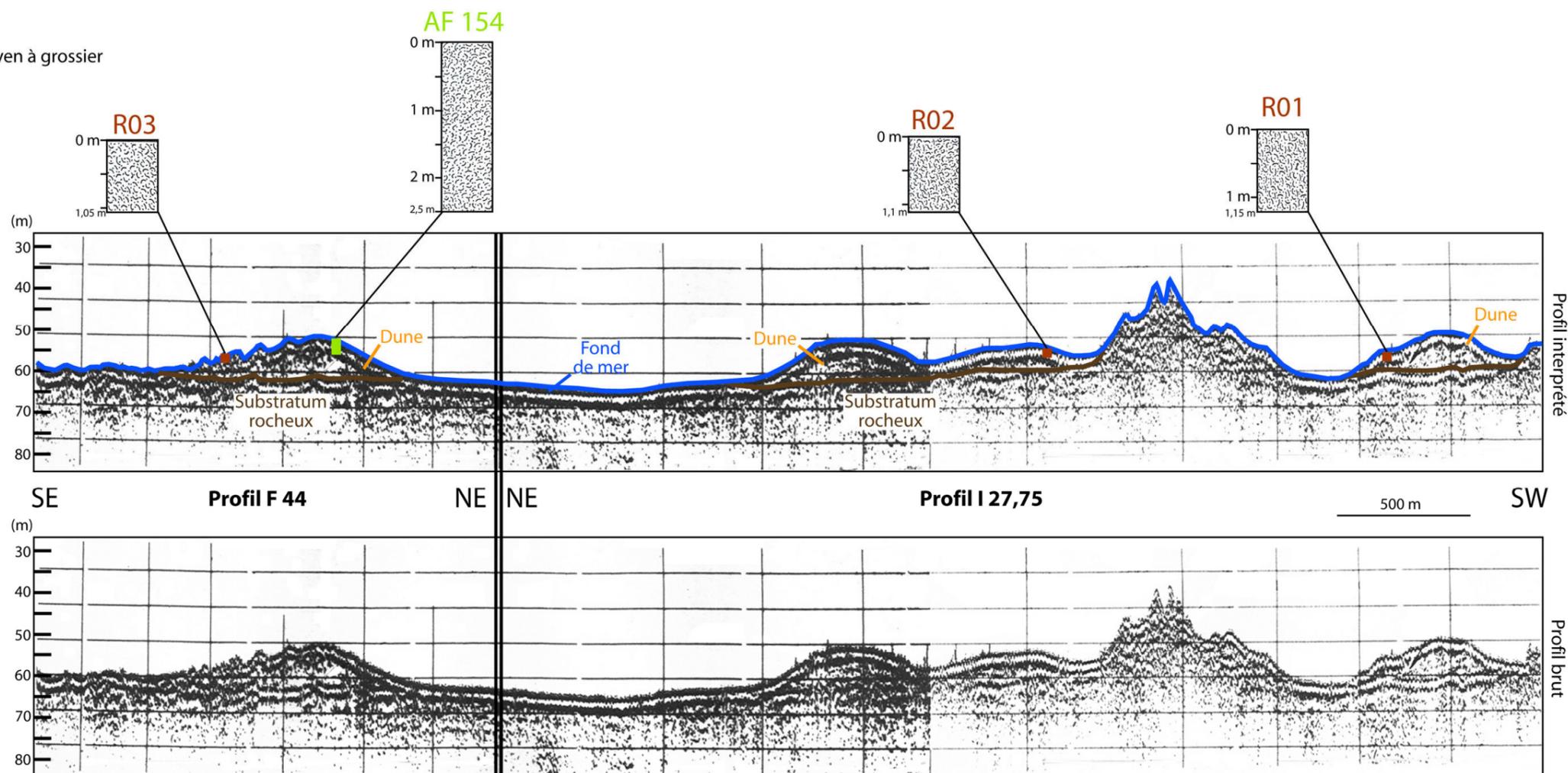
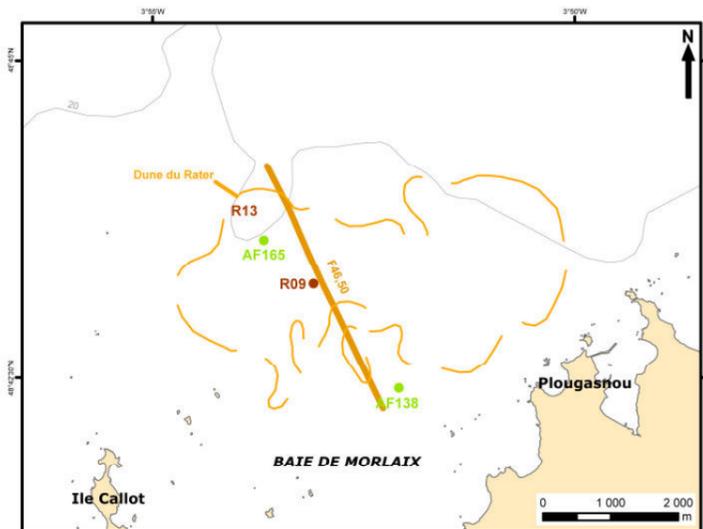


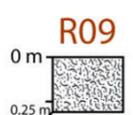
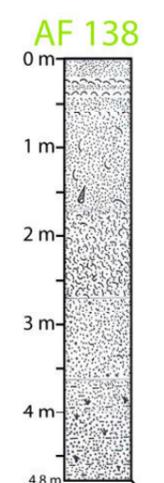
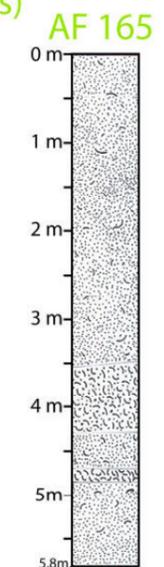
Figure 4-7 - Dune des Trépieds (Profils sismiques et carottages)



Campagne Sable Calcaire - 1972 (Sismique)
 Campagne Amoco 2 - 1978 (Carottages)
 Campagne Ambre - 1988 (Carottages)

Faciès sédimentaires

- Sable coquillier fin à moyen
- Sable coquillier moyen
- Sable coquillier grossier
- Sable siliceux fin à moyen à débris coquilliers
- Sable fin vaseux à débris de végétaux
- Niveau coquillier



Dune du Rater

Cette dune, située au nord de la baie de Morlaix, présente une morphologie complexe. Elle est encadrée par des fonds rocheux et forme une élévation de 15 mètres de haut environ qui sépare la baie de Morlaix du large.

Constituée d'un ensemble de corps sédimentaires de faible extension entrecoupés de plusieurs pointements rocheux, les épaisseurs observées sur la zone ne dépassent que très rarement une vingtaine de mètres.

L'étude du profil sismique F46,50 montre la présence de trois corps sédimentaires dont le plus important se situe au sud-est de la zone. Les fonds sont relativement accidentés et un thalweg, correspondant vraisemblablement à un ancien lit de la rivière de Morlaix se dessine au nord-ouest.

Les carottages réalisés au cours des campagnes Ambre et Amoco permettent de caractériser la nature sédimentologique de la dune du Rater: les sédiments sont majoritairement de type coquilliers ou siliceux à nombreux fragments de coquilles. Globalement les sédiments sont compris entre les classes granulométriques des sables fin à moyen mais atteignent parfois les sables grossiers. Un niveau de sable fin vaseux à débris de végétaux a été reconstruit dans le sondage AF138, à partir de 3,60 m de profondeur et jusqu'à la fin du carottage.

Le volume de sédiments meubles de la dune du Rater a été estimé à 87,4 millions de mètres cubes.

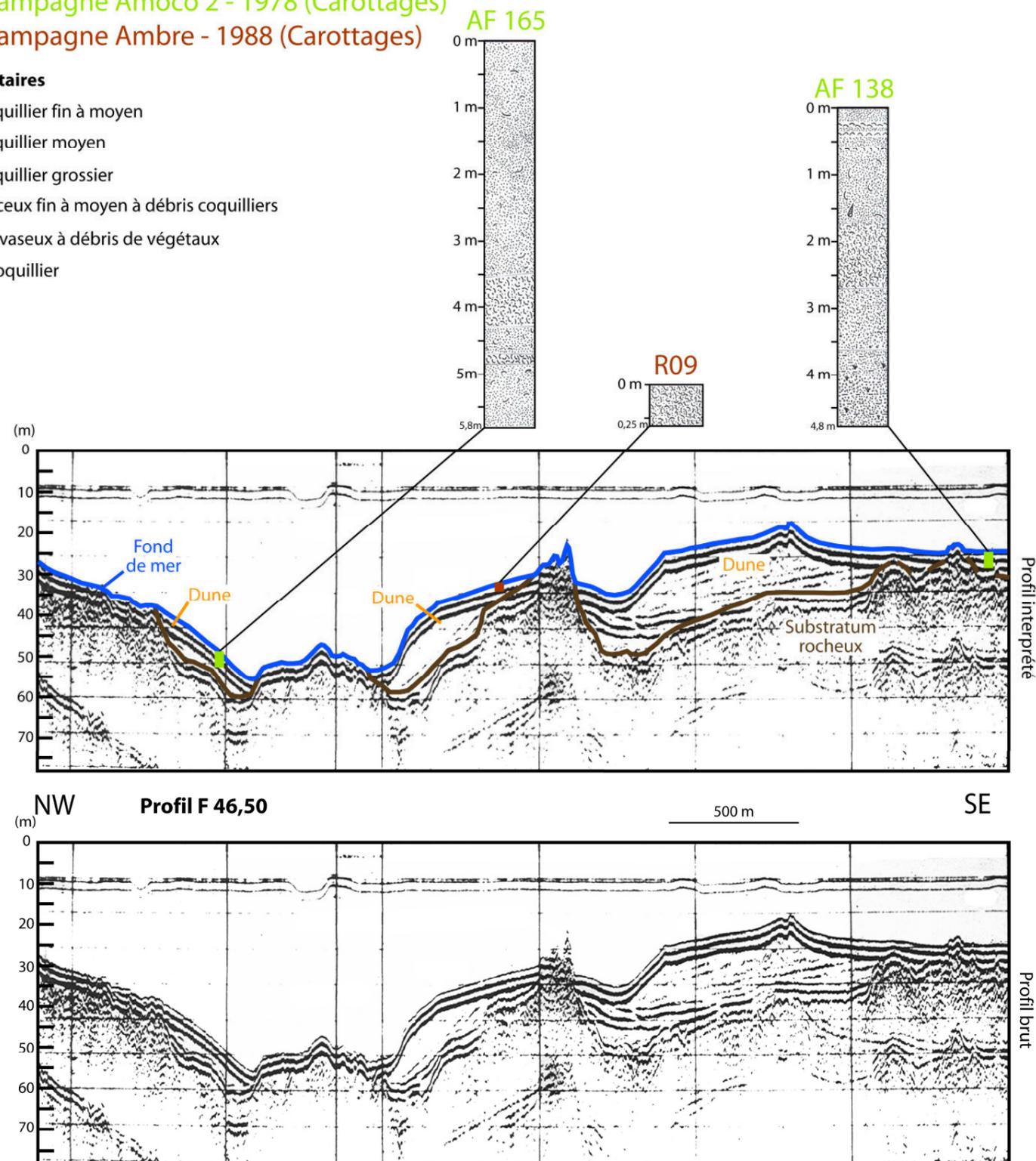
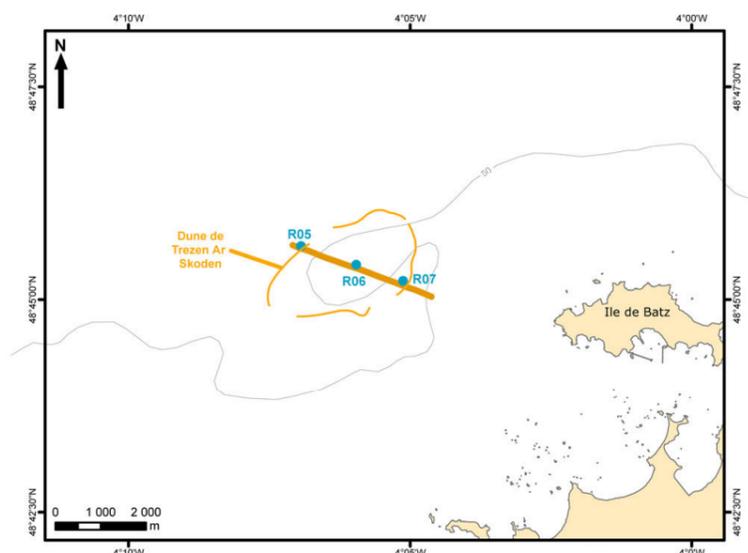


Figure 4-8 - Dune Le Rater (Profil sismique et carottages)



Dune de Trezen Ar Skoden

Cette dune située au nord-ouest de l'Ile de Batz a été reconnue à l'aide de sismique (acquise au cours de la campagne Sable calcaire 72) et par trois carottages réalisés par carottier gravitaire en juillet 1989 au cours la campagne Ambre.

L'étude des profils sismiques montre que la dune de Trezen Ar Skoden atteint une épaisseur maximale de 25m environ. Cette dune repose sur un substratum rocheux granitique et chaotique affleurant au sud-est de la zone étudiée. Des réflecteurs en biseau témoignent d'une progradation de la dune vers le sud-est.

Les carottages obtenus sur la zone sont de très faible importance (maximum 0,60 m) du fait de l'outil utilisé (carottier gravitaire de type Küllenberg) et des sédiments rencontrés, c'est à dire des sables coquilliers grossiers.

Le volume de l'ensemble de la dune est estimé à 58,6 millions de mètres cubes.

Campagne Sable Calcaire - 1972 (Sismique) Campagne Ambre - 1988 (Carottages)

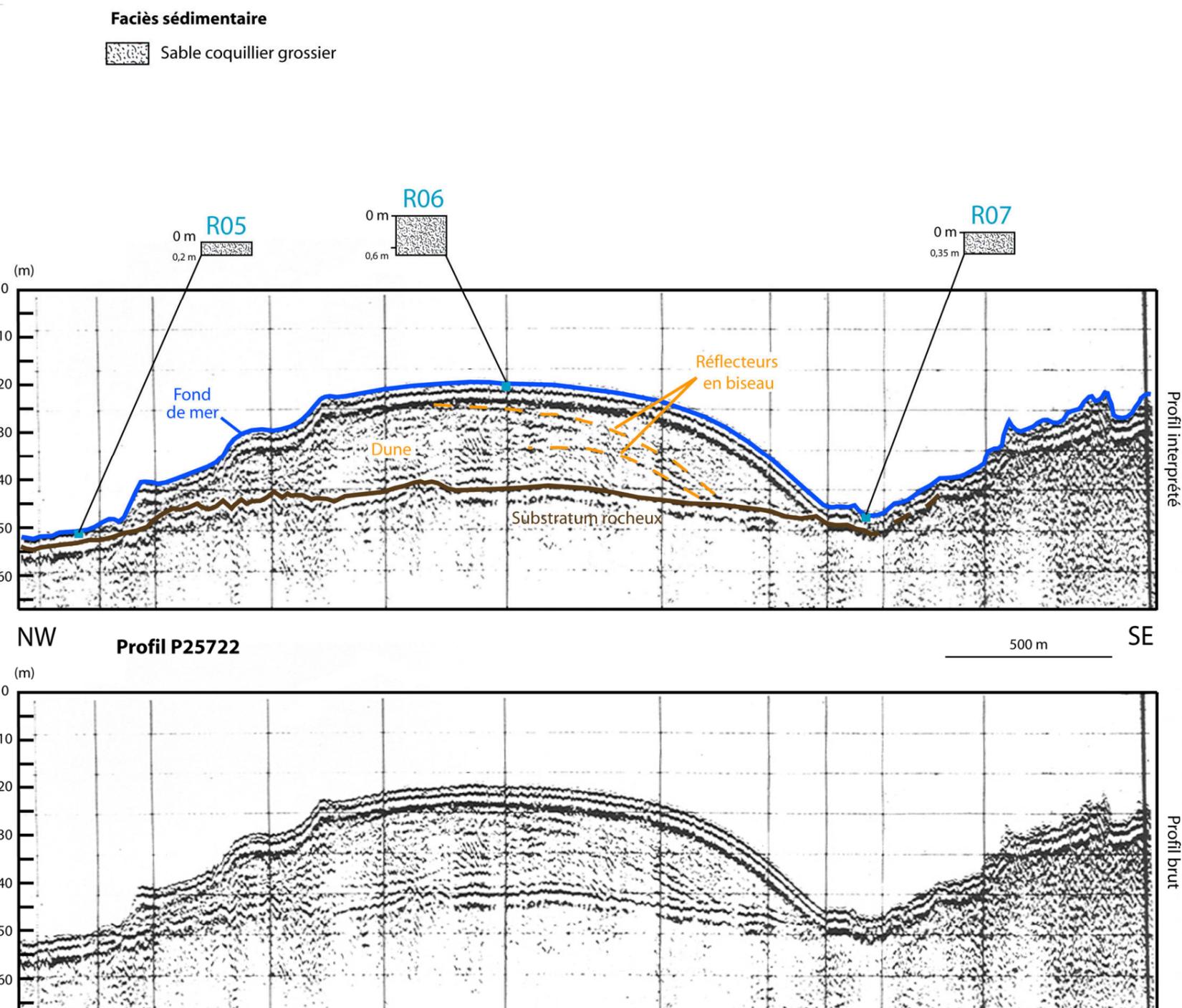
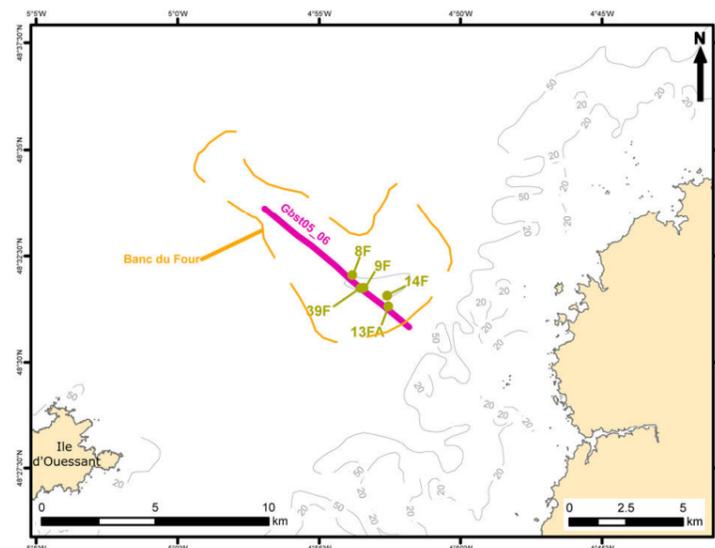


Figure 4-9 - Dune de Trezen Ar Skoden (Profil sismique et carottage)



Campagne Geobrest05 - 2005 (Sismique)
Campagne Banc du Four - 1974 (Carottages)

Banc du Four

Le banc du Four constitue la plus importante accumulation de sable calcaire observée au large des côtes bretonnes, tant en terme de surface que de volume. Situé au nord-est de l'île d'Ouessant, dans le chenal du Four, par des profondeurs dépassant 40 m, il est constitué d'un corps principal de forte ampleur situé au sud de la zone et d'une succession de dunes de plus faible amplitude se développant vers le Nord-Est. La structure interne du corps principal montre de nombreux réflecteurs qui semblent témoigner d'une progradation de l'édifice vers le Nord-Est.

Les carottages réalisés au cours de la campagne Banc du Four montre que le corps principal est constitué de sable coquillier sans plus de précision. Le volume de l'ensemble a été estimé à 529,1 millions de mètres cubes.

Faciès sédimentaires

Sable coquillier

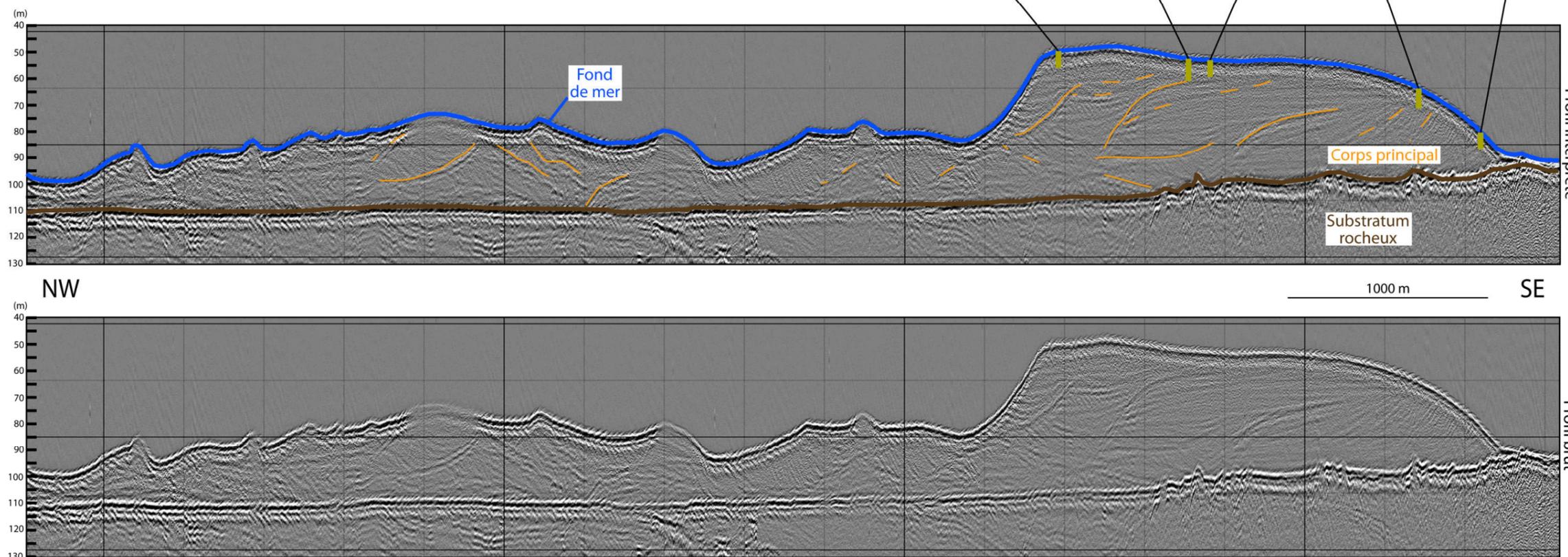
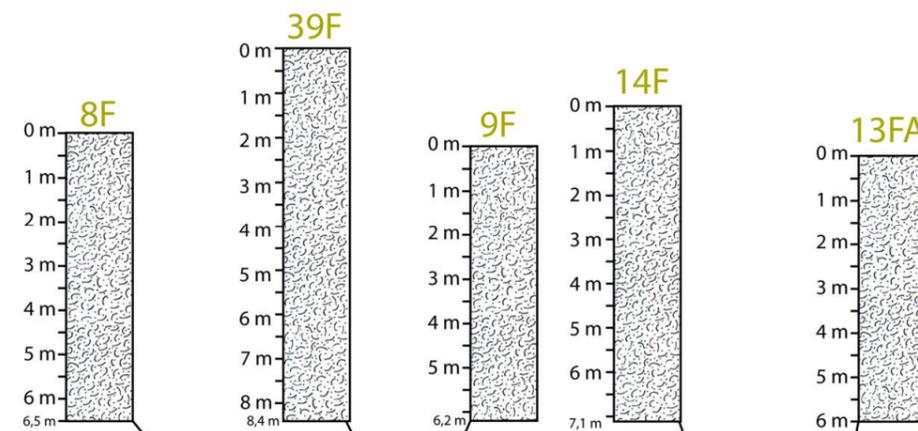
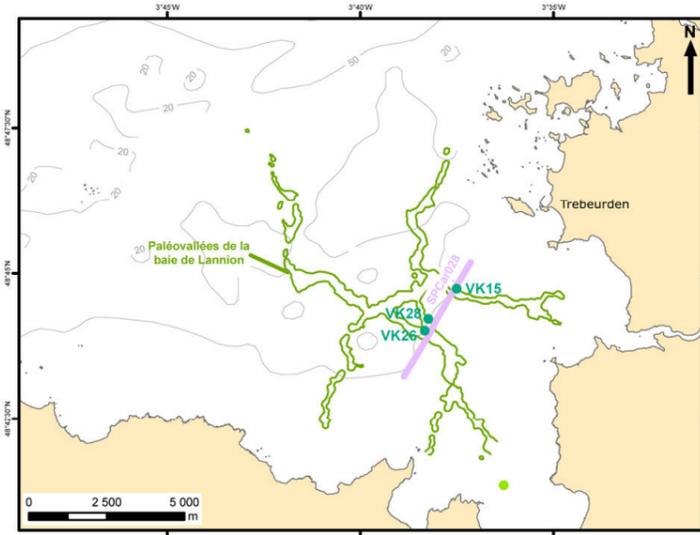


Figure 4-10 - Banc du Four (Profil sismique et carottages)



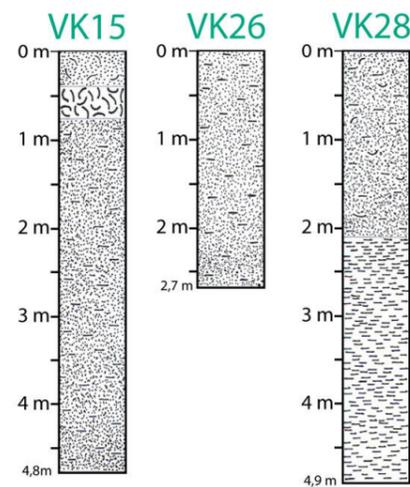
Campagne Carbala - 2005 (Sismique)
Campagne Lannion 79 - 1979 (Carottages)

Paléovallées de la baie de Lannion

La baie de Lannion se caractérise par la présence d'un paléoréseau à la géométrie complexe constitué de deux paléovallées attribuées au prolongement en mer du Léguer (au Nord) et du Douiron (au Sud). Les incisions observées sont de faible ampleur (au maximum 23 m de creusement) et les caractéristiques varient à travers le bassin:

- à proximité du littoral, les chenaux sont étroits et les incisions faibles (moins de 20 m). Le profil est majoritairement en V (profil SpCar028),
- au niveau de la confluence entre les deux chenaux, les formes sont en dents de scie
- plus en aval, les chenaux s'élargissent (jusqu'à 1000 m de large) et le surcreusement est maximum (entre 19 et 23 m).

Les carottes prélevées au cours de la campagne Lannion 79 montrent que les sédiments constituant ces deux chenaux sont majoritairement fins et vaseux.



Faciès sédimentaires

- Vase
- Sable fin à très fin vaseux
- Sable fin vaseux à coquilles
- Sable siliceux fin à coquilles
- Sable grossier coquillier

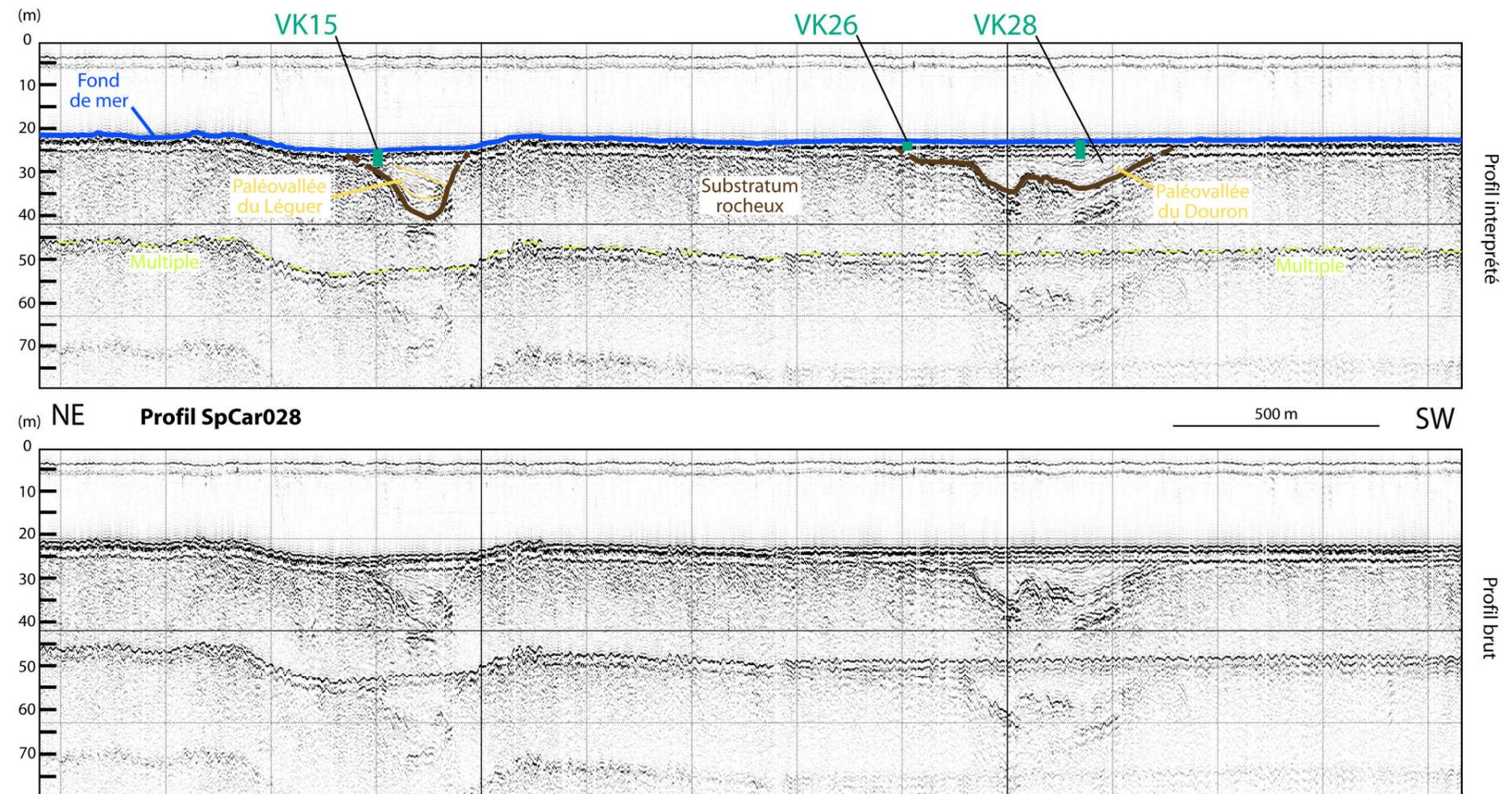


Figure 4-11 - Paléovallées de la baie de Lannion (Profil sismique et carottages)

Campagne Canadou - 2000 (Sismique)
Campagne Vibarmor - 2003 (Carottages)

Baie de Douarnenez

Deux types d'accumulations sédimentaires se rencontrent en baie de Douarnenez: les remplissages des incisions qui creusent le toit du substratum rocheux ainsi que les prismes et bancs sableux présents au Nord et au Sud de la baie. Ailleurs dans la baie, la couverture est de faible épaisseur (de 2 à 5 m) et est constituée de sédiments fins.

Le profil sismique ci-dessous montre la présence de quatre incisions:

- au Nord, la paléovallée de l'Aber est peu profonde (5 m environ) et assez étroite (moins de 500 m de large). La carotte réalisée montre que le remplissage est plutôt fin (sable fin envasé ou vase silteuse)
- au centre de la baie, le substratum est entaillé par deux incisions de très faibles dimensions (200 m de large environ pour quelques mètres de creusement).
- Les sédiments constituant la paléovallée la plus au Nord sont majoritairement grossier et coquillier en surface
- au Sud, la paléovallée d'Ys est la plus importante. Le creusement avoisine 10 m pour une largeur de 500 m. Les sédiments sont grossiers à moyens et coquilliers en surface.

Par ailleurs, au Nord de la zone, le profil sismique montre le début de l'accumulation du cap de la Chèvre qui vient recouvrir la paléovallée de l'Aber.

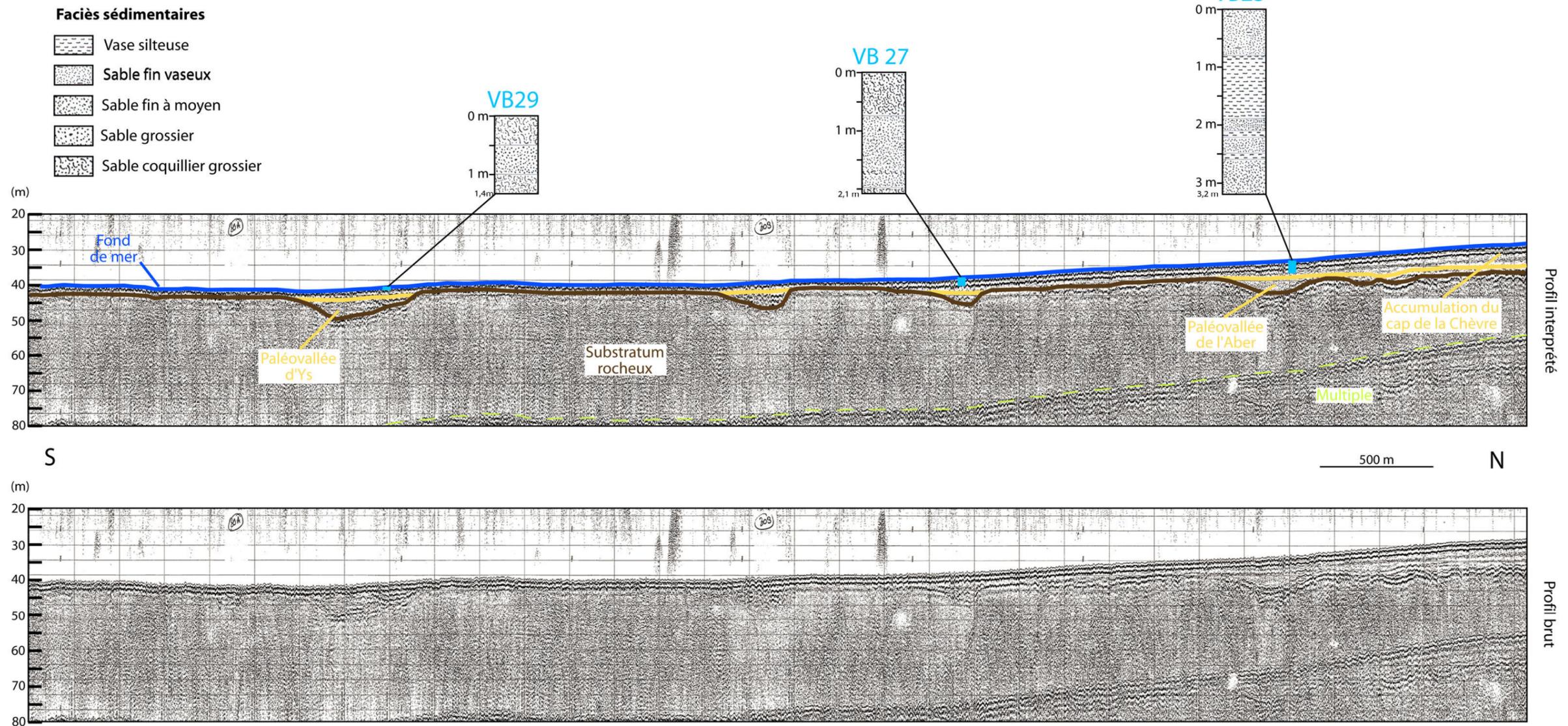
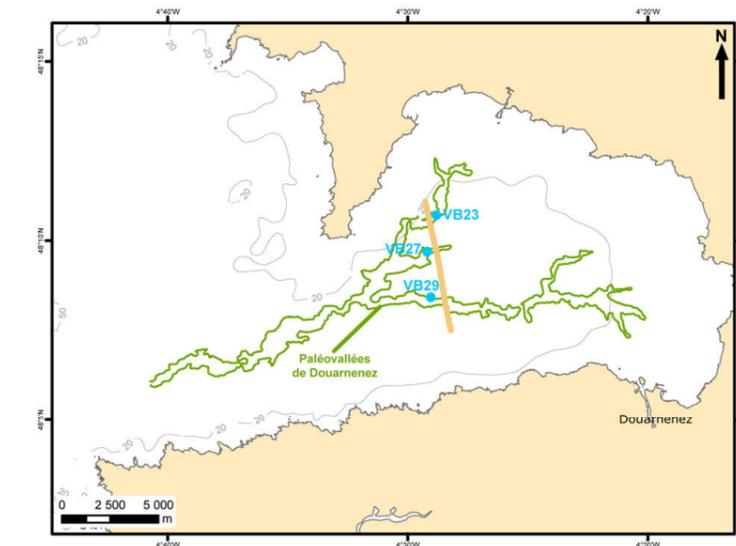
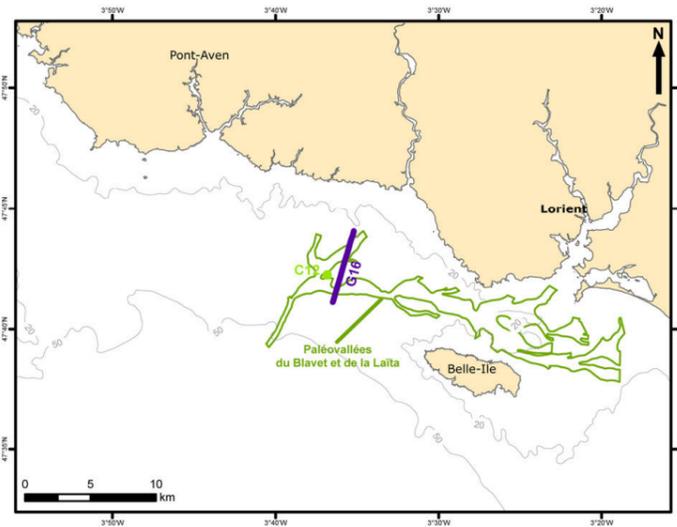


Figure 4-12 : Paléovallées en Baie de Douarnenez (Profil sismique et carottages)



Campagne Geoblavet - 2001 (Sismique)
Campagne Bélouga65 - 1965 (Carottages)

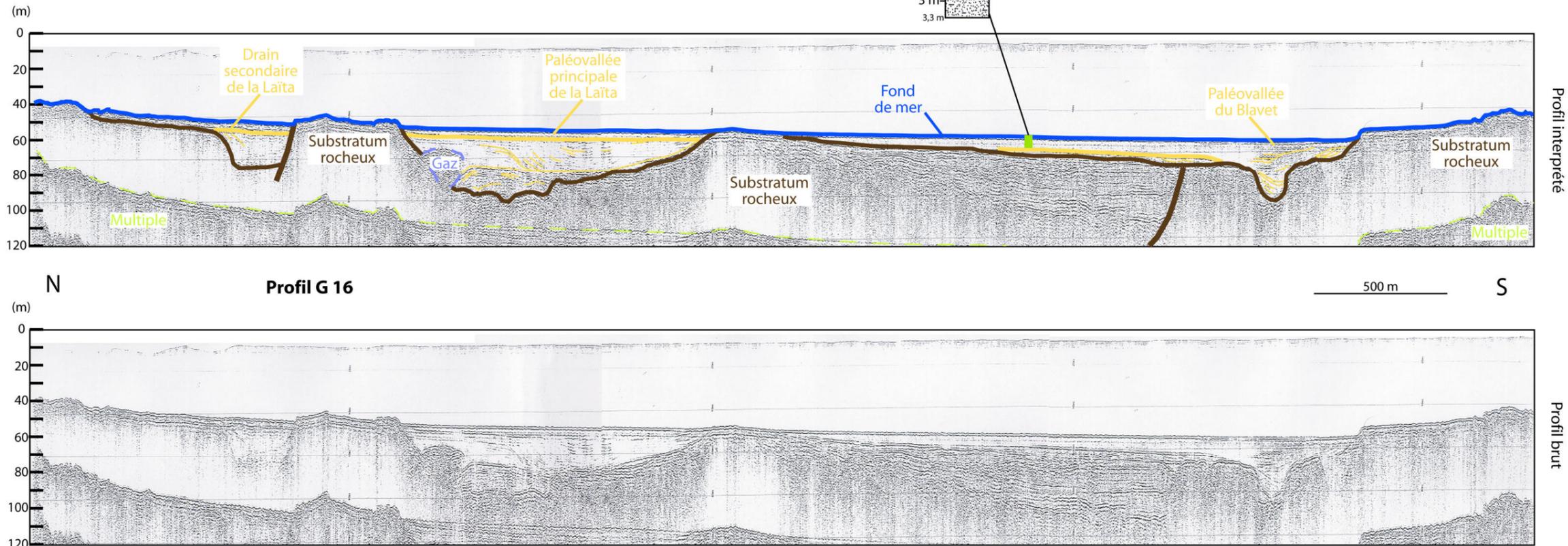
Paléovallées du système Laïta-Blavet

Le système de paléovallées Laïta-Blavet présente une orientation générale Est-Ouest à l'exception de son exutoire orienté Nord-Est Sud-Ouest. Il est constitué de trois drains principaux dont deux sont visibles sur le profil sismique G16.

La paléovallée du Blavet, située au Sud, mesure environ 2 000 m de large pour une incision maximale de plus de 30 m. Elle est constituée de trois unités sismiques correspondant à trois étapes du comblement de cette paléovallée. Jusqu'à 3 m de profondeur, les sédiments sont fins (vase et sable fin vaseux). Plus au Nord, la paléovallée principale de la Laïta est moins large (1 100 m) mais plus profonde (40 m d'incision) que celle du Blavet. Elle présente un profil en U. Sur son flanc Nord, une poche de gaz empêche de distinguer une partie de la limite avec le substratum rocheux. Un drain secondaire de la Laïta s'observe à l'extrémité Nord du profil G16. Large de 750 m environ pour une profondeur de 30 m, son profil est également en U.

Faciès sédimentaires

- Vase silteuse
- Sable fin vaseux



D'après Menier, 2004

Figure 4-13 - Paléovallées du système Laïta-Blavet (Profil sismique et carottage)

4.1.5. Quantification des ressources

4.1.5.1. Estimation des volumes par méthode graphique

L'estimation des ressources a tout d'abord été réalisée par méthode graphique à partir du logiciel ArcGIS.

A partir des fichiers de numérisation des cartes des épaisseurs, il a été possible d'estimer graphiquement les volumes des ressources en déterminant les surfaces correspondant à l'intervalle entre deux courbes isopaques successives. La surface (S) utile pour chaque « tranche d'épaisseur » est celle comprise entre deux courbes isopaques successives. La prise en compte de la valeur de l'épaisseur (E) permet d'aboutir au volume (V) de la « tranche » considérée (figure 4-14). Le volume total est équivalent à la somme des volumes moyens de chaque tranche.

Pour le choix de l'épaisseur E, deux calculs ont été réalisés afin de donner une fourchette :

- **méthode de calcul n°1** : la première méthode consiste à choisir la moyenne de l'intervalle E comme épaisseur. Par exemple, pour une « tranche d'épaisseur » 10-15 m l'épaisseur sera 12,5 m,
- **méthode de calcul n°2** : la seconde méthode consiste à choisir comme valeur l'épaisseur maximale de l'intervalle que l'on divise par 2. Par conséquent, pour une tranche d'épaisseur 10-15 m, l'épaisseur retenue est de 7,5 m.

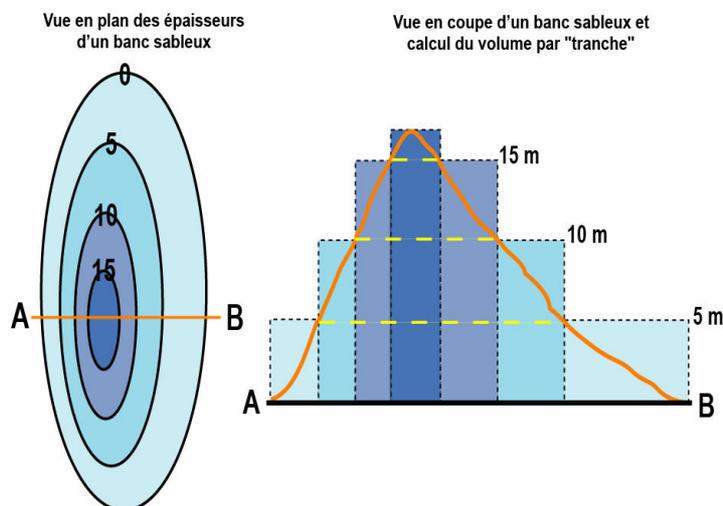


Figure 4-14 : Méthode graphique d'estimation de volume par le logiciel ArcView.

Au cours de la précédente étude, une étude géostatistique avait pu être menée sur une partie des données. Une comparaison des résultats obtenus par les différentes méthodes de calcul (graphique et géostatistique) avait montré que la méthode de calcul n°1 surévaluait les volumes disponibles et que les résultats obtenus par la seconde méthode étaient beaucoup plus proches de ceux obtenus par méthode géostatistique.

Pour cette étude, les résultats sont présentés pour les deux méthodes, bien que la méthode n°2 (privilegiée lors de la première étude) sous-évalue les volumes par rapport aux résultats obtenus par méthode géostatistique.

Pour l'ensemble de la façade Bretagne, on obtient les volumes suivants :

| Nature des accumulations | Volume obtenu par la méthode de calcul n°1 (en millions de m ³) | Volume obtenu par la méthode de calcul n°2 (en millions de m ³) |
|--|---|---|
| Paléovallées | 105 225 | 58 314 |
| Bancs sableux | 14 163 | 9 800 |
| Couverture sédimentaire indifférenciée | 19 752 | 14 478 |
| Total | 139 140 | 82 592 |

Tableau 4-1 - Synthèse des résultats obtenus par méthode graphique pour la façade Bretagne

4.1.5.2. Estimation des volumes par méthode géostatistique

4.1.5.2.1 Méthodologie

Afin de quantifier les volumes de ressources en granulats marins, des modèles des épaisseurs (cas de base, scénarios « optimiste » et « pessimiste ») ont été construits pour les différents sites reconnus à l'aide du logiciel Isatis (www.geovariances.com). Ils ont été réalisés à partir des courbes isopaques par interpolations de type krigeage sur grilles régulières à maille 100 m (parfois 20 m sur les sites où l'information est la plus détaillée). Ils ont ensuite permis des calculs de volumes selon différents seuils d'épaisseur, ainsi qu'une évaluation de l'incertitude associée.

Les isopaques (x, y, Épaisseur) utilisées pour générer un modèle continu sur grilles étant censées refléter la connaissance de la ressource, elles sont considérées sans incertitude c'est-à-dire comme points conditionnant exacts dans les modèles d'épaisseurs. Les modèles étant obtenus par krigeage, un écart type d'estimation leur est associé, et l'on peut en tirer une approche pour quantifier l'incertitude sur les modèles d'épaisseurs (et volumes associés).

Chaque jeu de données fait d'abord l'objet d'un contrôle statistique et cartographique. L'équidistance des points le long des courbes est de 20 m environ. Pour rendre les estimateurs plus robustes et compte tenu des mailles pratiquées, une décimation préalable à 60 ou 100 m est réalisée.

Un des intérêts du logiciel Isatis, outre qu'il offre une panoplie complète des estimateurs géostatistiques, est de permettre un paramétrage très flexible du voisinage, chose qui est de première importance dans les problèmes

d'interpolation. Les paramètres du voisinage utilisé dans le cadre de cette étude sont les suivants :

Points recherchés sur 8 secteurs angulaires (découpage en octants), avec

Un nombre optimal de 12 points par secteurs (les plus proches dans chaque secteur et selon un rayon de recherche à 15 km pour les cas de base) soit $12 * 8$ points pour les modèles finaux.

Une contrainte sur le nombre maximal de secteurs consécutifs vides : ici choisi à 4 ce qui contraint à traiter les zones uniquement en interpolation.

Un nombre minimal de points dans le voisinage pour réaliser l'estimation : ici 12.

L'ensemble des interpolations se fait dans l'enveloppe convexe des isopaques fournies dans le cas d'un site (couverture indifférenciée du plateau Aquitain), sinon dilatés de celui-ci. Par la suite, le calcul de volumes est restreint à la zone interne aux polygones de chaque site.

Dans tous les cas, à l'échelle de la cartographie et des voisinages pratiqués, les variables sont considérées comme non-stationnaires, ce qui signifie qu'une dérive intrinsèque ou un modèle sans portée (de type linéaire ou spline) est adapté. Compte tenu de l'«échantillonnage » très particulier (points rapprochés de valeur strictement identique par construction), le calcul des variogrammes expérimentaux ne traduit pas la variabilité réelle. Le krigeage en modèle spline offre l'avantage, par rapport à d'autres, de minimiser les courbures et points d'inflexion. C'est donc le choix qui a été retenu pour l'obtention des modèles « cas de base » sur les épaisseurs.

L'écart type de krigeage (noté s_k par la suite) représente une première évaluation locale de l'incertitude associée à un estimateur (figure 4-15). Selon la théorie du krigeage, s_k reste indépendante des valeurs estimées elles-mêmes (Z^*k). Elle dépend essentiellement du modèle de variogramme et de la proximité aux données de valeurs tendant vers 0.

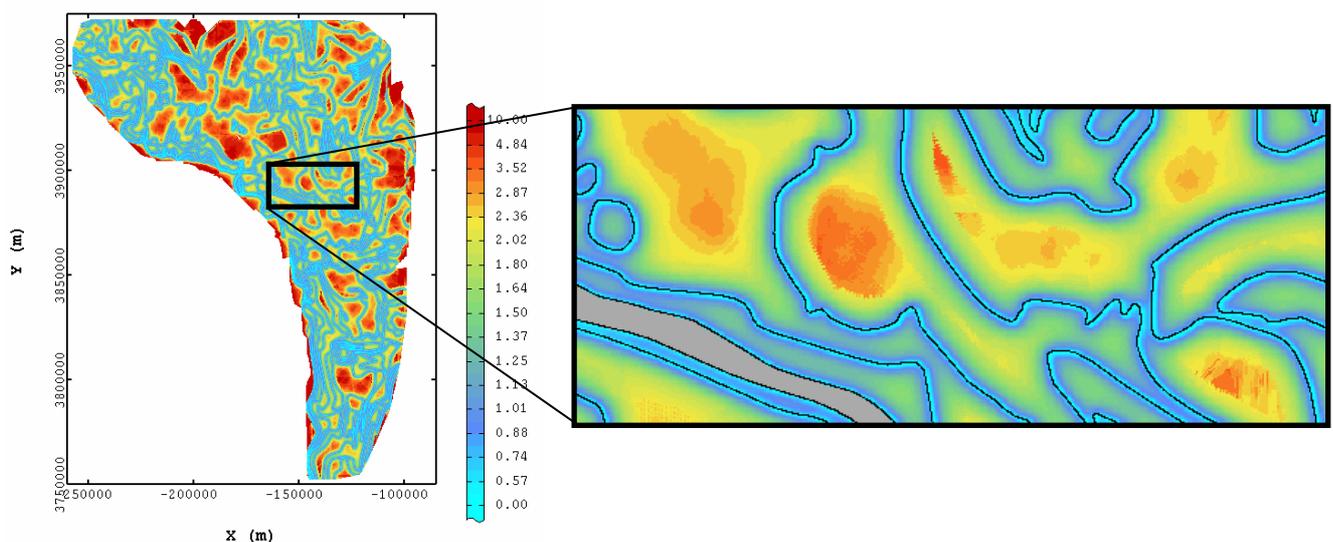


Figure 4-15 : Ecart type de krigeage pour les isopaques du plateau Aquitain.

4.1.5.2.2 Résultats

Les modèles d'épaisseurs obtenus par méthodes géostatistiques, krigeage des isopaques, permettent le calcul pour une série de coupures (0,01 et 5 m) des surfaces à épaisseur supérieure à chaque coupure et volumes associés par site. Sont présentés ici les volumes totaux et les volumes correspondant aux zones dont l'épaisseur est supérieure à 5 m (épaisseur jugée comme minimum pour qu'une exploitation de type intensif puisse être envisagée). Les résultats par site sont disponibles par la suite.

| Nature des accumulations | Volumes totaux obtenus à la coupure 0,01 m (en millions de m³) | Volumes obtenus à la coupure 5 m (en millions de m³) |
|--|--|--|
| Paléovallées | 110 634 | 109 809 |
| Bancs sableux | 10 606 | 9 151 |
| Couverture sédimentaire indifférenciée | 24 626 | 15 108 |
| Total | 145 866 | 134 068 |

Tableau 4-2 - Résultats par type d'accumulations obtenus par méthode géostatistique pour la façade Bretagne

| Sites | Volumes totaux obtenus à la coupure 0,01 m (en millions de m ³) | Volumes obtenus à la coupure 5 m (en millions de m ³) |
|---|---|---|
| Paléovallées | | |
| Rade de Brest | 17,6 | 17,5 |
| Lorient | 591,3 | 541,5 |
| Baie de Douarnenez | 681,8 | 373,3 |
| Chausey | 156,6 | 68,0 |
| Baie de Lannion | 210,2 | 82,2 |
| Fosse Centrale | 108 977,1 | 108 726,3 |
| Total | 110 634 | 109 809 |
| Bancs sableux | | |
| Haut-Fond D'Ouessant | 150,4 | 146,9 |
| Banc du Four | 477,2 | 476,3 |
| Mer d'Iroise | 1 979,1 | 880,6 |
| Dune du Rater | 138,5 | 116,6 |
| Dune des Trepieds | 3,9 | 3,0 |
| Baie de Morlaix | 178,6 | 173,0 |
| Trezen Ar skoden | 83,1 | 82,9 |
| Chausey | 515,3 | 511,2 |
| Ile Vierge | 38,7 | 38,6 |
| Bassin des Ecrehous | 836,2 | 836,0 |
| Karreg Jean | 429,0 | 429,0 |
| Rade de Brest | 23,1 | 29,8 |
| Baie de Saint-Brieuc | 3 184,2 | 3 153,2 |
| Banc de Taillefer | 528,4 | 528,0 |
| Baie de Douarnenez | 95,4 | 95,4 |
| Banc d'Armen | 258,7 | 258,7 |
| Kafarnao | 185,1 | 184,4 |
| Baie de Lannion | 247,5 | 240,0 |
| Fosse Centrale | 677,5 | 677,1 |
| Guernesey | 217,0 | 52,4 |
| Ombilic | 359,4 | 238,7 |
| Total | 10 606 | 9 151 |
| Couverture sédimentaire indifférenciée | | |
| Bretagne Sud | 21 772,1 | 12 771,6 |
| Paléo-Etel | 2 853,7 | 2 336,3 |
| Total | 24 626 | 15 108 |

Tableau 4-3 - Résultats par sites obtenus par méthode géostatistique pour la façade Bretagne

4.2. Evaluation des ressources à l'échelle de la façade « Sud-Gascogne »

4.2.1. Epaisseurs sédimentaires

Les cartes des isopaques des sédiments meubles constituent la synthèse de ce travail de recueil de données (voir carte hors textes « Isopaques des sédiments meubles - Façade Sud-Gascogne » et figure 4-16).

Les données ayant servi à la réalisation de ces cartes d'isopaques proviennent de la numérisation de carte d'isopaques déjà existantes dans les rapports CNEXO ou dans la bibliographie (Atlas thématique de l'environnement marin du Pays Basque et du sud des Landes, thèse de Valérie Bellec).

4.2.2. Indices morphologiques

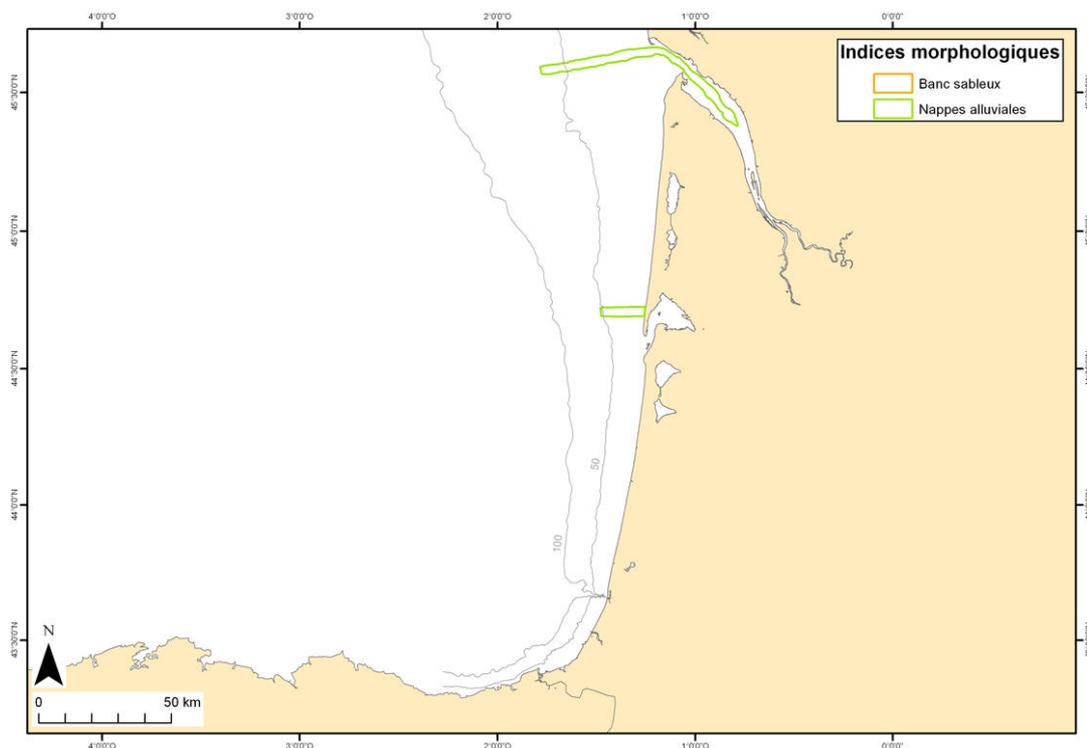


Figure 4-17 - Indices morphologiques observés pour le Sud-Gascogne

Pour la façade Sud-Gascogne, deux indices morphologiques ont été identifiés : il s'agit des paléovallées de la Gironde et de la Leyre observées par Lericolais et Féliès dans des articles de 1998, 2001 et 2005.

4.2.3. Indices sédimentologiques

Ponctuellement, des mesures de longueur de carottes ont été rajoutées aux cartes d'isopaques. Ces mesures correspondent à des carottes localisées dans des zones où aucune reconnaissance sismique n'a eu lieu. Elles indiquent une épaisseur minimale de la couverture sédimentaire.

4.2.4. Nature des sédiments

Comme pour la Façade Bretagne, des profils sismiques ont été choisis pour montrer la répartition des sédiments, sur la façade Sud-Gascogne.

Un des profils retenus illustre la répartition des sédiments sur le plateau Aquitain (figure 4-18). Le second profil montre la paléovallée de l'Adour (figure 4-19).

Campagne Itsas 1 - 1998 (Sismique)
Campagne Fasec 84-2 - 1984 (Carottages)

Plateau Aquitain

Le plateau aquitain présente une pente assez douce et régulière vers le large. Une couverture de sédiments meuble d'épaisseur assez régulière est observée sur l'ensemble du profil représenté ci-dessous. Elle varie entre 10 et 20 m d'épaisseur. Quelques réflecteurs sont observables.

Les carottages réalisés sont de petite longueur et n'ont pas permis de dépasser l'épaisseur du signal. Les sédiments sont majoritairement des sables siliceux moyen à fin entrecoupés de fins niveaux argileux ou de graviers coquilliers (carottes VK10, VK 11, VK 13, VK 14 et VK15). Plus au large, les sédiments sont plus coquilliers (carottes VK16, VK 17 et VK 18).

Faciès sédimentaires

-  Argile
-  Niveau de gravier coquillier
-  Niveau coquillier
-  Sable siliceux moyen à fin
-  Sable coquillier moyen

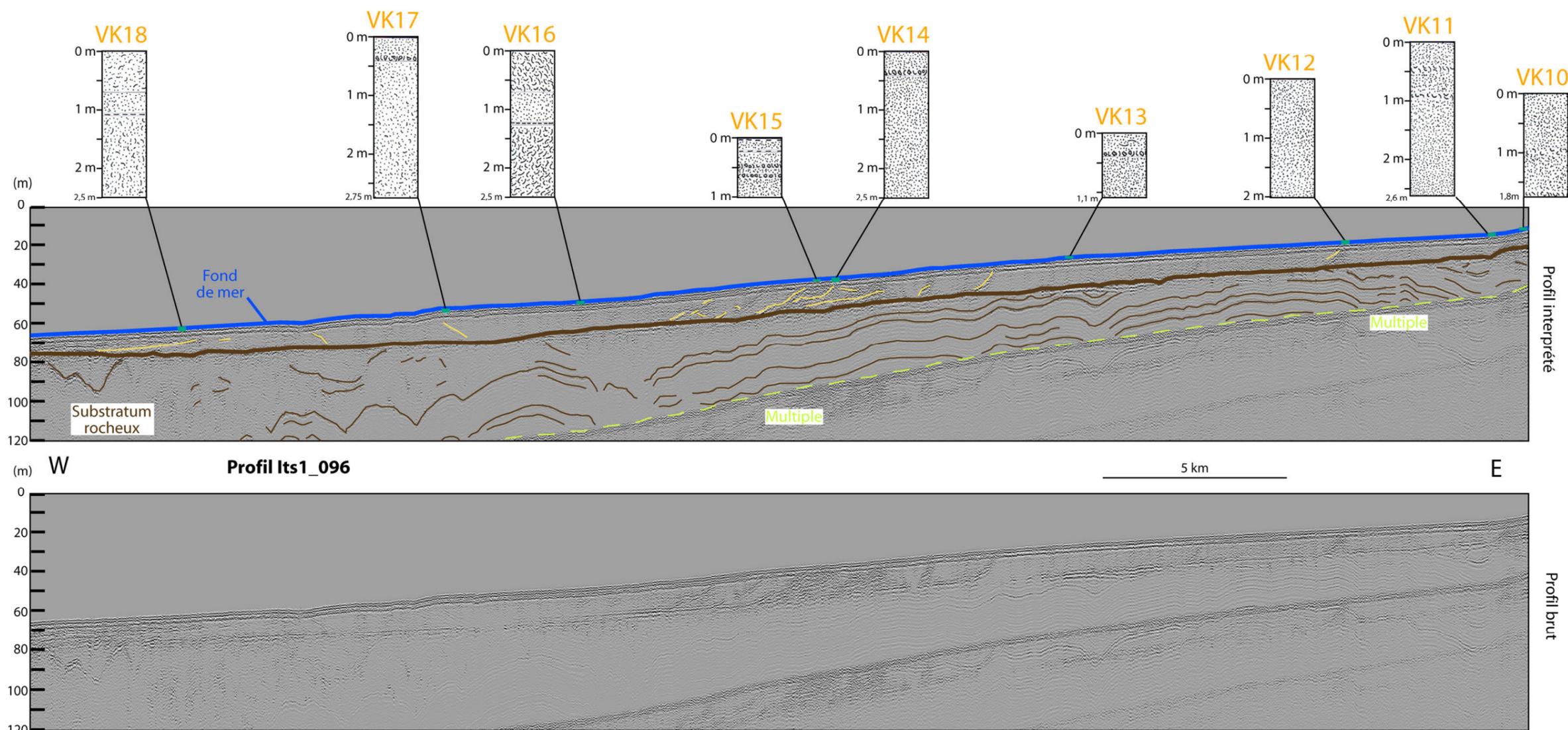
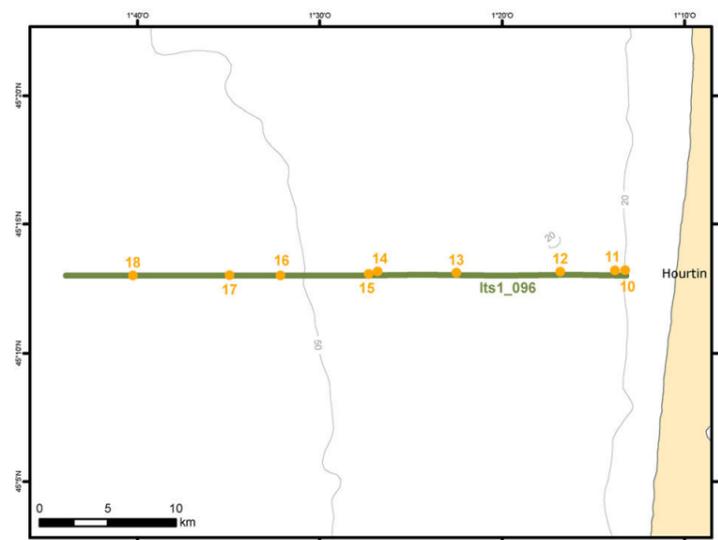
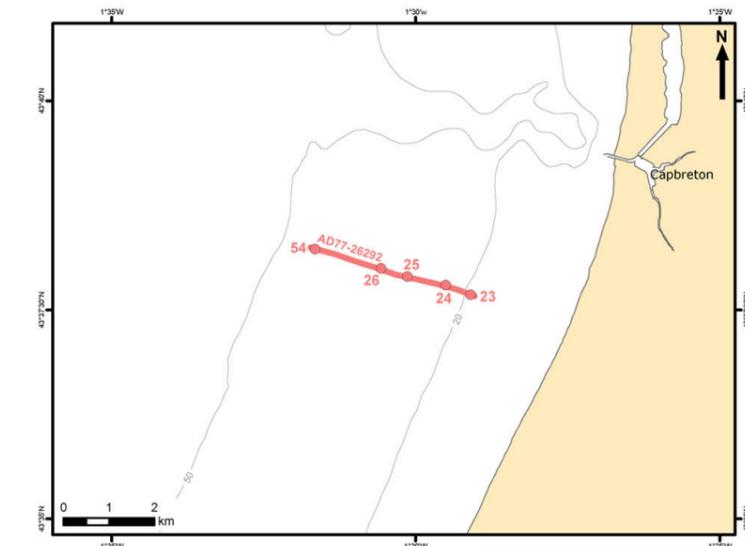


Figure 4-18 – Plateau Aquitain (Profil sismique et carottage)

Campagne Adour-1977 (Sismique et carottages)

Adour

Au large de l'Adour, l'épaisseur de la couverture sédimentaire est globalement régulière (proche de la dizaine de mètres). Sur le profil présenté, un surcreusement au toit du substratum rocheux constitue l'accumulation la plus épaisse de la zone (environ une vingtaine de mètres). Les carottages réalisés sur la zone montre une certaine homogénéité sédimentaire: les sédiments sont majoritairement des sables siliceux fins à moyens qui présentent localement des niveaux à coquilles et graviers. Seule la carotte située la plus au large (VK54) présente des sables fins vaseux.



Faciès sédimentaires

- Sable siliceux fin vaseux
- Sable siliceux fin à moyen
- Sable siliceux fin à moyen à coquilles
- Sable siliceux fin à moyen à coquilles et graviers
- Graviers

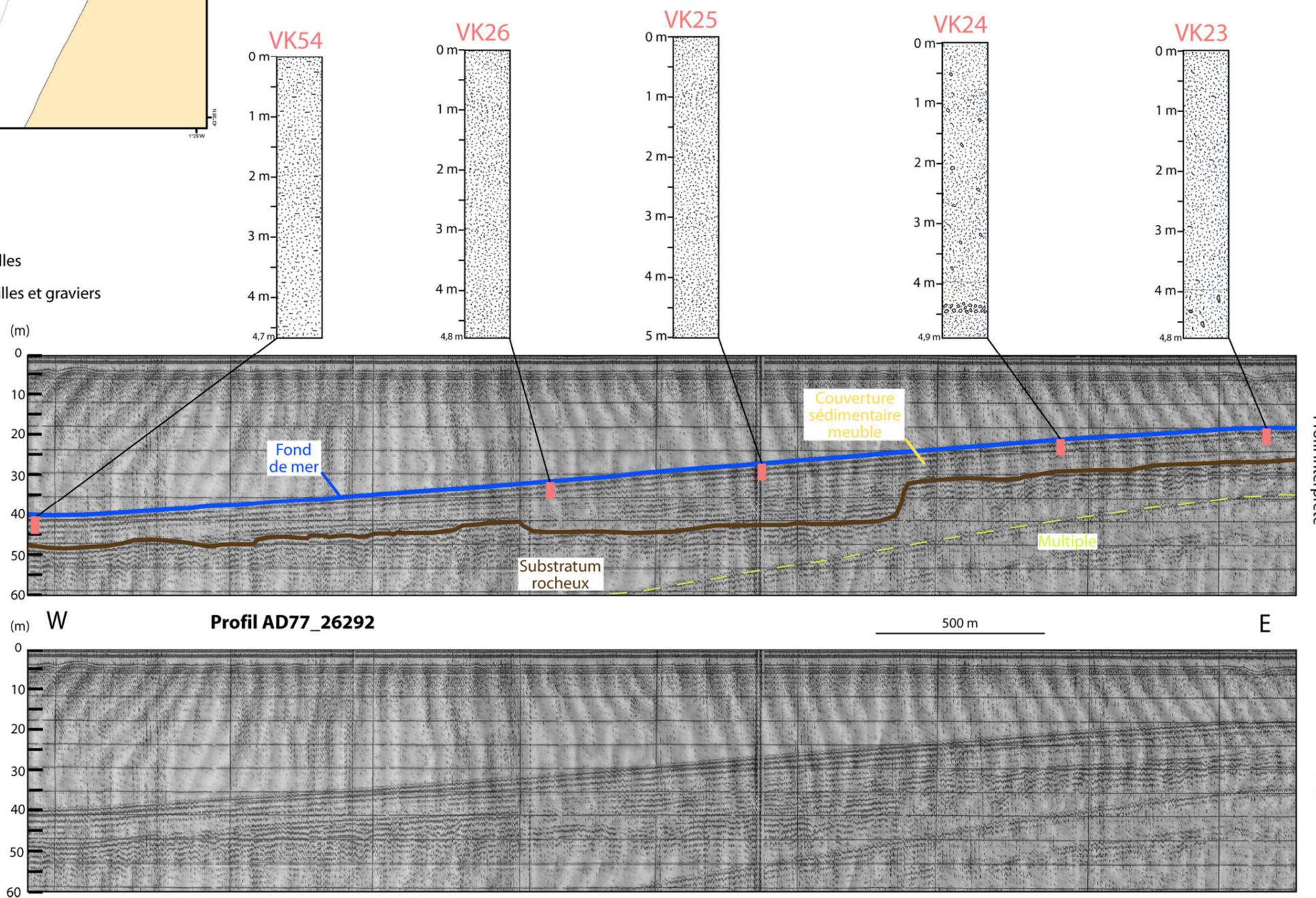


Figure 4-19 – Large de l'Adour (Profil sismique et carottage)

4.2.5. Quantification des ressources

4.2.5.1. Calcul des volumes par méthode graphique

Les méthodes de calculs utilisées sont les mêmes que pour la façade Bretagne (cf. § 4.1.5.1. Estimation des volumes par méthode graphique)

Pour l'ensemble de la façade Sud-Gascogne, on obtient les résultats suivants :

| Nature des accumulations | Volume obtenu par la méthode de calcul n°1 (en millions de m ³) | Volume obtenu par la méthode de calcul n°2 (en millions de m ³) |
|--|---|---|
| Paléovallées | 1 820 | 1 079 |
| Bancs sableux | 378 | 251 |
| Couverture sédimentaire indifférenciée | 245 340 | 140 174 |
| Total | 247 538 | 141 504 |

Tableau 4-4 - Résultats obtenus par méthode graphique pour la façade Sud-Gascogne

4.2.5.2. Calcul des volumes par méthode géostatistique

La méthode utilisée pour calculer ces volumes est la même que pour la façade Bretagne (cf. §4.1.5.2. Estimation des volumes par méthode géostatistique)

| Nature des accumulations | Volumes totaux obtenus à la coupure 0,01 m (en millions de m ³) | Volumes obtenus à la coupure 5 m (en millions de m ³) |
|--|---|---|
| Paléovallées | 2 047 | 1 926 |
| Bancs sableux | 1 615 | 253 |
| Couverture sédimentaire indifférenciée | 224 376 | 192 645 |
| Total | 228 038 | 194 824 |

Tableau 4-5 - Résultats obtenus par méthode géostatistique pour la façade Sud-Gascogne

| Nature des accumulations | Volumes totaux obtenus à la coupure 0,01 m (en millions de m³) | Volumes obtenus à la coupure 5 m (en millions de m³) |
|--|--|--|
| <i>Paléovallées</i> | | |
| Adour | 2 047 | 1 926 |
| <i>Bancs sableux</i> | | |
| Bayonne | 1 615 | 253 |
| <i>Couverture sédimentaire indifférenciée</i> | | |
| Plateau Aquitain | 224 376 | 192 645 |

Tableau 4-6 - Résultats par sites obtenus par méthode géostatistique pour la façade Sud-Gascogne

5. Cartographie des zones d'intérêt

Afin de faciliter la détermination des zones où l'épaisseur et la nature des sédiments présente un potentiel extractif, des cartes des zones d'intérêt, où il est également indiqué l'adéquation des outils utilisés par rapport à la reconnaissance des ressources ont été réalisées pour les deux façades.

Ces cartes sont présentées en annexes du rapport à l'échelle 1/250 000.

5.1. Zones d'intérêt

5.1.1. Détermination du critère épaisseur

Le premier critère permettant de définir l'intérêt d'une zone vis-à-vis de l'extraction est l'épaisseur de la couverture sédimentaire. Trois sources de données ont été prises en compte dans l'établissement de ce critère :

- les profils de sismique-réflexion qui apportent une information fiable sur l'épaisseur de la couverture sédimentaire ;
- les indices morphologiques pour lesquels on distingue les bancs reconnus par sondeur bathymétrique et les paléovallées reconnues en sismique mais pour lesquelles nous ne disposons pas des profils originaux, seulement d'informations bibliographiques ;
- les indices sédimentologiques, c'est-à-dire des zones où seules des carottes ont été réalisées.

Le critère épaisseur a été hiérarchisé selon cinq niveaux:

| Critère épaisseur | Légende |
|-------------------|---|
| 0 | Roche (pour information) |
| 1 | Carottage seul |
| 2 | Indices morphologiques |
| 3 | Epaisseur sédimentaire inférieure à 5 m |
| 4 | Epaisseur sédimentaire supérieure à 5 m |

Tableau 5-1 – Explication des niveaux du critère épaisseur

La coupure à 5 m pour l'épaisseur sédimentaire a été retenue car la plupart des cartes d'isopaques dont nous disposons ne présentaient pas les valeurs inférieures. Par ailleurs, nous avons considéré qu'une épaisseur sédimentaire inférieure à 5 m, n'excluait pas la possibilité d'une extraction de type extensif.

5.1.2. Détermination du critère qualité des matériaux

Le second critère ayant été pris en compte pour le calcul du potentiel extractif est la nature des matériaux.

En se basant sur l'ensemble des descriptions des carottes (voir annexes), on attribue à chaque prélèvement un critère qualité : 0 quand les matériaux sont jugés inutilisables, 1 quand ils sont jugés acceptables.

Les carottes ont été jugées inutilisables dans les cas suivants :

- maërl vivant au sommet ;
- sables fins ou fractions inférieures majoritaires dans la carotte ;
- présence d'indices de roches (galets, petits fragments) ou de roches franches du substratum à la base de carottes présentant une faible épaisseur sédimentaire ;
- nombreux niveaux argilo-silteux intercalés dans des niveaux grossiers.

Dans les autres cas, les matériaux ont été jugés acceptables.

En l'absence de carotte, nous n'avons pas présumé de la qualité des matériaux et avons estimé qu'ils pouvaient statistiquement être inutilisables ou acceptables (critère 0,5).

Un interpolateur statistique (Inverse Distance Weighting) avec un voisinage de 1 km adapté à la répartition des carottes sur sites a été utilisé pour cartographier cette information. Le voisinage de 1 km permet une représentation graphique adaptée à l'échelle utilisée sur les cartes (1/250 000).

| Critère qualité des matériaux | Légende |
|-------------------------------|---------------------------|
| 0 | Matériaux non utilisables |
| 0,5 | Pas d'information |
| 1 | Matériaux acceptables |

Tableau 5-2 – Explication des niveaux du critère qualité des matériaux

L'appréciation de la qualité des matériaux constitue une indication qui pourra être réinterprétée par les professionnels sur la base de critères techniques et économiques.

5.1.3. Le potentiel extractif

Le potentiel extractif a été calculé par croisement des deux critères précédents : épaisseur et qualité des matériaux. C'est le produit des valeurs des deux critères sans pondération.

| Critère épaisseur | | Critère qualité des matériaux | | Matériaux inutilisables | Matériaux indéterminés | Matériaux acceptables |
|---|---|----------------------------------|-----|----------------------------|---------------------------|--------------------------|
| | | | | 0 | 0,5 | 1 |
| Roche | 0 | | | | | |
| Carottage seul | 1 | 0 | | | | 1 |
| Indices morphologiques | 2 | 0 | 1 | | | 2 |
| Couverture sédimentaire inférieure à 5 m | 3 | 0 | 1,5 | | | 3 |
| Couverture sédimentaire supérieure à 5 m | 4 | 0 | 2 | | | 4 |

Tableau 5-3 – Les différents niveaux du potentiel extractif

Les indices les plus forts (3 et 4) correspondent à des zones à fort potentiel, pour lesquelles les ressources en matériaux marins semblent les plus favorables à l'exploitation (figures 5-1 à 5-3).

5.2. Adéquation des outils à la reconnaissance des ressources

Associé aux critères précédents, une indication sur l'adéquation des outils à la reconnaissance des ressources a été représentée sur les cartes des zones d'intérêt. Elle donne une information sur la fiabilité du résultat.

Cet indice est découpé selon quatre niveaux :

| Adéquation des outils | Légende |
|--------------------------|---|
| 1 | Morphologie des paléovallées ou carottage seul |
| 2 | Morphologie des bancs sableux |
| 3 | Ressource reconnue par sismique |
| 4 | Ressource reconnue par sismique et carottage |

Tableau 5-4 – Explication des niveaux du critère adéquation des outils

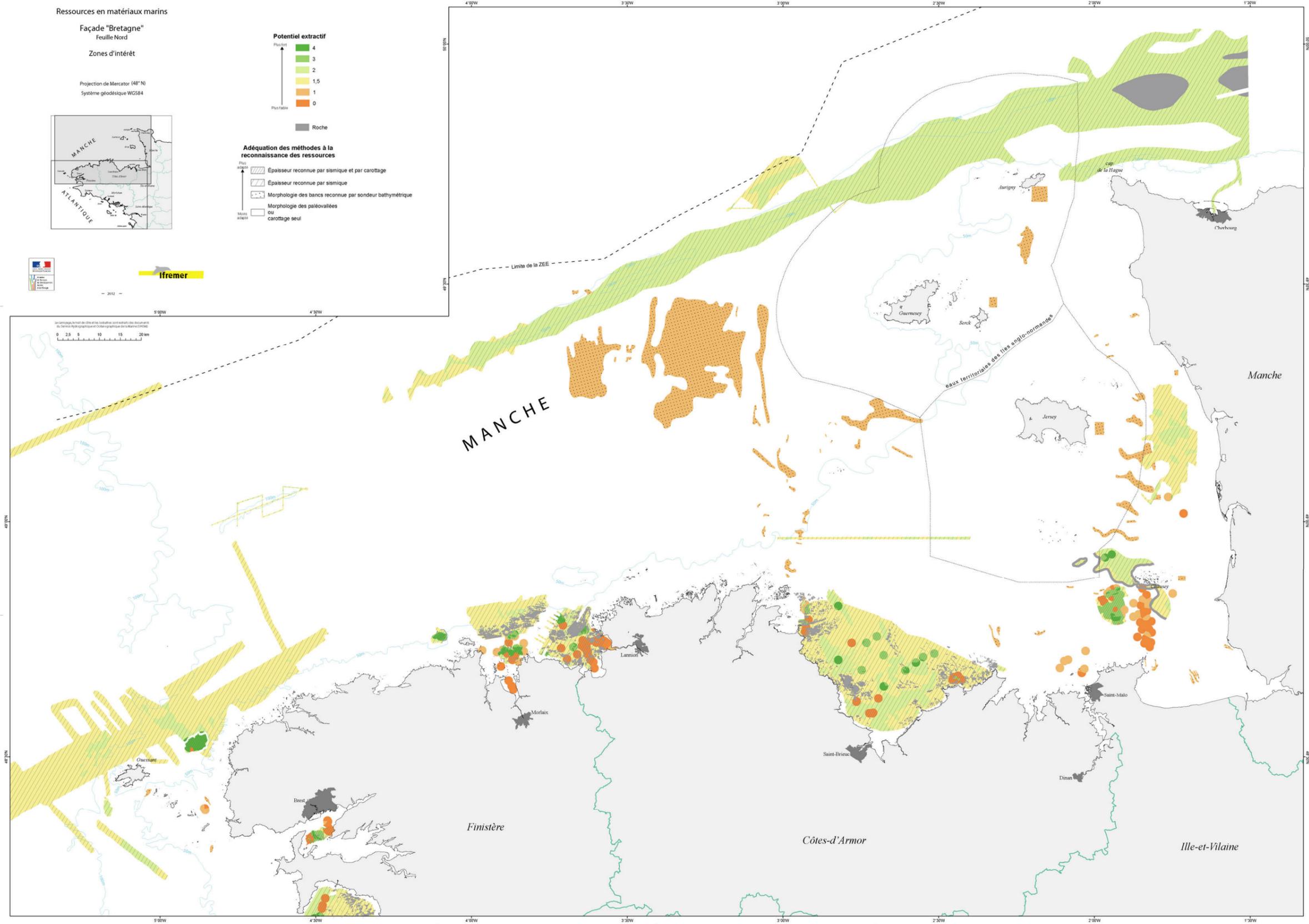


Figure 5-1 - Zones d'intérêt (Bretagne Nord)

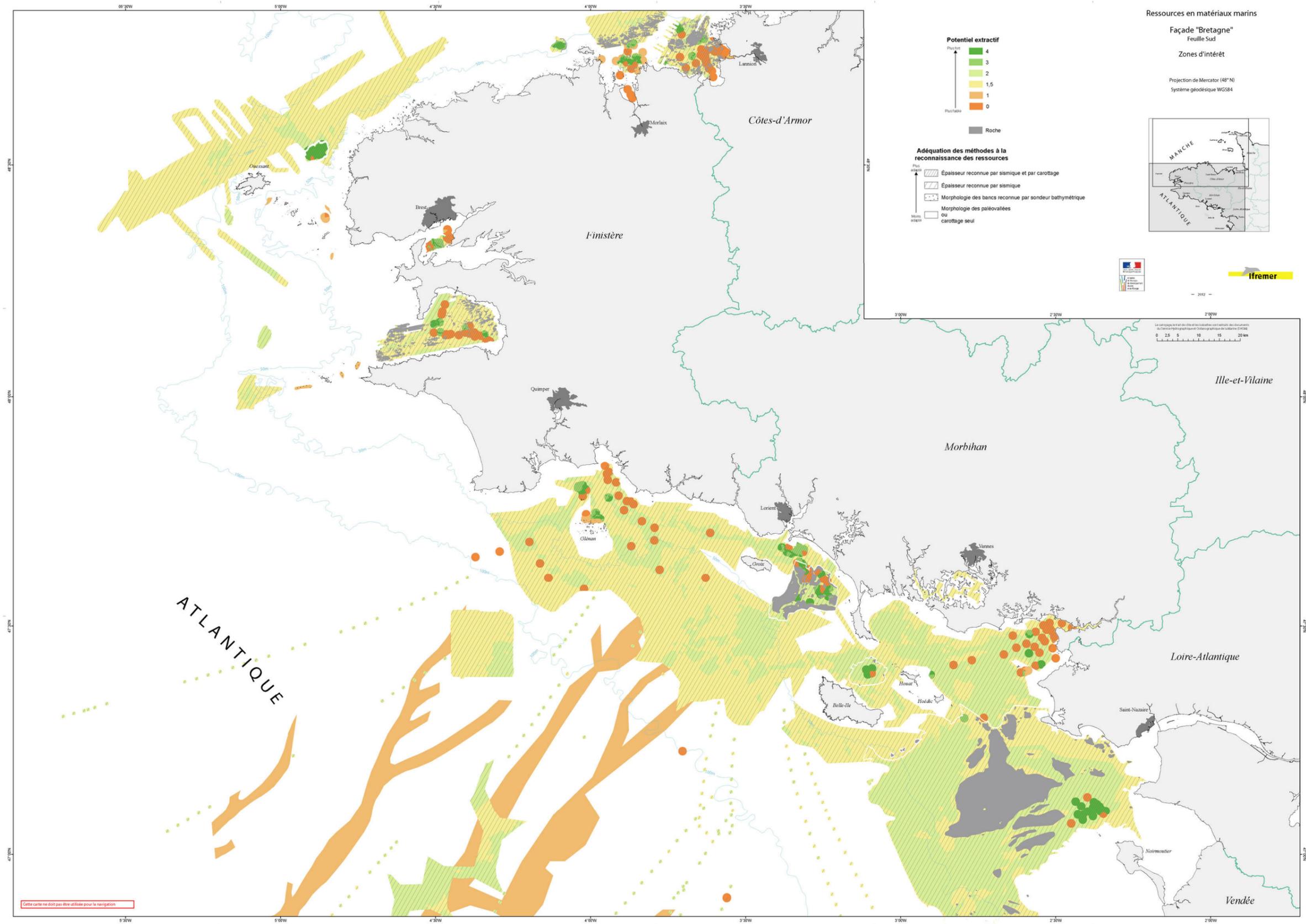


Figure 5-2 - Zones d'intérêt (Bretagne Sud)



Figure 5-3 - Zones d'intérêt (Sud-Gascogne)

6. Élaboration de la base de données sous Système d'Information Géographique

6.1. Architecture du SIG

| Couches | Description |
|-----------------------------|--|
| Délimitation | Limites administratives marines |
| Bathymétrie | Isobathes issues des cartes marines du Service Hydrographique et Océanographique de la Marine (SHOM) des séries 1/50 000 et 1/150 000. |
| Exploitation marine | Rectangles d'emprise des exploitations de granulats marins demandées et autorisées, et des permis de recherche sollicités. |
| Campagnes | Rectangles représentant l'emprise de la zone reconnue au cours des campagnes d'acquisition des données, effectuées dans le cadre de l'inventaire national des granulats marins |
| Navigation profils | Profils d'acquisition de données, représentant la localisation des données en route. |
| Navigation points | Tops horaires des profils permettant de situer des structures remarquables visibles sur les profils |
| Prélèvements | Position des carottages effectués dans le cadre de l'inventaire national des granulats marins |
| Isopaques (ligne) | Cartes des épaisseurs des sédiments meubles, en lignes, issues de cartes publiées et de l'interprétation de nouvelles données. |
| Isopaques (polygone) | Cartes des épaisseurs des sédiments meubles, en polygones, issues de cartes publiées et de l'interprétation de nouvelles données et ayant servi au calcul des volumes |
| Morphologie | Observations morphologiques réalisées sur des données de bathymétrie, indiquant la présence de banc sableux ou nappe alluviale. L'épaisseur ne peut pas être estimée. |
| Potentiel extractif | Cartes des zones d'intérêts vis-à-vis de l'extraction |

La structure adoptée correspond à celle déjà utilisée au cours de l'étude précédente. Une structure identique est adoptée pour chaque façade. Les données sont enregistrées en coordonnées géographiques dans le système géodésique WGS84. L'échelle de représentation des couches va du 1/50 000 au 1/250 000 en fonction du type de données.

| Couche | Type d'objet | Attributs | Type | Commentaires |
|---------------------|--------------|-----------|-----------|--------------------------|
| Délimitation | Lignes | LIMITE | Texte | Intitulé de la limite |
| | | ORIGINE | Texte | Origine de l'information |
| | | REFERENCE | Texte | Type de convention |
| Bathymétrie | Lignes | ISOBATHE | Numérique | Valeur de l'isobathe |
| | | ORIGINE | Texte | Origine de l'information |

| Couche | Type d'objet | Attributs | Type | Commentaires |
|-------------------|--------------|---|-----------|---|
| Exploitation | Polygones | CODE | Texte | Code du site exploité |
| | | NOM | Texte | Nom du site exploité |
| | | DEPARTEMENT | Texte | Département |
| | | SURFACE | Numérique | Surface de l'exploitation (en km ²) |
| | | QUANTITED | Numérique | Quantité annuelle demandée (en m ³) |
| | | QUANTITEA | Numérique | Quantité annuelle autorisée (en m ³) |
| | | DUREED | Numérique | Durée demandée (en années) |
| | | DURREA | Numérique | Durée autorisée (en années) |
| | | REF_REGLEM | Texte | Référence réglementaire |
| DOC_REF | Texte | Document de référence | | |
| MATERIAU | Texte | Matériau exploité | | |
| Campagne | Polygones | CAMPAGNE | Texte | Nom de la campagne |
| | | DDEBUT | Date | Date de début de la campagne |
| | | DFIN | Date | Date de fin de la campagne |
| | | NOMCHEF | Texte | Nom du chef de mission |
| | | NAVIRE | Texte | Nom du navire |
| | | TRAVAUX | Texte | Travaux réalisés |
| | | LOCAL | Texte | Localisation du stockage des données |
| | | REFERENCE | Texte | Référence du rapport et des cartes publiés |
| | | DRAPPORT | Texte | Date du rapport |
| MOUVRAJE | Texte | Maître d'ouvrage | | |
| OPERATEUR | Texte | Opérateur | | |
| Navigation_profil | Lignes | CAMPAGNE | Texte | Nom de la campagne |
| | | PROFIL | Texte | Numéro du profil |
| | | DATEDEBUT | Date | Date de début du profil |
| | | HEUREDEBUT | Texte | Heure de début du profil |
| | | DATEFIN | Date | Date de fin du profil |
| | | HEUREFIN | Texte | Heure de fin du profil |
| | | XDEBUT | Numérique | Longitude de début du profil (en degrés décimaux) |
| | | YDEBUT | Numérique | Latitude de début du profil (en degrés décimaux) |
| | | XFIN | Numérique | Longitude de fin de profil (en degrés décimaux) |
| | | YFIN | Numérique | Latitude de fin de profil (en degrés décimaux) |
| | | SYSTNAV | Texte | Système de navigation |
| | | SPARKER | Texte | Acquisition avec le sparker sur le profil |
| | | AUTRES | Texte | Acquisition avec d'autres outils sismiques |
| | | SONAR | Texte | Acquisition avec le sonar latéral sur le profil |
| | | LONGUEUR | Numérique | Longueur du profil (en km) |
| ARCHIVAGE | Texte | Existence de l'archivage papier du profil | | |
| PREMIERECO | Texte | Existence d'une copie du profil | | |
| ANNEE | Numérique | Année de la campagne | | |

| Couche | Type d'objet | Attributs | Type | Commentaires |
|----------------------------|----------------|--|------------------------|--|
| Navigation_point | Points | CAMPAGNE | Texte | Nom de la campagne |
| | | PROFIL | Texte | Numéro du profil |
| | | DATE | Date | Date du top horaire |
| | | HEURE | Texte | Heure du top horaire |
| | | XCOORD | Numérique | Longitude du point (en degrés décimaux) |
| | | YCOORD | Numérique | Latitude du point (en degré décimaux) |
| | | NUMTIR ANNEE | Numérique Numérique | Numéro du top horaire Année de la campagne |
| Carottage | Points | CAMPAGNE | Texte | Nom de la campagne |
| | | NUMPREL | Texte | Nom du prélèvement |
| | | DATE | Date | Date d'acquisition du carottage |
| | | ANNEE | Numérique | Année d'acquisition du carottage |
| | | LATITUDE | Numérique | Latitude du carottage (en degrés décimaux) |
| | | LONGITUDE | Numérique | Longitude du carottage (en degré décimaux) |
| | | SYSTNAV | Texte | Système de navigation |
| | | OUTIL | Texte | Outil utilisé pour le carottage |
| | | PROFONDEUR | Numérique | Profondeur d'eau (en m) |
| | | LONGUEUR | Numérique | Longueur de la carotte (en m) |
| | | DESCRIPTIO | Texte | Existence de la description de la carotte |
| | | ARCHIVAGE | Texte | Carotte archivée |
| | | GRANULO | Texte | Existence d'analyse granulométrique |
| | | PHOTO | Texte | Existence de photographie |
| | | ECHANTILLO | Texte | Position des échantillons prélevés sur la carotte (en m) |
| MOUVRAGE OPERATEUR | Texte Texte | Maître d'ouvrage Opérateur | | |
| FICHE_CAR | Texte | Hyperlien vers la fiche pdf de description de la carotte | | |
| Isopaques_lignes | Lignes | ISOPAQUE | Numérique | Valeur de l'isopaque (en m) |
| | | LEGENDE | Texte | Description de l'isopaque |
| | | SOURCE | Texte | Source de la donnée |
| Isopaques_polygones | Polygones | EPAISSEUR | Texte | Intervalle de l'épaisseur représenté (en m) |
| | | LEGENDE | Texte | Description permettant de créer la légende |
| | | SURFACE | Numérique | Surface représentée (en km ²) |
| | | VOLUME | Numérique | Volume calculé (en m ³) |
| | | LITHOLOGIE SOURCE | Texte Texte | Lithologie de Source de la donnée |

| Couche | Type d'objet | Attributs | Type | Commentaires |
|----------------------------|--------------|------------|-----------|--|
| Morphologie | Polygones | TOPONYME | Texte | Toponyme (quand il existe) |
| | | MORPHOLOGI | Texte | Type de morphologie observée |
| | | SOURCE | Texte | Source de la donnée |
| Potentiel extractif | Polygones | CRIT_EPAIS | Numérique | Critère épaisseur de la couverture sédimentaire |
| | | LEG_EPAIS | Texte | Légende du critère épaisseur |
| | | CRIT_ADEQU | Numérique | Critère adéquation des méthodes à la reconnaissance des ressources |
| | | LEG_ADEQU | Texte | Légende du critère adéquation |
| | | CRIT_QUALI | Numérique | Critère qualité des matériaux |
| | | LEG_QUALI | Texte | Légende du critère qualité des matériaux |
| | | POT_EXTRAC | Numérique | Potentiel extractif de la zone |

6.2. Métadonnées

Les métadonnées sont des informations décrivant les données, facilitant leur interopérabilité, assurant leur qualité et permettant de gérer les droits de propriété et de diffusion.

Celles-ci ont été renseignées suivant la norme ISO 19115, au format XML associé à chaque fichier, d'une part pour le SIG lui-même d'autre part pour chaque couche de données.

6.2.1. Métadonnées générales du SIG pour la façade « Bretagne »

Citation

Titre : Granulats marins, façade « Bretagne »

Date de création : juin 2012

Fournisseur : IFREMER

Description

Mots-clés :

- *thématiques* : granulats marins, ressources minérales
- *lieu* : Bretagne, Océan Atlantique, Manche
- *discipline* : géologie, sédimentologie, géophysique

Informations sur les restrictions d'usages des données :

Contraintes d'utilisation : copyright Ifremer pour la partie marine, copyright BRGM pour la partie terrestre

Contraintes légales : convention MEDDE/IFREMER pour la partie marine, convention MEDDE/BRGM pour la partie terrestre.

Informations spatiales :

Échelle : du 1/50 000 au 1/250 000

Ellipsoïde : WGS84

6.2.2. Métadonnées générales du SIG pour la façade « Sud-Gascogne »

Citation

Titre : Granulats marins, façade « Sud-Gascogne »

Date de création : juin 2012

Fournisseur : IFREMER

Description

Mots-clés :

- *thématiques* : granulats marins, ressources minérales
- *lieu* : Sud-Gascogne, Atlantique, France
- *discipline* : géologie, sédimentologie, géophysique

Informations sur les restrictions d'usages des données :

Contraintes d'utilisation : copyright Ifremer pour la partie marine, copyright BRGM pour la partie terrestre

Contraintes légales : convention MEDDE/IFREMER pour la partie marine, convention MEDDE/BRGM pour la partie terrestre.

Informations spatiales :

Échelle : du 1/50 000 au 1/250 000

Ellipsoïde : WGS84

6.2.3. Métadonnées à remplir pour chaque couche

Citation :

Titre / Nom du fichier / Date de création / Fournisseur / Auteur des métadonnées / Contact pour le jeu de données

Description :

Thème / Mots-clés thématiques / Mots-clés de lieu / Mots-clés de discipline / Résumé

État :

Fréquence de mise à jour / Date de la dernière mise à jour

Information sur les restrictions d'usage des données :

Contraintes d'utilisation / Contraintes légales

Informations spatiales :

Échelle / Coordonnée Ouest / Coordonnée Est / Coordonnée Nord / Coordonnée Sud / Système géodésique

Informations de distribution :

Format des données / Date de publication / Distributeur / Option de livraison hors connexion / Option de livraison en ligne

Le SIG garantit l'interopérabilité entre les données « marines » fournies par l'IFREMER et les données « terrestres » fournies par le BRGM. Par exemple, les accumulations sédimentaires peuvent être représentées sur un document unique

Les deux façades ont été traitées suivant le modèle et en utilisant le modèle déjà créé pour la première étude.

Conclusion

Cette étude vient compléter les résultats de la première étude menée entre 2005 et 2009 par Ifremer et permet maintenant d'avoir des connaissances sur les ressources en granulats marins pour l'ensemble de la façade Manche-Atlantique.

En Bretagne, le volume en matériaux marins est estimé à plus de 145 000 millions de m³. Les principales accumulations se situent au niveau de la partie occidentale de la Fosse Centrale de la Manche, par des profondeurs relativement élevées (de l'ordre de la centaine de mètres) ainsi que dans des baies comme les baies de Lannion, Douarnenez ou Saint-Brieuc.

| BRETAGNE | Nature des accumulations | Volumes obtenus par méthode géostatistique (en millions de m ³) |
|----------|---------------------------|---|
| | Paléovallées | 110 634 |
| | Bancs sableux | 10 606 |
| | Couverture indifférenciée | 24 626 |
| | Total | 145 866 |

Pour le Sud-Gascogne, le volume total de ressources en matériaux marins est estimé à plus de 228 000 millions de m³. Ces forts volumes sont à tempérer puisque la plupart de ces ressources se trouvent à des profondeurs élevées (de l'ordre de 100 m) au large du plateau aquitain. Des bancs sableux et une paléovallée ont été mis en évidence au large de l'Adour.

| SUD-GASCOGNE | Nature des accumulations | Volumes obtenus par méthode géostatistique (en millions de m ³) |
|--------------|---------------------------|---|
| | Paléovallées | 2 047 |
| | Bancs sableux | 1 615 |
| | Couverture indifférenciée | 224 376 |
| | Total | 228 038 |

Cette étude a également permis de mettre en place une méthode d'analyse des zones d'intérêt vis-à-vis de l'extraction. Cette méthode, basée uniquement sur des critères géologiques (épaisseur de la couverture sédimentaire et nature des matériaux), a mené à une hiérarchisation des zones d'intérêt selon six indices.

Pour chaque type d'accumulations, une répartition des volumes en pourcentage est fournie pour chacun des six indices :

| BRETAGNE | Natures des accumulations | | Potentiel extractif | | | | | |
|----------|---------------------------|---|---------------------|---|------|------|-----|-----|
| | | | 0 | 1 | 1,5 | 2 | 3 | 4 |
| | Paléovallées | % | 0,4 | 0 | 0,5 | 98,8 | 0,1 | 0,2 |
| | Bancs sableux | % | 2,1 | 0 | 53,5 | 37,1 | 1,1 | 6,2 |
| | Couverture indifférenciée | % | 5,1 | 0 | 23,7 | 69,9 | 0,3 | 1,0 |

Pour la façade Bretagne, la majorité des ressources présente un potentiel extractif moyen (entre 1,5 et 2) en raison d'une absence d'informations sur la nature des sédiments.

| SUD-GASCOGNE | Natures des accumulations | | Potentiel extractif | | | | | |
|--------------|---------------------------|---|---------------------|---|-----|------|-----|------|
| | | | 0 | 1 | 1,5 | 2 | 3 | 4 |
| | Paléovallées | % | 49,2 | 0 | 6,0 | 24,3 | 0,2 | 20,4 |
| | Bancs sableux | % | 10,9 | 0 | 8,0 | 81,1 | 0 | 0 |
| | Couverture indifférenciée | % | 0 | 0 | 2,1 | 97,8 | 0 | 0,1 |

Pour la façade Sud-Gascogne, les ressources de type paléovallées ont bien été reconnues par sismique et carottages : 20% des ressources présentent le potentiel extractif le plus fort mais près de 50% ont été jugées comme ayant un faible potentiel extractif. Pour les autres accumulations, la majorité des ressources présente un potentiel extractif moyen (entre 1,5 et 2).

Références bibliographiques

Façade Bretagne

Documents de référence

ALLUVIAL MINING (1972) – Report on the AMDrill sampling survey undertaken on the continental shelf off the northern coast of France, part three: North Brittany. Contrat CNEXO 1972/549.

AUGRIS C., BERTHOU P. (1990) – Les gisements de maërl en Bretagne. Rapport Ifremer, 27 cartes et annexes.

BEICIP (1972) – Recherche de sables et graviers dans le golfe de Saint-Malo. Contrat CNEXO 1972/508.

BEICIP (1973) – Recherche d'agrégats marins au Sud de la Bretagne. Contrat CNEXO 1973/767, rapport 30687.

BEICIP (1975) – Recherche d'agrégats marins au Sud de la Bretagne. Contrat CNEXO 1974/11.055, rapport 30864.

BRGM (1972) – Prospection de sables calcaires organogènes au large de Roscoff et en Iroise. Contrat CNEXO-Ciments Français-Ciments Lafarge, rapport 72 SGN 417 MAR.

BRGM (1973) – Reconnaissance détaillée des accumulations de sables biodétritiques calcaires de l'Iroise. Contrat CNEXO 1973/827, rapport 74 SGN 279 MAR.

BRGM (1974) – Sables biodétritiques calcaires de l'Ouest de la Bretagne. Contrat CNEXO rapport 74 SGN 366 MAR.

BRGM (1975) – Recherche par sondages de granulats marins au Sud de la Bretagne. Contrat CNEXO 1975/1262/B, rapport 75 SGN 205 MAR.

BRGM (1979) – Recherche de granulats marins en baie de Lannion, étude bibliographique. Contrat CNEXO, rapport 79 SGN 556 MAR.

BRGM (1979) – Recherche de granulats marins en baie de Lannion étude par sismique réflexion continue. Contrat CNEXO, rapport 79 SGN 547 MAR.

BRGM (1979) – Recherche de granulats marins en baie de Lannion. Rapport technique de la mission de sondages. Contrat CNEXO, rapport 79 SGN 528 MAR.

BRGM (1980) – Recherche de granulats au Sud-Ouest des îles Chausey (golfe Normand-Breton) : étude par sismique réflexion continue. Rapport 80 SGN 918 MAR.

BRGM (1980) – Recherche de granulats au Sud-Ouest des îles Chausey (golfe Normand-Breton) : campagne de vibrosondages. Contrat CNEXO, rapport 80 SGN 675 MAR.

BRGM-CETE de l'Ouest, laboratoire régional de Saint-Brieuc (1982) – Étude géotechnique des granulats marins prélevés au Sud-Ouest des îles Chausey. Contrat CNEXO, rapport CETE 80/6337.

CNEXO (1976) – Recherche de granulats marins pour l’approvisionnement de la Bretagne. Les gisements du Sud de la Bretagne, mars 1976.

CNEXO (1982) – Recherche de granulats marins dans le golfe Normand-Breton, avril 1982.

CRESSARD A., AUGRIS C. (1981) – Recherche de granulats marins pour l’approvisionnement de la région de Lannion. Rapport de synthèse.

CRESSARD A., AUGRIS C. (1982) – Recherche de granulats marins dans le golfe Normand-Breton. Rapport de synthèse.

Laboratoire des Ponts et Chaussées de Saint-Brieuc (1975) – Recherche de granulats marins au Sud de la Bretagne. Dossier 44.4.1.235.

Travaux scientifiques

ALDUC D. (1979) - La Manche Orientale : étude géomorphologique du réseau de paléovallées. *Thèse 3^{ème} Cycle, Université de Caen, 146 p.*

BAIZE S. (1999) – Etude de la dynamique des dunes hydrauliques géantes du passage de la Déroute (Golfe Normand-Breton, France). Mémoire de DEA de l’Université de Lille I et Paris XI-Orsay

BERNE S. (1991) – Architecture et dynamique des dunes tidales : exemples de la marge atlantique française. Thèse de l’Université des Sciences et Techniques de Lille Flandres-Artois

BOURILLET J.-F., REYNAUD J.-Y., BALTZER A., ZARAGOSI S. (2003) - The “Fleuve Manche”: the sub-marine sedimentary features from the outer shelf to the deep-sea fans. *Journal of Quaternary Science, 18: 261-282.*

BOUYASSE P., VANNEY J.-R. (1966) – La baie de Vilaine, étude sédimentologique et morphologique. Extrait des Cahiers Océanographiques 18 (4), pp. 319-341.

BOUYASSE P., LE CALVEZ Y. (1967) – Étude des fonds marins compris entre Penmarc’h et Groix (Sud-Finistère). Extrait du Bulletin du BRGM – N°2 – 1967.

BOUYASSE P., FLEURY R. (1970) – Campagne d’essais de la vibrofonceuse BRGM en baie de Vilaine. Rapport BRGM 70 SGN 324 GEO.

CNEXO (1981) – Pollution par les hydrocarbures de l’Amoco Cadiz des sédiments des baies de Morlaix et Lannion – étude CNEXO/NOAA.

EHRHOLD A. (1999) – Dynamique de comblement d’un bassin sédimentaire soumis à un régime méga-tidal : exemple de la Baie du Mont-Saint-Michel. *Thèse de l’Université de Caen.*

FOLLIOT B. (2004) – La Grande Vasière : Étude sédimentologique de deux secteurs septentrionaux. Mémoire de DEA Dynamique et Environnements Sédimentaires Universités de Lille-Caen-Rouen.

GARLAN T. (2004) – Apports de la modélisation dans l’étude de la sédimentation marine récente. Mémoire d’Habilitation à Diriger des Recherches. Université des Sciences et Techniques de Lille.

GÉOMARGE 1967 - Groupe de travail pour la réalisation de la cartographie géologique de la marge continentale française (1967) – Principaux résultats de la campagne 1967 au Sud de Penmarc'h Belle-Île (Bretagne méridionale, France). Rapport BRGM 69 SGL 021 GEO.

GRAINDOR M-J., ROBLOT M-M. (1976) – Géologie sous marine de la baie du Mont-Saint-Michel et de ses abords, 268 pages, 1 carte. Bulletin de la direction des études et recherches N°1/2 1976 EDF.

LARSONNEUR C. (1971) - Manche centrale et baie de Seine. Géologie du substratum et des dépôts meubles. *Géologie, Université de Caen*, 394 p.

LERICOLAIS G. (1997) – Évolution plio-quadernaire du fleuve Manche : stratigraphie et géomorphologie d'une plateforme continentale en régime périglaciaire. Thèse n°1730 Université Bordeaux I.

MARTY M. (1994) – Apports de la sismique très haute résolution à l'étude du système de paléovallées en rade de Brest. Mémoire de DEA de l'Université de Bretagne Occidentale.

MENIER D. (2004) – Morphologie et remplissage des vallées fossiles Sud-armoricaines : apport de la stratigraphie sismique. Thèse de l'Université de Rennes I.

MOTILLON H. (2006) - Impact du comportement du carottier sur la qualité des carottes – cas du Calypso du Pourquoi Pas ? , Ifremer/GM/LES. Rapport de stage ENSG/Nancy.

PAILLARD M. (1993) – Impact géotechnique des engins de pêche traînants sur le fond – Approche préliminaire – Campagne IGEP 01. Rapport Ifremer.

QUENTEL E. (2004) – Description des carottes de la baie de Douarnenez – Missions Canadou 3 et Vibarmor. Rapport de stage Ifremer.

QUESNEY A. (1983) – Manche Occidental et Mer Celtique – Etude des paléovallées, des fosses et des formations superficielles. *Thèse de l'Université de Caen*.

ROHEL C. (2006) – Amélioration de la modélisation de la cinématique de carottage par carottier Kullenberg, Ifremer GM/LES. Rapport de stage Polytech Paris UPMC.

WALKER P. (2001) – Dynamique sédimentaire dans le Golfe Normand-Breton – Intérêt de l'imagerie par sonar à balayage latéral. *Thèse de l'Université de Caen*.

Cartes

AUFFRET J.-P., ALDUC D., LARSONNEUR C., SMITH A.-J. (1980) - Cartographie du réseau des paléovallées et de l'épaisseur des formations superficielles meubles de la Manche orientale. *Ann. Inst. Océanogr., Paris*, 56, 5, p. 21-35

AUGRIS C., HAMON D. (coordinateurs) et al. (1996) – Atlas thématique de l'environnement marin en baie de Saint-Brieuc (Côtes d'Armor), 72 pages, 20 cartes. Éd. Ifremer.

AUGRIS C. et al. (2005) – Atlas thématique de l'environnement de la baie de Douarnenez (Finistère). Partenariat Ifremer et ville de Douarnenez. Atlas & cartes, 10 cartes, échelle 1/25 000 + livret d'accompagnement, 135 p. Éd Ifremer.

AUGRIS C. & SIMPLET L. et al. (2011) – Atlas géologique de la baie de Lannion (Côte-d'Armor - Finistère). Partenariat Ifremer - Conseil général des Côtes-d'Armor et Lannion-Trégor agglomération. Atlas & cartes, 7 cartes, échelle 1/20 000 + livret d'accompagnement, 112 p. Éd Quæ.

JOLY F. et al. (1987) – Carte géomorphologique de la France au 1 :1 000 000 (quart nord-ouest). Montpellier, G.I.P. RECLUS, 40p. 1 carte h.t., 4 fig.

VASLET D., LARSONNEUR C., AUFFRET J.-P. (1978) - Carte des sédiments superficiels de la Manche au 1/500 000 et notice explicative. *BRGM, Orléans, 17 p.*

Congrès (Poster)

BOURILLET et al. (2007) – Behaviour of a piston corer from accelerometers and new insights on associated disturbances. In: S.J. (Editor), 6th international conference on Offshore Site Investigation and Geotechnics: Confronting New Challenges and Sharing Knowledge, London, UK, 11-13 sept. 2007, pp.57-62.

Sud-Gascogne

Documents de référence

BRGM (1977) – Campagne de sismique réflexion continue pour la reconnaissance de sédiments meubles au large de l'Adour. Contrat CNEXO, rapport 77 SGN 472 MAR.

BRGM (1977) – Recherche de granulats marins au large de l'Adour (sondages). Contrat CNEXO, rapport 77 SGN 535 MAR.

CNEXO (1978) – Recherche de granulats marins pour l'approvisionnement de la région de Bayonne. Rapport de synthèse.

Travaux scientifiques

ARBOUILLE D. (1987) – La sédimentation de la plate-forme continentale Nord-aquitaine au Quaternaire terminal : un exemple de système transgressif. *Thèse de doctorat Université de Bordeaux I. 277p.*

BELLE C. V. (2003) – Évolution morphostructurale et morphosédimentaire de la plate-forme aquitaine depuis le Néogène. *Université de Bordeaux I, Thèse d'Université N°2762.*

CIRAC P. *et al.* (1997) – Séquence de dépôts dans le Quaternaire terminal du plateau continental Nord-aquitain (Océan Atlantique, France). *Bulletin de la Société Géologique Française*, t.168, n°6, pp 717-725

CIRAC P. *et al.* (2000) – Processus de mise en place et d'évolution de la couverture sédimentaire superficielle de la plate-forme Nord-aquitaine. *Oceanologica Acta*. Vol.23 – N°6

COLOTTE P. (1985) Le plateau central Nord-aquitain caractérisation morphosédimentaire et interprétation dynamique des dépôts holocènes. *Thèse de doctorat, Université de Bordeaux I*. 277 p.

FENIES, H., LERICOLAIS, G. (2005) - Architecture interne d'une vallée incisée sur une cote à forte énergie de houle et de marée (vallée de la Leyre, côte aquitaine, France) : *Comptes Rendus Géosciences*, v. 337, no. 14, p. 1257-1266.

LERICOLAIS G., FENIES H., TASTET J-P. & BERNE S. (1998) - Reconnaissance par stratigraphie sismique haute résolution de la paléovallée de la Gironde sur le plateau continental. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris, IIa*, 326.

LERICOLAIS G., BERNÉ S. et FÉNIÈS, H., (2001) : Seaward pinching out and internal stratigraphy of the Gironde incised valley on the shelf (Bay of Biscay) - *Mar. Geol.*, 175, 183-197.

Cartes

AUGRIS C., CIRAC P., SATRA C., MAZÉ J.-P. (1999) – Le domaine marin côtier du Pays Basque – Carte des formations superficielles et carte morphobathymétrique. Echelle 1/20 000. Ed. Ifremer – Conseil Général des Pyrénées Atlantiques – Communauté Européenne.

AUGRIS C. *et al.* (2009) – Atlas thématique de l'environnement marin du Pays basque et du Sud des Landes. *Éd. Quæ*.

Lexique des acronymes

BMAPA : British Marine Aggregate Producers Association
BRGM : Bureau des Ressources Géologiques et Minières
CNEXO : Centre National pour l'EXploitation des Océans
DGPS : Differential Global Positioning System
GPS : Global Positioning System
Ifremer : Institut Français de Recherche pour l'Exploitation de la MER
ISTPM : Institut Scientifique et Technique des Pêches Maritimes
IUEM : Institut Universitaire Européen de la Mer
MEDDE : Ministère de l'Écologie, du Développement Durable et de l'Énergie
MNT : Modèle Numérique de Terrain
SIG : Système d'Information Géographique
UBO : Université de Bretagne Occidentale
UBS : Université de Bretagne Sud
UNPG : Union Nationale des Producteurs de Granulats