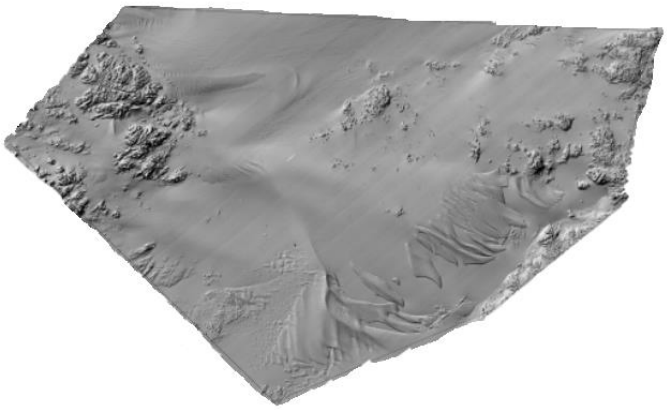
Mesure

Rapport définitif - Décembre 2015

Trébeurden

Etat de référence du site de Pointe d'Armor (2015)

CAN
Compagnie Armoricaine de Navigation



Etat de référence du site de Pointe d'Armor (2015)

RAPPORT DEFINITIF
V.01.101215

EVIVO OCÉANOGRAPHIE

Décembre 2015

Observations sur l'utilisation du rapport

Ce rapport, ainsi que les cartes ou documents, et toutes autres pièces annexées constituent un ensemble indissociable : en conséquence, l'utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle de ce rapport et annexes ainsi que toute interprétation au-delà des indications et énonciations de *In Vivo* ne saurait engager la responsabilité de ce dernier.

Crédit photographique : In Vivo (sauf mention particulière)

Auteurs

Guillaume JACQ	Hydrographe – Chargé de projets – Coordination et rédaction
Jérôme GASNIER	Géophysicien – Chef d'opérations en mer – acquisition et rédaction
Raphaël Colin	Géophysicien – Opérations en mer – traitement et cartographie
Alexandre Cerruti	Géomaticien - Cartographie
Amélie Bertin	Responsable laboratoire d'analyse
Hervé Bizien	Sédimentologue – Contrôle qualité des documents
Evans Trébaul	Biologiste marin – Etude benthos et halieutique
Stella Marmin	Biologiste marin – Etude benthos
Didier Grosdemange	Biologiste marin – Co-gérant - Etude du substrat dur

ZA La grande Halte
29940 La FORET FOUESNANT
Tel : 02.98.51.41.75
Fax : 02.98.51.41.55

ZA Les Castors – Le Beau Vézé
83320 CARQUEIRANNE
Tel : 04.94.00.40.20
Fax : 04.94.00.40.21

mail : info@invivo-environnement.com
Site web : www.invivo-environnement.com

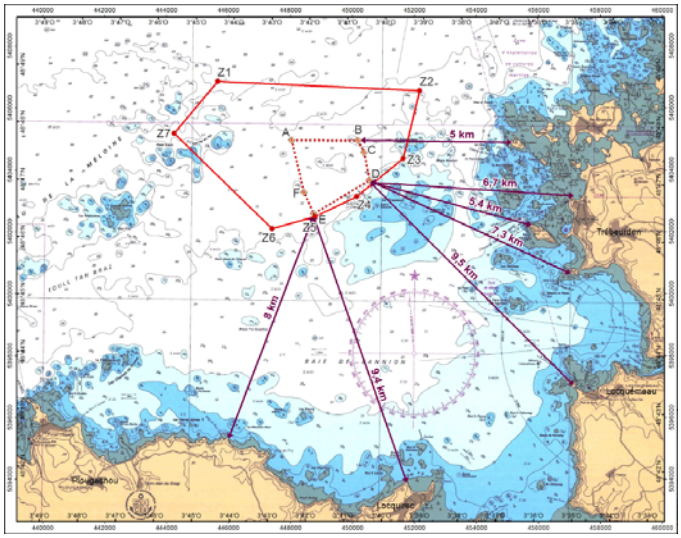
PROPOS LIMINAIRE

Dans le cadre d'un dossier réglementaire relatif à l'obtention du titre minier pour l'extraction de sable coquillier sur le site de la « Pointe d'Armor », en baie de Lannion (22), et conformément à l'article 5;5 de l'arrêté préfectoral portant autorisation d'ouverture de travaux, n°2015335-0004 du 1er décembre 2015, la Compagnie Armoricaine de Navigation (CAN) a confié à IN VIVO la réalisation d'un état de référence environnemental et halieutique.

Le site portant sur l'autorisation, s'étend sur une superficie d'environ 4 km^2, et le gisement de sable en présence se situe sur la dune hydraulique dite de « Trezen ar Gorjegou ». Il est localisé majoritairement dans la partie finistérienne de la Baie de Lannion, au Nord-Est des roches du Crapaud.

La zone d'étude géophysique, demandée par IFREMER, couvre une superficie de 25 km². Elle englobe la zone de concession et s'étend des roches du Crapaud, jusqu'au plateau de la Méloine.

Les distances à la côte de la zone d'étude et de la zone de concession sont exprimées sur la figure suivant. Le polygone en trait continu rouge délimite la zone d'étude et le polygone en pointillé délimité la zone de concession.



Conformément au protocole proposé par IN VIVO et validé par IFREMER[1] cet état de référence comprend :

- Chapitre 1 : une étude morpho-bathymétrique et morpho-sédimentaire de la zone d'étude ;
- Chapitre 2 : un inventaire biologique de la macrofaune et macroflore benthique dans le périmètre du gisement et à sa périphérie ;
- Chapitre 3 : un inventaire biologique des zones rocheuses limitrophes ;
- Chapitre 4 : un état de référence halieutique basé sur des résultats obtenus en 2012 et en 2015 (dont une étude sur les lançons).

[1] Réf. IFREMER PDG/2015-60 du 13 avril 2015

Table des matières

PROPOS LIMINAIRE 3
CHAPITRE 1 : ETUDE MORPHO-BATHYMETRIQUE ET MORPHO-SEDIMENTAIRE 17
1 RAPPEL DU CONTEXTE DE L'ETUDE 18
2 DEROULEMENT DES OPERATIONS EN MER 19
2.1 MOYENS A LA MER 19
2.2 DATES D'INTERVENTION 19
3 MATERIELS ET METHODES 20
3.1 SYSTEME DE COORDONNEES ET GEODESIE 20
3.1.1 Système géodésique utilisé - Constantes du système 20
3.1.2 Projection adoptée - Constantes de la représentation 20
3.2 POSITIONNEMENT DU LEVE GEOPHYSIQUE 21
3.2.1 Principe 21
3.2.2 Description du matériel 22
3.2.3 Point géodésique de référence à terre 22
3.2.4 Offset du navire et point de référence sur le navire 25
3.3 BATHYMETRIE MULTIFAISCEAUX 27
3.3.1 Principe de fonctionnement 27
3.3.2 Matériel utilisé 28
3.3.3 Paramètres d'acquisition 29
3.3.4 Plan d'acquisition 32
3.3.5 Traitement des données 33
3.4 IMAGERIE AU SONAR A BALAYAGE LATERAL 34
3.4.1 Principe de fonctionnement 34
3.4.2 Matériel utilisé 35
3.4.3 Plan d'acquisition 36
3.4.4 Interfaçage logiciel 37
3.4.5 Traitement des données 38
3.5 GRANULOMETRIE DES SEDIMENTS SUPERFICIELS 39
3.5.1 Principe des prélèvements 39
3.5.2 Plan de positionnement des stations de prélèvements 40
3.5.3 Traitement des données granulométriques 41
4 RESULTATS 45
4.1 MORPHOLOGIE DES FONDS 46
4.1.1 Description générale 46
4.1.2 Description de la zone de concession 47
4.1.3 Comparaison des bathymétries 2012 et 2015 49
4.2 NATURE DES FONDS 53
4.2.1 Granulométrie des sédiments superficiels 53
4.2.2 Description morpho-sédimentaire 58
4.2.3 Les faciès sédimentaires 59
4.2.4 Les structures sédimentaires 64
4.2.5 Répartition des faciès sédimentaires 67
4.3 OBSTRUCTIONS DANS LA ZONE D'ETUDE 69

CHAPITRE 2 : INVENTAIRE BIOLOGIQUE DE LA MACROFAUNE BENTHIQUE DE SUBSTRATS MEUBLES 71

1 RAPPEL DU CONTEXTE DE L'ETUDE 72

2 MATERIELS ET METHODES 72

2.1 MOYENS A LA MER 72

2.2 DATES D'INTERVENTION 73

2.2.1 Plan de positionnement des stations de prélèvements 73
2.2.2 Acquisition des données 74

2.4 TRAITEMENT DES DONNEES GRANULOMETRIQUES 75

2.5 TRAITEMENT DES DONNEES BENTHIQUES 75

2.5.1 Analyses faunistiques 75
2.5.2 Classification des habitats en présence 79

3 RESULTATS 80

3.1 ANALYSES SEDIMENTAIRES 80

3.1.1 Teneur en matière organique 80
3.1.2 Granulométrie des sédiments 81

3.2 ANALYSES BIOLOGIQUES 82

3.2.1 Paramètres faunistiques 82
3.2.2 Phylums 85
3.2.3 Répartition des stations en fonction des caractéristiques écologiques 88
3.2.4 Dynamique des assemblages macrobenthiques 91
3.2.5 Description des espèces déterminantes 95
3.2.6 Caractérisation des espèces d'intérêt commercial 100
3.2.7 Synthèse de l'inventaire biologique de substrat meuble 108

CHAPITRE 3 : INVENTAIRE BIOLOGIQUE DES ZONES ROCHEUSES LIMITROPHES 110

1 RAPPEL DU CONTEXTE DE L'ETUDE 111

2 MATERIELS ET METHODES 112

2.1 LES BIOCENOSES ALGALES 112

2.1.1 L'étagement phytal 112
2.1.2 Le subtidal rocheux : étagements et niveaux 113

2.2 L'ESPECE LAMINAIRE RUGUEUSE (LAMINARIA HYPERBOREA) 116

2.2.1 Description 116
2.2.2 Habitat 116

2.3 L'EVALUATION DES ALGUES STRUCTURANTES (DCE-2) 117

2.3.1 Protocoles utilisés 117
2.3.2 Effort d'échantillonnage et répartition spatiale 118
2.3.3 Caractérisation des Espèces Algales dites Structurantes 119
2.3.4 Evaluation des Algues Caractéristiques 120
2.3.5 Etude des stipes de Laminaria hyperborea 121
2.3.6 Indice de Qualite et de l'EQR 122
2.3.7 Résumé du travail à faire sur chaque station 125

3 RESULTATS 128

3.1 DATES D'INTERVENTIONS SUR LES 3 SITES DE PLONGEES 128

3.2 ROCHE DU CRAPAUD 128

3.2.1 Topographie du site (2012) 129
3.2.2 Ceintures algales (prospection 2012) 130
3.2.3 Evaluation des algues structurantes (prospection 2012 et 2015) 130
3.2.4 Evaluation des Algues Caractéristiques (Sous-Strate Algale) 135
3.2.5 Faune associée aux quadrats (Observations de 2015) 137
3.2.6 Micro-habitats et espèces associées 138
3.2.7 Indice de Qualite et de l'EQR pour le Site du Crapaud 139

3.3 SITE DE GOUMONENN 142

3.3.1 Topographie du site (2012) 142
3.3.2 Ceintures algales 142
3.3.3 Evaluation des algues structurantes 143
3.3.4 Evaluation des Algues Caractéristiques (sous-strate algale) 147
3.3.5 Faune associée aux quadrats (observations de 2015) 148
3.3.6 Micro-habitats et espèces animales associées 149
3.3.7 Indice de Qualité et EQR pour le site de Goumonenn 151

3.4 SITE DE AR GARNEL 152
3.4.1 Topographie du site (2012) *152*
3.4.2 Ceintures algales *153*
3.4.3 Evaluation des algues structurantes *153*
3.4.4 Evaluation des algues caractéristiques *158*
3.4.5 Faune associée aux quadrats (observations de 2015) *160*
3.4.6 Micro-habitats et espèces animales associées *160*
3.4.7 Indice de Qualité et EQR pour le site d'Ar Garnel *167*

CHAPITRE 4 : ETAT DE REFERENCE HALIEUTIQUE **168**

1 RAPPEL DU CONTEXTE DE L'ETUDE **169**

1.1 INTRODUCTION 169
1.2 ACTIVITES DE PECHE DANS LA ZONE D'ETUDE 170
1.3 FONCTIONNALITE ECOLOGIQUE DE LA ZONE D'ETUDE 172

2 MATERIELS ET METHODES **174**

2.1 ENGINS DE PRELEVEMENT 174
2.2 PLAN D'ECHANTILLONNAGE 174
2.3 MODE OPERATOIRE 179
2.4 SAISIE ET TRAITEMENT DES DONNEES 180

3 RESULTATS **181**

3.1 CAMPAGNE D'ETE : RESULTATS POUR LE CHALUT A GRANDE OUVERTURE VERTICALE 181
3.1.1 Paramètres généraux des traits *181*
3.1.2 Paramètres d'abondance, de poids et de taille des espèces et individus capturés sur l'ensemble de la zone d'étude de la baie de Lannion *185*
3.1.3 Paramètres d'abondance, de poids et de taille des individus capturés pour chaque espèce et pour chaque trait de chalut (GOV) *191*
3.2 CAMPAGNE D'ETE : RESULTATS POUR LE CHALUT A PERCHE 217
3.2.1 Richesse spécifique et abondance *217*
3.2.2 Indices de diversité *222*
3.3 CAMPAGNE D'ETE : SYNTHESE 224
3.4 CAMPAGNE D'HIVER : RESULTATS POUR LE CHALUT A GRANDE OUVERTURE VERTICALE 225
3.4.1 Paramètres généraux des traits *225*
3.4.2 Paramètres d'abondance, de poids et de taille des espèces et individus capturés sur l'ensemble de la zone d'étude de la baie de Lannion *230*
3.4.3 Paramètres d'abondance, de poids et de taille des espèces et individus capturés par trait de chalut (GOV) *236*
3.5 CAMPAGNE D'HIVER : RESULTATS POUR LE CHALUT A PERCHE 262
3.5.1 Richesse spécifique et abondance *262*
3.5.2 Indices de diversité *267*
3.6 CAMPAGNE D'HIVER : SYNTHESE 269
3.6.1 Comparaison des campagnes été/hiver *270*
3.6.2 Description du peuplement et évolution des assemblages epifaunistiques *283*
3.7 ETUDE DE L'ABONDANCE ET DE L'ECOLOGIE DES COMMUNAUTES DE LANCONS SUR LE SITE 284
3.7.1 Campagne 2012-2013 ..... *286*
3.7.2 Campagne 2015 ..... *299*
3.7.3 Autres espèces pêchées en association avec les lançons *306*
3.7.4 Echantillonnages biologiques *326*
3.8 ANALYSE DES VIDEOS TRACTEES (2015) 327

4 BIBLIOGRAPHIE **329**

ANNEXES CHAPITRE 1 ..... **332**

ANNEXES CHAPITRE 2 ..... **338**

ANNEXES CHAPITRE 3 ..... **340**

ANNEXES CHAPITRE 4 ..... **342**

5 FICHE SIGNALETIQUE ET DOCUMENTAIRE **349**

Liste des figures

Figure 1 : Base GPS implantée sur la station de référence (à droite), ... 21
Figure 2 : Base GPS implantée au-dessus d'un hangar à Saint-Jean-du-Doigt (IN VIVO) 23
Figure 3 : Représentation schématique des offsets sur l'Atlantique Surveyor. 25
Figure 4 : Principe d'émission - réception du sondeur multifaisceaux (source : ODOM et Ifremer) 27
Figure 5 : Photographie du sondeur multifaisceaux R2SONIC 2024 à gauche et le boitier de contrôle 28
Figure 6 : Centrale CODA OCTOPUS (source : CODA OCTOPUS). 28
Figure 7 : Sonde mini SVP (oceanscan.net) 29
Figure 8 : Sonde mini SVS (oceanscan.net) 29
Figure 9 : Représentation schématique du calcul de la profondeur en Cote Marine (IN VIVO) 31
Figure 10 : Trace du navire pour le levé bathymétrique (IN VIVO) 32
Figure 11 : Illustration de fonctionnement du SONAR latéral (IFREMER). 34
Figure 12 : Préparation et mise à l'eau du SONAR EDGETECH 4200 MP 36
Figure 13 : Trace du navire pour le levé SONAR (IN VIVO) 37
Figure 14 : Interface graphique du logiciel DELPH SONAR ACQUISITION (IN VIVO, 2013) 37
Figure 15 : Illustration de la mise en œuvre d'une benne pour le prélèvement de sédiments 40
Figure 16 : Légende du diagramme de Folk 41
Figure 17 : Illustration du traitement en laboratoire : séchage en étuve et tamisage. 42
Figure 18 : Exemple de planche présentant les résultats d'analyses granulométriques 43
Figure 19 : Représentation de l'analyse granulométrique de chaque échantillon en camemberts 44
Figure 20 : Représentation de la bathymétrie de la zone de concession (polygone rouge) 48
Figure 21 : Zoom sur les vagues de sable de la concession 48
Figure 22 : Représentation de la bathymétrie des vagues de sable au sein de la concession 49
Figure 23 : Représentation du différentiel bathymétrique de la zone d'extraction sollicitée 52
Figure 24 : Représentation du diagramme de folk avec tous les échantillons prélevés 56
Figure 25 : Écho-faciès de sables très fins à fins. 59
Figure 26 : Écho-faciès de sables fins à moyens coquilliers 60
Figure 27 : Écho-faciès de sables moyens coquilliers 61
Figure 28 : Échos-faciès de sables grossiers à très grossiers, coquilliers – SC03 (à gauche) 61
Figure 29 : Écho-faciès de sables très grossiers coquilliers 62
Figure 30 : Écho-faciès de sables, graviers et cailloutis 63
Figure 31 : Écho-faciès de roche 63
Figure 32 : Écho-faciès de roche 63
Figure 33 : Écho d'une vague de sable 65
Figure 34: Écho de mégarides 65
Figure 35: Écho d'une vague de sable 65
Figure 36: Écho d'une vague de sable 65
Figure 37: Écho d'une vague de sable 65
Figure 38: Écho d'une vague de sable 65
Figure 39 : Sonogramme du câble MEUST (méditerranée) au SONAR sur fond sableux (IN VIVO) 69
Figure 40 : Sonogramme montrant un câble sous-marin au large de Sangatte (Augris et al., 1990) 69
Figure 41 : Localisation des tracés théoriques des câbles HUGO et APOLLO par rapport à la zone de concession 70
Figure 42 : Profils bathymétriques du câble HUGO et de la frontière ouest de la concession 70
Figure 43 : Illustration de la mise en œuvre d'une benne pour le prélèvement de sédiments 72
Figure 44 : Schéma de la déformation des courbes rang-fréquence le long d'une succession écologique (Frontier, 1976) 77
Figure 45 : Répartition de la richesse spécifique dans les principaux groupes zoologiques 83
Figure 46 : Répartition de l'abondance moyenne selon les principaux groupes zoologiques 83
Figure 47 : Abondance et richesse spécifique sur les 19 stations étudiées (les stations encadrées en tiret rouge représentent les stations dans le périmètre de la concession). 84
Figure 48 : Occurrence des 12 espèces les plus fréquentes (fréquence d'occurrence supérieure à 50%) 85
Figure 49 : Répartition de la richesse spécifique selon le groupe zoologique (les stations encadrées en tiret rouge représentent les stations dans le périmètre de la concession) 86

Figure 50 : Répartition de l'abondance selon le groupe zoologique (les stations encadrées en tiret rouge représentent les stations dans le périmètre de la concession) 87
Figure 51 : Indices de Shannon sur les stations d'étude (les stations encadrées en tiret rouge représentent les stations dans le périmètre de la concession) 88
Figure 52 : Indice de diversité d'Equitabilité sur les stations d'étude (les stations encadrées en tiret rouge représentent les stations dans le périmètre de la concession) 88
Figure 53 : Modèle DIMO appliqué aux 19 stations 90
Figure 54 : Diagramme rang-fréquence (A : courbes de type « convexe », B : courbes de type « concave ») des espèces échantillonnées au sein des 19 stations à l'intérieur de la concession (courbes en trait pointillé) et à l'extérieur de la concession (courbes en trait plein) situées en baie de Lannion 91
Figure 55 : Représentation du plan factoriel 1-2 de l'AFC basée sur un tableau codé en log10 (x+1) sans les espèces rares. Les stations sont représentées par un rond bleu 92
Figure 56 : Classification Ascendante Hiérarchique illustrant la similarité entre les stations 93
Figure 57 : Occurrence des espèces les plus fréquentes et les plus abondantes des stations N et C 94
Figure 58 : Occurrence des espèces des plus fréquentes et les plus abondantes des stations A, B, E, H, I, J, K, L, M, Q, S, T et U 94
Figure 59 : Occurrence des espèces des plus fréquentes et les plus abondantes des stations D, F, G et R 94
Figure 60 : Densités moyennes (Individus/m^2) des cinq espèces dont la fréquence d'occurrence est de 100 % sur les quatre stations de sables grossiers (A, H, J et M) de la zone de concession 98
Figure 61 : Densités moyennes (Individus/m^2) des trois espèces dont la fréquence d'occurrence est de 100 % sur les deux stations de sables fins à moyens (D et G) de la zone de concession 99
Figure 62 : Répartition des densités de Polititapes rhomboides 100
Figure 63 : Classes de taille des palourdes roses échantillonnées 101
Figure 64 : Clé taille-âge de la palourde rose (Huet, Pitel-Roudaut, 2006) 101
Figure 65 : Répartition des densités de Glycymeris glycymeris 102
Figure 66 : Classes de taille des amandes de mer échantillonnées 102
Figure 67 : Répartition des densités de Spisula elliptica 103
Figure 68 : Classes de taille des Spisula elliptica échantillonnés 103
Figure 69 : Répartition des densités d'Arcopagia crassa (Photo : nature22.com) 104
Figure 70 : Classes de taille des Arcopagia crassa échantillonnées 104
Figure 71 : Répartition des densités de Aequipecten opercularis (Photo : nature22.com) 105
Figure 72 : Classes de taille des Aequipecten opercularis échantillonnées 105
Figure 73 : Répartition des densités de Venus verrucosa (Photo : nature22.com) 106
Figure 74 : Classes de taille des Venus verrucosa échantillonnées 106
Figure 75 : Plan de positionnement des zones rocheuses investiguées (source SHOM). 111
Figure 76 : Zonation phytale (source : ADMS) 112
Figure 77 : Exemple de schématisation de la forêt de Laminaires hyperborées (source ADMS) 114
Figure 78 : Exemple de détermination des limites d'extension en profondeur des ceintures algales (source MNHN) 118
Figure 79 : Mesures effectuées sur les Laminaires rugueuses 121
Figure 80 : Le mètre ruban, outil indispensable du plongeur-biologiste (source IN VIVO, 2015) 126
Figure 81 : Site d'Ar Gamel (source IN VIVO – BALAO) 127
Figure 82 : Illustration des roches du Crapaud à marée haute (source IN VIVO) 129
Figure 83 : Topographie du site du Crapaud (cap 170° - distance en mètre). 129
Figure 84 : Extension en profondeur (échelle en mètres) des ceintures algales sur le site du Crapaud (source mission 2012) 130
Figure 85 : Nombre de laminaires sur les quadrats à chaque palier bathymétrique sur le site du Crapaud (2012) 131
Figure 86 : Taille des stipes de laminaires (Lhyperborea) à chaque bathymétrie sur le site du Crapaud (2012) 132
Figure 87 : Cryptopleura ramosa (à gauche) et Palmaria palmata (à droite) 135
Figure 88 : Meredithia microphylla dans un quadrat (source IN VIVO) 137
Figure 89 : Eponge encroûtante, observée en 2015 (source IN VIVO) 138
Figure 90 : Quadrat en place pour les comptages (source : IN VIVO, 2015) 141
Figure 91 : Topographie du site de Goumonenn (cap 330°- distance en mètre). 142
Figure 92 : Extension en profondeur (en mètre) des ceintures algales sur le site de Goumonenn (2012) 143
Figure 93 : Nombre de laminaires sur les quadrats à chaque bathymétrie sur le site de Goumonenn (2012) .. 143
Figure 94 : Taille des stipes de Lhyperborea à chaque bathymétrie sur le site de Goumonenn (2012) 144
Figure 95 : Sous-strate sur un quadrat à Ar Goumonenn (2015) 149
Figure 96 : Les roches de la Méloine (IN VIVO, 2015) 152
Figure 97 : Topographie du site de Ar Gamel (cap 360°). 152

Figure 98 : Extension en profondeur (en mètre) des ceintures algales sur le site d'Ar Garnel. 153
Figure 99 : Nombre de laminaires sur les quadrats à chaque bathymétrie sur le site d'Ar Garnel (2012) 154
Figure 100 : Taille des stipes de laminaires (Lhyperborea) à chaque bathymétrie sur le site d'Ar Garnel (2012) 155
Figure 101 : Mise en alguier des échantillons (IN VIVO, 2015) 157
Figure 102 : Cadrat en place pour le comptage sur Ar Garnel (2015) 158
Figure 103 : Acrosorium venulosum en alguier (à gauche) et en in situ (à droite) (IN VIVO, 2015) 159
Figure 104 : Anémones perles (Corynactis viridis) au milieu de la sous-strate (IN VIVO, 2015) 160
Figure 105 : Exemples de la richesse du site d'Ar Garnel (IN VIVO, 2015) 163
Figure 106 : Une prairie de Gorgones et d'algues Dictyopteris polypodioides, suivi par la forêt de Laminaires (IN VIVO, 2015) 163
Figure 107 : Un site d'une grande diversité (IN VIVO, 2015) 164
Figure 108 : Les laminaires sont de très belles tailles (IN VIVO, 2015) 165
Figure 109 : La faune fixée investit les parois verticales et les bas niveaux (IN VIVO, 2015) 166
Figure 110 : Localisation de la baie de Lannion vis-à-vis des quartiers maritimes 170
Figure 111 : Répartition de la flotte de pêche et cumul du nombre de mois d'activité 171
Figure 112 : Répartition de la flotte de pêche et cumul du nombre de mois d'activité 171
Figure 113 : Distribution et nourricerie du bar (Abbes, 1991 in Mahé et al. 2006) 173
Figure 114 : Chalut à grande ouverture verticale (à gauche) et chalut à perche (à droite) 174
Figure 115 : Tri, pesée et mesure des espèces 179
Figure 116 : Distribution des abondances selon le groupe zoologique 181
Figure 117 : Répartition de la richesse spécifique selon le groupe zoologique 182
Figure 118 : Indice de Shannon des stations (GOV) 183
Figure 119 : Indice d'équitabilité des stations (GOV) 184
Figure 120 : Abondances spécifiques 185
Figure 121 : Contributions pondérales 186
Figure 122 : Fréquence d'occurrence des espèces 187
Figure 123 : Classes de taille des espèces capturées dans la baie de Lannion 190
Figure 124 : Abondances spécifiques et contributions pondérales dans le trait n°1 192
Figure 125 : Classes de tailles des espèces présentes dans le trait n°1 193
Figure 126 : Abondances spécifiques et contributions pondérales dans le trait n°2 194
Figure 127 : Classes de tailles des espèces présentes dans le trait n°2 195
Figure 128 : Abondances spécifiques et contributions pondérales dans le trait n°3 196
Figure 129 : Classes de tailles des espèces présentes dans le trait n°3 196
Figure 130 : Abondances spécifiques et contributions pondérales dans le trait n°4 198
Figure 131 : Classes de tailles des espèces présentes dans le trait n°4 198
Figure 132 : Abondances spécifiques et contributions pondérales dans le trait n°5 199
Figure 133 : Classes de tailles des espèces présentes dans le trait n°5 200
Figure 134 : Abondances spécifiques et contributions pondérales dans le trait n°6 201
Figure 135 : Classes de tailles des espèces présentes dans le trait n°6 202
Figure 136 : Abondances spécifiques et contributions pondérales dans le trait n°7 203
Figure 137 : Classes de tailles des espèces présentes dans le trait n°7 204
Figure 138 : Abondances spécifiques et contributions pondérales dans le trait n°8 205
Figure 139 : Classes de tailles des espèces présentes dans le trait n°8 206
Figure 140 : Abondances spécifiques et contributions pondérales dans le trait n°9 207
Figure 141 : Classes de tailles des espèces présentes dans le trait n°9 207
Figure 142 : Abondances spécifiques et contributions pondérales dans le trait n°10 208
Figure 143 : Classes de tailles des espèces présentes dans le trait n°10 209
Figure 144 : Abondances spécifiques et contributions pondérales dans le trait n°11 210
Figure 145 : Classes de tailles des espèces présentes dans le trait n°11 211
Figure 146 : Abondances spécifiques et contributions pondérales dans le trait n°12 212
Figure 147 : Classes de tailles des espèces présentes dans le trait n°12 213
Figure 148 : Abondances spécifiques et contributions pondérales dans le trait n°13 214
Figure 149 : Classes de tailles des espèces présentes dans le trait n°13 215
Figure 150 : Abondances spécifiques et contributions pondérales dans le trait n°14 216
Figure 151 : Classes de tailles des espèces présentes dans le trait n°14 216
Figure 152 : Interpolation des données de densité 218
Figure 153: Distribution des abondances selon le groupe zoologique 219
Figure 154 : Répartition de la richesse spécifique selon le groupe zoologique 219
Figure 155: Indice de Shannon des stations (chalut à perche) 222
Figure 156 : Indice d'équitabilité des stations (chalut à perche) 223

Figure 157 : Distribution des abondances selon le groupe zoologique 225
Figure 158 : Répartition de la richesse spécifique selon le groupe zoologique 226
Figure 159 : Indice de Shannon des stations (GOV) 228
Figure 160 : Indice d'équitabilité des stations (GOV) 229
Figure 161 : Abondances spécifiques 230
Figure 162 : Contributions pondérales 231
Figure 163 : Fréquence d'occurrence des espèces 232
Figure 164 : Classes de taille des espèces capturées dans la baie de Lannion 235
Figure 165 : Abondances spécifiques et contributions pondérales dans le trait n°1 236
Figure 166 : Classes de tailles des espèces présentes dans le trait n°1 237
Figure 167 : Abondances spécifiques et contributions pondérales dans le trait n°2 238
Figure 168 : Classes de tailles des espèces présentes dans le trait n°2 239
Figure 169 : Abondances spécifiques et contributions pondérales dans le trait n°3 240
Figure 170 : Classes de tailles des espèces présentes dans le trait n°3 241
Figure 171 : Abondances spécifiques et contributions pondérales dans le trait n°4 242
Figure 172 : Classes de tailles des espèces présentes dans le trait n°4 243
Figure 173 : Abondances spécifiques et contributions pondérales dans le trait n°5 244
Figure 174 : Classes de tailles des espèces présentes dans le trait n°5 245
Figure 175 : Abondances spécifiques et contributions pondérales dans le trait n°6 246
Figure 176 : Classes de tailles des espèces présentes dans le trait n°6 247
Figure 177 : Abondances spécifiques et contributions pondérales dans le trait n°7 248
Figure 178 : Classes de tailles des espèces présentes dans le trait n°7 248
Figure 179 : Abondances spécifiques et contributions pondérales dans le trait n°8 249
Figure 180 : Classes de tailles des espèces présentes dans le trait n°8 250
Figure 181 : Abondances spécifiques et contributions pondérales dans le trait n°9 251
Figure 182 : Classes de tailles des espèces présentes dans le trait n°9 252
Figure 183 : Abondances spécifiques et contributions pondérales dans le trait n°10 253
Figure 184 : Classes de tailles des espèces présentes dans le trait n°10 254
Figure 185 : Abondances spécifiques et contributions pondérales dans le trait n°11 255
Figure 186 : Classes de tailles des espèces présentes dans le trait n°11 256
Figure 187 : Abondances spécifiques et contributions pondérales dans le trait n°12 257
Figure 188 : Classes de tailles des espèces présentes dans le trait n°12 258
Figure 189 : Abondances spécifiques et contributions pondérales dans le trait n°13 259
Figure 190 : Classes de tailles des espèces présentes dans le trait n°13 260
Figure 191 : Abondances spécifiques et contributions pondérales dans le trait n°14 261
Figure 192 : Classes de tailles des espèces présentes dans le trait n°14 261
Figure 193 : Interpolation des données de densité 264
Figure 194: Distribution des abondances selon le groupe zoologique 265
Figure 195 : Répartition de la richesse spécifique selon le groupe zoologique 265
Figure 196: Indice de Shannon des stations (chalut à perche) 267
Figure 197 : Indice d'équitabilité des stations (chalut à perche) 268
Figure 198 : Evolution des biomasses selon la campagne saisonnière 270
Figure 199 : Comparaison de la biomasse totale par trait 271
Figure 200 : Positionnement Multidimensionnel des traits GOV de la campagne hiver 273
Figure 201 : Positionnement Multidimensionnel des traits GOV de la campagne été 274
Figure 202 : Positionnement Multidimensionnel des stations d'études. 275
Figure 203 : Dendrogrammes des similarités des stations issues des données faunistiques 276
Figure 204 : Regroupement des traits de GOV par similarité selon la campagne 277
Figure 205 : Analyse Factorielle de Correspondance sur les abondances d'espèces (campagne été) 278
Figure 206 : Analyse Factorielle de Correspondance sur les abondances d'espèces (campagne hiver) 279
Figure 207 : Analyse Factorielle de Correspondances (AFC) sur les abondances des espèces 280
Figure 208 : Evolution de la richesse spécifique au cours des deux campagnes 281
Figure 209 : Evolution de la densité au cours des deux campagnes 282
Figure 210 : Abondance des 15 principales espèces 283
Figure 211 : Position des traits de chalut réalisés au cours des campagnes de 2012 et 2015 285
Figure 212 : Comparaison entre les captures totales de lançons (en kg) 288
Figure 213 : Fréquence de taille des lançons verts H. immaculatus capturés en mai 2012 290
Figure 214 : Décomposition polymodale par la méthode de Battacharya des H.immaculatus 291
Figure 215 : Fréquence de taille des lançons jaunes H. lanceolatus capturés 292
Figure 216 : Décomposition polymodale par la méthode de Battacharya des H. lanceolatus 292
Figure 217 : Fréquence de taille des lançons gris G. semisquamatus capturés 293

Figure 218 : Décomposition polymodale par la méthode de Battacharya des G. semisquamatus 294
Figure 219 : Cycle annuel des trois espèces de lançons 295
Figure 220 : Fréquence de taille des lançons verts H. immaculatus capturés en juin 2015 et septembre 2015 lors des pêches expérimentales réalisées sur les radiales situées à l'intérieur du périmètre (T_1 à T_5) et hors périmètre (T_6 à T_14). 303
Figure 221 : Fréquence de taille des lançons gris G. semisquamatus capturés en juin 2015 et septembre 2015 lors des pêches expérimentales réalisées sur les radiales situées à l'intérieur du périmètre (T_1 à T_5) et hors périmètre (T_6 à T_14). Le graphique concernant la zone périmètre en septembre 2015 est vide car les captures de G. Semisquamatus ont été pratiquement nulles. 304
Figure 222 : Fréquence de taille des lançons jaunes H. lanceolatus capturés en juin 2015 et septembre 2015 lors des pêches expérimentales réalisées sur les radiales situées à l'intérieur du périmètre (T_1 à T_5) et hors périmètre (T_6 à T_14). 305
Figure 223 : Distribution des tailles des individus capturés lors des pêches expérimentales ciblant le lançon, toutes radiales et toutes campagnes confondues (rouge : tailles juvéniles ; vert : tailles adultes) 313
Figure 224 : Nombres de juvéniles (rouge) / adultes (vert) des individus capturés par radiale toutes campagnes confondues. 313
Figure 225 : Distribution des tailles des individus capturés lors des pêches expérimentales ciblant le lançon, toutes radiales et toutes campagnes confondues (rouge : tailles juvéniles ; vert : tailles adultes) 314
Figure 226 : Nombres de juvéniles (rouge) / adultes (vert) des individus capturés par radiale toutes campagnes confondues. 314
Figure 227 : Distribution des tailles des individus capturés lors des pêches expérimentales ciblant le lançon, toutes radiales et toutes campagnes confondues (rouge : tailles juvéniles ; vert : tailles adultes) 315
Figure 228 : Nombres de juvéniles (rouge) / adultes (vert) des individus capturés par radiale toutes campagnes confondues. 315
Figure 229 : Distribution des tailles des individus capturés lors des pêches expérimentales ciblant le lançon, toutes radiales et toutes campagnes confondues (rouge : tailles juvéniles ; vert : tailles adultes) 316
Figure 230 : Nombres de juvéniles (rouge) / adultes (vert) des individus capturés par radiale toutes campagnes confondues. 316
Figure 231 : Distribution des tailles des individus capturés lors des pêches expérimentales ciblant le lançon, toutes radiales et toutes campagnes confondues (rouge : tailles juvéniles ; vert : tailles adultes) 317
Figure 232 : Nombres de juvéniles (rouge) / adultes (vert) des individus capturés par radiale toutes campagnes confondues. 317
Figure 233 : Distribution des tailles des individus capturés lors des pêches expérimentales ciblant le lançon, toutes radiales et toutes campagnes confondues (rouge : tailles juvéniles ; vert : tailles adultes) 318
Figure 234 : Nombres de juvéniles (rouge) / adultes (vert) des individus capturés par radiale toutes campagnes confondues. 318
Figure 235 : Distribution des tailles des individus capturés lors des pêches expérimentales ciblant le lançon, toutes radiales et toutes campagnes confondues (rouge : tailles juvéniles ; vert : tailles adultes) 319
Figure 236 : Nombres de juvéniles (rouge) / adultes (vert) des individus capturés par radiale toutes campagnes confondues. 319
Figure 237 : Distribution des tailles des individus capturés lors des pêches expérimentales ciblant le lançon, toutes radiales et toutes campagnes confondues (rouge : tailles juvéniles ; vert : tailles adultes) 320
Figure 238 : Nombres de juvéniles (rouge) / adultes (vert) des individus capturés par radiale toutes campagnes confondues. 320
Figure 239 : Identification des zones (A, B et C) dans lesquelles des nombres relativement élevés de juvéniles ont été trouvés. 322
Figure 240 : Position des vidéos tractées en baie de Lannion (source : In Vivo) 327
Figure 241 : Drague épibenthique équipée d'un dispositif de prise d'images sous-marines 327

Liste des tableaux

Tableau 1 : Déroulement des opérations fin Juillet, mi-Août 2015 19
Tableau 2 : Coordonnées de la base GPS RTK REGIMONTIN VIVO 2015 (IN VIVO). 23
Tableau 3 : Synthèse des mesures de contrôle de la base GPS (IN VIVO 2015) 24
Tableau 4 : Offsets de l'Atlantique Surveyor renseignés dans la centrale inertielle. 25
Tableau 5 : Offsets de l'Atlantique Surveyor renseignés dans le logiciel Hypack®. 26
Tableau 6 : Principales caractéristiques du R2SONIC 2024 HD. 29
Tableau 7 : Paramètres de calibration du sondeur multifaisceaux sur l'Atlantic Surveyor. 30
Tableau 8 : Paramètres de l'acquisition SONAR 35
Tableau 9 : Classification granulométrique (IN VIVO, d'après Wentworth). 41
Tableau 10 : Synthèse de quelques paramètres statistiques représentatifs de la justesse du MNT_2015 50
Tableau 11 : Synthèse de quelques paramètres statistiques représentatifs 51
Tableau 12 : Liste des planches granulométriques (Diagrammes circulaires) 53
Tableau 13 : Liste des planches granulométriques (Synthèse granulométrique) 54
Tableau 14 : Synthèse de l'analyse granulométrique 55
Tableau 15. Superficies des différents faciès sédimentaires observés sur la zone de levé SONAR 67
Tableau 16. Superficies des différents faciès sédimentaires observés sur la zone de concession. 68
Tableau 17 : Coordonnées géographiques (WGS 84) des 19 stations de prélèvements ainsi que la profondeur (m). Les stations mentionnées en gras sont situées dans la zone de concession. 73
Tableau 18 : Teneurs des matières sèches et en COT sur les 19 stations (les données en gras représentent les stations à l'intérieur de la concession) 80
Tableau 19 : Synthèse des paramètres granulométriques des échantillons (les données en gras représentent les stations situées dans la zone de concession) 81
Tableau 20 : Paramètres de richesse spécifique et d'abondance des espèces sur les 19 stations d'étude échantillonnées en août 2015 (les valeurs en gras représentent les stations dans le périmètre de la concession) 82
Tableau 21 : Tableau récapitulatif des biocénoses rencontrées et leur codification EUNIS 97
Tableau 22 : Autre représentation des ceinture (Derrien, 2011) 115
Tableau 23 : Liste des espèces structurantes en fonction de l'écorégion (source MNHN) 119
Tableau 24 : Listes des espèces caractéristiques de l'infralittoral en fonction de l'écorégion (source MNHN). 120
Tableau 25 : Liste des espèces invasives (source MNHN) 121
Tableau 26 : Valeur de référence : limites d'extension en profondeur des ceintures (source MNHN, 2011) 122
Tableau 27 : Densité des espèces définissant l'étagement (source MNHN, 2011) 122
Tableau 28 : Notation pour les espèces caractéristiques (source MNHN, 2011) 123
Tableau 29 : Barème pour les espèces opportunistes (source MNHN, 2011) 123
Tableau 30 : Notation de la richesse spécifique (source MNHN, 2011) 124
Tableau 31 : Notation pour les stipes et épibioses (source MNHN, 2011) 124
Tableau 32 : Calcul de l'indice de qualité du site (source MNHN, 2011) 125
Tableau 33 : Site de références (MNHN, 2011) 125
Tableau 34 : Grille de lecture de l'EQR (source MNHN, 2011) 125
Tableau 35 : Horaires, coefficients de marée et hauteurs d'eau pour la première campagne en 2012 128
Tableau 36 : Horaires, coefficients de marée et hauteurs d'eau pour la deuxième campagne en 2015 128
Tableau 37 : Nombre de laminaires sur les quadrats (Q) à chaque bathymétrie sur le site du Crapaud (2012) 130
Tableau 38 : Densité des Laminaires adultes et juvéniles sur le site à 3 m CM (2015) 131
Tableau 39 : Tailles relevées des Laminaires (L), espèce structurante, dans chaque quadrat sur le site du Crapaud (2012) 132
Tableau 40 : Taille des stipes de laminaires (L hyperborea) vers 5 m CM sur le site du Crapaud (2015) 133
Tableau 41 : Paramètres relevés sur 10 stipes de L hyperborea sur le site du Crapaud vers 3 m CM (2012) 133
Tableau 42 : Paramètres relevés sur 10 stipes de L hyperborea sur le site du Crapaud vers 3 m CM (2015) 134
Tableau 43 : Espèces majoritaires épiphytes des stipes (2015) 134
Tableau 44 : Liste des espèces caractéristiques répertoriées sur le site du Crapaud (2012) 135
Tableau 45 : Liste des espèces caractéristiques répertoriées sur le site du Crapaud (2015) 136
Tableau 46 : Présence et absence des micro-habitats dans les différents niveaux du site du Crapaud. 138
Tableau 47 : Espèces en présence en fonction du type d'habitat dans les niveaux 2 et 3 et indice d'abondance associé – site du Crapaud (2012). 139

Tableau 48 : Grille de lecture de l'EQR (source MNHN, 2011) *141*
Tableau 49 : Nombre de laminaires sur les quadrats à chaque palier bathymétrique sur Goumonenn (2012) *143*
Tableau 50 : Nombre de laminaires sur les quadrats au niveau 2 (13 m CM) sur le site de Goumonenn (2015) *144*
Tableau 51 : Tailles relevées des espèces structurantes dans chaque quadrat sur le site de Goumonenn (2012) *144*
Tableau 52 : Taille des stipes L hyperborea vers 13 m CM sur le site d'AR Goumenn (2015) *145*
Tableau 53 : Paramètres relevés sur 10 stipes de Lhyperborea sur Goumonenn vers 13 m CM (2012) *145*
Tableau 54 : Paramètres relevés sur 10 stipes de Lhyperborea sur Goumonenn vers 13 m CM (2015) *146*
Tableau 55 : Espèces majoritaires épiphytes des stipes sur Goumonenn (2015) *146*
Tableau 56 : Phycodris rubens (à gauche) et Menbranoptera alata (à droite) *147*
Tableau 57 : Liste des espèces caractéristiques répertoriées sur Goumonenn (2015) *148*
Tableau 58 : Présence et absence des micro-habitats dans les différents niveaux du site de Goumonenn en 2012 ..... *149*
Tableau 59 : Espèces en présence en fonction du type d'habitat dans les niveaux 2 et 3 et indice d'abondance associé – site de Goumonenn (2012) *150*
Tableau 60 : Espèces en présence en fonction du type d'habitat dans le niveau 4 et indice d'abondance associé – site de Goumonenn (2012) *150*
Tableau 61 : Nombre de laminaires sur les quadrats à chaque bathymétrie sur le site d'Ar Garnel (2012) *153*
Tableau 62 : Densité de laminaires adultes et juvéniles sur Ar Garnel (2015) *154*
Tableau 63 : Tailles relevées des espèces structurantes dans chaque quadrat sur le site d'Ar Garnel (2012) .. *155*
Tableau 64 : Taille des stipes L hyperborea vers 7 m CM sur le site d'Ar Garnel (2015) *155*
Tableau 65 : Paramètres relevés sur 10 stipes de L hyperborea vers 3 mCM sur le site Ar Garnel (2012). *156*
Tableau 66 : Paramètres relevés sur 10 stipes de L hyperborea sur Ar Garnel vers 7 m CM (2015) *156*
Tableau 67 : Espèces majoritaires épiphyte des stipes sur Ar Garnel (2015) *157*
Tableau 68 : Liste des espèces caractéristiques répertoriées sur le site d'Ar Garnel (2012) *158*
Tableau 69 : Liste des espèces caractéristiques répertoriées sur Ar Garnel (2015) *159*
Tableau 70 : Présence et absence des micro-habitats dans les différents niveaux du site d'Ar Garnel en 2012 ..... *160*
Tableau 71 : Espèces en présence en fonction du type d'habitat dans les niveaux 2 et 3 et indice d'abondance associé – site d'Ar Garnel (2012) *161*
Tableau 72 : Espèces en présence en fonction du type d'habitat dans le niveau 4 et indice d'abondance associé – site d'Ar Garnel (2012) *162*
Tableau 73 : Caractéristiques des traits de chalut (GOV) (Campagne d'été) *175*
Tableau 74 : Caractéristiques des traits de chalut à perche (Campagne d'été) *176*
Tableau 75 : Caractéristiques des traits de chalut (GOV) (Campagne d'hiver) *177*
Tableau 76 : Caractéristiques des traits de chalut à perche (Campagne d'hiver) *178*
Tableau 77 : Richesses spécifiques et abondances observées (GOV) *181*
Tableau 78 : Données brutes (GOV) *182*
Tableau 79 : Indices de diversité des stations *183*
Tableau 80: Espèces présentes dans le trait N°1 ..... *192*
Tableau 81 : Tailles d'individus isolés capturés dans le trait n°1 ..... *193*
Tableau 82 : Espèces présentes dans le trait N°2 ..... *194*
Tableau 83 : Tailles d'individus isolés capturés dans le trait n° 2 ..... *195*
Tableau 84 : Espèces présentes dans le trait N°3 ..... *196*
Tableau 85 : Tailles d'individus isolés capturés dans le trait N°3 ..... *197*
Tableau 86 : Espèces présentes dans le trait N°4 ..... *198*
Tableau 87 : Espèces présentes dans le trait N°5 ..... *199*
Tableau 88 : Tailles d'individus isolés capturés dans le trait n°5 ..... *200*
Tableau 89 : Espèces présentes dans le trait N°6 ..... *201*
Tableau 90 : Tailles d'individus isolés capturés dans le trait n°6 ..... *202*
Tableau 91 : Espèces présentes dans le trait N°7 ..... *203*
Tableau 92 : Taille d'un individu isolé capturé dans le trait n°7 ..... *204*
Tableau 93 : Espèces présentes dans le trait N°8 ..... *205*
Tableau 94 : Taille d'un individu isolé capturé dans le trait n°8 ..... *206*
Tableau 95 : Espèces présentes dans le trait N°9 ..... *207*
Tableau 96 : Tailles d'individus isolés capturés dans le trait n°9 ..... *208*
Tableau 97 : Espèces présentes dans le trait N°10 ..... *208*
Tableau 98 : Tailles d'individus isolés capturés dans le trait n°10 ..... *209*
Tableau 99 : Espèces présentes dans le trait N°11 ..... *210*
Tableau 100 : Taille d'un individu isolé capturé dans le trait n°11 ..... *211*

Tableau 101 : Espèces présentes dans le trait N°12 212
Tableau 102 : Tailles d'individus isolés capturés dans le trait n°12 213
Tableau 103 : Espèces présentes dans le trait N°13 214
Tableau 104 : Tailles d'individus isolés capturés dans le trait n°13 215
Tableau 105 : Espèces présentes dans le trait N°14 216
Tableau 106 : Tailles d'individus isolés capturés dans le trait n°14 216
Tableau 107 : Richesses spécifiques, abondances et densités observées au chalut à perche 217
Tableau 108 : Données brutes (chalut à perche) 221
Tableau 109 : Indices de diversité des stations 222
Tableau 110 : Richesses spécifiques et abondances observées (GOV) 225
Tableau 111 : Données brutes (GOV) 226
Tableau 112 : Indices de diversité des stations 227
Tableau 113: Espèces présentes dans le trait N°1 236
Tableau 114 : Espèces présentes dans le trait N°2 238
Tableau 115 : Tailles d'individus isolés capturés dans le trait n° 2 239
Tableau 116 : Espèces présentes dans le trait N°3 240
Tableau 117 : Espèces présentes dans le trait N°4 242
Tableau 118 : Espèces présentes dans le trait N°5 244
Tableau 119 : Espèces présentes dans le trait N°6 246
Tableau 120 : Taille d'un individu isolé capturé dans le trait n°6 247
Tableau 121 : Espèces présentes dans le trait N°7 248
Tableau 122 : Espèces présentes dans le trait N°8 249
Tableau 123 : Espèces présentes dans le trait N°9 251
Tableau 124 : Espèces présentes dans le trait N°10 253
Tableau 125 : Espèces présentes dans le trait N°11 255
Tableau 126 : Taille d'un individu isolé capturé dans le trait n°11 257
Tableau 127 : Espèces présentes dans le trait N°12 257
Tableau 128 : Espèces présentes dans le trait N°13 259
Tableau 129 : Espèces présentes dans le trait N°14 261
Tableau 130 : Richesses spécifiques, abondances et densités observées au chalut à perche 262
Tableau 131 : Liste des taxons échantillonnés 263
Tableau 132 : Données brutes (chalut à perche) 266
Tableau 133 : Indices de diversité des stations 267
Tableau 134 : Evolution des biomasses selon la campagne saisonnière 270
Tableau 135 : Matrice de similarité entre les traits de chalut de la première campagne 272
Tableau 136 : Evolution de la richesse spécifique au cours des quatre campagnes 281
Tableau 137 : Evolution de la densité au cours des deux campagnes 282
Tableau 138 : Captures moyennes en poids (mesuré, reporté en kg), en nombre (estimé) 289
Tableau 139 : Tailles minimales, maximales, médianes et moyennes mesurées pour chaque espèce 301
Tableau 140 : Captures moyennes en poids (mesuré, reporté en kg) et en nombre (estimé) 302
Tableau 141 : Liste des espèces et nombres d'individus capturés lors des 4 campagnes d'échantillonnage de lançons sur la zone Pointe d'Armor 307
Tableau 142 : Taille à la première maturité retenues pour séparer les juvéniles des adultes dans les effectifs capturés 309
Tableau 143 : Tableau synthétique de l'analyse des vidéos tractées 328

Liste des photographies

Photographie 1 : L'Atlantic Surveyor. 19

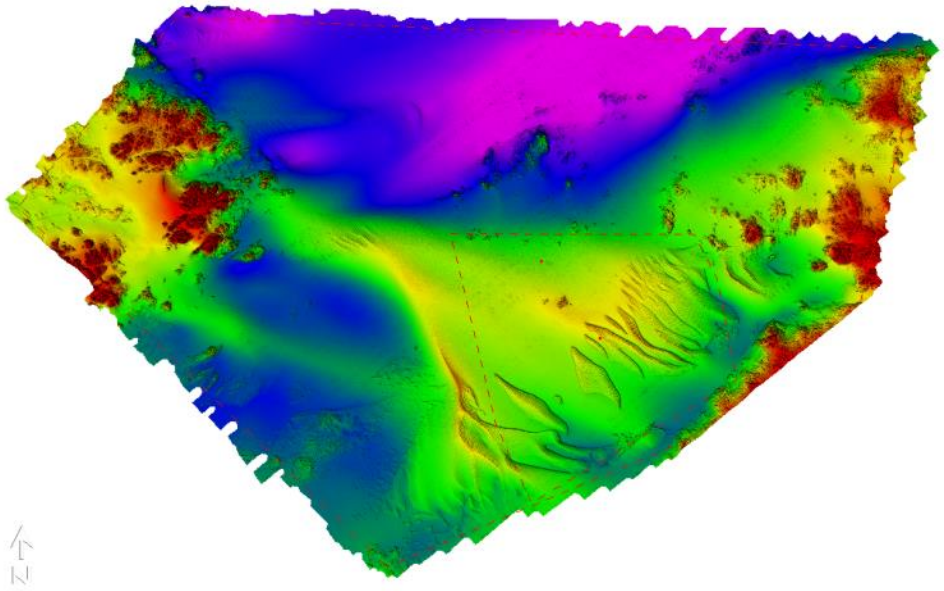
Liste des Planches

Planche 1 : Localisation de la zone d'étude et de la zone de concession 18
Planche 2 : Plan de prélèvements d'échantillons de sédiments superficiels 40
Planche 3 : Carte bathymétrique 46
Planche 4 : Position des profils bathymétriques 46
Planche 5 : Profils bathymétriques (1/2) 46
Planche 6 : Profils bathymétriques (2/2) 46
Planche 7 : Proportion des fractions granulométriques pour les échantillons 1 à 10 53
Planche 8 : Proportion des fractions granulométriques pour les échantillons 11 à 20 53
Planche 9 : Proportion des fractions granulométriques pour les échantillons 21 et A à I 53
Planche 10 : Proportion des fractions granulométriques pour les échantillons J à U 53
Planche 11 : Analyse granulométrique de l'échantillon 1 54
Planche 12 : Analyse granulométrique de l'échantillon 2 54
Planche 13 : Analyse granulométrique de l'échantillon 3 54
Planche 14 : Analyse granulométrique de l'échantillon 4 54
Planche 15 : Analyse granulométrique de l'échantillon 5 54
Planche 16 : Analyse granulométrique de l'échantillon 6 54
Planche 17 : Analyse granulométrique de l'échantillon 7 54
Planche 18 : Analyse granulométrique de l'échantillon 8 54
Planche 19 : Analyse granulométrique de l'échantillon 9 54
Planche 20 : Analyse granulométrique de l'échantillon 10 54
Planche 21 : Analyse granulométrique de l'échantillon 11 54
Planche 22 : Analyse granulométrique de l'échantillon 12 54
Planche 23 : Analyse granulométrique de l'échantillon 13 54
Planche 24 : Analyse granulométrique de l'échantillon 14 54
Planche 25 : Analyse granulométrique de l'échantillon 15 54
Planche 26 : Analyse granulométrique de l'échantillon 16 54
Planche 27 : Analyse granulométrique de l'échantillon 17 54
Planche 28 : Analyse granulométrique de l'échantillon 18 54
Planche 29 : Analyse granulométrique de l'échantillon 19 54
Planche 30 : Analyse granulométrique de l'échantillon 20 54
Planche 31 : Analyse granulométrique de l'échantillon 21 54
Planche 32 : Analyse granulométrique de l'échantillon A 54
Planche 33 : Analyse granulométrique de l'échantillon B 54
Planche 34 : Analyse granulométrique de l'échantillon C 54
Planche 35 : Analyse granulométrique de l'échantillon D 54
Planche 36 : Analyse granulométrique de l'échantillon E 54
Planche 37 : Analyse granulométrique de l'échantillon F 54
Planche 38 : Analyse granulométrique de l'échantillon G 54
Planche 39 : Analyse granulométrique de l'échantillon H 54
Planche 40 : Analyse granulométrique de l'échantillon I 54
Planche 41 : Analyse granulométrique de l'échantillon J 54
Planche 42 : Analyse granulométrique de l'échantillon K 54
Planche 43 : Analyse granulométrique de l'échantillon L 54
Planche 44 : Analyse granulométrique de l'échantillon M 54
Planche 45 : Analyse granulométrique de l'échantillon N 54
Planche 46 : Analyse granulométrique de l'échantillon Q 54
Planche 47 : Analyse granulométrique de l'échantillon R 54
Planche 48 : Analyse granulométrique de l'échantillon S 54
Planche 49 : Analyse granulométrique de l'échantillon T 54
Planche 50 : Analyse granulométrique de l'échantillon U 54
Planche 51 : Représentation de la mosaïque SONAR 58
Planche 52 : Carte morpho-sédimentaire 58
Planche 53 : Représentation de la mosaïque SONAR et localisation de quelques écho-faciès 59
Planche 54 : Représentation de la mosaïque sonar et de la position théorique des câbles 69
Planche 55 : Plan de prélèvements d'échantillons bio-sédimentaires 73

Planche 56 : Mise en œuvre des prélèvements à la benne (IN VIVO) 74
Planche 57 : Mise en œuvre des analyses bio-sédimentaires au laboratoire (IN VIVO) 74
Planche 58 : Répartition de l'abondance des espèces sur les 19 stations (1/2) 82
Planche 59: Répartition de l'abondance des espèces sur les 19 stations (2/2) 82
Planche 60 : Illustration des espèces récoltées dans les prélèvements 83
Planche 61 : Illustrations des espèces animales répertoriées sur les sites rocheux (1/4) 162
Planche 62 : Illustrations des espèces animales répertoriées sur les sites rocheux (2/4) 162
Planche 63 : Illustrations des espèces animales répertoriées sur les sites rocheux (3/4) 162
Planche 64 : Illustrations des espèces animales répertoriées sur les sites rocheux (4/4) 162
Planche 65 : Localisation des traits de chalut GOV réalisés dans la baie de Lannion 175
Planche 66 : Localisation des traits de chalut à perche réalisés dans la baie de Lannion 176
Planche 67 : Extraits vidéo des onze stations 328

Liste des annexes

Annexe A : Compte rendu de l'installation de la base GPS RTK 22
Annexe B : Plan bathymétrique au format A0 46
Annexe C : Coordonnées des profils bathymétriques 46
Annexe D : Plan morpho-sédimentaire au format A0 58
Annexe E : Etat des lieux de l'activité de pêche professionnelle en baie de Lannion 170
Annexe F : Plan du chalut GOV 174
Annexe G : Etat initial des populations de lançons 284
Annexe H : Compte rendu des travaux sur Ecologie des communautés lançons 284
Annexe I : Distribution des tailles des individus des principales espèces 324



Chapitre 1 : Etude morpho-bathymétrique et morpho-sédimentaire

1 RAPPEL DU CONTEXTE DE L'ETUDE

Dans le cadre d'un dossier réglementaire relatif à l'obtention du titre minier pour l'extraction de sable coquillier sur le site de la « Pointe d'Armor », en baie de Lannion (22), et conformément à l'article 5;5 de l'arrêté préfectoral portant autorisation d'ouverture de travaux, n°2015335-0004 du 1er décembre 2015, la Compagnie Armoricaine de Navigation (CAN) a confié à IN VIVO la réalisation d'un état de référence environnemental et halieutique.

Le site portant sur l'autorisation, s'étend sur une superficie d'environ 4 km2, et le gisement de sable en présence se situe sur la dune hydraulique dite de « Trezen ar Gorjegou ». Il est localisé majoritairement dans la partie finistérienne de la Baie de Lannion, au Nord-Est des roches du Crapaud.

La zone d'étude géophysique, demandée par IFREMER, couvre une superficie de 25 km². Elle englobe la zone de concession et s'étend des roches du Crapaud, jusqu'au plateau de la Méloine.

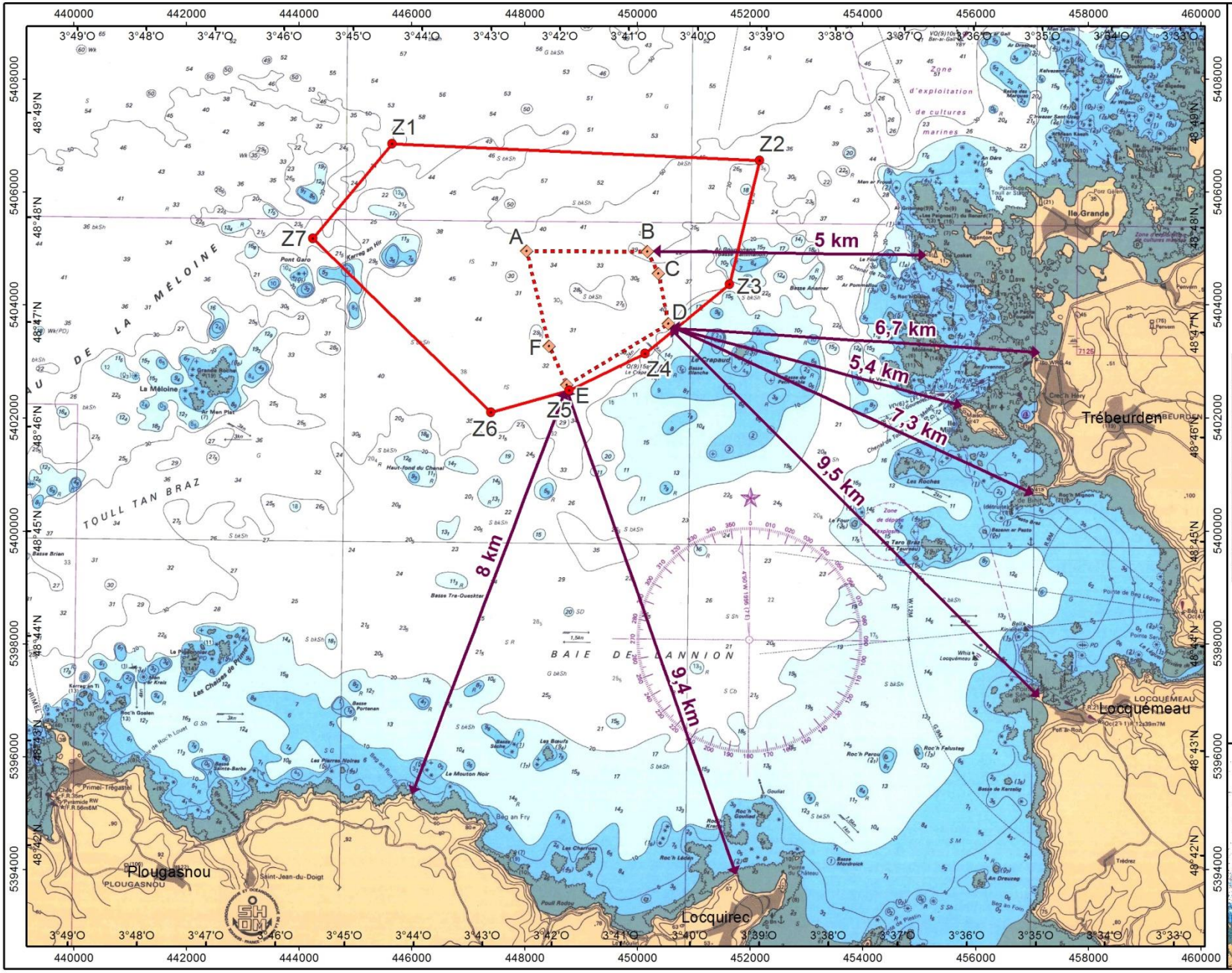
La planche suivante situe les zones d'étude et de concession dans la baie de Lannion et précise leurs coordonnées.

Planche 1 : Localisation de la zone d'étude et de la zone de concession

Le présent chapitre traite de l'étude suivante :

- **Etude morpho-bathymétrique et morpho-sédimentaire de l'état de référence.**

Localisation de la zone d'étude et de la zone de concession



Extrémités de la concession

Extrémités de la zone d'étude

Distance la plus courte à la côte

Zones d'étude

Périmètre de la concession (4 km²)

Délimitation de la zone d'étude (25 km²)

Coordonnées géographiques de la zone d'étude et de la zone de concession

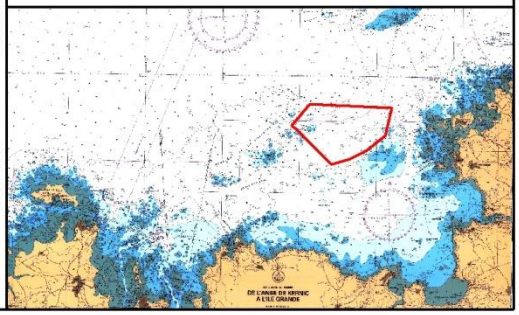
Points	Position WGS 84		Position UTM 30 N	
	Nord	Ouest	Nord	Ouest
A	48° 47' 43.370" N	3° 42' 27.120" O	5404951	448038
B	48° 47' 43.900" N	3° 40' 42.360" O	5404948	450175
C	48° 47' 31.130" N	3° 40' 32.280" O	5404552	450377
D	48° 47' 2.560" N	3° 40' 23.380" O	5403668	450551
E	48° 46' 26.980" N	3° 41' 51.180" O	5402585	448749
F	48° 46' 49.060" N	3° 42' 6.850" O	5403270	448436
Z1	48° 48' 44.460" N	3° 44' 25.296" O	5406860	445645
Z2	48° 48' 36.864" N	3° 39' 5.400" O	5406566	452167
Z3	48° 47' 25.440" N	3° 39' 30.528" O	5404365	451635
Z4	48° 46' 45.444" N	3° 40' 43.572" O	5403143	450134
Z5	48° 46' 23.838" N	3° 41' 49.098" O	5402488	448791
Z6	48° 46' 10.775" N	3° 42' 56.818" O	5402098	447405
Z7	48° 47' 49.668" N	3° 45' 33.300" O	5405182	444242

N 0 0.5 1 1.5 2 km

0 0.25 0.5 0.75 1 NM

Projection : WGS 1984 UTM Zone 30N

Format original : A4 - Echelle : 1:100 000



Préparation et réalisation : Alexandre CERRUTI, ©IN VIVO - Date : mars 2016 - Ref : REPPTEARMOR15 - Sources : SHOM

2 DEROULEMENT DES OPERATIONS EN MER

2.1 MOYENS A LA MER

Les mesures géophysiques ont été réalisées à partir de l'Atlantic Surveyor, navire océanographique de 20m, appartenant à In Vivo.

Photographie 1 : L'Atlantic Surveyor.

2.2 DATES D'INTERVENTION

Le déroulement de la mission est résumé dans le tableau suivant :

DATE	OPERATIONS REALISEES
21-23/07/15	Mobilisation du matériel
23/07/15	Transit du navire entre Concarneau et Roscoff
24-27/07/15	Standby météo
28/07/15	Installation de la base GPS et calibration de la chaîne d'acquisition
29/07-01/08/15	Acquisition géophysique
05/08/15	Soumission d'un plan d'échantillonnage de prélèvements bio-sédimentaires à IFREMER
06/08/15	Plan d'échantillonnage de prélèvements bio-sédimentaires validé
17-18/08/15	Prélèvement bio-sédimentaires et prises vidéo

Tableau 1 : Déroulement des opérations fin Juillet, mi-Août 2015

3 MATERIELS ET METHODES

3.1 SYSTEME DE COORDONNEES ET GEODESIE

3.1.1 Système géodésique utilisé – Constantes du système

Le système géodésique de référence utilisé pour cette étude est l'ETRS 1989 (European Terrestrial Reference System). L'ellipsoïde associé, l'IAG GRS-1980 (Geodetic Reference System mis en place en 1980 par l'*International Association of Geodesy)*, est défini par les constantes suivantes :

- Demi-grand axe : a = 6 378 137 m ;
- Aplatissement Inverse : 1/f = 298.257 223 563.

3.1.2 Projection adoptée – Constantes de la représentation

Afin d'obtenir une représentation plane cartographique des mesures, les coordonnées géographiques exprimées dans le système ETRS 1989 doivent être projetées. La projection utilisée est la projection UTM 30N (Universal Transverse Mercator, zone 30 Nord). Elle est définie par les paramètres suivants :

- Zone d'application : 6° Ouest à 0°Greenwich ;
- Longitude origine ou méridien central de la projection : 3°W /Greenwich ;
- Latitude origine : 0°N ;
- Constante Est (Eo) : 500 000 m ;
- Constante Nord (No) : 0 m ;
- Facteur d'échelle (ko) : 0.9996.

3.2 POSITIONNEMENT DU LEVE GEOPHYSIQUE

3.2.1 Principe

Le levé bathymétrique au sondeur multifaisceaux, nécessite un système de positionnement précis. Pour cette opération, IN VIVO a utilisé un positionnement par satellites (GPS, Global Positioning System) en mode RTK (Real Time Kinematic), de précision centimétrique. Son principe repose sur le calcul d'une correction de position effectuée au niveau d'une station de base implantée sur un point de coordonnées connues, et la transmission instantanée par liaison radio de cette correction altimétrique et planimétrique vers le GPS mobile installé sur le bateau ou sur le dos de l'opérateur (Figure 1).

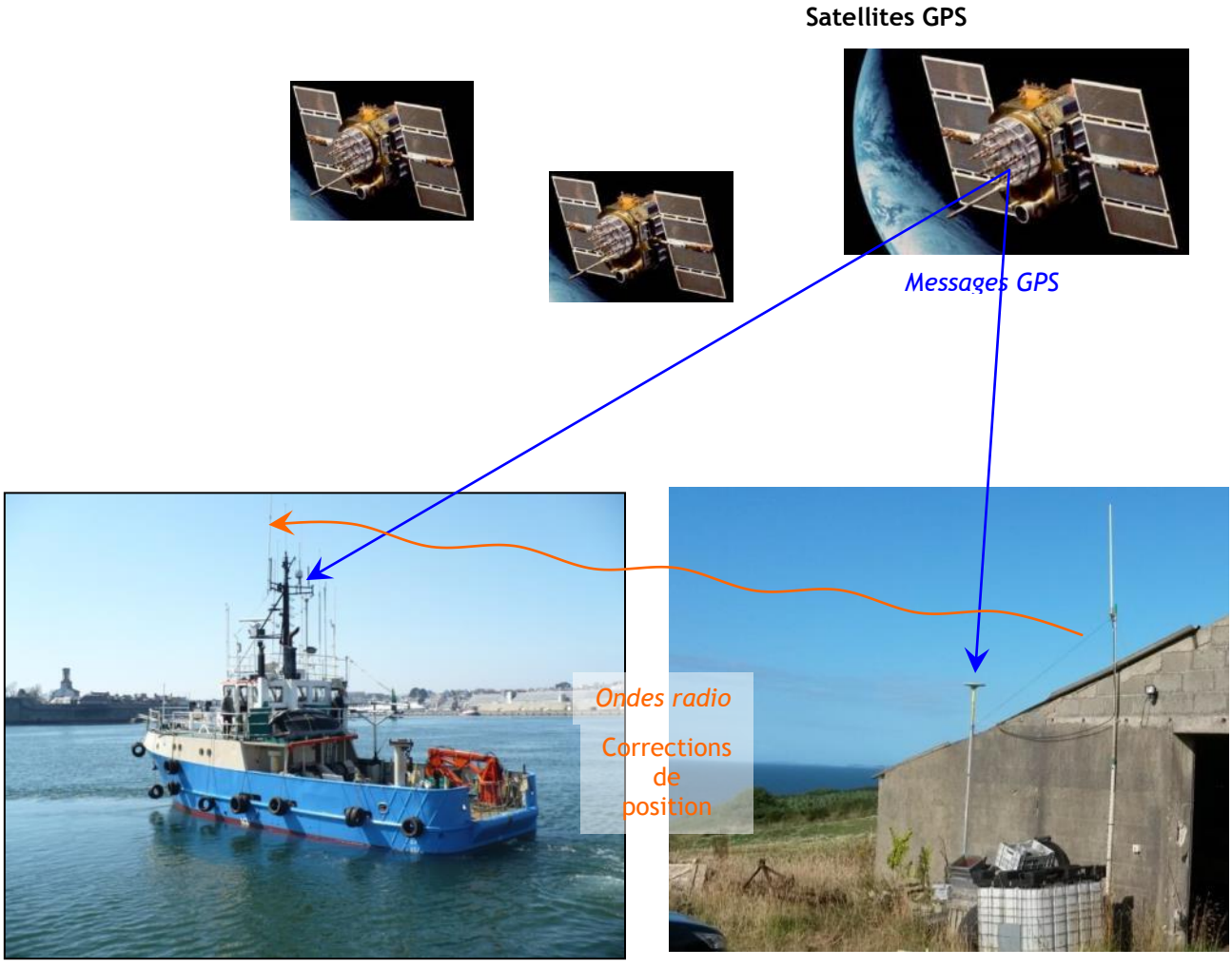


Figure 1 : Base GPS implantée sur la station de référence (à droite), transmettant des corrections de position par radio au GPS mobile installé à bord de l'Atlantic Surveyor (à gauche) (IN VIVO, 2015)

Le système de positionnement RTK permet d'obtenir une précision centimétrique, d'autant meilleure que le récepteur mobile évolue à proximité de la station de base. D'après les spécifications du constructeur, l'incertitude est :

- en planimétrie, de l'ordre de 1cm +/- 1 ppm, soit 1 centimètre +/- 1 millimètre par kilomètre séparant le mobile de la station de base,
- en altimétrie, de l'ordre de 2 cm +/- 2 ppm, soit 2 centimètres +/- 2 millimètres par kilomètre séparant le mobile de la station de base.

3.2.2 Description du matériel

L'installation comprend les éléments suivants :

- un GPS Trimble 5700 configuré comme station de base ;
- un GPS CODA OCTOPUS mobile. Ce récepteur est installé sur le bateau pour les levés bathymétriques ;
- un carnet de terrain électronique (Trimble Survey Controller) permettant de configurer les GPS ;
- un système de liaison radio UHF, permettant la transmission des corrections des positions de la base vers le mobile.

3.2.3 Point géodésique de référence à terre

Le compte rendu détaillé de l'installation de la base GPS est disponible dans l'annexe suivante :

Annexe A : Compte rendu de l'installation de la base GPS RTK

Les éléments suivants sont extraits du compte rendu.

Le mardi 28 août 2015, IN VIVO a procédé à l'installation d'une base GPS RTK chez un particulier à Saint-Jean-du-Doigt, à un emplacement utilisé par IN VIVO en 2012, lors d'une précédente campagne de mesures géophysiques.

L'antenne GPS a été fixée sur un support métallique en place, au sommet d'un pignon de hangar. L'antenne était fixée au-dessus du montant par 2 mâtereaux de 25 cm chacun.

Les coordonnées de la base GPS RTK, référencée à la base de l'antenne, soit 50 centimètres au-dessus du montant métallique (référence), sont les suivantes :

	UTM30N		ETRS89		Hauteur ellipsoïdale (m)	Elévation NGF (m)
	E(m)	N(m)	LATITUDE	LONGITUDE		
Base REGIMONT	444643.26	5394922.11	48° 42' 17.55147" N	3° 45' 08.34460" W	124.015	74.045

Tableau 2 : Coordonnées de la base GPS RTK REGIMONT IN VIVO 2015 (IN VIVO).

La figure suivante présente des photos de la base GPS en position.

Figure 2 : Base GPS implantée au-dessus d'un hangar à Saint-Jean-du-Doigt (IN VIVO)

Le récepteur GPS a été programmé pour démarrer automatiquement, avec une hauteur d'antenne GPS fixée à 0.5 m (base de l'antenne au-dessus du point de référence), l'élévation ayant été référencée par rapport à l'extrémité haute du montant fixé sur le pignon du hangar (Elévation NGF : 73.545 m).

3.2.3.1 Contrôles

Afin de vérifier la justesse des corrections de la base GPS implantée par IN VIVO, un levé de contrôle a été effectué sur des repères de nivellement et des bornes géodésiques de l'IGN.

La bonne implantation de la base a été contrôlée sur plusieurs points dont :

- Un repère implanté par IN VIVO en 2012 (Regimon_ctrl) ;
- Une borne géodésique de l'IGN : borne N°2925103 ;
- Trois repères de nivellement : repères N°RN NRK3-251, RN NRK3-222 et RN NRK3-229bis

La comparaison des coordonnées théoriques des points de contrôle avec les coordonnées mesurées (cf. Annexe A pour le détail) met en évidence un écart inférieur à 5 cm en planimétrie et des écarts inférieurs à 4 cm en altimétrie.

Le tableau suivant synthétise les résultats du contrôle de positionnement :

		LAMBERT 93			ΔX (m)	ΔY (m)	ΔZ (m)
Nom du point		**Est (m)**	**Nord (m)**	**Elévation (m IGN_{69})**			
Repère Régimont_ctrl	**Mesure 2012**	203697,934	6866183,778	71,884	+0,013	+0,001	+0,023
	Mesure 2015	203697,947	6866183,779	71,907			
RN NRK3-251	**X Y 2012 Z IGN**	204097,749	6866004,880	86,234	-0,024	-0,042	+0,003
	Mesure 2015	204097,725	6866004,838	86,237			
Borne IGN N° 2925103	**X Y Z IGN**	203286,55	6866374,44	78,19	+0,006	-0,008	+0,029
	Mesure 2015	203286,556	6866374,432	78,219			
RN NRK3-222	**X Y 2012 Z IGN**	201280,489	6864655,981	74,718	-0,035	-0,031	-0,035
	Mesure 2015	201280,454	6864655,950	74,683			
RN NRK3-229bis	**X Y 2012 Z IGN**	199380,261	6867486,686	6,992	-0,004	+0,003	+0,007
	Mesure 2015	199380,257	6867486,689	6,999			

Tableau 3 : Synthèse des mesures de contrôle de la base GPS (IN VIVO 2015)

Les résultats valident la qualité du positionnement tant en planimétrie qu'en altimétrie.

3.2.4 Offset du navire et point de référence sur le navire

Un point de référence, par rapport auquel sont positionnés les différents instruments, a été défini sur le navire. Ce point de référence est le point de coordonnées (0, 0, 0) du référentiel "bateau". La position des différents instruments sur le navire est renseignée par les coordonnées x, y, z calées sur cette origine. Le centre acoustique du sondeur multifaisceaux est pris comme origine altimétrique (z).

Les antennes GPS (primaire et secondaire) sont installées sur un point haut du navire, dégagé de toute obstruction pouvant masquer les communications entre les satellites et les antennes en question.

Le sondeur multifaisceaux est installé à l'extrémité basse d'une perche latérale, sur tribord.

La distance entre tous ces points est mesurée précisément par rapport au point de référence (offsets), et les coordonnées ainsi déterminées sont directement entrées dans le logiciel d'acquisition Hypack.

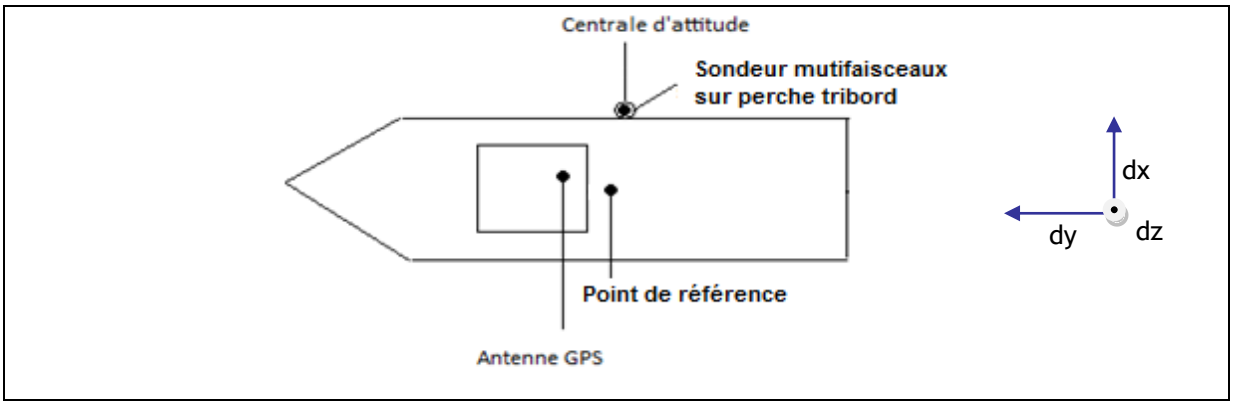


Figure 3 : Représentation schématique des offsets sur l'Atlantique Surveyor.

Le tableau suivant fournit les coordonnées de chaque instrument, relativement au point de référence.

SYSTEME	Dx (m)	Dy (m)	Dz (m)
Antenne GPS principale	-0.61	1.71	-6.93
Antenne GPS secondaire	0.50	1.69	-6.93
Centrale D'attitude	3.13	0.04	2.23
Sondeur Multifaisceaux	3.13	-0.06	2.49
Point traction SONAR	0.00	-7.74	NA

Tableau 4 : Offsets de l'Atlantique Surveyor renseignés dans la centrale inertielle.

Pour cette mission IN VIVO a mis en œuvre une centrale inertielle (positionnement et attitude). Celle-ci a été configurée avec les offsets présentés dans le tableau précédent de manière à ce qu'elle transmette spécifiquement, en temps réel, la position et l'attitude du sondeur multifaisceaux.

Vis-à-vis du logiciel de navigation et d'acquisition, les positions de l'antenne GPS, du sondeur, et de la centrale d'attitude, par rapport au centre de gravité du navire, étaient donc identiques.

Aussi, Hypack a été configuré avec les offsets suivants :

SYSTEME	Dx (m)	Dy (m)	Dz (m)
GPS	3.13	-0.06	2.49
Sondeur Multifaisceaux	3.13	-0.06	2.49
Centrale D'attitude	3.13	-0.06	2.49

Tableau 5 : Offsets de l'Atlantique Surveyor renseignés dans le logiciel Hypack®.

3.3 BATHYMETRIE MULTIFAISCEAUX

3.3.1 Principe de fonctionnement

L'acquisition bathymétrique au moyen d'un sondeur multifaisceaux permet d'obtenir, de manière très précise et rapide, des relevés du relief sous-marin. Contrairement à un sondeur monofaisceau, le sondeur multifaisceaux mesure simultanément la profondeur selon plusieurs directions, déterminées par les faisceaux de réception du système (Figure 4).

Ces faisceaux forment une fauchée perpendiculaire à l'axe du navire. On explore ainsi le fond sur une large bande (de l'ordre de 3 à 7 fois la profondeur), avec une grande résolution. La plupart des sondeurs multifaisceaux fonctionnent selon la technique dite des faisceaux croisés. En effet, une impulsion sonore est émise au travers d'un lobe d'émission étroit dans la direction longitudinale (de l'ordre de 1 à 5 degrés) et ouvert dans la direction transversale (entre 60 et 120 degrés pour le système utilisé).

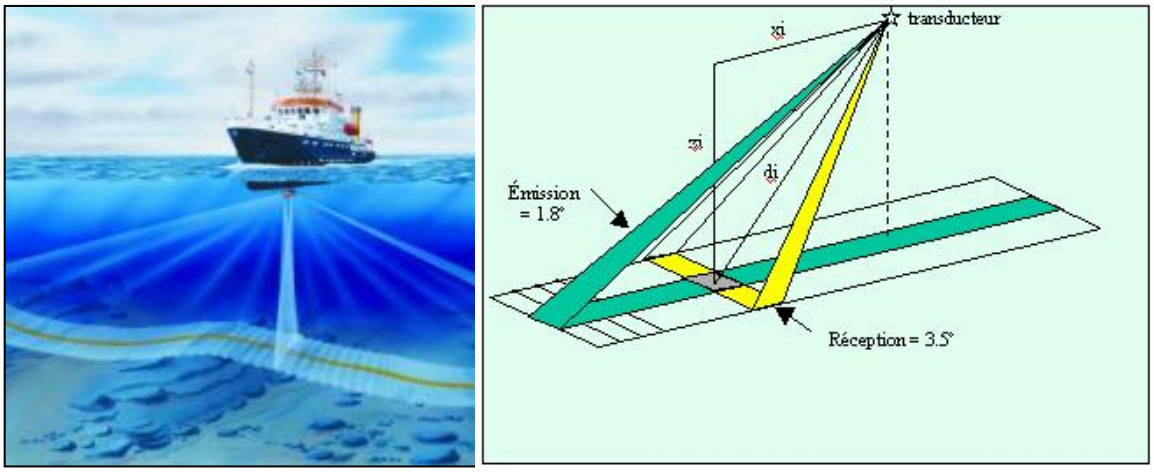


Figure 4 : Principe d'émission - réception du sondeur multifaisceaux (source : ODOM et Ifremer)

La profondeur est ensuite calculée en fonction de la vitesse du son par la relation suivante :

$$P = c \times \frac{dt}{2}$$

Avec :

- P : profondeur (m),
- c : célérité du son (m/s),
- dt : durée du trajet navire-fond-navire (s).

Ainsi, le sondeur multifaisceaux présente deux avantages par rapport au sondeur mono faisceau :

- prospection d'une bande plus large ;
- résolution optimale (d'autant meilleure que les faisceaux sont étroits).

3.3.2 Matériel utilisé

3.3.2.1 Sondeur multifaisceaux

L'acquisition bathymétrique a été réalisée au moyen d'un sondeur multifaisceaux R2SONIC 2024 (Figure 5). Ce sondeur est spécialement conçu pour la prospection en petits fonds.

Figure 5 : Photographie du sondeur multifaisceaux R2SONIC 2024 à gauche et le boitier de contrôle à droite (source : R2SONIC).

Pour restituer avec précision la position absolue des sondes mesurées, le sondeur multifaisceaux doit être couplé à des instruments complémentaires dont la liste suit.

3.3.2.2 Centrale de positionnement et d'attitude – CODA OCTOPUS F180R

Le sondeur multifaisceaux "balaye" latéralement le fond, ce qui génère en cas de roulis, tangage et pilonnement du navire, un positionnement et un calcul de sonde erronés. Pour pallier ces erreurs, il est indispensable de mesurer en temps réel l'attitude du navire et de l'intégrer au logiciel d'acquisition.

Pour ce faire, nous avons utilisé une centrale inertielle F180R développée par la société CODA OCTOPUS (Figure 6). La centrale F180R permet de mesurer la position du navire en mode RTK (correction par radio) et son attitude (dont le cap) précisément. Ces mesures sont intégrées en temps réel durant le levé bathymétrique.

Figure 6 : Centrale CODA OCTOPUS (source : CODA OCTOPUS).

3.3.2.3 Célérimètre

La vitesse du son dans l'eau est fonction de la salinité (conductivité C), de la température (T), et de la pression (profondeur D). Afin de déterminer précisément la célérité de l'onde acoustique générée par le sondeur multifaisceaux le long de la colonne d'eau, il est nécessaire d'établir un profil de célérité.

Pour cela une sonde mini SVP développée par la société Valeport a été utilisée.

Figure 7 : Sonde mini SVP (oceanscan.net)

Par ailleurs la valeur de célérité au niveau du sondeur est mesurée en temps réel grâce à une sonde mini SVS, également développée par la société Valeport. Celle-ci est installée sur le support du sondeur et fournit des données en temps réel.

Figure 8 : Sonde mini SVS (oceanscan.net)

3.3.3 Paramètres d'acquisition

3.3.3.1 Caractéristiques techniques du sondeur multifaisceaux

Le sondeur multifaisceaux R2SONIC 2024, idéal pour la prospection de petits fonds, possède les caractéristiques techniques suivantes, dans la configuration adoptée pour ce levé :

Fréquence	700 kHz
Ouverture des faisceaux	Limité à 130°
Nombre de faisceaux	256
Interfaçage	Logiciel de navigation Hypack / Hysweep

Tableau 6 : Principales caractéristiques du R2SONIC 2024 HD.

3.3.3.2 Calibration multifaisceaux.

L'installation d'un sondeur multifaisceaux sur un navire ne peut garantir un alignement parfait entre la tête du sondeur et la centrale d'attitude, il existe des biais d'alignement. Pour connaitre précisément l'attitude du sondeur (roulis, tangage, lacet), il est nécessaire de compenser ces biais d'alignement. Pour ce faire, des calibrations sont effectuées préalablement au levé. Ces calibrations sont communément rassemblées sous le terme générique de « Patch test ».

Les valeurs de calibration obtenues pour cette étude sont consignées dans le tableau suivant :

Paramètres	Réglage effectué
Lacet	0.5°
Tangage	0.0°
Roulis	-0.02
Latence	0.00 ms

Tableau 7 : Paramètres de calibration du sondeur multifaisceaux sur l'Atlantic Surveyor.

3.3.3.3 Principe de calcul de la correction de marée

Le système de positionnement RTK permet d'obtenir en temps réel la hauteur de l'antenne GPS fixée sur l'embarcation par rapport à l'ellipsoïde IAG GRS 1980 (altitude GPS, aussi appelée hauteur ellipsoïdale).

Pour déterminer l'ondulation du plan d'eau liée à la marée, il est nécessaire d'utiliser un modèle qui donne le décalage entre l'ellipsoïde IAG GRS 1980 et le géoïde, ou directement l'écart avec la référence terrestre d'altitude zéro (en l'occurrence le zéro IGN_{69}, système de référence en métropole française).

Le géoïde est une surface équipotentielle du champ de gravité, assez proche du niveau moyen des mers. Il est l'origine théorique des altitudes orthométriques. La surface de cote 0 du nivellement IGN_{69} n'est cependant pas exactement le géoïde, mais une surface assez proche de celle-ci (source : IGN).

Le logiciel de navigation et d'acquisition de données Hypack intègre le calcul de l'ondulation en temps réel et permet d'obtenir des sondes exprimées dans le système IGN_{69}.

3.3.3.4 Rattachement des cotes bathymétriques aux hauteurs ellipsoïdales

Les sondes bathymétriques exprimées en Cote Marine (CM) ont été obtenues grâce au modèle RAF09 développé par l'Institut National Géographique (IGN), et à une valeur de translation fournie par le SHOM dans son ouvrage « Références altimétriques et maritimes de 2014 », pour le port de référence le plus proche.

Le modèle RAF09 permet d'exprimer les hauteurs ellipsoïdales en cote IGN_{69}. La valeur de translation du SHOM permet de convertir les cotes IGN_{69} en Cotes Marines.

La valeur de translation fournie par le SHOM, applicable à la zone d'étude, s'exprime comme suit :

0 m CM = - 4.764 m IGN_{69}

Cette valeur est associée au port de Roscoff, port de référence de la zone à marée considérée. Le logiciel de navigation et d'acquisition Hypack intègre cette valeur, ce qui permet d'exprimer, au choix et selon les besoins, les sondes directement en Cotes Marines ou dans le système IGN_{69}.

Le schéma de principe suivant synthétise l'ensemble des niveaux et références utilisés pour calculer les profondeurs en Cote Marine, dans le cadre de cette étude.

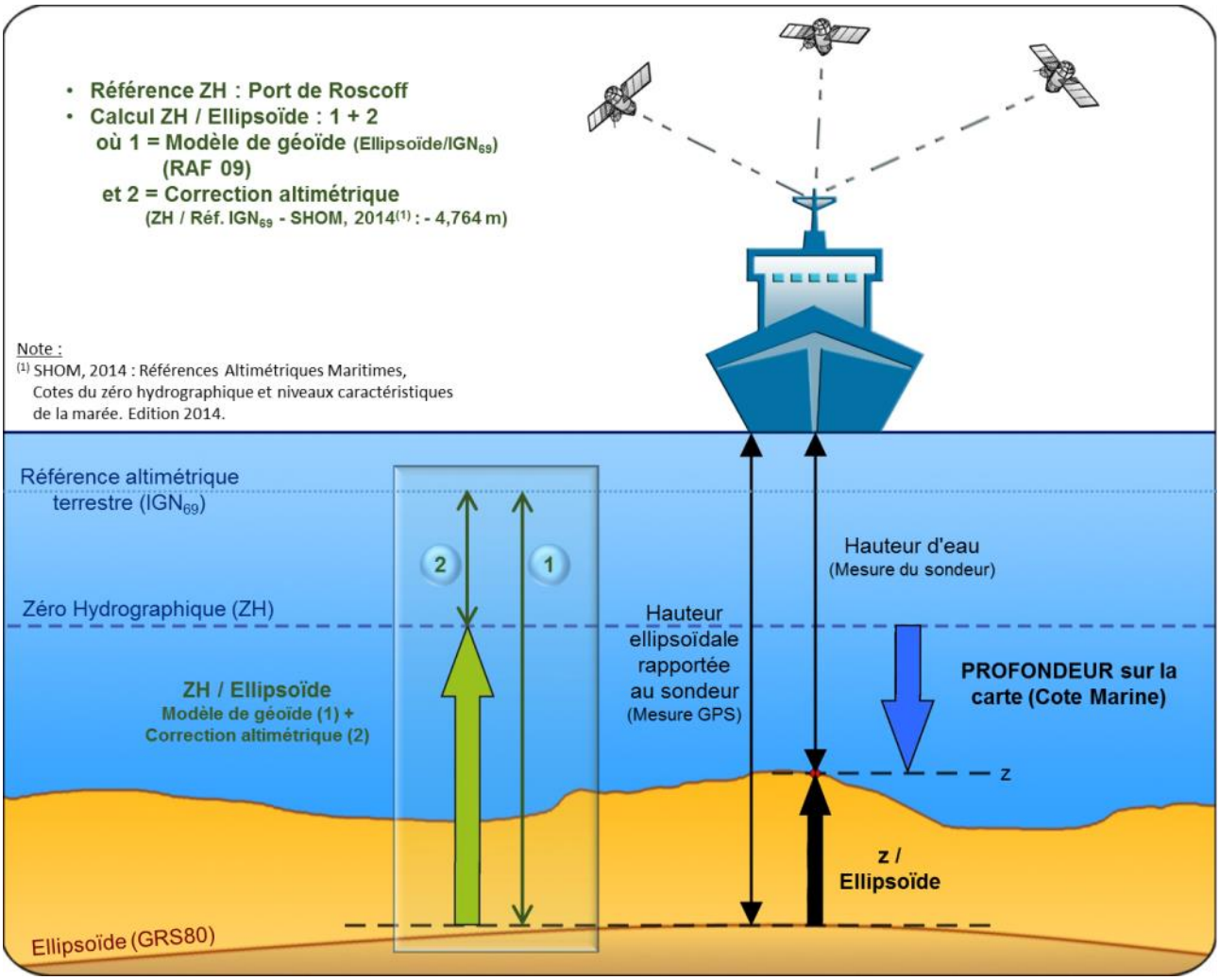


Figure 9 : Représentation schématique du calcul de la profondeur en Cote Marine (IN VIVO)

3.3.4 Plan d'acquisition

La zone du levé couvre une surface d'environ 25 km², à l'ouest/sud-ouest de Trébeurden. La bathymétrie y varie de manière importante, ce qui impose un plan d'échantillonnage à espacement variable entre les lignes d'acquisition.

Dans le cas présent, l'interligne a évolué entre 10 et 50m suivant la profondeur rencontrée. Par ailleurs, des lignes intermédiaires ont été levées par endroit de manière à garantir une couverture totale de la zone.

Les traces des lignes d'acquisition sont présentées sur la figure suivante :

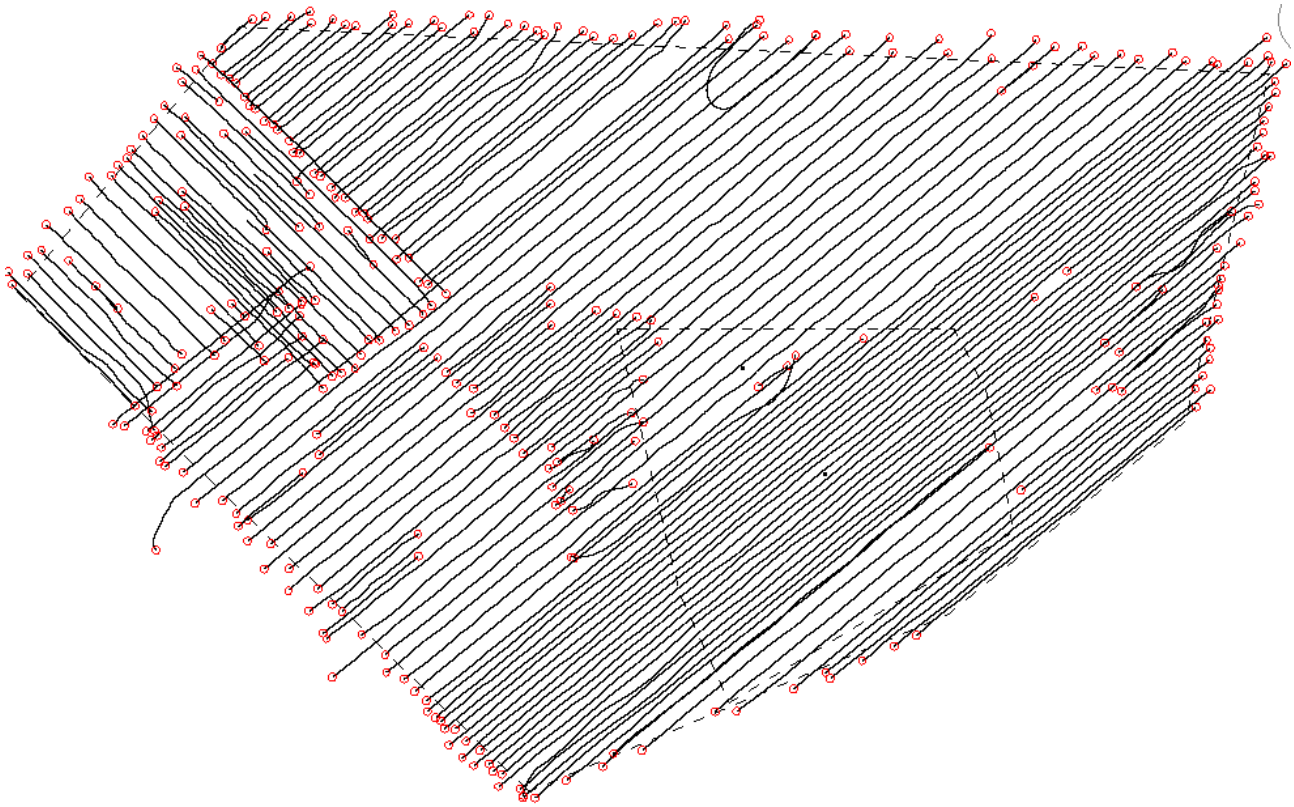


Figure 10 : Trace du navire pour le levé bathymétrique (IN VIVO)

3.3.5 Traitement des données

Le traitement des données bathymétriques a été réalisé à l'aide du module «Multi Beam Editor» du logiciel Hysweep.

Le traitement des données bathymétriques se décompose en plusieurs étapes :

- Phase 1 :
  - Correction des sondes de la marée (si nécessaire),
  - Correction des sondes grâce à un enregistrement de la célérité en fonction de la profondeur,
  - Application des valeurs de calibration et des offsets (si nécessaire),
  - Contrôle qualité de la marée et de l'attitude du bateau (roulis, tangage, cap et pilonnement).
- Phase 2 :
  - Les fichiers de sondes sont examinés un par un ; des filtres automatiques et manuels sont utilisés pour éliminer les sondes erronées.
- Phase 3 :
  - Les données traitées sont sauvegardées dans un fichier au format de type XYZ.
  - Ces fichiers XYZ permettent ensuite de réaliser un modèle numérique de terrain (MNT), à partir duquel les isobathes sont générées.

3.4 IMAGERIE AU SONAR A BALAYAGE LATERAL

Le SONAR à balayage latéral permet la réalisation en continu d'une représentation morpho-sédimentaire des fonds marins. Il produit une image acoustique qui permet de délimiter avec précision les différents ensembles structuraux (affleurements rocheux, sédiments meubles, herbiers, etc. …).
Les résultats issus du levé au SONAR doivent être validés et complétés par des analyses granulométriques effectuées sur des sédiments prélevés sur zone.

3.4.1 Principe de fonctionnement

Le principe de fonctionnement d'un SONAR à balayage latéral repose sur la variation du coefficient de rétrodiffusion du fond.

Un signal acoustique est émis par deux transducteurs, situés de part et d'autre du SONAR tracté. Ce signal est renvoyé par le fond. Une fois capté par les transducteurs du SONAR, le signal réfléchi est transformé en un signal électrique, puis traité de manière à reconstituer une image acoustique du fond marin.

L'image ainsi construite présente des nuances de gris, variables selon la nature et la forme du fond. Classiquement, un enregistrement clair traduit un sédiment meuble (vase), de granulométrie fine, tandis qu'un enregistrement foncé traduit un substrat dur, de granulométrie plus grossière. Parallèlement, la structure du fond ou les objets qui y reposent constitue des obstacles acoustiques pour l'onde incidente, ce qui génère une ombre en aval des obstacles (voir schéma de principe ci-dessous). La taille de l'ombre apporte une indication sur la hauteur de l'obstacle, et donc sur la taille même de celui-ci.

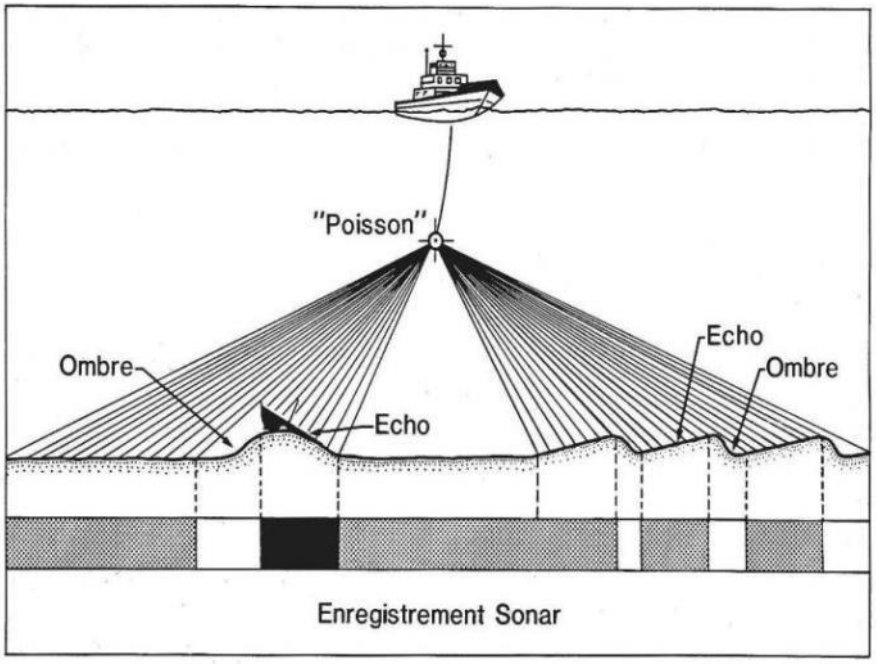


Figure 11 : Illustration de fonctionnement du SONAR latéral (IFREMER).

En pratique, le poisson est tracté derrière le bateau de manière à ce qu'il reste à une altitude stable comprise entre 5 à 10 mètres au-dessus du fond. Sa position dépend de la vitesse du navire et de la longueur de câble filé (communément appelée layback par les anglais). Celle-ci est recalculée en temps réel à partir de la position du navire et du layback par le logiciel d'acquisition DELPH SONAR® d'IXBLUE. Par ailleurs, la position des bandes SONAR est également ajustée par comparaison avec les données bathymétriques acquises dans le même temps.

Calibration des bandes SONAR :

Des prélèvements de sédiments superficiels permettent de « calibrer » les bandes SONAR. En effet, le dire d'expert seul ne permet pas de garantir une interprétation juste des nuances de teinte de la mosaïque constituée de toutes les bandes SONAR. Aussi, des échantillons de sédiments superficiels sont prélevés grâce à une benne, puis analysés en laboratoire pour en déterminer la granulométrie. Idéalement, le plan d'échantillonnage des points de prélèvements est établi après une première interprétation des bandes SONAR de manière à identifier les différents faciès.

Le chapitre 3.5 (page 39) présente le matériel et la méthode mis en œuvre pour effectuer les prélèvements et analyser les échantillons.

3.4.2 Matériel utilisé

Le SONAR latéral mis en œuvre pour cette campagne est le modèle 4200 MP de la marque EDGETECH.

Ce SONAR, d'une longueur de 1.25 mètre, est constitué de transducteurs situés de part et d'autre du poisson (Émission/Réception du signal) qui émettent une double impulsion à chaque émission. Cela permet d'atteindre une vitesse d'acquisition plus rapide (jusqu'à 10 nœuds) ou une meilleure insonification du fond pour la détection d'objet.

Ce SONAR est équipé d'un capteur de pression et d'une centrale d'attitude pour la détermination en temps réel de sa profondeur et de son attitude dans la colonne d'eau.

Les paramètres d'acquisition utilisés sur ce projet sont décrits dans le tableau suivant :

Paramètres	Réglage effectué
Fréquence d'acquisition	300/900 kHz
Portée latérale	50 m à 100 m
Câble filé	15 m à 230 m

Tableau 8 : Paramètres de l'acquisition SONAR.

La chaîne d'acquisition se compose des éléments suivants :

- Un SONAR tracté numérique bi-fréquences 300/900 KHz, le EDGETECH 4200 MP.
- Un câble électro-porteur coaxial monté sur treuil à contact tournant (AGO CSW-7) qui assure le remorquage du « poisson », son alimentation et la transmission des données.
- Un boitier d'acquisition de surface de type 701-DL.
- Un ordinateur qui enregistre en temps réel les données numériques à l'aide du logiciel DELPH SONAR ACQUISITION® (IXBLUE).

La figure suivante présente deux photos de préparation et mise à l'eau du SONAR à bord de l'Atlantic Surveyor.

Figure 12 : Préparation et mise à l'eau du SONAR EDGETECH 4200 MP

3.4.3 Plan d'acquisition

Le plan d'acquisition SONAR est identique à celui de la prospection bathymétrique, à l'exception de la zone rocheuse située à l'ouest de la zone d'étude. Pour des raisons de sécurité du personnel et du matériel, le SONAR n'a pas été mis en oeuvre sur cette zone trop accidentée.

La figure suivante présente le plan de position des lignes SONAR.

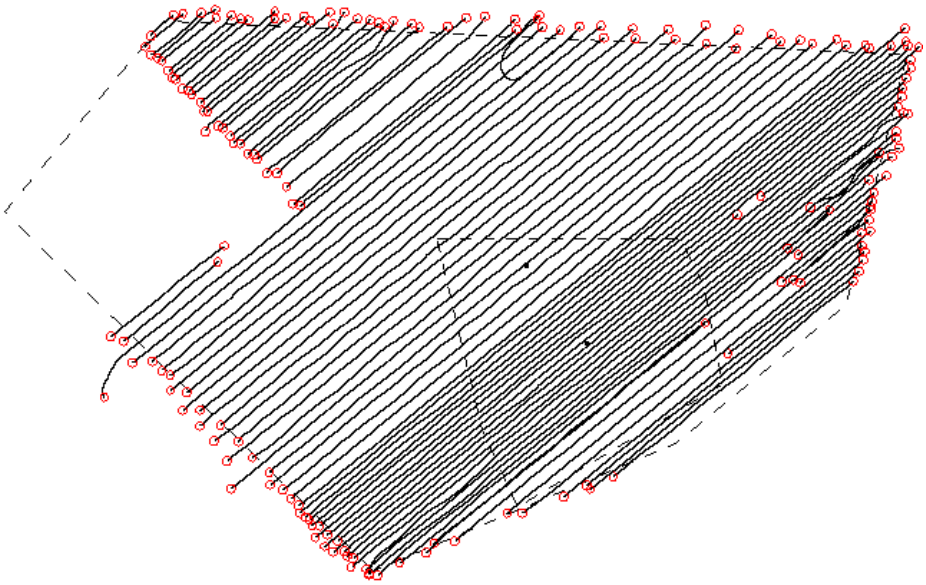


Figure 13 : Trace du navire pour le levé SONAR (IN VIVO)

3.4.4 Interfaçage logiciel

Le boitier de surface est relié à un PC dédié à l'acquisition SONAR *via* un câble réseau Ethernet. Deux logiciels complémentaires ont été utilisés en parallèle lors de l'acquisition pour optimiser la qualité des images SONAR :

- DELPH SONAR ACQUISITION® qui gère l'enregistrement des données et l'émission des impulsions acoustiques ;
- EDGETECH DISCOVER® qui fournit les paramétrages d'acquisition tels que les portées latérales des haute et basse fréquences, et les réglages de gain et de puissance à optimiser en temps réel en fonction des fonds rencontrés.

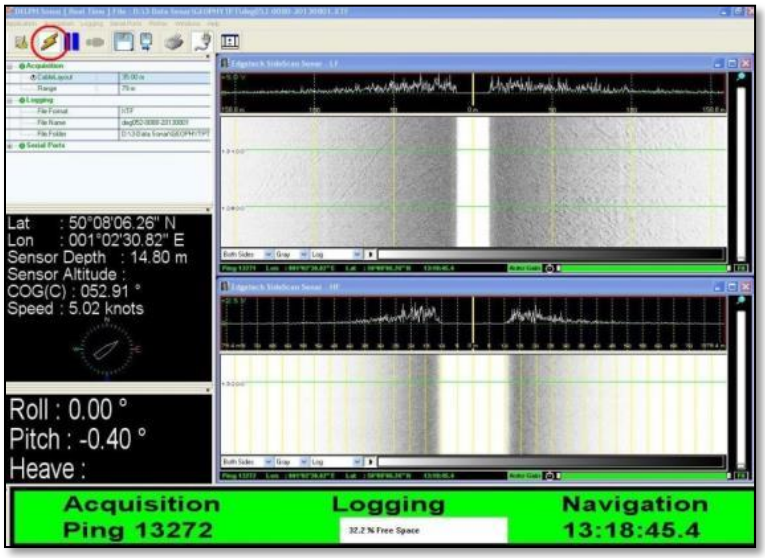


Figure 14 : Interface graphique du logiciel DELPH SONAR ACQUISITION (IN VIVO, 2013)

3.4.5 Traitement des données

L'étape de traitement consiste, tout d'abord, à normaliser l'intensité du signal SONAR de manière à obtenir une image du fond représentative de la variabilité de sa nature et non pas de la variabilité du signal induite par les variations de profondeur du SONAR, où les ajustements de gain effectués par l'opérateur.

Cette normalisation du signal s'effectue grâce à des gains variables en fonction du signal des bandes à traiter.

Le niveau du signal acoustique émis puis rétrodiffusé par une cible, ou le fond de la mer, aura subi une atténuation lors du trajet aller-retour.

L'utilisation d'un gain TVG (Time Variable Gain) permet d'obtenir un signal normalisé sur la largeur de la fauchée. Cela se traduit par :

- Une augmentation ou diminution moyenne de la force du signal pour mettre en évidence les informations recherchées (nature et structures du fond) ;
- Une correction de l'atténuation du signal acoustique sur les bords de la fauchée.

Après la normalisation du signal, il s'agit de construire une image mosaïque (géo-référencée) par la fusion de toutes les bandes SONAR acquises. Cette image est ensuite exportée vers un logiciel de Système d'Information Géographique (SIG) pour procéder à son interprétation puis à la représentation cartographique.

3.5 GRANULOMETRIE DES SEDIMENTS SUPERFICIELS

La connaissance de la granulométrie des sédiments superficiels permet de calibrer les bandes SONAR et d'aider à l'interprétation morpho-sédimentaire du site.

3.5.1 Principe des prélèvements

La connaissance de la granulométrie des sédiments superficiels repose sur des analyses effectuées sur des échantillons prélevés à l'occasion d'une campagne de prélèvements sur site.

Les prélèvements sont effectués suivant un plan d'échantillonnage préétabli (*cf.* plan d'échantillonnage chap. 3.5.2, page 40), grâce à une benne, dont le type varie en fonction de la qualité du sédiment et des protocoles mis en œuvre.

Pour cette étude, les prélèvements ont été réalisés au moyen d'une benne Day (benne de type Van Veen). Elle permet d'échantillonner 0.1 m^2 de sédiment à chaque coup de benne, surface « normée » dans les protocoles de prélèvement du macrobenthos.

Les prélèvements sont qualifiés de « prélèvements sédimentaires » lorsqu'ils permettent de caractériser uniquement les propriétés physico-chimiques du sédiment, et de prélèvements « bio-sédimentaires » lorsqu'ils permettent de qualifier, en plus, la faune qui y réside (grâce à des analyses complémentaires).

La photographie suivante illustre un exemple de mise en œuvre d'une benne de type Day, utilisée dans la présente étude.

Figure 15 : Illustration de la mise en œuvre d'une benne pour le prélèvement de sédiments

Pour les besoins de la caractérisation de la granulométrie, chaque station a fait l'objet d'au moins un coup de benne afin d'obtenir une quantité de sédiment suffisante pour les analyses.

3.5.2 Plan de positionnement des stations de prélèvements

Pour cette étude, le plan d'échantillonnage est constitué de 40 stations, dont 19 stations sont utilisées par ailleurs pour la caractérisation du benthos (stations bio-sédimentaires, chapitre 2.2.1, page 73).

La planche suivante présente le plan d'échantillonnage de l'ensemble des stations de prélèvements, dont les résultats d'analyses ont contribué à l'interprétation de la mosaïque SONAR.

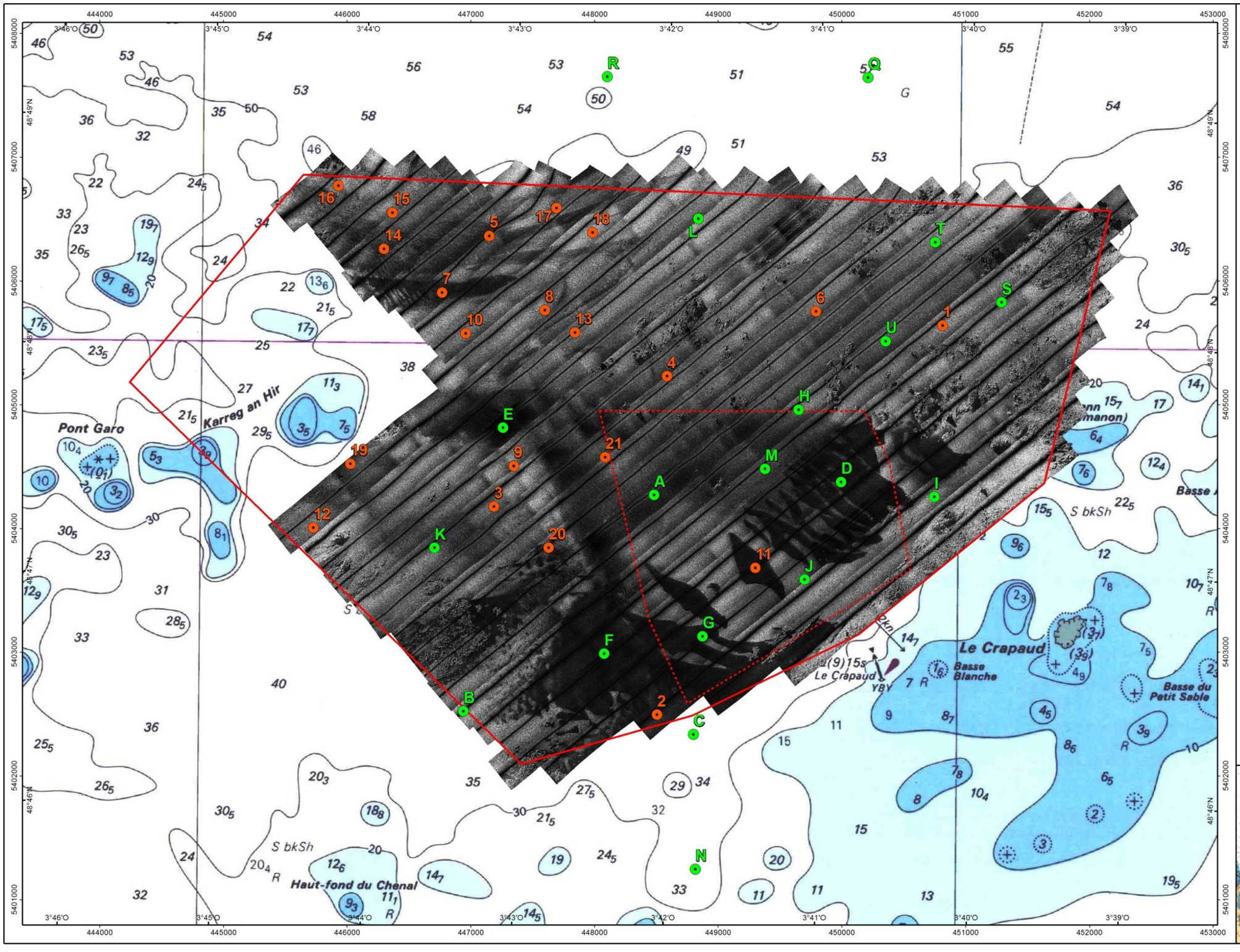
Planche 2 : Plan de prélèvements d'échantillons de sédiments superficiels

Dans la mesure où le plan d'échantillonnage est basé sur le plan de 2012, avec les exigences de l'étude de 2015, les stations O et P (de 2012) n'ont pas été conservées[2]. Les stations O et P n'existent pas dans la présente étude.

Ce plan d'échantillonnage permet de qualifier la granulométrie sur quarante stations et de calibrer la mosaïque SONAR.

[2] En effet, les stations O et P n'ont pas été retenues dans le plan d'échantillonnage bio-sédimentaire de 2015, validé par IFREMER.

PLAN DE PRÉLÈVEMENTS D'ÉCHANTILLONS ET DE SÉDIMENTS SUPERFICIELS



Légende

- Stations de prélèvements sédimentaires
- Stations de prélèvements bio-sédimentaires
- Périmètre de la concession (4 km²)
- Délimitation de la zone d'étude (25 km²)
- Fond mosaïque SONAR

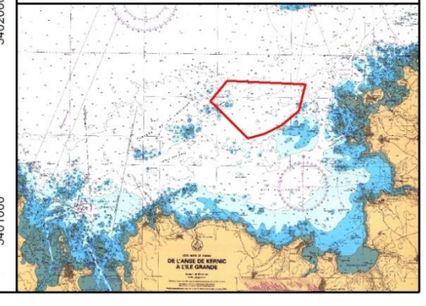
Station	Planes (UTM30N)		Géographiques (WGS84)	
	Y (m) Nord	X (m) Est	Latitude	Longitude
Coordonnées des stations de prélèvements Sédimentaires				
1	5405637	450814	48° 48.107' N	3° 40.189' O
2	5402491	448504	48° 46.398' N	3° 42.052' O
3	5404175	447188	48° 47.300' N	3° 43.140' O
4	5405227	448587	48° 47.875' N	3° 42.006' O
5	5406361	447149	48° 48.479' N	3° 43.189' O
6	5405752	449791	48° 48.164' N	3° 41.026' O
7	5405905	446767	48° 48.231' N	3° 43.497' O
8	5405762	447598	48° 48.158' N	3° 42.817' O
9	5404503	447346	48° 47.478' N	3° 43.013' O
10	5405575	446959	48° 48.054' N	3° 43.338' O
11*	5403679	449299	48° 47.043' N	3° 41.412' O
12	5404003	445727	48° 47.200' N	3° 44.332' O
13	5405581	447842	48° 48.062' N	3° 42.617' O
14	5406257	446299	48° 48.419' N	3° 43.883' O
15	5406550	446366	48° 48.578' N	3° 43.830' O
16	5406767	445930	48° 48.692' N	3° 44.188' O
17	5406610	447685	48° 48.616' N	3° 42.753' O
18	5406390	447986	48° 48.499' N	3° 42.505' O
19	5404520	446026	48° 47.480' N	3° 44.092' O
20	5403842	447630	48° 47.122' N	3° 42.777' O
21	5404573	448086	48° 47.519' N	3° 42.410' O
Coordonnées des stations de prélèvement bio-sédimentaires				
A*	5404267	448482	48° 47.356' N	3° 42.084' O
B	5402520	446941	48° 46.405' N	3° 43.329' O
C	5402333	448800	48° 46.314' N	3° 41.810' O
D*	5404373	449994	48° 47.421' N	3° 40.850' O
E	5404811	447261	48° 47.643' N	3° 43.086' O
F	5402985	448079	48° 46.662' N	3° 42.404' O
G*	5403126	448873	48° 46.742' N	3° 41.756' O
H*	5404958	449650	48° 47.734' N	3° 41.135' O
I	5404252	450747	48° 47.359' N	3° 40.234' O
J*	5403584	449699	48° 46.993' N	3° 41.085' O
K	5403842	446708	48° 47.117' N	3° 43.530' O
L	5406501	448840	48° 48.563' N	3° 41.808' O
M*	5404479	449379	48° 47.475' N	3° 41.353' O
N	5401243	448816	48° 45.726' N	3° 41.789' O
O**	5399841	449820	48° 44.974' N	3° 40.958' O
P**	5399093	451463	48° 44.578' N	3° 39.613' O
Q	5407642	450213	48° 49.186' N	3° 40.695' O
R	5407648	448105	48° 49.179' N	3° 42.418' O
S	5405824	451292	48° 48.210' N	3° 39.800' O
T	5406310	450755	48° 48.469' N	3° 40.242' O
U	5405511	450354	48° 48.036' N	3° 40.564' O

* : Stations situées dans la zone de concession
** : Stations non sélectionnées pour l'état de référence 2015

N 0 200 400 600 800 1 000 m
0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 NM

Format : A3 / Echelle : 1:30 000
Projection : WGS 1984 UTM Zone 30N

Réalisation : Raphaël Colin, Alexandre Cerruti, ©IN VIVO
Date : mars 2016
Ref : REFPTEARMOR06
Source : SHOM



Sources : IN VIVO Environnement – Octobre 2015

3.5.3 Traitement des données granulométriques

3.5.3.1 Généralités

La granulométrie est la mesure de la taille des grains d'un sédiment et l'étude de leur répartition au sein de l'échantillon selon des intervalles prédéfinis. Les résultats d'analyse permettent de déduire les principaux indices granulométriques caractérisant le sédiment (mode, médiane, indices de répartition).

La classification granulométrique que nous utilisons, basée sur la médiane, est la suivante :

Classe granulométrique	Diamètre des grains (µm)
Fines	< 63
Sablons	63 - 125
Sables fins	125 - 250
Sables moyens	250 - 500
Sables grossiers	500 - 1000
Sables très grossiers	1000 - 2000
Granules	2000 - 4000
Graviers, cailloutis et galets	> 4000

Tableau 9 : Classification granulométrique (IN VIVO, d'après Wentworth).

IN VIVO utilise également le diagramme de folk pour représenter la donnée granulométrique. La légende associée aux diagrammes est la suivante :

Classe granulométrique	Description traduite de l'anglais
M	Vase
sM	Vase sableuse
(g)M	Vase légèrement graveleuse
(g)sM	Vase légèrement sablo-graveleuse
gM	Vase graveleuse
S	Sable
mS	Sable vaseux
(g)S	Sable légèrement graveleux
(g)mS	Sable légèrement gravelo-vaseux
gmS	Sable gravelo-vaseux
gS	Sable graveleux
G	Graviers
mG	Graviers envasé
msG	Graviers sablo-vaseux
sG	Gravier sableux

Figure 16 : Légende du diagramme de Folk

3.5.3.2 Mode opératoire

- Photographie de l'échantillon brut ;
- Lorsque l'échantillon est strictement sableux (dépourvu de fraction fine), le sédiment est directement rincé et mis à l'étuve pour séchage durant 48h ;
- Si l'échantillon est vaseux, il est tamisé sous eau à 63 µm afin de recueillir la fraction fine qui est mise à décanter et qui, si elle n'était pas séparée de l'échantillon, formerait des agglomérats et ne pourrait être quantifiée. Après cette étape, le passant et le refus de tamis sont tous deux mis à l'étuve ;
- Après séchage, l'échantillon est tamisé sur colonne de tamis. Les tamis que nous utilisons sont les suivants : 63 µm, 125 µm, 250 µm, 315 µm, 500 µm, 1 mm, 1.25 mm, 2 mm, 4 mm, 5 mm, 6.3 mm, et 10 mm ;
- Puis, chaque refus de tamis, correspondant à une fraction granulométrique est photographié et pesé.

La figure suivante présente l'étuve (à gauche), la colonne de tamis (au milieu) et un tamis isolé (à droite).

Figure 17 : Illustration du traitement en laboratoire : séchage en étuve et tamisage.

3.5.3.3 Résultats attendus

Les masses pesées au laboratoire sont saisies sur Excel. Une macro permet de mettre en forme graphiquement les résultats, sous forme de courbes de fréquences et de courbes cumulatives. Un certain nombre de paramètres texturaux sont ensuite définis et calculés.

Les principaux paramètres calculés sont les suivants :

- le **mode** correspondant à la classe granulométrique dominante (la mieux représentée). Lorsqu'un échantillon est constitué d'un mélange de deux ou plusieurs stocks sédimentaires, la courbe de fréquence est alors bi- ou polymodale (deux ou plusieurs « pics » apparaissent sur la courbe) ;
- la **médiane** correspond, sur la courbe cumulative, à la valeur du diamètre D pour une ordonnée de 50 %. D'un point de vue granulométrique, l'échantillon comporte pondéralement autant de grains de diamètre supérieur à la médiane que de grains de diamètre inférieur à celle-ci ;

- le **Sorting index** ou **écart-type**, indice de classement de l'échantillon. Le classement est d'autant meilleur que l'indice est faible. Le Sorting index se calcule à partir des percentiles P_5, P_{16}, P_{84} et P_{95} exprimés en unité Phi $\Phi = -\log_2[D_{mm}]$ à l'aide de la formule suivante :

$$\sigma_\Phi = \frac{\Phi_{84} - \Phi_{16}}{4} - \frac{\Phi_{95} - \Phi_5}{6}$$

La valeur de l'écart-type permet de distinguer plusieurs types de sédiment :

- Sédiment très bien classé : σ < 0.35 Ø
- Sédiment bien classé : 0.35 Ø < σ < 0.5 Ø
- Sédiment modérément classé : 0.5 Ø < σ < 1 Ø
- Sédiment mal classé : 1 Ø < σ < 2 Ø
- Sédiment très mal classé : 2 Ø < σ < 4 Ø

3.5.3.4 Représentation des résultats

Pour chaque échantillon, les résultats d'analyses granulométriques sont synthétisés sur une planche A4, dans laquelle figurent :

- Un tableau précisant les masses brutes issues du tamisage ;
- Une courbe granulométrique, sur laquelle la valeur de la médiane de l'échantillon est indiquée ;
- Un histogramme représentatif des différentes classes granulométriques ;
- Un diagramme de folk ;
- Une synthèse des principales valeurs descriptives du sédiment (Médiane, mode, teneur en fines, indice d'asymétrie) ;
- Une photo et une description de l'échantillon brut ;
- Six photos des classes granulométriques supérieures.

Un exemple de planche est présenté sur la figure suivante :

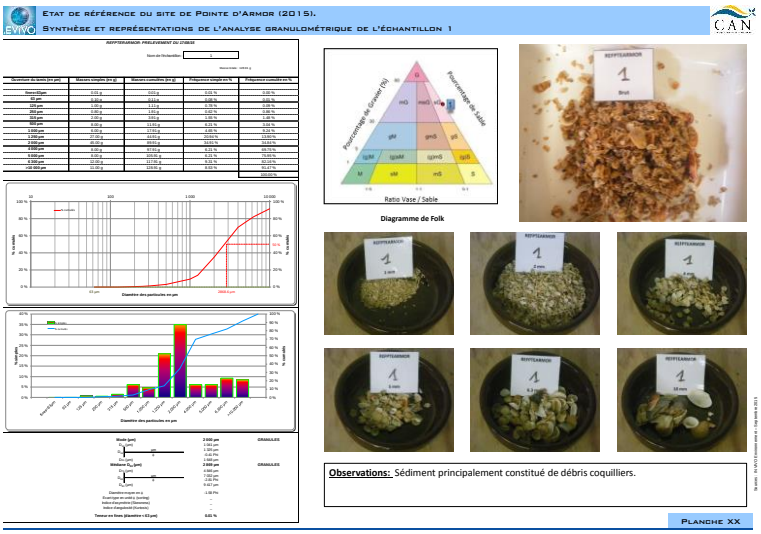


Figure 18 : Exemple de planche présentant les résultats d'analyses granulométriques

Des diagrammes circulaires représentatifs de la composition granulométrique des différents échantillons sont associés sur une ou plusieurs planches, comme dans l'exemple de la figure suivante.

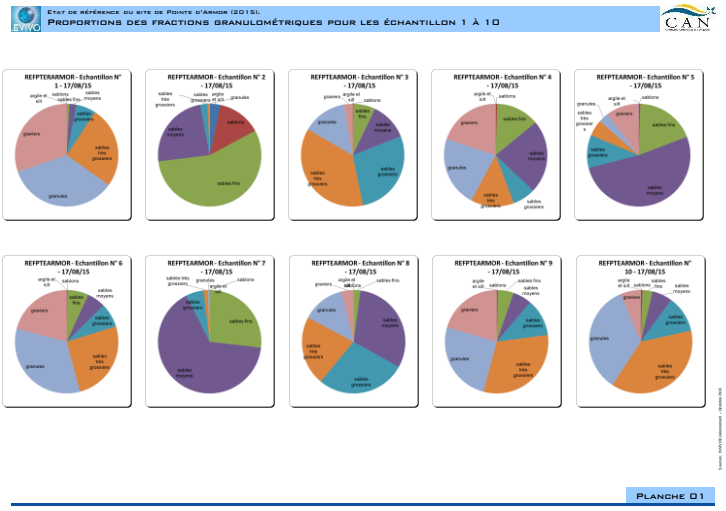


Figure 19 : Représentation de l'analyse granulométrique de chaque échantillon en camemberts

En synthèse, les résultats sont présentés sous forme de planches comprenant :

Les détails de l'analyse : données brutes, fréquence des fractions, courbes cumulatives ;

La photographie des sédiments : photographies de l'échantillon global ainsi que des différentes fractions granulométriques.

4 RESULTATS

Les levés bathymétrique et au SONAR à balayage latéral ont permis d'obtenir une représentation précise de la zone d'étude.

Les cartes suivantes ont été dressées au 8000ème (format A0, fournies avec ce rapport) :

- Carte bathymétrique de la zone d'étude ;
- Carte morpho-sédimentaire de la zone d'étude.

Sur la base des analyses effectuées sur les données collectées (Bathymétrie, SONAR, prélèvements de sédiments), une interprétation de la morphologie et de la nature des fonds est proposée ci-après.

4.1 MORPHOLOGIE DES FONDS

Les résultats des mesures bathymétriques sont présentés sur la planche suivante et sur un plan A0 disponible en Annexe B.

Planche 3 : Carte bathymétrique

Annexe B : Plan bathymétrique au format A0

Pour faciliter la description morphologique du site d'étude et notamment celle des structures sédimentaires présentes au sein de la dune hydraulique de Trezen ar Gorgegou, 2 types de représentations bathymétriques sont proposées :

- Des images en nuances de gris ou fausses couleurs, avec ombres portées (Figure 20, Figure 21, et Figure 22) ;
- Des profils bathymétriques avec les pentes associées (quelques points caractéristiques représentant les intersections entre le profil 1 et les autres profils sont indiqués sur les profils concernés). En l'absence de graduation le long des profils, ces points permettent de se situer dans l'espace. Les profils sont présentés sur les planches suivantes :

Planche 4 : Position des profils bathymétriques

Planche 5 : Profils bathymétriques (1/2)

Planche 6 : Profils bathymétriques (2/2)

Les coordonnées des profils sont indiquées dans l'annexe suivante :

Annexe C : Coordonnées des profils bathymétriques

4.1.1 Description générale

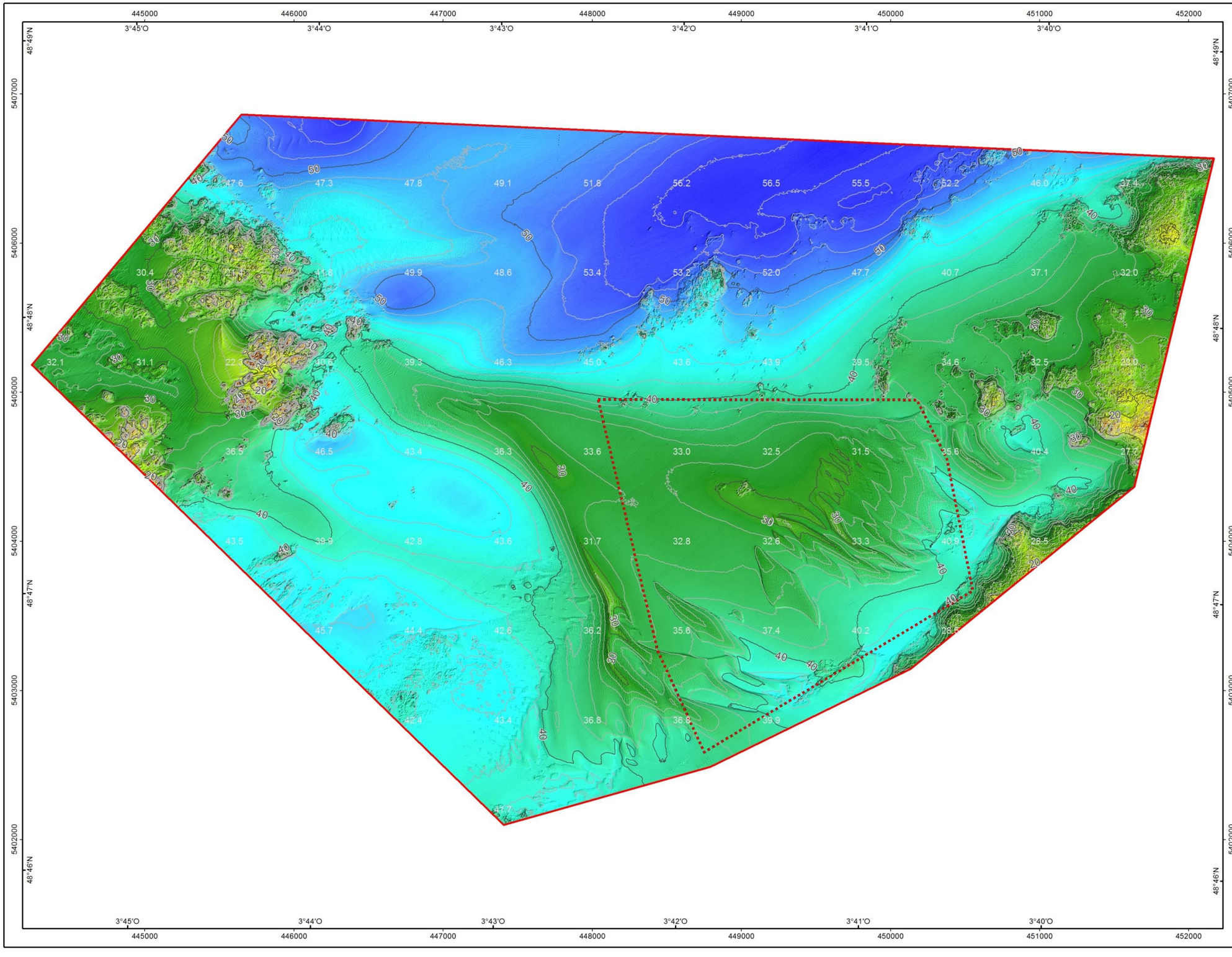
La description qui suit s'appuie en partie sur les deux représentations précitées.

De manière générale, la bathymétrie de la zone d'étude est comprise entre 4m CM[3] et 57m CM environ. Le niveau moyen dans l'ouest de la zone (hors dune hydraulique de Trezen ar Gorgegou) se situe autour de 47 m CM environ (P1), avec la présence de nombreuses vagues de sable de tailles importantes.

Directement à l'ouest de la zone de concession, on distingue une dune asymétrique dont le flanc abrupt est orienté à l'ouest-sud-ouest et dont la crête culmine à 26 mètres (P8). Cette figure transversale à la direction des courants dominants, s'évase à mesure que l'on progresse vers le sud (P10).

[3] CM : Cote Marine, référence par rapport au zéro hydrographique du port de Roscoff

CARTE BATHYMÉTRIQUE



Légende

- Périmètre de la concession (4 km²)
- Délimitation de la zone d'étude (25 km²)

Courbes isobathes (équidistance : 2 m)

- Contours majeurs
- Contours mineurs

Echelle de couleur des profondeurs (mètres Cote Marine)[1]

4 — 13 — 22 — 31 — 40 — 49 — 58

Note :
[1]Les sondes bathymétriques sont rapportées au zéro hydrographique du port de Roscoff.

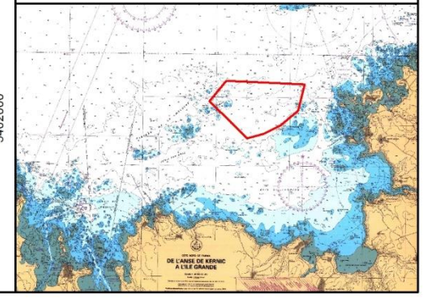
N

0 200 400 600 800 1 000 m

0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 NM

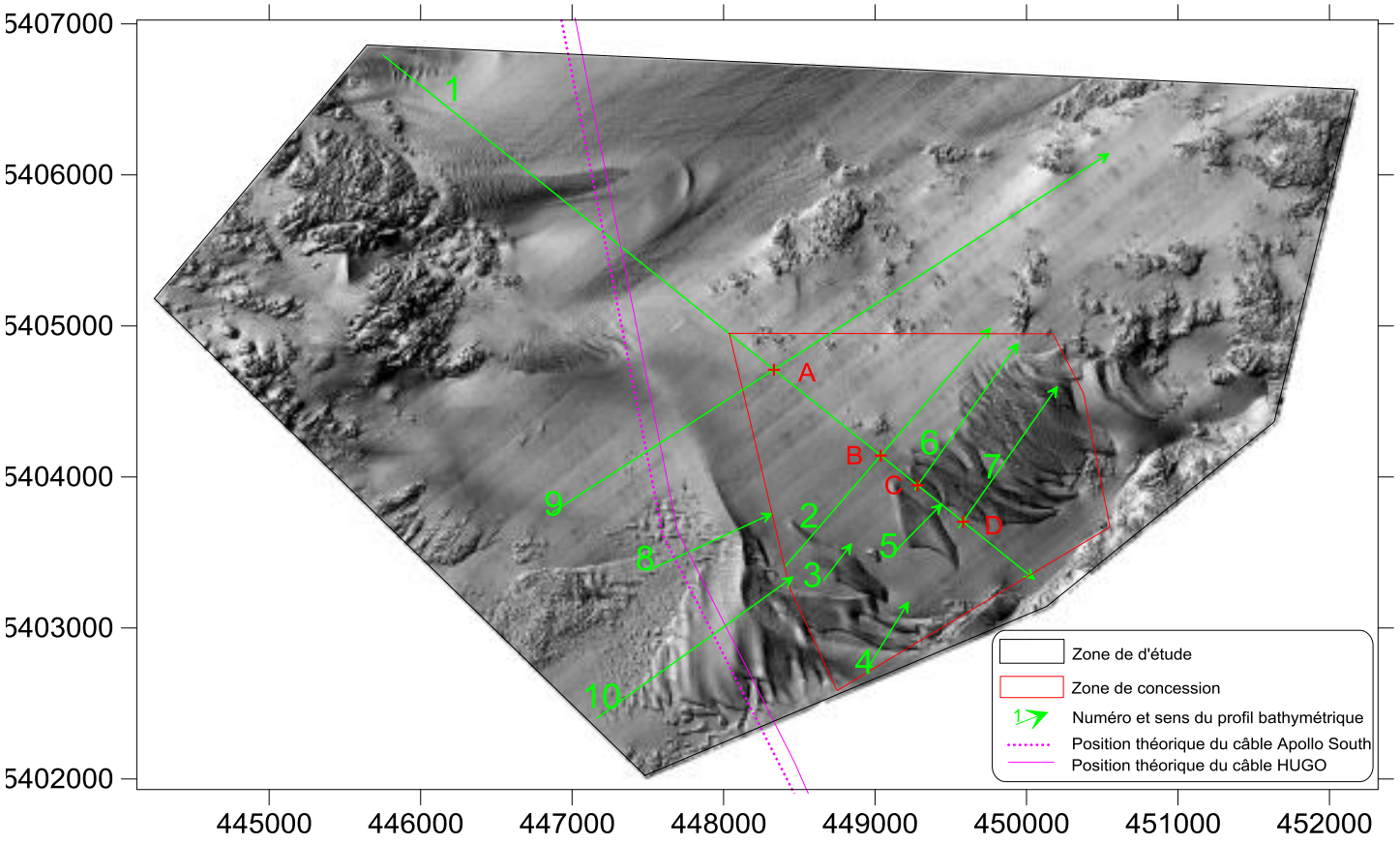
Format : A3 / Echelle : 1:25 000
Projection : WGS 1984 UTM Zone 30N

Réalisation : Alexandre Cerruti, ©IN VIVO
Date : mars 2016
Ref : REFPTEARMOR14



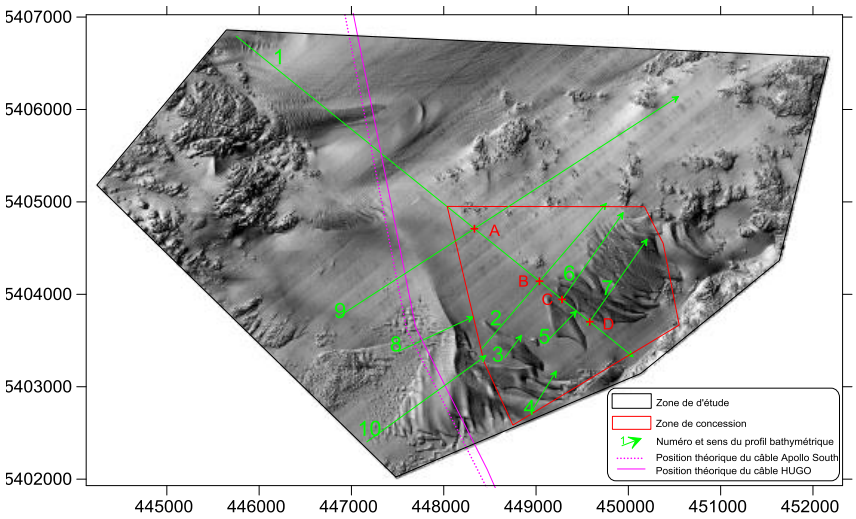
Sources : IN VIVO Environnement – Octobre 2015

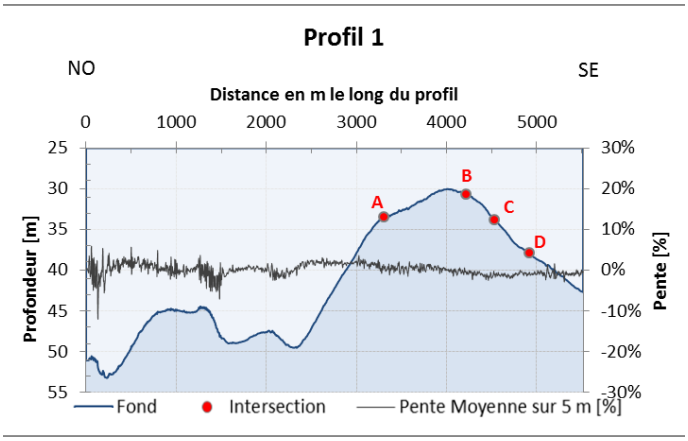
Position des Profils bathymétriques

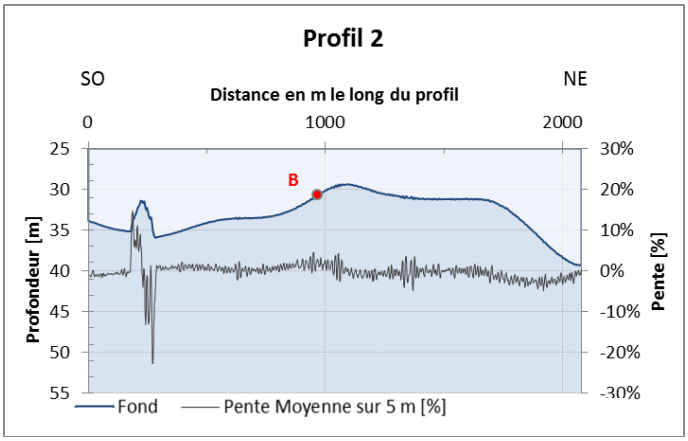


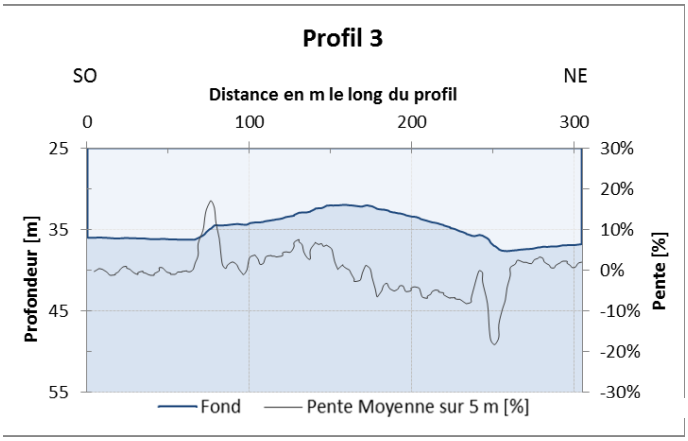
Sources : IN VIVO Environnement – Octobre 2015

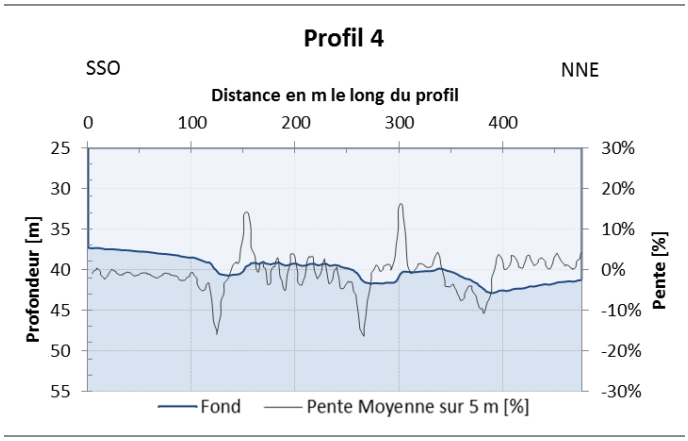
PROFILS BATHYMÉTRIQUES (1/2)

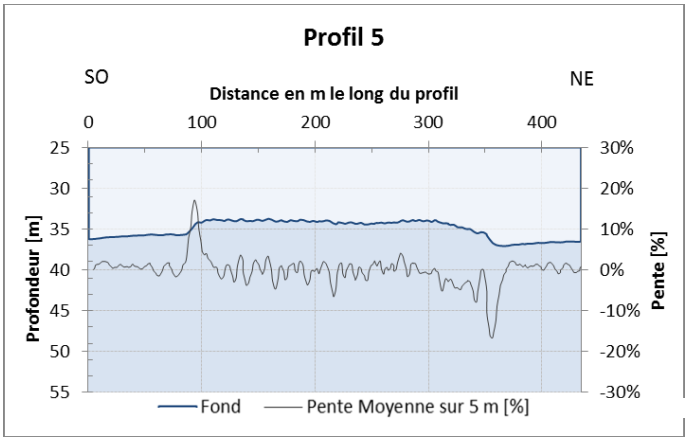


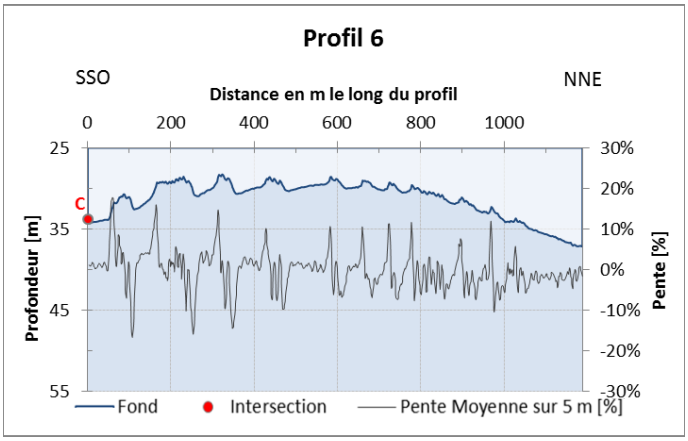






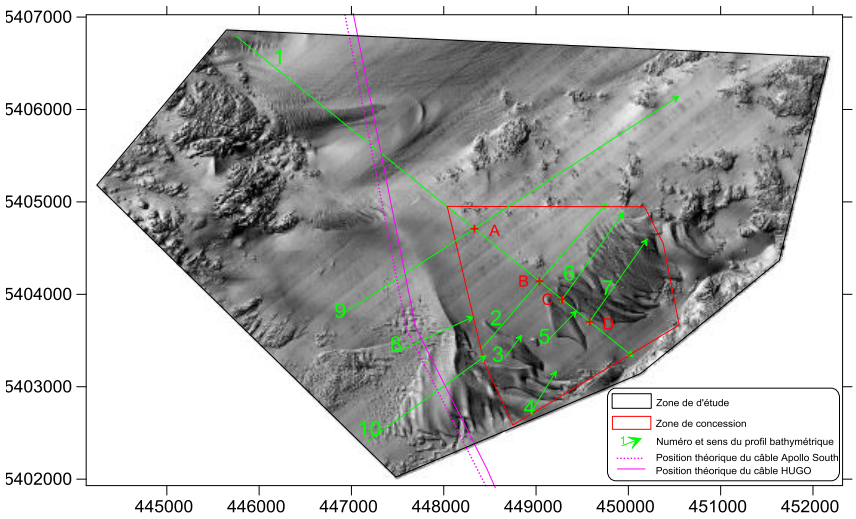


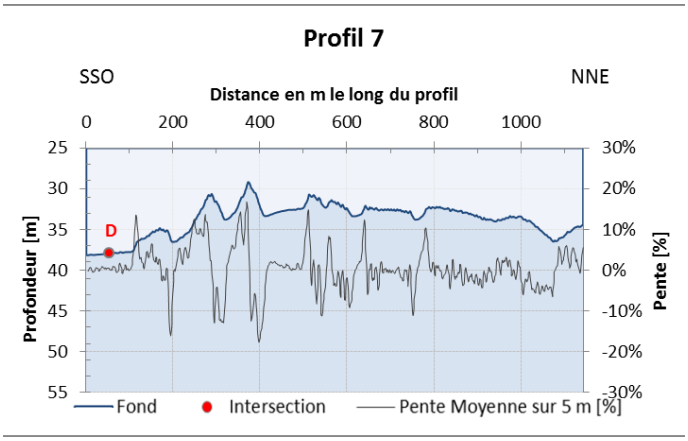


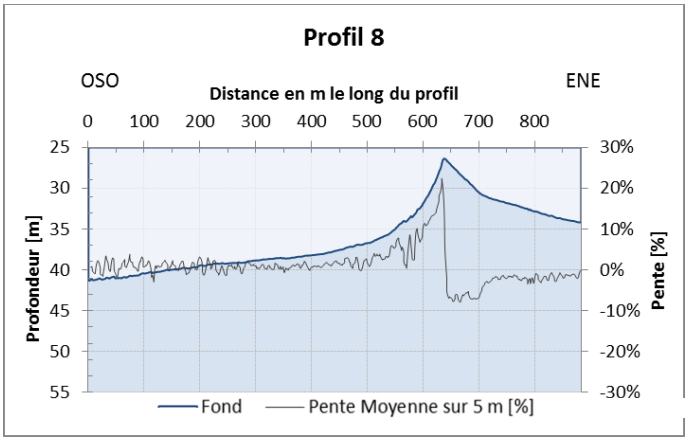


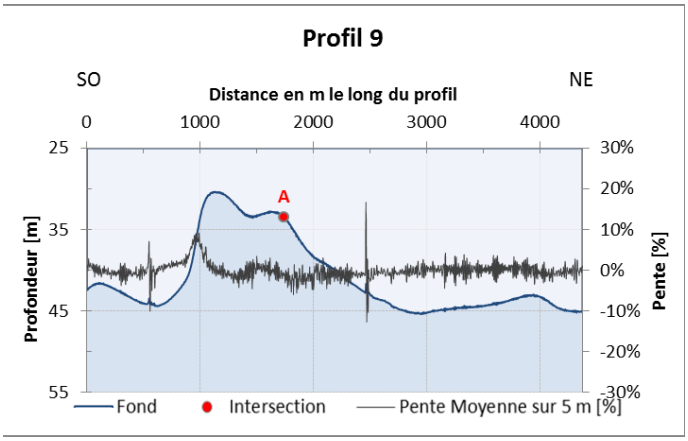
Sources : IN VIVO Environnement – Octobre 2015

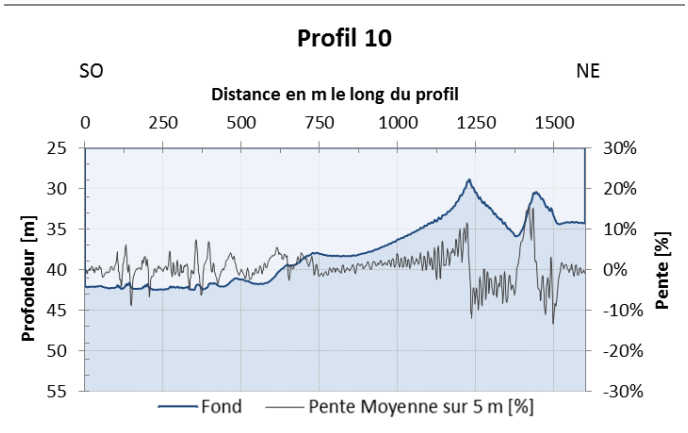
PROFILS BATHYMÉTRIQUES (2/2)











Sources : IN VIVO Environnement – Octobre 2015

Globalement, on distingue 5 grandes zones dans la zone d'étude :

- La dune hydraulique de Trezen Ar Gorgegou (concession) ;
- La zone de roche sub-affleurante située dans l'ouest de la zone d'étude (plateau de la Méloine) ;
- Le zone de roche sub-affleurante située dans l'est de la zone d'étude (roches du Crapaud) ;
- La zone sableuse située dans le sud-ouest de la zone d'étude ;
- La zone sableuse située dans le nord de la zone d'étude ;

La zone de roche sub-affleurante située dans l'ouest de la zone d'étude constitue la partie orientale du plateau de la Méloine. Ce plateau présente les niveaux bathymétriques les plus faibles de la zone d'étude (jusqu'à 4 m CM). On peut noter sur les fonds meubles associés la présence de mégarides de longueurs d'ondes décamétriques.

Globalement, cette zone présente une bathymétrie très chaotique, caractéristique des zones rocheuses. La zone de roche sub-affleurante dans l'est de la zone d'étude (le Crapaud) présente une bathymétrie moins perturbée mais tout de même très accidentée, directement liée à la présence de roche.

4.1.2 Description de la zone de concession

La zone de concession, qui se situe sur la dune hydraulique de Trezen Ar Gorgegou, couvre le centre de la zone d'étude, et s'étend jusqu'à sa frontière sud-est. Elle couvre une surface d'environ 4 km². Dans cette partie de la zone d'étude, la bathymétrie oscille de manière conséquente compte tenu de la présence de structures sédimentaires importantes. Ces grandes structures sont transversales à la direction des courants de marée dominants, globalement orientés suivant un axe sud-ouest/nord-est.

Si l'on se situe à différentes échelles de longueur, on distingue tout d'abord, la dune hydraulique (P1) elle-même dont la bathymétrie générale évolue entre 42 m CM et 26 m CM environ. Celle-ci est festonnée de vagues de sables (échelle inférieure) dont la hauteur varie entre 2 et 5 mètres environ. Ces dernières, dont la crête est de forme rectiligne, sinueuse, bifurquée ou anastomosée, présentent une longueur de l'ordre de 700 à 1000 mètres, à l'exception d'une vague dont la longueur de crête ne dépasse guère les 100 mètres. L'ensemble de ces vagues constitue une bande d'environ 1000 mètres orientée suivant un axe sud-ouest/nord-est, sur la diagonale de la zone de concession. En progressant depuis le sud-ouest suivant cet axe, on observe des vagues isolées puis des vagues coalescentes dont les longueurs d'ondes sont comprises entre 100 et 200 mètres environ (P3, P4). Leur sommet se situe autour de 29 m CM (+/- 2m). Dans l'ensemble, les vagues de sable de la dune hydraulique semblent plutôt asymétriques et présentent des flancs abrupts avec des pentes[4] comprises entre 10 et 20 % (P5, P6 et P7), mais la polarité reste difficile à identifier. Quelques-unes de ces vagues présentent la particularité d'avoir une double crête (Figure 21, P6, P7). A une échelle encore inférieure à celle des vagues de sables, on distingue nettement

[4] Rappel : les pentes calculées sont le résultat d'une moyenne glissante sur 5 mètres.

des rides et des mégarides dont les hauteurs sont de l'ordre de quelques dizaines de centimètres et les longueurs d'ondes décimétriques à métriques. Elles sont globalement orientées dans le sens du champ de vagues de sables (transversales à une axe SO-NE)

Autre particularité, qui contribue à la complexité hydro-sédimentaire du site, c'est la présence d'amas rocheux au sein de la dune hydraulique de Trezen Ar Gorgegou.

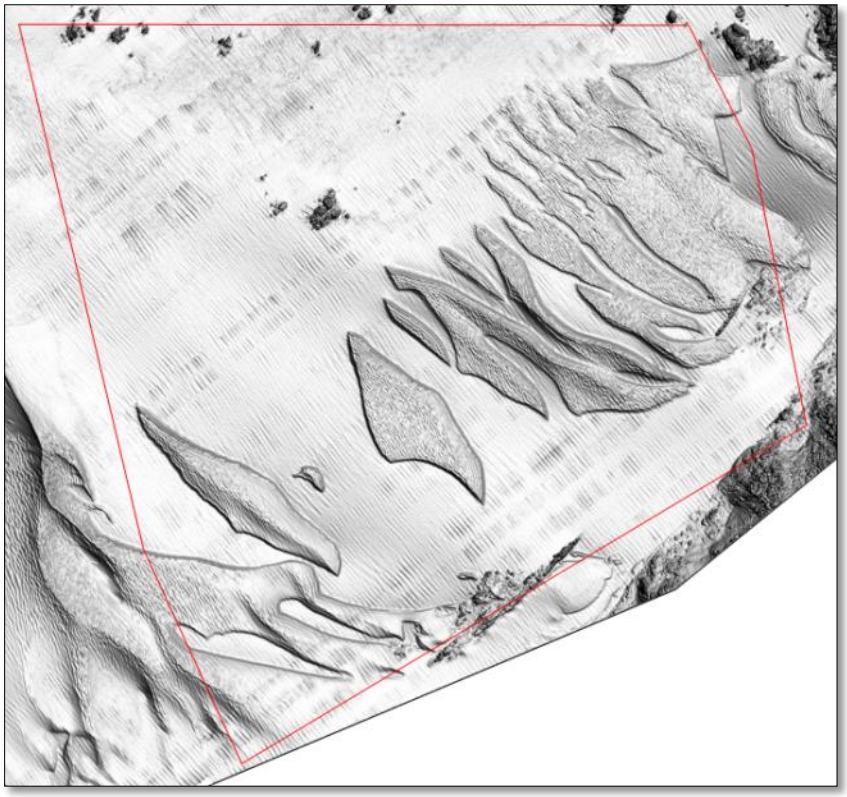


Figure 20 : Représentation de la bathymétrie de la zone de concession (polygone rouge)

Figure 21 : Zoom sur les vagues de sable de la concession

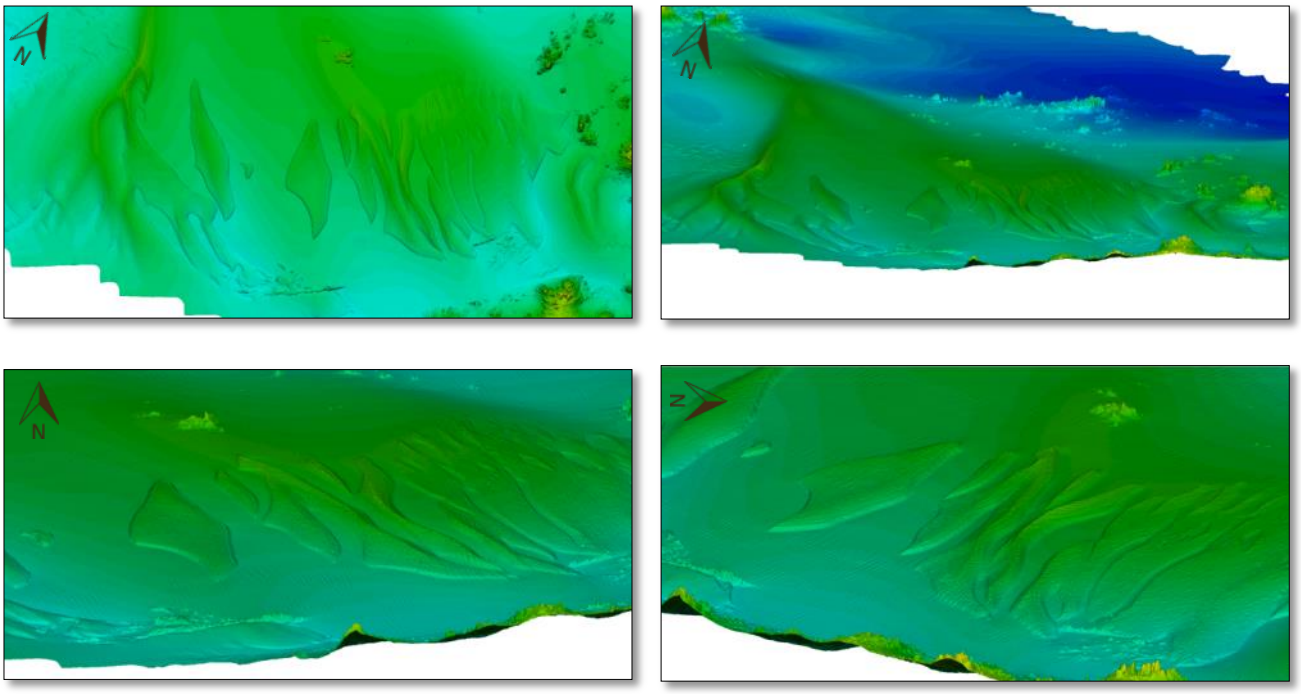


Figure 22 : Représentation de la bathymétrie des vagues de sable au sein de la concession

4.1.3 Comparaison des bathymétries 2012 et 2015

En 2012, IN VIVO a levé la zone d'extraction sollicitée au sondeur multifaisceaux. Dans le cadre de la présente étude, un différentiel bathymétrique entre 2012 et 2015 a été calculé.

4.1.3.1 Méthode de calcul du différentiel bathymétrique

La méthode de calcul choisie pour obtenir le différentiel bathymétrique consiste à calculer la différence verticale entre les profondeurs d'un fichier de sondes et les profondeurs interpolées d'un modèle numérique de terrain (MNT). Pour chaque point du fichier de sondes, une profondeur résiduelle est calculée. Les résiduelles sont soit positives soit négatives. Si la valeur Z du fichier de sondes est plus importante que la valeur Z du MNT, alors la résiduelle est positive. A l'inverse, une résiduelle négative indique, que la valeur Z du MNT est supérieure à celle du fichier de sondes. Cela se traduit par l'équation suivante :

$$Z_{res} = Z_{dat} - Z_{grd}$$

Avec :

Z_{res} : la résiduelle

Z_{dat} : la valeur Z du fichier de sondes

Z_{grd} : la valeur Z du modèle numérique de terrain

Cette méthode permet de s'affranchir des problèmes de dimensions des fichiers à traiter (nombre de lignes et de colonnes). Elle présente également l'avantage d'offrir un outil de contrôle de la justesse des interpolations du MNT, lorsque celui-ci est comparé aux sondes qui ont permis de le générer.

4.1.3.2 Contrôle de la justesse du MNTde 2015

Le modèle numérique de terrain de 2015 (MNT_2015) a été calculé par la méthode du krigeage, sur une maille carrée de 1 mètre de côté. Le MNT_2015 ainsi calculé a été comparé aux sondes qui ont permis de le générer, suivant la méthode décrite ci-dessus. Les résultats suivants, qui s'appliquent à la zone de concession seule, montrent que le MNT_2015 est fiable :

Paramètre statistique évalué	Valeur [m]
1er centile	-0.09
5ème centile	-0.04
10ème centile	-0.02
25ème centile	-0.01
50ème centile	0.00
75ème centile	0.01
90ème centile	0.03
95ème centile	0.04
99ème centile	0.10
Moyenne	0.01
Ecart-type	0.32

Tableau 10 : Synthèse de quelques paramètres statistiques représentatifs de la justesse du MNT_2015

Les résultats du tableau précédent nous indiquent que, pour 99% des sondes qui ont permis de calculer le MNT_2015, la résiduelle est inférieure à 10 centimètres. La moyenne de l'ensemble des résiduels est égale à 1 centimètre.

4.1.3.3 Le différentiel entre 2012 et 2015

Le calcul du différentiel bathymétrique entre 2012 et 2015 est basé sur la méthode détaillée ci-dessus.
Avec :

Z_{dat} : la valeur Z 2012

Z_{grd} : la valeur Z 2015

Une résiduelle négative révèle une bathymétrie plus profonde en 2015 qu'en 2012 (érosion du site)
Cela permet de :

1. Contrôler la cohérence des deux levés 2012 et 2015 (mise en évidence d'un biais systématique) ;
2. Evaluer la stabilité de la zone dans le temps, notamment au niveau des vagues de sables présentent au sein de la zone d'extraction sollicitée.

La synthèse des résultats statistiques présentés dans le tableau suivant apporte une indication sur la cohérence des levés :

Paramètre statistique évalué	Valeur [m]
1er centile	-0.88
5ème centile	-0.52
10ème centile	-0.40
25ème centile	-0.26
50ème centile	-0.13
75ème centile	-0.01
90ème centile	0.13
95ème centile	0.25
99ème centile	0.73
Moyenne	-0.12
Ecart-type	0.35

Tableau 11 : Synthèse de quelques paramètres statistiques représentatifs de la cohérence entre les levés 2012 et 2015

La différence moyenne entre les deux levés est égale à -12 centimètres, avec un écart-type de 35 centimètres. Ce qui veut dire que la bathymétrie de 2015 est en moyenne 12 centimètres plus profonde que la bathymétrie de 2012 (différence négative). Ces chiffres nous indiquent que les deux levés sont cohérents et qu'il n'y a pas de biais systématique majeur entre eux. La différence moyenne de 12 centimètres, somme toute raisonnable, s'explique essentiellement par la précision décimétrique des deux levés et non pas par une modification du terrain entre 2012 et 2015.

La moyenne du différentiel ne suffit pas pour évaluer des modifications spatiales du terrain. En revanche, si l'on cartographie les valeurs calculées (Figure 23) on met clairement en évidence la différence moyenne entre les deux levés (12 cm, prédominance de la couleur verte), mais également la forme générale des vagues de sables identifiées sur les deux levés de 2012 et 2015. Cela traduit une différence de position de ces vagues de sable, entre les deux levés. Une erreur de positionnement ne semble pas être en cause. La différence observée reflèterait plutôt une migration des vagues de sable vers le Sud-Ouest de la zone de

concession. Une lecture rapide des différents rendus bathymétriques met en évidence une migration de l'ordre de la dizaine de mètres en un peu plus de deux ans et demi, soit 3 à 4 mètres par an sur la période considérée. Cette valeur ne constitue qu'une estimation grossière. Une étude spécifique permettrait d'avoir une estimation plus précise du mouvement des grands corps sédimentaires au sein de la zone de concession.

Une représentation du différentiel bathymétrique est proposée sur la figure suivante. Il s'agit d'un support graphique qui permet une analyse qualitative générale, sans autre but recherché.

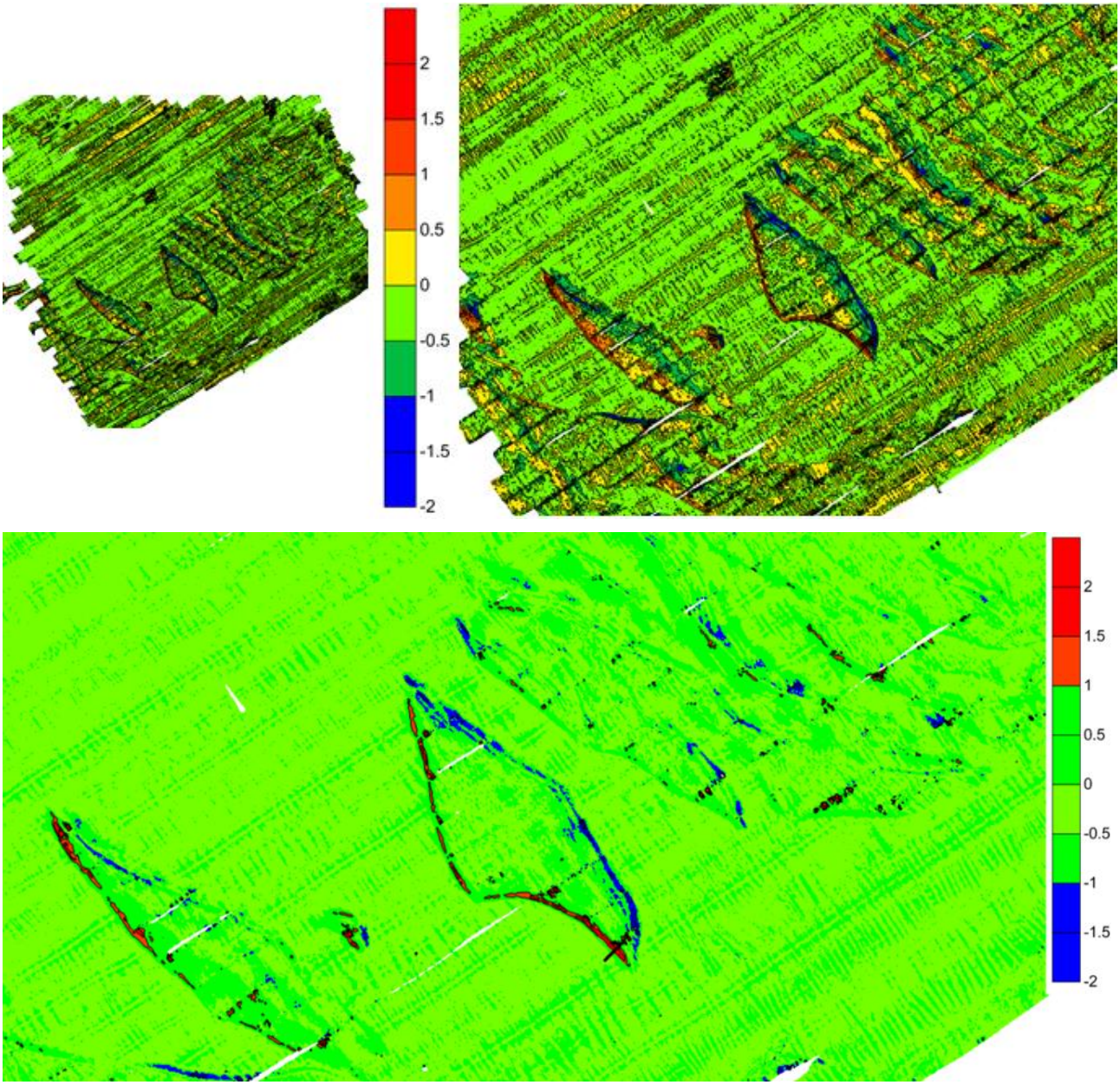


Figure 23 : Représentation du différentiel bathymétrique de la zone d'extraction sollicitée (en haut à gauche), zoom sur les vagues de sables (en haut à droite), et mise en évidence des flancs (en bas)

4.2 NATURE DES FONDS

L'étude de la nature des fonds proposée est basée sur une analyse de la mosaïque SONAR établie lors du levé géophysique de 2015. La mosaïque ayant été calibrée par quarante échantillons de sédiments prélevés sur l'ensemble de la zone d'étude.

Ce chapitre présente dans un premier temps les résultats des analyses granulométriques des quarante échantillons, puis, sur la base des résultats granulométriques, une description morpho-sédimentaire de la zone d'étude.

4.2.1 Granulométrie des sédiments superficiels

Pour rappel, la Planche 2 (page 40) présente le plan de position des prélèvements sédimentaires dont les résultats d'analyse suivent.

4.2.1.1 Résultats de l'analyse granulométrique

Une première représentation des résultats granulométriques est proposée, sous la forme de diagrammes circulaires, pour chaque échantillon prélevé.

Les diagrammes sont présentés sur les planches suivantes :

Numéro et titre de planche
Planche 7 : Proportion des fractions granulométriques pour les échantillons 1 à 10
Planche 8 : Proportion des fractions granulométriques pour les échantillons 11 à 20
Planche 9 : Proportion des fractions granulométriques pour les échantillons 21 et A à I
Planche 10 : Proportion des fractions granulométriques pour les échantillons J à U

Tableau 12 : Liste des planches granulométriques (Diagrammes circulaires)

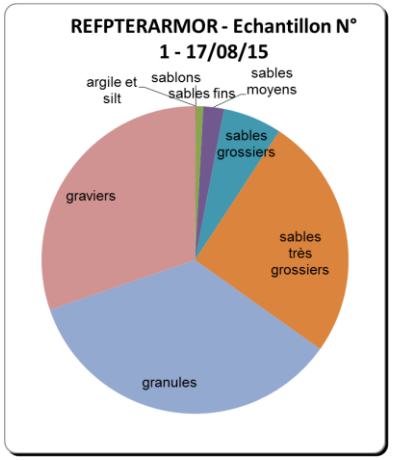
Pour chaque station, une synthèse de l'analyse granulométrique est présentée sur une planche.

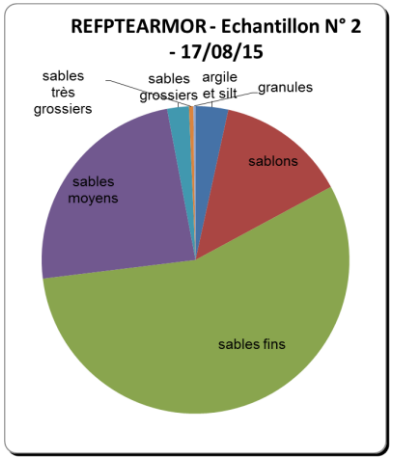
La liste de planches granulométriques est la suivante :

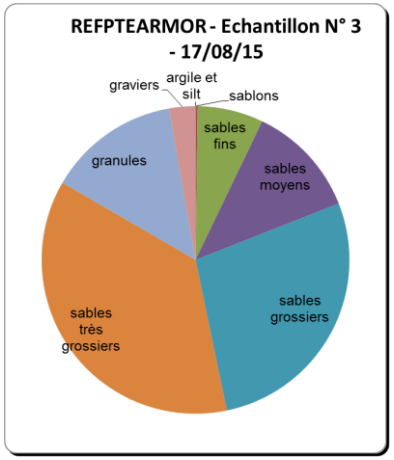
Numéro et titre de planche	Numéro et titre de planche
Planche 11 : Analyse granulométrique de l'échantillon 1	*Planche 12 : Analyse granulométrique de l'échantillon 2*
Planche 13 : Analyse granulométrique de l'échantillon 3	*Planche 14 : Analyse granulométrique de l'échantillon 4*
Planche 15 : Analyse granulométrique de l'échantillon 5	*Planche 16 : Analyse granulométrique de l'échantillon 6*
Planche 17 : Analyse granulométrique de l'échantillon 7	*Planche 18 : Analyse granulométrique de l'échantillon 8*
Planche 19 : Analyse granulométrique de l'échantillon 9	*Planche 20 : Analyse granulométrique de l'échantillon 10*
Planche 21 : Analyse granulométrique de l'échantillon 11	*Planche 22 : Analyse granulométrique de l'échantillon 12*
Planche 23 : Analyse granulométrique de l'échantillon 13	*Planche 24 : Analyse granulométrique de l'échantillon 14*
Planche 25 : Analyse granulométrique de l'échantillon 15	*Planche 26 : Analyse granulométrique de l'échantillon 16*
Planche 27 : Analyse granulométrique de l'échantillon 17	*Planche 28 : Analyse granulométrique de l'échantillon 18*
Planche 29 : Analyse granulométrique de l'échantillon 19	*Planche 30 : Analyse granulométrique de l'échantillon 20*
Planche 31 : Analyse granulométrique de l'échantillon 21	*Planche 32 : Analyse granulométrique de l'échantillon A*
Planche 33 : Analyse granulométrique de l'échantillon B	*Planche 34 : Analyse granulométrique de l'échantillon C*
Planche 35 : Analyse granulométrique de l'échantillon D	*Planche 36 : Analyse granulométrique de l'échantillon E*
Planche 37 : Analyse granulométrique de l'échantillon F	*Planche 38 : Analyse granulométrique de l'échantillon G*
Planche 39 : Analyse granulométrique de l'échantillon H	*Planche 40 : Analyse granulométrique de l'échantillon I*
Planche 41 : Analyse granulométrique de l'échantillon J	*Planche 42 : Analyse granulométrique de l'échantillon K*
Planche 43 : Analyse granulométrique de l'échantillon L	*Planche 44 : Analyse granulométrique de l'échantillon M*
Planche 45 : Analyse granulométrique de l'échantillon N	*Planche 46 : Analyse granulométrique de l'échantillon Q*
Planche 47 : Analyse granulométrique de l'échantillon R	*Planche 48 : Analyse granulométrique de l'échantillon S*
Planche 49 : Analyse granulométrique de l'échantillon T	*Planche 50 : Analyse granulométrique de l'échantillon U*

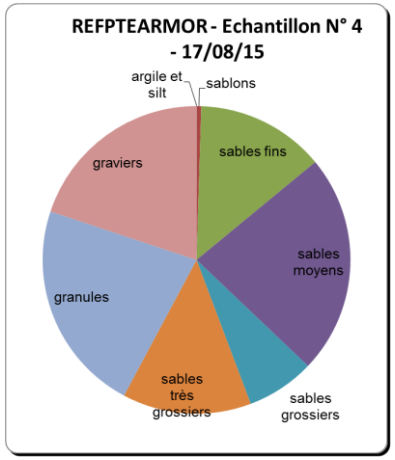
Tableau 13 : Liste des planches granulométriques (Synthèse granulométrique)

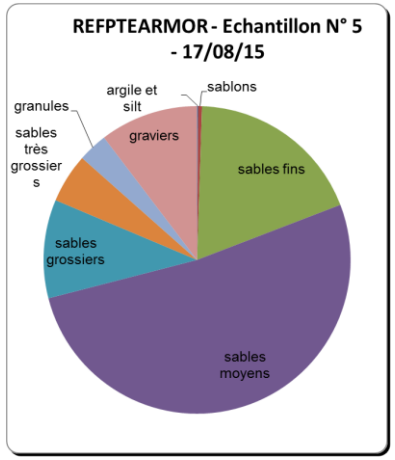
Proportions des fractions granulométriques pour les échantillons 1 à 10

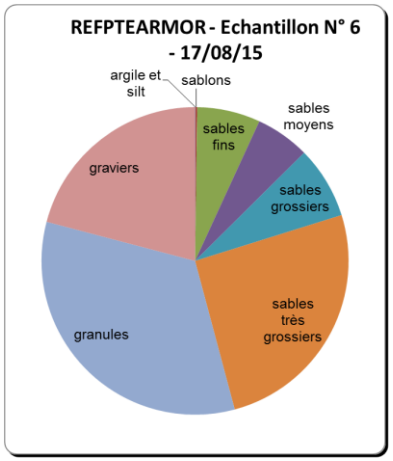


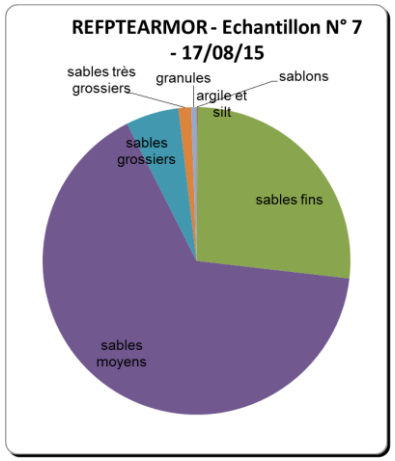


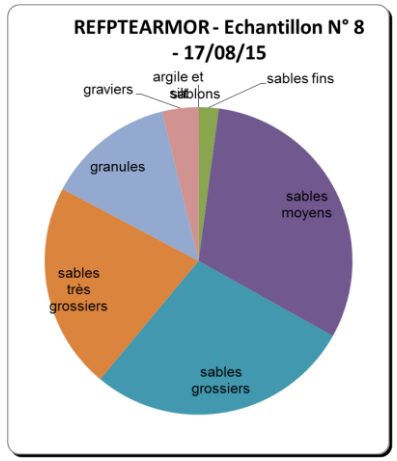


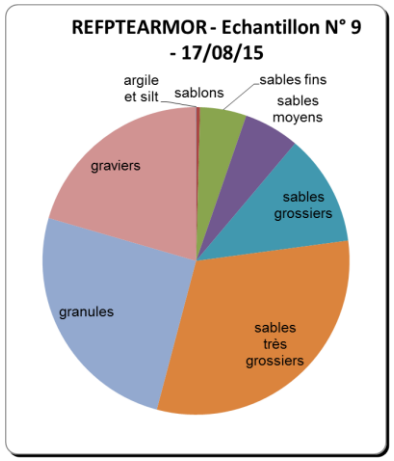


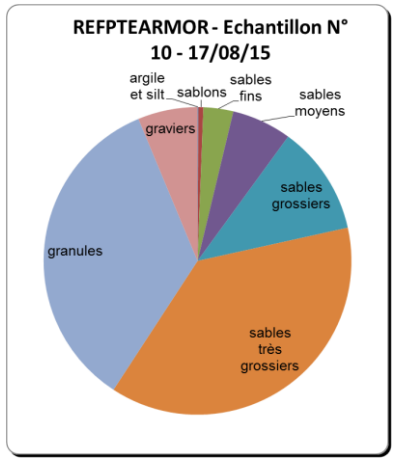






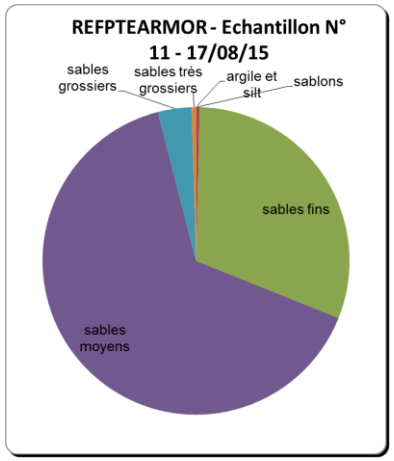


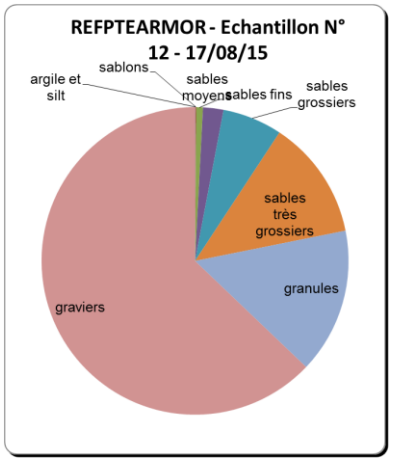


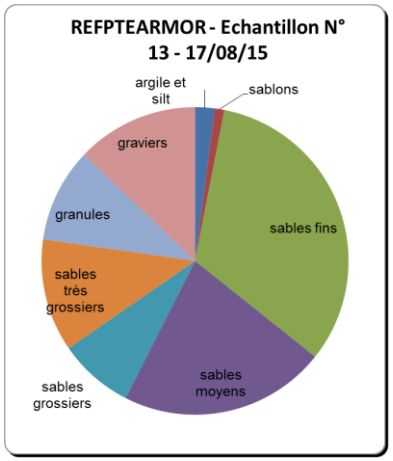


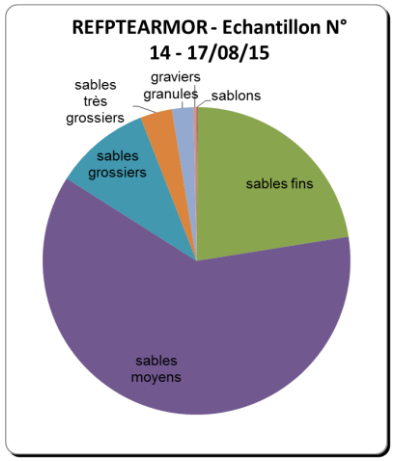
Sources : IN VIVO Environnement – Octobre 2015

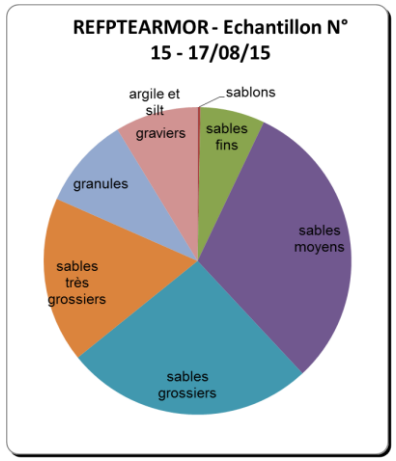
Proportions des fractions granulométriques pour les échantillons 11 à 20

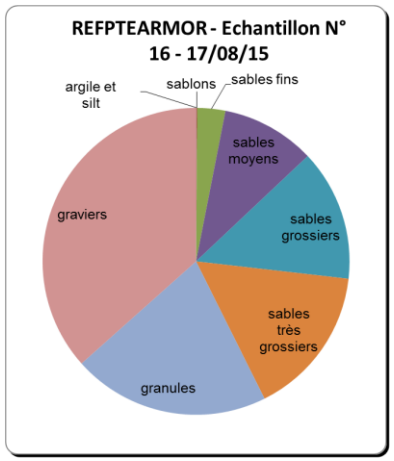


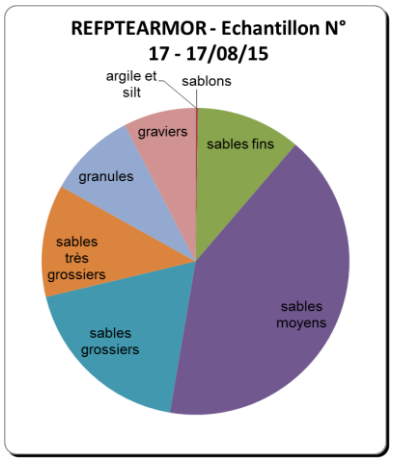


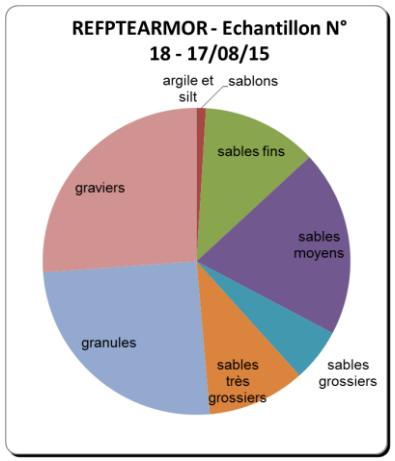


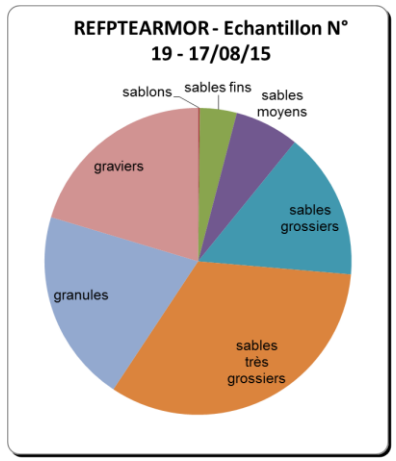


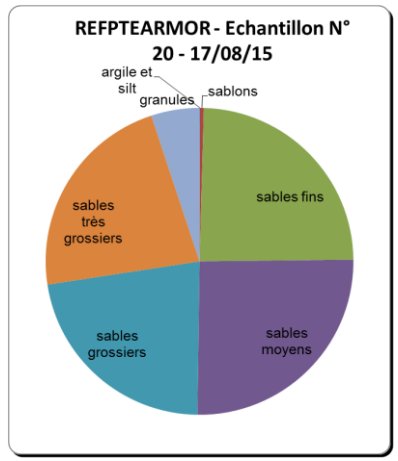






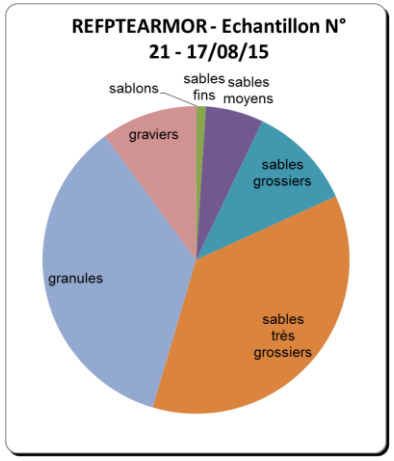


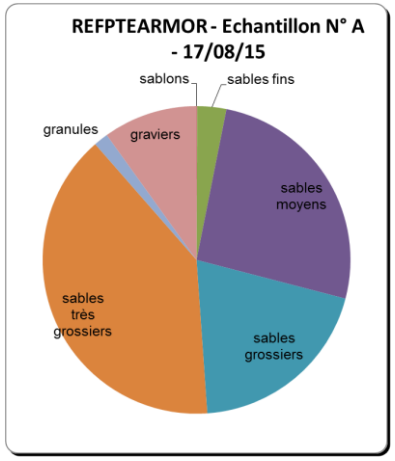


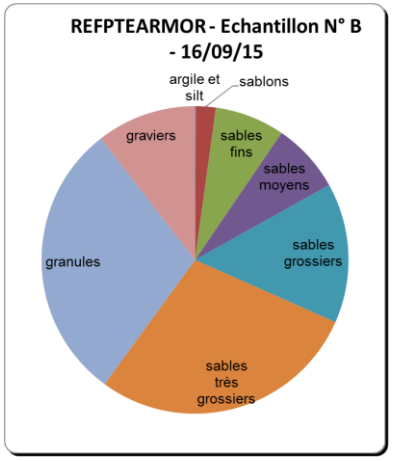


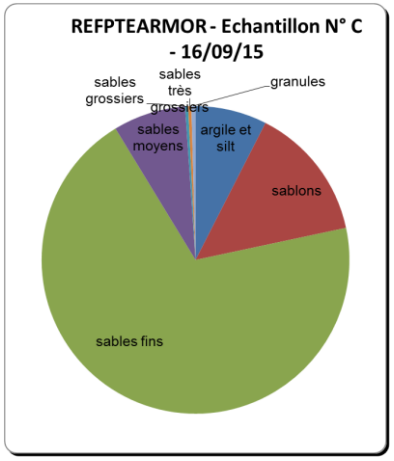
Sources : IN VIVO Environnement – Octobre 2015

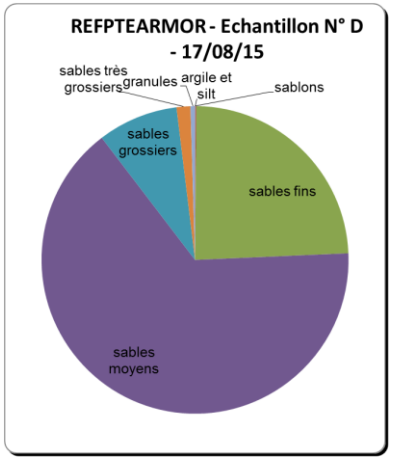
Proportions des fractions granulométriques pour les échantillons 21 et A à I

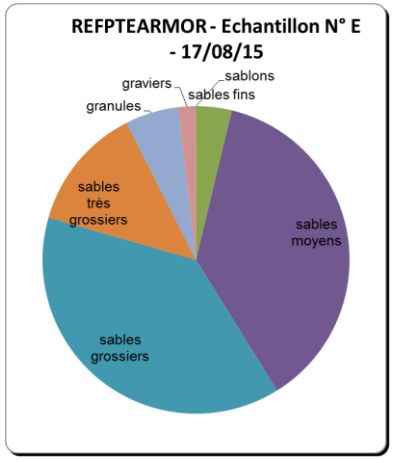


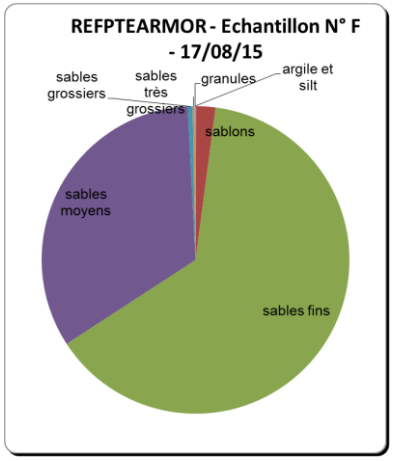


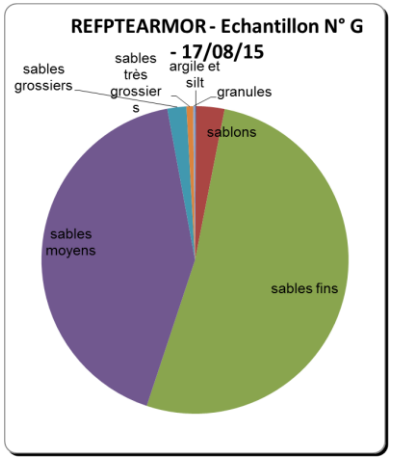


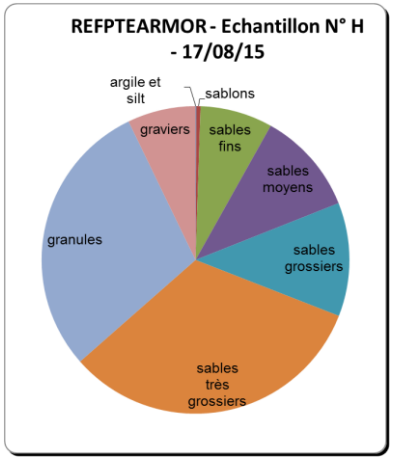


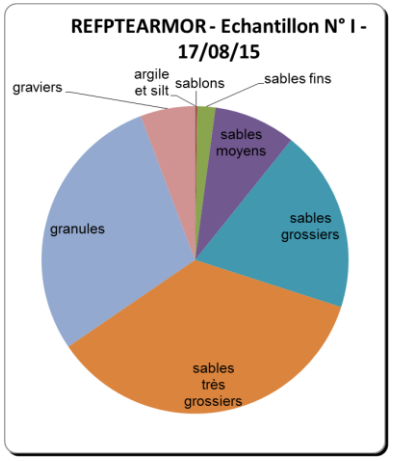






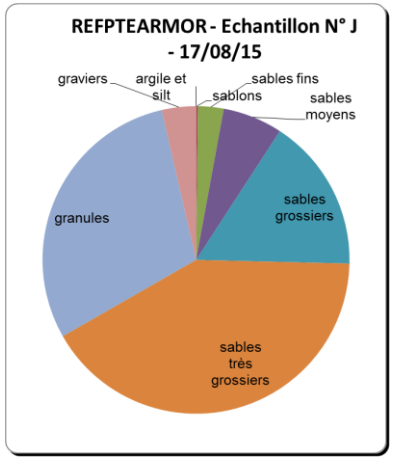


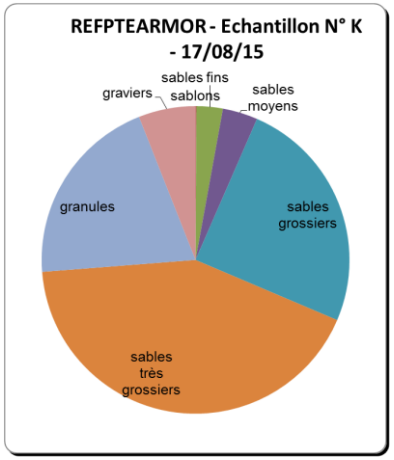


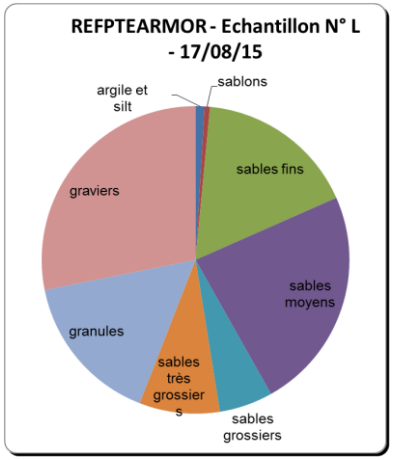


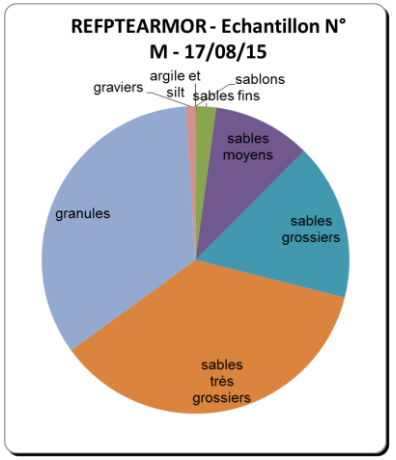
Sources : IN VIVO Environnement – Octobre 2015

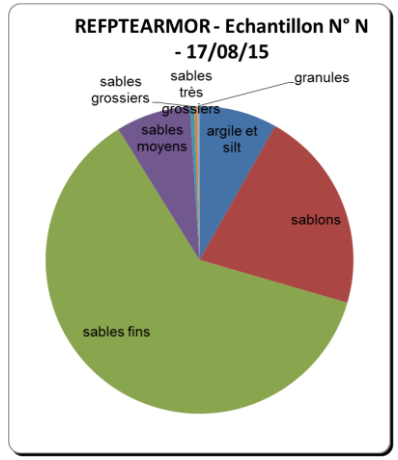
Proportions des fractions granulométriques pour les échantillons J à U

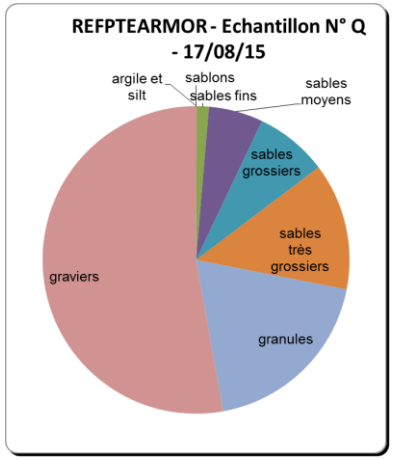


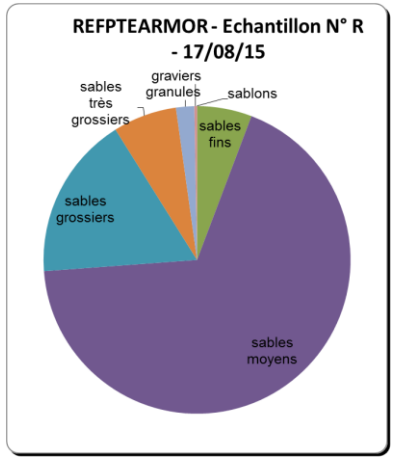


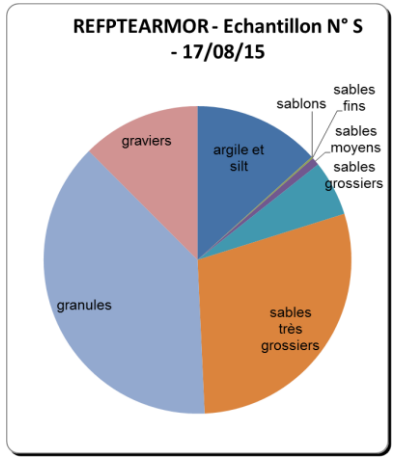


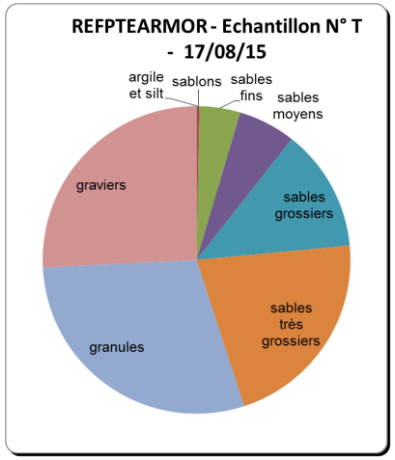


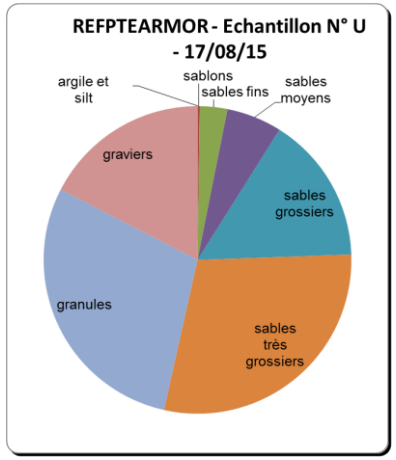












Sources : IN VIVO Environnement – Octobre 2015

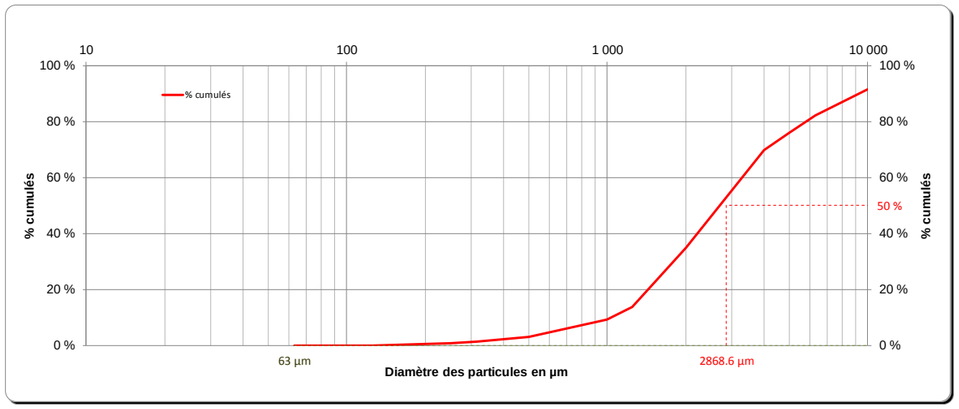
SYNTHÈSE ET REPRÉSENTATIONS DE L'ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE DE L'ÉCHANTILLON 1

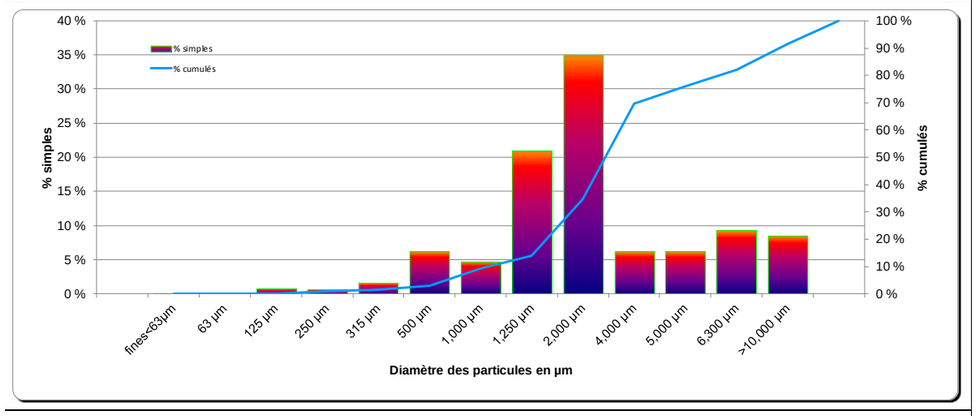
REFPTERARMOR- PRELEVEMENT DU 17/08/15

Nom de l'échantillon : 1

Masse totale : 128.91 g

Ouverture du tamis (en µm)	Masses simples (en g)	Masses cumulées (en g)	Fréquence simple en %	Fréquence cumulée en %
fines<63µm	0.01 g	0.01 g	0.01 %	0.00 %
63 µm	0.10 g	0.11 g	0.08 %	0.01 %
125 µm	1.00 g	1.11 g	0.78 %	0.09 %
250 µm	0.80 g	1.91 g	0.62 %	0.86 %
315 µm	2.00 g	3.91 g	1.55 %	1.48 %
500 µm	8.00 g	11.91 g	6.21 %	3.04 %
1 000 µm	6.00 g	17.91 g	4.65 %	9.24 %
1 250 µm	27.00 g	44.91 g	20.94 %	13.90 %
2 000 µm	45.00 g	89.91 g	34.91 %	34.84 %
4 000 µm	8.00 g	97.91 g	6.21 %	69.75 %
5 000 µm	8.00 g	105.91 g	6.21 %	75.95 %
6 300 µm	12.00 g	117.91 g	9.31 %	82.16 %
>10 000 µm	11.00 g	128.91 g	8.53 %	91.47 %
				100.00 %





Mode (µm)	**2 000 µm**	**GRANULES**
D_{10} (µm)	1 041 µm	
D_{16} µm	1 325 µm	
D_{16} ϕ	-0.41 Phi	
D_{25} (µm)	1 648 µm	
Médiane D_{50} (µm)	**2 869 µm**	**GRANULES**
D_{75} (µm)	4 846 µm	
D_{84} µm	7 032 µm	
D_{84} ϕ	-2.81 Phi	
D_{90} (µm)	9 417 µm	
Diamètre moyen en ϕ	-1.58 Phi	
Ecart-type en unité ϕ (sorting)	–	
Indice d'asymétrie (Skewness)	–	
Indice d'angulosité (Kurtosis)	–	
Teneur en fines (diamètre < 63 µm)	**0.01 %**	

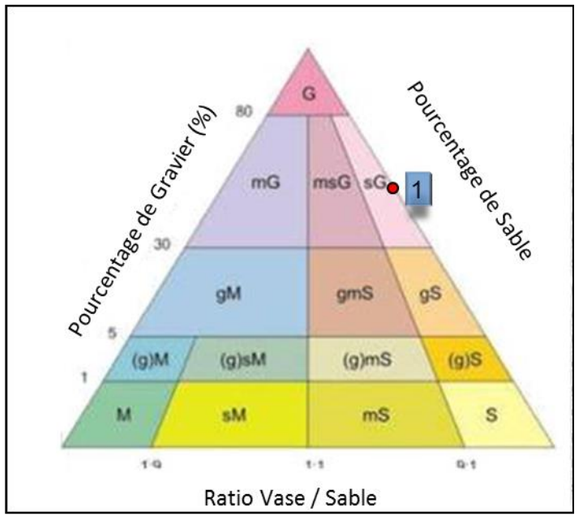


Diagramme de Folk

<u>Observations:</u> Sédiment principalement constitué de débris coquilliers.

Sources : IN VIVO Environnement – Septembre 2015

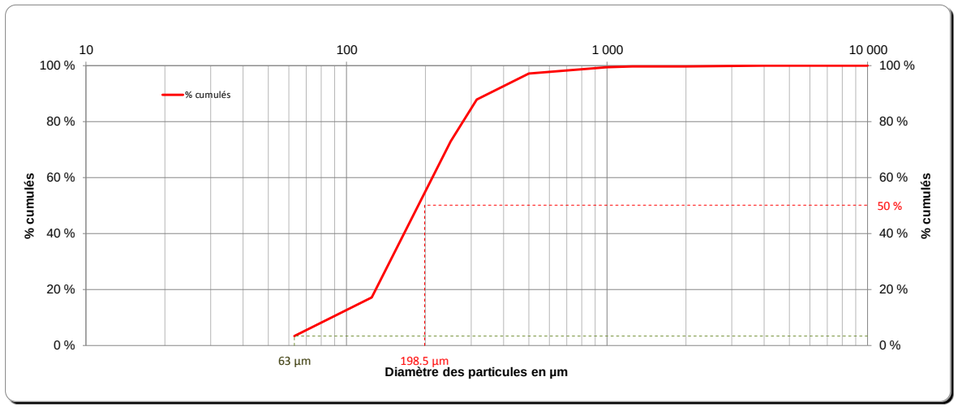
SYNTHÈSE ET REPRÉSENTATIONS DE L'ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE DE L'ÉCHANTILLON 2

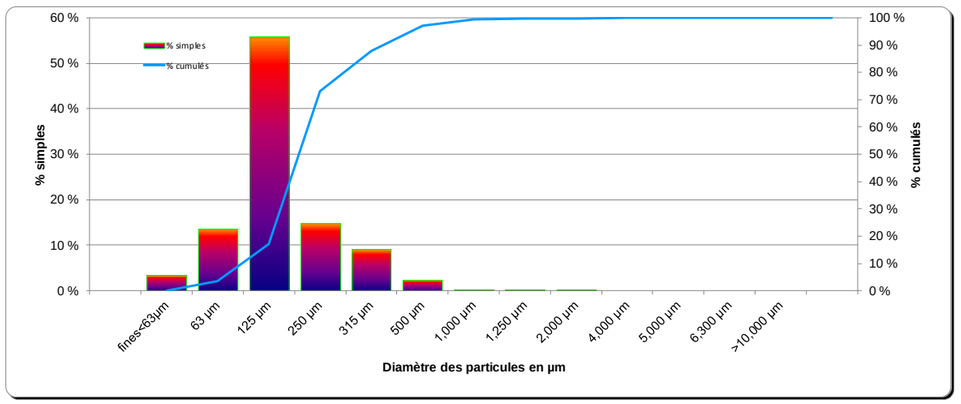
REFPTEARMOR- PRELEVEMENT DU 17/08/15

Nom de l'échantillon : 2

Masse totale : 87.60 g

Ouverture du tamis (en µm)	Masses simples (en g)	Masses cumulées (en g)	Fréquence simple en %	Fréquence cumulée en %
fines<63µm	3.00 g	3.00 g	3.42 %	0.00 %
63 µm	12.00 g	15.00 g	13.70 %	3.42 %
125 µm	49.00 g	64.00 g	55.94 %	17.12 %
250 µm	13.00 g	77.00 g	14.84 %	73.06 %
315 µm	8.00 g	85.00 g	9.13 %	87.90 %
500 µm	2.00 g	87.00 g	2.28 %	97.03 %
1 000 µm	0.20 g	87.20 g	0.23 %	99.32 %
1 250 µm	0.20 g	87.40 g	0.23 %	99.54 %
2 000 µm	0.20 g	87.60 g	0.23 %	99.77 %
4 000 µm	0.00 g	87.60 g	0.00 %	100.00 %
5 000 µm	0.00 g	87.60 g	0.00 %	100.00 %
6 300 µm	0.00 g	87.60 g	0.00 %	100.00 %
>10 000 µm	0.00 g	87.60 g	0.00 %	100.00 %
				100.00 %





Mode (µm)	**125 µm**	**SABLES FINS**
D_{10} (µm)	93 µm	
D_{16} µm	120 µm	
D_{25} ϕ	3.06 Phi	
D_{25} (µm)	143 µm	
Médiane D_{50} (µm)	**198 µm**	**SABLES FINS**
D_{75} (µm)	259 µm	
D_{84} µm	298 µm	
D_{90} ϕ	1.75 Phi	
D_{90} (µm)	358 µm	
Diamètre moyen en ϕ	2.38 Phi	
Ecart-type en unité ϕ (sorting)	0.74 Phi	
Indice d'asymétrie (Skewness)	0.11	
Indice d'angulosité (Kurtosis)	1.29	
Teneur en fines (diamètre < 63 µm)	**3.42 %**	

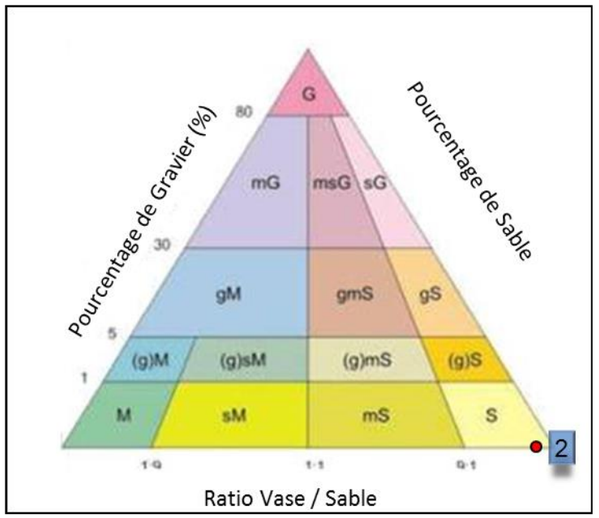


Diagramme de Folk

Fraction inexistante

4 mm

Fraction inexistante

5 mm

Fraction inexistante

6.3 mm

Fraction inexistante

10 mm

Observations: Sable fins. Présence de débris coquilliers.

Sources : IN VIVO Environnement – Septembre 2015

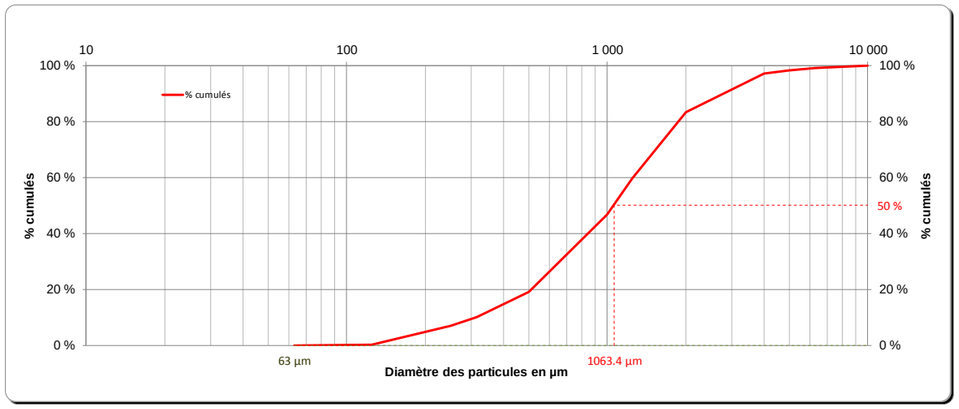
SYNTHÈSE ET REPRÉSENTATIONS DE L'ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE DE L'ÉCHANTILLON 3

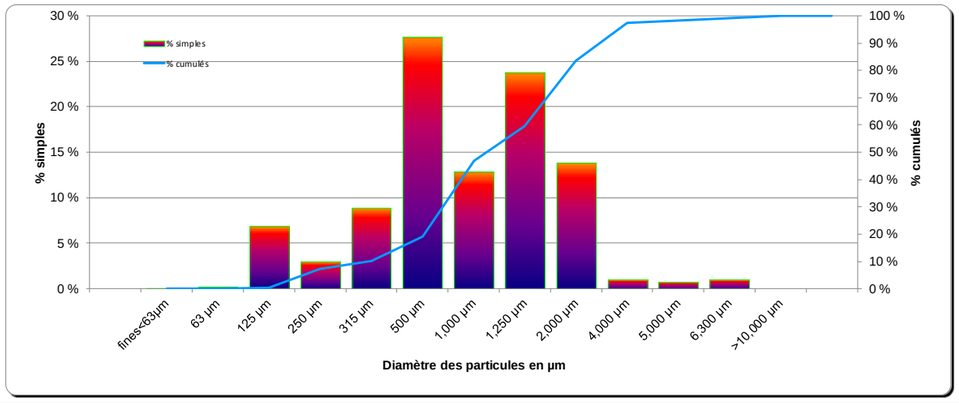
REFPTEARMOR- PRELEVEMENT DU 17/08/15

Nom de l'échantillon : 3

Masse totale : 101.01 g

Ouverture du tamis (en µm)	Masses simples (en g)	Masses cumulées (en g)	Fréquence simple en %	Fréquence cumulée en %
fines<63µm	0.01 g	0.01 g	0.01 %	0.00 %
63 µm	0.20 g	0.21 g	0.20 %	0.01 %
125 µm	7.00 g	7.21 g	6.93 %	0.21 %
250 µm	3.00 g	10.21 g	2.97 %	7.14 %
315 µm	9.00 g	19.21 g	8.91 %	10.11 %
500 µm	28.00 g	47.21 g	27.72 %	19.02 %
1 000 µm	13.00 g	60.21 g	12.87 %	46.74 %
1 250 µm	24.00 g	84.21 g	23.76 %	59.61 %
2 000 µm	14.00 g	98.21 g	13.86 %	83.37 %
4 000 µm	1.00 g	99.21 g	0.99 %	97.23 %
5 000 µm	0.80 g	100.01 g	0.79 %	98.22 %
6 300 µm	1.00 g	101.01 g	0.99 %	99.01 %
>10 000 µm	0.00 g	101.01 g	0.00 %	100.00 %
				100.00 %





Mode (µm)	**500 µm**	**SABLES GROSSIERS**
D_{10} (µm)	313 µm	
D_{16} µm / ϕ	437 µm / 1.19 Phi	
D_{25} (µm)	608 µm	
Médiane D_{50} (µm)	**1 063 µm**	**SABLES TRES GROSSIERS**
D_{75} (µm)	1 736 µm	
D_{84} µm / ϕ	2 091 µm / -1.06 Phi	
D_{90} (µm)	2 957 µm	
Diamètre moyen en ϕ	0.01 Phi	
Ecart-type en unité ϕ (sorting)	1.19 Phi	
Indice d'asymétrie (Skewness)	0.13	
Indice d'angulosité (Kurtosis)	1.12	
Teneur en fines (diamètre < 63 µm)	**0.01 %**	

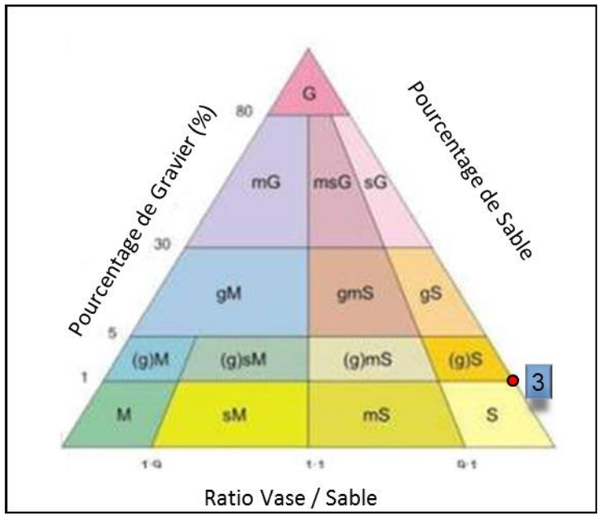


Diagramme de Folk

Fraction inexistante

10 mm

Observations: Echantillon principalement constitué de débris coquilliers.

Sources : IN VIVO Environnement – Septembre 2015

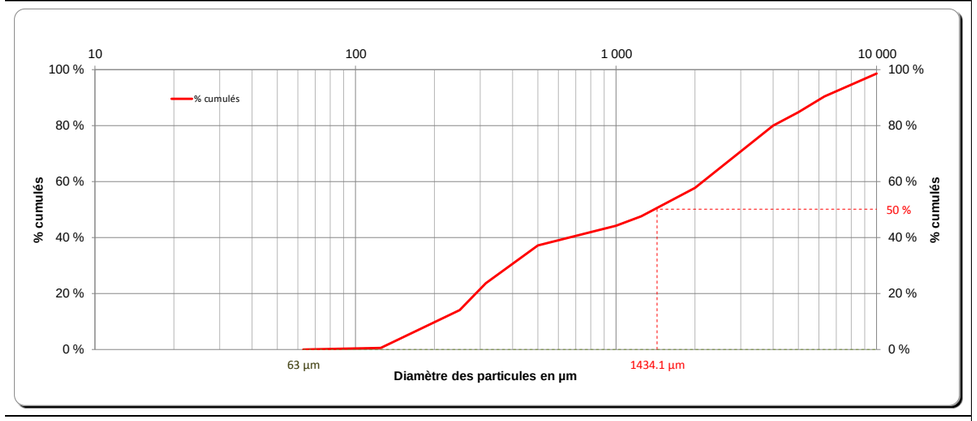
SYNTHÈSE ET REPRÉSENTATIONS DE L'ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE DE L'ÉCHANTILLON 4

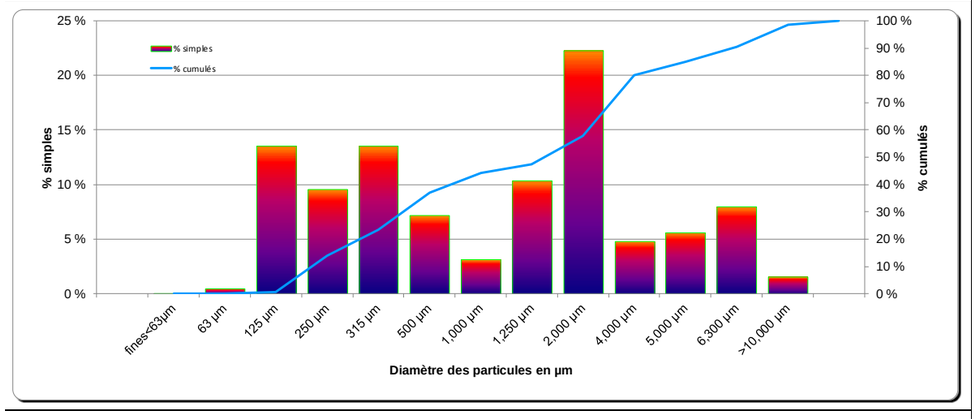
REFPTEARMOR- PRELEVEMENT DU 17/08/15

Nom de l'échantillon : 4

Masse totale : 125.62 g

Ouverture du tamis (en µm)	Masses simples (en g)	Masses cumulées (en g)	Fréquence simple en %	Fréquence cumulée en %
fines<63µm	0.02 g	0.02 g	0.02 %	0.00 %
63 µm	0.60 g	0.62 g	0.48 %	0.02 %
125 µm	17.00 g	17.62 g	13.53 %	0.49 %
250 µm	12.00 g	29.62 g	9.55 %	14.03 %
315 µm	17.00 g	46.62 g	13.53 %	23.58 %
500 µm	9.00 g	55.62 g	7.16 %	37.11 %
1 000 µm	4.00 g	59.62 g	3.18 %	44.28 %
1 250 µm	13.00 g	72.62 g	10.35 %	47.46 %
2 000 µm	28.00 g	100.62 g	22.29 %	57.81 %
4 000 µm	6.00 g	106.62 g	4.78 %	80.10 %
5 000 µm	7.00 g	113.62 g	5.57 %	84.87 %
6 300 µm	10.00 g	123.62 g	7.96 %	90.45 %
>10 000 µm	2.00 g	125.62 g	1.59 %	98.41 %
				100.00 %





Mode (µm)	**2 000 µm**	**GRANULES**
D_{10} (µm)	213 µm	
D_{16} µm / ϕ	263 µm / 1.92 Phi	
D_{25} (µm)	334 µm	
Médiane D_{50} (µm)	**1 434 µm**	**SABLES TRES GROSSIERS**
D_{75} (µm)	3 543 µm	
D_{84} µm / ϕ	4 817 µm / -2.27 Phi	
D_{90} (µm)	6 196 µm	
Diamètre moyen en ϕ	-0.29 Phi	
Ecart-type en unité ϕ (sorting)	1.91 Phi	
Indice d'asymétrie (Skewness)	0.13	
Indice d'angulosité (Kurtosis)	0.68	
Teneur en fines (diamètre < 63 µm)	**0.02 %**	

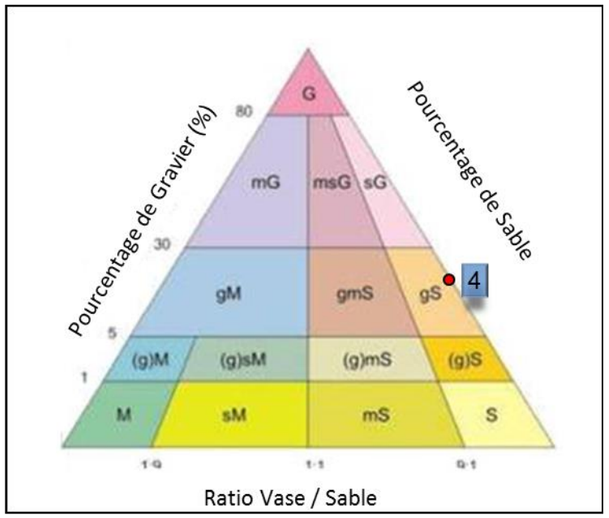


Diagramme de Folk

<u>Observations:</u> Sédiment principalement constitué de débris coquilliers.

Sources : IN VIVO Environnement – Septembre 2015

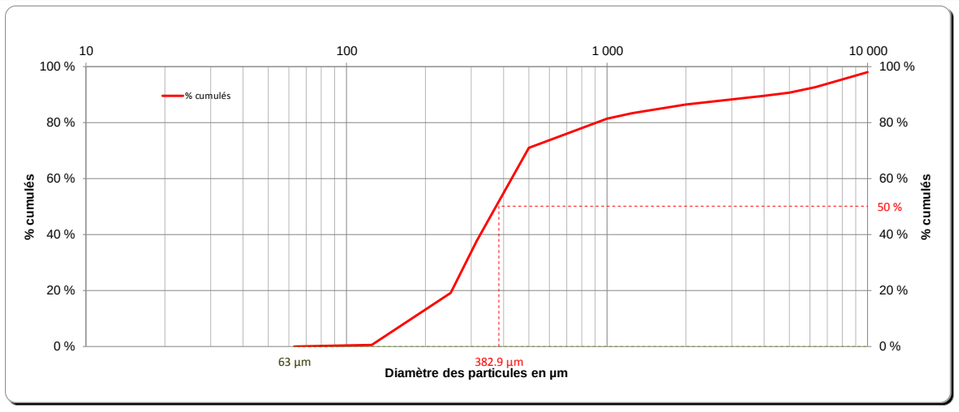
SYNTHÈSE ET REPRÉSENTATIONS DE L'ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE DE L'ÉCHANTILLON 5

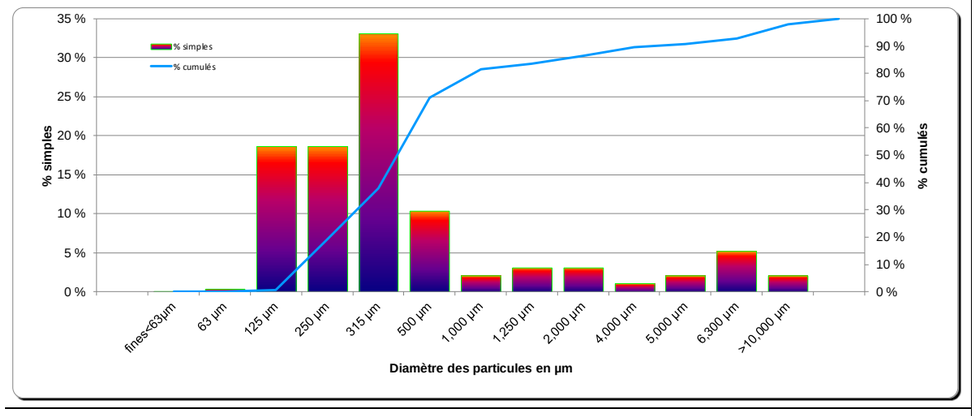
REFPTEARMOR- PRELEVEMENT DU 17/08/15

Nom de l'échantillon : 5

Masse totale : 96.50 g

Ouverture du tamis (en µm)	Masses simples (en g)	Masses cumulées (en g)	Fréquence simple en %	Fréquence cumulée en %
fines<63µm	0.10 g	0.10 g	0.10 %	0.00 %
63 µm	0.40 g	0.50 g	0.41 %	0.10 %
125 µm	18.00 g	18.50 g	18.65 %	0.52 %
250 µm	18.00 g	36.50 g	18.65 %	19.17 %
315 µm	32.00 g	68.50 g	33.16 %	37.82 %
500 µm	10.00 g	78.50 g	10.36 %	70.98 %
1 000 µm	2.00 g	80.50 g	2.07 %	81.35 %
1 250 µm	3.00 g	83.50 g	3.11 %	83.42 %
2 000 µm	3.00 g	86.50 g	3.11 %	86.53 %
4 000 µm	1.00 g	87.50 g	1.04 %	89.64 %
5 000 µm	2.00 g	89.50 g	2.07 %	90.67 %
6 300 µm	5.00 g	94.50 g	5.18 %	92.75 %
>10 000 µm	2.00 g	96.50 g	2.07 %	97.93 %
				100.00 %





Mode (µm)	**315 µm**	**SABLES MOYENS**
D_{10} (µm)	189 µm	
D_{16} µm / ϕ	229 µm / 2.13 Phi	
D_{25} (µm)	270 µm	
Médiane D_{50} (µm)	**383 µm**	**SABLES MOYENS**
D_{75} (µm)	694 µm	
D_{84} µm / ϕ	1 390 µm / -0.48 Phi	
D_{90} (µm)	4 350 µm	
Diamètre moyen en ϕ	1.01 Phi	
Ecart-type en unité ϕ (sorting)	1.51 Phi	
Indice d'asymétrie (Skewness)	-0.48	
Indice d'angulosité (Kurtosis)	1.71	
Teneur en fines (diamètre < 63 µm)	**0.10 %**	

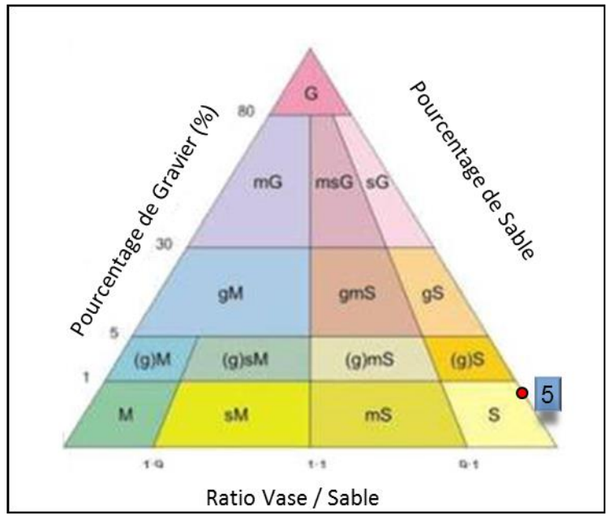


Diagramme de Folk

Observations: Sables moyens mêlés à des débris coquilliers.

Sources : IN VIVO Environnement – Septembre 2015

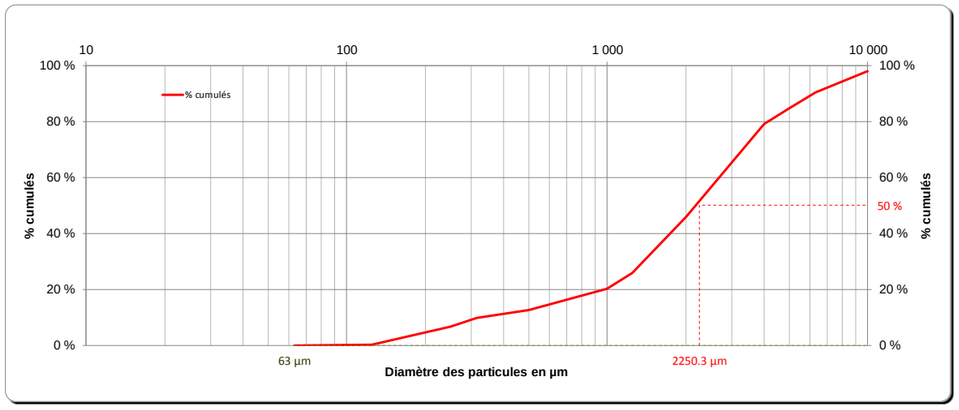
SYNTHÈSE ET REPRÉSENTATIONS DE L'ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE DE L'ÉCHANTILLON 6

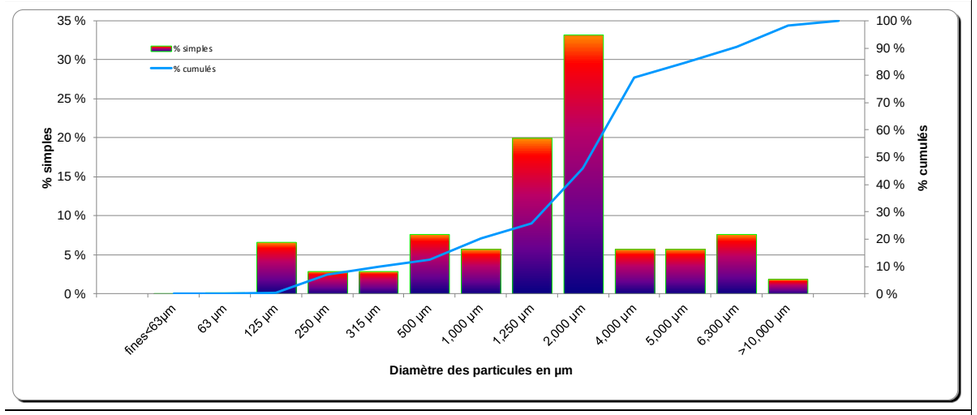
REFPTEARMOR- PRELEVEMENT DU 17/08/15

Nom de l'échantillon : 6

Masse totale : 105.24 g

Ouverture du tamis (en µm)	Masses simples (en g)	Masses cumulées (en g)	Fréquence simple en %	Fréquence cumulée en %
fines<63µm	0.04 g	0.04 g	0.04 %	0.00 %
63 µm	0.20 g	0.24 g	0.19 %	0.04 %
125 µm	7.00 g	7.24 g	6.65 %	0.23 %
250 µm	3.00 g	10.24 g	2.85 %	6.88 %
315 µm	3.00 g	13.24 g	2.85 %	9.73 %
500 µm	8.00 g	21.24 g	7.60 %	12.58 %
1 000 µm	6.00 g	27.24 g	5.70 %	20.18 %
1 250 µm	21.00 g	48.24 g	19.95 %	25.88 %
2 000 µm	35.00 g	83.24 g	33.26 %	45.84 %
4 000 µm	6.00 g	89.24 g	5.70 %	79.10 %
5 000 µm	6.00 g	95.24 g	5.70 %	84.80 %
6 300 µm	8.00 g	103.24 g	7.60 %	90.50 %
>10 000 µm	2.00 g	105.24 g	1.90 %	98.10 %
				100.00 %





Mode (µm)	**2 000 µm**	**GRANULES**
D_{10} (µm)	333 µm	
D_{16} µm	725 µm	
ϕ	0.46 Phi	
D_{25} (µm)	1 211 µm	
Médiane D_{50} (µm)	**2 250 µm**	**GRANULES**
D_{75} (µm)	3 754 µm	
D_{84} µm	4 860 µm	
ϕ	-2.28 Phi	
D_{90} (µm)	6 186 µm	
Diamètre moyen en ϕ	-1.00 Phi	
Ecart-type en unité ϕ (sorting)	1.49 Phi	
Indice d'asymétrie (Skewness)	0.23	
Indice d'angulosité (Kurtosis)	1.33	
Teneur en fines (diamètre < 63 µm)	**0.04 %**	

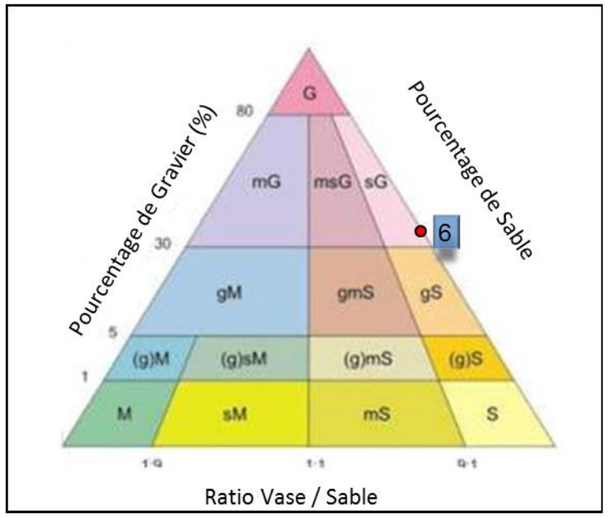
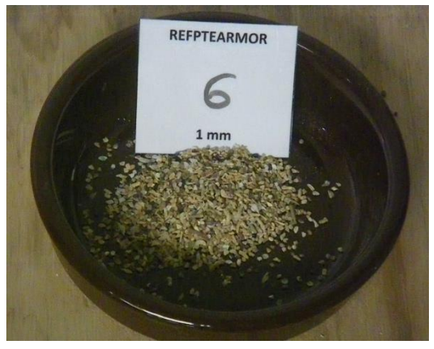


Diagramme de Folk



<u>Observations:</u> Ce sédiment, assez grossier, est majoritairement constitué de débris coquilliers.

Sources : IN VIVO Environnement – Septembre 2015

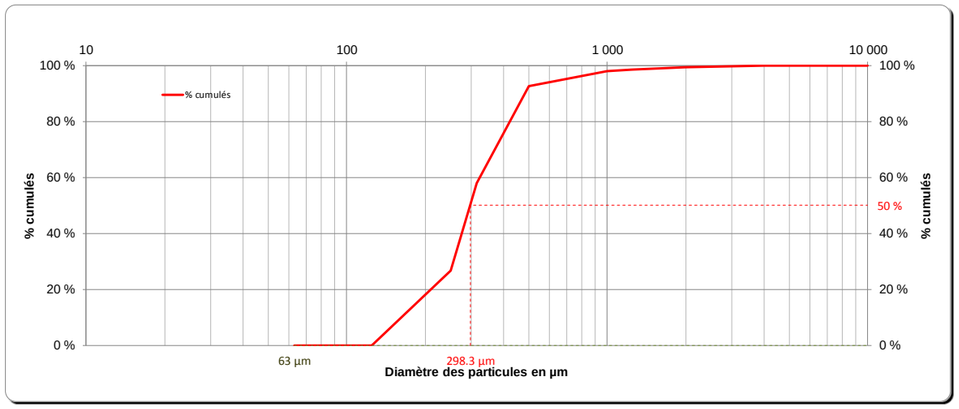
SYNTHÈSE ET REPRÉSENTATIONS DE L'ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE DE L'ÉCHANTILLON 7

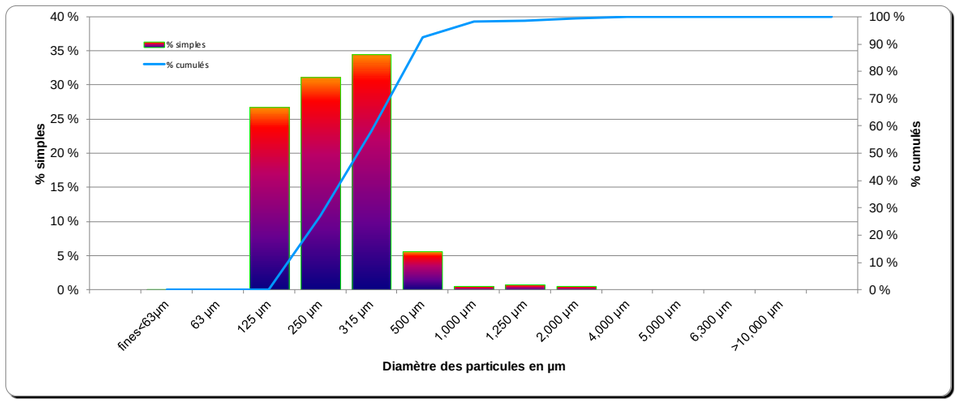
REFPTEARMOR- PRELEVEMENT DU 17/08/15

Nom de l'échantillon : 7

Masse totale : 89.79 g

Ouverture du tamis (en µm)	Masses simples (en g)	Masses cumulées (en g)	Fréquence simple en %	Fréquence cumulée en %
fines<63µm	0.01 g	0.01 g	0.01 %	0.00 %
63 µm	0.08 g	0.09 g	0.09 %	0.01 %
125 µm	24.00 g	24.09 g	26.73 %	0.10 %
250 µm	28.00 g	52.09 g	31.18 %	26.83 %
315 µm	31.00 g	83.09 g	34.53 %	58.01 %
500 µm	5.00 g	88.09 g	5.57 %	92.54 %
1 000 µm	0.50 g	88.59 g	0.56 %	98.11 %
1 250 µm	0.70 g	89.29 g	0.78 %	98.66 %
2 000 µm	0.50 g	89.79 g	0.56 %	99.44 %
4 000 µm	0.00 g	89.79 g	0.00 %	100.00 %
5 000 µm	0.00 g	89.79 g	0.00 %	100.00 %
6 300 µm	0.00 g	89.79 g	0.00 %	100.00 %
>10 000 µm	0.00 g	89.79 g	0.00 %	100.00 %
				100.00 %





Mode (µm)	**315 µm**	**SABLES MOYENS**
D_{10} (µm)	171 µm	
D_{16} µm / ϕ	199 µm / 2.33 Phi	
D_{25} (µm)	241 µm	
Médiane D_{50} (µm)	**298 µm**	**SABLES MOYENS**
D_{75} (µm)	406 µm	
D_{84} µm / ϕ	454 µm / 1.14 Phi	
D_{90} (µm)	486 µm	
Diamètre moyen en ϕ	1.74 Phi	
Ecart-type en unité ϕ (sorting)	0.64 Phi	
Indice d'asymétrie (Skewness)	-0.07	
Indice d'angulosité (Kurtosis)	1.25	
Teneur en fines (diamètre < 63 µm)	**0.01 %**	

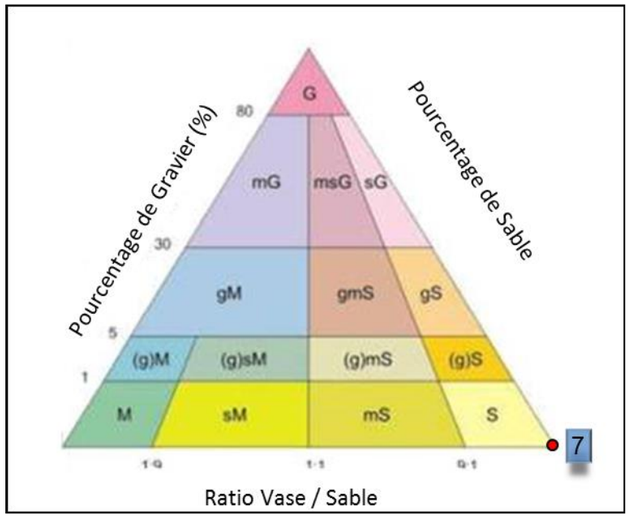


Diagramme de Folk

Fraction inexistante

4 mm

Fraction inexistante

5 mm

Fraction inexistante

6.3 mm

Fraction inexistante

10 mm

Observations: Sables moyens mêlés à des débris coquilliers.

Sources : IN VIVO Environnement – Septembre 2015

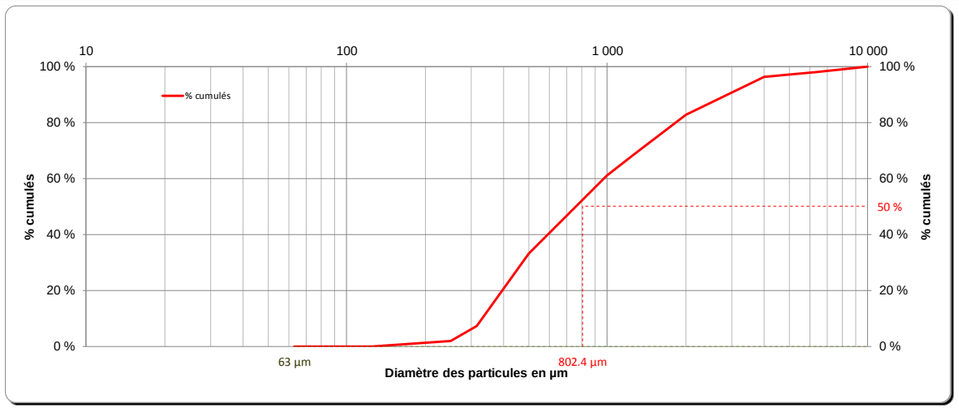
SYNTHÈSE ET REPRÉSENTATIONS DE L'ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE DE L'ÉCHANTILLON 8

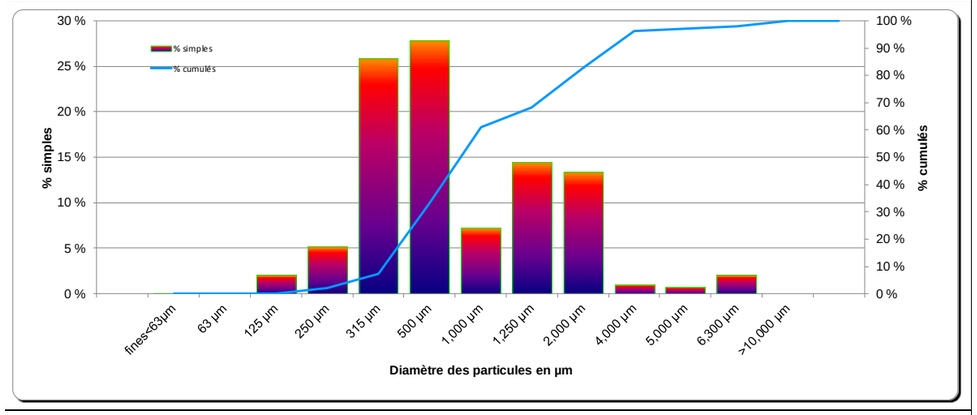
REFPTEARMOR- PRELEVEMENT DU 17/08/15

Nom de l'échantillon : 8

Masse totale : 96.74 g

Ouverture du tamis (en µm)	Masses simples (en g)	Masses cumulées (en g)	Fréquence simple en %	Fréquence cumulée en %
fines<63µm	0.01 g	0.01 g	0.01 %	0.00 %
63 µm	0.03 g	0.04 g	0.03 %	0.01 %
125 µm	2.00 g	2.04 g	2.07 %	0.04 %
250 µm	5.00 g	7.04 g	5.17 %	2.11 %
315 µm	25.00 g	32.04 g	25.84 %	7.28 %
500 µm	27.00 g	59.04 g	27.91 %	33.12 %
1 000 µm	7.00 g	66.04 g	7.24 %	61.03 %
1 250 µm	14.00 g	80.04 g	14.47 %	68.27 %
2 000 µm	13.00 g	93.04 g	13.44 %	82.74 %
4 000 µm	1.00 g	94.04 g	1.03 %	96.18 %
5 000 µm	0.70 g	94.74 g	0.72 %	97.21 %
6 300 µm	2.00 g	96.74 g	2.07 %	97.93 %
>10 000 µm	0.00 g	96.74 g	0.00 %	100.00 %
				100.00 %





Mode (µm)	**500 µm**	**SABLES GROSSIERS**
D_{10} (µm)	334 µm	
D_{16} µm / ϕ	377 µm / 1.41 Phi	
D_{25} (µm)	442 µm	
Médiane D_{50} (µm)	**802 µm**	**SABLES GROSSIERS**
D_{75} (µm)	1 599 µm	
D_{84} µm / ϕ	2 188 µm / -1.13 Phi	
D_{90} (µm)	3 081 µm	
Diamètre moyen en ϕ	0.20 Phi	
Ecart-type en unité ϕ (sorting)	1.20 Phi	
Indice d'asymétrie (Skewness)	-0.17	
Indice d'angulosité (Kurtosis)	0.83	
Teneur en fines (diamètre < 63 µm)	**0.01 %**	

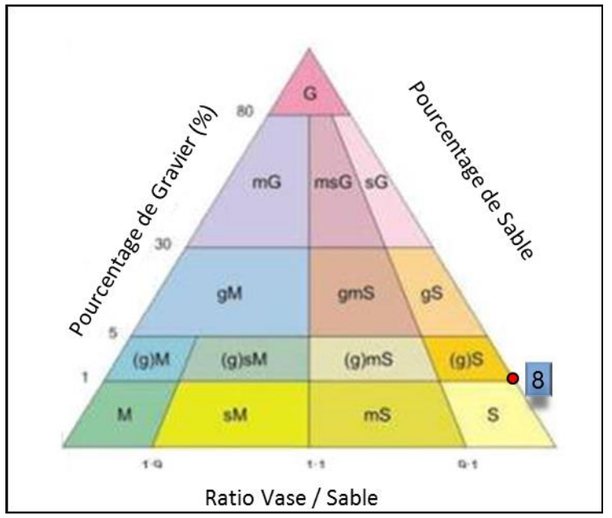
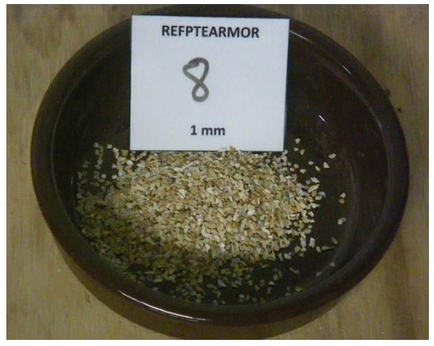


Diagramme de Folk



Fraction inexistante

10 mm

Observations: Sédiment principalement constitué de débris coquilliers.

Sources : IN VIVO Environnement – Septembre 2015

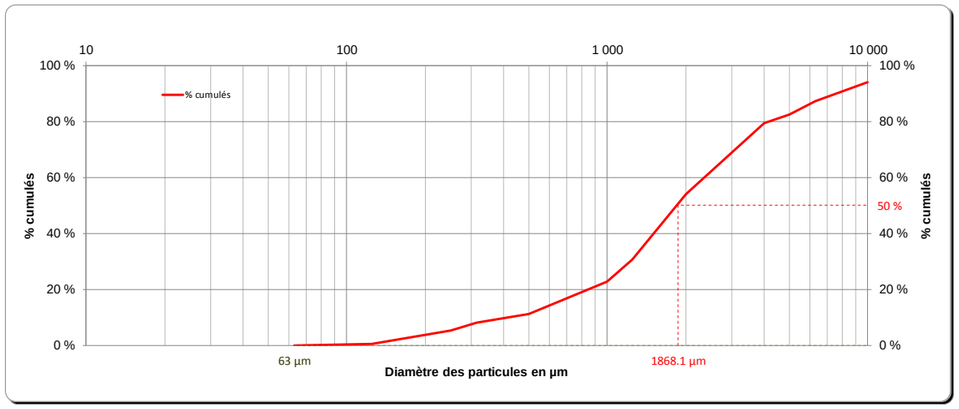
SYNTHÈSE ET REPRÉSENTATIONS DE L'ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE DE L'ÉCHANTILLON 9

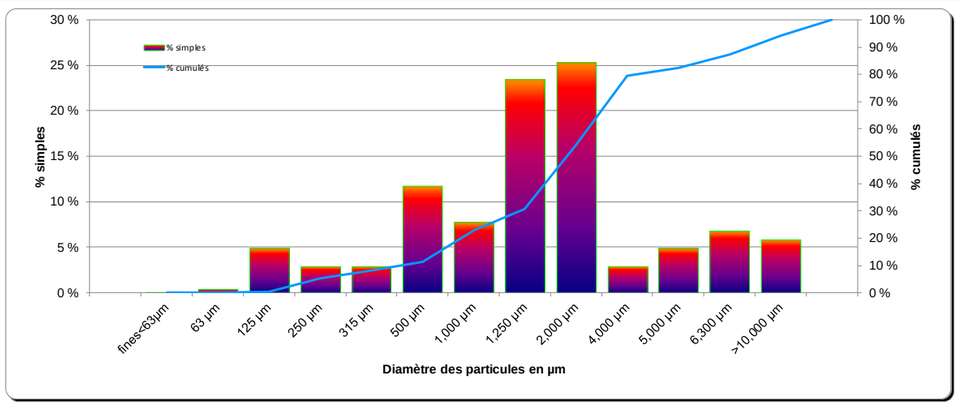
REFPTEARMOR- PRELEVEMENT DU 17/08/15

Nom de l'échantillon : 9

Masse totale : 102.44 g

Ouverture du tamis (en µm)	Masses simples (en g)	Masses cumulées (en g)	Fréquence simple en %	Fréquence cumulée en %
fines<63µm	0.04 g	0.04 g	0.04 %	0.00 %
63 µm	0.40 g	0.44 g	0.39 %	0.04 %
125 µm	5.00 g	5.44 g	4.88 %	0.43 %
250 µm	3.00 g	8.44 g	2.93 %	5.31 %
315 µm	3.00 g	11.44 g	2.93 %	8.24 %
500 µm	12.00 g	23.44 g	11.71 %	11.17 %
1 000 µm	8.00 g	31.44 g	7.81 %	22.88 %
1 250 µm	24.00 g	55.44 g	23.43 %	30.69 %
2 000 µm	26.00 g	81.44 g	25.38 %	54.12 %
4 000 µm	3.00 g	84.44 g	2.93 %	79.50 %
5 000 µm	5.00 g	89.44 g	4.88 %	82.43 %
6 300 µm	7.00 g	96.44 g	6.83 %	87.31 %
>10 000 µm	6.00 g	102.44 g	5.86 %	94.14 %
				100.00 %





Mode (µm)	**2 000 µm**	**GRANULES**
D_{10} (µm)	426 µm	
D_{16}	706 µm / 0.50 Phi	
D_{25} (µm)	1 068 µm	
Médiane D_{50} (µm)	**1 868 µm**	**SABLES TRES GROSSIERS**
D_{75} (µm)	3 645 µm	
D_{84}	5 418 µm / -2.44 Phi	
D_{90} (µm)	7 757 µm	
Diamètre moyen en ϕ	-0.95 Phi	
Ecart-type en unité ϕ (sorting)	8.00 Phi	
Indice d'asymétrie (Skewness)	8.00	
Indice d'angulosité (Kurtosis)	8.00	
Teneur en fines (diamètre < 63 µm)	**0.04 %**	

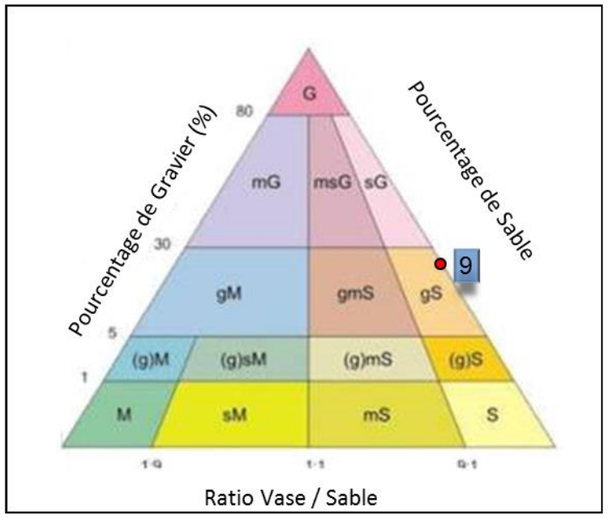


Diagramme de Folk

Observations: Sédiment grossier composé de débris coquilliers.

Sources : IN VIVO Environnement – Septembre 2015

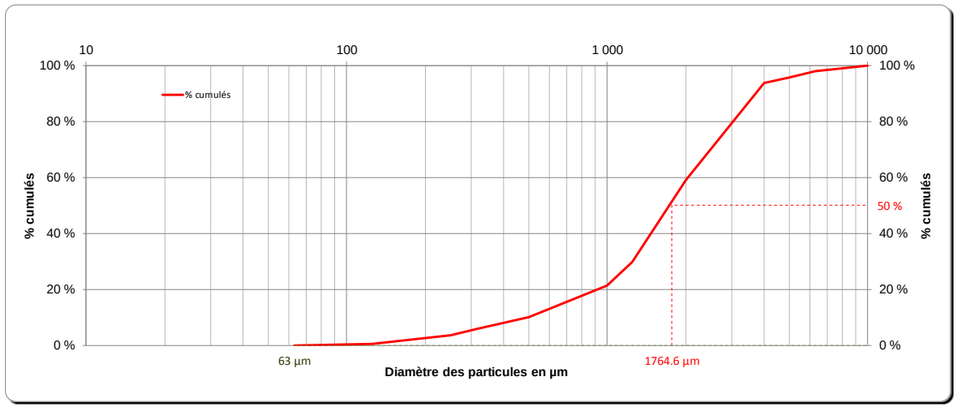
SYNTHÈSE ET REPRÉSENTATIONS DE L'ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE DE L'ÉCHANTILLON 10

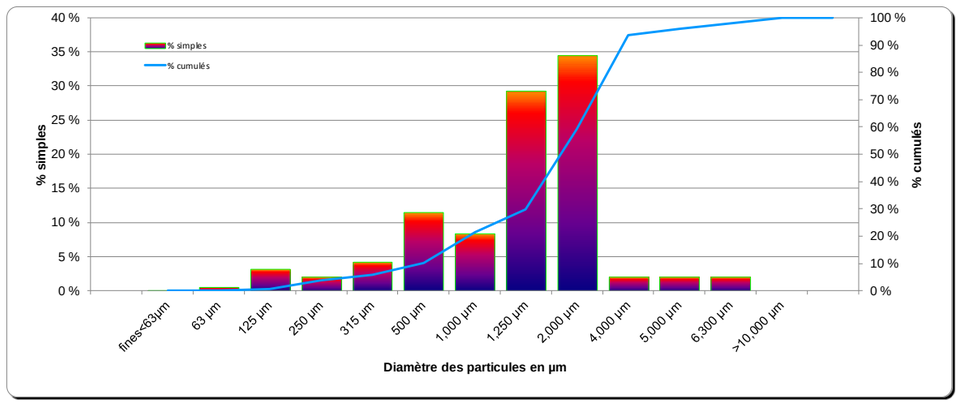
REFPTEARMOR- PRELEVEMENT DU 17/08/15

Nom de l'échantillon : 10

Masse totale : 95.58 g

Ouverture du tamis (en µm)	Masses simples (en g)	Masses cumulées (en g)	Fréquence simple en %	Fréquence cumulée en %
fines<63µm	0.08 g	0.08 g	0.08 %	0.00 %
63 µm	0.50 g	0.58 g	0.52 %	0.08 %
125 µm	3.00 g	3.58 g	3.14 %	0.61 %
250 µm	2.00 g	5.58 g	2.09 %	3.75 %
315 µm	4.00 g	9.58 g	4.18 %	5.84 %
500 µm	11.00 g	20.58 g	11.51 %	10.02 %
1 000 µm	8.00 g	28.58 g	8.37 %	21.53 %
1 250 µm	28.00 g	56.58 g	29.29 %	29.90 %
2 000 µm	33.00 g	89.58 g	34.53 %	59.20 %
4 000 µm	2.00 g	91.58 g	2.09 %	93.72 %
5 000 µm	2.00 g	93.58 g	2.09 %	95.82 %
6 300 µm	2.00 g	95.58 g	2.09 %	97.91 %
>10 000 µm	0.00 g	95.58 g	0.00 %	100.00 %
				100.00 %





Mode (µm)	**2 000 µm**	**GRANULES**
D_{10} (µm)	499 µm	
D_{16} µm / ϕ	760 µm / 0.40 Phi	
D_{25} (µm)	1 104 µm	
Médiane D_{50} (µm)	**1 765 µm**	**SABLES TRES GROSSIERS**
D_{75} (µm)	2 915 µm	
D_{84} µm / ϕ	3 437 µm / -1.78 Phi	
D_{90} (µm)	3 784 µm	
Diamètre moyen en ϕ	-0.73 Phi	
Ecart-type en unité ϕ (sorting)	1.15 Phi	
Indice d'asymétrie (Skewness)	0.21	
Indice d'angulosité (Kurtosis)	1.17	
Teneur en fines (diamètre < 63 µm)	**0.08 %**	

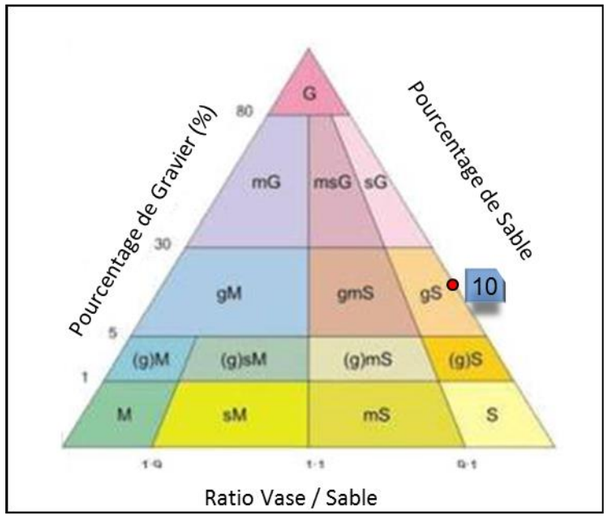


Diagramme de Folk

Observations: Sédiment principalement constitué de débris coquilliers.

Sources : IN VIVO Environnement – Septembre 2015

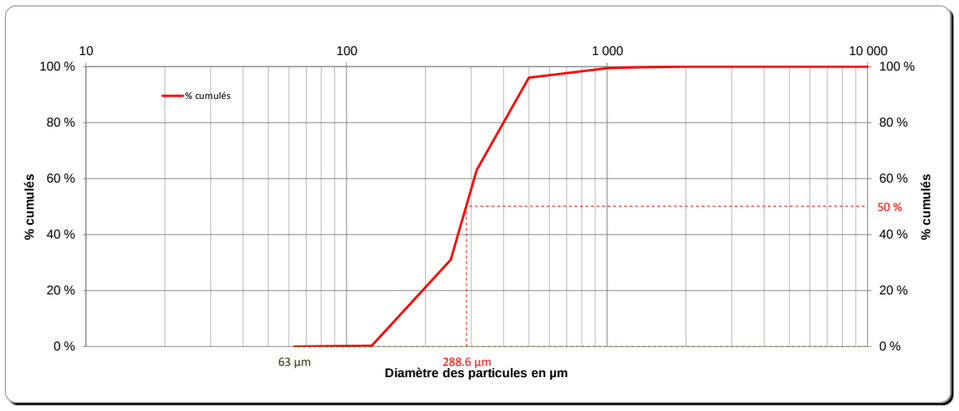
SYNTHÈSE ET REPRÉSENTATIONS DE L'ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE DE L'ÉCHANTILLON 11

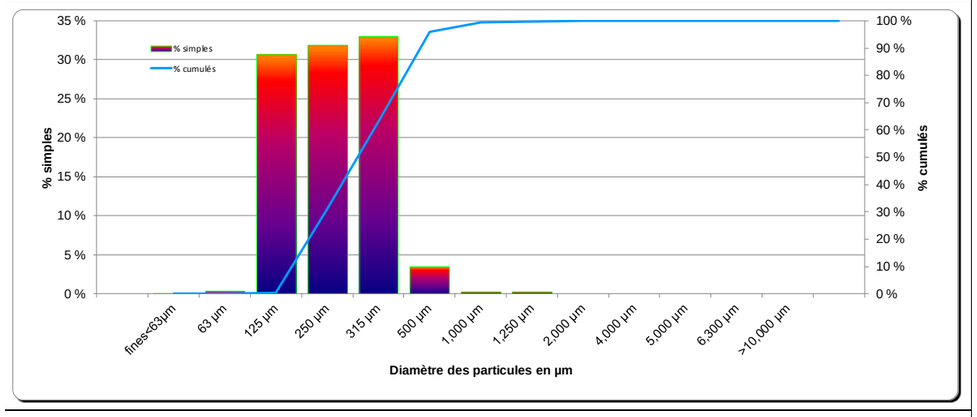
REFPTEARMOR- PRELEVEMENT DU 17/08/15

Nom de l'échantillon : 11

Masse totale : 84.72 g

Ouverture du tamis (en µm)	Masses simples (en g)	Masses cumulées (en g)	Fréquence simple en %	Fréquence cumulée en %
fines<63µm	0.02 g	0.02 g	0.02 %	0.00 %
63 µm	0.30 g	0.32 g	0.35 %	0.02 %
125 µm	26.00 g	26.32 g	30.69 %	0.38 %
250 µm	27.00 g	53.32 g	31.87 %	31.07 %
315 µm	28.00 g	81.32 g	33.05 %	62.94 %
500 µm	3.00 g	84.32 g	3.54 %	95.99 %
1 000 µm	0.20 g	84.52 g	0.24 %	99.53 %
1 250 µm	0.20 g	84.72 g	0.24 %	99.76 %
2 000 µm	0.00 g	84.72 g	0.00 %	100.00 %
4 000 µm	0.00 g	84.72 g	0.00 %	100.00 %
5 000 µm	0.00 g	84.72 g	0.00 %	100.00 %
6 300 µm	0.00 g	84.72 g	0.00 %	100.00 %
>10 000 µm	0.00 g	84.72 g	0.00 %	100.00 %
				100.00 %





Mode (µm)	**315 µm**	**SABLES MOYENS**
D_{10} (µm)	164 µm	
D_{16} µm / ϕ	189 µm / 2.41 Phi	
D_{25} (µm)	225 µm	
Médiane D_{50} (µm)	**289 µm**	**SABLES MOYENS**
D_{75} (µm)	383 µm	
D_{84} µm / ϕ	433 µm / 1.21 Phi	
D_{90} (µm)	466 µm	
Diamètre moyen en ϕ	1.80 Phi	
Ecart-type en unité ϕ (sorting)	0.57 Phi	
Indice d'asymétrie (Skewness)	0.08	
Indice d'angulosité (Kurtosis)	0.96	
Teneur en fines (diamètre < 63 µm)	**0.02 %**	

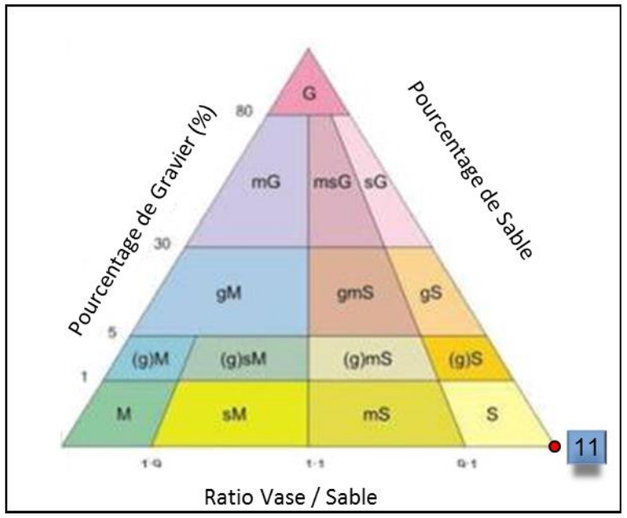


Diagramme de Folk

Fraction inexistante

2 mm

Fraction inexistante

4 mm

Fraction inexistante

5 mm

Fraction inexistante

6.3 mm

Fraction inexistante

10 mm

Observations: Sables moyens propres (non envasés).

Sources : IN VIVO Environnement – Septembre 2015

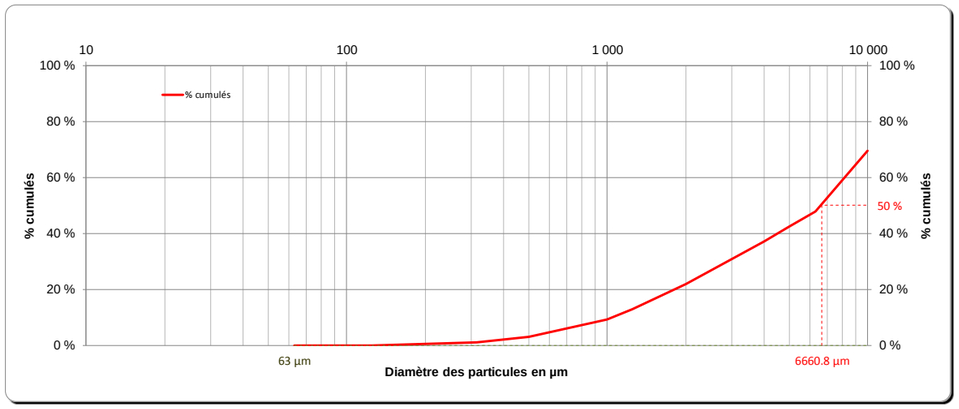
SYNTHÈSE ET REPRÉSENTATIONS DE L'ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE DE L'ÉCHANTILLON 12

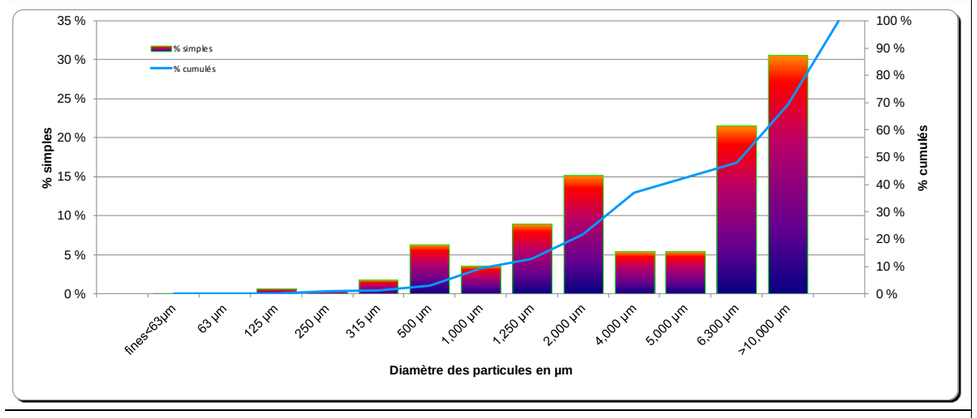
REFPTEARMOR- PRELEVEMENT DU 17/08/15

Nom de l'échantillon : 12

Masse totale : 111.32 g

Ouverture du tamis (en µm)	Masses simples (en g)	Masses cumulées (en g)	Fréquence simple en %	Fréquence cumulée en %
fines<63µm	0.02 g	0.02 g	0.02 %	0.00 %
63 µm	0.10 g	0.12 g	0.09 %	0.02 %
125 µm	0.80 g	0.92 g	0.72 %	0.11 %
250 µm	0.40 g	1.32 g	0.36 %	0.83 %
315 µm	2.00 g	3.32 g	1.80 %	1.19 %
500 µm	7.00 g	10.32 g	6.29 %	2.98 %
1 000 µm	4.00 g	14.32 g	3.59 %	9.27 %
1 250 µm	10.00 g	24.32 g	8.98 %	12.86 %
2 000 µm	17.00 g	41.32 g	15.27 %	21.85 %
4 000 µm	6.00 g	47.32 g	5.39 %	37.12 %
5 000 µm	6.00 g	53.32 g	5.39 %	42.51 %
6 300 µm	24.00 g	77.32 g	21.56 %	47.90 %
>10 000 µm	34.00 g	111.32 g	30.54 %	69.46 %
				100.00 %





Mode (µm)	**> 10 000 µm**	**GRAVIERS**
D_{10} (µm)	1 051 µm	
D_{16} µm / ϕ	1 512 µm / -0.60 Phi	
D_{25} (µm)	2 413 µm	
Médiane D_{50} (µm)	**6 661 µm**	**GRAVIERS**
D_{75} (µm)	> 10 000 µm	
D_{84} µm / ϕ	> 10 000 µm / –	
D_{90} (µm)	> 10 000 µm	
Diamètre moyen en ϕ	–	
Ecart-type en unité ϕ (sorting)	–	
Indice d'asymétrie (Skewness)	–	
Indice d'angulosité (Kurtosis)	–	
Teneur en fines (diamètre < 63 µm)	**0.02 %**	

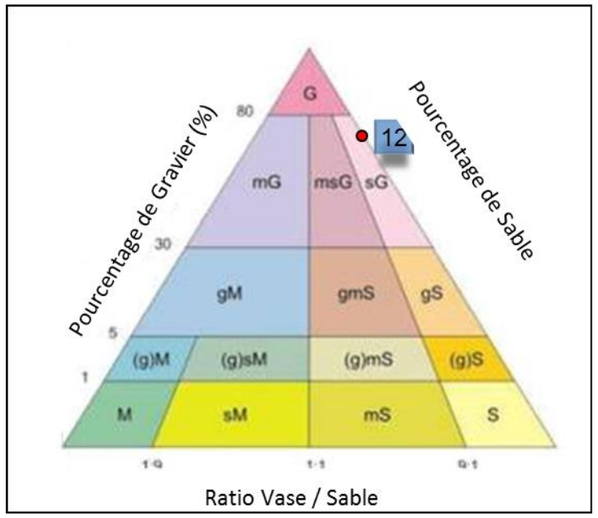


Diagramme de Folk

Observations: Sédiment constitué de cailloutis et de débris coquilliers.

Sources : IN VIVO Environnement – Septembre 2015

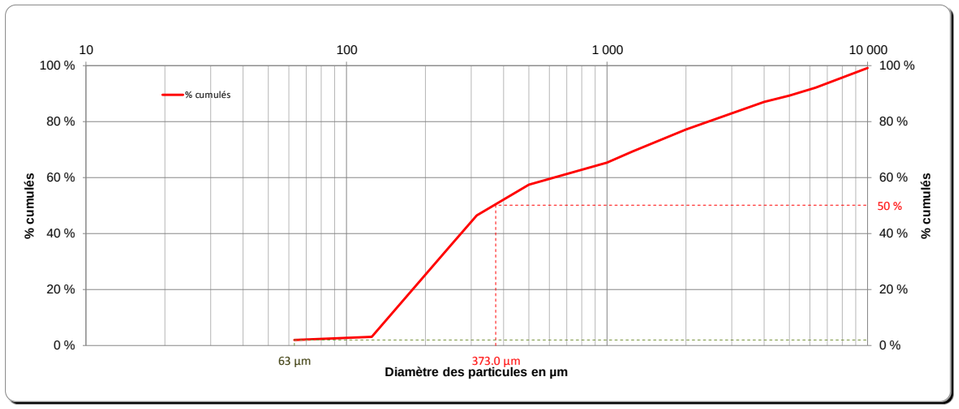
SYNTHÈSE ET REPRÉSENTATIONS DE L'ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE DE L'ÉCHANTILLON 13

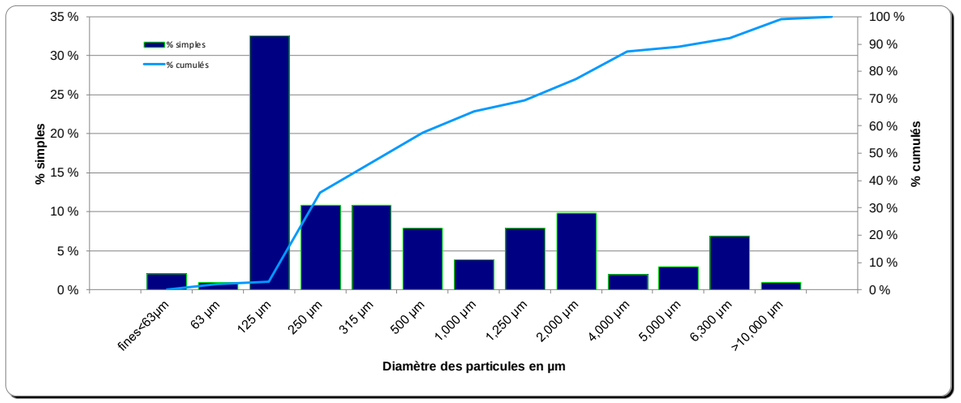
REFPTEARMOR- PRELEVEMENT DU 17/08/15

Nom de l'échantillon : 13

Masse totale : 101.10 g

Ouverture du tamis (en µm)	Masses simples (en g)	Masses cumulées (en g)	Fréquence simple en %	Fréquence cumulée en %
fines<63µm	2.10 g	2.10 g	2.08 %	0.00 %
63 µm	1.00 g	3.10 g	0.99 %	2.08 %
125 µm	33.00 g	36.10 g	32.64 %	3.07 %
250 µm	11.00 g	47.10 g	10.88 %	35.71 %
315 µm	11.00 g	58.10 g	10.88 %	46.59 %
500 µm	8.00 g	66.10 g	7.91 %	57.47 %
1 000 µm	4.00 g	70.10 g	3.96 %	65.38 %
1 250 µm	8.00 g	78.10 g	7.91 %	69.34 %
2 000 µm	10.00 g	88.10 g	9.89 %	77.25 %
4 000 µm	2.00 g	90.10 g	1.98 %	87.14 %
5 000 µm	3.00 g	93.10 g	2.97 %	89.12 %
6 300 µm	7.00 g	100.10 g	6.92 %	92.09 %
>10 000 µm	1.00 g	101.10 g	0.99 %	99.01 %
				100.00 %





Mode (µm)	**125 µm**	**SABLES FINS**
D_{10} (µm)	152 µm	
D_{16} µm / ϕ	175 µm / 2.52 Phi	
D_{25} (µm)	209 µm	
Médiane D_{50} (µm)	**373 µm**	**SABLES MOYENS**
D_{75} (µm)	1 787 µm	
D_{84} µm / ϕ	3 365 µm / -1.75 Phi	
D_{90} (µm)	5 386 µm	
Diamètre moyen en ϕ	0.73 Phi	
Ecart-type en unité ϕ (sorting)	1.96 Phi	
Indice d'asymétrie (Skewness)	-0.49	
Indice d'angulosité (Kurtosis)	0.78	
Teneur en fines (diamètre < 63 µm)	**2.08 %**	

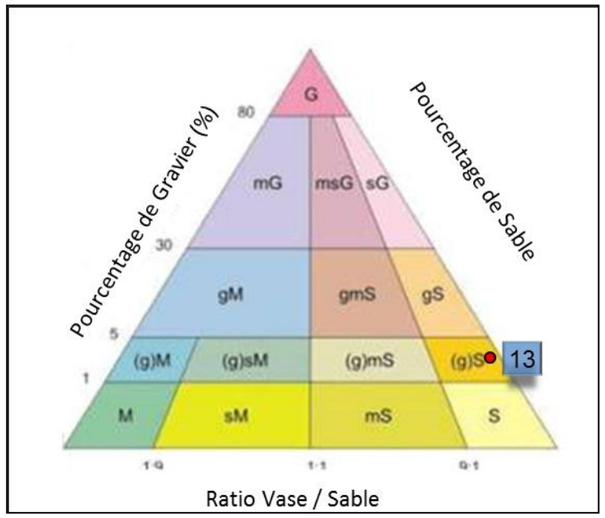


Diagramme de Folk

Observations: Sables fins légèrement envasés et composés de débris coquilliers.

Sources : IN VIVO Environnement – Septembre 2015

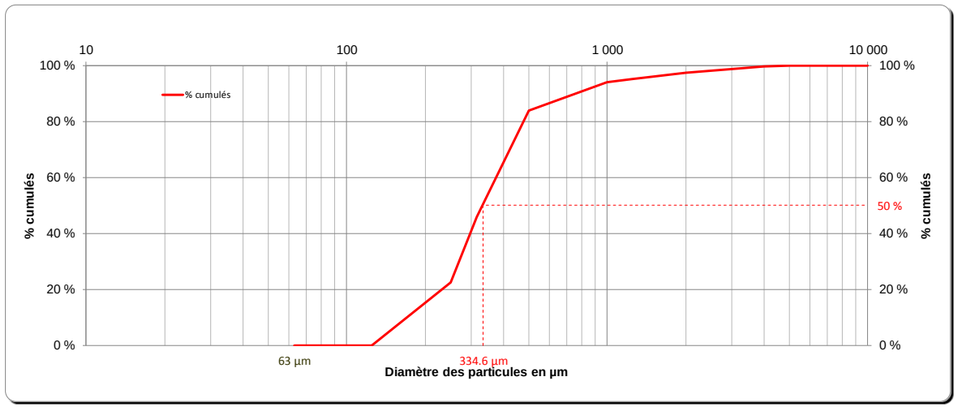
SYNTHÈSE ET REPRÉSENTATIONS DE L'ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE DE L'ÉCHANTILLON 14

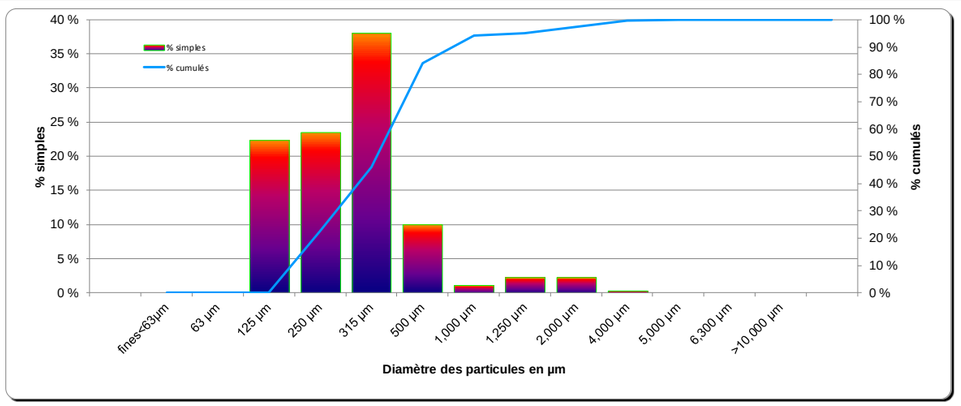
REFPTEARMOR- PRELEVEMENT DU 17/08/15

Nom de l'échantillon : 14

Masse totale : 89.40 g

Ouverture du tamis (en µm)	Masses simples (en g)	Masses cumulées (en g)	Fréquence simple en %	Fréquence cumulée en %
fines<63µm	0.00 g	0.00 g	0.00 %	0.00 %
63 µm	0.10 g	0.10 g	0.11 %	0.00 %
125 µm	20.00 g	20.10 g	22.37 %	0.11 %
250 µm	21.00 g	41.10 g	23.49 %	22.48 %
315 µm	34.00 g	75.10 g	38.03 %	45.97 %
500 µm	9.00 g	84.10 g	10.07 %	84.00 %
1 000 µm	1.00 g	85.10 g	1.12 %	94.07 %
1 250 µm	2.00 g	87.10 g	2.24 %	95.19 %
2 000 µm	2.00 g	89.10 g	2.24 %	97.43 %
4 000 µm	0.30 g	89.40 g	0.34 %	99.66 %
5 000 µm	0.00 g	89.40 g	0.00 %	100.00 %
6 300 µm	0.00 g	89.40 g	0.00 %	100.00 %
>10 000 µm	0.00 g	89.40 g	0.00 %	100.00 %
				100.00 %





Mode (µm)	**315 µm**	**SABLES MOYENS**
D_{10} (µm)	180 µm	
D_{16} µm / ϕ	214 µm / 2.23 Phi	
D_{25} (µm)	257 µm	
Médiane D_{50} (µm)	**335 µm**	**SABLES MOYENS**
D_{75} (µm)	456 µm	
D_{84} µm / ϕ	500 µm / 1.00 Phi	
D_{90} (µm)	798 µm	
Diamètre moyen en ϕ	1.60 Phi	
Ecart-type en unité ϕ (sorting)	0.76 Phi	
Indice d'asymétrie (Skewness)	-0.09	
Indice d'angulosité (Kurtosis)	1.48	
Teneur en fines (diamètre < 63 µm)	**0.00 %**	

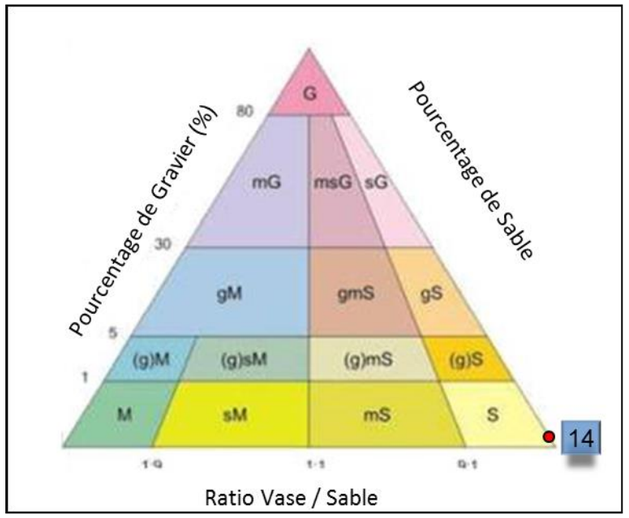


Diagramme de Folk

Fraction inexistante	Fraction inexistante	Fraction inexistante
5 mm	6.3 mm	10 mm

Observations: Sédiment constitué de débris coquilliers.

Sources : IN VIVO Environnement – Septembre 2015

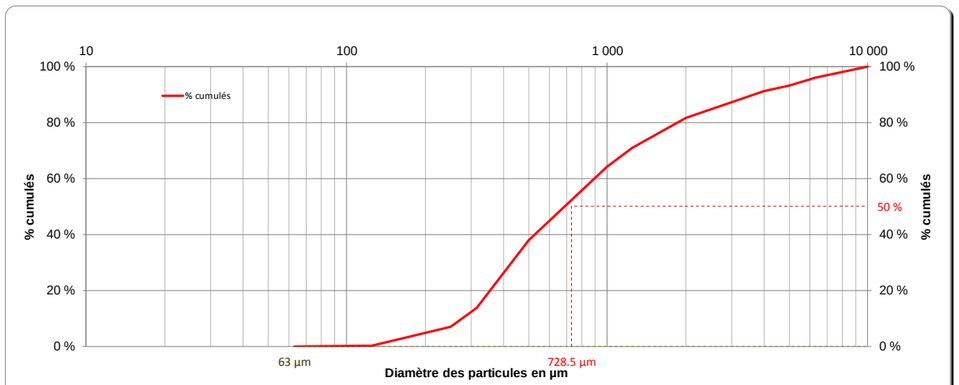
SYNTHÈSE ET REPRÉSENTATIONS DE L'ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE DE L'ÉCHANTILLON 15

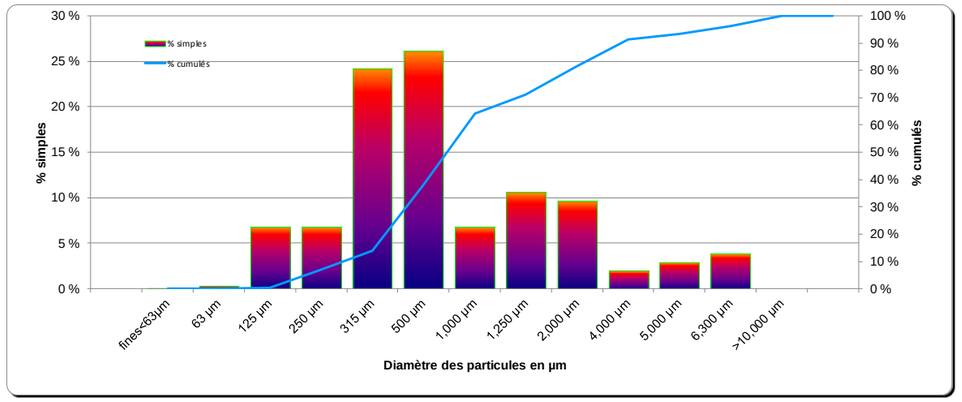
REFPTEARMOR- PRELEVEMENT DU 17/08/15

Nom de l'échantillon : 15

Masse totale : 103.32 g

Ouverture du tamis (en µm)	Masses simples (en g)	Masses cumulées (en g)	Fréquence simple en %	Fréquence cumulée en %
fines<63µm	0.02 g	0.02 g	0.02 %	0.00 %
63 µm	0.30 g	0.32 g	0.29 %	0.02 %
125 µm	7.00 g	7.32 g	6.78 %	0.31 %
250 µm	7.00 g	14.32 g	6.78 %	7.08 %
315 µm	25.00 g	39.32 g	24.20 %	13.86 %
500 µm	27.00 g	66.32 g	26.13 %	38.06 %
1 000 µm	7.00 g	73.32 g	6.78 %	64.19 %
1 250 µm	11.00 g	84.32 g	10.65 %	70.96 %
2 000 µm	10.00 g	94.32 g	9.68 %	81.61 %
4 000 µm	2.00 g	96.32 g	1.94 %	91.29 %
5 000 µm	3.00 g	99.32 g	2.90 %	93.22 %
6 300 µm	4.00 g	103.32 g	3.87 %	96.13 %
>10 000 µm	0.00 g	103.32 g	0.00 %	100.00 %
				100.00 %





Mode (µm)	**500 µm**	**SABLES GROSSIERS**
D_{10} (µm)	278 µm	
D_{16} µm / ϕ	331 µm / 1.59 Phi	
D_{25} (µm)	400 µm	
Médiane D_{50} (µm)	**729 µm**	**SABLES GROSSIERS**
D_{75} (µm)	1 534 µm	
D_{84} µm / ϕ	2 494 µm / -1.32 Phi	
D_{90} (µm)	3 734 µm	
Diamètre moyen en ϕ	0.24 Phi	
Ecart-type en unité ϕ (sorting)	1.45 Phi	
Indice d'asymétrie (Skewness)	-0.24	
Indice d'angulosité (Kurtosis)	1.01	
Teneur en fines (diamètre < 63 µm)	**0.02 %**	

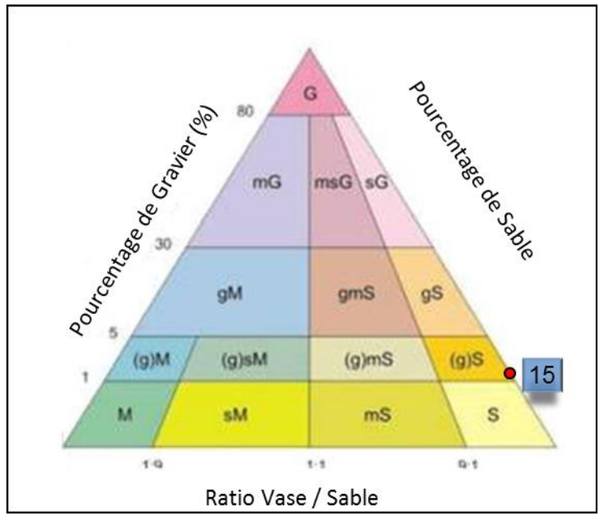


Diagramme de Folk

Fraction inexistante

10 mm

Observations: Sédiment principalement constitué de débris coquilliers.

Sources : IN VIVO Environnement – Septembre 2015

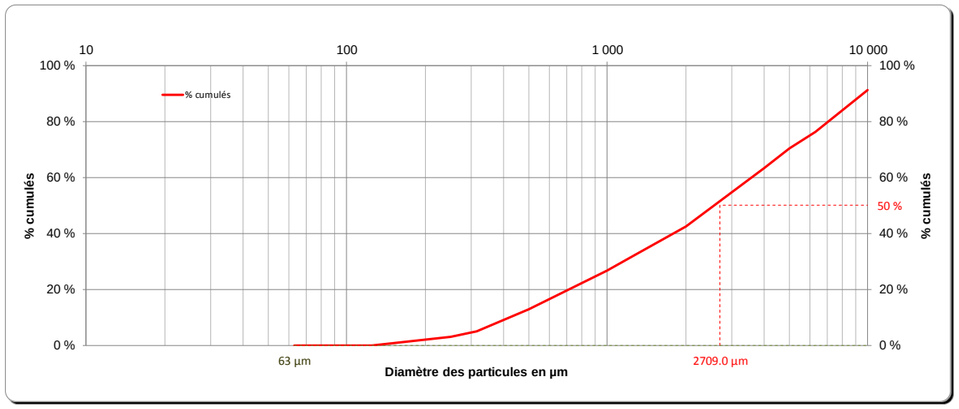
SYNTHÈSE ET REPRÉSENTATIONS DE L'ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE DE L'ÉCHANTILLON 16

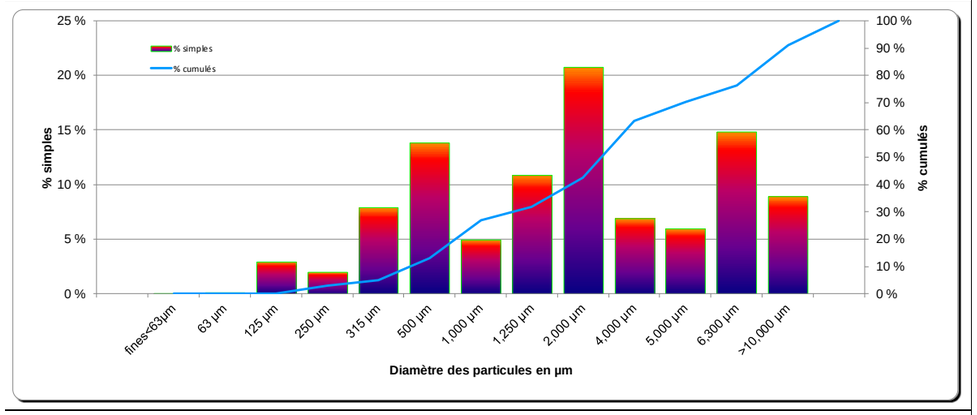
REFPTEARMOR- PRELEVEMENT DU 17/08/15

Nom de l'échantillon : 16

Masse totale : 101.11 g

Ouverture du tamis (en µm)	Masses simples (en g)	Masses cumulées (en g)	Fréquence simple en %	Fréquence cumulée en %
fines<63µm	0.01 g	0.01 g	0.01 %	0.00 %
63 µm	0.10 g	0.11 g	0.10 %	0.01 %
125 µm	3.00 g	3.11 g	2.97 %	0.11 %
250 µm	2.00 g	5.11 g	1.98 %	3.08 %
315 µm	8.00 g	13.11 g	7.91 %	5.05 %
500 µm	14.00 g	27.11 g	13.85 %	12.97 %
1 000 µm	5.00 g	32.11 g	4.95 %	26.81 %
1 250 µm	11.00 g	43.11 g	10.88 %	31.76 %
2 000 µm	21.00 g	64.11 g	20.77 %	42.64 %
4 000 µm	7.00 g	71.11 g	6.92 %	63.41 %
5 000 µm	6.00 g	77.11 g	5.93 %	70.33 %
6 300 µm	15.00 g	92.11 g	14.84 %	76.26 %
>10 000 µm	9.00 g	101.11 g	8.90 %	91.10 %
				100.00 %





Mode (µm)	**2 000 µm**	**GRANULES**
D_{10} (µm)	431 µm	
D_{16} µm / ϕ	610 µm / 0.71 Phi	
D_{25} (µm)	935 µm	
Médiane D_{50} (µm)	**2 709 µm**	**GRANULES**
D_{75} (µm)	6 023 µm	
D_{84} µm / ϕ	8 230 µm / -3.04 Phi	
D_{90} (µm)	9 726 µm	
Diamètre moyen en ϕ	-1.25 Phi	
Ecart-type en unité ϕ (sorting)	–	
Indice d'asymétrie (Skewness)	–	
Indice d'angulosité (Kurtosis)	–	
Teneur en fines (diamètre < 63 µm)	**0.01 %**	

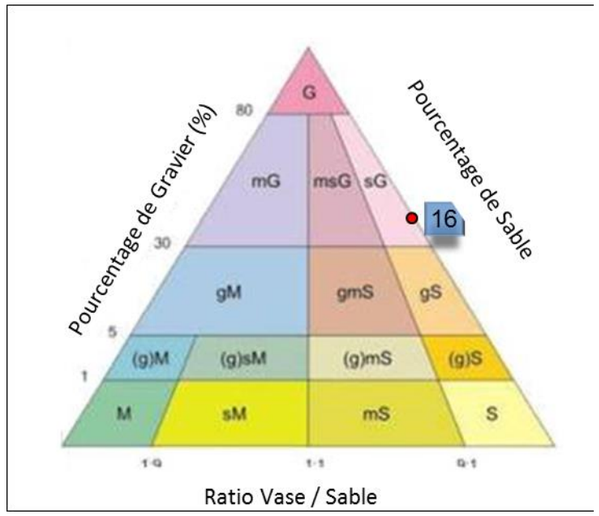


Diagramme de Folk

Observations: Echantillon constitué de cailloutis et de débris coquilliers.

Sources : IN VIVO Environnement – Septembre 2015

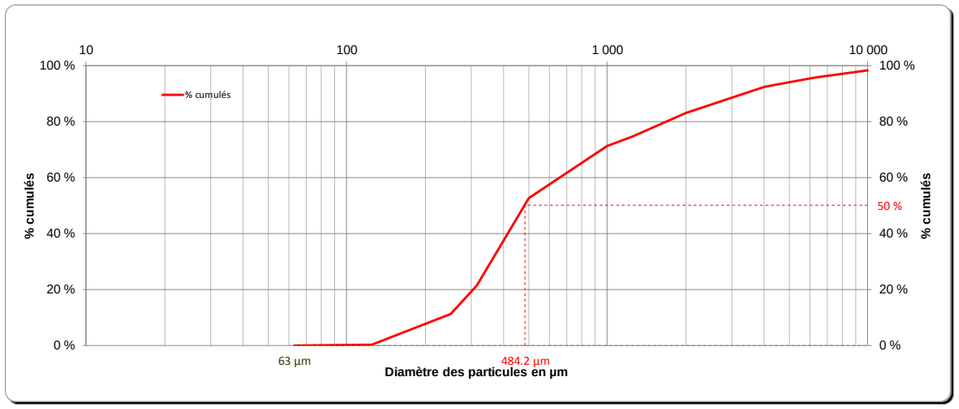
SYNTHÈSE ET REPRÉSENTATIONS DE L'ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE DE L'ÉCHANTILLON 17

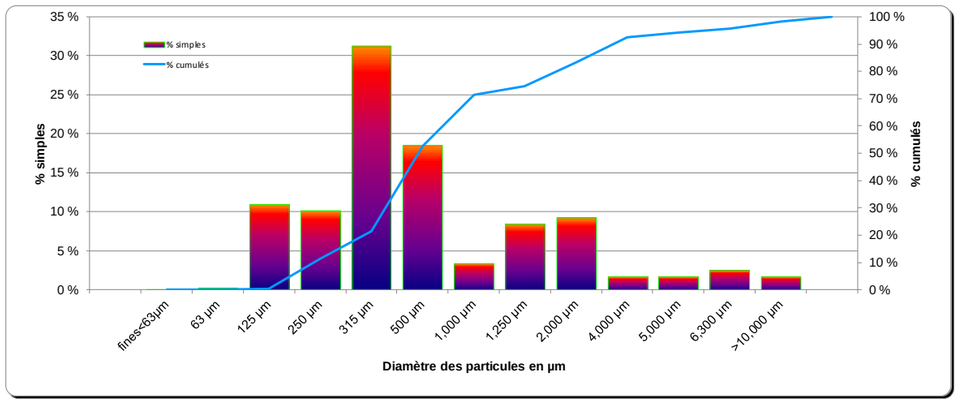
REFPTEARMOR- PRELEVEMENT DU 17/08/15

Nom de l'échantillon : 17

Masse totale : 118.32 g

Ouverture du tamis (en µm)	Masses simples (en g)	Masses cumulées (en g)	Fréquence simple en %	Fréquence cumulée en %
fines<63µm	0.02 g	0.02 g	0.02 %	0.00 %
63 µm	0.30 g	0.32 g	0.25 %	0.02 %
125 µm	13.00 g	13.32 g	10.99 %	0.27 %
250 µm	12.00 g	25.32 g	10.14 %	11.26 %
315 µm	37.00 g	62.32 g	31.27 %	21.40 %
500 µm	22.00 g	84.32 g	18.59 %	52.67 %
1 000 µm	4.00 g	88.32 g	3.38 %	71.26 %
1 250 µm	10.00 g	98.32 g	8.45 %	74.65 %
2 000 µm	11.00 g	109.32 g	9.30 %	83.10 %
4 000 µm	2.00 g	111.32 g	1.69 %	92.39 %
5 000 µm	2.00 g	113.32 g	1.69 %	94.08 %
6 300 µm	3.00 g	116.32 g	2.54 %	95.77 %
>10 000 µm	2.00 g	118.32 g	1.69 %	98.31 %
				100.00 %





Mode (µm)	**315 µm**	**SABLES MOYENS**
D_{10} (µm)	236 µm	
D_{16} µm / ϕ	280 µm / 1.83 Phi	
D_{25} (µm)	336 µm	
Médiane D_{50} (µm)	**484 µm**	**SABLES MOYENS**
D_{75} (µm)	1 282 µm	
D_{84} µm / ϕ	2 194 µm / -1.13 Phi	
D_{90} (µm)	3 485 µm	
Diamètre moyen en ϕ	0.58 Phi	
Ecart-type en unité ϕ (sorting)	1.50 Phi	
Indice d'asymétrie (Skewness)	-0.45	
Indice d'angulosité (Kurtosis)	1.06	
Teneur en fines (diamètre < 63 µm)	**0.02 %**	

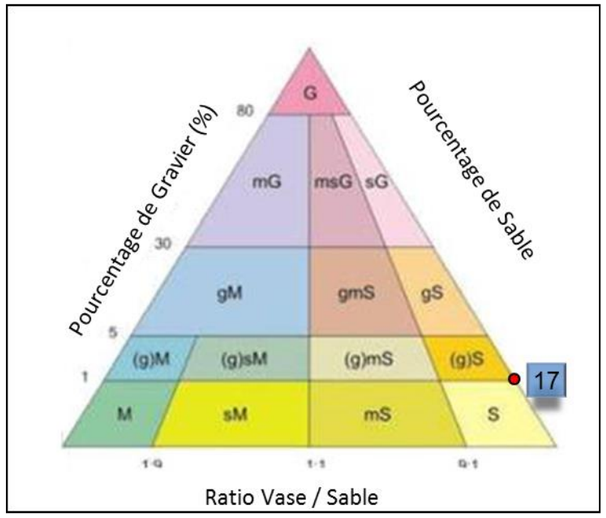


Diagramme de Folk

Observations: Sédiment moyen constitué de débris coquilliers.

Sources : IN VIVO Environnement – Septembre 2015

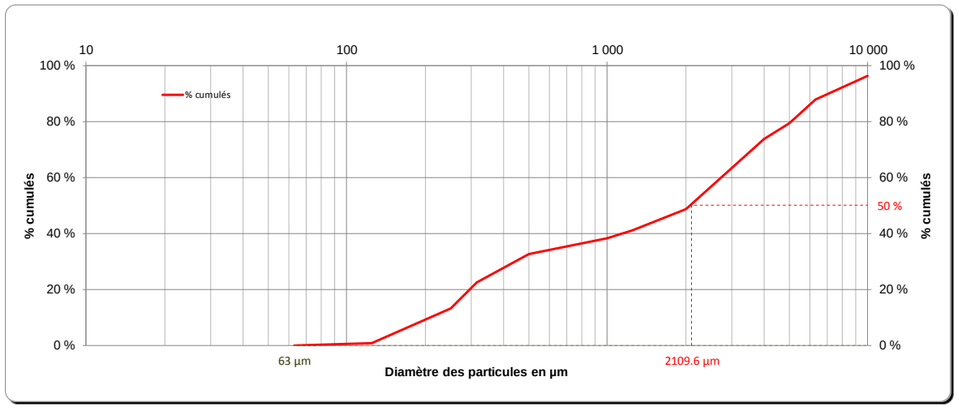
SYNTHÈSE ET REPRÉSENTATIONS DE L'ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE DE L'ÉCHANTILLON 18

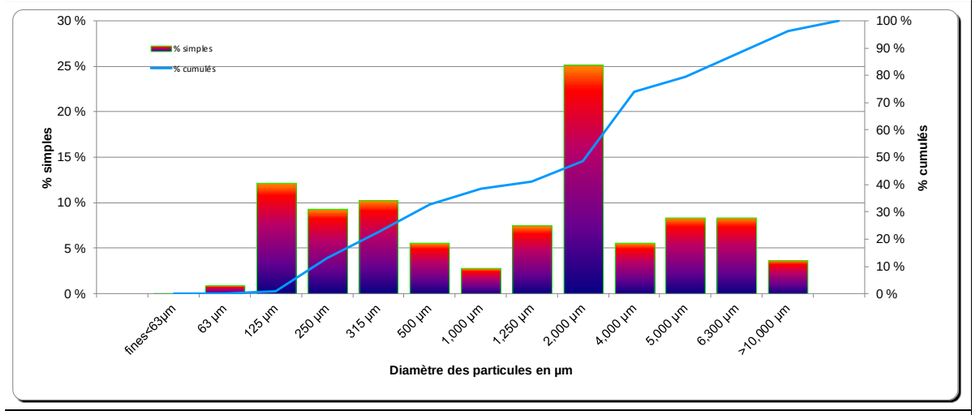
REFPTEARMOR- PRELEVEMENT DU 17/08/15

Nom de l'échantillon : 18

Masse totale : 107.04 g

Ouverture du tamis (en µm)	Masses simples (en g)	Masses cumulées (en g)	Fréquence simple en %	Fréquence cumulée en %
fines<63µm	0.04 g	0.04 g	0.04 %	0.00 %
63 µm	1.00 g	1.04 g	0.93 %	0.04 %
125 µm	13.00 g	14.04 g	12.14 %	0.97 %
250 µm	10.00 g	24.04 g	9.34 %	13.12 %
315 µm	11.00 g	35.04 g	10.28 %	22.46 %
500 µm	6.00 g	41.04 g	5.61 %	32.74 %
1 000 µm	3.00 g	44.04 g	2.80 %	38.34 %
1 250 µm	8.00 g	52.04 g	7.47 %	41.14 %
2 000 µm	27.00 g	79.04 g	25.22 %	48.62 %
4 000 µm	6.00 g	85.04 g	5.61 %	73.84 %
5 000 µm	9.00 g	94.04 g	8.41 %	79.45 %
6 300 µm	9.00 g	103.04 g	8.41 %	87.86 %
>10 000 µm	4.00 g	107.04 g	3.74 %	96.26 %
				100.00 %





Mode (µm)	**2 000 µm**	**GRANULES**
D_{10} (µm)	218 µm	
D_{16} µm	270 µm	
D_{16} ϕ	1.89 Phi	
D_{25} (µm)	361 µm	
Médiane D_{50} (µm)	**2 110 µm**	**GRANULES**
D_{75} (µm)	4 207 µm	
D_{84} µm	5 704 µm	
D_{84} ϕ	-2.51 Phi	
D_{90} (µm)	7 244 µm	
Diamètre moyen en ϕ	-0.57 Phi	
Ecart-type en unité ϕ (sorting)	1.98 Phi	
Indice d'asymétrie (Skewness)	0.30	
Indice d'angulosité (Kurtosis)	0.67	
Teneur en fines (diamètre < 63 µm)	**0.04 %**	

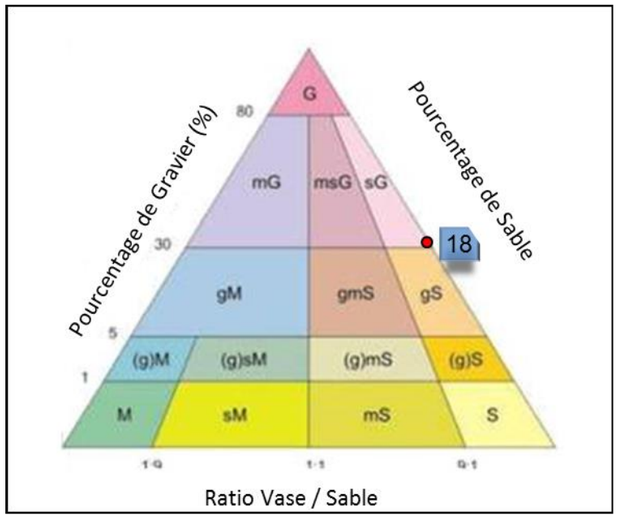


Diagramme de Folk

<u>Observations:</u> Echantillon majoritairement composé de débris coquilliers.

Sources : IN VIVO Environnement – Septembre 2015

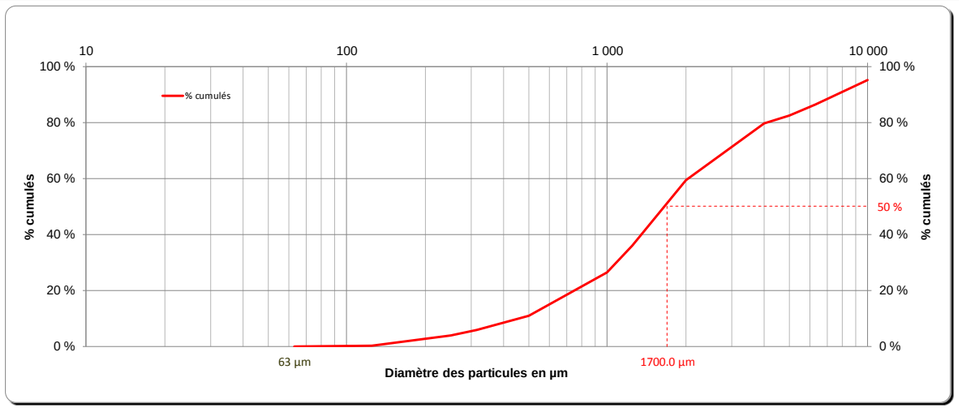
SYNTHÈSE ET REPRÉSENTATIONS DE L'ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE DE L'ÉCHANTILLON 19

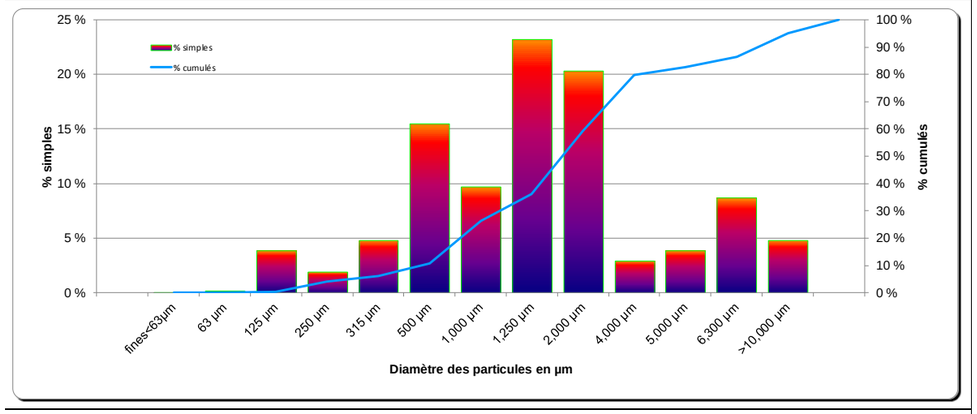
REFPTEARMOR- PRELEVEMENT DU 17/08/15

Nom de l'échantillon : 19

Masse totale : 103.20 g

Ouverture du tamis (en µm)	Masses simples (en g)	Masses cumulées (en g)	Fréquence simple en %	Fréquence cumulée en %
fines<63µm	0.00 g	0.00 g	0.00 %	0.00 %
63 µm	0.20 g	0.20 g	0.19 %	0.00 %
125 µm	4.00 g	4.20 g	3.88 %	0.20 %
250 µm	2.00 g	6.20 g	1.94 %	4.07 %
315 µm	5.00 g	11.20 g	4.84 %	6.01 %
500 µm	16.00 g	27.20 g	15.50 %	10.86 %
1 000 µm	10.00 g	37.20 g	9.69 %	26.36 %
1 250 µm	24.00 g	61.20 g	23.26 %	36.05 %
2 000 µm	21.00 g	82.20 g	20.35 %	59.30 %
4 000 µm	3.00 g	85.20 g	2.91 %	79.65 %
5 000 µm	4.00 g	89.20 g	3.88 %	82.56 %
6 300 µm	9.00 g	98.20 g	8.72 %	86.43 %
>10 000 µm	5.00 g	103.20 g	4.84 %	95.16 %
				100.00 %





Mode (µm)	**1 250 µm**	**SABLES TRES GROSSIERS**
D_{10} (µm)	467 µm	
D_{16} µm	666 µm	
ϕ	0.59 Phi	
D_{25} (µm)	956 µm	
Médiane D_{50} (µm)	**1 700 µm**	**SABLES TRES GROSSIERS**
D_{75} (µm)	3 543 µm	
D_{84} µm	5 483 µm	
ϕ	-2.46 Phi	
D_{90} (µm)	7 813 µm	
Diamètre moyen en ϕ	-0.88 Phi	
Ecart-type en unité ϕ (sorting)	1.54 Phi	
Indice d'asymétrie (Skewness)	-0.05	
Indice d'angulosité (Kurtosis)	1.12	
Teneur en fines (diamètre < 63 µm)	**0.00 %**	

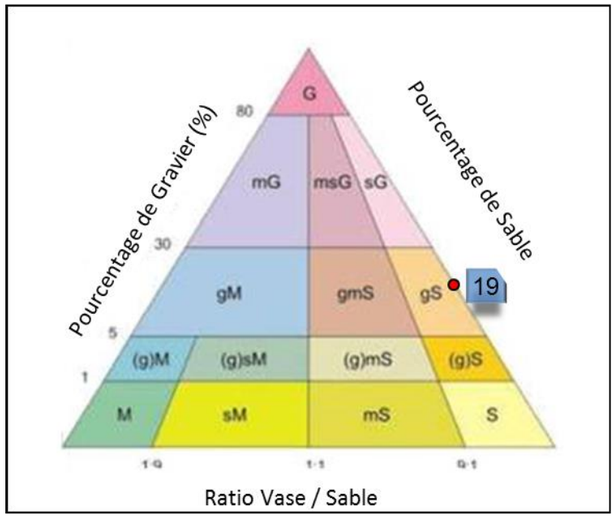


Diagramme de Folk

Observations: Sédiment constitué de débris coquilliers.

Sources : IN VIVO Environnement – Septembre 2015

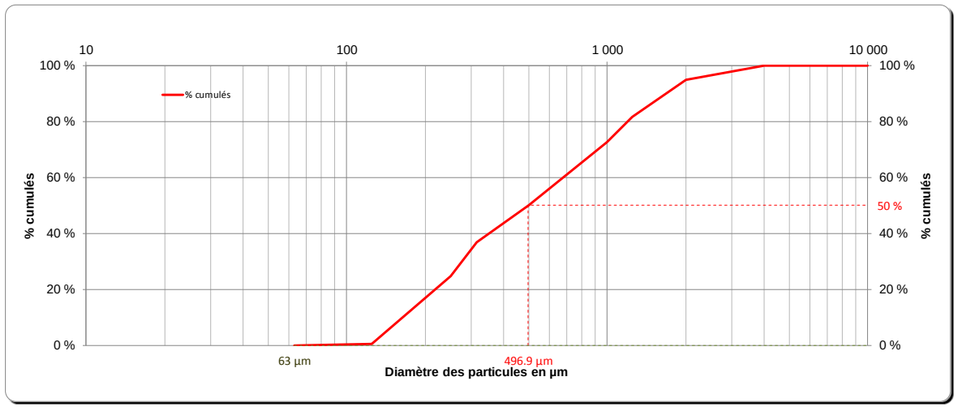
SYNTHÈSE ET REPRÉSENTATIONS DE L'ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE DE L'ÉCHANTILLON 20

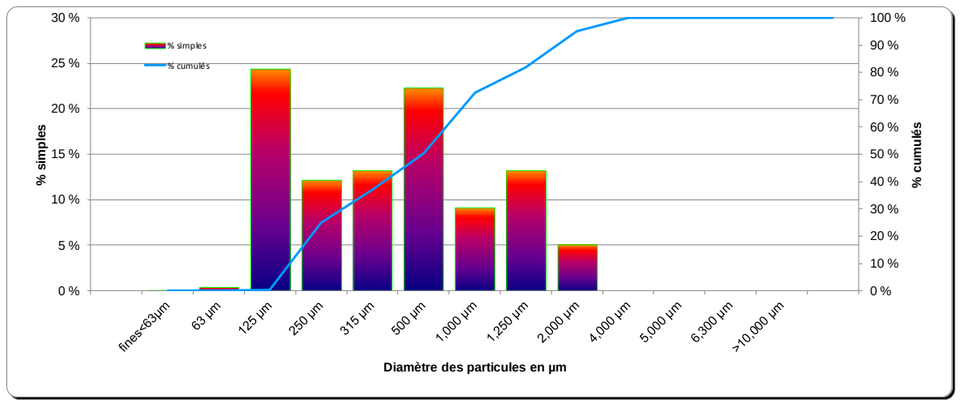
REFPTEARMOR- PRELEVEMENT DU 17/08/15

Nom de l'échantillon : 20

Masse totale : 98.44 g

Ouverture du tamis (en µm)	Masses simples (en g)	Masses cumulées (en g)	Fréquence simple en %	Fréquence cumulée en %
fines<63µm	0.04 g	0.04 g	0.04 %	0.00 %
63 µm	0.40 g	0.44 g	0.41 %	0.04 %
125 µm	24.00 g	24.44 g	24.38 %	0.45 %
250 µm	12.00 g	36.44 g	12.19 %	24.83 %
315 µm	13.00 g	49.44 g	13.21 %	37.02 %
500 µm	22.00 g	71.44 g	22.35 %	50.22 %
1 000 µm	9.00 g	80.44 g	9.14 %	72.57 %
1 250 µm	13.00 g	93.44 g	13.21 %	81.71 %
2 000 µm	5.00 g	98.44 g	5.08 %	94.92 %
4 000 µm	0.00 g	98.44 g	0.00 %	100.00 %
5 000 µm	0.00 g	98.44 g	0.00 %	100.00 %
6 300 µm	0.00 g	98.44 g	0.00 %	100.00 %
>10 000 µm	0.00 g	98.44 g	0.00 %	100.00 %
				100.00 %





Mode (µm)	**125 µm**	**SABLES FINS**
D_{10} (µm)	174 µm	
D_{16}	205 µm	
µm / ϕ	2.29 Phi	
D_{25} (µm)	251 µm	
Médiane D_{50} (µm)	**497 µm**	**SABLES MOYENS**
D_{75} (µm)	1 066 µm	
D_{84}	1 380 µm	
µm / ϕ	-0.46 Phi	
D_{90} (µm)	1 721 µm	
Diamètre moyen en ϕ	0.94 Phi	
Ecart-type en unité ϕ (sorting)	1.26 Phi	
Indice d'asymétrie (Skewness)	-0.07	
Indice d'angulosité (Kurtosis)	0.74	
Teneur en fines (diamètre < 63 µm)	**0.04 %**	

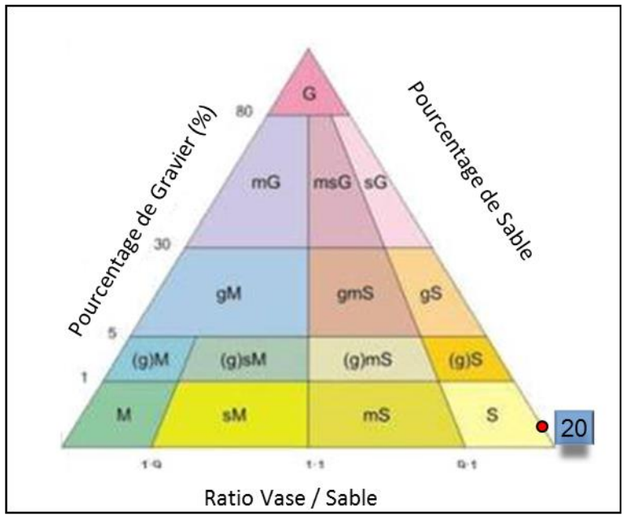


Diagramme de Folk

Fraction inexistante

5 mm

Fraction inexistante

6.3 mm

Fraction inexistante

4 mm

Fraction inexistante

10 mm

Observations: Sable fin mêlé à des débris coquilliers.

Sources : IN VIVO Environnement – Septembre 2015

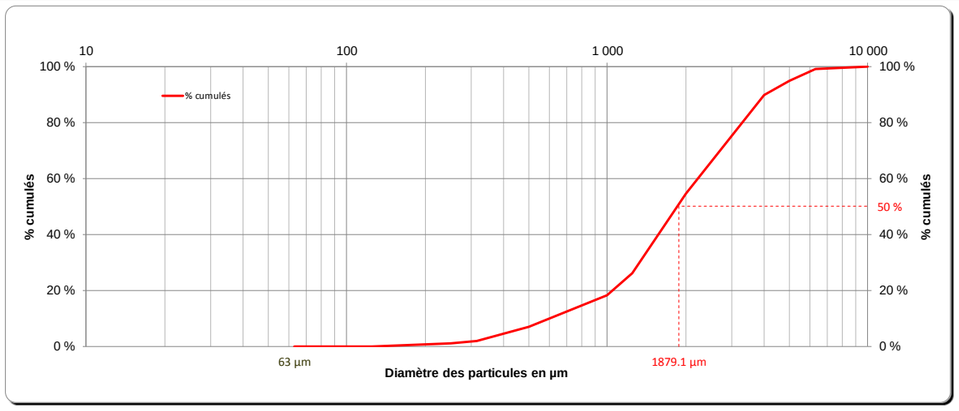
SYNTHÈSE ET REPRÉSENTATIONS DE L'ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE DE L'ÉCHANTILLON 21

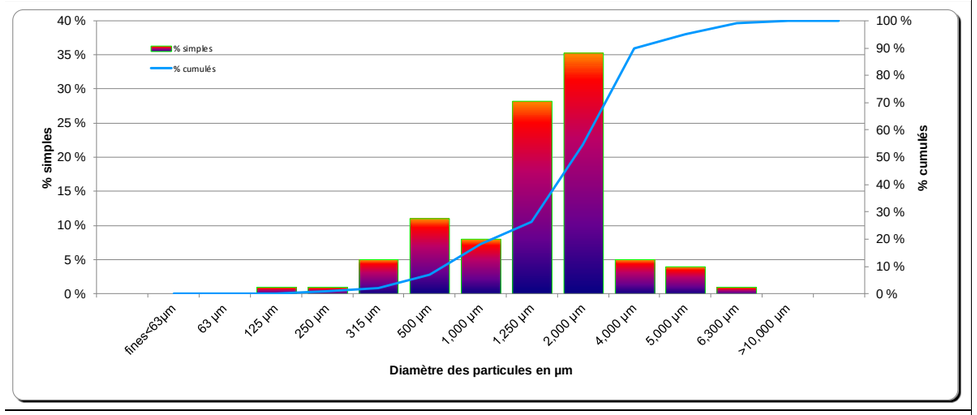
REFPTEARMOR- PRELEVEMENT DU 17/08/15

Nom de l'échantillon : 21

Masse totale : 99.03 g

Ouverture du tamis (en µm)	Masses simples (en g)	Masses cumulées (en g)	Fréquence simple en %	Fréquence cumulée en %
fines<63µm	0.00 g	0.00 g	0.00 %	0.00 %
63 µm	0.03 g	0.03 g	0.03 %	0.00 %
125 µm	1.00 g	1.03 g	1.01 %	0.03 %
250 µm	1.00 g	2.03 g	1.01 %	1.04 %
315 µm	5.00 g	7.03 g	5.05 %	2.05 %
500 µm	11.00 g	18.03 g	11.11 %	7.10 %
1 000 µm	8.00 g	26.03 g	8.08 %	18.21 %
1 250 µm	28.00 g	54.03 g	28.27 %	26.28 %
2 000 µm	35.00 g	89.03 g	35.34 %	54.56 %
4 000 µm	5.00 g	94.03 g	5.05 %	89.90 %
5 000 µm	4.00 g	98.03 g	4.04 %	94.95 %
6 300 µm	1.00 g	99.03 g	1.01 %	98.99 %
>10 000 µm	0.00 g	99.03 g	0.00 %	100.00 %
				100.00 %





Mode (µm)	**2 000 µm**	**GRANULES**
D_{10} (µm)	631 µm	
D_{16} µm / ϕ	901 µm / 0.15 Phi	
D_{25} (µm)	1 210 µm	
Médiane D_{50} (µm)	**1 879 µm**	**SABLES TRES GROSSIERS**
D_{75} (µm)	3 157 µm	
D_{84} µm / ϕ	3 666 µm / -1.87 Phi	
D_{90} (µm)	4 019 µm	
Diamètre moyen en ϕ	-0.88 Phi	
Ecart-type en unité ϕ (sorting)	1.05 Phi	
Indice d'asymétrie (Skewness)	0.13	
Indice d'angulosité (Kurtosis)	1.06	
Teneur en fines (diamètre < 63 µm)	**0.00 %**	

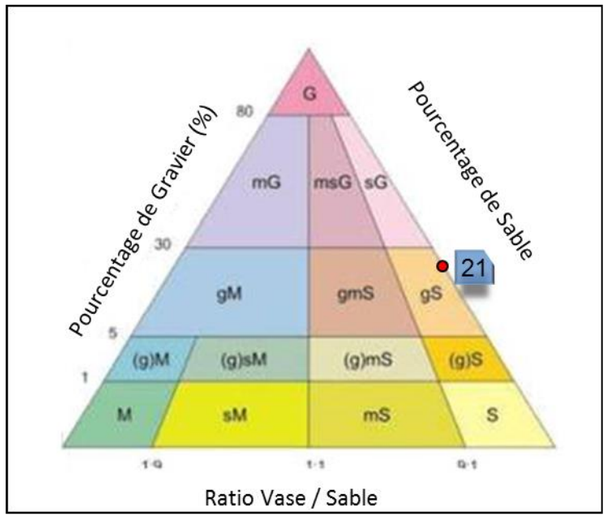


Diagramme de Folk

Fraction inexistante

10 mm

Observations: Sédiment principalement constitué de débris coquilliers.

Sources : IN VIVO Environnement – Septembre 2015

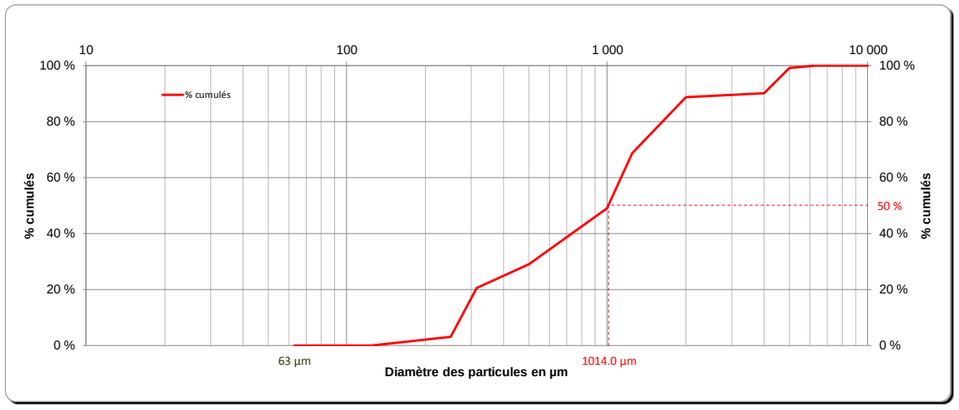
SYNTHÈSE ET REPRÉSENTATIONS DE L'ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE DE L'ÉCHANTILLON A

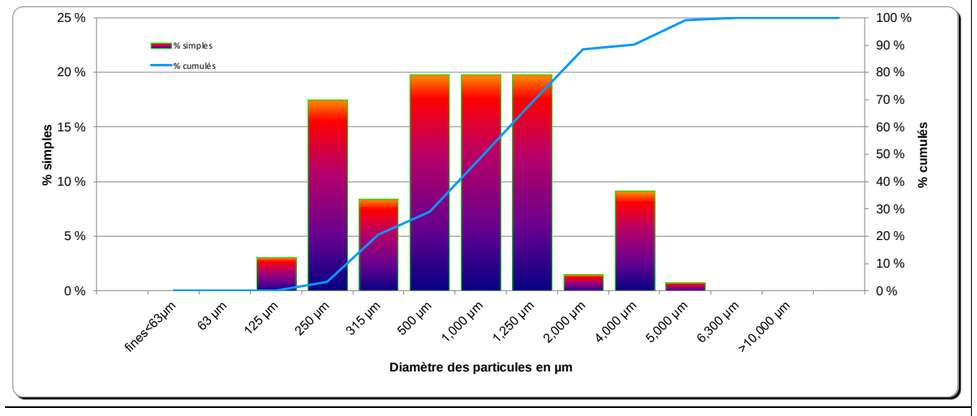
REFPTEARMOR- PRELEVEMENT DU 17/08/15

Nom de l'échantillon : A

Masse totale : 131.09 g

Ouverture du tamis (en µm)	Masses simples (en g)	Masses cumulées (en g)	Fréquence simple en %	Fréquence cumulée en %
fines<63µm	0.00 g	0.00 g	0.00 %	0.00 %
63 µm	0.09 g	0.09 g	0.07 %	0.00 %
125 µm	4.00 g	4.09 g	3.05 %	0.07 %
250 µm	23.00 g	27.09 g	17.55 %	3.12 %
315 µm	11.00 g	38.09 g	8.39 %	20.67 %
500 µm	26.00 g	64.09 g	19.83 %	29.06 %
1 000 µm	26.00 g	90.09 g	19.83 %	48.89 %
1 250 µm	26.00 g	116.09 g	19.83 %	68.72 %
2 000 µm	2.00 g	118.09 g	1.53 %	88.56 %
4 000 µm	12.00 g	130.09 g	9.15 %	90.08 %
5 000 µm	1.00 g	131.09 g	0.76 %	99.24 %
6 300 µm	0.00 g	131.09 g	0.00 %	100.00 %
>10 000 µm	0.00 g	131.09 g	0.00 %	100.00 %
				100.00 %





Mode (µm)	**1 250 µm**	**SABLES TRES GROSSIERS**
D_{10} (µm)	275 µm	
D_{16} µm / ϕ	298 µm / 1.75 Phi	
D_{25} (µm)	411 µm	
Médiane D_{50} (µm)	**1 014 µm**	**SABLES TRES GROSSIERS**
D_{75} (µm)	1 487 µm	
D_{84} µm / ϕ	1 828 µm / -0.87 Phi	
D_{90} (µm)	3 891 µm	
Diamètre moyen en ϕ	0.29 Phi	
Ecart-type en unité ϕ (sorting)	1.28 Phi	
Indice d'asymétrie (Skewness)	0.15	
Indice d'angulosité (Kurtosis)	0.91	
Teneur en fines (diamètre < 63 µm)	**0.00 %**	

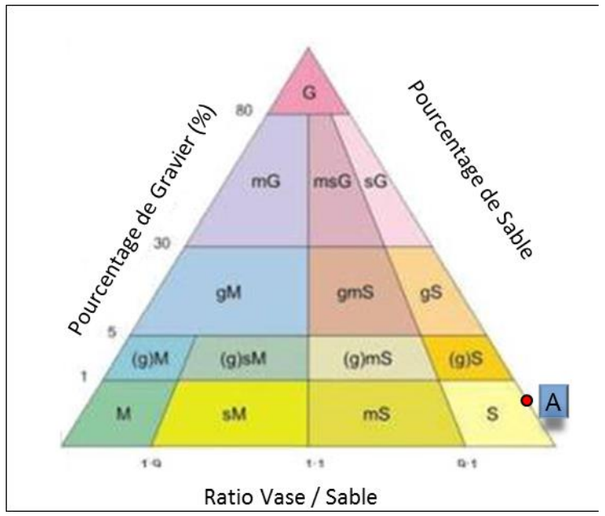
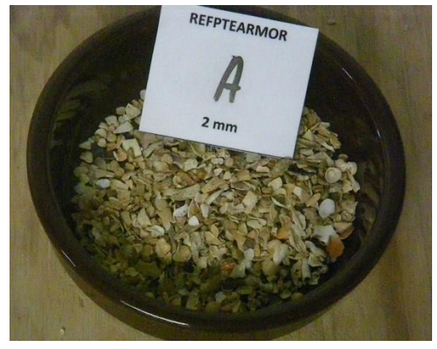


Diagramme de Folk



Fraction inexistante

6.3 mm

Fraction inexistante

10 mm

Observations: Sédiment majoritairement constitué de débris coquilliers.

Sources : IN VIVO Environnement – Septembre 2015

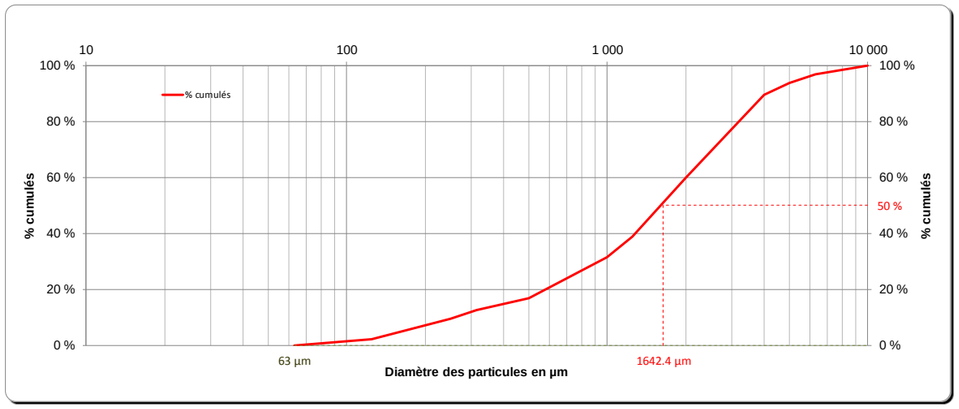
SYNTHÈSE ET REPRÉSENTATIONS DE L'ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE DE L'ÉCHANTILLON B

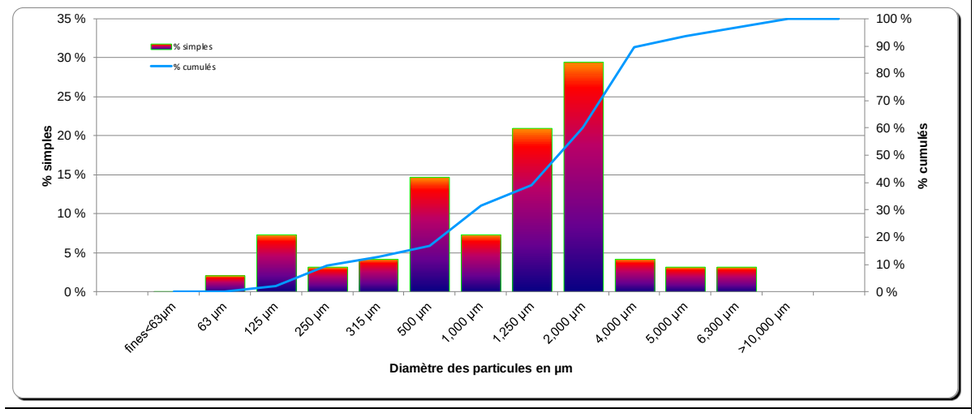
REFPTEARMOR- PRELEVEMENT DU 16/09/15

Nom de l'échantillon : B

Masse totale : 95.07 g

Ouverture du tamis (en µm)	Masses simples (en g)	Masses cumulées (en g)	Fréquence simple en %	Fréquence cumulée en %
fines<63µm	0.07 g	0.07 g	0.07 %	0.00 %
63 µm	2.00 g	2.07 g	2.10 %	0.07 %
125 µm	7.00 g	9.07 g	7.36 %	2.18 %
250 µm	3.00 g	12.07 g	3.16 %	9.54 %
315 µm	4.00 g	16.07 g	4.21 %	12.70 %
500 µm	14.00 g	30.07 g	14.73 %	16.90 %
1 000 µm	7.00 g	37.07 g	7.36 %	31.63 %
1 250 µm	20.00 g	57.07 g	21.04 %	38.99 %
2 000 µm	28.00 g	85.07 g	29.45 %	60.03 %
4 000 µm	4.00 g	89.07 g	4.21 %	89.48 %
5 000 µm	3.00 g	92.07 g	3.16 %	93.69 %
6 300 µm	3.00 g	95.07 g	3.16 %	96.84 %
>10 000 µm	0.00 g	95.07 g	0.00 %	100.00 %
				100.00 %





Mode (µm)	**2 000 µm**	**GRANULES**
D_{10} (µm)	259 µm	
D_{16} (µm)	460 µm	
µm / ϕ	1.12 Phi	
D_{25} (µm)	775 µm	
Médiane D_{50} (µm)	**1 642 µm**	**SABLES TRES GROSSIERS**
D_{75} (µm)	3 017 µm	
D_{84} (µm)	3 628 µm	
µm / ϕ	-1.86 Phi	
D_{90} (µm)	4 123 µm	
Diamètre moyen en ϕ	-0.49 Phi	
Ecart-type en unité ϕ (sorting)	1.50 Phi	
Indice d'asymétrie (Skewness)	0.27	
Indice d'angulosité (Kurtosis)	1.05	
Teneur en fines (diamètre < 63 µm)	**0.07 %**	

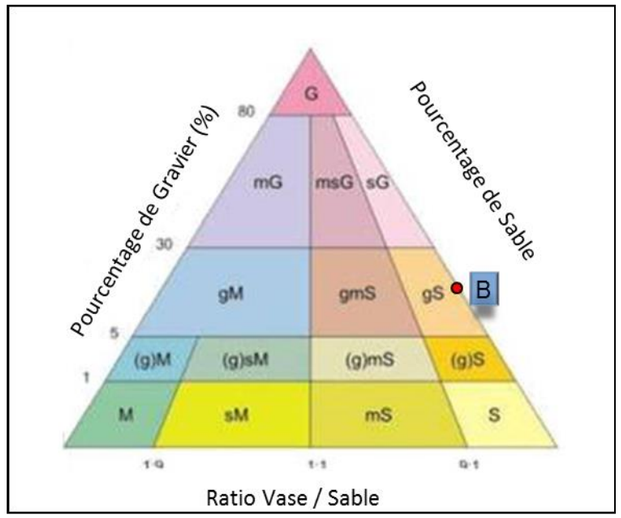


Diagramme de Folk

Fraction inexistante	Fraction inexistante	Fraction inexistante
5 mm	6.3 mm	10 mm

Observations: Sédiment constitué de débris coquilliers.

Sources : IN VIVO Environnement – Septembre 2015

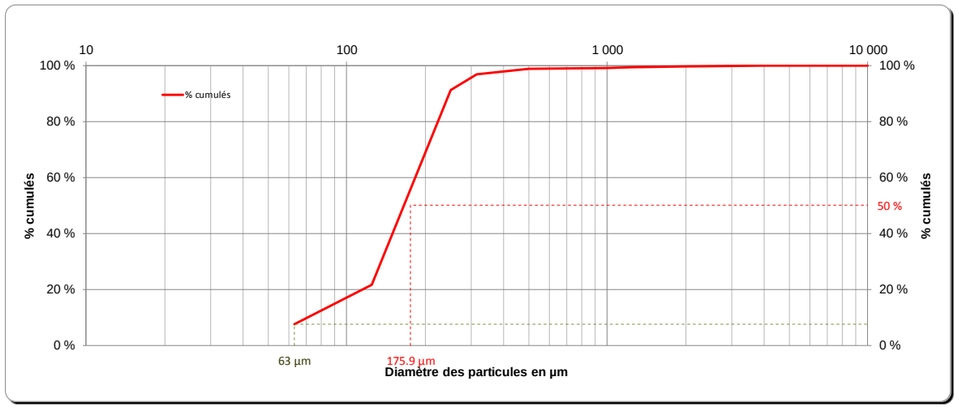
SYNTHÈSE ET REPRÉSENTATIONS DE L'ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE DE L'ÉCHANTILLON C

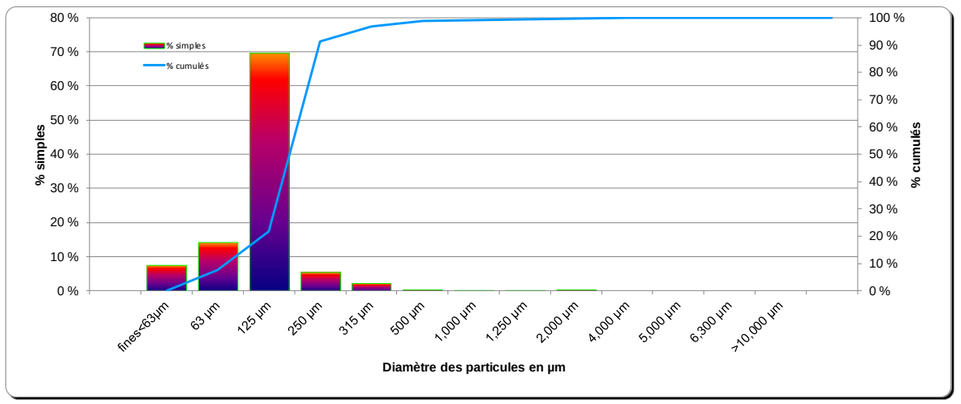
REFPTEARMOR- PRELEVEMENT DU 16/09/15

Nom de l'échantillon : C

Masse totale : 91.90 g

Ouverture du tamis (en µm)	Masses simples (en g)	Masses cumulées (en g)	Fréquence simple en %	Fréquence cumulée en %
fines<63µm	6.90 g	6.90 g	7.51 %	0.00 %
63 µm	13.00 g	19.90 g	14.15 %	7.51 %
125 µm	64.00 g	83.90 g	69.64 %	21.65 %
250 µm	5.00 g	88.90 g	5.44 %	91.29 %
315 µm	2.00 g	90.90 g	2.18 %	96.74 %
500 µm	0.30 g	91.20 g	0.33 %	98.91 %
1 000 µm	0.10 g	91.30 g	0.11 %	99.24 %
1 250 µm	0.20 g	91.50 g	0.22 %	99.35 %
2 000 µm	0.40 g	91.90 g	0.44 %	99.56 %
4 000 µm	0.00 g	91.90 g	0.00 %	100.00 %
5 000 µm	0.00 g	91.90 g	0.00 %	100.00 %
6 300 µm	0.00 g	91.90 g	0.00 %	100.00 %
>10 000 µm	0.00 g	91.90 g	0.00 %	100.00 %
				100.00 %





Mode (µm)	**125 µm**	**SABLES FINS**
D_{10} (µm)	74 µm	
D_{16} µm / ϕ	100 µm / 3.32 Phi	
D_{25} (µm)	131 µm	
Médiane D_{50} (µm)	**176 µm**	**SABLES FINS**
D_{75} (µm)	221 µm	
D_{84} µm / ϕ	237 µm / 2.08 Phi	
D_{90} (µm)	248 µm	
Diamètre moyen en ϕ	2.63 Phi	
Ecart-type en unité ϕ (sorting)	–	
Indice d'asymétrie (Skewness)	–	
Indice d'angulosité (Kurtosis)	–	
Teneur en fines (diamètre < 63 µm)	**7.51 %**	

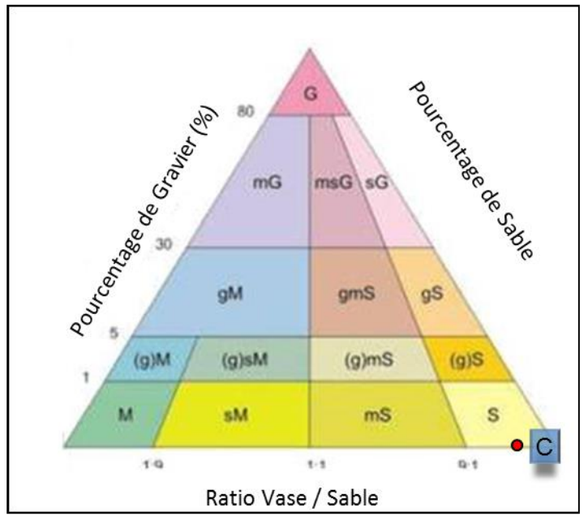


Diagramme de Folk

Fraction inexistante

5 mm

Fraction inexistante

6.3 mm

Fraction inexistante

4 mm

Fraction inexistante

10 mm

Observations: Sédiment fin. Présence de débris coquilliers.

Sources : IN VIVO Environnement – Septembre 2015

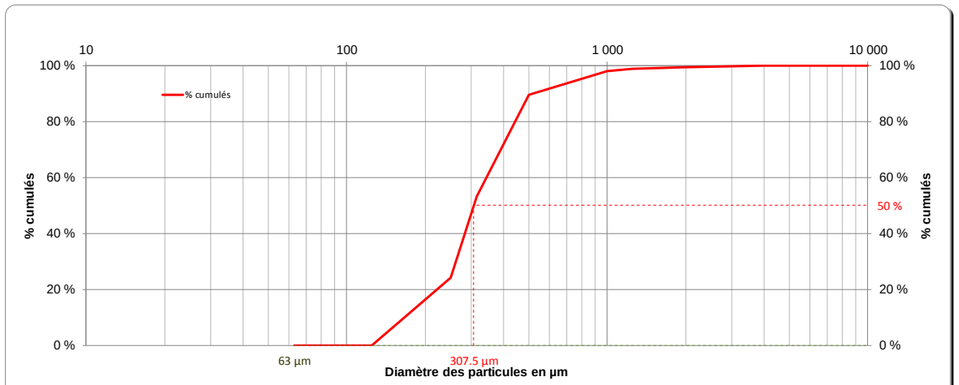
SYNTHÈSE ET REPRÉSENTATIONS DE L'ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE DE L'ÉCHANTILLON D

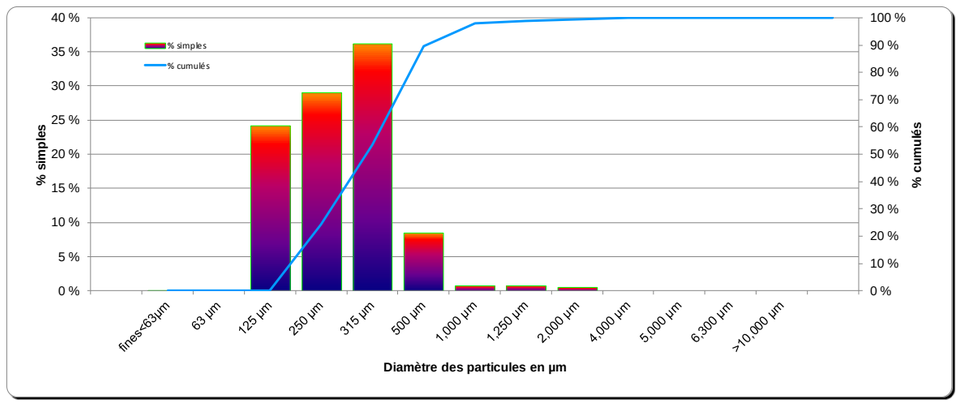
REFPTEARMOR- PRELEVEMENT DU 17/08/15

Nom de l'échantillon : D

Masse totale : 82.71 g

Ouverture du tamis (en µm)	Masses simples (en g)	Masses cumulées (en g)	Fréquence simple en %	Fréquence cumulée en %
fines<63µm	0.01 g	0.01 g	0.01 %	0.00 %
63 µm	0.10 g	0.11 g	0.12 %	0.01 %
125 µm	20.00 g	20.11 g	24.18 %	0.13 %
250 µm	24.00 g	44.11 g	29.02 %	24.31 %
315 µm	30.00 g	74.11 g	36.27 %	53.33 %
500 µm	7.00 g	81.11 g	8.46 %	89.60 %
1 000 µm	0.60 g	81.71 g	0.73 %	98.07 %
1 250 µm	0.60 g	82.31 g	0.73 %	98.79 %
2 000 µm	0.40 g	82.71 g	0.48 %	99.52 %
4 000 µm	0.00 g	82.71 g	0.00 %	100.00 %
5 000 µm	0.00 g	82.71 g	0.00 %	100.00 %
6 300 µm	0.00 g	82.71 g	0.00 %	100.00 %
>10 000 µm	0.00 g	82.71 g	0.00 %	100.00 %
				100.00 %





Mode (µm)	**315 µm**	**SABLES MOYENS**
D_{10} (µm)	176 µm	
D_{16} µm	207 µm	
D_{25} ϕ	2.27 Phi	
(D_{25} (µm))	252 µm	
Médiane D_{50} (µm)	**308 µm**	**SABLES MOYENS**
D_{75} (µm)	426 µm	
D_{84} µm	471 µm	
ϕ	1.08 Phi	
(D_{90} (µm))	524 µm	
Diamètre moyen en ϕ	1.69 Phi	
Ecart-type en unité ϕ (sorting)	0.67 Phi	
Indice d'asymétrie (Skewness)	-0.10	
Indice d'angulosité (Kurtosis)	1.32	
Teneur en fines (diamètre < 63 µm)	**0.01 %**	

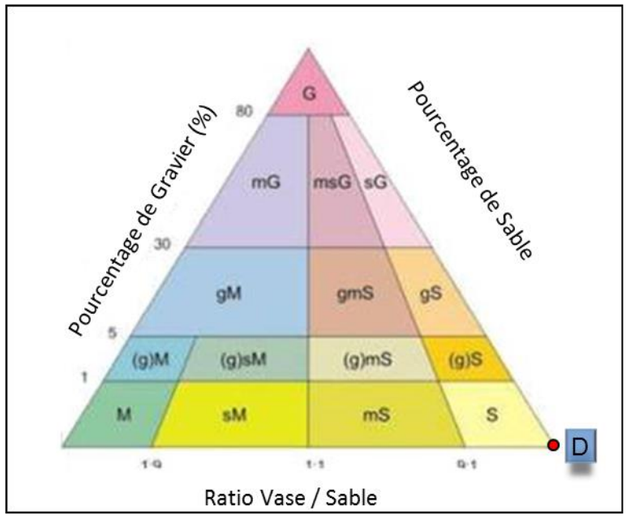


Diagramme de Folk

Fraction inexistante

4 mm

Fraction inexistante

5 mm

Fraction inexistante

6.3 mm

Fraction inexistante

10 mm

Observations: Sable moyen propre mélangé à des débris coquilliers fins.

Sources : IN VIVO Environnement – Septembre 2015

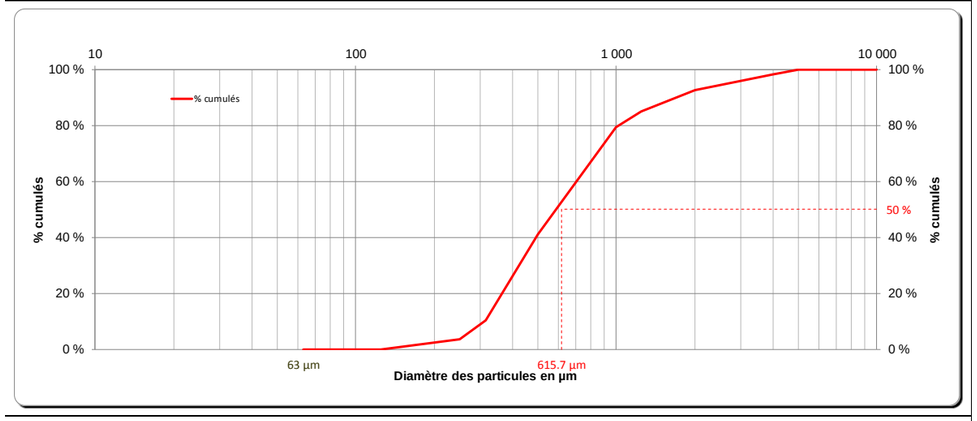
SYNTHÈSE ET REPRÉSENTATIONS DE L'ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE DE L'ÉCHANTILLON E

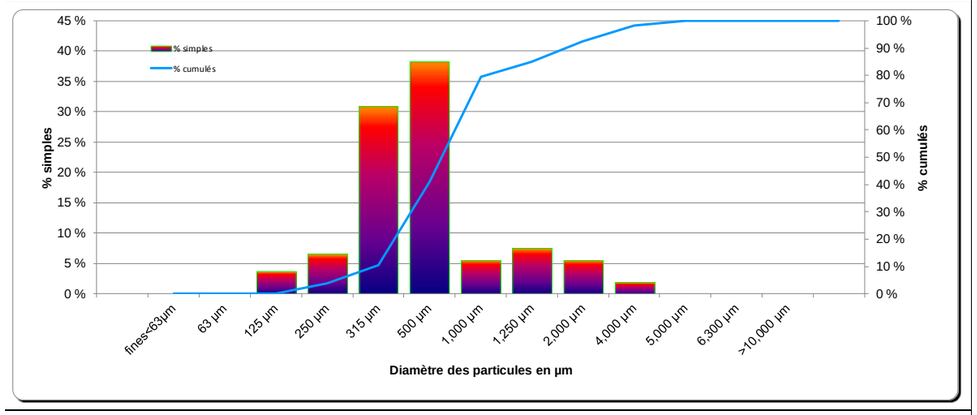
REFPTEARMOR- PRELEVEMENT DU 17/08/15

Nom de l'échantillon : E

Masse totale : 107.02 g

Ouverture du tamis (en µm)	Masses simples (en g)	Masses cumulées (en g)	Fréquence simple en %	Fréquence cumulée en %
fines<63µm	0.00 g	0.00 g	0.00 %	0.00 %
63 µm	0.02 g	0.02 g	0.02 %	0.00 %
125 µm	4.00 g	4.02 g	3.74 %	0.02 %
250 µm	7.00 g	11.02 g	6.54 %	3.76 %
315 µm	33.00 g	44.02 g	30.84 %	10.30 %
500 µm	41.00 g	85.02 g	38.31 %	41.13 %
1 000 µm	6.00 g	91.02 g	5.61 %	79.44 %
1 250 µm	8.00 g	99.02 g	7.48 %	85.05 %
2 000 µm	6.00 g	105.02 g	5.61 %	92.52 %
4 000 µm	2.00 g	107.02 g	1.87 %	98.13 %
5 000 µm	0.00 g	107.02 g	0.00 %	100.00 %
6 300 µm	0.00 g	107.02 g	0.00 %	100.00 %
>10 000 µm	0.00 g	107.02 g	0.00 %	100.00 %
				100.00 %





Mode (µm)	**500 µm**	**SABLES GROSSIERS**
D_{10} (µm)	312 µm	
D_{16} µm / ϕ	349 µm / 1.52 Phi	
D_{25} (µm)	403 µm	
Médiane D_{50} (µm)	**616 µm**	**SABLES GROSSIERS**
D_{75} (µm)	942 µm	
D_{84} µm / ϕ	1 203 µm / -0.27 Phi	
D_{90} (µm)	1 747 µm	
Diamètre moyen en ϕ	0.65 Phi	
Ecart-type en unité ϕ (sorting)	0.97 Phi	
Indice d'asymétrie (Skewness)	-0.19	
Indice d'angulosité (Kurtosis)	1.16	
Teneur en fines (diamètre < 63 µm)	**0.00 %**	

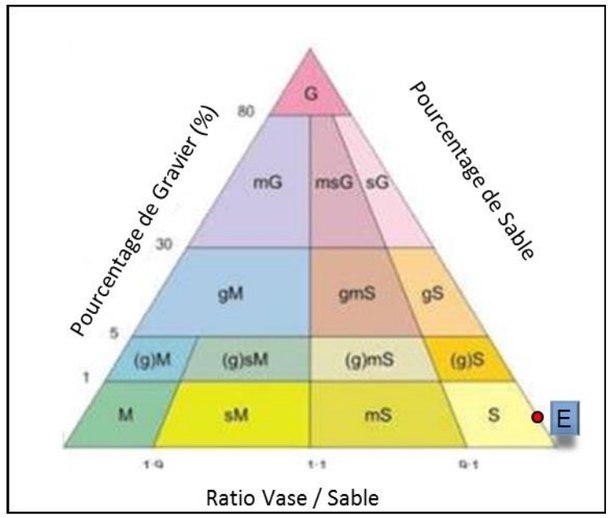


Diagramme de Folk

Fraction inexistante	Fraction inexistante	Fraction inexistante
5 mm	6.3 mm	10 mm

Observations: Sédiment constitué de débris coquilliers.

Sources : IN VIVO Environnement – Septembre 2015

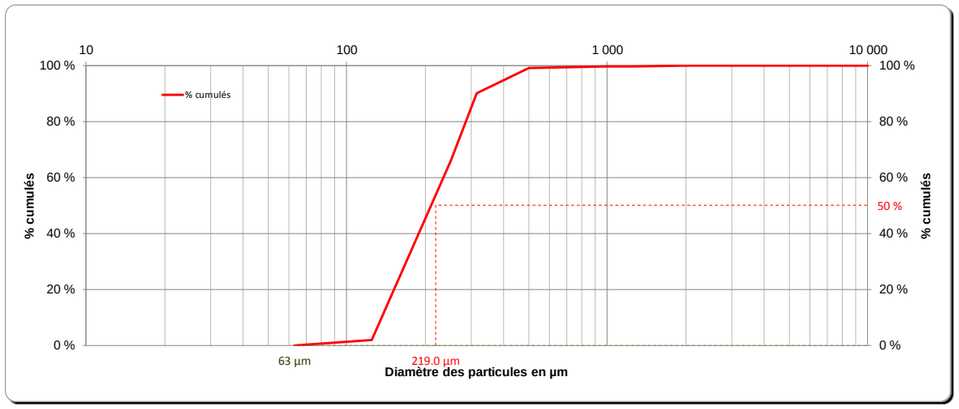
SYNTHÈSE ET REPRÉSENTATIONS DE L'ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE DE L'ÉCHANTILLON F

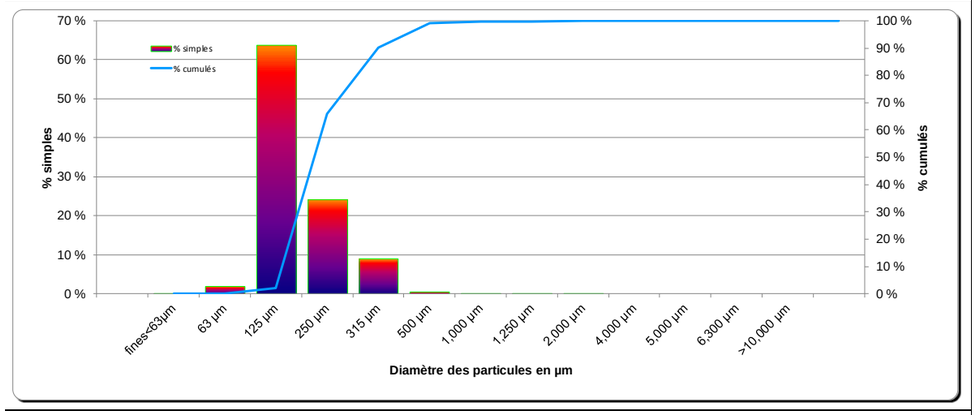
REFPTEARMOR- PRELEVEMENT DU 17/08/15

Nom de l'échantillon : F

Masse totale : 98.86 g

Ouverture du tamis (en µm)	Masses simples (en g)	Masses cumulées (en g)	Fréquence simple en %	Fréquence cumulée en %
fines<63µm	0.06 g	0.06 g	0.06 %	0.00 %
63 µm	2.00 g	2.06 g	2.02 %	0.06 %
125 µm	63.00 g	65.06 g	63.73 %	2.08 %
250 µm	24.00 g	89.06 g	24.28 %	65.81 %
315 µm	9.00 g	98.06 g	9.10 %	90.09 %
500 µm	0.50 g	98.56 g	0.51 %	99.19 %
1 000 µm	0.10 g	98.66 g	0.10 %	99.70 %
1 250 µm	0.10 g	98.76 g	0.10 %	99.80 %
2 000 µm	0.10 g	98.86 g	0.10 %	99.90 %
4 000 µm	0.00 g	98.86 g	0.00 %	100.00 %
5 000 µm	0.00 g	98.86 g	0.00 %	100.00 %
6 300 µm	0.00 g	98.86 g	0.00 %	100.00 %
>10 000 µm	0.00 g	98.86 g	0.00 %	100.00 %
				100.00 %





Mode (µm)	**125 µm**	**SABLES FINS**
D_{10} (µm)	141 µm	
D_{16} µm / ϕ	152 µm / 2.72 Phi	
D_{25} (µm)	170 µm	
Médiane D_{50} (µm)	**219 µm**	**SABLES FINS**
D_{75} (µm)	275 µm	
D_{84} µm / ϕ	299 µm / 1.74 Phi	
D_{90} (µm)	315 µm	
Diamètre moyen en ϕ	2.22 Phi	
Ecart-type en unité ϕ (sorting)	0.50 Phi	
Indice d'asymétrie (Skewness)	-0.01	
Indice d'angulosité (Kurtosis)	0.99	
Teneur en fines (diamètre < 63 µm)	**0.06 %**	

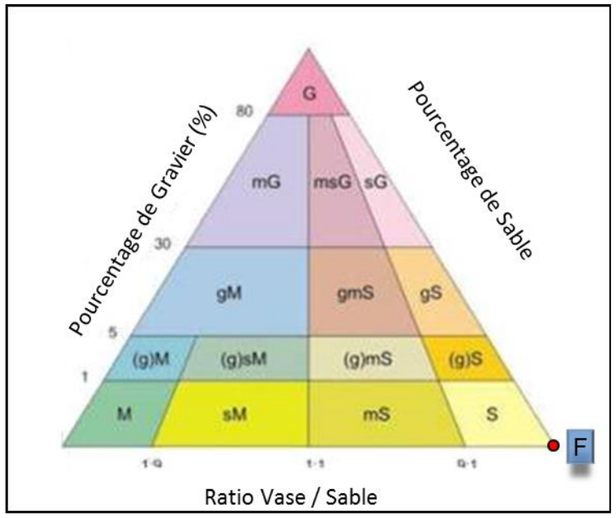


Diagramme de Folk

Fraction inexistante

4 mm

Fraction inexistante

5 mm

Fraction inexistante

6.3 mm

Fraction inexistante

10 mm

Observations: Sable fin propre.

Sources : IN VIVO Environnement – Septembre 2015

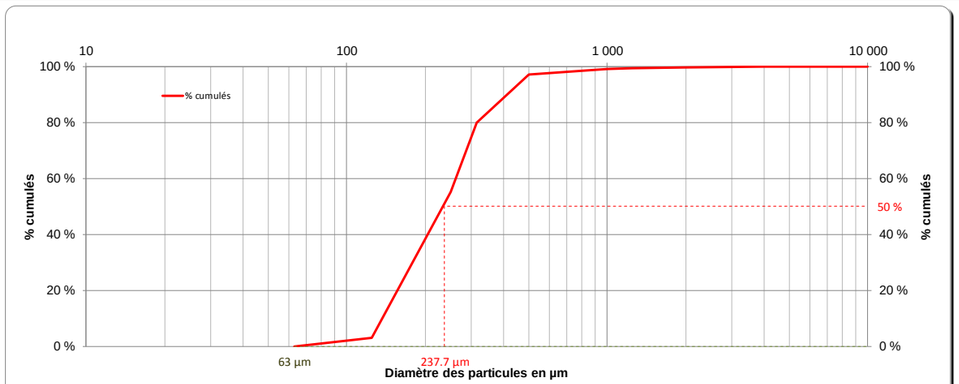
SYNTHÈSE ET REPRÉSENTATIONS DE L'ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE DE L'ÉCHANTILLON G

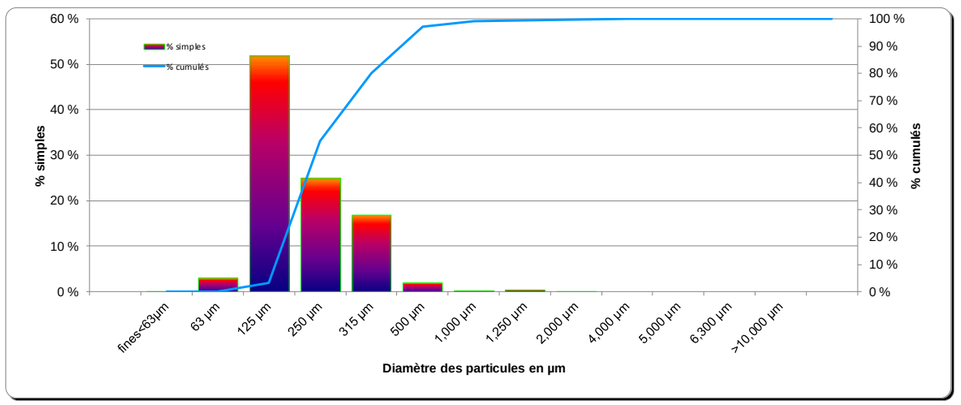
REFPTEARMOR- PRELEVEMENT DU 17/08/15

Nom de l'échantillon : G

Masse totale : 100.00 g

Ouverture du tamis (en µm)	Masses simples (en g)	Masses cumulées (en g)	Fréquence simple en %	Fréquence cumulée en %
fines<63µm	0.10 g	0.10 g	0.10 %	0.00 %
63 µm	3.00 g	3.10 g	3.00 %	0.10 %
125 µm	52.00 g	55.10 g	52.00 %	3.10 %
250 µm	25.00 g	80.10 g	25.00 %	55.10 %
315 µm	17.00 g	97.10 g	17.00 %	80.10 %
500 µm	2.00 g	99.10 g	2.00 %	97.10 %
1 000 µm	0.30 g	99.40 g	0.30 %	99.10 %
1 250 µm	0.40 g	99.80 g	0.40 %	99.40 %
2 000 µm	0.20 g	100.00 g	0.20 %	99.80 %
4 000 µm	0.00 g	100.00 g	0.00 %	100.00 %
5 000 µm	0.00 g	100.00 g	0.00 %	100.00 %
6 300 µm	0.00 g	100.00 g	0.00 %	100.00 %
>10 000 µm	0.00 g	100.00 g	0.00 %	100.00 %
				100.00 %





Mode (µm)	**125 µm**	**SABLES FINS**
D_{10} (µm)	142 µm	
D_{16} µm	156 µm	
D_{25} (µm)	178 µm	
	2.68 Phi	
Médiane D_{50} (µm)	**238 µm**	**SABLES FINS**
D_{75} (µm)	302 µm	
D_{84} µm	357 µm	
D_{90} (µm)	423 µm	
	1.48 Phi	
Diamètre moyen en ϕ	2.08 Phi	
Ecart-type en unité ϕ (sorting)	0.58 Phi	
Indice d'asymétrie (Skewness)	-0.03	
Indice d'angulosité (Kurtosis)	1.01	
Teneur en fines (diamètre < 63 µm)	**0.10 %**	

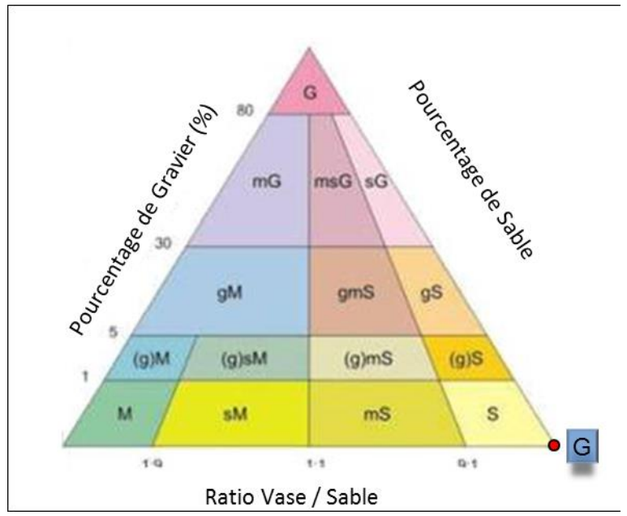


Diagramme de Folk

Fraction inexistante

5 mm

Fraction inexistante

6.3 mm

Fraction inexistante

4 mm

Fraction inexistante

10 mm

Observations: Sable fin propre.

Sources : IN VIVO Environnement – Septembre 2015

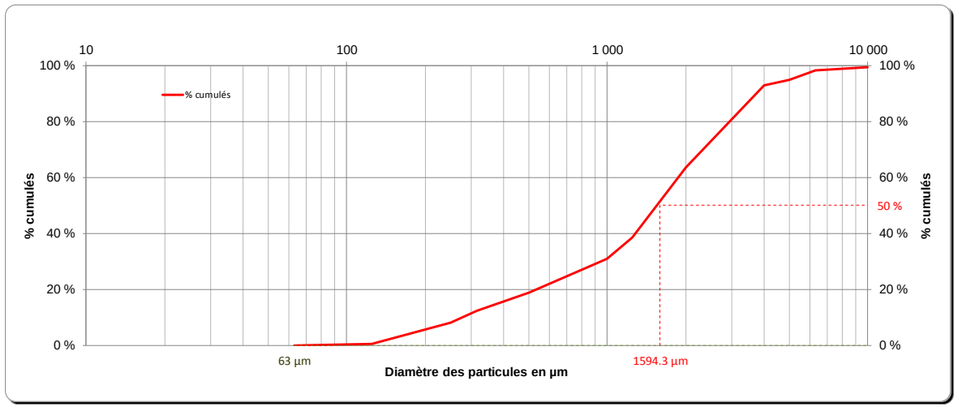
SYNTHÈSE ET REPRÉSENTATIONS DE L'ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE DE L'ÉCHANTILLON H

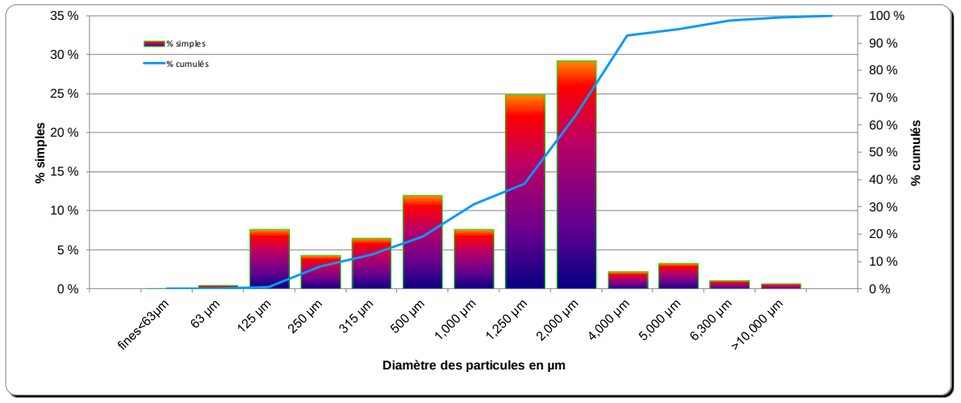
REFPTEARMOR- PRELEVEMENT DU 17/08/15

Nom de l'échantillon : H

Masse totale : 92.08 g

Ouverture du tamis (en µm)	Masses simples (en g)	Masses cumulées (en g)	Fréquence simple en %	Fréquence cumulée en %
fines<63µm	0.08 g	0.08 g	0.09 %	0.00 %
63 µm	0.40 g	0.48 g	0.43 %	0.09 %
125 µm	7.00 g	7.48 g	7.60 %	0.52 %
250 µm	4.00 g	11.48 g	4.34 %	8.12 %
315 µm	6.00 g	17.48 g	6.52 %	12.47 %
500 µm	11.00 g	28.48 g	11.95 %	18.98 %
1 000 µm	7.00 g	35.48 g	7.60 %	30.93 %
1 250 µm	23.00 g	58.48 g	24.98 %	38.53 %
2 000 µm	27.00 g	85.48 g	29.32 %	63.51 %
4 000 µm	2.00 g	87.48 g	2.17 %	92.83 %
5 000 µm	3.00 g	90.48 g	3.26 %	95.00 %
6 300 µm	1.00 g	91.48 g	1.09 %	98.26 %
>10 000 µm	0.60 g	92.08 g	0.65 %	99.35 %
				100.00 %





Mode (µm)	**2 000 µm**	**GRANULES**
D_{10} (µm)	278 µm	
D_{16} µm / ϕ	415 µm / 1.27 Phi	
D_{25} (µm)	752 µm	
Médiane D_{50} (µm)	**1 594 µm**	**SABLES TRES GROSSIERS**
D_{75} (µm)	2 784 µm	
D_{84} µm / ϕ	3 398 µm / -1.76 Phi	
D_{90} (µm)	3 807 µm	
Diamètre moyen en ϕ	-0.39 Phi	
Ecart-type en unité ϕ (sorting)	1.46 Phi	
Indice d'asymétrie (Skewness)	0.29	
Indice d'angulosité (Kurtosis)	1.01	
Teneur en fines (diamètre < 63 µm)	**0.09 %**	

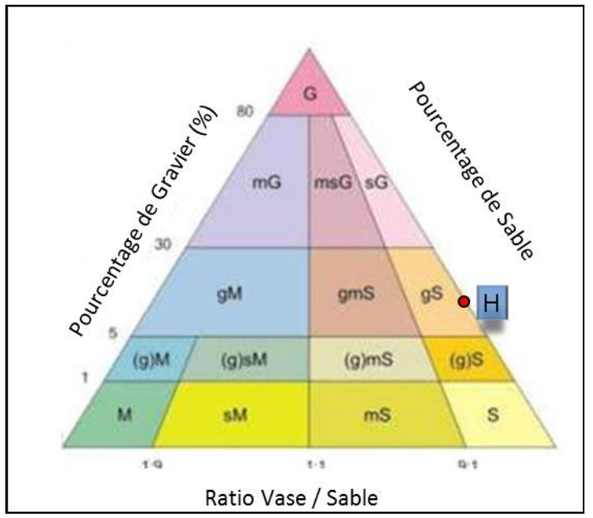
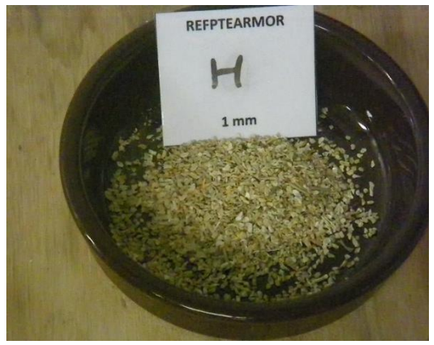
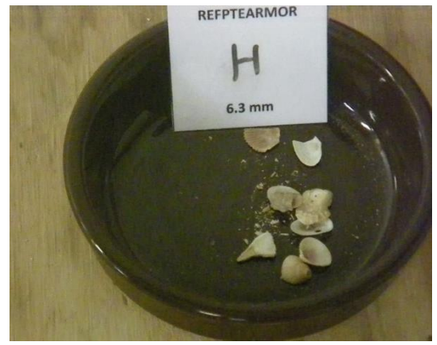


Diagramme de Folk





Observations: Sédiment principalement constitué de débris coquilliers.

Sources : IN VIVO Environnement – Septembre 2015

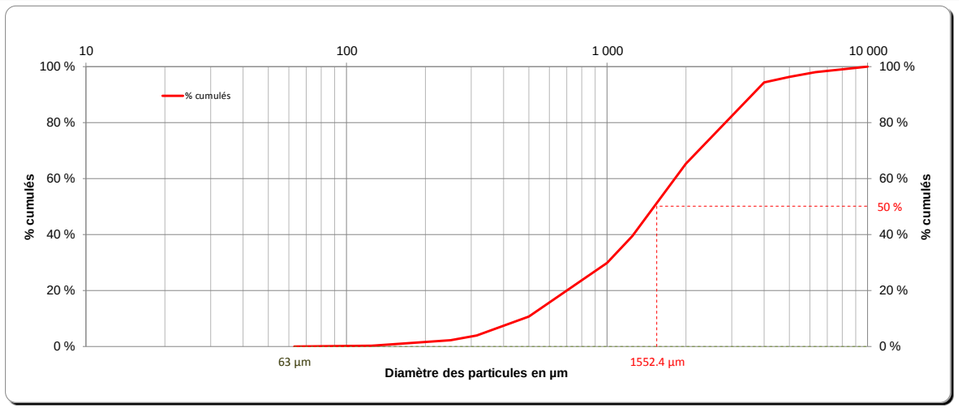
SYNTHÈSE ET REPRÉSENTATIONS DE L'ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE DE L'ÉCHANTILLON I

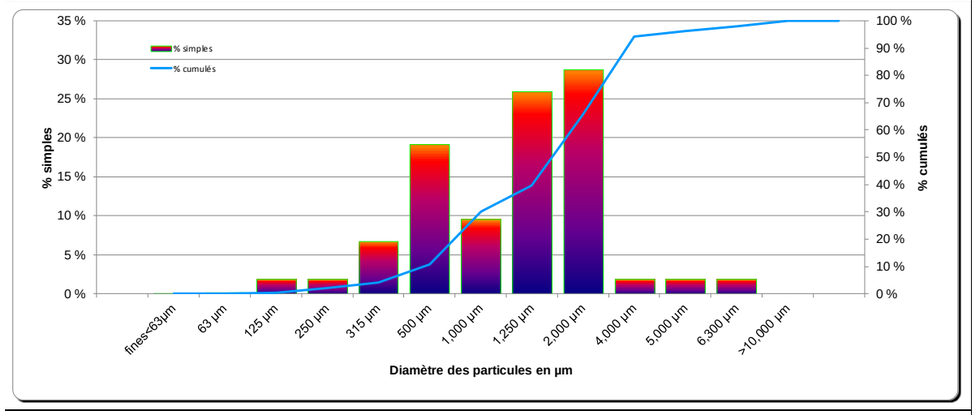
REFPTEARMOR- PRELEVEMENT DU 17/08/15

Nom de l'échantillon : I

Masse totale : 104.23 g

Ouverture du tamis (en µm)	Masses simples (en g)	Masses cumulées (en g)	Fréquence simple en %	Fréquence cumulée en %
fines<63µm	0.03 g	0.03 g	0.03 %	0.00 %
63 µm	0.20 g	0.23 g	0.19 %	0.03 %
125 µm	2.00 g	2.23 g	1.92 %	0.22 %
250 µm	2.00 g	4.23 g	1.92 %	2.14 %
315 µm	7.00 g	11.23 g	6.72 %	4.06 %
500 µm	20.00 g	31.23 g	19.19 %	10.77 %
1 000 µm	10.00 g	41.23 g	9.59 %	29.96 %
1 250 µm	27.00 g	68.23 g	25.90 %	39.56 %
2 000 µm	30.00 g	98.23 g	28.78 %	65.46 %
4 000 µm	2.00 g	100.23 g	1.92 %	94.24 %
5 000 µm	2.00 g	102.23 g	1.92 %	96.16 %
6 300 µm	2.00 g	104.23 g	1.92 %	98.08 %
>10 000 µm	0.00 g	104.23 g	0.00 %	100.00 %
				100.00 %





Mode (µm)	**2 000 µm**	**GRANULES**
D_{10} (µm)	479 µm	
D_{16} µm / ϕ	636 µm / 0.65 Phi	
D_{25} (µm)	871 µm	
Médiane D_{50} (µm)	**1 552 µm**	**SABLES TRES GROSSIERS**
D_{75} (µm)	2 663 µm	
D_{84} µm / ϕ	3 288 µm / -1.72 Phi	
D_{90} (µm)	3 705 µm	
Diamètre moyen en ϕ	-0.57 Phi	
Ecart-type en unité ϕ (sorting)	1.15 Phi	
Indice d'asymétrie (Skewness)	0.14	
Indice d'angulosité (Kurtosis)	0.94	
Teneur en fines (diamètre < 63 µm)	**0.03 %**	

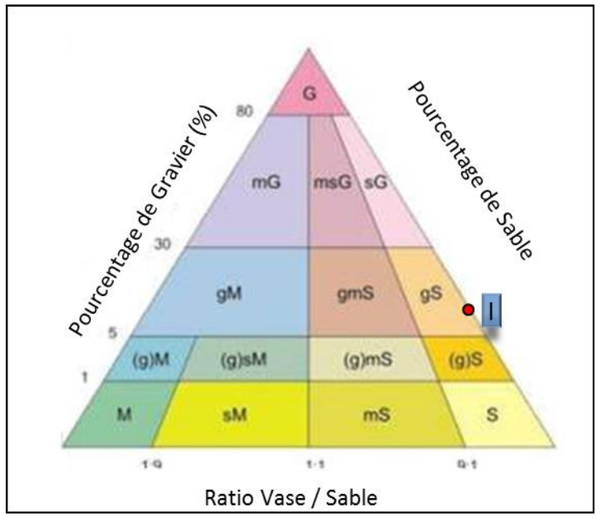
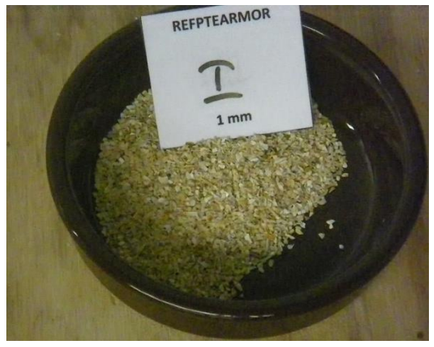


Diagramme de Folk



Fraction inexistante

10 mm

Observations: Sédiment constitué en majorité de débris coquilliers.

Sources : IN VIVO Environnement – Septembre 2015

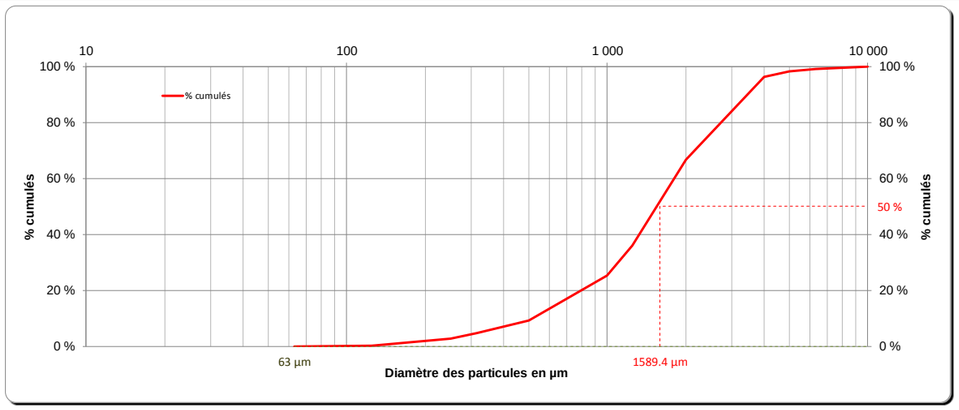
SYNTHÈSE ET REPRÉSENTATIONS DE L'ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE DE L'ÉCHANTILLON J

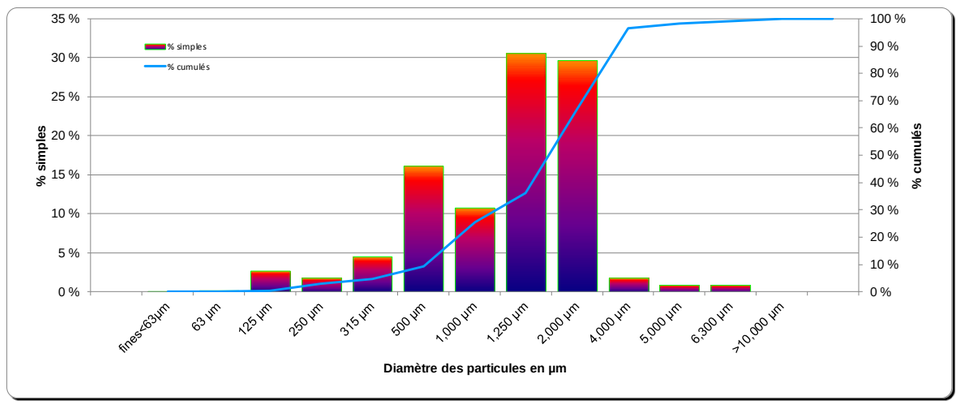
REFPTEARMOR- PRELEVEMENT DU 17/08/15

Nom de l'échantillon : J

Masse totale : 111.23 g

Ouverture du tamis (en µm)	Masses simples (en g)	Masses cumulées (en g)	Fréquence simple en %	Fréquence cumulée en %
fines<63µm	0.03 g	0.03 g	0.03 %	0.00 %
63 µm	0.20 g	0.23 g	0.18 %	0.03 %
125 µm	3.00 g	3.23 g	2.70 %	0.21 %
250 µm	2.00 g	5.23 g	1.80 %	2.90 %
315 µm	5.00 g	10.23 g	4.50 %	4.70 %
500 µm	18.00 g	28.23 g	16.18 %	9.20 %
1 000 µm	12.00 g	40.23 g	10.79 %	25.38 %
1 250 µm	34.00 g	74.23 g	30.57 %	36.17 %
2 000 µm	33.00 g	107.23 g	29.67 %	66.74 %
4 000 µm	2.00 g	109.23 g	1.80 %	96.40 %
5 000 µm	1.00 g	110.23 g	0.90 %	98.20 %
6 300 µm	1.00 g	111.23 g	0.90 %	99.10 %
>10 000 µm	0.00 g	111.23 g	0.00 %	100.00 %
				100.00 %





Mode (µm)	**1 250 µm**	**SABLES TRES GROSSIERS**
D_{10} (µm)	525 µm	
D_{16} µm / ϕ	710 µm / 0.49 Phi	
D_{25} (µm)	988 µm	
Médiane D_{50} (µm)	**1 589 µm**	**SABLES TRES GROSSIERS**
D_{75} (µm)	2 557 µm	
D_{84} µm / ϕ	3 164 µm / -1.66 Phi	
D_{90} (µm)	3 568 µm	
Diamètre moyen en ϕ	-0.61 Phi	
Ecart-type en unité ϕ (sorting)	1.08 Phi	
Indice d'asymétrie (Skewness)	0.18	
Indice d'angulosité (Kurtosis)	1.07	
Teneur en fines (diamètre < 63 µm)	**0.03 %**	

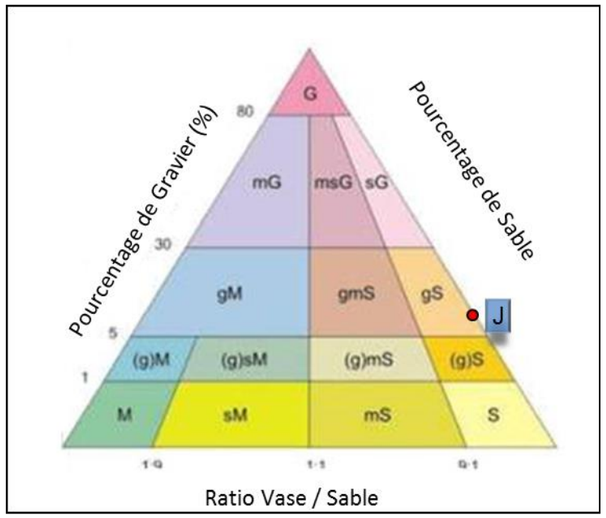


Diagramme de Folk

Fraction inexistante

10 mm

<u>Observations:</u> Sédiment constitué de débris coquilliers.

Sources : IN VIVO Environnement – Septembre 2015

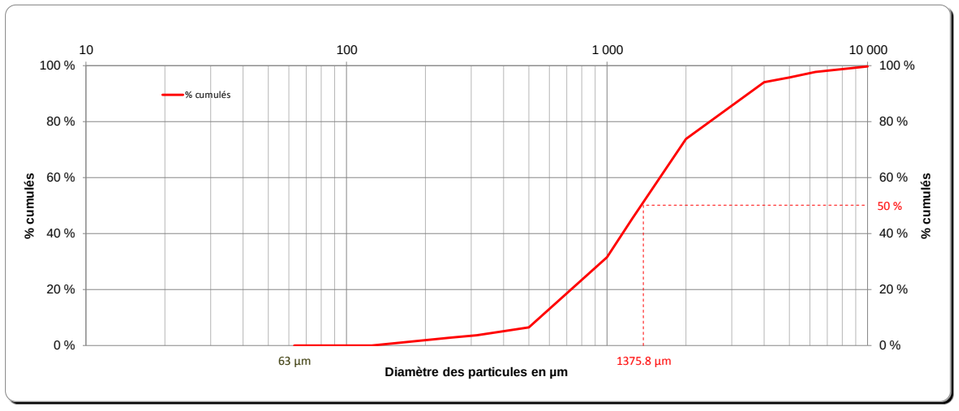
SYNTHÈSE ET REPRÉSENTATIONS DE L'ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE DE L'ÉCHANTILLON K

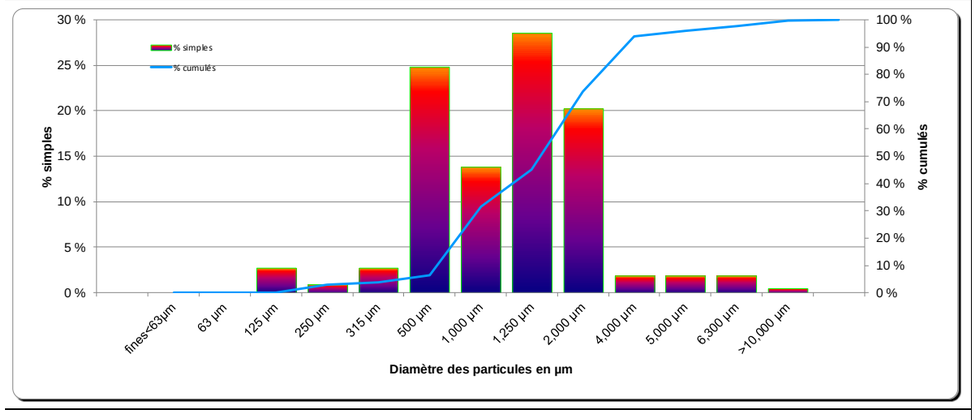
REFPTEARMOR- PRELEVEMENT DU 17/08/15

Nom de l'échantillon : K

Masse totale : 108.60 g

Ouverture du tamis (en µm)	Masses simples (en g)	Masses cumulées (en g)	Fréquence simple en %	Fréquence cumulée en %
fines<63µm	0.00 g	0.00 g	0.00 %	0.00 %
63 µm	0.10 g	0.10 g	0.09 %	0.00 %
125 µm	3.00 g	3.10 g	2.76 %	0.09 %
250 µm	1.00 g	4.10 g	0.92 %	2.85 %
315 µm	3.00 g	7.10 g	2.76 %	3.78 %
500 µm	27.00 g	34.10 g	24.86 %	6.54 %
1 000 µm	15.00 g	49.10 g	13.81 %	31.40 %
1 250 µm	31.00 g	80.10 g	28.55 %	45.21 %
2 000 µm	22.00 g	102.10 g	20.26 %	73.76 %
4 000 µm	2.00 g	104.10 g	1.84 %	94.01 %
5 000 µm	2.00 g	106.10 g	1.84 %	95.86 %
6 300 µm	2.00 g	108.10 g	1.84 %	97.70 %
>10 000 µm	0.50 g	108.60 g	0.46 %	99.54 %
				100.00 %





Mode (µm)	**1 250 µm**	**SABLES TRES GROSSIERS**
D_{10} (µm)	570 µm	
D_{16} µm / ϕ	690 µm / 0.53 Phi	
D_{25} (µm)	871 µm	
Médiane D_{50} (µm)	**1 376 µm**	**SABLES TRES GROSSIERS**
D_{75} (µm)	2 123 µm	
D_{84} µm / ϕ	3 011 µm / -1.59 Phi	
D_{90} (µm)	3 604 µm	
Diamètre moyen en ϕ	-0.51 Phi	
Ecart-type en unité ϕ (sorting)	1.06 Phi	
Indice d'asymétrie (Skewness)	-0.02	
Indice d'angulosité (Kurtosis)	1.12	
Teneur en fines (diamètre < 63 µm)	**0.00 %**	

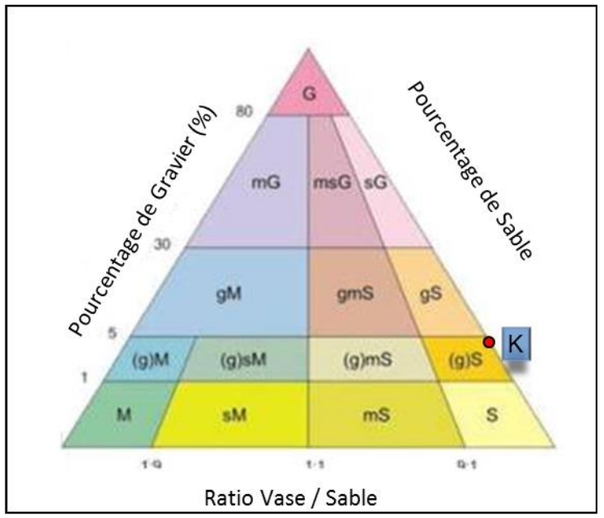
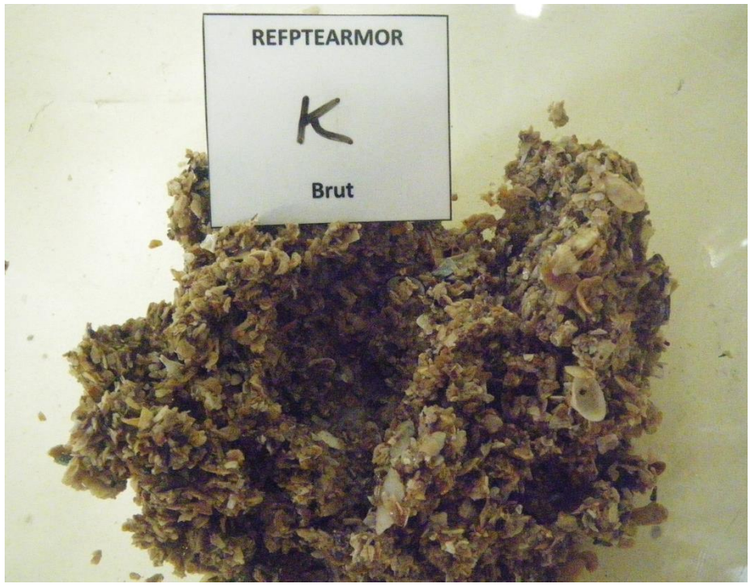
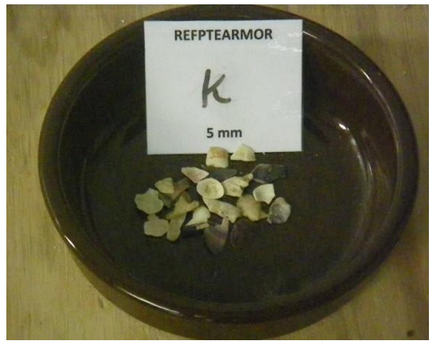


Diagramme de Folk





Observations: Sédiment constitué de sables grossiers.

Sources : IN VIVO Environnement – Septembre 2015

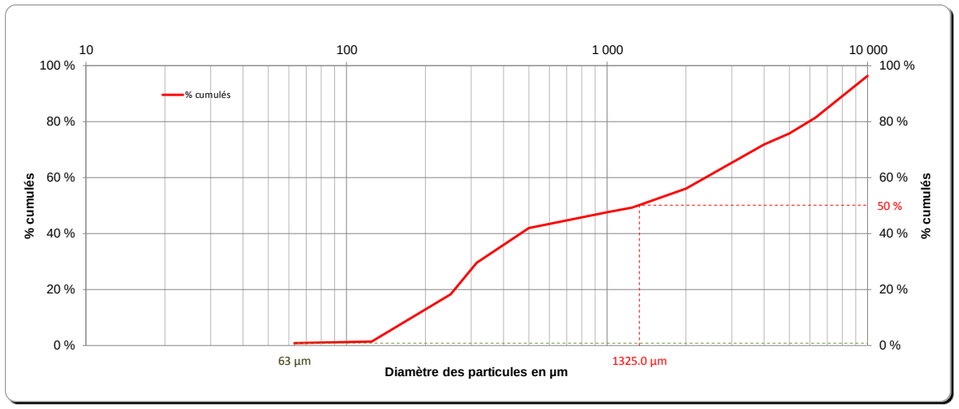
SYNTHÈSE ET REPRÉSENTATIONS DE L'ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE DE L'ÉCHANTILLON L

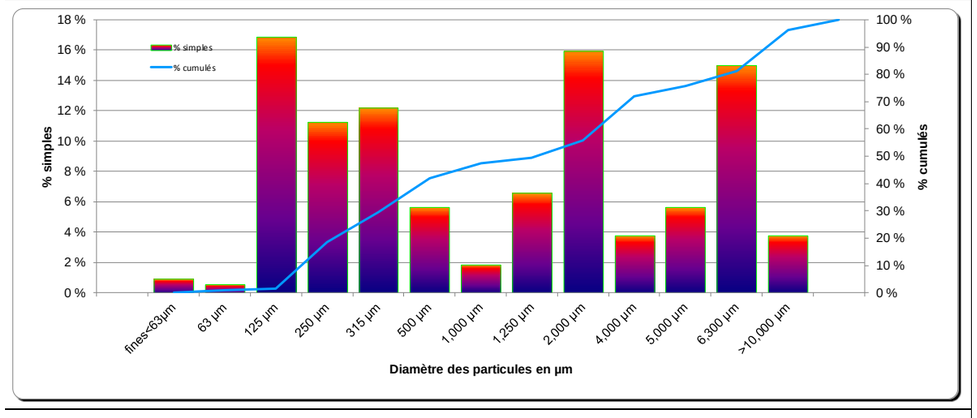
REFPTEARMOR- PRELEVEMENT DU 17/08/15

Nom de l'échantillon : L

Masse totale : 106.60 g

Ouverture du tamis (en µm)	Masses simples (en g)	Masses cumulées (en g)	Fréquence simple en %	Fréquence cumulée en %
fines<63µm	1.00 g	1.00 g	0.94 %	0.00 %
63 µm	0.60 g	1.60 g	0.56 %	0.94 %
125 µm	18.00 g	19.60 g	16.89 %	1.50 %
250 µm	12.00 g	31.60 g	11.26 %	18.39 %
315 µm	13.00 g	44.60 g	12.20 %	29.64 %
500 µm	6.00 g	50.60 g	5.63 %	41.84 %
1 000 µm	2.00 g	52.60 g	1.88 %	47.47 %
1 250 µm	7.00 g	59.60 g	6.57 %	49.34 %
2 000 µm	17.00 g	76.60 g	15.95 %	55.91 %
4 000 µm	4.00 g	80.60 g	3.75 %	71.86 %
5 000 µm	6.00 g	86.60 g	5.63 %	75.61 %
6 300 µm	16.00 g	102.60 g	15.01 %	81.24 %
>10 000 µm	4.00 g	106.60 g	3.75 %	96.25 %
				100.00 %





Mode (µm)	**125 µm**	**SABLES FINS**
D_{10} (µm)	188 µm	
D_{16} µm / ϕ	232 µm / 2.11 Phi	
D_{25} (µm)	288 µm	
Médiane D_{50} (µm)	**1 325 µm**	**SABLES TRES GROSSIERS**
D_{75} (µm)	4 838 µm	
D_{84} µm / ϕ	6 981 µm / -2.80 Phi	
D_{90} (µm)	8 460 µm	
Diamètre moyen en ϕ	-0.37 Phi	
Ecart-type en unité ϕ (sorting)	2.14 Phi	
Indice d'asymétrie (Skewness)	0.03	
Indice d'angulosité (Kurtosis)	0.60	
Teneur en fines (diamètre < 63 µm)	**0.94 %**	

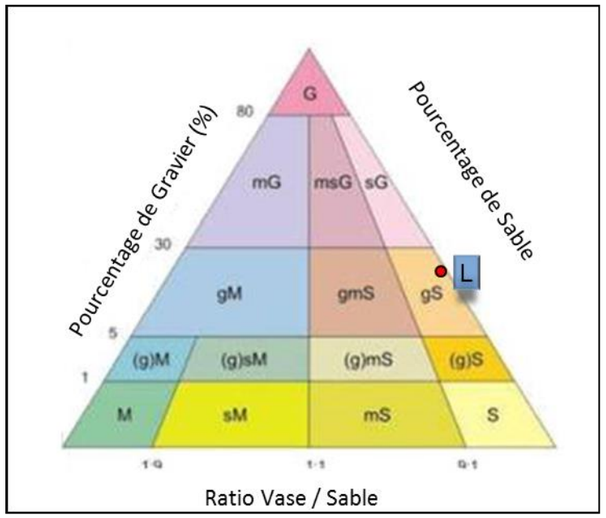
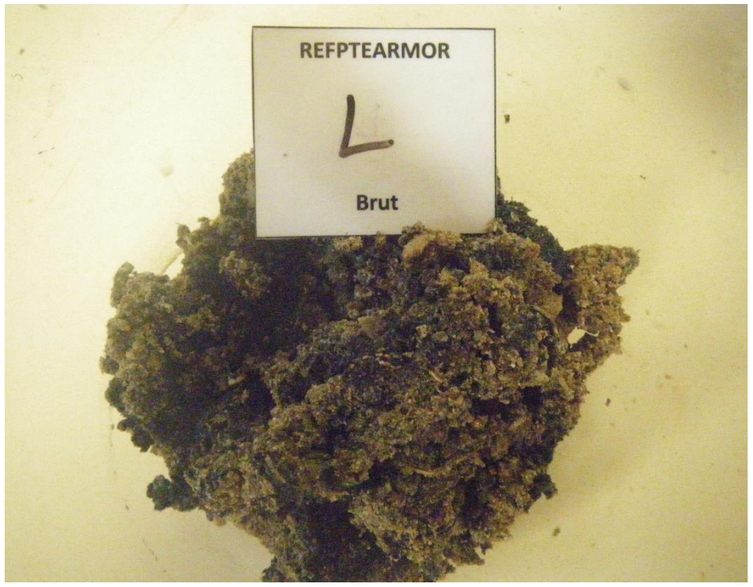


Diagramme de Folk



Observations: Sédiment constitué de cailloutis et de débris coquilliers.

Sources : IN VIVO Environnement – Septembre 2015

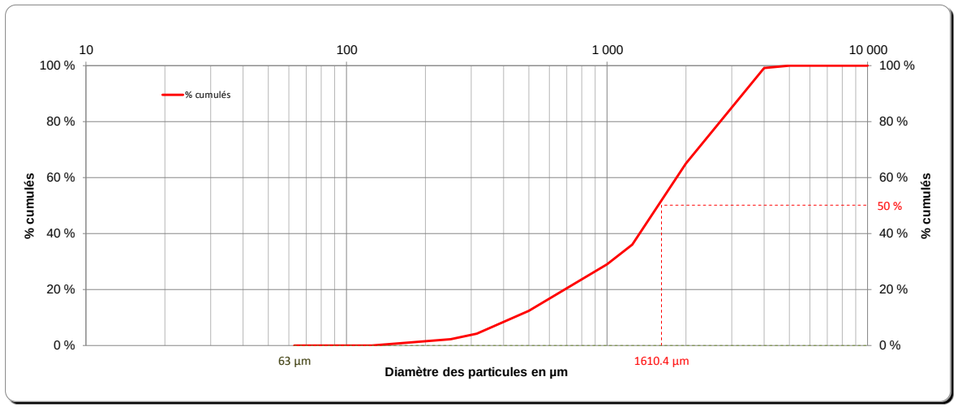
SYNTHÈSE ET REPRÉSENTATIONS DE L'ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE DE L'ÉCHANTILLON M

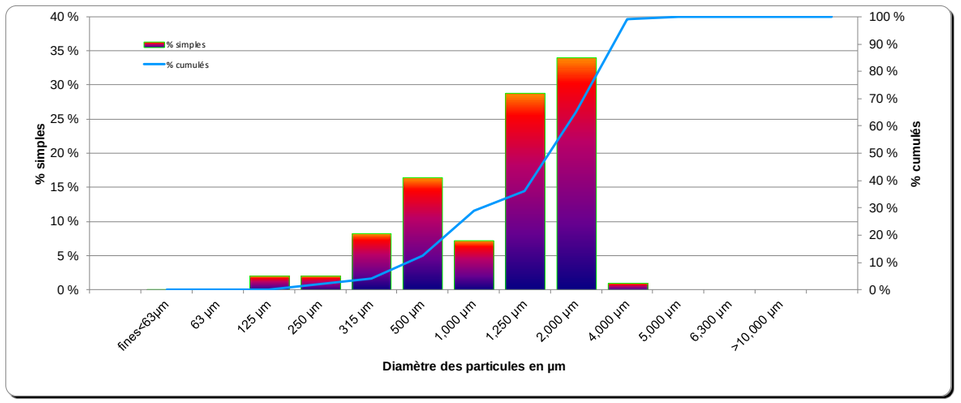
REFPTEARMOR- PRELEVEMENT DU 17/08/15

Nom de l'échantillon : M

Masse totale : 97.09 g

Ouverture du tamis (en µm)	Masses simples (en g)	Masses cumulées (en g)	Fréquence simple en %	Fréquence cumulée en %
fines<63µm	0.03 g	0.03 g	0.03 %	0.00 %
63 µm	0.06 g	0.09 g	0.06 %	0.03 %
125 µm	2.00 g	2.09 g	2.06 %	0.09 %
250 µm	2.00 g	4.09 g	2.06 %	2.15 %
315 µm	8.00 g	12.09 g	8.24 %	4.21 %
500 µm	16.00 g	28.09 g	16.48 %	12.45 %
1 000 µm	7.00 g	35.09 g	7.21 %	28.93 %
1 250 µm	28.00 g	63.09 g	28.84 %	36.14 %
2 000 µm	33.00 g	96.09 g	33.99 %	64.98 %
4 000 µm	1.00 g	97.09 g	1.03 %	98.97 %
5 000 µm	0.00 g	97.09 g	0.00 %	100.00 %
6 300 µm	0.00 g	97.09 g	0.00 %	100.00 %
>10 000 µm	0.00 g	97.09 g	0.00 %	100.00 %
				100.00 %





Mode (µm)	**2 000 µm**	**GRANULES**
D_{10} (µm)	445 µm	
D_{16} µm / ϕ	608 µm / 0.72 Phi	
D_{25} (µm)	881 µm	
Médiane D_{50} (µm)	**1 610 µm**	**SABLES TRES GROSSIERS**
D_{75} (µm)	2 590 µm	
D_{84} µm / ϕ	3 119 µm / -1.64 Phi	
D_{90} (µm)	3 472 µm	
Diamètre moyen en ϕ	-0.54 Phi	
Ecart-type en unité ϕ (sorting)	1.12 Phi	
Indice d'asymétrie (Skewness)	0.25	
Indice d'angulosité (Kurtosis)	0.92	
Teneur en fines (diamètre < 63 µm)	**0.03 %**	

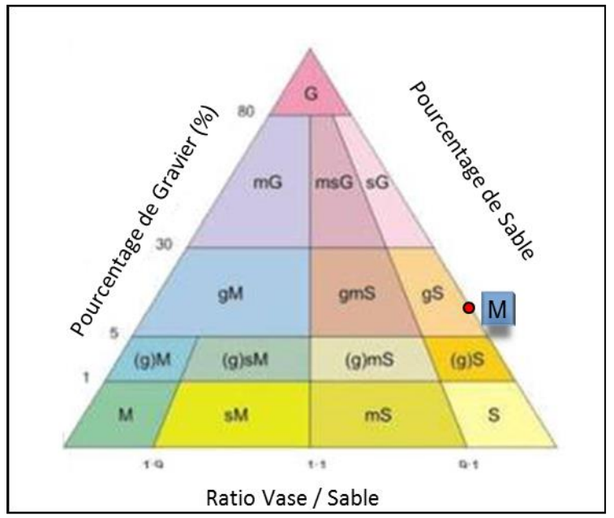
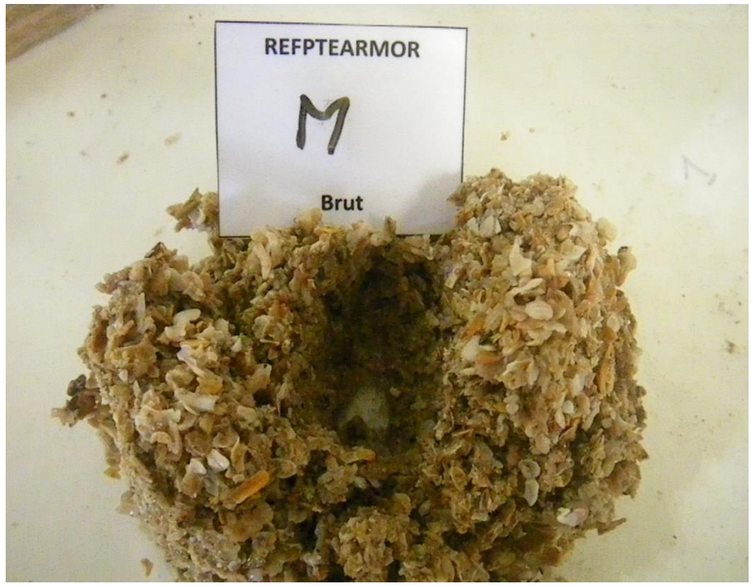
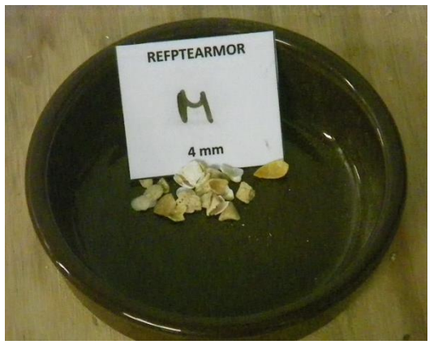


Diagramme de Folk





Fraction inexistante	Fraction inexistante	Fraction inexistante
5 mm	6.3 mm	10 mm

Observations: Sédiment constitué de débris coquilliers.

Sources : IN VIVO Environnement – Septembre 2015

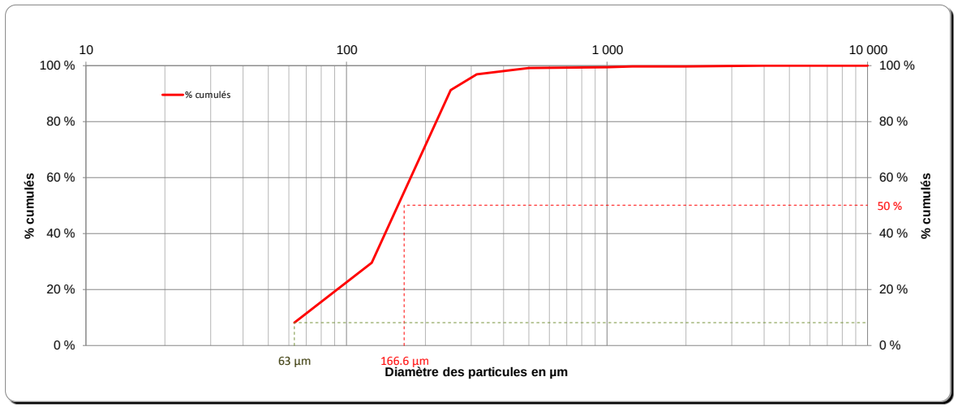
SYNTHÈSE ET REPRÉSENTATIONS DE L'ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE DE L'ÉCHANTILLON N

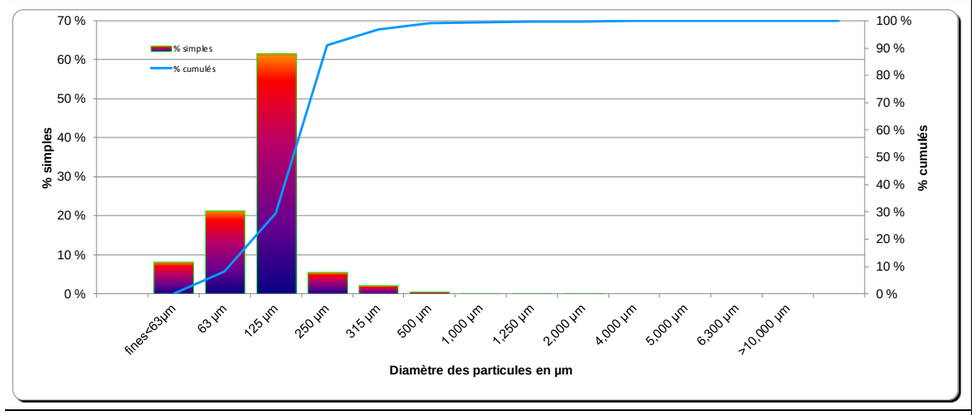
REFPTEARMOR- PRELEVEMENT DU 17/08/15

Nom de l'échantillon : N

Masse totale : 89.19 g

Ouverture du tamis (en µm)	Masses simples (en g)	Masses cumulées (en g)	Fréquence simple en %	Fréquence cumulée en %
fines<63µm	7.30 g	7.30 g	8.18 %	0.00 %
63 µm	19.00 g	26.30 g	21.30 %	8.18 %
125 µm	55.00 g	81.30 g	61.67 %	29.49 %
250 µm	5.00 g	86.30 g	5.61 %	91.15 %
315 µm	2.00 g	88.30 g	2.24 %	96.76 %
500 µm	0.40 g	88.70 g	0.45 %	99.00 %
1 000 µm	0.09 g	88.79 g	0.10 %	99.45 %
1 250 µm	0.20 g	88.99 g	0.22 %	99.55 %
2 000 µm	0.20 g	89.19 g	0.22 %	99.78 %
4 000 µm	0.00 g	89.19 g	0.00 %	100.00 %
5 000 µm	0.00 g	89.19 g	0.00 %	100.00 %
6 300 µm	0.00 g	89.19 g	0.00 %	100.00 %
>10 000 µm	0.00 g	89.19 g	0.00 %	100.00 %
				100.00 %





Mode (µm)	**125 µm**	**SABLES FINS**
D_{10} (µm)	68 µm	
D_{16} µm / ϕ	86 µm / 3.54 Phi	
D_{25} (µm)	112 µm	
Médiane D_{50} (µm)	**167 µm**	**SABLES FINS**
D_{75} (µm)	217 µm	
D_{84} µm / ϕ	235 µm / 2.09 Phi	
D_{90} (µm)	248 µm	
Diamètre moyen en ϕ	2.74 Phi	
Ecart-type en unité ϕ (sorting)	–	
Indice d'asymétrie (Skewness)	–	
Indice d'angulosité (Kurtosis)	–	
Teneur en fines (diamètre < 63 µm)	**8.18 %**	

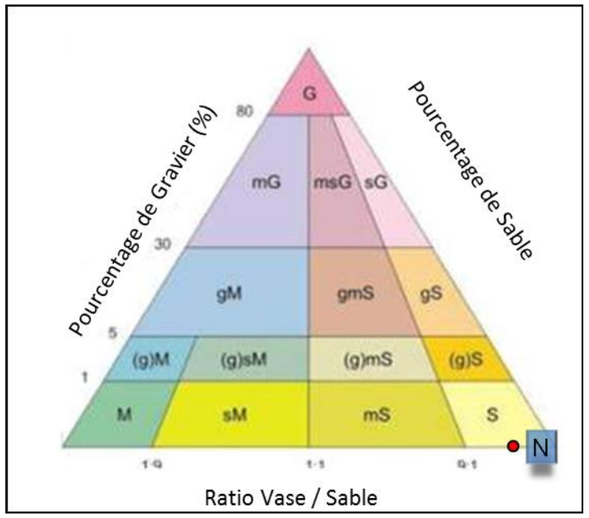
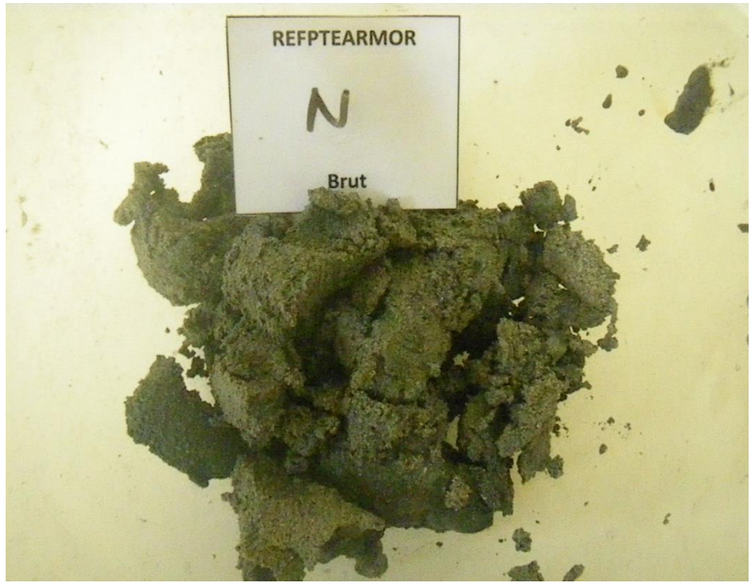


Diagramme de Folk



Fraction inexistante

5 mm

Fraction inexistante

6.3 mm

Fraction inexistante

4 mm

Fraction inexistante

10 mm

Observations: Sédiment présentant un faciès de sables fins peu envasés.

Sources : IN VIVO Environnement – Septembre 2015

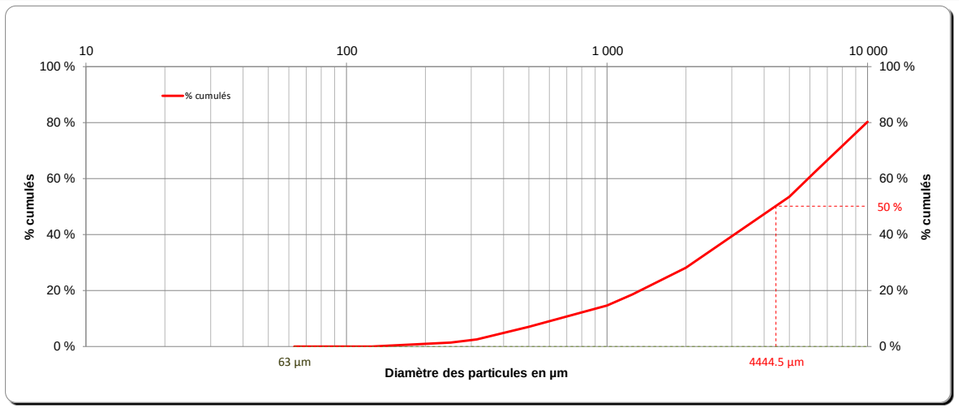
SYNTHÈSE ET REPRÉSENTATIONS DE L'ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE DE L'ÉCHANTILLON Q

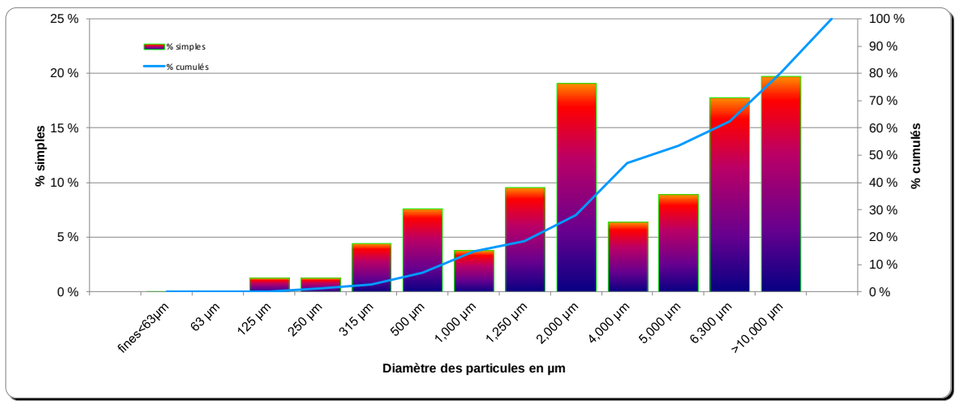
REFPTEARMOR- PRELEVEMENT DU 17/08/15

Nom de l'échantillon : Q

Masse totale : 157.11 g

Ouverture du tamis (en µm)	Masses simples (en g)	Masses cumulées (en g)	Fréquence simple en %	Fréquence cumulée en %
fines<63µm	0.02 g	0.02 g	0.01 %	0.00 %
63 µm	0.09 g	0.11 g	0.06 %	0.01 %
125 µm	2.00 g	2.11 g	1.27 %	0.07 %
250 µm	2.00 g	4.11 g	1.27 %	1.34 %
315 µm	7.00 g	11.11 g	4.46 %	2.62 %
500 µm	12.00 g	23.11 g	7.64 %	7.07 %
1 000 µm	6.00 g	29.11 g	3.82 %	14.71 %
1 250 µm	15.00 g	44.11 g	9.55 %	18.53 %
2 000 µm	30.00 g	74.11 g	19.09 %	28.08 %
4 000 µm	10.00 g	84.11 g	6.36 %	47.17 %
5 000 µm	14.00 g	98.11 g	8.91 %	53.54 %
6 300 µm	28.00 g	126.11 g	17.82 %	62.45 %
>10 000 µm	31.00 g	157.11 g	19.73 %	80.27 %
				100.00 %





Mode (µm)	**> 10 000 µm**	**GRAVIERS**
D_{10} (µm)	692 µm	
D_{16} (µm)	1 084 µm	
µm / ϕ	-0.12 Phi	
D_{25} (µm)	1 758 µm	
Médiane D_{50} (µm)	**4 445 µm**	**GRAVIERS**
D_{75} (µm)	8 906 µm	
D_{84} (µm)	> 10 000 µm	
µm / ϕ	–	
D_{90} (µm)	> 10 000 µm	
Diamètre moyen en ϕ	–	
Ecart-type en unité ϕ (sorting)	–	
Indice d'asymétrie (Skewness)	–	
Indice d'angulosité (Kurtosis)	–	
Teneur en fines (diamètre < 63 µm)	**0.01 %**	

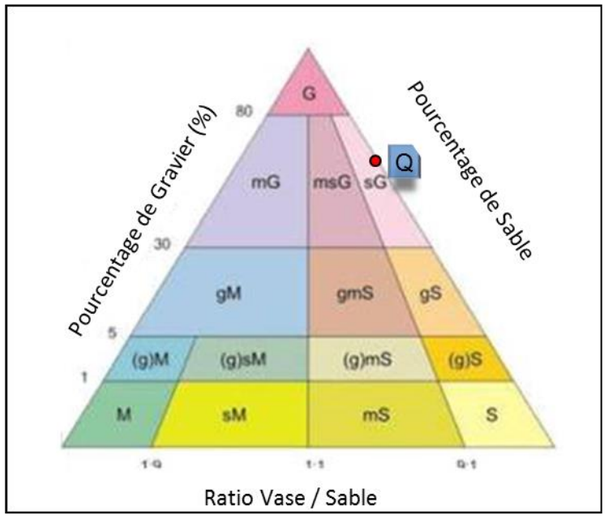


Diagramme de Folk

<u>Observations:</u> Echantillon constitué de cailloutis. Présence de débris coquilliers.

Sources : IN VIVO Environnement – Septembre 2015

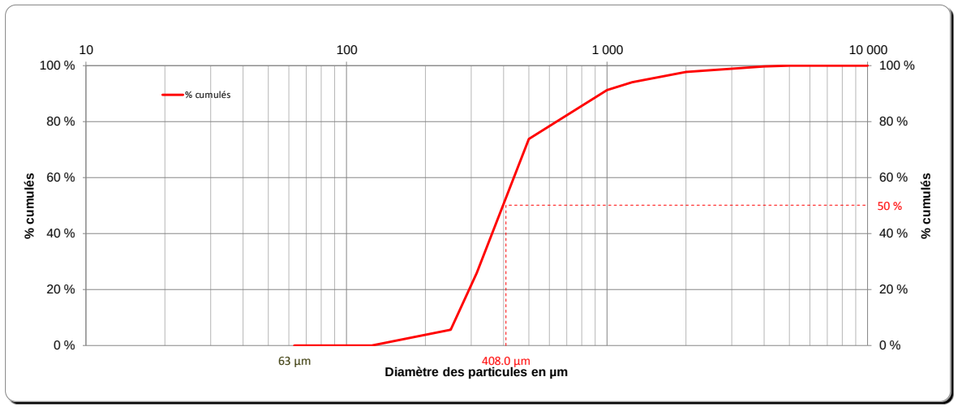
SYNTHÈSE ET REPRÉSENTATIONS DE L'ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE DE L'ÉCHANTILLON R

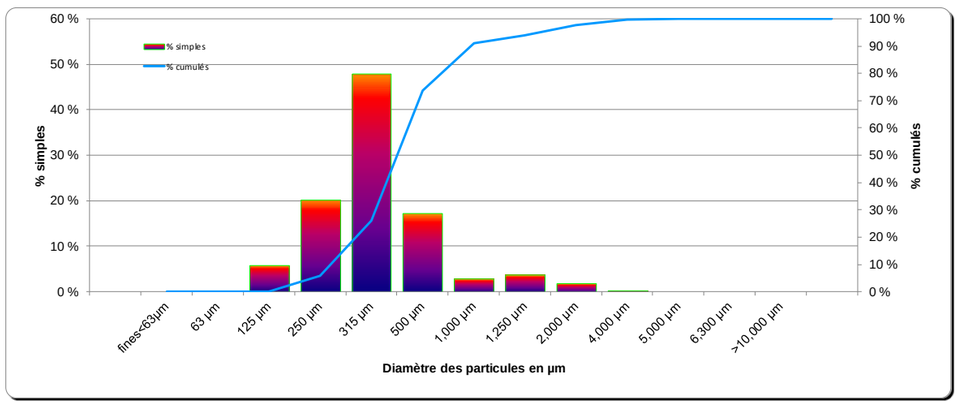
REFPTEARMOR- PRELEVEMENT DU 17/08/15

Nom de l'échantillon : R

Masse totale : 104.32 g

Ouverture du tamis (en µm)	Masses simples (en g)	Masses cumulées (en g)	Fréquence simple en %	Fréquence cumulée en %
fines<63µm	0.00 g	0.00 g	0.00 %	0.00 %
63 µm	0.02 g	0.02 g	0.02 %	0.00 %
125 µm	6.00 g	6.02 g	5.75 %	0.02 %
250 µm	21.00 g	27.02 g	20.13 %	5.77 %
315 µm	50.00 g	77.02 g	47.93 %	25.90 %
500 µm	18.00 g	95.02 g	17.25 %	73.83 %
1 000 µm	3.00 g	98.02 g	2.88 %	91.09 %
1 250 µm	4.00 g	102.02 g	3.83 %	93.96 %
2 000 µm	2.00 g	104.02 g	1.92 %	97.80 %
4 000 µm	0.30 g	104.32 g	0.29 %	99.71 %
5 000 µm	0.00 g	104.32 g	0.00 %	100.00 %
6 300 µm	0.00 g	104.32 g	0.00 %	100.00 %
>10 000 µm	0.00 g	104.32 g	0.00 %	100.00 %
				100.00 %





Mode (µm)	**315 µm**	**SABLES MOYENS**
D_{10} (µm)	264 µm	
D_{16} µm / ϕ	283 µm / 1.82 Phi	
D_{25} (µm)	312 µm	
Médiane D_{50} (µm)	**408 µm**	**SABLES MOYENS**
D_{75} (µm)	534 µm	
D_{84} µm / ϕ	795 µm / 0.33 Phi	
D_{90} (µm)	969 µm	
Diamètre moyen en ϕ	1.15 Phi	
Ecart-type en unité ϕ (sorting)	0.77 Phi	
Indice d'asymétrie (Skewness)	-0.34	
Indice d'angulosité (Kurtosis)	1.40	
Teneur en fines (diamètre < 63 µm)	**0.00 %**	

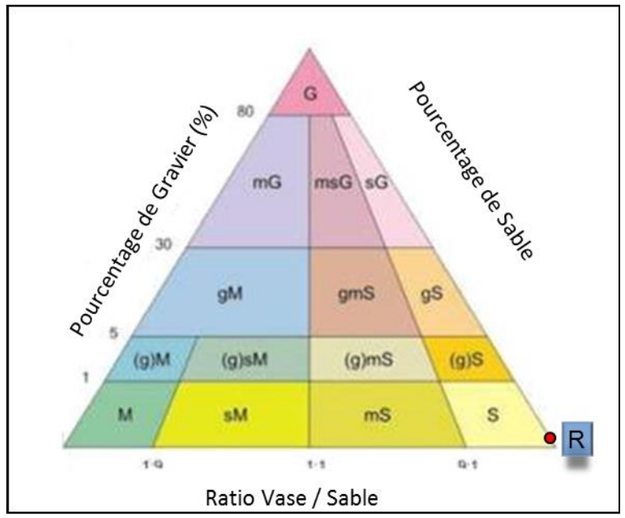


Diagramme de Folk

Fraction inexistante	Fraction inexistante	Fraction inexistante
5 mm	6.3 mm	10 mm

Observations: Sable moyen mélangé à des débris coquilliers.

Sources : IN VIVO Environnement – Septembre 2015

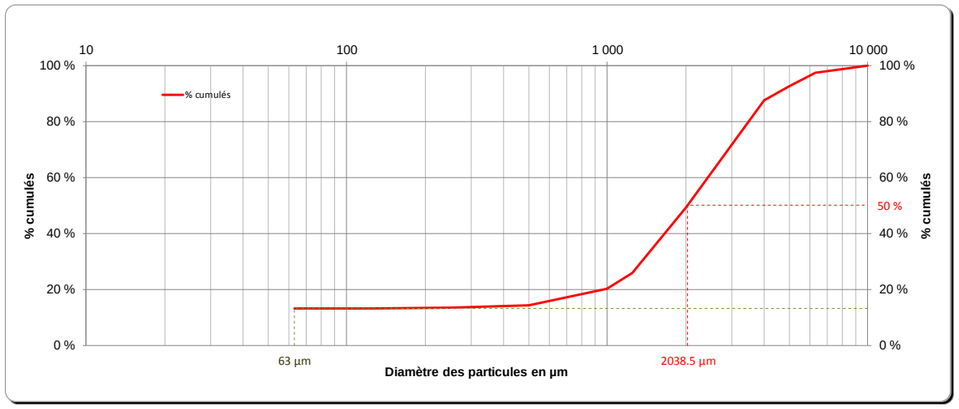
SYNTHÈSE ET REPRÉSENTATIONS DE L'ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE DE L'ÉCHANTILLON S

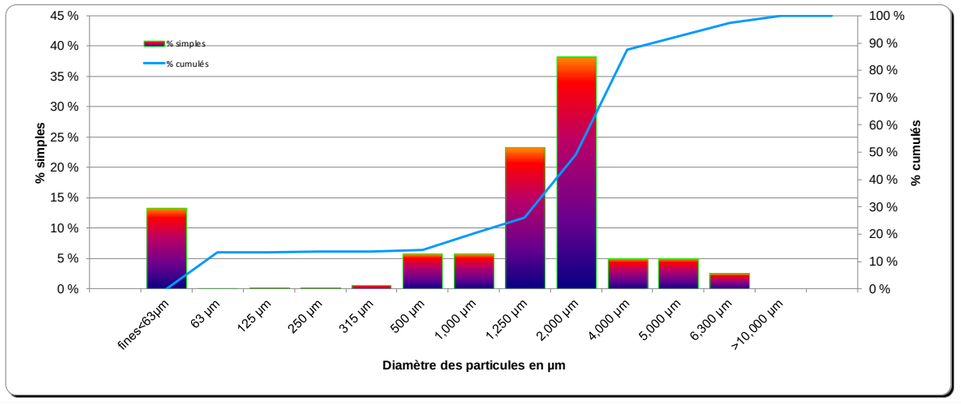
REFPTEARMOR- PRELEVEMENT DU 17/08/15

Nom de l'échantillon : S

Masse totale : 120.23 g

Ouverture du tamis (en µm)	Masses simples (en g)	Masses cumulées (en g)	Fréquence simple en %	Fréquence cumulée en %
fines<63µm	16.00 g	16.00 g	13.31 %	0.00 %
63 µm	0.03 g	16.03 g	0.02 %	13.31 %
125 µm	0.20 g	16.23 g	0.17 %	13.33 %
250 µm	0.20 g	16.43 g	0.17 %	13.50 %
315 µm	0.80 g	17.23 g	0.67 %	13.67 %
500 µm	7.00 g	24.23 g	5.82 %	14.33 %
1 000 µm	7.00 g	31.23 g	5.82 %	20.15 %
1 250 µm	28.00 g	59.23 g	23.29 %	25.98 %
2 000 µm	46.00 g	105.23 g	38.26 %	49.26 %
4 000 µm	6.00 g	111.23 g	4.99 %	87.52 %
5 000 µm	6.00 g	117.23 g	4.99 %	92.51 %
6 300 µm	3.00 g	120.23 g	2.50 %	97.50 %
>10 000 µm	0.00 g	120.23 g	0.00 %	100.00 %
				100.00 %





Mode (µm)	**2 000 µm**	**GRANULES**
D_{10} (µm)	0 µm	
D_{16} (µm) / µm / ϕ	643 µm / 0.64 Phi	
D_{25} (µm)	1 208 µm	
Médiane D_{50} (µm)	**2 038 µm**	**GRANULES**
D_{75} (µm)	3 345 µm	
D_{84} (µm) / µm / ϕ	3 816 µm / -1.93 Phi	
D_{90} (µm)	4 496 µm	
Diamètre moyen en ϕ	-0.77 Phi	
Ecart-type en unité ϕ (sorting)	–	
Indice d'asymétrie (Skewness)	–	
Indice d'angulosité (Kurtosis)	–	
Teneur en fines (diamètre < 63 µm)	**13.31 %**	

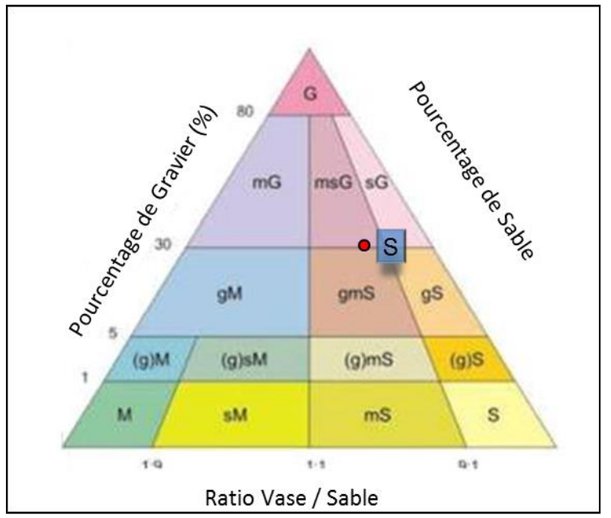


Diagramme de Folk

Fraction inexistante

10 mm

Observations: Sédiment constitué de débris coquilliers.

Sources : IN VIVO Environnement – Septembre 2015

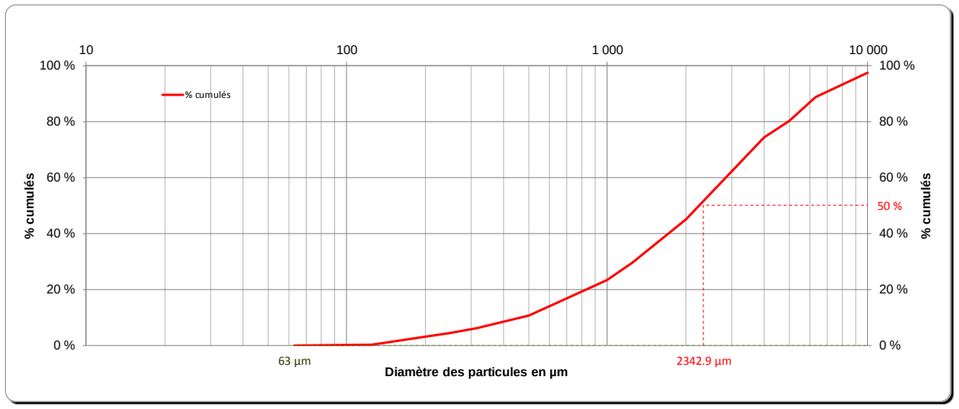
SYNTHÈSE ET REPRÉSENTATIONS DE L'ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE DE L'ÉCHANTILLON T

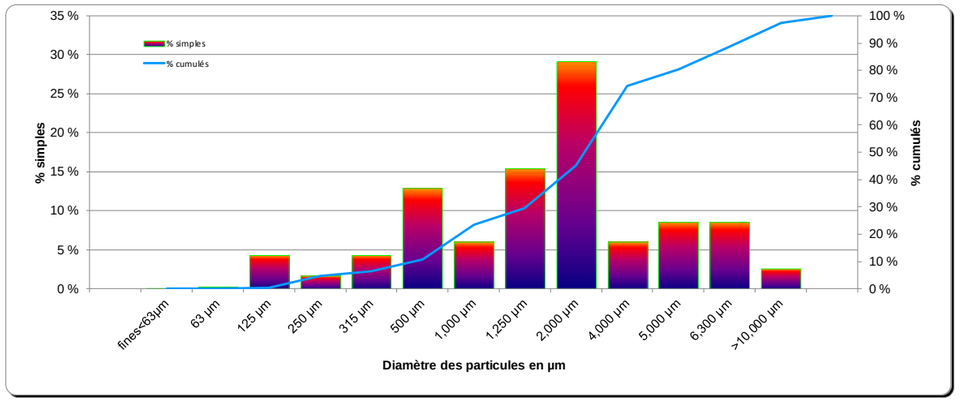
REFPTEARMOR- PRELEVEMENT DU 17/08/15

Nom de l'échantillon : T

Masse totale : 116.34 g

Ouverture du tamis (en µm)	Masses simples (en g)	Masses cumulées (en g)	Fréquence simple en %	Fréquence cumulée en %
fines<63µm	0.04 g	0.04 g	0.03 %	0.00 %
63 µm	0.30 g	0.34 g	0.26 %	0.03 %
125 µm	5.00 g	5.34 g	4.30 %	0.29 %
250 µm	2.00 g	7.34 g	1.72 %	4.59 %
315 µm	5.00 g	12.34 g	4.30 %	6.31 %
500 µm	15.00 g	27.34 g	12.89 %	10.61 %
1 000 µm	7.00 g	34.34 g	6.02 %	23.50 %
1 250 µm	18.00 g	52.34 g	15.47 %	29.52 %
2 000 µm	34.00 g	86.34 g	29.22 %	44.99 %
4 000 µm	7.00 g	93.34 g	6.02 %	74.21 %
5 000 µm	10.00 g	103.34 g	8.60 %	80.23 %
6 300 µm	10.00 g	113.34 g	8.60 %	88.83 %
>10 000 µm	3.00 g	116.34 g	2.58 %	97.42 %
				100.00 %





Mode (µm)		**2 000 µm**	**GRANULES**
D_{10} (µm)		474 µm	
D_{16}	µm	709 µm	
	ϕ	0.50 Phi	
D_{25} (µm)		1 062 µm	
Médiane D_{50} (µm)		**2 343 µm**	**GRANULES**
D_{75} (µm)		4 131 µm	
D_{84}	µm	5 570 µm	
	ϕ	-2.48 Phi	
D_{90} (µm)		6 805 µm	
Diamètre moyen en ϕ		-1.07 Phi	
Ecart-type en unité ϕ (sorting)		1.51 Phi	
Indice d'asymétrie (Skewness)		0.20	
Indice d'angulosité (Kurtosis)		1.06	
Teneur en fines (diamètre < 63 µm)		**0.03 %**	

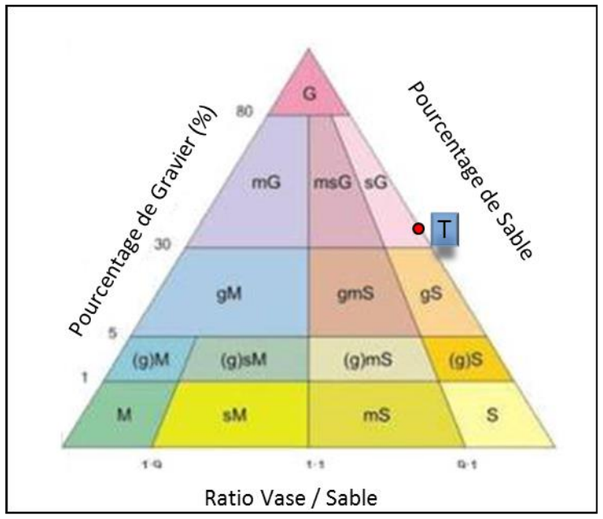
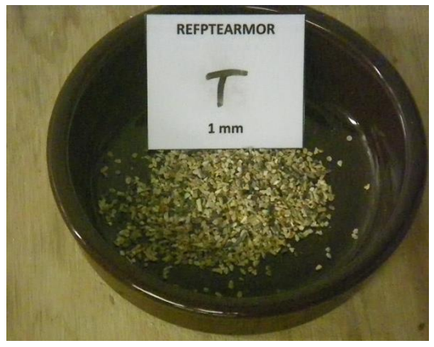


Diagramme de Folk



Observations: Sédiment grossier constitué de débris coquilliers.

Sources : IN VIVO Environnement – Septembre 2015

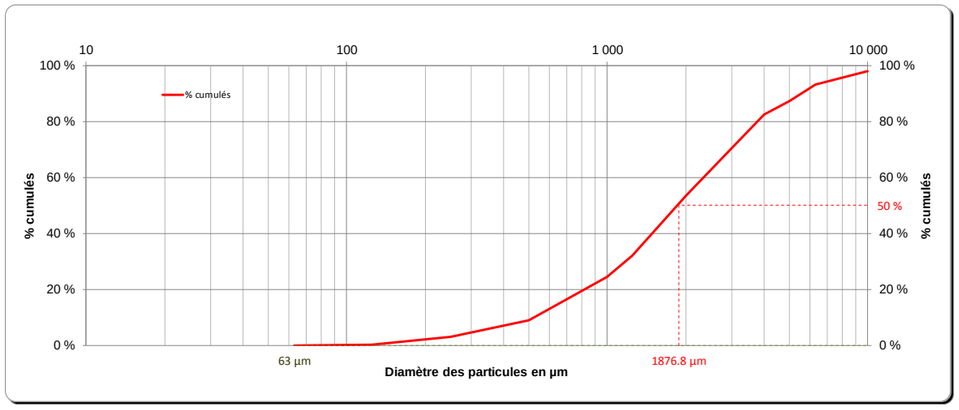
SYNTHÈSE ET REPRÉSENTATIONS DE L'ANALYSE GRANULOMÉTRIQUE DE L'ÉCHANTILLON U

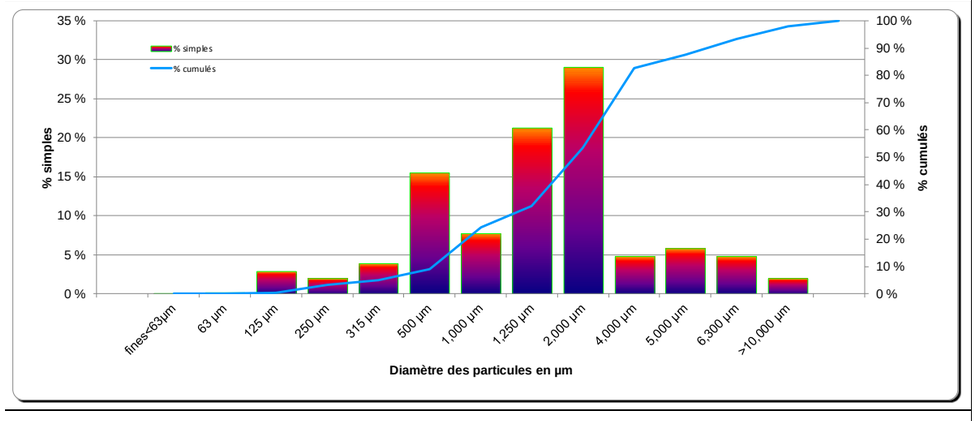
REFPTEARMOR- PRELEVEMENT DU 17/08/15

Nom de l'échantillon : U

Masse totale : 103.23 g

Ouverture du tamis (en µm)	Masses simples (en g)	Masses cumulées (en g)	Fréquence simple en %	Fréquence cumulée en %
fines<63µm	0.03 g	0.03 g	0.03 %	0.00 %
63 µm	0.20 g	0.23 g	0.19 %	0.03 %
125 µm	3.00 g	3.23 g	2.91 %	0.22 %
250 µm	2.00 g	5.23 g	1.94 %	3.13 %
315 µm	4.00 g	9.23 g	3.87 %	5.07 %
500 µm	16.00 g	25.23 g	15.50 %	8.94 %
1 000 µm	8.00 g	33.23 g	7.75 %	24.44 %
1 250 µm	22.00 g	55.23 g	21.31 %	32.19 %
2 000 µm	30.00 g	85.23 g	29.06 %	53.50 %
4 000 µm	5.00 g	90.23 g	4.84 %	82.56 %
5 000 µm	6.00 g	96.23 g	5.81 %	87.41 %
6 300 µm	5.00 g	101.23 g	4.84 %	93.22 %
>10 000 µm	2.00 g	103.23 g	1.94 %	98.06 %
				100.00 %





Mode (µm)	**2 000 µm**	**GRANULES**
D_{10} (µm)	534 µm	
D_{16} µm / ϕ	728 µm / 0.46 Phi	
D_{25} (µm)	1 018 µm	
Médiane D_{50} (µm)	**1 877 µm**	**SABLES TRES GROSSIERS**
D_{75} (µm)	3 480 µm	
D_{84} µm / ϕ	4 297 µm / -2.10 Phi	
D_{90} (µm)	5 580 µm	
Diamètre moyen en ϕ	-0.85 Phi	
Ecart-type en unité ϕ (sorting)	1.34 Phi	
Indice d'asymétrie (Skewness)	0.09	
Indice d'angulosité (Kurtosis)	1.07	
Teneur en fines (diamètre < 63 µm)	**0.03 %**	

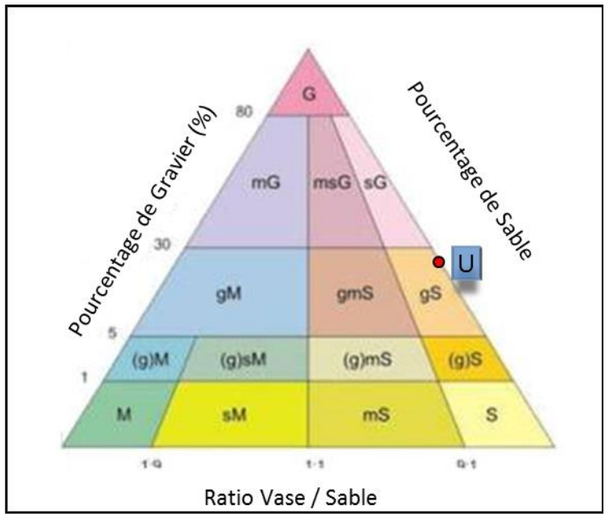


Diagramme de Folk

Observations: Sédiment constitué de débris coquilliers.

Sources : IN VIVO Environnement – Septembre 2015

Le tableau suivant reprend les différents paramètres granulométriques par échantillon et le refus pondéral à 2 mm (pourcentage de particules supérieures à 2 mm). Seuls les échantillons utilisés pour la détermination du benthos présentent une valeur de refus pondéral (calculé pour les besoins de l'analyse benthique).

Echantillons	Refus pondéral à 2 mm (%)	Mode (µm)	Médiane (µm)	Fraction fine (%)	Faciès
1		2000	2869	0.01	Granules
2		125	198	3.42	Sables fins
3		500	1063	0.01	Sables très grossiers
4		2000	1434	0.02	Sables très grossiers
5		315	383	0.1	Sables moyens
6		2000	2250	0.04	Granules
7		315	298	0.01	Sables moyens
8		500	802	0.01	Sables grossiers
9		2000	1868	0.04	Sables très grossiers
10		2000	1765	0.08	Sables très grossiers
11		315	289	0.02	Sables moyens
12		> 10 000	6661	0.02	Graviers
13		125	373	2.08	Sables moyens
14		315	335	0	Sables moyens
15		500	729	0.02	Sables grossiers
16		2000	2709	0.01	Granules
17		315	484	0.02	Sables moyens
18		2000	2110	0.04	Granules
19		1250	1700	0	Sables très grossiers
20		125	497	0.04	Sables moyens
21		2000	1879	0	Sables très grossiers
A	38.1	1250	1014	0	Sables très grossiers
B	40	2000	1642	0.07	Sables très grossiers
C	3.06	125	176	7.51	Sables moyens
D	2.68	315	308	0.01	Sables moyens
E	6.5	500	616	0	Sables grossiers
F	<1	125	219	0.06	Sables moyens
G	2.16	125	238	0.1	Sables fins
H	43.5	2000	1594	0.09	Sables très grossiers
I	30.7	2000	1552	0.03	Sables très grossiers
J	42.7	1250	1589	0.03	Sables très grossiers
K	24.3	1250	1376	0	Sables très grossiers
L	26.1	125	1325	0.94	Sables très grossiers
M	22.9	2000	1610	0.03	Sables très grossiers
N	1.89	125	167	8.18	Sables fins
Q	80.4	> 10 000	4445	0.01	Graviers
R	3.23	315	408	0	Sables moyens
S	30.5	2000	2038	13.31	Granules
T	<1	2000	2343	0.03	Granules
U	52.7	2000	1877	0.03	Sables très grossiers

Tableau 14 : Synthèse de l'analyse granulométrique

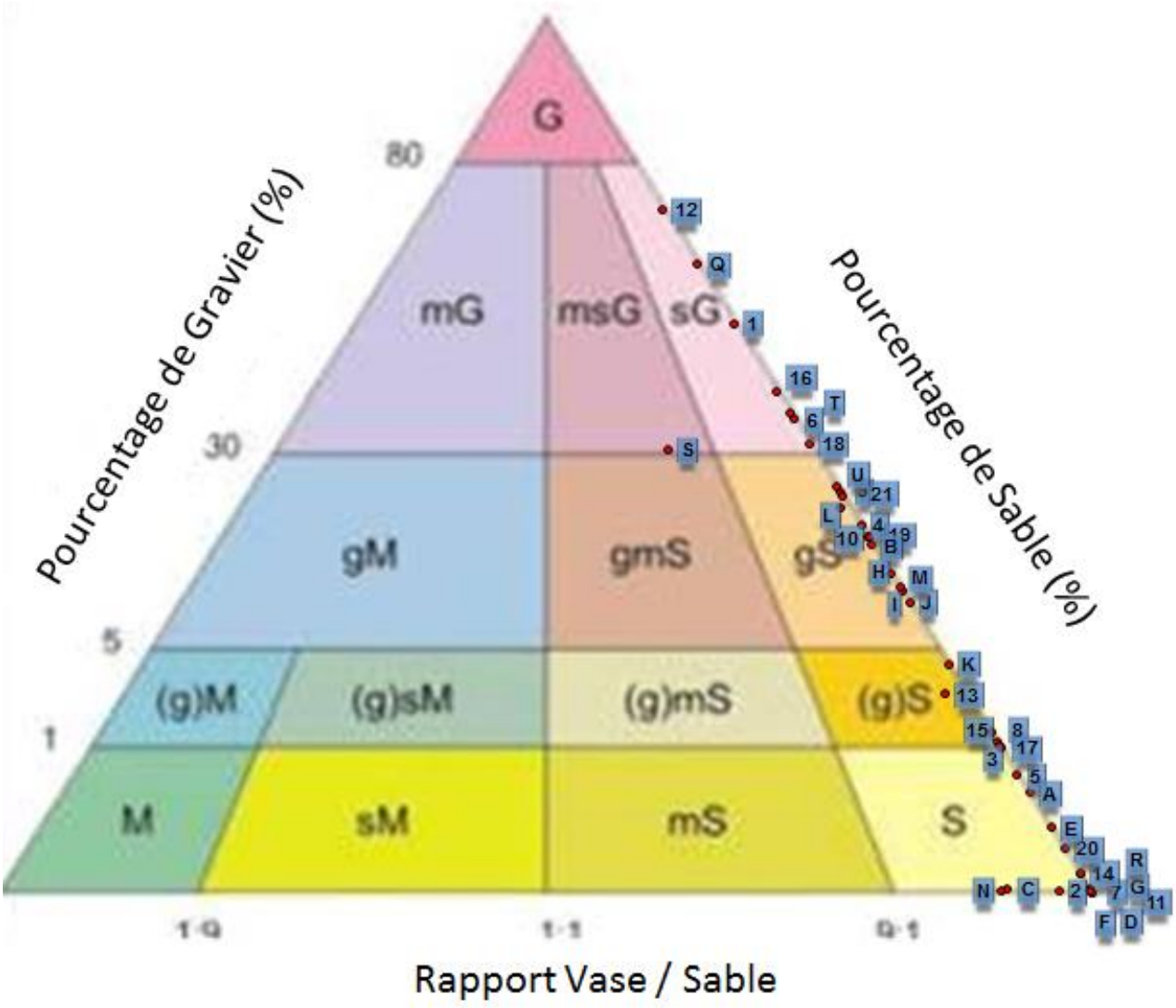


Figure 24 : Représentation du diagramme de folk avec tous les échantillons prélevés

Le graphique de la figure précédente présente l'avantage d'offrir une représentation relative de la teneur en Vase/Sable/Gravier des échantillons (les uns par rapport aux autres).

Celui-ci nous indique que tous les sédiments contiennent des sables et des graviers, mais pas de vase.

4.2.1.2 Synthèse (Résultats granulométriques)

Sur l'ensemble de la zone d'étude, le sédiment est réparti en quatre zones.

Une zone centrale où l'on retrouve principalement des sables très grossiers, avec des médianes allant de 1 à 2 mm. Ce sont les stations 3, 4, 19, 21 et A, H, I, J, K et M.

Au nord-est, le sédiment échantillonné sur les stations 1, 6 et S, T, correspond à un faciès de granules (soit des médianes de 2 à 4 mm).

Au nord-ouest de la zone, le sédiment est plus hétérogène, avec à la fois des sables moyens (médianes comprises entre 250 et 500 µm), sur les stations 5, 7, 13, 14 et 17 ; des sables grossiers (médianes comprises entre 500 µm et 1 mm), pour les échantillons 8 et 15 ; des granules au niveau des points 16 et 18 ; ainsi que des sables très grossiers sur les stations 10 et L.

C'est au sud de la zone d'étude que sont présents les sables fins (échantillons 2, C et G), ainsi que l'échantillon témoin N localisé en dehors de la zone d'étude. Pour ces sables, la médiane est comprise entre 125 et 250 µm.

Le point 12 et le point Q (témoin au nord de la zone d'étude), se sont révélés être dominés par des graviers (médianes supérieures à 4 mm) et donc composés essentiellement de cailloutis et de gros débris coquilliers.

Excepté les stations 2, 11, C, D, F, G et N, riches en sables fins à moyens et toutes situées au sud de la zone d'étude, le sédiment est très riche en débris coquilliers, de type coquilles de bivalves et de tests d'oursin régulier.

Globalement le sédiment prélevé est très pauvre en particules fines (inférieures à 63 µm), donc peu ou pas envasé. Seules les stations 2, 13, C, N et S présentent un sédiment relativement vaseux (jusqu'à 13 % pour l'échantillon S).

4.2.2 Description morpho-sédimentaire

La description générale de la zone est basée sur l'analyse de la mosaïque SONAR. Rappelons que la zone rocheuse localisée dans la partie occidentale de la zone d'étude n'a pas été levée au SONAR pour des questions de sécurité compte tenu de la présence de hauts fonds importants et de nombres écueils.

La Planche 51 représente la mosaïque SONAR à l'échelle 1/8000 (format A3).

Planche 51 : Représentation de la mosaïque SONAR

Sur la base de cette mosaïque SONAR et des résultats d'analyses granulométriques présentés au chapitre précédent, une interprétation morpho-sédimentaire de la zone d'étude est proposée. Cette interprétation a été représentée au 8000ème sur un plan A0 (Annexe D). Pour faciliter la lecture du document, l'interprétation figure également sur la Planche 52, au 3000ème (format A3). Elle identifie les différents faciès morpho-sédimentaires.

Planche 52 : Carte morpho-sédimentaire

Annexe D : Plan morpho-sédimentaire au format A0

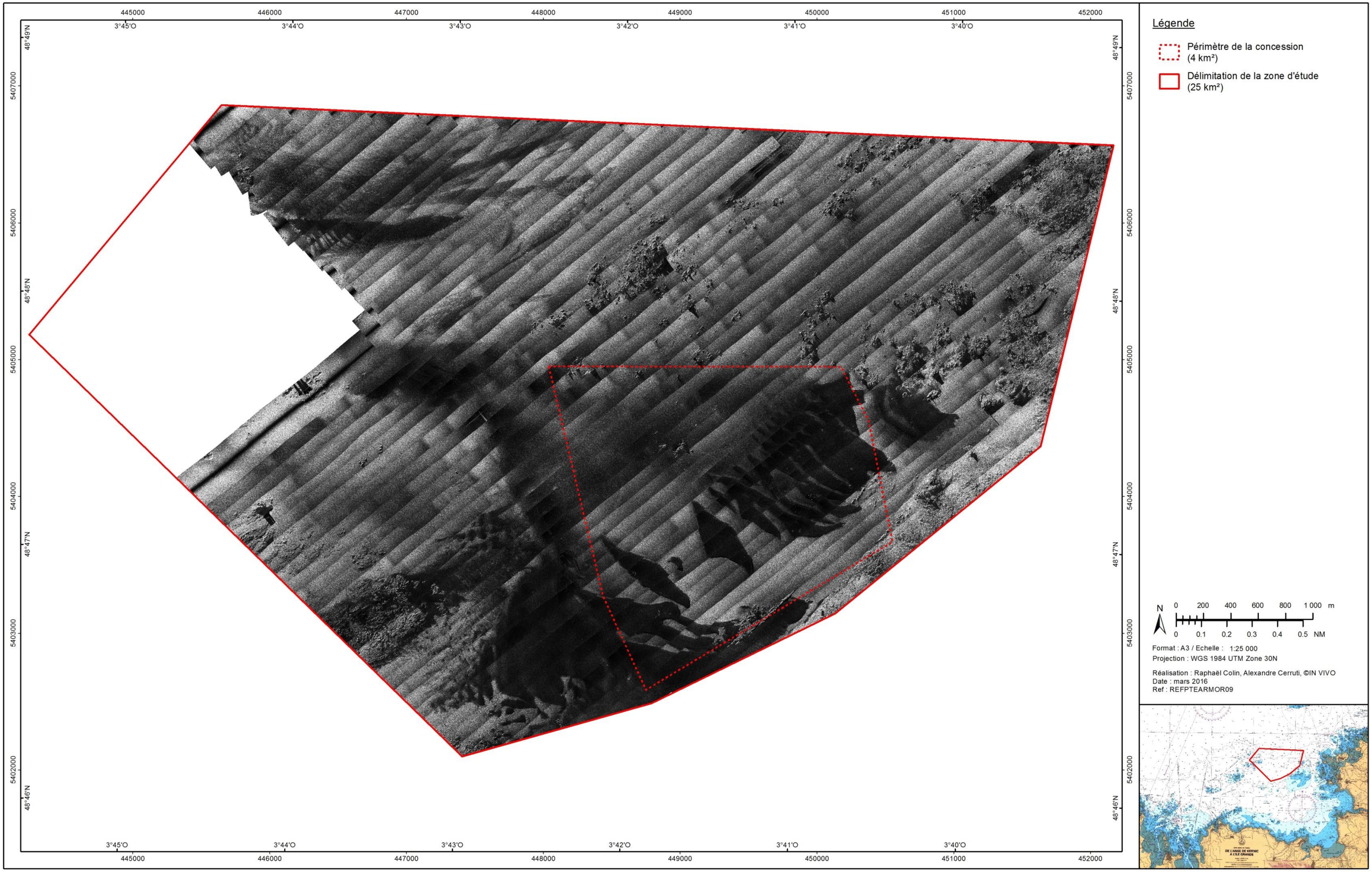
L'analyse de la mosaïque SONAR met en avant sept réponses acoustiques majeures qui traduisent des variations de nature et de forme des fonds sur la zone d'étude. On distingue les sept écho-faciès suivants :

- Un faciès de teinte gris sombre homogène ;
- Un faciès de teinte gris sombre de texture ridée ;
- Un faciès de teinte gris clair de texture homogène ;
- Un faciès de teinte gris sombre de texture contrastée et aux rides serrées ;
- Un faciès de teinte gris moyen de texture homogène ;
- Un faciès de teinte gris très clair de texture homogène ;
- Un faciès de teinte gris sombre à gris clair de texture hétérogène ;

À partir des observations faites sur la mosaïque SONAR, sept faciès morpho-sédimentaires ont été déterminés.

Comme indiqué précédemment, la mosaïque SONAR présente différentes signatures acoustiques (nuances de gris) qui correspondent à différents faciès sédimentaires. La calibration de ces signatures a pu se faire grâce aux résultats des analyses granulométriques effectuées sur les 40 échantillons prélevés sur la zone d'étude (1 à 21, A à N, et Q à U). L'interprétation globale de la mosaïque SONAR s'appuie donc sur les résultats des analyses granulométriques, mais également sur les levés morpho-sédimentaires antérieurs (ASTERIE, 2009 ; IN VIVO, 2012) et la carte IFREMER des formations superficielles de la baie de Lannion de l'IFREMER (Simplet et al, 2011).

REPRÉSENTATION DE LA MOSAÏQUE SONAR



Légende

- Périmètre de la concession (4 km²)
- Délimitation de la zone d'étude (25 km²)

N

0 200 400 600 800 1 000 m

0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 NM

Format : A3 / Echelle : 1:25 000
Projection : WGS 1984 UTM Zone 30N

Réalisation : Raphaël Colin, Alexandre Cerruti, ©IN VIVO
Date : mars 2016
Ref : REFPTEARMOR09

CARTE MORPHO-SÉDIMENTAIRE

445000 446000 447000 448000 449000 450000 451000 452000

3°45'O 3°44'O 3°43'O 3°42'O 3°41'O 3°40'O

48°49'N 48°48'N 48°47'N 48°46'N

5407000 5406000 5405000 5404000 5403000 5402000

Légende

- Périmètre de la concession (4 km²)
- Délimitation de la zone d'étude (25 km²)

Courbes isobathes (équidistance : 2 m)

- Contours majeurs
- Contours mineurs

Figures sédimentaires

- Crête de vague de sable asymétrique (indicateur de flanc abrupt)
- Crête de vague de sable symétrique
- Mégarides (longueur d'onde inférieure à 2m)
- Mégarides (longueur d'onde supérieure à 2m)

Nature des formations superficielles

- Sables très fins à fins
- Sables fins à moyens
- Sables moyens
- Sables grossiers à très grossiers
- Sables très grossiers
- Sables, graviers et cailloutis
- Roches sub affleurantes, toujours immergées
- Zone d'interprétation de la mosaïque SONAR

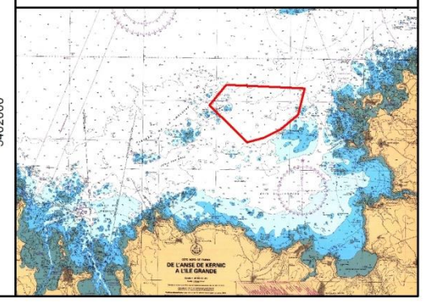
N

0 200 400 600 800 1 000 m

0 0.1 0.2 0.3 0.4 0.5 NM

Format : A3 / Echelle : 1:25 000
Projection : WGS 1984 UTM Zone 30N

Réalisation : Raphaël Colin, Alexandre Cerruti, ©IN VIVO
Date : mars 2016
Ref : REFPTEARMOR10



La description morpho-sédimentaire de la zone d'étude est présentée ci-après.

4.2.3 Les faciès sédimentaires

Pour faciliter la lecture de la description suivante, la position des différentes signatures acoustiques a été reportée sur la planche suivante :

Planche 53 : Représentation de la mosaïque SONAR et localisation de quelques écho-faciès

4.2.3.1 Sables très fins à fins

Le faciès de sables très fins à fins couvre une surface négligeable de 0.2 km² sur l'ensemble de la zone d'étude, et 0.01 km² sur la zone d'extraction seule. Celui-ci est observé au niveau de la frontière sud de la zone d'étude. Les prélèvements bio-sédimentaires des stations C et N attestent que ce faciès s'étend vers le sud largement au-delà de la zone d'étude.

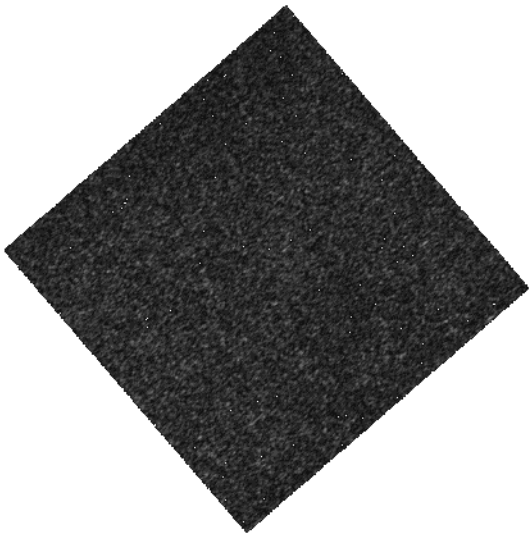


Figure 25 : Écho-faciès de sables très fins à fins CS01, emprise 50x50 m

La Figure 25 présente un exemple de faciès gris foncé de texture homogène caractéristique de la présence de sables fins. Cet écho-faciès correspond au point CS01 sur la Planche 53.

4.2.3.2 Sables fins à moyens, coquilliers

Le faciès de sables fins à moyens coquilliers couvre essentiellement les vagues de sable de la dune hydraulique de Trezen ar Gorgegou. Il est également visible aux abords Sud-Est et Nord-Est du plateau de la Méloine (Kerreg an Hir). Il semble également être présent dans les dépressions entourant les roches de la Méloine. Ce faciès couvre une surface de 3.5 km² sur l'ensemble de la zone d'étude, et 1.2 km² sur la concession seule. Les résultats des analyses granulométriques (F, G, D, 7, 11) indiquent que les sédiments prélevés présentent des proportions assez hétérogènes de sables fins et de sables moyens. Les échantillons analysés contiennent une part non négligeable de sédiment d'origine bioclastique (débris coquilliers). Ce faciès est majoritairement façonné de mégarides de longueurs d'ondes supérieures à deux mètres. L'orientation des mégarides varie en fonction de la localisation. Sur les vagues de sables qui se situent dans la zone de concession, celles-ci sont orientées suivant un axe Sud-Ouest/Nord-Est (la polarité n'étant

pas clairement identifiée). Au niveau de la station de prélèvement n°8, celles-ci sont plutôt orientées Ouest-Sud-Ouest/Est-Nord-Est.

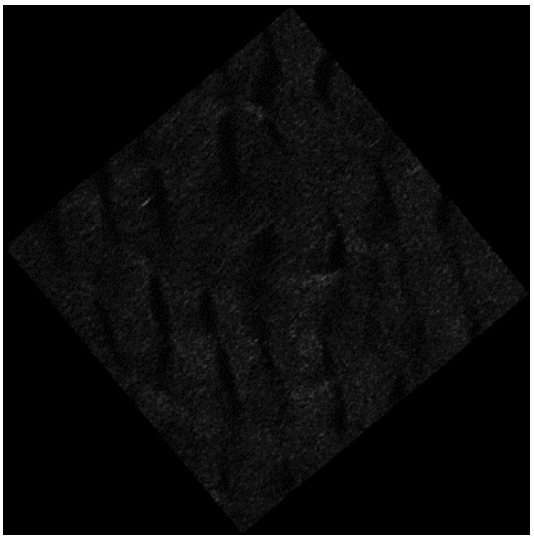


Figure 26 : Écho-faciès de sables fins à moyens coquilliers
SC02, emprise 50x50 m

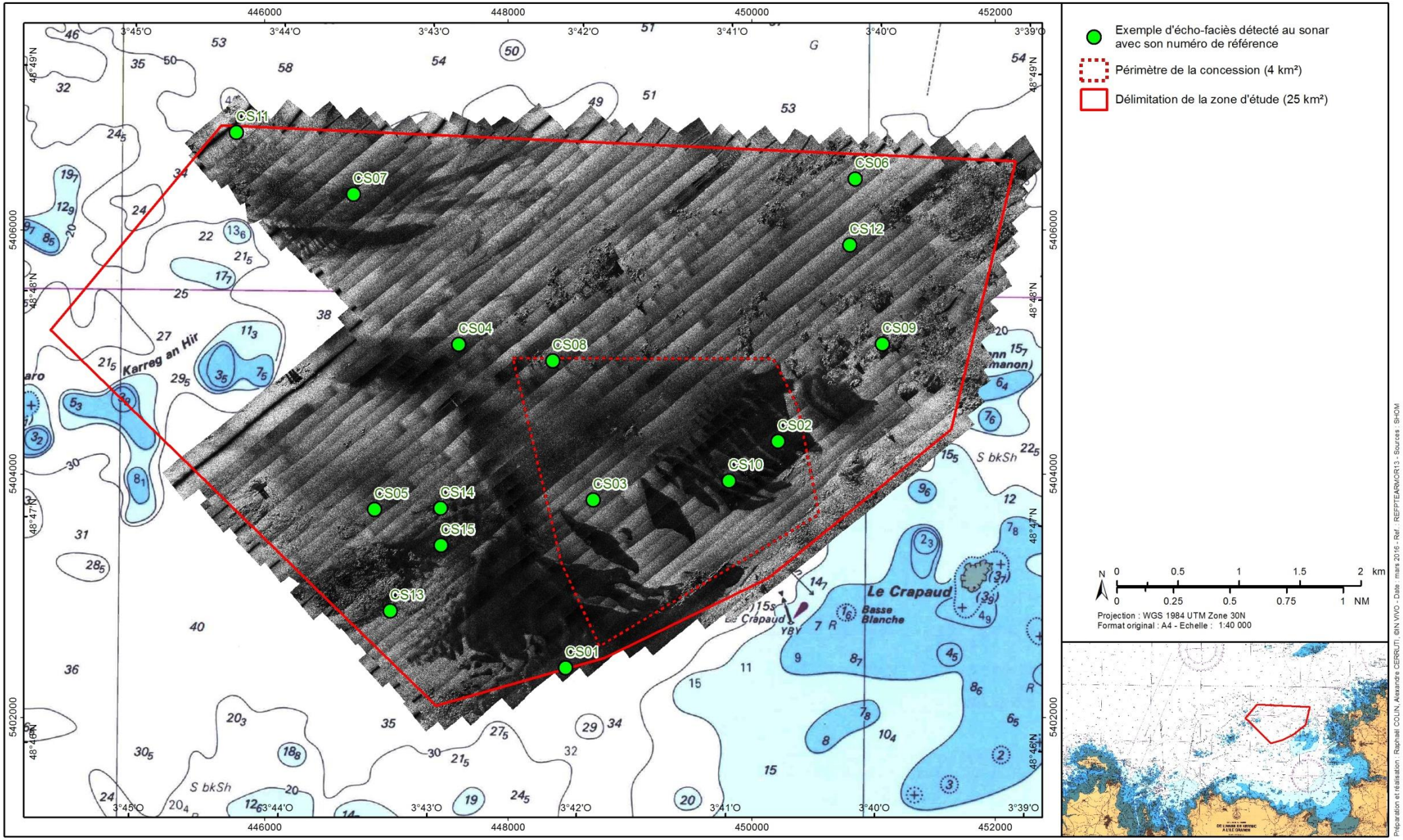
La Figure 26 présente un exemple de faciès gris foncé de texture hétérogène, avec de nombreuses ombrées portées, caractéristique d'un faciès de sables fins à moyens coquilliers, façonnés de mégarides. Cet écho-faciès correspond au point CS02 sur la Planche 53.

4.2.3.3 Sables moyens coquilliers

Ce faciès, très peu représenté sur l'ensemble de la zone d'étude, est localisé dans le nord du plateau de la Méloine. Il constitue une transition entre les sables fins à moyens et des sédiments beaucoup plus grossiers.

La réponse acoustique de ce faciès est hétérogène, avec des nuances de gris directement attribuables à l'intensité du signal rétrodiffusé par les sédiments. Cela laisse supposer que ce faciès présente effectivement une certaine hétérogénéité dans sa composition granulométrique. Cependant, les résultats des analyses granulométriques effectuées sur les stations 14 et 5, indiquent un sédiment majoritairement composé de sables moyens. Pour cette raison, ce faciès a été classé dans les sables moyens.

Représentation de la mosaïque SONAR et localisation de quelques écho-faciès



Exemple d'écho-faciès détecté au sonar avec son numéro de référence

Périmètre de la concession (4 km²)

Délimitation de la zone d'étude (25 km²)

N 0 0.5 1 1.5 2 km
0 0.25 0.5 0.75 1 NM

Projection : WGS 1984 UTM Zone 30N
Format original : A4 - Echelle : 1:40 000

Préparation et réalisation : Raphaël COLIN, Alexandre CERRUTI, @IN VIVO - Date : mars 2016 - Ref. : REFPTEARMOR13 - Sources : SHOM

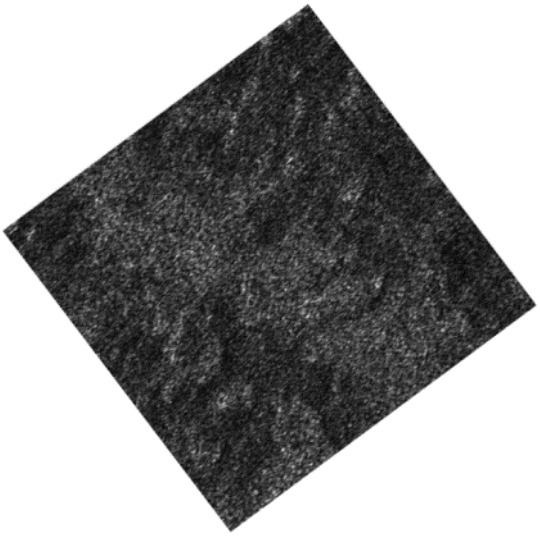


Figure 27 : Écho-faciès de sables moyens coquilliers CS0 7, emprise 50x50m

La Figure 27 présente un exemple de faciès acoustique de teinte sombre marbrée et de texture hétérogène caractéristique d'un faciès sédimentaire composé d'un mélange de sédiments à granulométrie très variée. Cet écho-faciès correspond au point CS07 sur la Planche 53.

4.2.3.4 Sables grossiers à très grossiers, coquilliers

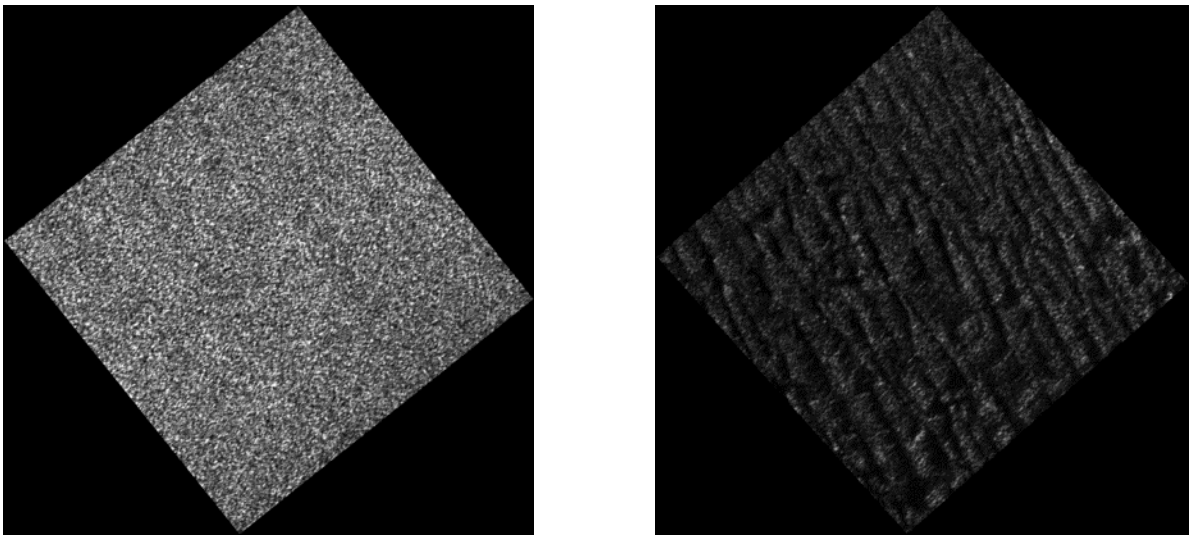


Figure 28 : Échos-faciès de sables grossiers à très grossiers, coquilliers – SC03 (à gauche) et SC04 (à droite), (emprise 50 m x50 m)

Le faciès de sables grossiers à très grossiers coquilliers s'étend principalement entre les roches du Crapaud au Sud-Est et le plateau de la Méloine dans l'Est-Nord-Est de la zone d'étude. Au niveau de la zone de concession, c'est le faciès le plus représenté. En termes de surface, celui-ci couvre un quart de la zone d'étude et plus de la moitié de la zone de concession. Ce faciès est façonné de rides et de mégarides de longueurs d'ondes inférieures ou supérieures à deux mètres (représentation de deux classes sur la carte morpho-sédimentaire). Dans la zone de concession, les longueurs d'ondes des mégarides sont plutôt inférieures à 2 mètres. Elles semblent être plutôt symétriques et majoritairement orientées Ouest-Nord-Ouest/Est-Sud-Est.

4.2.3.5 Sables très grossiers coquilliers

Le faciès de sables très grossiers est représenté dans la partie nord-est de la zone d'étude, autour des roches du Crapaud. Il constitue la continuité du faciès précédemment décrit, sa limite n'étant pas toujours franche sur la mosaïque. On retrouve également des sables très grossiers dans le sud-ouest et le nord de la zone d'étude.

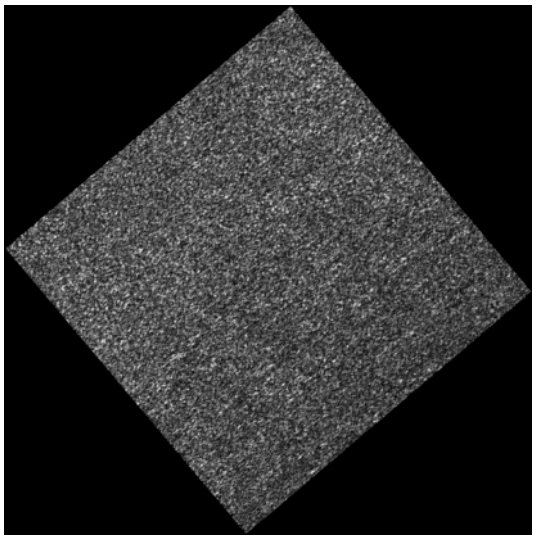


Figure 29 : Écho-faciès de sables très grossiers coquilliers
(CS05, emprise 50 m x 50 m)

La Figure 29 présente un exemple de faciès gris foncé de texture homogène caractéristique de la présence de sédiments très grossiers. Cet écho-faciès correspond au point CS05 sur la Planche 53.

4.2.3.6 Sables, graviers et cailloutis

Le faciès de sables, graviers et cailloutis couvre une surface importante dans la partie située entre la frontière nord de la zone de concession et la frontière nord de la zone d'étude, ce qui représente environ 1/3 de la zone d'étude. Au niveau de la zone de concession, la représentation de ce faciès est négligeable (angle nord-ouest de la concession). Le faciès est également présent entre le plateau de la Méloine et la plus grande dune du site située dans le sud-est de la zone d'étude. Enfin, on retrouve des sables, graviers et cailloutis au niveau de la frontière sud-ouest de la zone d'étude.

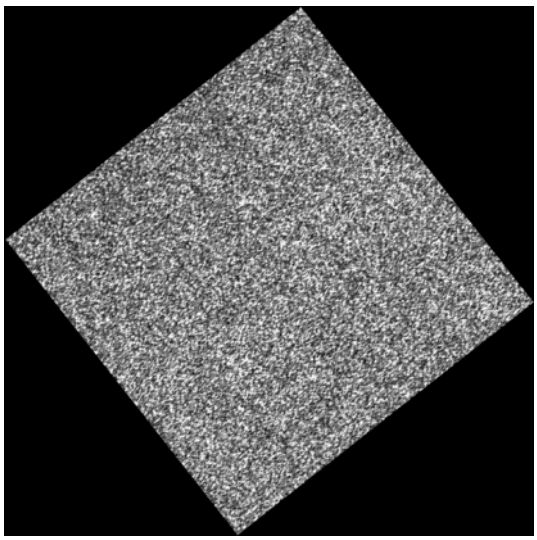


Figure 30 : Écho-faciès de sables, graviers et cailloutis
(CS06, emprise 50 m x 50 m)

La Figure 30 présente un exemple de faciès de texture grossière et homogène caractéristique la présence de sables très grossiers. Cet écho-faciès correspond au point CS06 sur la Planche 53.

4.2.3.7 Roche

Figure 31 : Écho-faciès de roche
(CS08, emprise 80 m x 80 m)

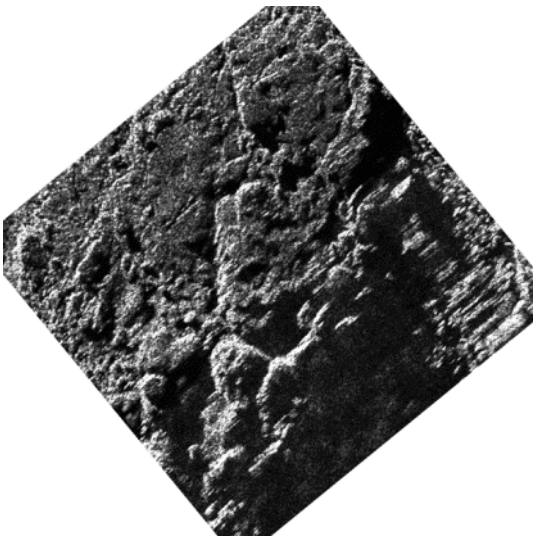


Figure 32 : Écho-faciès de roche
(CS09, emprise 80 m x 80 m)

Ce faciès est caractérisé par un fort retour acoustique et de larges zones d'ombres. Cette signature acoustique est caractéristique d'un relief marqué, comme les affleurements rocheux.

Ceux-ci sont présents tant sur le site d'extraction que sur la zone d'étude. On distingue en particulier les premières roches du plateau de la Méloine et de la zone du Crapaud.

4.2.4 Les structures sédimentaires

La zone d'étude est façonnée de structures sédimentaires de tailles variables dont la diversité en taille et en forme reflète la complexité de la dynamique sédimentaire locale.

On distingue à différentes échelles spatiales les structures suivantes :

- **La dune hydraulique de Trezen ar Gorgegou**, dont la hauteur par rapport au niveau moyen adjacent approche les 15 mètres (*cf*. profil 1 sur la Planche 5 : Profils bathymétriques (1/2)) ;
- **Les vagues de sables sur le faciès de sables fins à moyens**, dont les hauteurs sont variables entre 3 et 5 mètres et les longueurs d'ondes voisines de 150 mètres ;
- **Les mégarides qui façonnent les vagues de sable**, dont les hauteurs sont décimétriques et les longueurs d'ondes décamétriques.
- **Les mégarides qui façonnent les faciès constitués de sables plus grossiers**, dont les hauteurs sont décimétriques et les longueurs d'ondes métriques (2 classes sur la carte morpho-sédimentaire : inférieures ou supérieures à 2 m).

En termes d'orientation, les différentes structures sont orientées suivants trois axes majeurs, définis perpendiculairement aux crêtes. Cela est applicable à l'ensemble de la zone d'étude :

- **Un axe Sud-Sud-Ouest/Nord-Nord-Est** (Figure 33) que l'on associe aux structures les plus imposantes (la dune hydraulique elle-même et les grandes vagues de sable) ;
- **Un axe Sud-Ouest/Nord-Est (**Figure 35**,** Figure 36**,** Figure 38**)** pouvant s'orienter au **Ouest-Sud-Ouest/Est-Nord-Est (**Figure 37**)** que l'on peut associer aux mégarides présentant des longueurs d'ondes importantes (décamétriques) ;
- **Un axe Nord-Ouest/Sud-Est** que l'on peut associer aux mégarides d'ordres inférieurs (hauteurs et longueurs d'ondes).

La relation entre l'échelle de grandeur des mégarides et leur orientation est particulièrement nette sur la Figure 36 et la Figure 37.

Toutes les figures présentées ci-dessous sont orientées au nord.

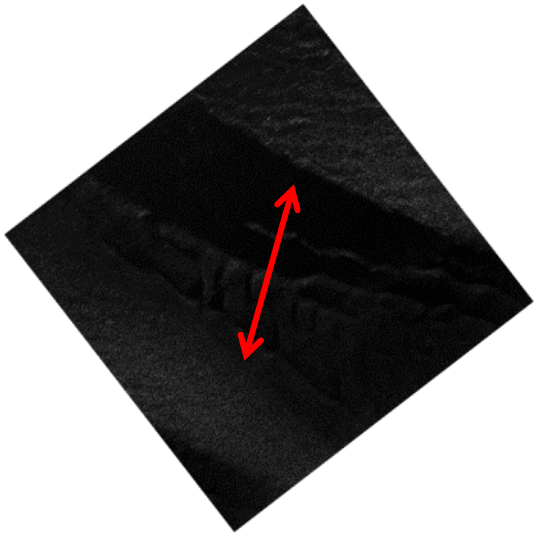


Figure 33 : Écho d'une vague de sable (CS10, emprise 120 m x 120 m)

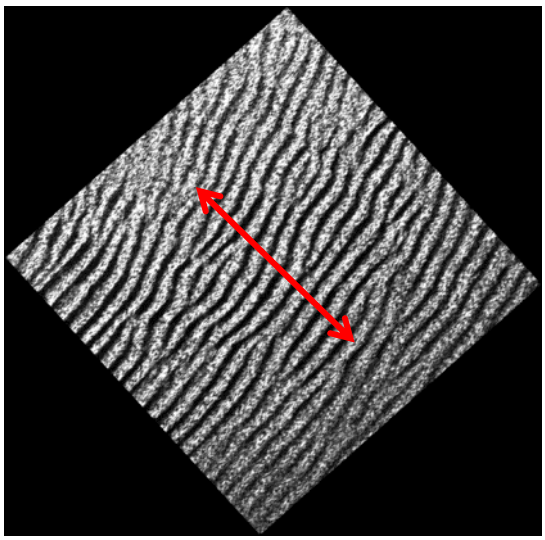


Figure 34: Écho de mégarides (CS11, 50 m x 50 m)

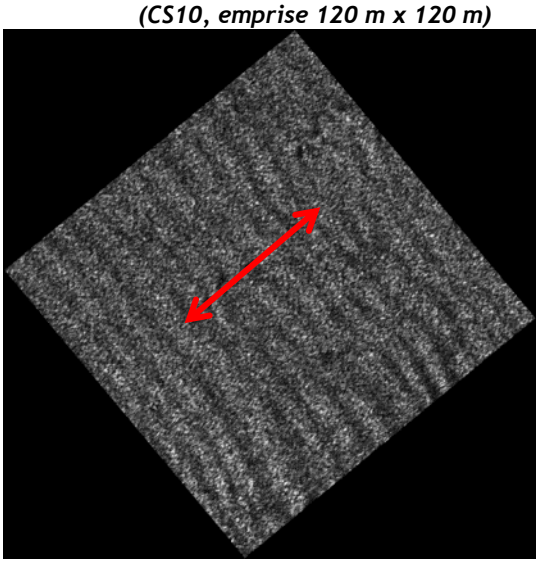


Figure 35: Écho d'une vague de sable (CS12, emprise 50 m x 50 m)

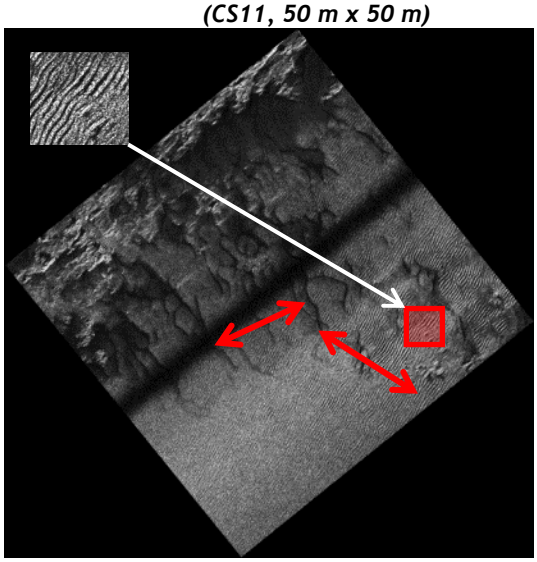


Figure 36: Écho d'une vague de sable (CS13, emprise 250 m x 250 m)

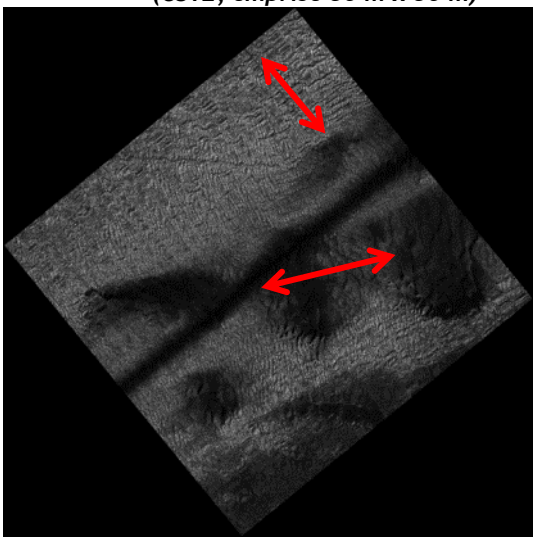


Figure 37: Écho d'une vague de sable (CS14, emprise 250 m x 250 m)

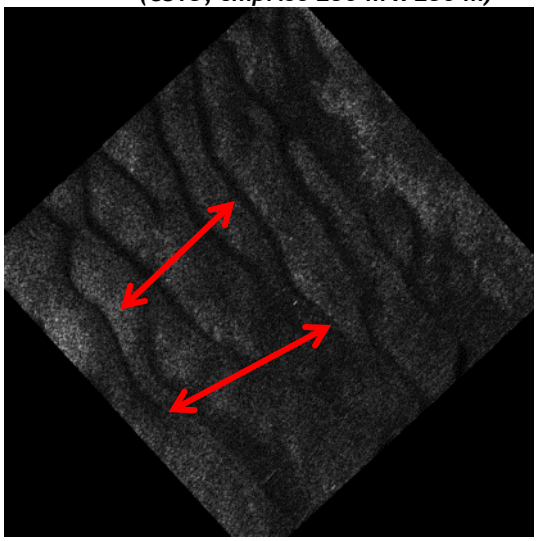


Figure 38: Écho d'une vague de sable (CS15, emprise 80 m x 80 m)

Si l'on schématise au maximum les orientations, on obtient deux axes perpendiculaires orientés Sud-Ouest/Nord-Est pour le premier et Nord-Ouest/Sud-Est pour le second. On peut raisonnablement penser que le premier serait le résultat d'un forçage dont les courants de marée sont prédominants, et le second d'un forçage dont les effets de la houle sont prédominants. L'orientation des différentes structures sédimentaires de la zone d'étude est le résultat de multiples combinaisons entre ces deux principaux forçages. La polarité des structures s'en trouve également affectée. Il est d'ailleurs assez difficile de préciser les polarités pour toutes les vagues de sable présentes dans la zone de concession. On notera tout particulièrement la vague de sable centrale de la zone de concession (point de prélèvement n°11) qui présente trois orientations de flancs abrupts et un plateau façonné de grandes mégarides.

Les deux forçages précités, dans un contexte topo-bathymérique complexe (plateau de la Méloine à l'ouest et roches du Crapaud à l'est), entretiennent une dynamique sédimentaire extrêmement complexe, qui semble être en équilibre malgré une migration des grandes structures sédimentaires de l'ordre de quelques mètres par an (*cf.* différentiel bathymétrique, Figure 23). En effet, les différentes analyses faites sur la donnée bathymétrique semblent indiquer qu'une migration s'opère vers le Sud-Ouest. Cela est particulièrement bien visible sur le différentiel bathymétrique de la Figure 23 où l'on observe une érosion des flancs Nord-Est et une accrétion au niveau des flancs Sud-Ouest des grandes vagues de sable. Par ailleurs, même si la polarité des structures n'est pas toujours nettement identifiable, on observe tout de même que, pour les structures qui ne présentent pas de plateau, les flancs abrupts sont plutôt orientés au Sud-Ouest (profil 8). Cela semble être en désaccord avec les observations de courants de marée qui indiquent que le flot, orienté au Nord-Est, constitue un forçage plus important que celui du jusant, et que donc la migration devrait s'opérer vers le Nord-Est. Cela traduit toute la complexité de la dynamique sédimentaire en présence.

Notons également que l'orientation des structures sédimentaires semble en lien direct avec leur taille. Ainsi les petites structures sont plutôt orientées suivant un axe Nord-Ouest/Sud-Est et les grandes structures suivant un axe Sud-Ouest/Nord-Est. Cela semble indiquer que les effets des courants de marée résiduels sur la dynamique sédimentaire globale s'observe à une échelle de temps bien supérieure à celle des effets induits par la houle.

Un suivi à plus grande échelle dans le temps et dans l'espace est nécessaire pour saisir toute la subtilité des mouvements sédimentaires observables dans la zone d'étude.

4.2.5 Répartition des faciès sédimentaires

Le tableau suivant présente les superficies des différents faciès sédimentaires observés sur la zone couverte par le levé SONAR :

FACIES OBSERVES	SUPERFICIE SUR LA ZONE DE LEVE SONAR
Sables, graviers et cailloutis	7.2 km²
Sables très grossiers coquilliers	3.2 km²
Sables grossiers à très grossiers coquilliers	6.0 km²
Sables moyens	1.4 km²
Sables fins à moyens coquilliers	3.5 km²
Sables très fins à fins	0.2 km²
Roche sub-affleurante	3.0 km²

Tableau 15. Superficies des différents faciès sédimentaires observés sur la zone de levé SONAR.

Le tableau suivant présente les superficies des différents faciès sédimentaires observés sur la concession :

FACIES OBSERVES	SUPERFICIE SUR LA ZONE DE CONCESSION
Sables, graviers et cailloutis	0.05 km²
Sables très grossiers coquilliers	0.03 km²
Sables grossiers à très grossiers coquilliers	2.74km²
Sables fins à moyens coquilliers	1.20 km²
Sables très fins à fins	0.01 km²
Roche sub-affleurante	0.05 km²

Tableau 16. Superficies des différents faciès sédimentaires observés sur la zone de concession.

4.3 OBSTRUCTIONS DANS LA ZONE D'ETUDE

La Préfecture Maritime indique que deux câbles de télécommunication, HUGO et APOLLO SOUTH, opérés par la société APOLLO, traversent théoriquement la zone d'étude, selon les indications de pose déclarées par les opérateurs.

La planche suivante présente la position théorique des deux câbles :

Planche 54 : Représentation de la mosaïque sonar et de la position théorique des câbles Hugo et Apollo South

L'analyse des bandes SONAR n'a pas permis de détecter les câbles en question.

A titre d'exemple, les figures suivantes présentent deux sonogrammes sur lesquels apparaissent des câbles.

Figure 39 : Sonogramme du câble MEUST (méditerranée) au SONAR sur fond sableux (IN VIVO)
Emprise du zoom : 30 m x 50 m.

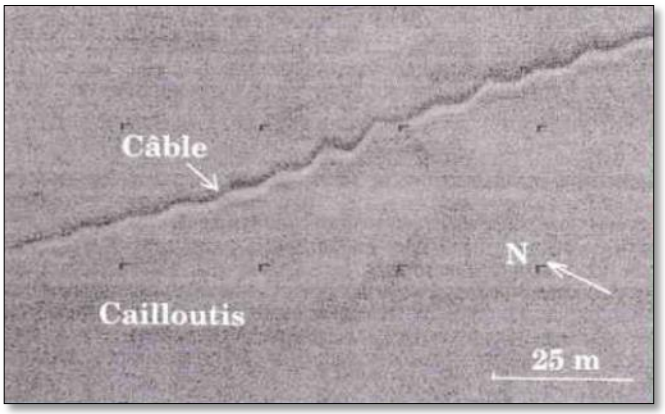
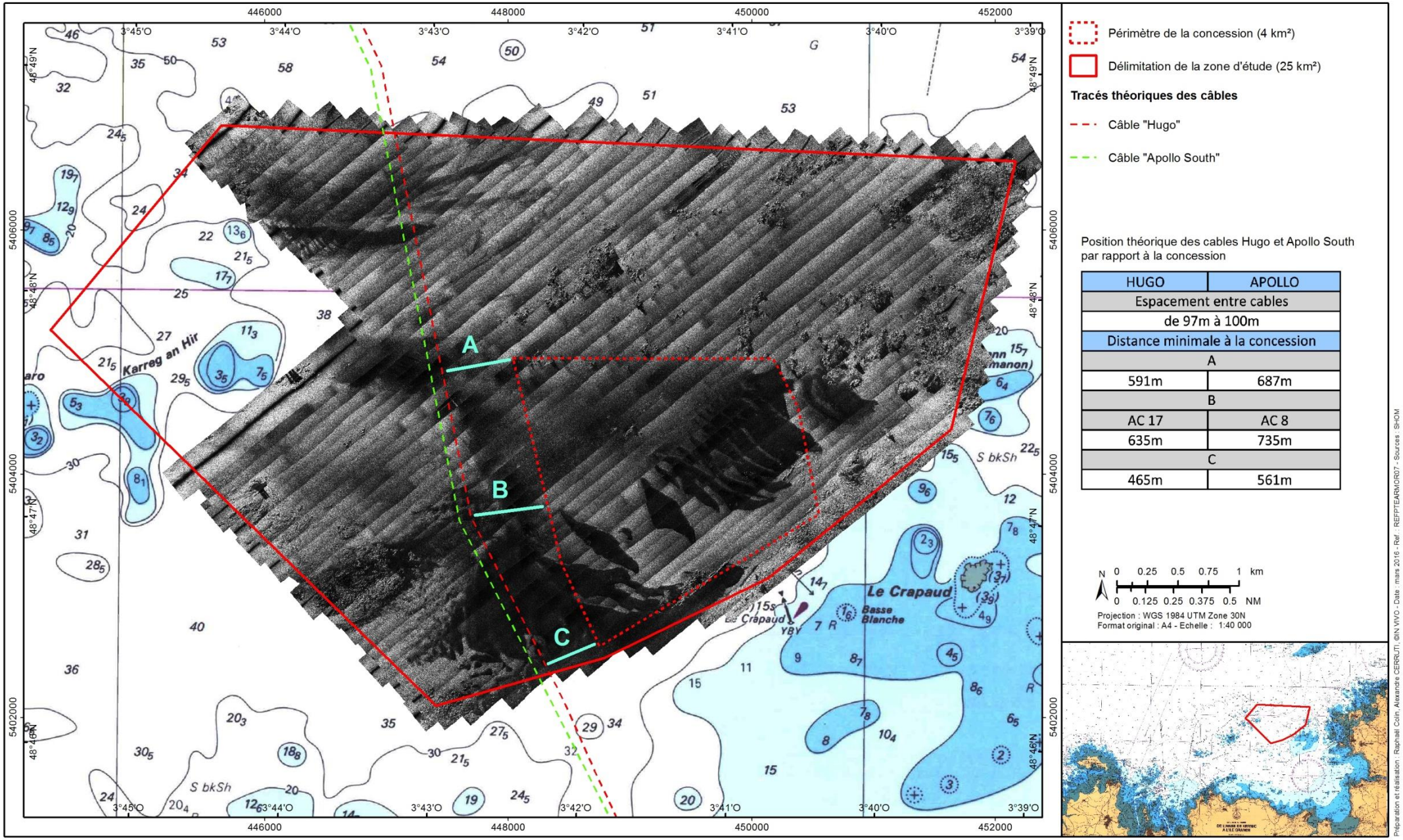


Figure 40 : Sonogramme montrant un câble sous-marin au large de Sangatte (Augris et al., 1990)

La représentation cartographique de la figure suivante permet de situer la position des câbles HUGO et APOLLO par rapport à la zone de concession.

Représentation de la mosaïque SONAR et de la position théorique des câbles



Périmètre de la concession (4 km²)

Délimitation de la zone d'étude (25 km²)

Tracés théoriques des câbles

Câble "Hugo"

Câble "Apollo South"

Position théorique des cables Hugo et Apollo South par rapport à la concession

HUGO	APOLLO
Espacement entre cables	
de 97m à 100m	
Distance minimale à la concession	
A	
591m	687m
B	
AC 17	AC 8
635m	735m
C	
465m	561m

N 0 0.25 0.5 0.75 1 km

0 0.125 0.25 0.375 0.5 NM

Projection : WGS 1984 UTM Zone 30N
Format original : A4 - Echelle : 1:40 000

Préparation et réalisation : Raphaël Colin, Alexandre CERRUTI, ©IN VIVO - Date : mars 2016 - Ref. : REFPTEARMOR07 - Sources : SHOM

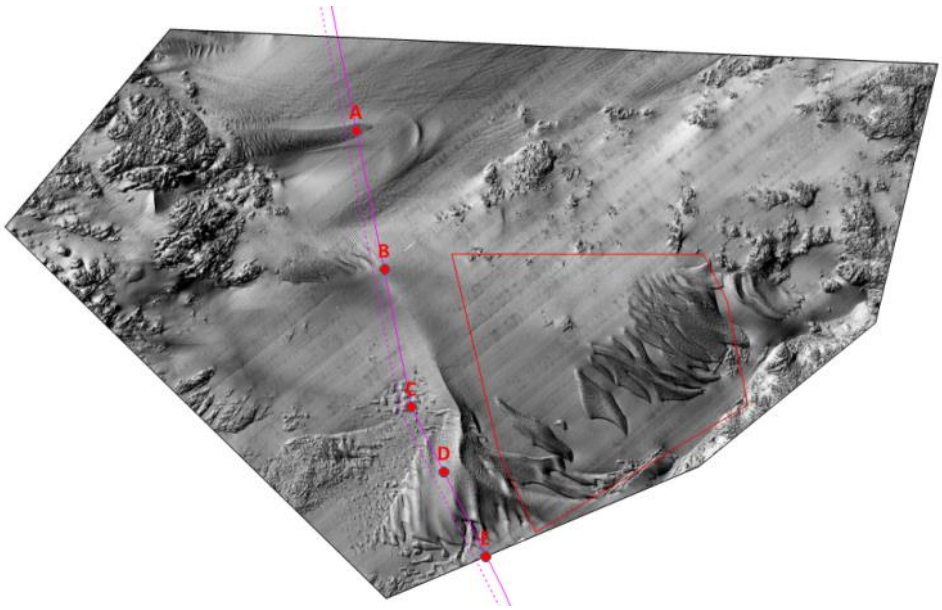


Figure 41 : Localisation des tracés théoriques des câbles HUGO et APOLLO par rapport à la zone de concession

La Figure 42 présente les profils bathymétriques suivants :

- Le tracé théorique du câble HUGO (correspondant au trait plein magenta à l'ouest de la zone de concession, en bleu sur le graphique) ;
- La frontière ouest de la zone de concession (trait rouge en pointillé sur la carte et sur le graphique)

Le profil de la concession est calculé à partir de la projection orthogonale du tracé du câble sur la frontière ouest de la concession. Afin de facilité le repérage spatiale, les points remarquables de la figure précédente (A, B, C, D, E) sont repris sur le graphique.

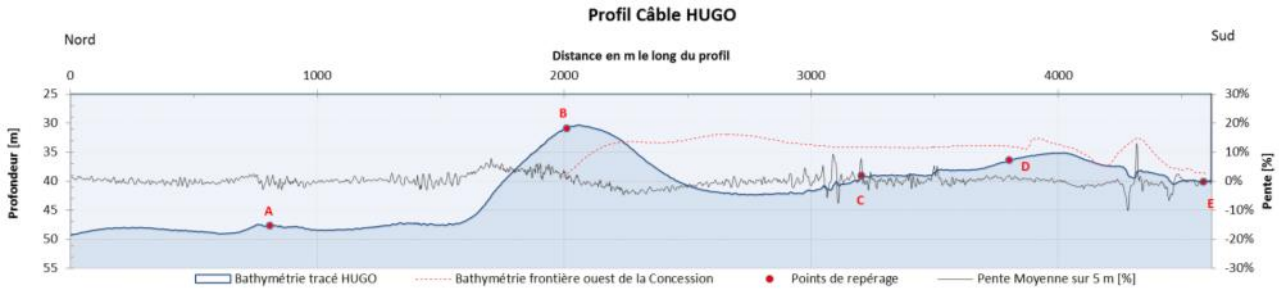


Figure 42 : Profils bathymétriques du câble HUGO et de la frontière ouest de la concession (Profondeur en m CM d'après la bathymétrie IN VIVO de 2015)

La représentation en profil permet de mettre en évidence l'altitude du câble par rapport à la zone de concession. On observe que la bathymétrie de cette dernière est, en moyenne (jusqu'à 12 mètres de différence), nettement supérieure à la bathymétrie du tracé du câble HUGO. Par ailleurs, on notera la présence de la plus grande dune du site, intercalée entre le tracé du câble et la concession.

Chapitre 2 : Inventaire biologique de la macrofaune benthique de substrats meubles

1 RAPPEL DU CONTEXTE DE L'ETUDE

Ce chapitre traite de l'étude suivante :

- **Inventaire biologique de la macrofaune benthique de substrats meubles.**

Cette étude effectuée par IN VIVO a consisté en la réalisation d'un état de référence en août 2015 des communautés benthiques sur et à proximité de la zone d'extraction (19 stations réparties sur le site de pointe d'Armor dont 6 au sein de la zone de concession). Les espèces recensées dans les prélèvements ont été identifiées et dénombrées. Des indices de richesse, d'abondance et de diversité ont été calculés à partir des données acquises. L'évolution de la structure des communautés benthiques a été étudiée à partir de diagrammes rang-fréquence et des regroupements de stations ont été réalisés à partir d'une analyse factorielle des composantes (AFC) et d'un dendrogramme. Les communautés benthiques en présence ont été décrites et mises en relation avec les typologies d'habitats benthiques en vigueur.

2 MATERIELS ET METHODES

2.1 MOYENS A LA MER

Les prélèvements ont été réalisés avec les moyens matériels d'IN VIVO, depuis notre navire océanographique *l'Atlantic Surveyor (*Figure 43*)*. La méthode mise en œuvre est détaillée dans le chapitre suivant : *3.5.1* Principe des prélèvements, page 39.

Figure 43 : Illustration de la mise en œuvre d'une benne pour le prélèvement de sédiments

2.2 DATES D'INTERVENTION

Les prélèvements ont été effectués les 17 et 18 août 2015.

2.2.1 Plan de positionnement des stations de prélèvements

Le Tableau 17 présente les coordonnées géographiques et la profondeur (m) des 19 stations échantillonnées pour le suivi bio-sédimentaire. Les stations A, D, G, H, J et M sont situées dans la zone de la concession, les autres stations sont situées dans le reste de la Baie de Lannion et réparties en fonction des différents faciès sédimentaires. Ce plan de positionnement validé par l'IFREMER[9], a été réalisé en tenant compte des données disponibles dans l'Atlas de la Baie de Lannion (Augris *et al.*, 2011) ainsi que le levé sonar réalisé pour cette étude en 2015.

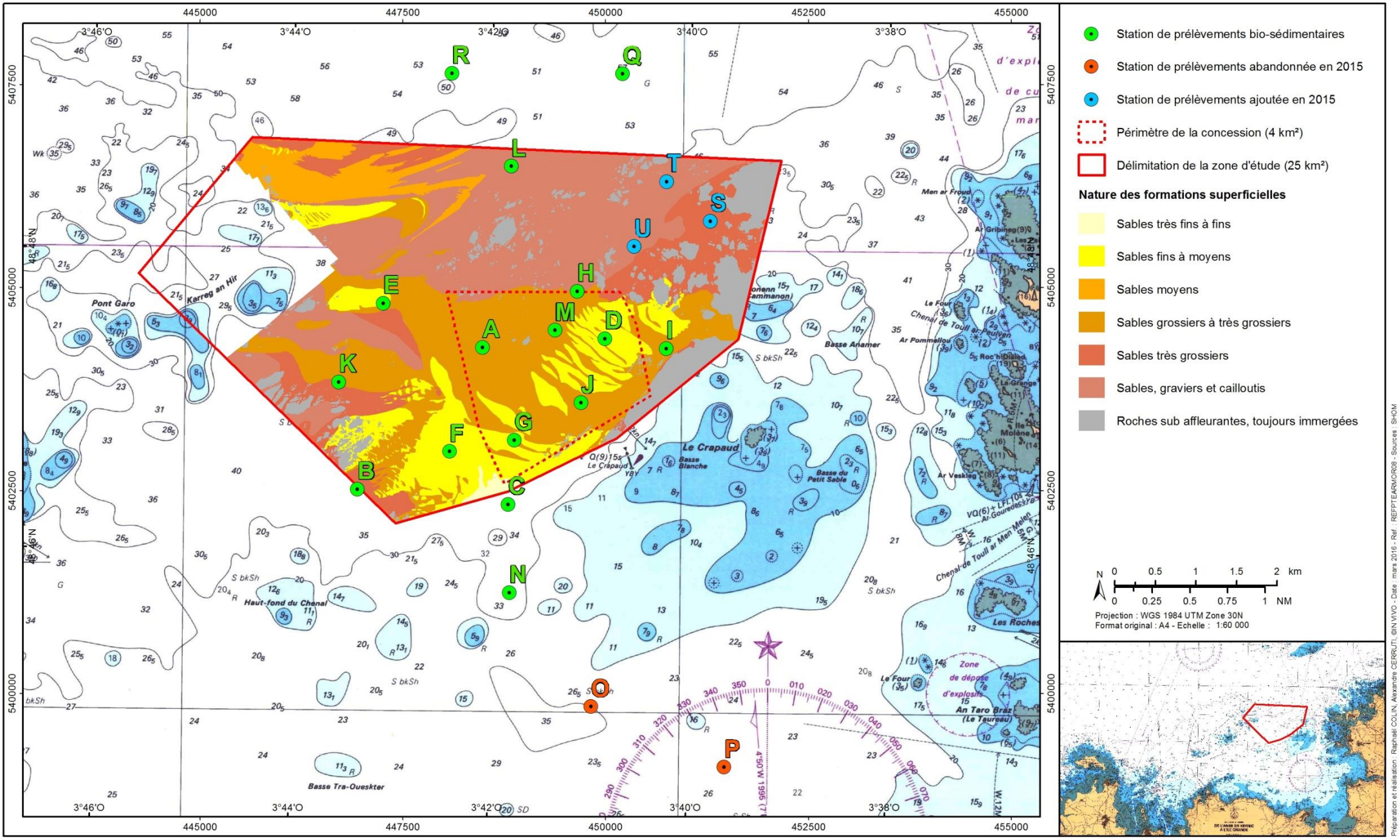
Stations	Latitude (WGS 84)	Longitude (WGS 84)	Profondeur (m)
A	**48°47.356' N**	**3°42.084' O**	**38**
B	48°46.405' N	3°43.329' O	44
C	48°46.314' N	3°41.810' O	42
D	**48°47.421' N**	**3°40.850' O**	**37**
E	48°47.643' N	3°43.086' O	33
F	48°46.662' N	3°42.404' O	41
G	**48°46.742' N**	**3°41.756' O**	**45**
H	**48°47.734' N**	**3°41.135' O**	**44**
I	48°47.359' N	3°40.234' O	44
J	**48°46.993' N**	**3°41.085' O**	**45**
K	48°47.117' N	3°43.530' O	44
L	48°48.563' N	3°41.808' O	58
M	**48°47.475' N**	**3°41.353' O**	**36**
N	48°45.726' N	3°41.789' O	39
Q	48°49.186' N	3°40.695' O	60
R	48°49.179' N	3°42.418' O	51
S	48°48.210' N	3°39.800' O	38
T	48°48.469' N	3°40.242' O	49
U	48°48.036' N	3°40.564' O	42

Tableau 17 : Coordonnées géographiques (WGS 84) des 19 stations de prélèvements ainsi que la profondeur (m). Les stations mentionnées en gras sont situées dans la zone de concession.

Planche 55 : Plan de prélèvements d'échantillons bio-sédimentaires

[9] Validation IFREMER par email le 06 aout 2015.

PLAN DE PRÉLÈVEMENT DES ÉCHANTILLONS BIO-SÉDIMENTAIRES



Préparation et réalisation : Raphaël COLIN, Alexandre CERRUTI, ©IN VIVO - Date : mars 2016 - Ref. : REFPTEARMOR08 - Sources : SHOM

Ce plan d'échantillonnage permet donc :

- D'appréhender les communautés benthiques sur/à proximité de la zone d'extraction de granulats ;
- D'avoir des stations de référence (côtier/large selon un gradient de distance) ;
- D'appréhender les communautés subtidales en présence.

Notons que le plan d'échantillonnage adopté pour cette étude a fait l'objet d'une validation par IFREMER au cours d'échanges par email les 05 et 06 août 2015.

2.2.2 Acquisition des données

Les prélèvements ont été réalisés au moyen d'une Day Grab (benne de type Van Veen). Elle permet l'échantillonnage de 0,1 m^2 de sédiment à chaque coup de benne, surface « normée » dans les protocoles de prélèvement du macrobenthos. Cinq prélèvements ont été réalisés sur chaque station pour la détermination du macrobenthos. Un prélèvement supplémentaire a été réalisé pour les analyses granulométriques et la détermination du carbone organique total (COT).

Planche 56 : Mise en œuvre des prélèvements à la benne (IN VIVO)

L'échantillon récolté a été tamisé sur tamis de maille carrée de 1 mm, cette taille permettant de ne sélectionner que la macrofaune du sédiment (conformément à la norme ISO 16665 et aux protocoles REBENT). La méiofaune (passant sous le tamis de 1 mm et restant sur le tamis de 40 µm) est écartée, car elle n'est pas retenue dans le protocole des études des travaux de routine sur les communautés des substrats meubles défini par les scientifiques (DAUVIN, 1989). Les organismes vivants ont ensuite été récupérés puis conservés dans l'alcool à 70°, pour être identifiés sous loupe binoculaire, dans notre laboratoire de La Forêt-Fouesnant.

Planche 57 : Mise en œuvre des analyses bio-sédimentaires au laboratoire (IN VIVO)

2.4 TRAITEMENT DES DONNEES GRANULOMETRIQUES

Le traitement des données granulométriques est présenté dans le chapitre 1, page 41 (3.5.3 - Traitement des données granulométriques)

2.5 TRAITEMENT DES DONNEES BENTHIQUES

La distribution et l'évolution faunistique des 19 stations échantillonnées en août 2015 ont été comparées à l'aide des paramètres faunistiques comme l'abondance, la richesse spécifique, l'indice de diversité de Shannon et l'indice de l'équitabilité. L'évolution de la structure des communautés benthiques a été étudiée par des méthodes d'analyses telles que les diagrammes rang-fréquence. Ces outils, anciens et robustes, permettent de bien illustrer le niveau de structuration des communautés benthiques et sont sensibles aux variations d'abondances des espèces dominantes.
Ces paramètres ont été calculés à partir de la macrofaune benthique récoltée pour chaque station. Les résultats ont été exprimés par cumul des cinq réplicats de chaque station.

2.5.1 Analyses faunistiques

- **Richesse spécifique et abondance**

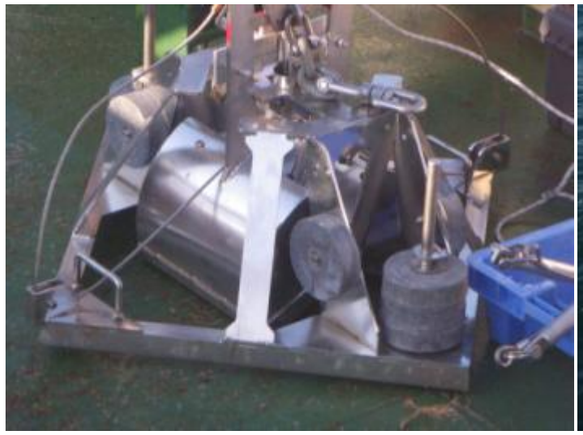
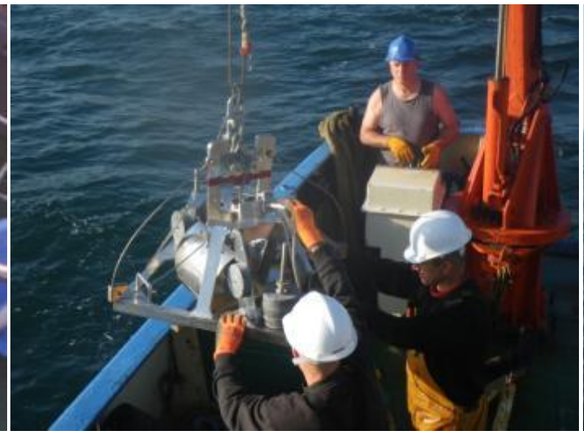
La richesse spécifique se définit comme le nombre d'espèces recensées à une échelle d'espace déterminée (Frontier et Pichot-Viale, 1998). Dans le cas présent, elle correspond au nombre d'espèces récoltées dans chaque station par cumul d'espèces recensées dans les cinq réplicats de chaque station.
L'abondance correspond au nombre d'individus recensés par unité de surface déterminée. On parle alors de densité, qui s'exprime par unité de surface de 1 m^2.

- **Indice de Shannon et d'Equitabilité**

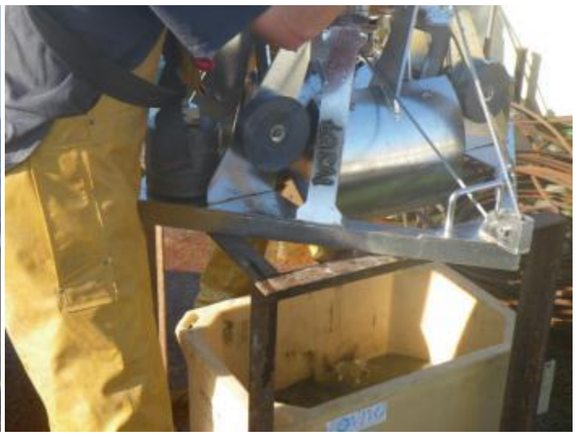
Tout en constituant un élément essentiel de la description de la structure d'une communauté, la richesse spécifique ne suffit pas toujours à la caractériser de manière optimale. En effet, l'abondance relative des espèces intervient aussi car seule une faible proportion des espèces est réellement abondante en termes de densité, de biomasse, de productivité ou de tout autre critère de leur importance relative.

À l'opposé, la fraction largement majoritaire est constituée d'espèces peu communes, rares voire très rares. Tandis que les espèces dominantes jouent un rôle majeur dans le fonctionnement de l'écosystème en contrôlant le flux d'énergie, les nombreuses espèces rares conditionnent la diversité de la communauté.

Etat de référence du site de Pointe d'Armor (2015)

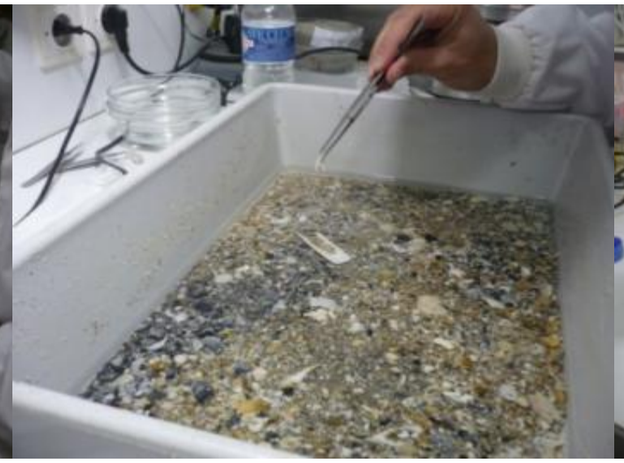
Engin de prélèvement : la benne Day Grab — Débordement de la benne et descente jusqu' au fond où le godet récolte 0,1 m² de sédiments sur environ 30 cm



Remontée de la benne, retour à bord et récupération de l'intégralité du matériel échantillonné

Tamisage du sédiment récolté sur maille carrée de 1 mm, fixation du refus de tamis dans l'alcool et numérotation des échantillons

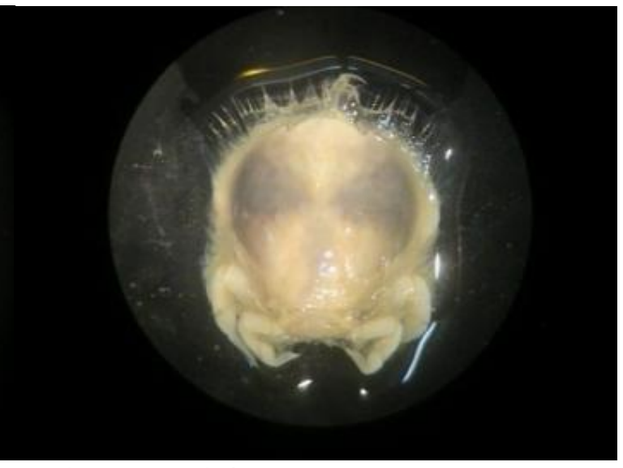
Sources : IN VIVO Environnement – Août 2015



Tri du refus de tamis, isolement du matériel biologique et fixation dans l'alcool

Loupe binoculaire

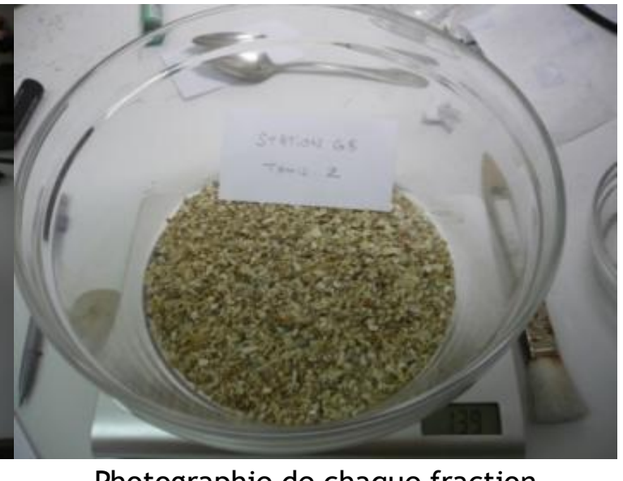
Identification des espèces sous loupe binoculaire avec les ouvrages de référence



Photographie des espèces d'intérêt

Analyse granulométrique : séchage des sédiments à l'étuve et tamisage sur colonne

Pesée des différentes fractions



Photographie de chaque fraction

Sources : IN VIVO Environnement – Août 2015

Il s'avère nécessaire de combiner l'abondance relative des espèces et la richesse spécifique totale afin d'obtenir une expression mathématique de l'indice général de diversité. De nombreux indices de ce type ont été proposés qui dérivent de la *théorie de l'information*. Parmi ces indices, nous avons utilisé celui de Shannon-Weaver calculé à chaque station échantillonnée. Il permet d'appréhender la diversité d'une communauté en résumant la diversité d'une communauté en fonction de la richesse spécifique et de l'abondance relative des espèces (Frontier *et al.*, 2004).

Il est calculé d'après la formule suivante :

$$H' = - \Sigma\, p_i \, Ln\, p_i$$

où $p_i = n_i/N$ et représente la probabilité de rencontre de l'espèce de rang i. (Ramade 1987)

Bien que l'indice de Shannon varie directement en fonction du nombre d'espèces, les espèces rares pèsent un poids beaucoup plus faible que les plus communes (Ramade, 1987). De plus, l'indice de Shannon convient bien à l'étude comparative des communautés parce qu'il est relativement indépendant de la taille de l'échantillon.

L'indice équitabilité (Piélou, 1966) complète l'indice de diversité de Shannon (H'). Il permet d'appréhender la structure quantitative d'une communauté en terme de dominance d'une ou de plusieurs espèces. Il correspond au rapport entre la diversité (H') observée au sein d'une station et la diversité maximale, atteinte lorsque les espèces ont des effectifs identiques (Frontier *et al.*, 2004). Sa valeur varie de 0 (dominance d'une des espèces) à 1 (équirépartition des individus dans les espèces).

La formule de l'équitabilité est la suivante :

$$E' = H' \,/\, Ln\, S$$

où S représente la richesse spécifique

Il est considéré que l'équitabilité d'une communauté d'un milieu non-perturbé tend vers 1, et qu'il existe la valeur seuil de 0,8 qui désigne ainsi une communauté non équilibrée, où une espèce plus résistante que les autres devient alors largement prédominante.

- **Modèle DIMO**

Cette représentation permet la visualisation de la richesse spécifique (log2 S), de l'indice de Shannon-Weaver (H') et de l'équitabilité (J) sur un même plan, dans le but d'analyser la structure des peuplements (Qinghong, 1995). Le modèle DIMO a été réalisé sur l'ensemble des 19 stations de la zone d'étude.

❖ **Diagramme rang-fréquence**

Des diagrammes de rang-fréquence (DRF ; Frontier, 1976) ont été réalisés afin d'illustrer le niveau de structuration des communautés benthiques du site Pointe d'Amor en étant sensible aux variations d'abondances des espèces dominantes. Pour établir ces DRF, les espèces de chaque station ont été classées en rangs par ordre décroissant de leurs abondances : pour l'espèce i, la dominance en ordonnée [log10 (ni x 100)/ N] correspond à l'abscisse [log10 (rang i)].

Plus la courbe est convexe, plus la communauté sera équilibrée et donc considérée comme dans un état «normal ». Plus la courbe est concave, plus la communauté sera dominée par quelques espèces surabondantes, ce déséquilibre étant alors interprété comme un état « perturbé ».

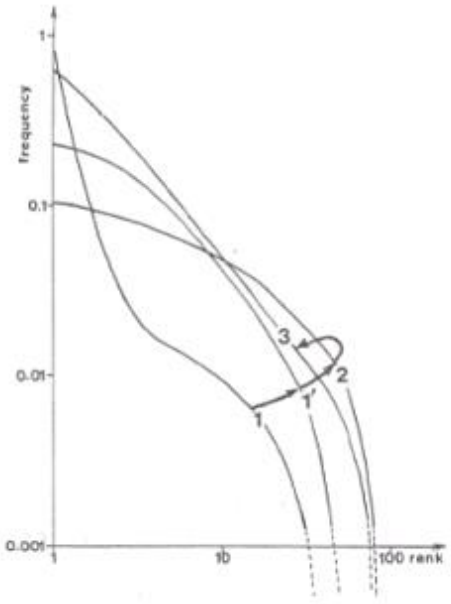


Figure 44 : Schéma de la déformation des courbes rang-fréquence le long d'une succession écologique (Frontier, 1976)

Les courbes rang-fréquence se terminent généralement par une « queue » correspondant aux espèces les plus rares de la communauté (très faibles fréquences et derniers rangs dans le classement des espèces).
La Figure 44 présente les différents stades le long d'une succession écologique d'une communauté :

• Stade 1 (début de succession) : la courbe montre une allure concave vers le haut dans sa partie gauche, indiquant la prédominance d'un très petit nombre d'espèces. Puis elle subit une inflexion, et devient convexe dans sa partie droite. Enfin, chute rapide pour les espèces rares. La diversité est faible.
Au cours de la succession, la partie convexe gagne vers la gauche : les espèces fréquentes deviennent nombreuses et d'abondances plus uniformes. La diversité augmente. La chute brutale des espèces rares persiste.

• Stade 2 (maturité du système) : la courbe devient entièrement convexe. La diversité est maximale.

• Stade 3 (fin de succession) : le diagramme devient sensiblement rectiligne par augmentation des espèces les plus abondantes de la communauté précédente. La diversité a diminué par rapport au stade précédent.

❖ **Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) et Classification Ascendante Hiérarchique (CAH)**

Deux types d'analyses statistiques ont été menées sur le tableau de contingence croisant en lignes les espèces déterminées et en colonnes les stations d'étude. Une analyse factorielle des correspondances (AFC) et une classification ascendante hiérarchique (CAH) ont été réalisées. Ces deux analyses permettent de comparer les stations entre elles sur la base de leur composition faunistique et de proposer des regroupements de stations :

- Deux stations seront proches dans les graphes de l'analyse si elles présentent de grandes similitudes dans leur liste faunistique (profils faunistiques proches). Elles représentent alors un même habitat ou un habitat similaire en termes de bathymétrie, hydrodynamisme et type sédimentaire.
- Au contraire, deux stations qui présentent des habitats différents (et donc des profils d'espèces différents) seront éloignées sur les graphes.

Le tableau initial est réduit afin d'écarter de l'analyse les espèces rares (présentes sur une seule station, c'est-à-dire présentant une fréquence d'occurrence inférieure ou égale à 5 %). Les abondances par m² des espèces ont été transformées dans un premier temps en raciné carrée. Un test de d'indépendance a mis en évidence une dépendance significative entre les colonnes et les lignes. Pour le tableau des données transformées en raciné carrée. Les données ont donc étaient transformées en $\log_{10}$ (x+1) de manière à vérifier l'hypothèse d'homogénéité du tableau. Après transformation, la dépendance entre les lignes et les colonnes n'est plus significative et aussi de tenir compte non seulement de la présence des espèces mais aussi des effets liés à leurs abondances.

La CAH a été réalisée sur les stations afin d'extraire des groupes agglomérés de stations. La distance utilisée est celle du Khi² en cohérence avec le traitement des abondances par m² et l'utilisation de l'AFC.
La loi du Khi² est une loi de probabilité d'une variable aléatoire, somme de *n* variables aléatoires normales, réduites et indépendantes. La densité de probabilité $f_n(X)$ est :

$$\frac{1}{2^{n/2}\Gamma(n/2)} x^{\frac{n}{2}-1} . e^{-\frac{x}{2}}$$

Γ étant la fonction gamma. L'espérance mathématique est *n*, la variance 2*n*.
La méthode d'agrégation est la méthode de Ward.

2.5.2 Classification des habitats en présence

❖ **La Typologie EUNIS**

La typologie des habitats retenue pour la cartographie dans cette étude est la classification EUNIS (European Nature Information System), référence européenne de classification des habitats pour les domaines terrestres, dulçaquicoles et marins.

Cette typologie repose sur un classement hiérarchique des habitats permettant, pour le domaine marin, d'accéder à des niveaux de précision allant de la simple distinction entre les types rocheux ou meuble (niveau 2), intégrant d'une part, le mode d'exposition et le type de substrat (niveau 3), puis, d'autre part, la notion de groupement fonctionnel d'habitats (niveau 4) jusqu'à l'identification précise des communautés benthiques définies par la présence d'espèces dominantes ou de groupes d'espèces caractéristiques (niveaux 5 et 6).

Fondée sur les travaux des anglo-saxons, la typologie EUNIS subit encore des évolutions au fur et à mesure de sa mise en application. Toutefois en accord avec le programme MESH (Mapping European Seabed Habitats), le Réseau Benthique (REBENT), la version retenue dans cette étude, pour la cartographie des habitats benthiques, est la version EUNIS de Mai 2007. L'intérêt d'utiliser EUNIS réside dans la possibilité de comparer les habitats au niveau européen et de faciliter la mise en œuvre de directives européennes telles que la Directive Habitats et son outil opérationnel Natura 2000.

La typologie EUNIS constitue la référence européenne en matière de classification des habitats marins. A ce titre, les unités de communautés identifiées dans le cadre de ce travail ont été traduites selon cette nomenclature.

❖ **Cahiers des Habitats Natura 2000**

Publiés en 2004, les Cahiers d'Habitats sont la continuité de la classification Corine Biotope (1991). Ils déclinent les habitats génériques de la Directive Habitats en sept tomes. Dans celui concernant les milieux côtiers, huit habitats génériques sont reconnus :

- 1110 : Bancs de sables à faible couverture permanente d'eau marine
- 1120 : Herbiers à Posidonies
- 1130 : Estuaires
- 1140 : Replats boueux ou sableux exondés à marée basse
- 1150 : Lagunes côtières
- 1160 : Grandes criques et baies peu profondes
- 1170 : Récifs
- 8330 : Grottes marines submergées ou semi-submergées

Ces huit habitats génériques se déclinent en 43 habitats élémentaires pour les côtes françaises. Les principales sources de référence d'application de ces typologies sont les suivantes :

Cahiers d'Habitat 2000 - 2004 - Habitats côtiers. La Documentation française.
Davies C., Moss D., O Hill M. (2007), *EUNIS Habitat Classification revised 2007*.
Connor D.W *et al*. (2004), *The Marine Habitat Classification for Britain and Ireland, version 04.05*

3 RESULTATS

3.1 ANALYSES SEDIMENTAIRES

3.1.1 Teneur en matière organique

La détermination du Carbone Organique Total (COT) permet d'évaluer la quantité de Matière Organique (MO) présente dans le sédiment. Les résultats du dosage du COT, exprimés en g/Kg de matière sèche, sont synthétisés dans le Tableau 18 ci-après :

Stations	COT (g/kg MS)
A	**2,47**
B	3,39
C	4,27
D	**1,26**
E	1,94
F	1,67
G	**1,56**
H	**3,40**
I	2,95
J	**2,90**
K	3,48
L	2,38
M	**3,55**
N	4,12
Q	5,10
R	2,17
S	2,74
T	4,91
U	3,56

Tableau 18 : Teneurs des matières sèches et en COT sur les 19 stations (les données en gras représentent les stations à l'intérieur de la concession)

Les teneurs en Carbone Organique Total (COT) mesurées sont inférieures à 6 g/kg de Matière Sèche. Les stations présentent donc des valeurs très faibles voire négligeables sur l'ensemble des stations étudiées.

3.1.2 Granulométrie des sédiments

Une représentation des résultats granulométriques est proposée, sous la forme de diagrammes circulaires pour chaque échantillon prélevé, dans la partie 4.2.1 Granulométrie des sédiments superficiels, page 53.

Les diagrammes, concernant les prélèvements bio-sédimentaires sont présentés sur les planches suivantes :

Planche 9 : Proportion des fractions granulométriques pour les échantillons 21 et A à I

Planche 10 : Proportion des fractions granulométriques pour les échantillons J à U

Par ailleurs, le levé au SONAR a permis de dresser une carte morpho-sédimentaire, présentée sur la Planche 52 (format A3) et dans l'Annexe D (plan au format A0).

3.1.2.1 Synthèse

Les résultats de l'analyse granulométrique sont synthétisés dans le tableau suivant :

Echantillons	Refus pondéral à 2 mm (%)	Mode (µm)	Médiane (µm)	Fraction fine (%)	Faciès
A	**38,10**	**1250**	**1014**	**0,00**	**Sables très grossiers**
B	40,00	2000	1642	0,07	Sables très grossiers
C	3,06	125	176	7,51	Sables moyens
D	**2,68**	**315**	**308**	**0,01**	**Sables moyens**
E	6,50	500	616	0,00	Sables grossiers
F	<1,00	125	219	0,06	Sables moyens
G	**2,16**	**125**	**238**	**0,10**	**Sables fins**
H	**43,50**	**2000**	**1594**	**0,09**	**Sables très grossiers**
I	30,70	2000	1552	0,03	Sables très grossiers
J	**42,70**	**1250**	**1589**	**0,03**	**Sables très grossiers**
K	24,30	1250	1376	0,00	Sables très grossiers
L	26,10	125	1325	0,94	Sables très grossiers
M	**22,90**	**2000**	**1610**	**0,03**	**Sables très grossiers**
N	1,89	125	167	8,18	Sables fins
Q	80,40	> 10 000	4445	0,01	Graviers
R	3,23	315	408	0,00	Sables moyens
S	30,50	2000	2038	13,31	Granules
T	<1,00	2000	2343	0,03	Granules
U	52,70	2000	1877	0,03	Sables très grossiers

Tableau 19 : Synthèse des paramètres granulométriques des échantillons (les données en gras représentent les stations situées dans la zone de concession)

3.2 ANALYSES BIOLOGIQUES

3.2.1 Paramètres faunistiques

L'analyse des 95 échantillons biologiques (19 stations à 5 réplicats de 0,1 m² par station) a permis de recenser 6208 individus et d'identifier 170 espèces appartenant à 6 groupes zoologiques principaux. La richesse spécifique est très variable et est comprise entre 5 et 52 espèces/0,5m². Il en va de même pour l'abondance oscillant entre 6 et 2064 ind/0,5 m². La densité (ind/m²) est donc comprise entre 12 et 4128 ind/m² (Tableau 20).

Stations	Richesse spécifique	Abondance	Densité (ind/m²)
A	**28**	**106**	**212**
B	39	216	432
C	42	1191	2382
D	**5**	**6**	**12**
E	18	60	120
F	28	85	170
G	**23**	**55**	**110**
H	**37**	**253**	**506**
I	34	123	246
J	**41**	**160**	**320**
K	36	240	480
L	52	545	1090
M	**19**	**65**	**130**
N	56	2064	4128
Q	49	240	480
R	20	51	102
S	20	225	450
T	42	208	416
U	42	315	630

Tableau 20 : Paramètres de richesse spécifique et d'abondance des espèces sur les 19 stations d'étude échantillonnées en août 2015 (les valeurs en gras représentent les stations dans le périmètre de la concession)

Planche 58 : Répartition de l'abondance des espèces sur les 19 stations (1/2)

Planche 59: Répartition de l'abondance des espèces sur les 19 stations (2/2)

RÉPARTITION DE L'ABONDANCE DES ESPÈCES SUR LES 19 STATIONS

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	Q	R	S	T	U
VERS ANNELIDES POLYCHETES																			
Ampharete baltica		1	2											3	1				
Ampharetinae												1							
Amphitrite cirrata									2	13				10					
Aponuphis bilineata		3	42			1		2		3				105	5			1	5
Aonides oxycephala		1													1			6	
Aonides paucibranchiata	1								1		3	1				1			5
Aphelochaeta sp.			2					2											
Aphroditidae									1					1	1		1		
Arabella iricolor	3								1	1				2	2		13	8	2
Armandia polyophthalma	1											1	1						
Capitella capitata	1							1			2			1				2	
Caulleriella alata		11	7		2			9		6	3	9		3	7	2		3	3
Caulleriella bioculata									4										
Chaetozone gibber		1				12		5		4		13		3	8				
Chaetozone sp.				1															
Claparedepelogenia inclusa														2					
Clymenella cincta												2							
Diplocirrus glaucus								1						20					
Euchone rubrocincta															3				
Euclymene oerstedi			7											81					
Eulalia bilineata		2			1				7	8	15				2			2	
Eulalia mustela													2						
Eumida sanguinea			2							2	1			5					1
Eunice harassii															12			15	22
Eunice pennata												1					1		
Euthalenessa oculata																1			
Glycera convoluta		3			3									15					
Glycera lapidum	6	15	1		3			12	5	10	20	9	5		10		25	8	16
Glycera oxycephala			3			1	2		2		2	2				1			1
Glycinde nordmanni												2							
Goniada emerita			1			2				2				2					
Harmothoe extenuata	5		1		4			5		5		1			8		7	8	9
Harmothoe pagenstecheri															2				
Harmothoe sp.		1																	
Kefersteinia cirrata											2								
Lagis koreni			6											12					
Lanice conchilega			7							1		3		6				2	
Laonice cirrata		12						6				14		1	20			32	8
Leiochone leiopygos		8	1						1					4	1			1	
Leonnates glauca											3							2	2
Lumbrinerides amoureuxi	1								1				1					1	
Lumbrineris fragilis					1				10				1				1	3	5
Lumbrineris gracilis		14	7			11	2	17	4	6	7	20			24			4	40
Lumbrineris latreilli	1			1		1	1										1		
Lysidice ninetta																		1	
Lysidice unicornis			2								1			1					
Magelona mirabilis			1																
Maldanidae								1	1										
Malmgreniella lunulata													1						
Malmgreniella marphysae		1									7	1		2					
Marphysa belli			1							1		1		6					
Mediomastus fragilis																			8
Mysta picta	1																		
Nephtys assimilis							1						1						
Nephtys cirrosa			2	1	1	5	8					3			1				
Nephtys hombergii		8	3					2			1	2		12		3			
Nephtys kersivalensis														1					
Nephtys sp.										1				1					
Notomastus latericeus	4	14			1	2		6	2	8					1		1	1	
Odontosyllis gibba								5		1	6			1	1				3
Owenia fusiformis			1																
Pherusa plumosa														2					
Pholoe inornata							1					2		6				1	
Phoronis psammophila						2													
Phyllodoce laminosa			2			1		2	1	6	1	2			1			1	
Phyllodoce maculata		1						1				2							
Phyllodocidae															1				
Pista cristata		3				1			1	2		1			4				
Poecilochaetus serpens			2								1	2		1					
Polycirrus medusa	2	1			1			69	9	8	14						4	4	
Polydora sp.																			1
Polygordius sp.	27	14			3			10		10	53		34		1		111		16
Protodorvillea kefersteini					1			5		1	5							1	1
Psammolyce arenosa																		2	
Pseudomystides limbata	3	3						3	5	1			1		1		3		7
Sabellaria spinulosa												1			2				
Scalibregma celticum		4	2			1		2	2		1	1		12	7				3
Schistomeringos neglecta								1		6	2		1				1		
Scolelepis squamata							1												
Scoletoma impatiens								1	1										
Scoloplos armiger						1	2								4				
Sigalion squamosus	1		3										1						
Spio sp.		1			2			1		2	3		1	1		2			
Spionidae														1					
Spiophanes bombyx			7			8				2				9					
Sthenelais boa																			2
Syllidae		2			1							1							
Syllis amica	17				27		1	21	3	8	47		7				38	5	20
Terebellidae	1							1	3	5	1	2		3	5		1	1	
Terebellides stroemii		1	1									3			10				9
Websterinereis glauca	1																		
Goniada norvegica										1									
Pirakia punctifera		1																	

Sources : IN VIVO Environnement – Août 2015

RÉPARTITION DE L'ABONDANCE DES ESPÈCES SUR LES 19 STATIONS

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	Q	R	S	T	U
ECHINODERMES																			
Amphipholis squamata			1						3										3
Amphiura chiajei			13																
Amphiura filiformis														69	7			5	
Echinocyamus pusillus	8	6			5	1	4		1	4	1	37	1		6	19	3	10	2
Leptosynapta inhaerens	3																2		
Ophiothrix fragilis						2						1			5				
Ophiura albida		3	19			1				2		7		13	11				
Psammechinus miliaris															1				
MOLLUSQUES																			
Abra alba			978			4						5		1548					
Abra prismatica						5						3				2			
Aequipecten opercularis															4				1
Antalis entalis										3				1					
Antalis vulgare		4																	1
Arcopagia crassa	1							5	1	2	4		1					2	3
Capsella variegata																			1
Clausinella fasciata		1										3							
Corbula gibba														6					
Crepidula fornicata												1							
Ensis ensis			2											1					
Euspira pulchella			7				1			1	4		1	2					
Glycymeris glycymeris	1	1			2		1	3			1		2					8	17
Kurtiella bidentata							1												
Modiolus adriaticus																		2	
Nassarius pygmaeus														3					
Nassarius reticulatus			8													1			
Nucula hanleyi		9	3			2	3	13	7	8	1	104		24	3				
Ocenebra erinacea												1							
Palliolum tigerinum															1				
Paphia rhomboides															1				3
Parvicardium scabrum		5																	
Phaxas pellucidus			3											2					
Spisula elliptica	3			2			3		1	2	8		1	5		5			
Tellina donacina						2	5			1	1					1			
Tellina pygmaea				1															
Timoclea ovata	1					5						156		6	10	1		8	2
Venus verrucosa								3	1		2							2	1
CRUSTACES																			
Ampelisca brevicornis		3				1	1			5							1		
Ampelisca spinipes		50	9					18	33			73		14	15			34	43
Amphitholina cuniculus						1													
Apherusa clevei						2													
Atelecyclus rotundatus														2		1			
Atylus falcatus	2				1		2								1	1	7		
Atylus guttatus	5								2	1								1	6
Bathyporeia pilosa						7	11												
Conilera cylindracea		2						2	3			9			2				3
Ebalia tuberosa		2	1							1		1							1
Ebalia tumefacta							1					2						5	
Eurydice pulchra								1	2	1			2				1	2	
Eusirus longipes														1					
Galathea intermedia												1			5			1	
Gastrosaccus spinifer							1					1				1			1
Leucothoe incisa			13											17					
Liocarcinus holsatus			1																
Liocarcinus marmoreus	1										1			1	1				
Liocarcinus pusillus								11				2			1			1	3
Maerella tenuimana												4							
Monoculodes carinatus							1												
Mysidae									1										
Nebalia bipes			1									4		1					
Othomaera othonis								2				11			12			8	32
Pandalina brevirostris												1							
Philocheras bispinosus														1					
Processa sp.	1							1	1					1	5				
Urothoe elegans			13									11		6					
Urothoe pulchella						1	1												
Thoralus cranchii															2			2	
Lysianassa sp.															1				
Melita palmata		1																	
Megamphopus cornutus		1																	
Pontocrates altamarinus																1			
Bathyporeia guilliamsoniana																3			
Pagurus bernhardus																1			
BRANCHIOSTOMA																			
Brachiostoma lanceolatum											2							1	
DIVERS																			
Platelminthe														1					2
Nemertea	4	2	3		1	2		3		5	1	4		4		4	3	1	1
Sipunculidae											13								

Sources : IN VIVO Environnement – Août 2015

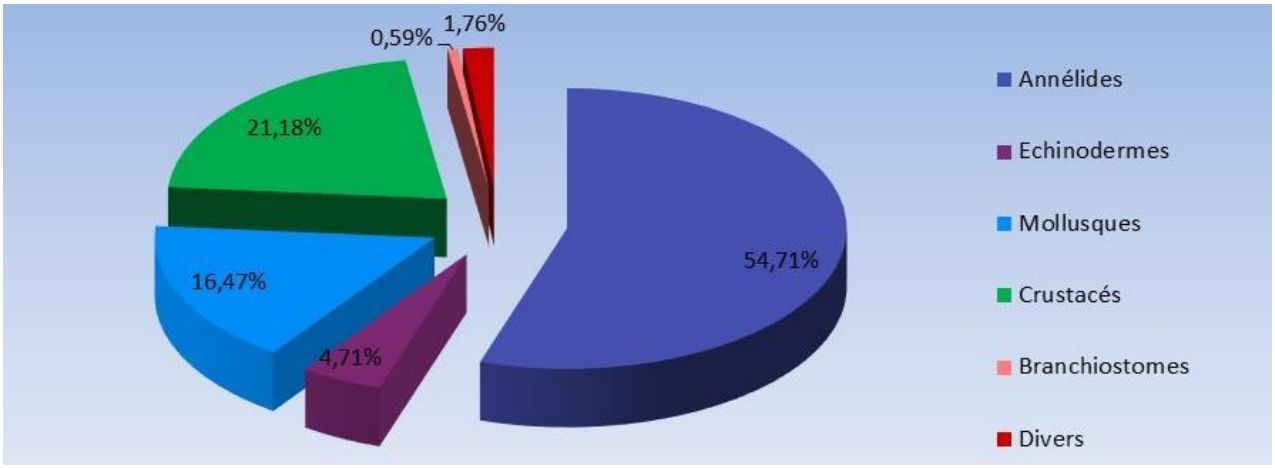


Figure 45 : Répartition de la richesse spécifique dans les principaux groupes zoologiques

En termes de richesse spécifique moyenne sur toutes les stations d'étude, les groupes zoologiques majoritaires sont représentés (à 54,71 %, Figure 45) par les vers annélides puis par les crustacés et les mollusques (respectivement 21,18 % et 16,47 %), à 4,71 % par les échinodermes, à 1,76 % par des espèces diverses (vers plathelminthes, oligochètes et sipunculiens). Les branchiostomes ne sont représentés qu'à 0,59 % (Figure 45).

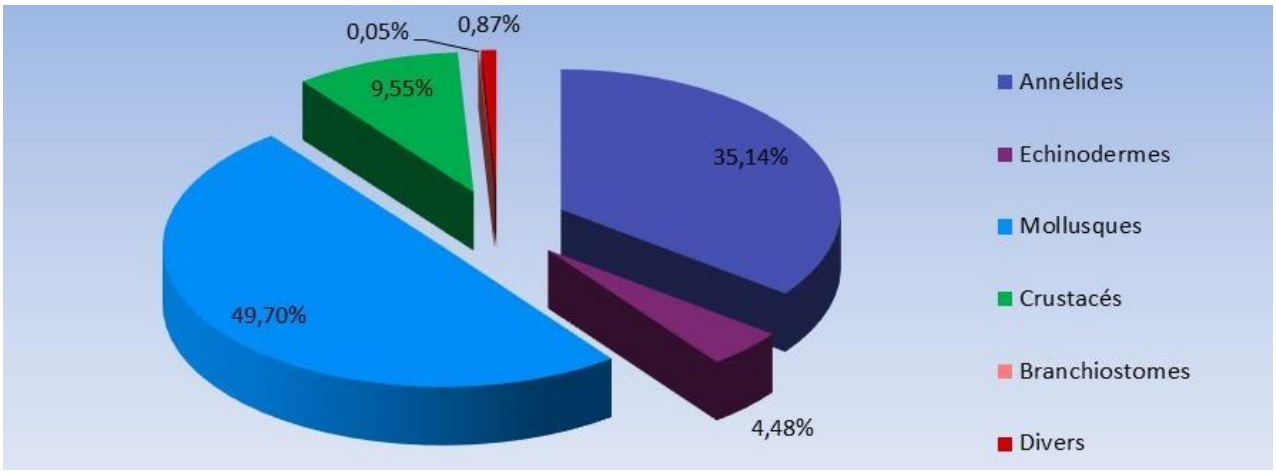


Figure 46 : Répartition de l'abondance moyenne selon les principaux groupes zoologiques

L'abondance des individus récoltés est dominée à 49,70 % (Figure 46) par les mollusques et à 35,14 % par les annélides ; elle est ensuite représentée plus faiblement, à 9,55 %, par les crustacés, à 4,48 % par les échinodermes et à 0,87 % par les vers autres que les annélides (« divers »).

La densité moyenne est assez élevée (653 ind/m²± 993,18). Celle-ci n'est pas révélatrice car elle varie très fortement de 12 (station D, Figure 47) à 4128 individus/m^2 (station N). Au niveau stationnel, la richesse spécifique moyenne sur la zone d'étude est de 33 espèces par station (±13,35) avec une valeur minimale de 5 (station D) et une valeur maximale de 56 (station N ; Figure 47).

Planche 60 : Illustration des espèces récoltées dans les prélèvements

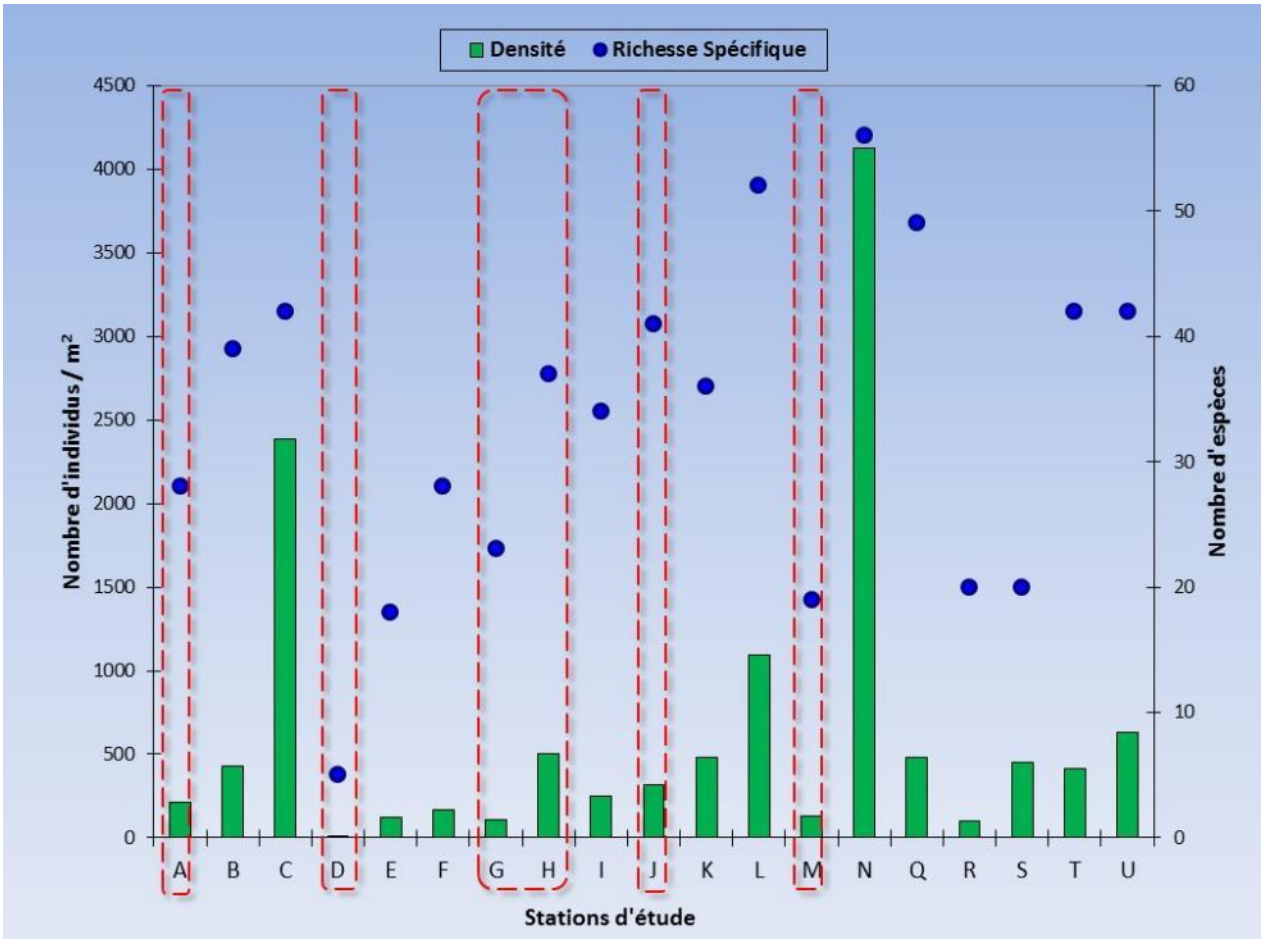


Figure 47 : Abondance et richesse spécifique sur les 19 stations étudiées (les stations encadrées en tiret rouge représentent les stations dans le périmètre de la concession).

Nephtys cirrosa

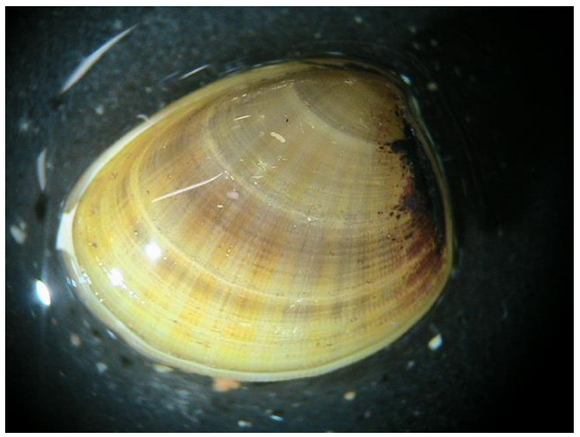
Caulleriella alata

Syllis sp.

Glycera lapidum

Glycymeris glycymeris

Timoclea ovata

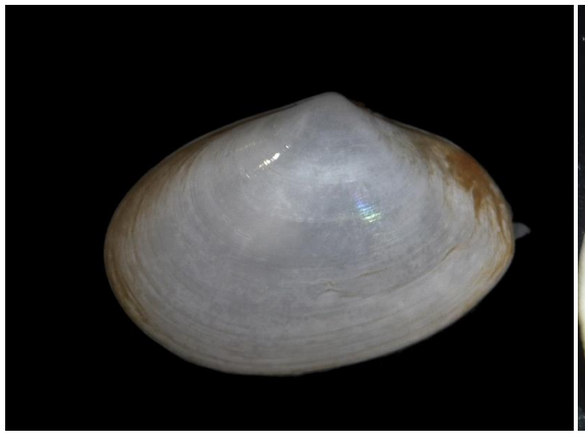


Nucula hanleyi

Spisula elliptica

Eurydice sp.

Echinocyamus pusillus



Abra alba

Nemertea

Sources : IN VIVO Environnement – Août 2015

3.2.2 Phylums

3.2.2.1 Espèces dominantes

La validité du nom des espèces ainsi que leur classification sont vérifiées à l'aide de la base de données Européenne de référence ERMS (European Register of Marine Species ; http://www.marbef.org/data/erms.php).

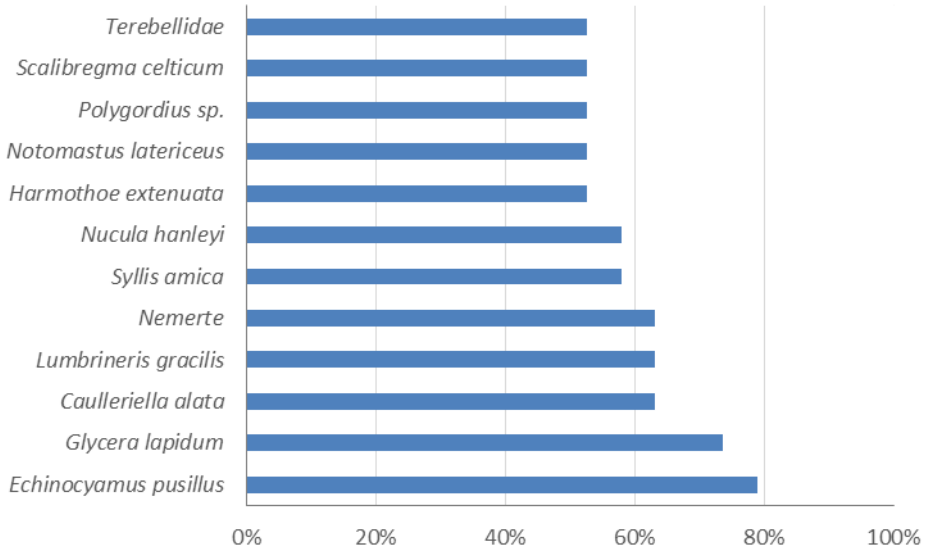


Figure 48 : Occurrence des 12 espèces les plus fréquentes (fréquence d'occurrence supérieure à 50%)

Les fréquences d'occurrence des espèces au sein des stations sont les plus fortes (> 70 %) pour l'échinoderme *Echinocyanus pussilus* (79 %, Figure 48) et l'annélide polychète *Glycera lapidum* (74 %). Avec 63 % de fréquence d'occurrence, viennent ensuite les vers du groupe des Nemertes ainsi que les annélides polychètes *Caulleriella alata* et *Lumbrineris gracilis*, suivis (58%) par le mollusque bivalve *Nucula hanleyi* et l'annélide polychète *Syllis amica*.

Cinq autres espèces, toutes appartenant aux vers annélides polychètes, présentent une fréquence d'occurrence moyenne (53 %, Figure 48).

3.2.2.2 Groupes zoologiques

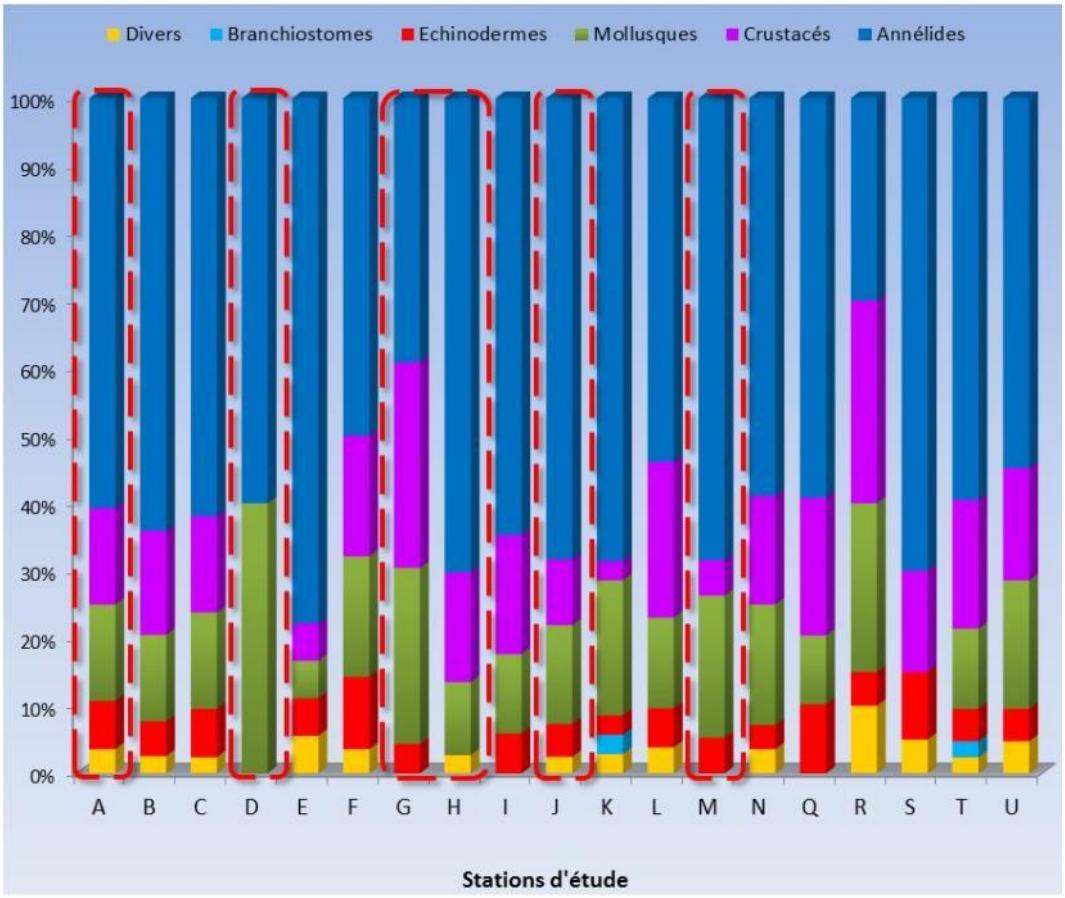


Figure 49 : Répartition de la richesse spécifique selon le groupe zoologique (les stations encadrées en tiret rouge représentent les stations dans le périmètre de la concession)

Les vers némertes (divers) sont très faiblement représentés mais présents dans toutes les stations mis à part dans les stations D, G, I, Q. Toutes les stations présentent une assez grande hétérogénéité dans la diversité taxonomique (entre 5 et 6 taxons représentés) sauf pour la station D, où seuls les groupes taxonomiques des mollusques et des annélides sont représentés.

Malgré l'hétérogénéité constatée à l'intérieur de chaque station, il y a tout de même une similitude dans la structuration des taxons sur l'ensemble des stations. Les branchiostomes sont présents en très faible quantité sur les stations K et T.

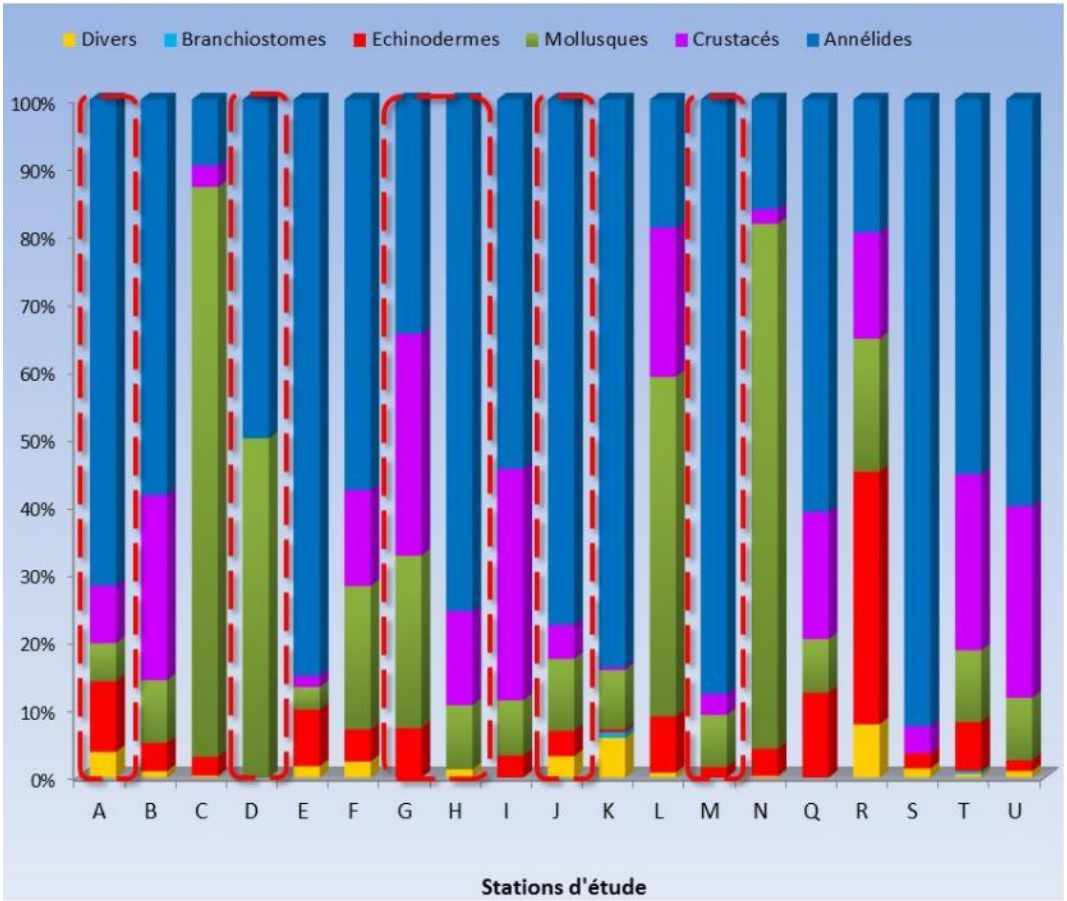


Figure 50 : Répartition de l'abondance selon le groupe zoologique (les stations encadrées en tiret rouge représentent les stations dans le périmètre de la concession)

La répartition de l'abondance montre des contrastes entre les stations d'étude par rapport à l'analyse de la richesse spécifique. Le groupe des annélides est plus important dans 14 des 19 stations (A, B, C, E, F, G, H, I, J, K, M, Q, R, S, T et U). Les 3 stations C, L et N sont largement dominées par les mollusques comme le mollusque bivalve *Abra alba*. Au sein des stations D et R, les groupes taxonomiques des mollusques et des annélides sont proportionnellement similaires.

3.2.3 Répartition des stations en fonction des caractéristiques écologiques

3.2.3.1 Indices de diversité de Shannon et d'Equitabilité :

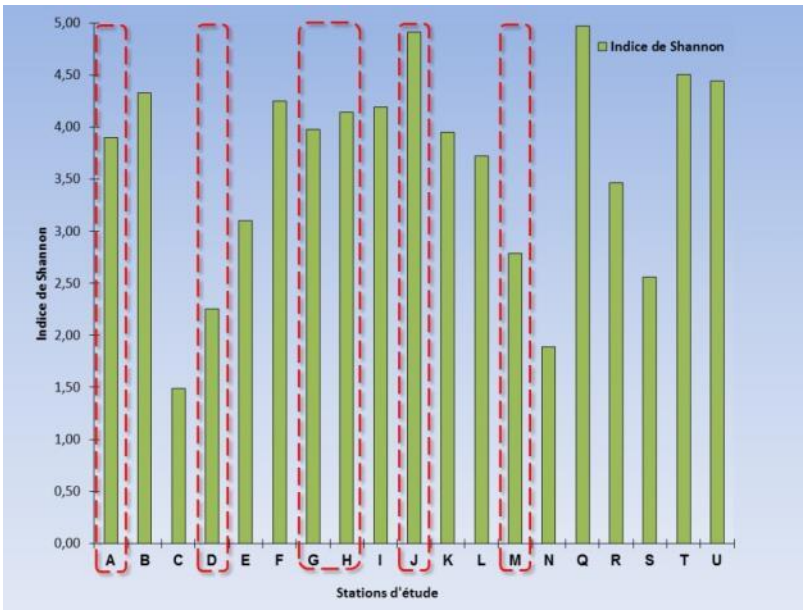


Figure 51 : Indices de Shannon sur les stations d'étude (les stations encadrées en tiret rouge représentent les stations dans le périmètre de la concession)

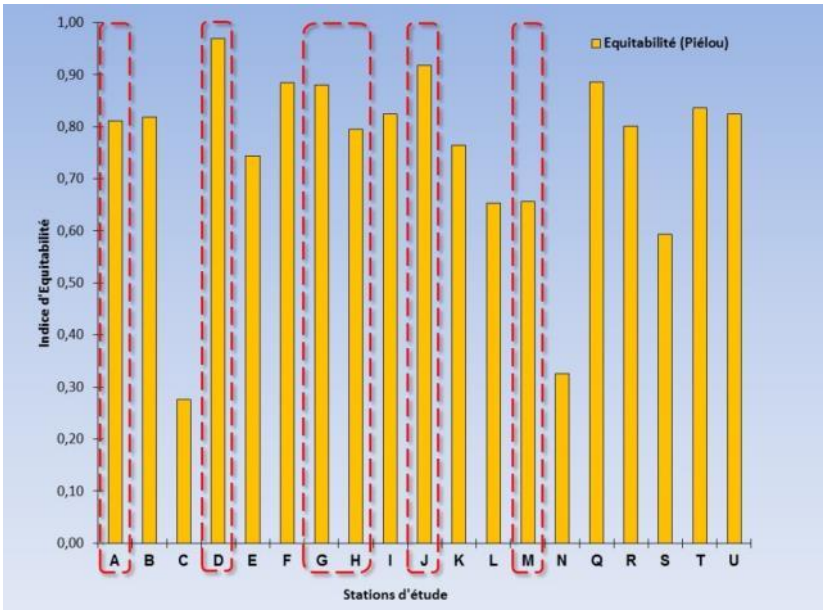


Figure 52 : Indice de diversité d'Equitabilité sur les stations d'étude (les stations encadrées en tiret rouge représentent les stations dans le périmètre de la concession)

Les indices de Shannon (Figure 51) observés sont compris entre 1,49 et 4,97 avec une valeur moyenne de 3,62 (± 1,01). A partir de ces valeurs, il est possible de conclure à un état écologique qualifié d'«excellent » à « pauvre » au sein de la zone d'étude du site de Pointe d'Armor. Huit stations (stations B, F, H, I, J, Q, T et U) correspondent à un état écologique qualifié « d'excellent », 6 stations (stations A, E, G, K, L et R) à un état écologique qualifié de « bon », 3 stations (stations D, M et S) présentent un état écologique dit « moyen » et enfin les deux dernières stations (stations C et N) sont classées comme « pauvres ». Cela signifie que la communauté benthique exprime un niveau de perturbation modéré par rapport aux valeurs maximales que l'on peut trouver dans la bibliographie (Molvaer *et al*. 1997) et avec lesquelles ont été définis les états écologiques de chacune des 19 stations de la zone d'étude.

Pour l'indice d'équitabilité (Figure 52), les stations d'étude présentent des valeurs comprises entre 0,28 et 0,97 avec une moyenne de 0,75 (± 0,18).
Une majeure partie des stations (14 au total, stations A, B, D, E, F, G, H, I, J, K, Q, R, T et U) présentent un indice supérieur à 0,70. Ces stations témoignent d'une structure de communauté équilibrée qui s'explique par un nombre assez important d'espèces équitablement réparties. Les stations L, M et S sont en limite du seuil avec un indice compris entre 0,59 et 0,66. Seules les stations C et N présentent une valeur faible inférieure à 0,40. Cette valeur témoigne d'une communauté dont le nombre d'individus au sein des espèces n'est pas répartie de manière homogène. L'espèce de mollusque bivalve *Abra alba* est effectivement représentée en plus grand nombre dans ces stations.

3.2.3.2 Modèle DIMO :

Le modèle DIMO (*DIversity MOnitoring*) développé par Qinghong en 1995 permet d'illustrer de manière synthétique l'évolution spatiale de la richesse spécifique (Log_2S), de la diversité (H') et de l'équitabilité (Bazairi, 2005). Cette dernière est représentée par l'angle formé par la droite reliant le barycentre du nuage des points « habitat ».

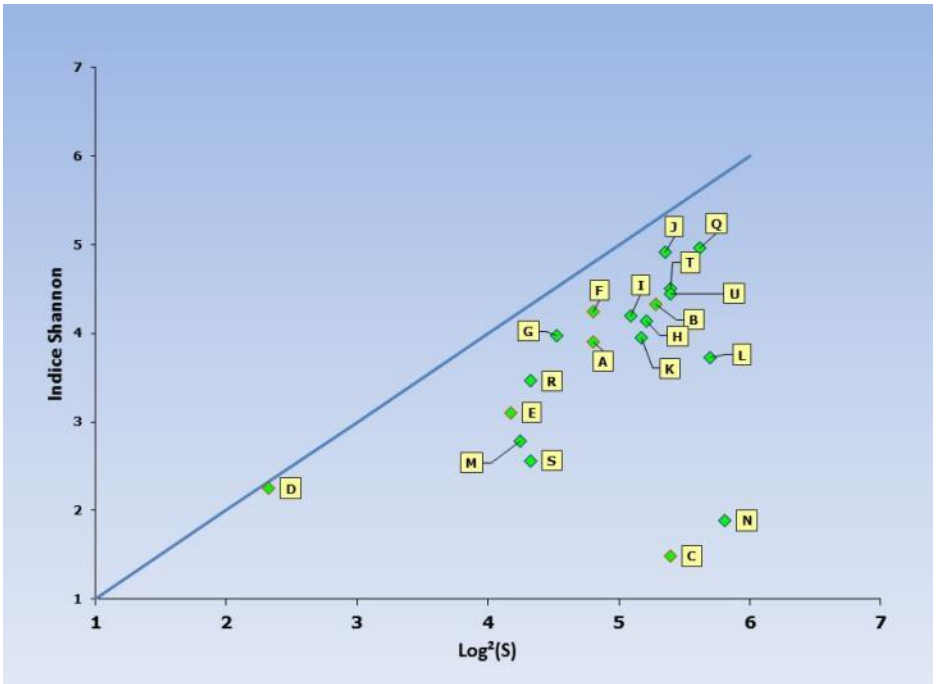


Figure 53 : Modèle DIMO appliqué aux 19 stations

La distribution spatiale montre que les communautés présentent des richesses spécifiques et une répartition des espèces relativement homogène (Figure 53). Néanmoins, les stations J et Q présentent une richesse spécifique et une équitabilité plus importantes que les autres.
Les stations C et N présentent un indice de Shannon moyen tandis que l'équitabilité, faible, est caractéristique d'une dominance de la communauté par une espèce (le mollusque bivalve *Abra alba* pour les deux stations). La station D présente quant à elle une richesse spécifique plus faible que les autres mais une meilleure répartition des espèces.

3.2.3.3 Diagramme rang-fréquence (DRF) :

Les DRF ont été réalisés pour les 19 stations, leur évolution a permis de caractériser la structure des communautés benthiques à l'échelle du site de Pointe d'Armor (Figure 54). Les DRF obtenus sont de deux types : la courbe de distribution des espèces présente une allure « convexe » dans le premier cas (Figure 54.A) et une allure « concave » dans le deuxième cas (Figure 54.B). Les diagrammes de type convexe correspondent à une diversité et une équitabilité élevées : les stations A, F, G, J, K, L, Q, T et U se caractérisent par la présence d'un nombre important d'espèces de moyenne abondance, sans espèce fortement dominante, mais avec un contingent d'espèces rares. Les stations B, C, D, E, H, I, M, N, R et S qui présentent un diagramme ayant une allure concave sont caractérisées par un petit nombre d'espèces abondantes.
La comparaison entre toutes les stations permet de placer chacune d'elles dans l'un des trois stades de Frontier (1976) basés sur la forme des courbes. Les stations C et N sont les seules qui montrent des courbes correspondant à des diagrammes caractéristiques des communautés moins structurées (stade 1)

avec une espèce largement dominante, le mollusque bivalve *Abra alba*, avec respectivement 82 et 75% de l'abondance totale. Les stations (B, D, E, H, I, M, R et S) montrent des courbes de type concave caractéristiques d'une situation intermédiaire entre les stades 1 et 2 (stade 1') de Frontier décrit en 1976. Elles sont dominées par quelques espèces. A titre d'exemple, au sein de la station M, 5 espèces présentent une fréquence d'abondance cumulée d'environ 55%. Les stations A, F, G, J, K, L, Q, T et U se caractérisent par la présence d'un nombre important d'espèces de moyenne abondance, sans espèce fortement dominante, mais avec un contingent d'espèces rares. Au sein de la station F, 10 espèces dominent l'échantillon en représentant 71% de l'abondance totale de l'échantillon. Ces stations correspondent au stade 2 décrit par Frontier en 1976.

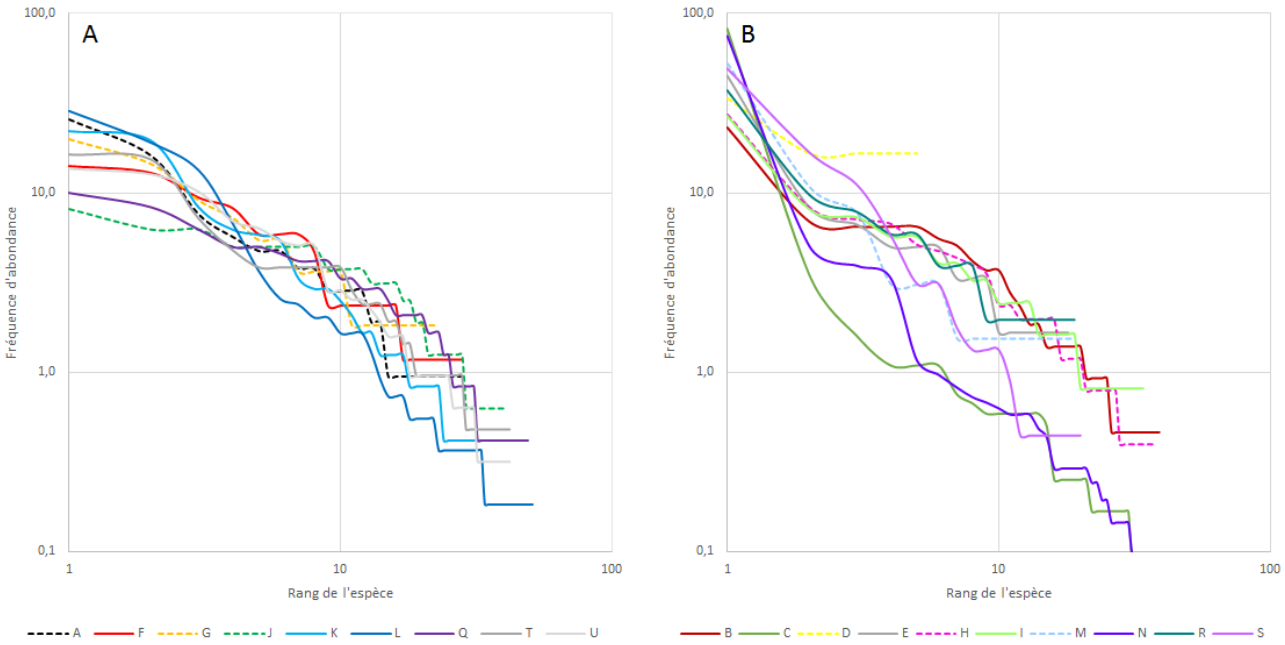


Figure 54 : Diagramme rang-fréquence (A : courbes de type « convexe », B : courbes de type « concave ») des espèces échantillonnées au sein des 19 stations à l'intérieur de la concession (courbes en trait pointillé) et à l'extérieur de la concession (courbes en trait plein) situées en baie de Lannion

3.2.4 Dynamique des assemblages macrobenthiques

3.2.4.1 Analyse factorielle des correspondances (AFC) :

Le principe de l'AFC est de partir sans a priori sur les données et de les décrire en analysant la hiérarchisation de l'information présente dans les données. Pour ce faire, les analyses factorielles étudient l'inertie du nuage de points ayant pour coordonnées les valeurs présentes sur les lignes du tableau de données. La "morphologie du nuage" et la répartition des points sur chacun de ces axes d'inertie permettent alors, de rendre lisible et hiérarchisée l'information contenue dans le tableau.

L'AFC présente un graphe où les stations sont superposées aux espèces (les espèces rares, qui n'apparaissent qu'une seule fois, ont été enlevées), ce qui permet d'associer des espèces caractéristiques aux stations. L'analyse montre sur le premier plan factoriel 1-2, qui regroupe 30 % de l'information, une nette séparation des stations basée sur le type sédimentaire (Figure 55).

La dispersion sur le graphe traduit :

- L'opposition entre les stations C et N composées des sédiments les plus fins avec les stations A, B, C, E, H, I, J, K, L, M, N, Q, S et T composées des sédiments grossiers (sables très grossiers à granules).
- Les stations D, F, G et R sont en situation intermédiaire (sables fins à moyens).

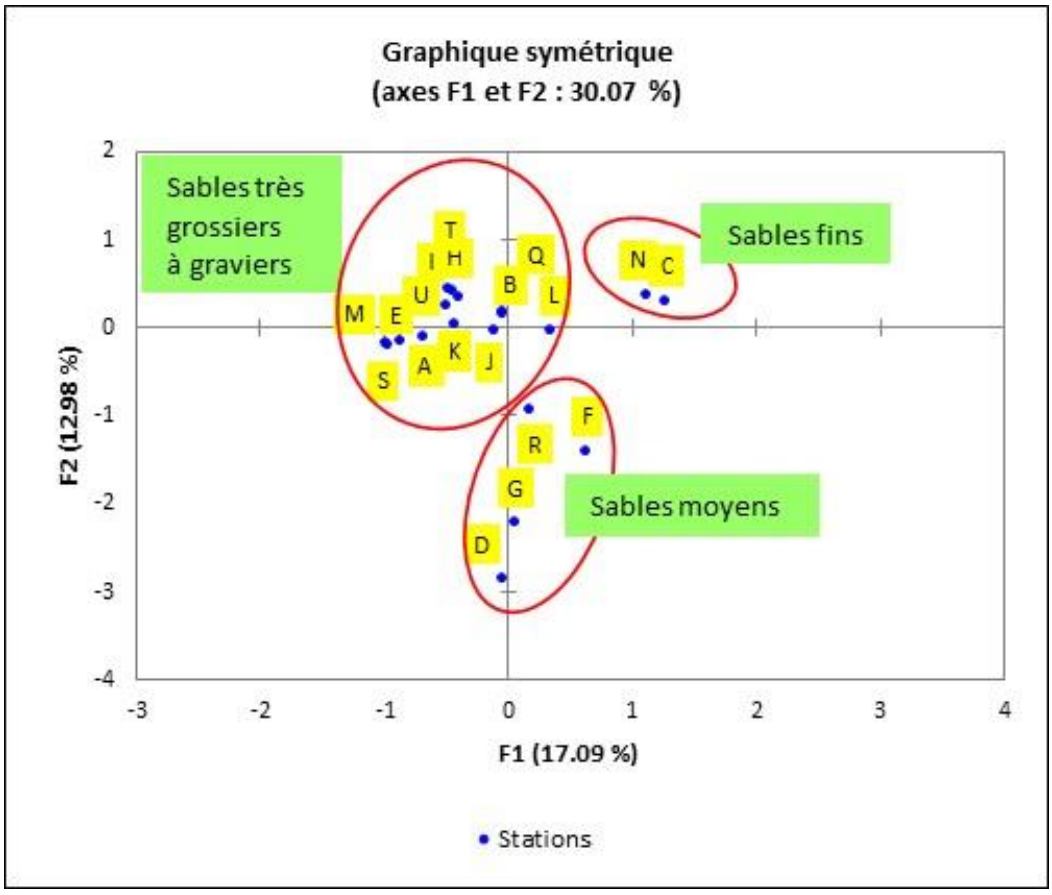


Figure 55 : Représentation du plan factoriel 1-2 de l'AFC basée sur un tableau codé en log10 (x+1) sans les espèces rares. Les stations sont représentées par un rond bleu

3.2.4.2 Classification ascendante hiérarchique (CAH) :

L'analyse montre des résultats cohérents avec ceux de l'AFC et suggère la même répartition des 19 stations c'est-à-dire en 3 groupes distincts :

- un premier groupe avec les stations D, F, G et R dominées par des sables moyens ;

- un second groupe composé des stations N et C dominées par des sables fins et
- un troisième grand groupe composé des stations A, B, E, H, I, J, K, L, M, Q, S, T et U dominées par des sables très grossiers, granules et graviers.

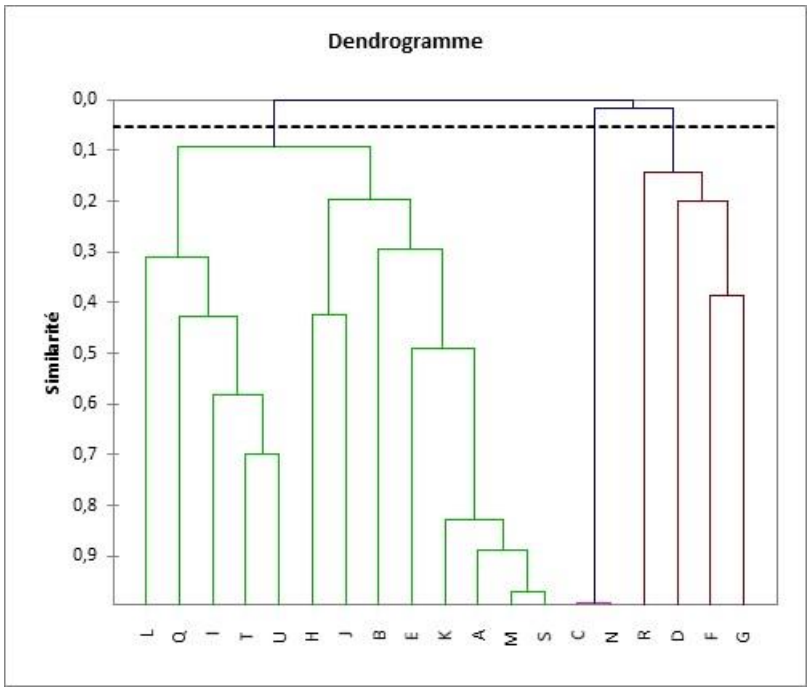


Figure 56 : Classification Ascendante Hiérarchique illustrant la similarité entre les stations

L'interprétation de cette répartition peut se faire en fonction de l'affiliation des espèces benthiques à certains types sédimentaires :

- Les stations C et N présentent les plus fortes abondances (Figure 57) de mollusques bivalves *Abra alba et Phaxas pellucidus* et d'annélides polychètes *Lagis koreni, Lanice conchilega, Aponuphis bilineata* et *Euclymene oerstedi* affiliés aux sédiments fins plus ou moins envasés.

- Les stations A, B, E, H, I, J, K, L, M, Q, S, T et U sont dominées par les annélides polychètes *Glycera lapidum*, *Polydordius sp.* et *Caulleriella alata*, ainsi que de l'oursin *Echinocyamus pusillus* (Figure 58). Ces espèces font partie des communautés trouvées dans les sables grossiers.

- Les stations D, F, G et R sont dans une situation plus intermédiaire car elles sont dominées par des espèces à la fois affiliées aux sables moyens propres comme les annélides polychètes *Nephtys cirrosa* et des espèces plus ubiquistes, présentent dans une variété de sédiment (sables grossiers à sables fins) comme le mollusque bivalve *Spisula elliptica* et l'échinoderme *Echinocyanus pusillus* affiliés au sédiment plus grossiers (Figure 59).

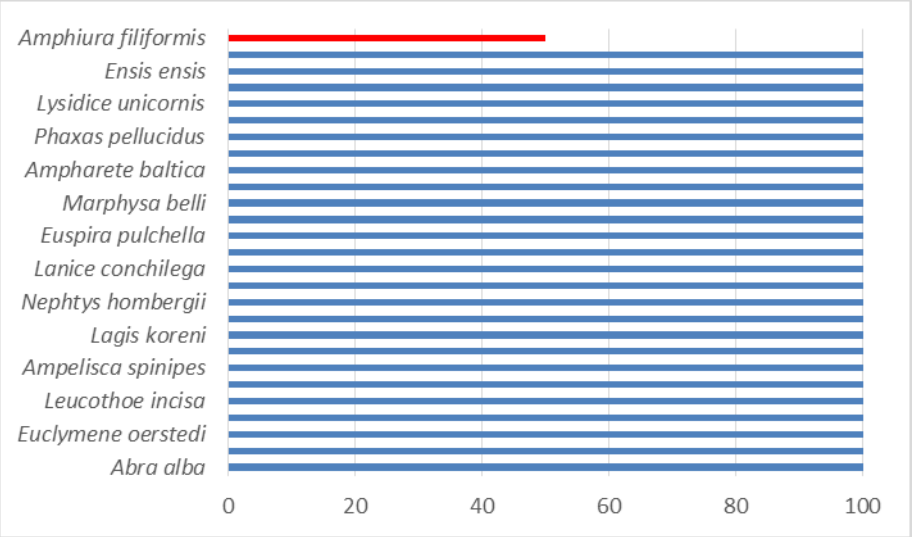


Figure 57 : Occurrence des espèces les plus fréquentes et les plus abondantes des stations N et C

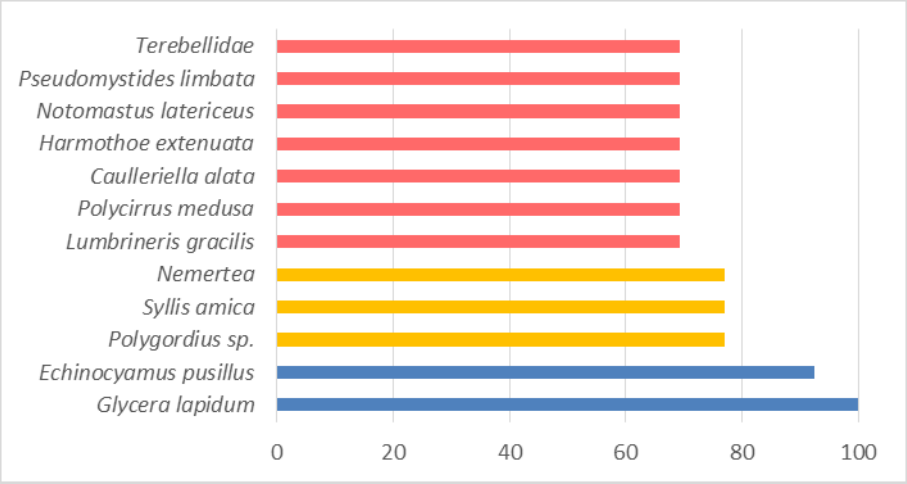


Figure 58 : Occurrence des espèces des plus fréquentes et les plus abondantes des stations A, B, E, H, I, J, K, L, M, Q, S, T et U

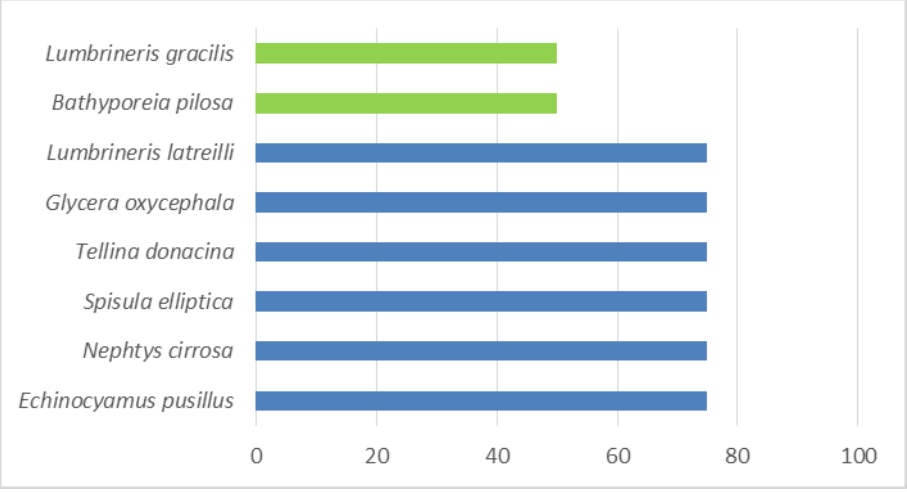


Figure 59 : Occurrence des espèces des plus fréquentes et les plus abondantes des stations D, F, G et R

3.2.5 Description des espèces déterminantes

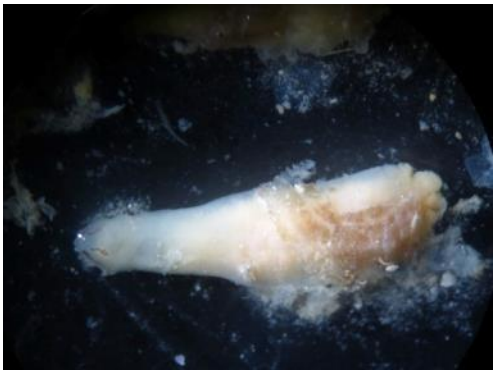
Timoclea ovata

Ce mollusque bivalve à coquille subtriangulaire, peut mesurer jusqu'à 20 mm de long. Sa couleur est variable, typiquement avec des raies et des taches roses, brunes ou violettes. L'intérieur de la marge de la coquille est finement crénelé. On le retrouve dans les sables ou graviers, en zones circalittorales. Il est commun sur toutes les côtes, de la Grande-Bretagne jusqu'en Méditerranée.

Spisula elliptica

Ce bivalve fait partie de la famille des mactres. Sa coquille plutôt fine et ovale peut atteindre 30 mm de long. La charnière présente deux dents cardinales en forme de V renversé et deux dents cardinales en forme de lamelles. Animal fouisseur peu profond, on trouve cette mactre dans les sables vaseux et les graviers. On la trouve à la consommation sous le nom de « petits bivalves ». Elle est présente de la Mer du Nord jusqu'aux côtes atlantiques marocaines.

Nemertea



Animal au corps mou, lisse et visqueux de forme généralement allongée cylindrique ou aplatie et qui peut se couper en plusieurs morceaux lorsqu'il est prélevé. Les némertes, munis d'une trompe épaisse (souvent armée d'un stylet venimeux) sont des prédateurs ainsi que des charognards. La plus part des espèces sont benthiques.

Nucula hanleyi

Les nucules sont facilement reconnaissables par les nombreuses petites dents identiques de la charnière. Cette espèce, à la coquille luisante et jaunâtre, se reconnait par la présence de bandes plus ou moins claires rayonnant de l'umbo. On la retrouve dans les substrats sableux, de la Grande-Bretagne à la Méditerranée.

Glycera lapidum

Cet annélide polychète a, comme toutes les espèces qui composent la famille des Glyceridae, une tête qui a la forme d'une extension conique au-dessus de la bouche (composée de 8 à 11 anneaux dans le cas de *Glycera lapidum*) et qui se termine par 4 petites antennes. Carnivore et prédatrice, l'espèce possède une trompe armée de 4 dents disposées en croix qu'elle peut utiliser pour pénétrer dans les sables ou les vases. Sa répartition s'étend de l'Arctique aux côtes Atlantiques.

Notomastus latericeus

Ce ver annélide polychète fait partie de la famille des Capitellidae. Son corps, renflé au niveau du thorax, est très fragile dans sa partie postérieure et, est rarement trouvé entier lors des prélèvements. Sa trompe rouge sombre et globuleuse qu'il sort et rentre pour activer sa circulation sanguine lui vaut le surnom de ver « goutte de sang ». Il se trouve dans divers types de sédiments mais se plaît dans les sables vaseux.

3.2.5.1 Classification des communautés

Il est possible d'effectuer une classification des communautés en présence. La mise en relation avec la typologie EUNIS (2004) a été réalisée. Toutefois, il est difficile d'attribuer précisément un type de communauté à une station donnée. En effet, il s'agit souvent de milieux transitoires, aux spécificités propres à plusieurs faciès. De plus, du fait du faible nombre d'espèces recensées, il est difficile de caractériser précisément la biocénose en présence.

L'analyse statistique effectuée dans les pages précédentes (« Dynamique des assemblages faunistiques ») permet de mieux cerner les communautés présentes du site. Toutefois, le regroupement des stations sur les bases de cette analyse statistique ne permet pas d'attribuer un code unique à l'ensemble des stations du groupe déterminé. Une analyse plus fine, sur la base des composantes biologiques, bathymétriques et sédimentaires est nécessaire pour codifier la communauté de chaque station selon la typologie EUNIS.

❖ **Sables grossiers ou gravelles circalittoraux à *Mediomatus fragilis*, *Lumbrineris spp.* et bivalves vénéridés (Code EUNIS A5.142)**

Cette communauté est représentée sur le groupe de stations A, B, E, H, I, J, K, L, M, Q, S, T et U. Le milieu composé par les sédiments de type gravelle ou sables grossiers peut être caractérisé par les vers polychètes comme *Mediomatus fragilis*, *Lumbrineris* spp., *Glycera lapidum* ainsi que par l'oursin *Echinocyamus pusillus*. D'autres taxons comme les vers némertes, les polychètes *Protodorvillea kefersteini*, *Owenia fusiformis*, *Spiophanes bombyx*. Ce biotope est également caractérisé par la présence de bivalves vénéridés variés, notamment de *Timoclea ovata*. D'autres bivalves robustes comme *Glycymeris glycymeris*, *Moerella* spp. peuvent être trouvés.

❖ **Sables mobiles et propres infralittoraux à faune éparse (Code EUNIS A5.231)**

Cette communauté est représentée par les stations N et C caractérisées par des sables fins ainsi que par les stations D, F, G et R représentées par des sables moyens. En effet, ce milieu allant des sables moyens à fins, souvent formé de dunes exposées, est composé très souvent de petites espèces du fait de la mobilité du substrat. Des populations opportunistes d'amphipodes y sont rencontrées ou des espèces comme le crustacé *Gastrosaccus spinifer*, l'annélide *Nephtys cirrosa* et l'isopode *Eurydice pulchra*.
Ce code EUNIS créé pour les milieux infralittoraux est celui qui correspond le mieux aux communautés retrouvées dans les stations citées ci-dessus, bien que ces dernières, au regard du site de l'étude et aux autres peuplements décrits, se situent en milieu circalittoral (Code EUNIS correspondant inexistant).

Dénomination de la biocénose	CODE EUNIS	STATIONS
Sables grossiers (ou gravelles circalittoraux) à *Mediomatus fragilis*, *Lumbrineris spp.* et bivalves vénéridés	A5.142	A, B, E, H, I, J, K, L, M, Q, S, T et U
Sables mobiles et propres infralittoraux* à faune éparse (* : et circalittoraux)	A5.231	C, D, F, G, N, R

Tableau 21 : Tableau récapitulatif des biocénoses rencontrées et leur codification EUNIS

3.2.5.2 Particularités de la zone de concession

❖ **Faciès sédimentaires**

La zone de concession présente un faciès sédimentaire assez homogène comme vu précédemment : les stations D et G sont composées de sables fin à moyens, et les quatre autres stations (A, H, J et M) sont composées de sables très grossiers.

❖ **Communautés de la zone de concession**

La communauté majoritaire de cette zone est celle inféodée aux sables grossiers des stations A, H, J et M : les sables grossiers (ou gravelles) circalittoraux à *Mediomatus fragilis*, *Lumbrineris* spp. et bivalves vénéridés (Code EUNIS A5.142).

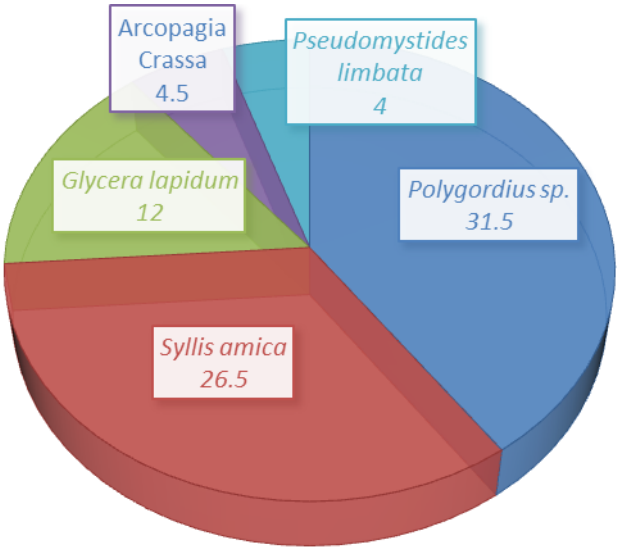


Figure 60 : Densités moyennes (Individus/m²) des cinq espèces dont la fréquence d'occurrence est de 100 % sur les quatre stations de sables grossiers (A, H, J et M) de la zone de concession

Les annélides polychètes tels que les *Polygordius* sp., *Syllis amica* et *Glycera lapidum* dominent les stations A, H, J et M (Figure 60) et présentent respectivement les densités moyennes de 31,5, 26,5 et 12 ind/m² (Figure 60).

L'autre communauté présente dans cette zone, sur les stations D et G, correspond à celui des sables mobiles et propres infralittoraux à faune éparse (Code EUNIS A5.231) bien que ces stations soient proches des zones circalittorales.

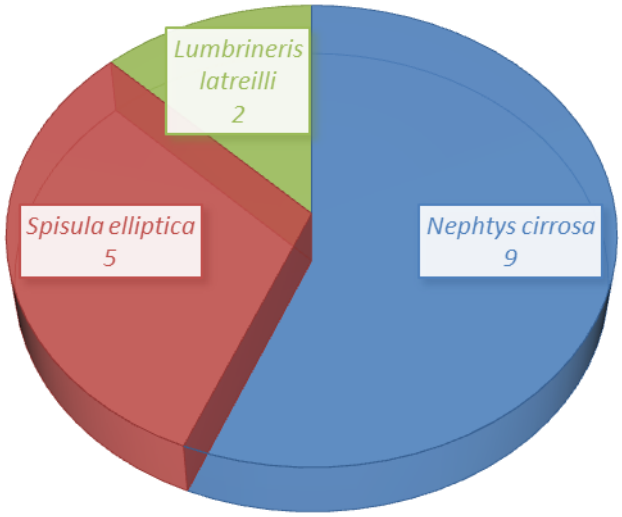


Figure 61 : Densités moyennes (Individus/m²) des trois espèces dont la fréquence d'occurrence est de 100 % sur les deux stations de sables fins à moyens (D et G) de la zone de concession

Les densités moyennes d'individus des espèces présentes dans ces deux stations sont très faibles (Figure 61). La richesse spécifique est de 21 espèces.

Les communautés de sables moyens à grossiers trouvées dans la zone de concession sont relativement homogènes. Elles correspondent aux communautés de codes EUNIS A5.142 et EUNIS A5.231.

Les espèces caractéristiques sont : *Spisula elliptica*, *Polygordius sp* et *Glycera lapidum* pour les sables grossiers et *Spisula elliptica*, *Lumbrineris latreilli et Nephtys cirrosa* pour les sables moyens.

L'indice de richesse (Shannon) révèle un état écologique du milieu qualifié de « moyen » à « excellent » pour les 6 stations de la concession (variation de l'indice entre 2,25 en station D à 4,92 en station J). De plus, les diagrammes rang-fréquence montrent des courbes de type concave caractéristiques d'une situation intermédiaire entre les stades 1 et 2 (stade 1') (Frontier, 1976) pour les stations D, H et M. En effet, celles-ci sont dominées par quelques espèces. Les diagrammes rang-fréquence des stations A, G, J se caractérisent par la présence d'un nombre important d'espèces de moyenne abondance, sans espèce fortement dominante, mais avec un contingent d'espèces rares.

3.2.6 Caractérisation des espèces d'intérêt commercial

Quatre espèces de bivalves à valeur commerciale ont été observées et méritent d'être décrites plus précisément.

3.2.6.1 La palourde rose (Polititapes rhomboides)

❖ **Répartition**

Quatre individus de palourdes roses ont été échantillonnés sur deux des dix-neuf stations de l'étude. Aucun individu n'a été prélevé dans le périmètre de la concession.

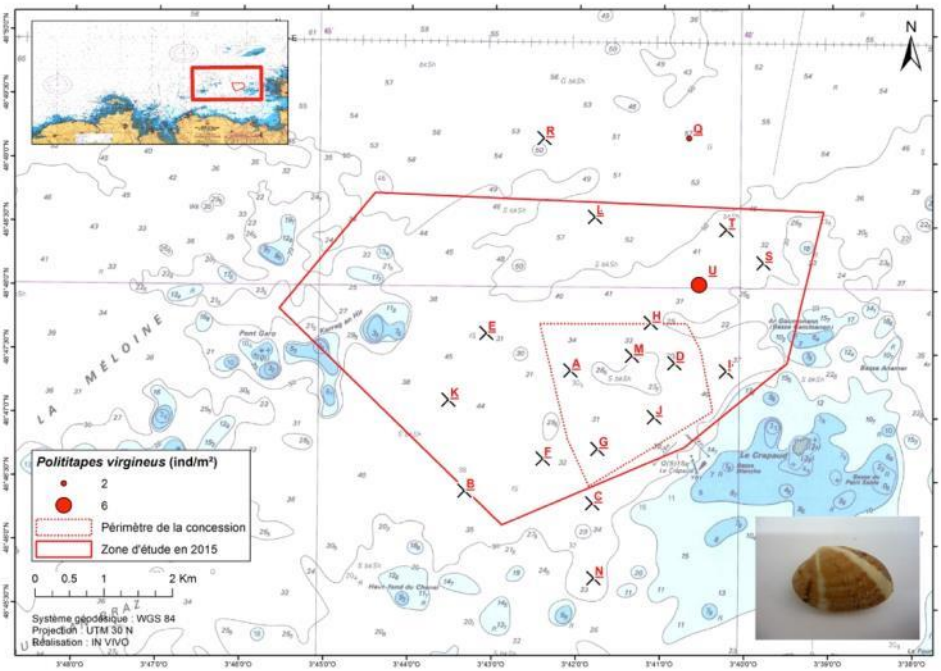


Figure 62 : Répartition des densités de Polititapes rhomboides

❖ **Classes de taille**

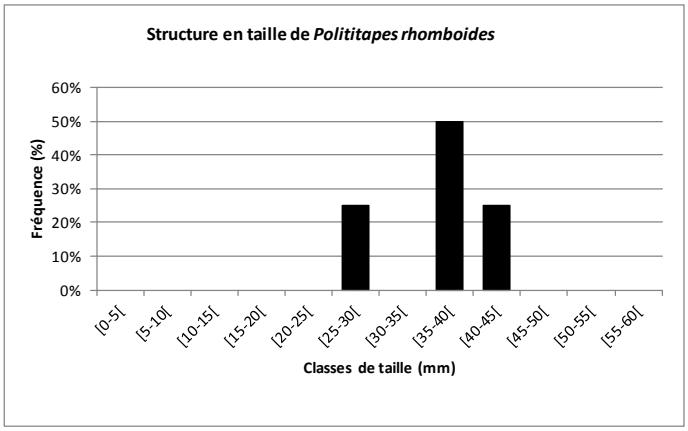


Figure 63 : Classes de taille des palourdes roses échantillonnées

L'échantillonnage à la Day-Grab n'est pas suffisant pour caractériser correctement les populations de bivalves mais il apporte tout de même des informations pertinentes. Ainsi, ces résultats peuvent être mis en relation avec les résultats obtenus par IFREMER lors des campagnes BIVALVES de 2006. En 2002, l'âge des palourdes roses en Baie de Saint-Brieuc a été déterminée (Pitel *et al.*, 2002) et une clé taille-âge a été établie (figure ci-dessous).

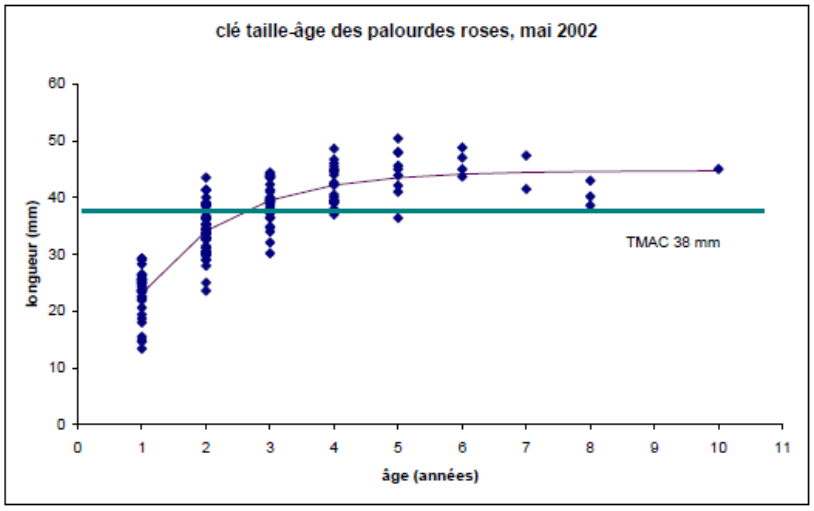


Figure 64 : Clé taille-âge de la palourde rose (Huet, Pitel-Roudaut, 2006)

Un individu capturé (sur un total de quatre) mesure moins de 28 mm, ce qui correspond à un individu d'environ un an et demi. Les trois autres individus présentent une taille supérieure à 38 mm, ce qui correspond à des individus adultes de plus de trois ans.

3.2.6.2 L'amande de mer (*Glycymeris glycymeris*)

❖ **Répartition**

Trente-six individus d'Amande de mer (*Glycymeris glycymeris)* ont été échantillonnés sur neuf des dix-neuf stations. La densité moyenne pour cette espèce est de 8 individus/m² sur l'ensemble des stations du site étudié où l'espèce est présente. Pour la zone de concession (pour les quatre stations où l'espèce a été prélevée), la densité moyenne est de 3,5 individus/m².

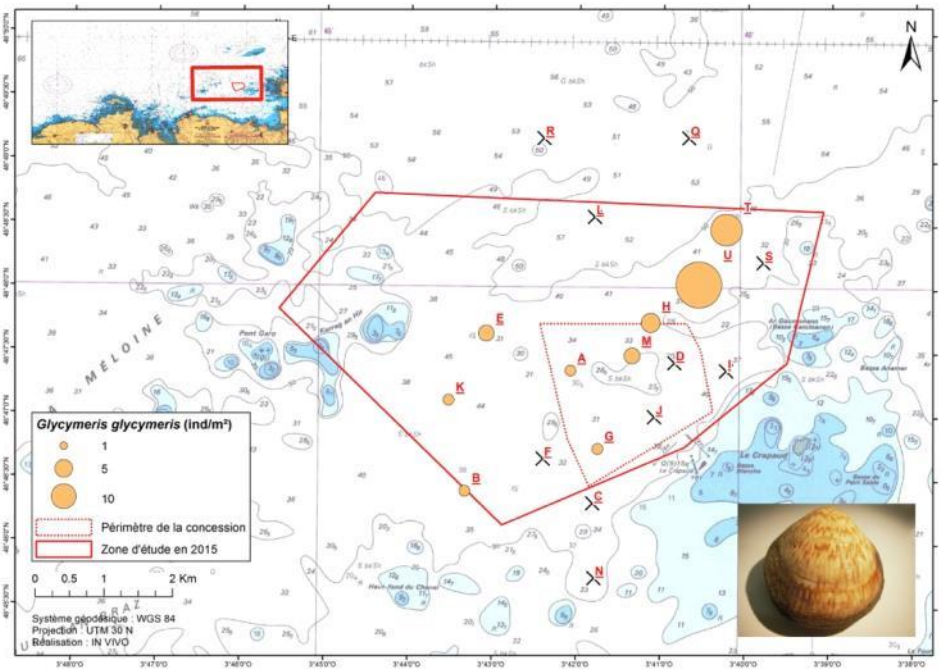


Figure 65 : Répartition des densités de Glycymeris glycymeris

❖ **Classes de taille**

L'échantillonnage permet de visualiser deux cohortes d'individus. La croissance de cette espèce étant très lente, les individus capturés mesurant entre 5 et 20 mm, l'âge est estimé entre 2 et 5 ans.

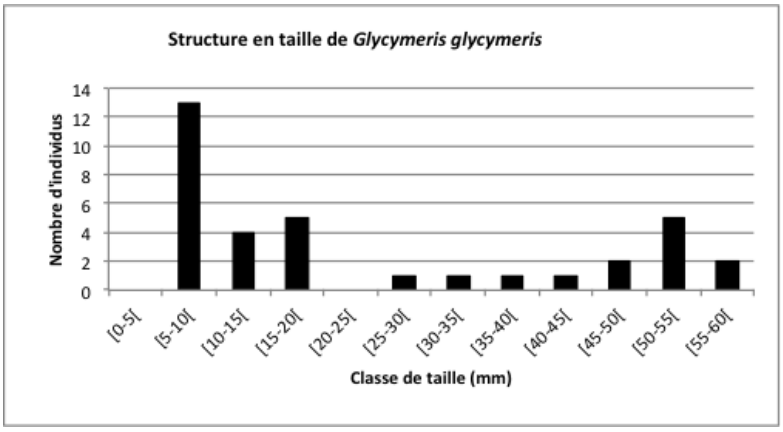


Figure 66 : Classes de taille des amandes de mer échantillonnées

3.2.6.3 La petite mactre (*Spisula elliptica*)

❖ **Répartition**

Trente individus de l'espèce *Spisula elliptica* ont été échantillonnés sur neuf des dix-neuf stations. La densité pour cette espèce est de 7 individus/m². Sur les six stations situées dans la zone d'extraction, cinq révèlent la présence de cette espèce.

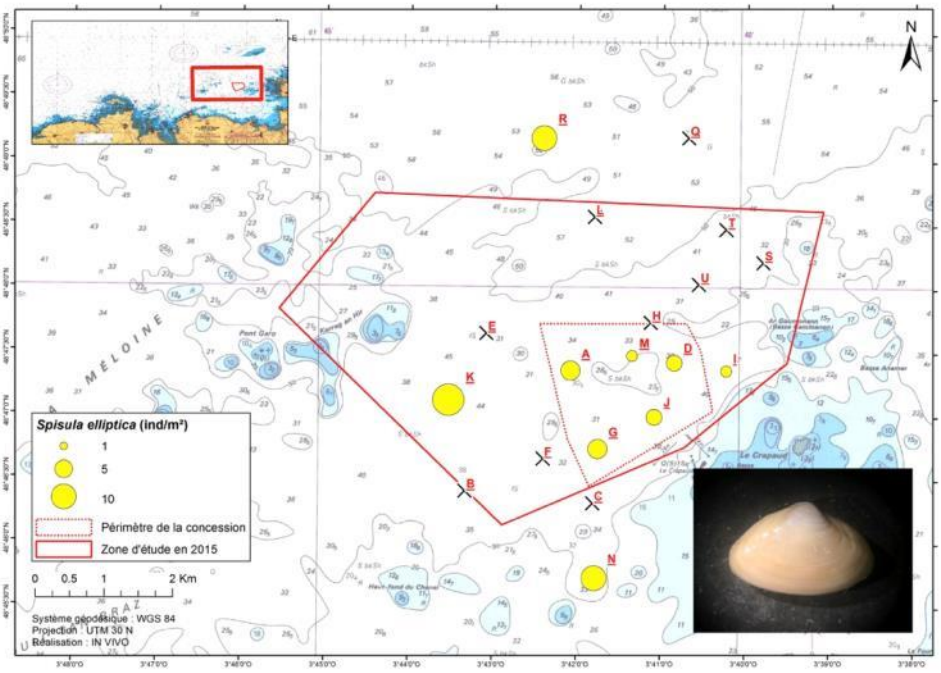


Figure 67 : Répartition des densités de Spisula elliptica

❖ **Classes de taille**

Le graphique de structure de taille des individus permet de se rendre compte que les individus capturés sur l'ensemble de la zone ont une taille comprise entre 5 et 15 mm. En outre, les individus prélevés ont une taille moyenne de 7,9 mm. Adulte, l'espèce peut mesurer jusqu'à 32 mm.

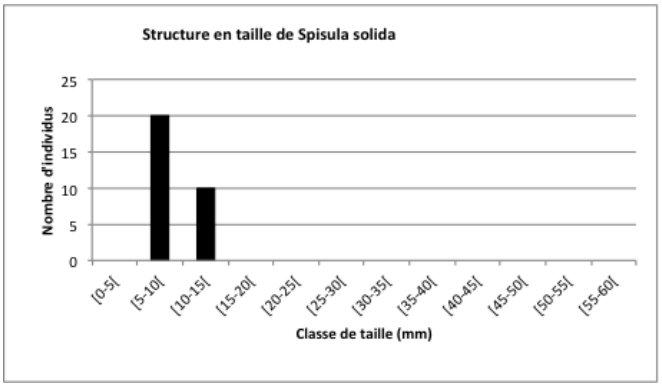


Figure 68 : Classes de taille des Spisula elliptica échantillonnés

3.2.6.4 *Arcopagia crassa* ou Telline épaisse

❖ **Répartition**

Dix-neuf individus d'*Arcopagia crassa* ont été échantillonnés sur huit des dix-neuf stations du site. La densité moyenne est de 4,75 individus/m² sur l'ensemble des stations où elle est présente et de 4,5 individus/m² dans la zone de concession. La station H qui se révèle être la plus dense (soit 10 individus/m²) se trouve à l'intérieur du périmètre de concession.

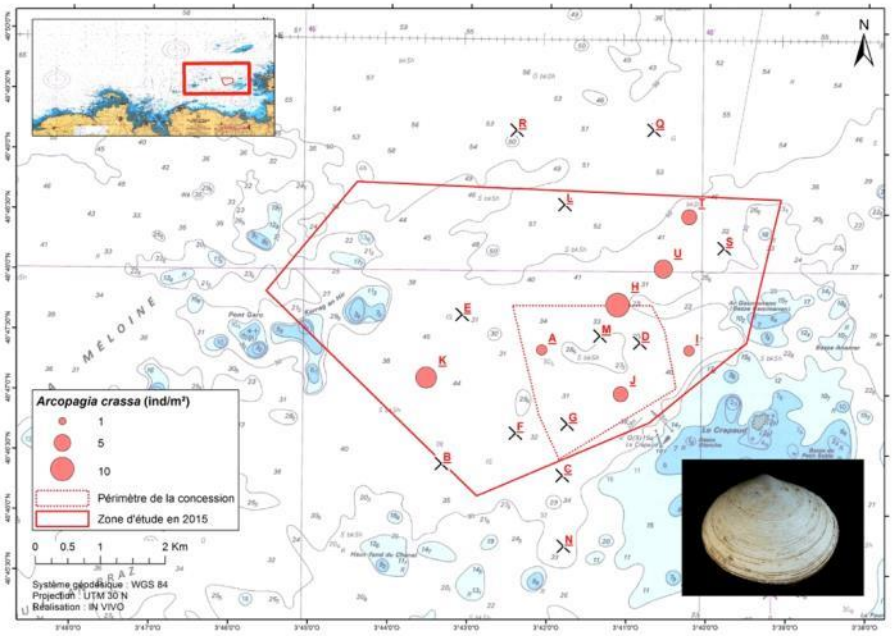


Figure 69 : Répartition des densités d'Arcopagia crassa (Photo : nature22.com)

❖ **Classes de taille**

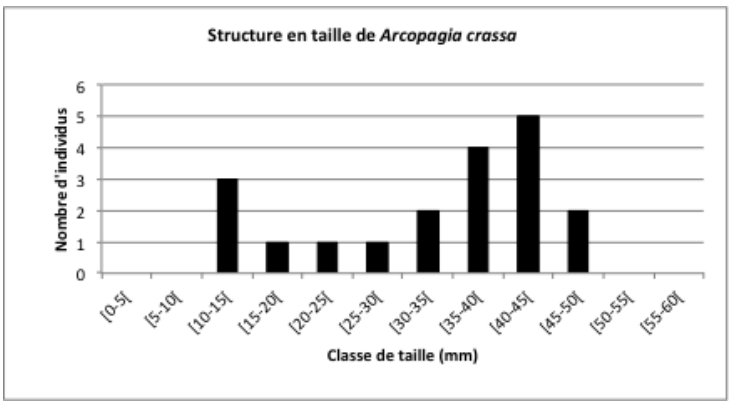


Figure 70 : Classes de taille des Arcopagia crassa échantillonnées

Cet histogramme permet de se rendre compte qu'une petite partie des individus capturés a une taille comprise entre 10 et 25 mm et que l'autre partie des individus (la majorité des individus) a une taille comprise entre 25 et 50 mm.

3.2.6.5 *Aequipecten opercularis* ou Pétoncle blanc

❖ **Répartition**

Cinq individus de *Aequipecten opercularis* ont été échantillonnés sur deux des dix-neuf stations du site. La densité moyenne est de 5 individus/m² sur l'ensemble des stations où elle est présente.

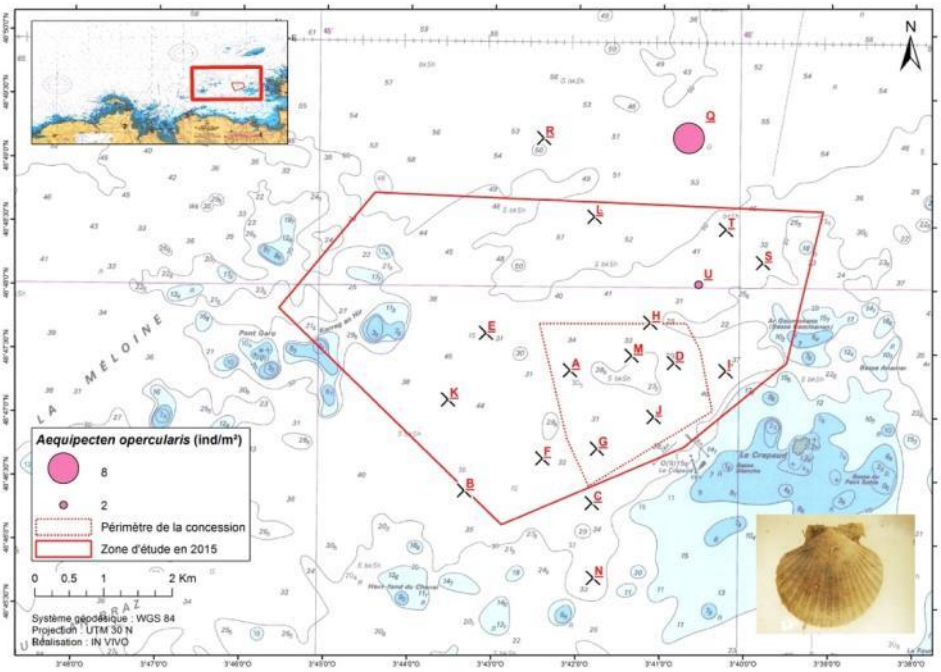


Figure 71 : Répartition des densités de Aequipecten opercularis (Photo : nature22.com)

❖ **Classes de taille**

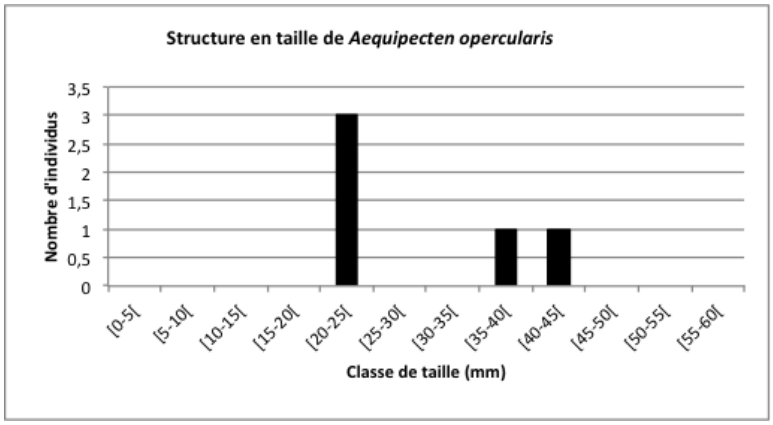


Figure 72 : Classes de taille des Aequipecten opercularis échantillonnées

Cet histogramme permet de se rendre compte qu'une petite partie des individus capturés a une taille comprise entre 20 et 25 mm et que l'autre partie des individus (la majorité des individus) a une taille comprise entre 35 et 45 mm.

3.2.6.6 *Venus verrucosa* ou la praire commune

❖ **Répartition**

Neuf individus de *Venus verrucosa* ont été échantillonnés sur cinq des dix-neuf stations du site. La densité moyenne est de 3,2 individus/m² sur l'ensemble des stations où elle est présente.

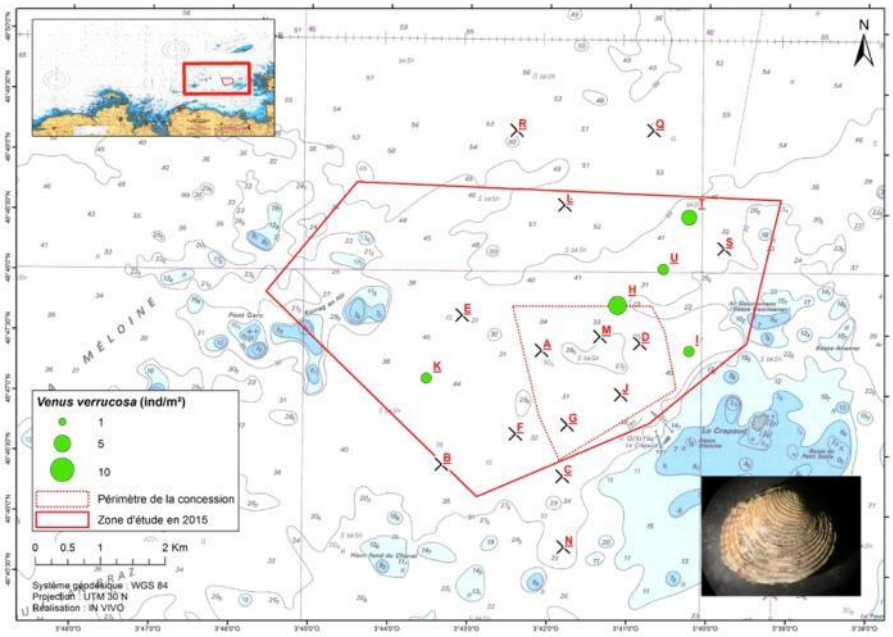


Figure 73 : Répartition des densités de Venus verrucosa (Photo : nature22.com)

❖ **Classes de taille**

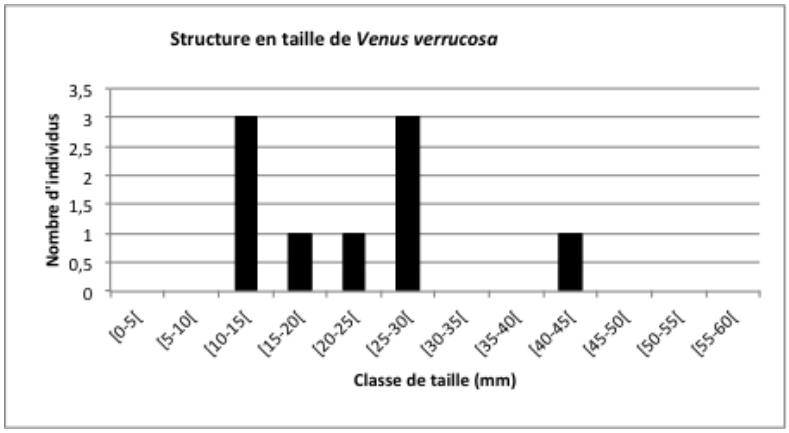


Figure 74 : Classes de taille des Venus verrucosa échantillonnées

Cet histogramme permet de se rendre compte que la majorité des individus capturés a une taille comprise entre 10 et 30 mm.

3.2.6.7 Les espèces commerciales de la zone de la concession en Baie de Lannion

Les bivalves d'intérêt commercial échantillonnés dans les prélèvements sont au nombre de six. Les espèces d'intérêt commercial majeur (*Polititapes rhomboides*, *Glycymeris glycymeris*) ont été peu retrouvées dans les prélèvements.

L'espèce dominante en termes de densité est l'amande de mer (*Glycymeris glycymeris*). L'espèce est présente dans la moitié des stations de l'étude (9 stations sur 19) avec des densités atteignant 34 individus/m^2.

3.2.7 Synthèse de l'inventaire biologique de substrat meuble

Les 19 stations échantillonnées ont montré une richesse spécifique assez élevée. 170 espèces ont été recensées avec une richesse spécifique moyenne sur la zone d'étude de 33 espèces par station (±13,35). La valeur minimale de la richesse spécifique est de 5 (station D) tandis que la valeur maximale est de 56 (station N).

La densité moyenne est de 653 ± 993,18 ind/m². Elle est donnée à titre informatif car elle est peu révélatrice si on considère la forte variabilité des 19 stations avec des valeurs allant de 12 ind/m² sur la station D et 4128 ind/m² au sein de la station N.

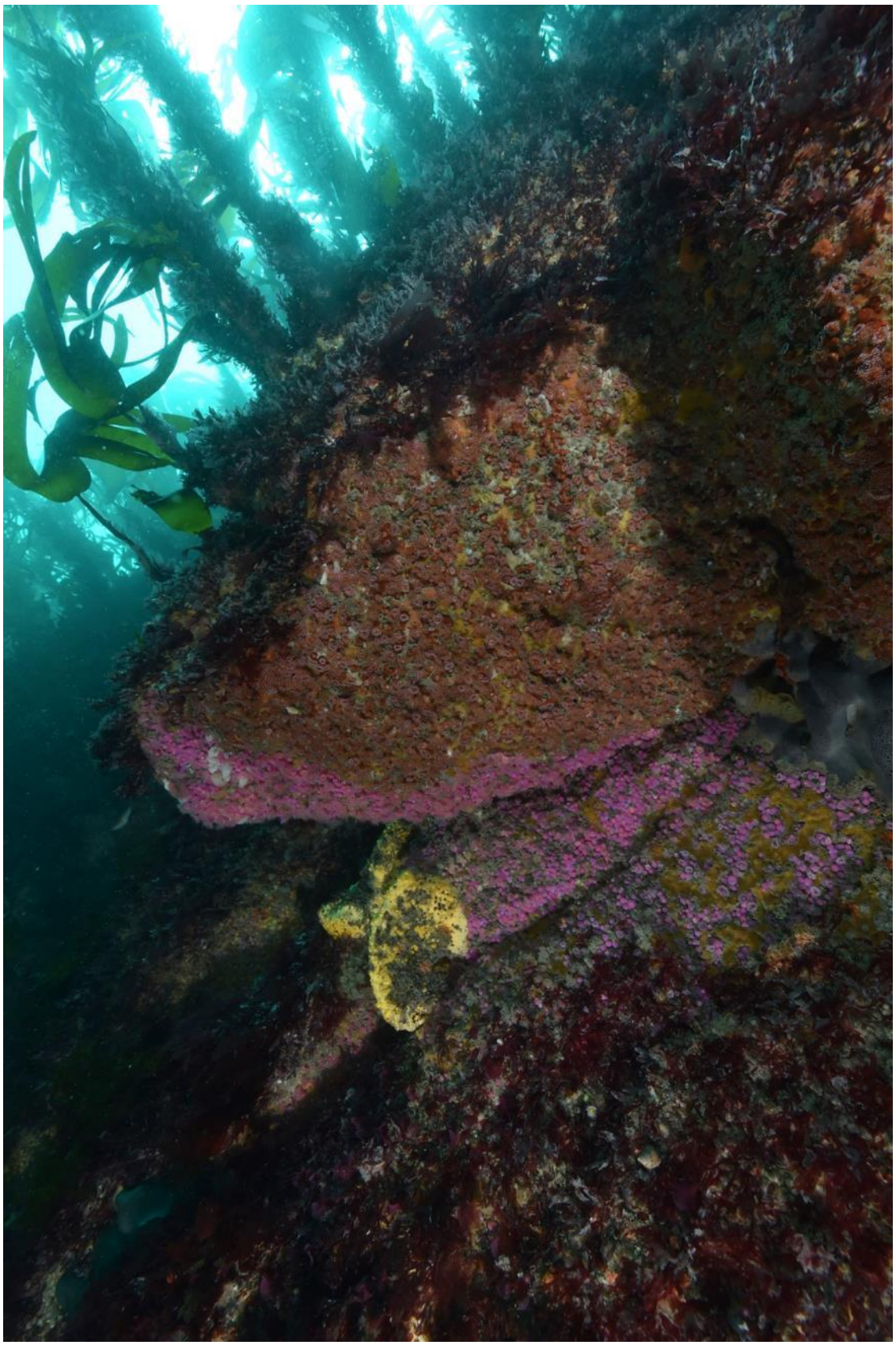
La présence en fortes densités du mollusque bivalve *Abra alba* sur les stations N et C se traduit par des indices de diversité (Shannon et Equitabilité) faibles. Trois stations (D, M et S) présentent un état écologique qualifié de « moyen » de par la présence d'assez fortes densités de certaines espèces ou d'une richesse spécifique faible (station D). Le reste des stations présente une structuration équilibrée des communautés observées avec des indices de diversité relativement élevés. Six stations (A, E, G, K, L et R) présentent un état écologique qualifié de « bon » et huit stations (A, E, G, K, L et R) montrent un état écologique qualifié d' « excellent ».

Les diagrammes rang-fréquence ont permis de suivre l'évolution de la structure des communautés benthiques sur le site de Pointe d'Armor. Les stations C et N sont les seules qui montrent des courbes correspondant à des diagrammes caractéristiques des communautés moins structurées (stade 1) du fait de la large dominance du mollusque bivalve *Abra alba*. Les stations (B, D, E, H, I, M, R et S) montrent des courbes de type concave caractéristiques d'une situation intermédiaire entre les stades 1 et 2 (stade 1') de Frontier décrit en 1976. Elles sont dominées par quelques espèces. Les stations A, F, G, J, K, L, Q, T et U se caractérisent par la présence d'un nombre important d'espèces de moyenne abondance, sans espèce fortement dominante, mais avec un contingent d'espèces rares. Ces stations correspondent au stade 2 décrit par Frontier en 1976.

La répartition des 19 stations dans et à proximité de la zone de concession se subdivise en trois groupes de stations. Le premier regroupe les stations D, F, G et R dominées par des sables moyens où sont présentes des espèces à la fois affiliées aux sables moyens propres comme les annélides polychètes *Nephtys cirrosa* et des espèces plus ubiquistes présentes dans des sédiments plus variés (sables grossiers à sables fins) comme le mollusque bivalve *Spisula elliptica* et l'échinoderme *Echinocyanus pusillus* affiliés aux sédiments plus grossiers. Le deuxième groupe est composé des stations N et C dominées par des sables fins et des espèces comme les mollusques bivalves *Abra alba* et *Phaxas pellucidus* ainsi que des annélides polychètes comme *Lagis koreni*, *Lanice conchilega*, *Aponuphis bilineata* et *Euclymene oerstedi* affiliés aux sédiments fins plus ou moins envasés. Enfin, le troisième groupe est formé des stations A, B, E, H, I, J, K, L, M, Q, S, T et U dominées par des sables très grossiers, des granules ainsi que des graviers.

Les espèces de mollusques bivalves à valeur commerciale, que sont la palourde rose (*Polititapes rhomboides*), l'amande de mer (*Glycymeris glycymeris*), la petite mactre (*Spisula elliptica*), la telline épaisse (*Arcopagia crassa*), le pétoncle blanc (*Aequipecten opercularis*) et la praire (*Venus verrucosa*) sont toutes présentes sur la zone d'étude avec des densités variables selon les espèces.

La zone ne présente pas d'espèces bénéficiant de statut de protection particulier ni d'espèces patrimoniales au niveau régional ou national.



Chapitre 3 : Inventaire biologique des zones rocheuses limitrophes

1 RAPPEL DU CONTEXTE DE L'ETUDE

Ce chapitre traite de l'étude suivante :

- **Inventaire biologique des zones rocheuses limitrophes.**

Dans le cadre de l'état de référence environnemental du site d'extraction de granulats marins de « Pointe d'Armor », a été intégré le compartiment biologique dit des 'roches subtidales'. L'influence potentielle de l'extraction sur la répartition des composantes benthiques, principalement sur la stratification des végétaux marins, a impliqué la réalisation d'un protocole permettant d'appréhender d'éventuelles modifications du milieu. Ce protocole est basé sur l'évaluation des peuplements algaux et leur répartition selon un profil bathymétrique. Le choix des sites de suivi a été réalisé en prenant en compte la proximité entre la zone d'extraction et les roches subtidales. Deux sites ont été choisis *a priori*, un à l'Est de la zone et l'autre à l'Ouest. Contrairement à l'application 'classique' du protocole, basé sur une configuration (topographie) des sites permettant d'appréhender les différents niveaux de peuplements (du 0 CM à la disparition complète des algues), le choix des sites a été ici guidé par la distance à la zone de travaux. Ainsi, le protocole d'évaluation a dû être adapté pour permettre de disposer de résultats pertinents à l'échelle d'un suivi temporel. Plusieurs sites ont été prospectés pour permettre de disposer de données des étagements des algues structurantes.

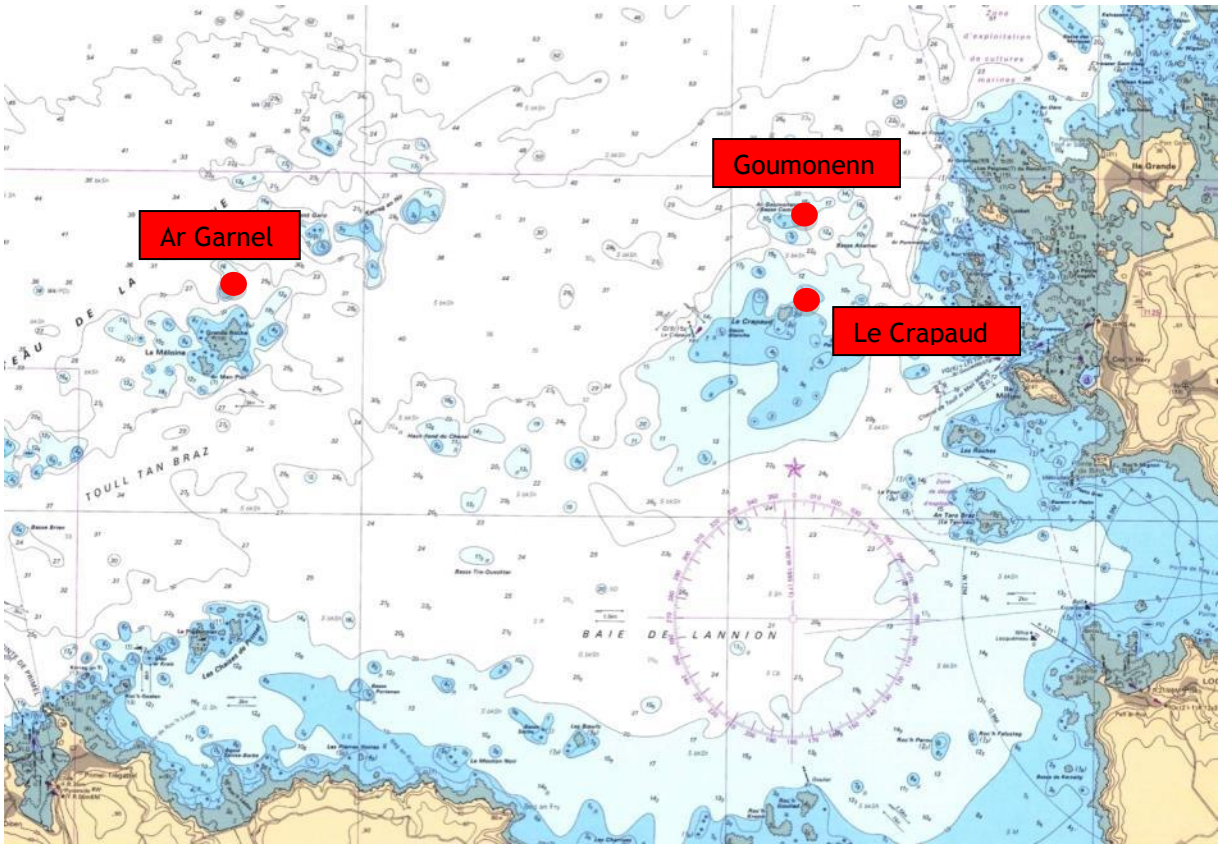


Figure 75 : Plan de positionnement des zones rocheuses investiguées (source SHOM).

2 MATERIELS ET METHODES

2.1 LES BIOCENOSES ALGALES

2.1.1 L'étagement phytal

La pénétration de la lumière conditionne essentiellement l'étagement des populations algales et de la faune associée dans le milieu marin en substrat rocheux. Cependant, la lumière est elle-même tributaire des facteurs comme l'agitation et les courants, en partie responsables de la turbidité, liée à la présence de matières en suspension. Par l'observation des peuplements du littoral de la Manche et de l'Atlantique, ainsi que les phénomènes de marées, il a été possible de définir des étagements ou niveaux, qui décrivent le paysage sous-marin, en différentes zones remarquables. Ils ont été décomposés en quatre zones distinctes :

- le **Supralittoral**, qui correspond à l'étage des lichens que seuls les embruns atteignent ;
- **l'Intertidal** ou **Médiolittoral**, qui désigne la zone de balancement des marées ou estran, pour un marnage de grandes vives-eaux de coefficient théorique 120 ;
- **l'Infralittoral**, qui n'est jamais découvert aux basses mers de grandes vives-eaux et qui se termine à la limite d'implantation des grandes algues (par exemple des Laminaires...) ;
- le **Circalittoral**, découpé en deux, par le circalittoral côtier, qui se termine avec la disparition du peuplement algal, et le circalittoral du large, composé exclusivement d'espèces animales.

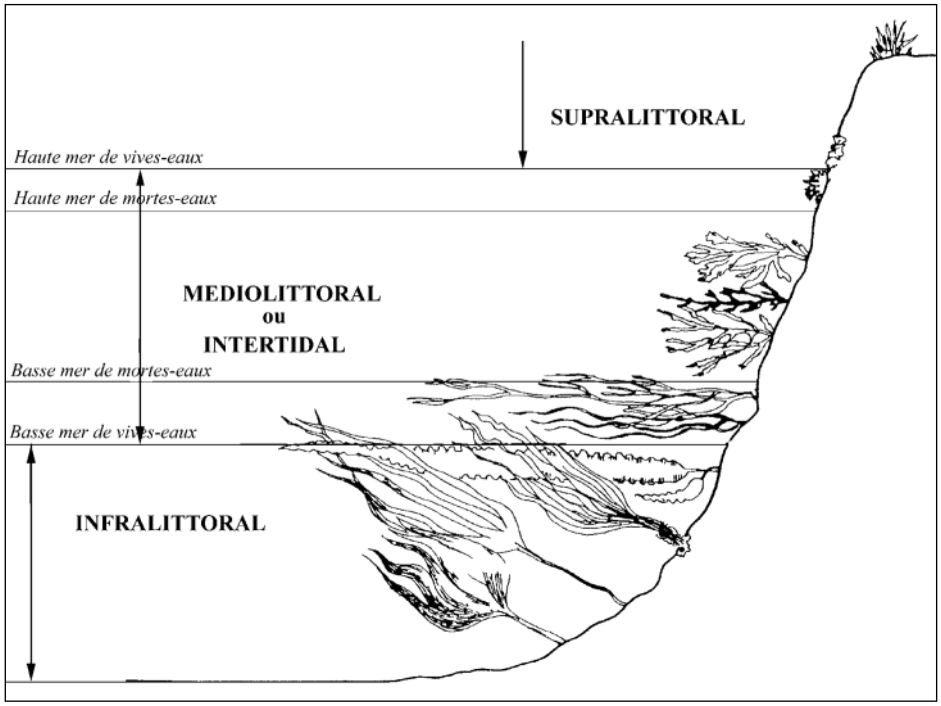


Figure 76 : Zonation phytale (source : ADMS)

La particularité du substrat rocheux fait qu'il est essentiellement exploité au niveau de sa surface (fixation) avec un ensemble d'organismes, dénommé « épibiose sessile », fixé de façon définitive sur le substrat. Les espèces luttent pour l'occupation du maximum de surface disponible, et sont autant animales que végétales, avec une biodiversité très importante, et des abondances généralement moyennes.

2.1.2 Le subtidal rocheux : étagements et niveaux

Le **subtidal rocheux** (le substrat dur en dessous du niveau des plus basses mers) est le regroupement des étages infralittoraux et circalittoraux.

L'infralittoral commence au niveau 0 Cote Marine (c'est à dire au niveau de la basse mer du coefficient théorique de 120) et se termine avec la disparition des grandes algues dressées. Son étalement en profondeur est donc variable suivant la pénétration de la lumière, pour des zones très turbides, l'infralittoral peut se terminer à 8 m CM (exemple de la côte du Croisic), tandis que dans des eaux claires, elle s'enfonce plus en profondeur à 32 m CM (dans l'archipel des Glénan). L'infralittoral se subdivise également en 3 niveaux, exprimés sous la forme de ceintures ou d'horizons en fonction de leur extension en profondeur. Une ceinture a une extension de l'ordre du mètre, tandis qu'un horizon s'étend sur plusieurs mètres en profondeur. **L'étage infralittoral** se caractérise par une forte instabilité environnementale et par une zone continuellement immergée, avec de grandes algues photophiles (*qui aiment la lumière*) : Laminaires et Fucales sous-marines (Sargassses, Cystoseires, Algues Gousse d'ajonc…), avec des prairies denses d'algues de petites tailles (sous-strate) et la dominance de la flore sur la faune fixée. Les ceintures et horizons sont : niveau 1 (ceinture à *Laminiria digita*), niveau 2 (horizon à grandes algues denses) et niveau 3 (horizon à grandes algues clairsemées).

Le circalittoral commence à la disparition des grandes algues dressées (fin de l'infralittoral) et s'étend jusqu'à la fin du plateau continental (talus continental), où commencent alors les étagements abyssaux. Le circalittoral se divise en deux niveaux : le circalittoral côtier caractérisé par la présence d'algues sciaphiles (*qui aiment l'ombrent*), de densité décroissante avec la profondeur et la dominance de la faune fixée sur la flore, et le circalittoral du large caractérisé par l'absence d'algues dressées. La fin de l'étage circalittoral du large détermine le commencement du système aphytal. **L'étage circalittoral** se caractérise par une zone de faibles variations environnementales ou la faune fixée domine sur la flore.

Il est à noter que l'influence de la houle touche peu le circalittoral. C'est pourquoi seuls les niveaux de l'infralittoral peuvent être décrit sous la forme de deux modes : battus et calmes, qui déterminent alors à nouveau des peuplements spécifiques.

Cette représentation a été définie par Annie Castric-Fey (dans différentes publications : 1973, 1978, 1997, 2001…) comme suit :

- **Etage supralittoral** (= zone des embruns marins), caractérisé par les lichens
- **Etage médiolittoral** (= zone de balancement des marées ou estran), caractérisé par des ceintures de fucales émergées (*Pelvetia, Fucus, Ascophyllum*) ou des populations de crustacés et mollusques fixés sur la roche (balanes, patelles, moules…).
- **Etage infralittoral** (= zone continuellement immergée, à forte instabilité environnementale), caractérisé par de grandes algues photophiles : laminaires et fucales sous-marines (*Sargassum*, *Cystoseira, Halidrys*) et la dominance de la flore sur la faune fixée.

  - ceinture de *Chondrus - Mastocarpus* (émergée en marée de vive eau).

  - « Niveau 1 » (facultatif) = ceinture à *Laminaria digitata*

  « Niveau 2 » = étage infralittoral supérieur = ceinture à laminaires denses (« kelp forest »), ou à fucales sous-marines denses.

  - « Niveau 3 » = étage infralittoral inférieur = ceinture à laminaires clairsemées (« laminarian park »), ou à fucales sous-marines clairsemées et prairies denses d'algues de petite taille (*Dictyopteris membranacea*…).
- **Etage circalittoral** (=zone de faibles variations environnementales)

  - « Niveau 4 » = étage circalittoral supérieur = Horizon circalittoral côtier = Les laminaires sont désormais absentes. Niveau caractérisé par la présence d'algues sciaphiles (*Dictyopteris membranacea, Rhodymenia pseudopalmata*…) de densité décroissante avec la profondeur et la dominance sur la flore de la faune fixée (gorgones, roses de mer, éponges axinellides et brachiopodes…).

  - « Niveau 5 » = étage circalittoral inférieur = Horizon circalittoral du large = Niveau caractérisé par l'absence d'algues dressées et l'apparition d'un nouveau stock d'animaux fixés (*Dendrophyllia cornigera, Swiftia rosea, Porella compressa*…) : faune fixée sciaphile dominante.

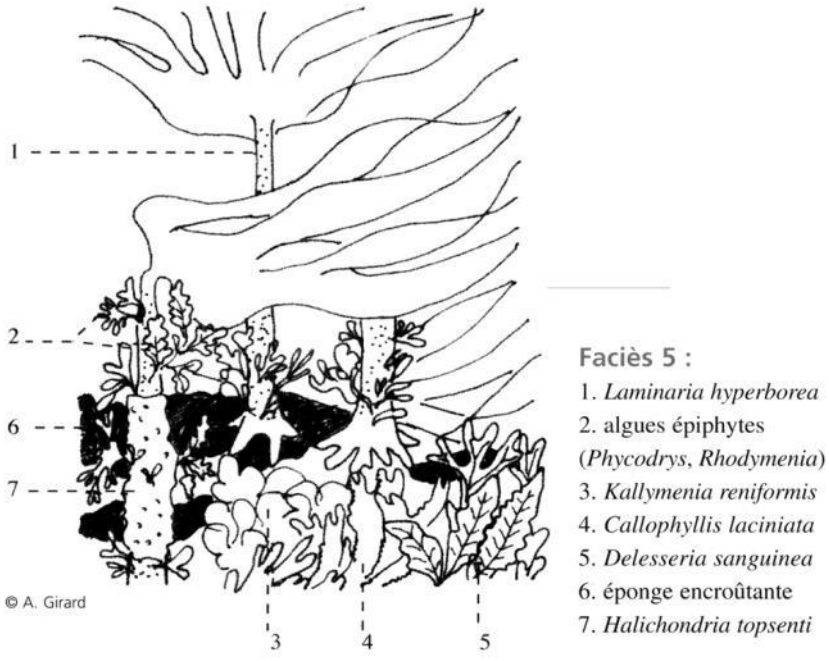


Figure 77 : Exemple de schématisation de la forêt de Laminaires hyperborées (source ADMS)

La déclinaison en ceintures et horizons peut-être également classée en fonction de la turbidité de l'eau et/ou de l'agitation.

Ceinture algale	Milieu peu turbide		Milieu très turbide
	Site exposé	*Site abrité*	
Frange infralittorale (facultative) =Niveau 1	Présence de *Laminaria digitata*	Présence de *Laminaria digitata* ou *Padina pavonica*	Présence de *Padina pavonica*
Infralittoral supérieur =Niveau 2	"Forêt de laminaires denses" : Laminaires (*Laminaria digitata*, *Laminaria hyperborea*, *Laminaria ochroleuca* et *Saccorhiza polyschides*) densité ≥ 3/m²	Champs de *Cystoseira spp.* et *Halidrys siliquosa* ≥ 3ind/m²)	*Sargassum muticum* et/ou *Halidrys siliquosa*, parfois associées avec *Laminaria hyperborea*, et/ou *Saccorhiza polyschides* (≥ 3ind/m²). Sous strate composée d'algues rouges sciaphiles
Infralittoral inférieur =Niveau 3	"Forêt de laminaires clairsemées" : Laminaires (*Laminaria digitata*, *Laminaria hyperborea*, *Laminaria ochroleuca* et *Saccorhiza polyschides*) densité <3/m²	Champs de *Solieria chordalis* <3ind/m²)	Rares *Sargassum muticum* et/ou *Halidrys siliquosa* éparses <3ind/m²). Abondance d'algues rouges sciaphiles *Solieria chordalis* et de la faune fixée
Circalittoral côtier =Niveau 4	Absence de laminaires et présence d'algues sciaphiles (*Dictyopteris polypodioides*, *Rhodymenia pseudopalmata*…), prédominance de la faune fixée	Absence de *Solieria chordalis* et présence d'algues sciaphiles (*Dictyopteris polypodioides*, *Rhodymenia pseudopalmata*…), prédominance de la faune fixée	Dominance de la faune fixée, algues foliacées rares
Circalittoral du large =Niveau 5	Algues dressées absentes. Apparition de faune sciaphile	Algues dressées absentes. Apparition de faune sciaphile	Dominance de la faune fixée, algues dressées absentes

Tableau 22 : Autre représentation des ceintures (Derrien, 2011)

Les Laminaires hyperborées sont en effet une composante très importante de l'écologie des fonds durs. Ces véritables forêts sont pérennes, car cette Laminaire peut vivre de très nombreuses années (> 20 ans). Sa fronde se renouvelle chaque année, tandis que son stipe (tronc) reste ancré sur le rocher. Le stipe croit en diamètre et longueur chaque année, en fonction du mode d'agitation (battu et abrité) et de la pénétration de la lumière, qui est fonction de la clarté de l'eau et de la profondeur. Du fait de son stipe dont la surface est rugueuse, de nombreuses algues rouges s'y fixent rendant ainsi la forêt très riche en termes de biodiversité. Une partie importante de ces algues (frondes des laminaires, épiphytes, sous-strate…) va être arrachée durant les tempêtes d'hiver. En se dégradant, ses morceaux d'algues en épaves vont ainsi enrichir en matière organique les eaux côtières et être aussi transportés vers le large, ensemençant ainsi les eaux profondes. Le rôle des forêts de Laminaires est donc fondamental pour les eaux côtières et pour le plateau continental.

2.2 L'ESPECE LAMINAIRE RUGUEUSE (LAMINARIA HYPERBOREA)

Etymologie : Latin *lamina* = lame et *hyperboreus* = septentrional

2.2.1 Description

Fixé au substrat par des crampons, le stipe de cette espèce est cylindrique sur toute sa longueur, rigide et cassant, même à l'état jeune. Il est rugueux en surface et sert de support à de nombreux épiphytes (animaux ou végétaux fixés sur un support végétal). Sur le stipe jeune, les rugosités ne sont visibles qu'à la base, juste au-dessus des crampons. Les vieux stipes trouvés en épave sont très durs et se décomposent difficilement (ils étaient autrefois utilisés comme combustibles dans les îles du Ponant). La lame ou fronde est cordiforme (en forme de cœur) à la base et s'élargit brusquement au-dessus du stipe. Cette laminaire est une algue pérenne. Le stipe reste et croît en épaisseur en présentant des anneaux de croissance. Chaque année, au printemps, la fronde se redéveloppe, tandis que l'ancienne, appelée « mantelet » ou « fleur de mai » se détache au niveau d'un étranglement très caractéristique. Les sporocystes forment de larges taches sombres qui s'étendent depuis les lanières jusqu'à la base de la lame.

2.2.2 Habitat

Cette espèce est la composante essentielle de la forêt de laminaires. En population d'abord dense puis clairsemée, elle disparaît à une profondeur variable selon la turbidité de l'eau. En eau très claire, elle descend jusqu'à 40 m CM (archipel de Molène). Cette espèce s'étend du Spitzberg à l'Espagne. Elle joue un rôle considérable dans la création de paysages sous-marins et dans le fonctionnement de l'écosystème côtier. Sa biomasse peut aller jusqu'à plus de 30 Kg/m^2.

2.3 L'EVALUATION DES ALGUES STRUCTURANTES (DCE-2)

2.3.1 Protocoles utilisés

Le protocole ECBRS (Evaluation de l'Etat de Conservation des Biocénoses des Roches Subtidales) ou DCE-2 sur les algues subtidales a été élaboré par Sandrine Derrien du laboratoire de biologie marine de Concarneau du MNHN. Elle s'est inspirée des travaux menés préalablement par la chercheuse Annie Castric sur les biocénoses des fonds durs de Bretagne.

Les quatre documents de référence, dont est issu le protocole proposé, sont :

- Suivi des macroalgues subtidales de la façade Manche-Atlantique – Février 2011 – Sandrine Derrien-Courtel et Aodren Le Gal – Muséum National d'Histoire Naturelle
- Mise en réseau des suivis des biocénoses des roches subtidales de la façade Manche/Atlantique & Elaboration d'une stratégie d'Evaluation de leur Etat de Conservation - Document de travail version 1.2 - Juin 2011 - Sandrine Derrien-Courtel *et al*.
- Protocole de surveillance DCE pour l'élément de qualité « Macroalgues subtidales » - Bilan et perspective – Décembre 2013 - Sandrine Derrien-Courtel – Muséum National d'Histoire Naturelle
- Protocole de surveillance DCE pour l'élément de qualité « Macroalgues subtidales » - Second cycle de suivi (DCE-2) – Janvier 2014 - Sandrine Derrien-Courtel – Muséum National d'Histoire Naturelle

Le protocole ECBRS du MNHN de Concarneau permet ainsi de déterminer l'état de conservation des roches subtidales. Il est fondé sur l'étude des paramètres suivants :

- Les limites d'extension en profondeur des différentes ceintures algales présentes
- La composition et la densité des espèces structurantes
- La composition et la densité des espèces algales caractéristiques
- La composition et la densité des espèces algales opportunistes
- La composition et la densité des espèces animales
- L'étude des stipes de *Laminaria hyperborea* et de leurs épibioses
- La structure de l'habitat

L'application de ce protocole se distingue en trois volets, permettant à la fois le suivi :

1. des macroalgues (volet 1),
2. de la faune (volet 2),
3. et de la structure de l'habitat (volet 3).

Le protocole est assez dense en termes d'acquisition de données et a été initialement proposé pour une application sur des tombants rocheux (**sites avec fort gradient bathymétrique**).

Les protocoles ont donc été adaptés compte tenu des spécificités de la zone de projet et du choix initial des stations. Cependant, pour que l'étude soit complète sur une station, il est nécessaire de pouvoir observer de la Laminaire rugueuse (Laminaria hyperborea). Sans la présence de celle-ci, le protocole n'a plus beaucoup de sens.

2.3.2 Effort d'échantillonnage et répartition spatiale

La première étape pour l'application du protocole (volet 1) est d'évaluer les limites d'extension en profondeur des différentes espèces d'algues structurantes (macroalgues brunes) selon la méthodologie « repérage Znieff-Mer » (REBENT). Il prend également en compte la présence des microhabitats et des espèces dominantes associées à chaque habitat.

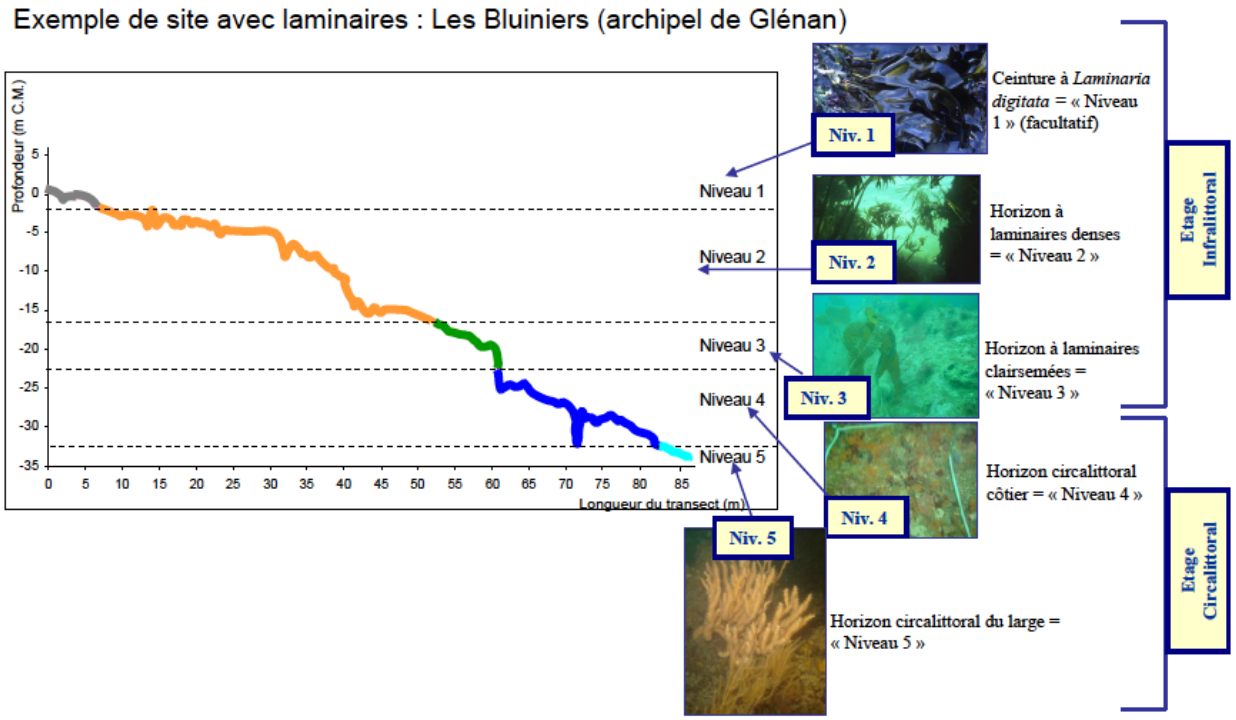


Figure 78 : Exemple de détermination des limites d'extension en profondeur des ceintures algales (source MNHN)

Les profondeurs sont relevées le long d'un transect de longueur fixe (50 mètres) et en relevant la profondeur tous les mètres ou tous les deux mètres, compte tenu du niveau de pente sur site. Les profondeurs sont rapportées au 0 des cartes (cote marine ou CM). La correction est réalisée selon les hauteurs d'eau fournies par le SHOM – une valeur est disponible toutes les 15 minutes.

Le but est de déterminer les différents horizons (limites infralittoral/circalittoral notamment). Cependant, il n'est pas toujours possible de repérer toutes les ceintures et tous les horizons quand les pentes sont trop faibles, ce qui demanderait de réaliser une plongée faisant plusieurs centaines de mètres de prospection. Il est important alors de repérer au moins l'horizon à Laminaires denses (niveau 2) dont la suite du protocole en dépend.

La limite entre la frange infralittoral (ceinture facultative de niveau 1) et l'infralittoral supérieur (niveau 2) n'a pas besoin d'être déterminée et on considère une seule ceinture à laminaires denses en regroupant ces deux horizons. Toutefois, la présence de la laminaire *Laminaria digitata* et de *Padina pavonica* et donc de la ceinture facultative de niveau 1 est notée.

Une fois la limite d'extension des ceintures algales identifiée, les autres volets du protocole (volets 2 et 3) sont réalisés compte tenu des premiers résultats. Ils consistent en la caractérisation de la faune : comptage sur 10 quadrats de surface normée (50 centimètres de côté soit 1/4 de mètre carré) dans l'infralittoral supérieur et 10 quadrats dans le circalittoral côtier et de la structure de l'habitat (comptage des algues arbustives pérennes sur des quadrats de surface normée - le nombre de quadrats est orienté par les résultats du volet 1). Le comptage concerne exclusivement les espèces dont le système de fixation se situe dans le quadrat (pour les formes encroûtantes il est utilisé un indice de recouvrement de 0 à 6).

2.3.3 Caractérisation des Espèces Algales dites Structurantes

La présence et la densité de ces espèces dites structurantes sont relevées dans des quadrats de ¼ de m^2 positionnés au niveau des ceintures algales :

- 10 quadrats pour l'infralittoral supérieur (autour de la profondeur théorique de meilleure expression de cet étage à 3 m CM – niveau 2) ;
- 8 quadrats pour l'infralittoral inférieur (autour de la profondeur théorique 8 m CM) ;
- et enfin au niveau du circalittoral côtier avec 10 quadrats (13 m CM).

Les profondeurs sont évidemment à adapter en fonction de ce qui a été trouvé dans le volet 1.

Les espèces à dénombrer sont les espèces dites structurantes (tableau suivant).

		Ecorégions		
		Manche orientale	**Manche occidentale – Bretagne - Pays de Loire**	**Pays Basque**
Type de milieu	Peu turbide	*Laminaria digitata* *Laminaria hyperborea* *Laminaria ochroleuca* *Saccorhiza polyschides* jeunes laminaires indéterminées	*Laminaria digitata* *Laminaria hyperborea* *Laminaria ochroleuca* *Saccorhiza polyschides* jeunes laminaires indéterminées	*Padina pavonica* *Cystoseira spp.* *Laminaria ochroleuca* *Saccorhiza polyschides* jeunes laminaires indéterminées
	Turbide	-	*Padina pavonica* *Solieria chordalis* *Halidrys siliquosa* *Cystoseira spp* *Sargassum muticum* *Saccharina latissima* *Laminaria hyperborea* *Saccorhiza polyschides* jeunes laminaires indéterminées	-

Tableau 23 : Liste des espèces structurantes en fonction de l'écorégion (source MNHN)

2.3.4 Evaluation des Algues Caractéristiques

Une liste des espèces algales caractéristiques a été établie pour chaque écorégion française. Cette liste est basée sur les études antérieures réalisées dans le cadre du REBENT et de la DCE. Elle a été réalisée sur la base de séries temporelles obtenues sur de nombreux sites. La liste des espèces prises en considération dans le cadre de cette étude est celle de l'écorégion : Manche occidentale – Bretagne – Pays de la Loire. De même, une liste des espèces invasives a été établie sur la même base que précédemment.

Ces espèces sont comptabilisées (en qualitatif et quantitatif) dans les quadrats étudiés ci-dessus.

Manche orientale	Manche occidentale-Bretagne-Pays de la Loire	Pays basque
Ahnfeltia plicata	*Acrosorium venulosum*	Algues brunes encroûtantes
Acrosorium venulosum	Algues calcaires dressées	*Callophyllis laciniata*
Algues calcaires dressées	*Bonnemaisonia asparagoides*	*Callophyllis laciniata*
Apoglossum ruscifolium	*Calliblepharis ciliata*	*Champia parvula*
Bonnemaisonia asparagoides	*Callophyllis laciniata*	*Corallina sp.*
Calliblepharis ciliata	*Cruoria pellita*	*Cystoseira spp.*
Calliblepharis jubata	*Cryptopleura ramosa*	*Dictyopteris polypodioides*
Callophyllis laciniata	*Delesseria sanguinea*	*Dictyota dichotoma*
Cladostephus spongiosus	*Dictyopteris polypodioides*	*Drachiella spectabilis*
Cordylecladia erecta	*Dictyota dichotoma*	*Gelidium corneum*
Cruoria pellita	*Dilsea carnosa*	*Gelidium spp*
Cryptopleura ramosa	*Drachiella spectabilis*	*Halopithys incurva*
Delesseria sanguinea	*Erythroglossum laciniatum*	*Halopteris filicina*
Dictyopteris polypodioides	*Halopteris filicina*	*Halurus equisetifolius*
Dictyota dichotoma	*Halurus equisetifolius*	*Heterosiphonia plumosa*
Dilsea carnosa	*Heterosiphonia plumosa*	*Jania rubens*
Erythroglossum laciniatum	*Kallymenia reniformis*	*Lithophyllum incrustans*
Halopteris filicina	*Laminaria hyperborea*	*Mesophyllum lichenoides*
Heterosiphonia plumosa	*Meredithia microphylla*	*Nitophyllum punctatum*
Kallymenia reniformis	*Phyllophora crispa*	*Peyssonnelia spp.*
Laminaria digitata	*Phymatolithon lenormandii*	*Phyllophora crispa*
Laminaria hyperborea	*Plocamium cartilagineum*	*Plocamium cartilagineum*
Laminaria saccharina	*Polyneura bonnemaisonii*	*Pterosiphonia complanata*
Meredithia microphylla	*Rhodymenia pseudopalmata*	*Pterosiphonia pennata*
Phyllophora crispa	*Sphaerococcus coronopifolius*	*Rhodymenia pseudopalmata*
Phyllophora pseudoceranoides	*Apoglossum ruscifolium*	*Sphondylothamnion multifidum*
Phymatolithon lenormandii	*Calliblepharis jubata*	*Stypocaulon scoparium*
Plocamium cartilagineum	*Chondria dasyphylla*	*Taonia atomaria*
Polyneura bonnemaisonii	*Chylocladia verticillata*	*Zanardinia typus*
Rhodymenia pseudopalmata	*Cystoseira spp.*	
Sargassum muticum	*Halidrys siliquosa*	
	Nitophyllum punctatum	
	Padina pavonica	
	Pterothamnion spp.	
	Rhodophyllis spp.	
	Sargassum muticum	
	Solieria chordalis	

Tableau 24 : Listes des espèces caractéristiques de l'infralittoral en fonction de l'écorégion (source MNHN).

Il s'ajoute une recherche également d'espèces dites invasives ou opportunistes, sur lesquelles il est attendu une attention particulière.

Groupe taxonomique	Espèces	Remarque
Chlorophycées	Codium spp.	Considérées comme opportunistes pour l'écorégion pays basque uniquement
	Cladophora spp.	
	Enteromorpha spp.	
	Ulva spp.	
Microalgues coloniales	Diatomées (filamenteuses)	
Phéophycées	*Desmarestia ligulata*	
	Ectocarpales	
	Hincksia spp.	
Rhodophycées	*Ceramium spp.*	
	Hypoglossum hypoglossoides	
	Heterosiphonia japonica	
	Polysiphonia spp. (hormis *P. lanosa* et *P. elongata*)	

Tableau 25 : Liste des espèces invasives (source MNHN)

2.3.5 Etude des stipes de Laminaria hyperborea

Il s'agit d'effectuer des relevés sur 10 stipes représentatifs de la zone prospectée, choisis de manière aléatoire au sein de l'infralittoral supérieur, si cette laminaire y est dominante et bien représentée. Pour chaque stipe de *Laminaria hyperborea*, on relève alors *in situ* :

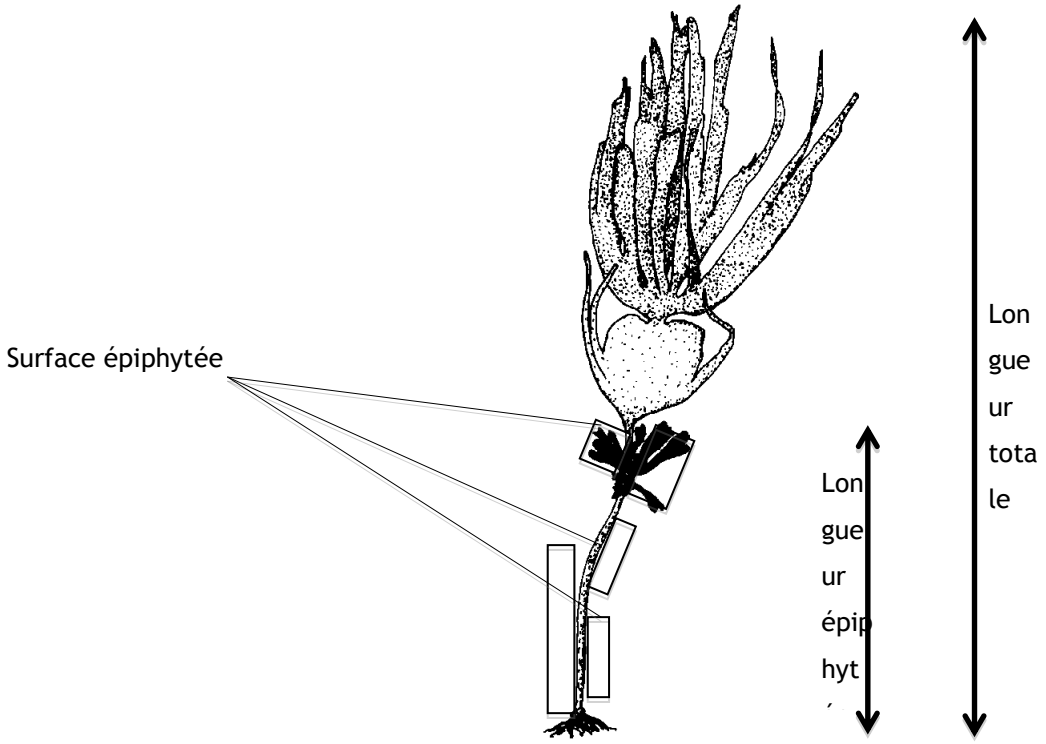


Figure 79 : Mesures effectuées sur les Laminaires rugueuses

- la longueur totale du stipe (du début de la lame au début du crampon) ;
- la longueur épiphytée du stipe (du début du crampon au dernier épiphyte) ;
- la surface occupée par l'ensemble des épibioses. Il s'agit d'estimer la surface occupée par l'ensemble des épibioses dans un plan ;

- les 5 principales espèces présentes en épiphyte (flore et faune). En cas de doute sur la détermination des épibioses présentes, un échantillon pourra être prélevé pour une identification ultérieure ;
- la présence d'oursins ou d'helcions (nombre d'individus) ;
- le pourcentage du stipe recouvert par des moules ;
- le stade de nécrose des frondes (stade 1 à 4).

2.3.6 Indice de Qualite et de l'EQR

Une fois l'ensemble de ces données collectées, il est possible alors d'utiliser un indice de Qualité et un EQR (ou Ecological Quality Ratio) pour voir comment se situe le site étudié par rapport à des sites de références. Ainsi, il est donc possible de caractériser l'état de qualité du site.

2.3.6.1 Limite d'extension en profondeur des différentes ceintures algales

La note ceinture algale est calculée en effectuant le rapport entre la profondeur limite inférieure d'un niveau et la valeur de référence correspondante. On multiplie ce résultat par 30 pour obtenir la note sur 30 points.

Supertype	Valeur de référence niveau 1-2	Valeur de référence niveau 3
A : Côte rocheuse peu turbide	-28,45m	-32,22m
B : Côte sablo-vaseuse peu turbide	-12,47m	-14,73m
C : Côte rocheuse ou sablo-vaseuse turbide	-4,19m	-8,08m

Tableau 26 : Valeur de référence : limites d'extension en profondeur des ceintures (source MNHN, 2011)

2.3.6.2 Composition et densité des espèces définissant l'étagement (niveau 1-2)

Densité des espèces définissant l'étagement (nb ind / m²)		Note
Supertype A et B	Supertype C	
<10	<15	0
[10 ; 20[	[15 ; 30[	5
[20 ; 35[	[30 ; 45[	10
[35 ; 60[	[45 ; 60[	15
≥60	≥60	20

Tableau 27 : Densité des espèces définissant l'étagement (source MNHN, 2011)

2.3.6.3 Espèces caractéristiques

Pour chaque niveau, un comptage des espèces caractéristiques est réalisé, ce qui permet de déterminer le nombre d'espèces caractéristiques bien représentées (Fréq occ > 10%) dans chaque niveau.

	Nombre d'espèces caractéristiques présentes dans le niveau 2	Nombre d'espèces caractéristiques présentes dans le niveau 3	note
Supertype A ou B	<9	<5	0
	[9-12[	[5-8[	5
	[12-15[	[8-11[	10
	[15-18[	[11-14[	15
	≥18	≥14	20
Supertype C	<5	<5	0
	[5-8[	[5-8[	5
	[8-11[	[8-11[	10
	[11-14[	[11-14[	15
	≥14	≥14	20

Tableau 28 : Notation pour les espèces caractéristiques (source MNHN, 2011)

2.3.6.4 Espèces opportunistes

Dans chaque ceinture, les espèces opportunistes sont dénombrées au sein des quadrats (10 dans le niveau 1-2 et 8 dans le niveau 3 sélectionnés de manière aléatoire si nécessaire). On calcule ensuite leur densité (en nombre de pieds / m²). Un barème unique permet, quel que soit le niveau étudié, de donner une note en fonction de la densité totale des espèces opportunistes.

Densité d'espèces opportunistes (nd ind / m²)	Note
≥30	0
[20 ; 30[	5
[12 ; 20[	10
[7 ;12[	15
[0 ; 7[	20

Tableau 29 : Barème pour les espèces opportunistes (source MNHN, 2011)

2.3.6.5 Richesse spécifique

Dans chaque quadrat, la diversité algale est mesurée en listant les espèces présentes. Ceci permet de recenser le nombre de taxons sur une surface d'échantillonnage minimum (10 quadrats dans les niveaux 1-2 et 8 quadrats dans le niveau 3). Si pour un niveau, le nombre de quadrats réalisés est supérieur, on procède alors à un tirage au sort aléatoire afin d'obtenir le nombre de quadrats requis.

	Niveaux 1-2		
	Supertype A	Supertype B ou C	**Note**
Nombre de taxons recensés sur 10 quadrats	<15	<20	0
	[15 ; 20[	[20 ; 30[	5
	[20 ; 30[	[30 ; 40[	10
	[30 ; 40[	[40 ; 45[	15
	≥40	≥45	20

	Niveau 3		
	Supertype A	Supertype B ou C	**Note**
Nombre de taxons recensés sur 8 quadrats	<8	<15	0
	[8 ; 12[	[15 ; 25[	5
	[12 ; 16[	[25 ; 30[	10
	[16 ; 20[	[30 ; 35[	15
	≥20	≥35	20

Tableau 30 : Notation de la richesse spécifique (source MNHN, 2011)

2.3.6.6 Stipes de *Laminaria hyperborea* – épibioses

Pour chaque niveau, cette note est obtenue en calculant la moyenne de deux sous-indices qui sont la longueur moyenne des stipes et la surface moyenne de la totalité des épibioses. Pour étudier ces paramètres, 10 stipes représentatifs sont choisis de manière aléatoire au sein des niveaux 1-2 et 3. Pour chaque stipe, on mesure la longueur totale et la surface de la totalité des épibioses. Pour chaque niveau, ces données permettent d'établir la longueur moyenne des stipes et la surface moyenne de la totalité des épibioses par mètre linéaire de stipe. Une note est attribuée pour chaque sous-indice en utilisant une grille de notation qui prend en compte le niveau étudié.

Niveau	Niveaux 1-2	Niveau 3	**Note**
Surface moyenne des épibioses par ml de stipe épiphyté (cm²/m)	[0 ; 100[	[0 ; 50[	0
	[100 ; 400[	[50 ; 100[	5
	[400 ; 700[	[100 ; 150[	10
	[700 ; 1000[	[150 ; 200[	15
	≥1000	≥200	20

Niveau	Niveaux 1-2	Niveau 3	**Note**
Longueur moyenne des stipes (cm)	[0 ; 25[	[0 ; 3[	0
	[25 ; 45[	[3 ; 7[	5
	[45 ; 65[	[7 ; 11[	10
	[65 ; 85[	[11 ; 15[	15
	≥85	≥15	20

Tableau 31 : Notation pour les stipes et épibioses (source MNHN, 2011)

Pour chaque niveau, la note "stipes de *Laminaria hyperborea* - épibioses" est obtenue en calculant la moyenne des notes des deux sous-indices « longueur des stipes » et « surface des épibioses ».

2.3.6.7 Calcul de l'indice de qualité du site

L'indice de qualité du site est obtenu en calculant la moyenne (rapportée sur 100 points) des notes obtenues pour chacun des niveaux. Dans la mesure où l'un des paramètres ne peut être noté (ex : absence

de *Laminaria hyperborea*), la note moyenne de chaque niveau est pondérée pour ne pas pénaliser l'indice de qualité global du site.

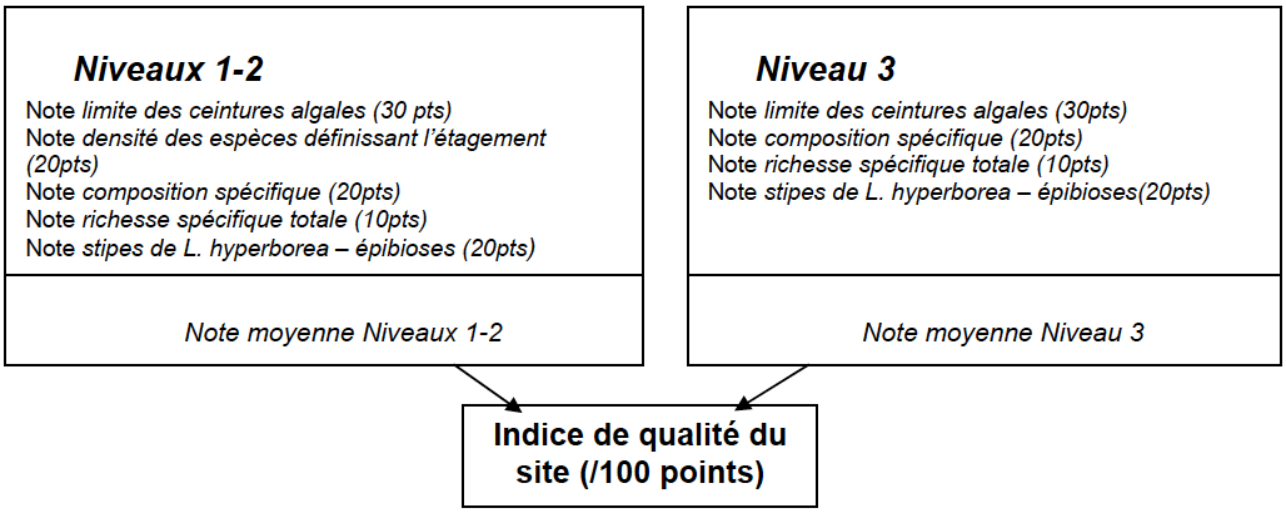


Tableau 32 : Calcul de l'indice de qualité du site (source MNHN, 2011)

2.3.6.8 Calcul de l'EQR

L'EQR ou Ecological Quality Ratio se calcule en faisant le rapport entre l'indice de qualité d'un site et l'indice de qualité (ou médiane des indices de qualité) du (des) site(s) de référence. Pour chaque « supertype », un ou plusieurs sites illustrant des conditions dites de référence ont été définis (cf. ci-dessous). Pour le calcul de l'EQR, on utilisera les meilleurs indices de qualité obtenus par les sites de référence lors des différents relevés.

Supertype A	Supertype B	Supertype C
La Barrière (Sept îles) Ar Forc'h Vihan (Ouessant) Les Bluiniers (Glénan)	Les Pierres Noires (Quiberon) Les Haies de la Conchée (Saint Malo) Chausey	Ile Ronde (Rade de Brest)

Tableau 33 : Site de références (MNHN, 2011)

EQR	[0 ; 0,25[	Très mauvais
	[0,25 ; 0,45[	Mauvais
	[0;45 ; 0,65[	Moyen
	[0,65 ; 0,85[	Bon
	[0,85 ; 1]	Très bon

Tableau 34 : Grille de lecture de l'EQR (source MNHN, 2011)

2.3.7 Synthèse du travail à faire sur chaque station

Sur chaque station, le protocole à mettre en place est donc le suivant :

- Sur un transect de longueur de 50m, description des étagements et détermination des profondeurs des différents niveaux (2, 3, 4 et 5 s'il y a…).
- En présence de *Laminaria hyperborea* sur les niveaux 2 ou 3, réalisation de :
  - 10 cadrats de comptage (densité des adultes et juvéniles) et mesure des stipes adultes

- 10 cadrats pour le niveau 2 et 8 pour le niveau 3 de comptage de la sous-strate algale et de la faune associée
- Sur 10 Laminaires, mesures des longueurs des stipes, de la longueur épiphytée, des surfaces des épiphytes, de la détermination spécifique des épiphytes les plus abondantes, de la présence/absence d'Helcion, de la présence/absence de nécrose

En 2012, la première campagne d'investigations utilisait le protocole DCE-1 pour lequel chaque site a été étudié selon les paramètres suivants :

- Topographie du site ;
- Evaluation environnementale selon la méthodologie « repérage Znieff-Mer » ;
- Evaluation des algues caractéristiques ;
- Evaluation des algues structurantes ;
- Evaluation des algues invasives ;
- Evaluation de la structure des macroalgues structurantes.

En 2015, suite à l'évolution du protocole DCE-2, chaque site a fait l'objet d'une actualisation, selon les paramètres ci-dessous :

- Evaluation des algues caractéristiques ;
- Evaluation des algues structurantes ;
- Evaluation des algues invasives ;
- Evaluation de la structure des macroalgues structurantes.

La topographie de chaque site n'a pas été reprise, car celle-ci n'a pas été modifiée. Le descriptif selon la méthodologie ZNIEFF-MER n'a été actualisé que de manière partielle par une description qualitative des espèces.

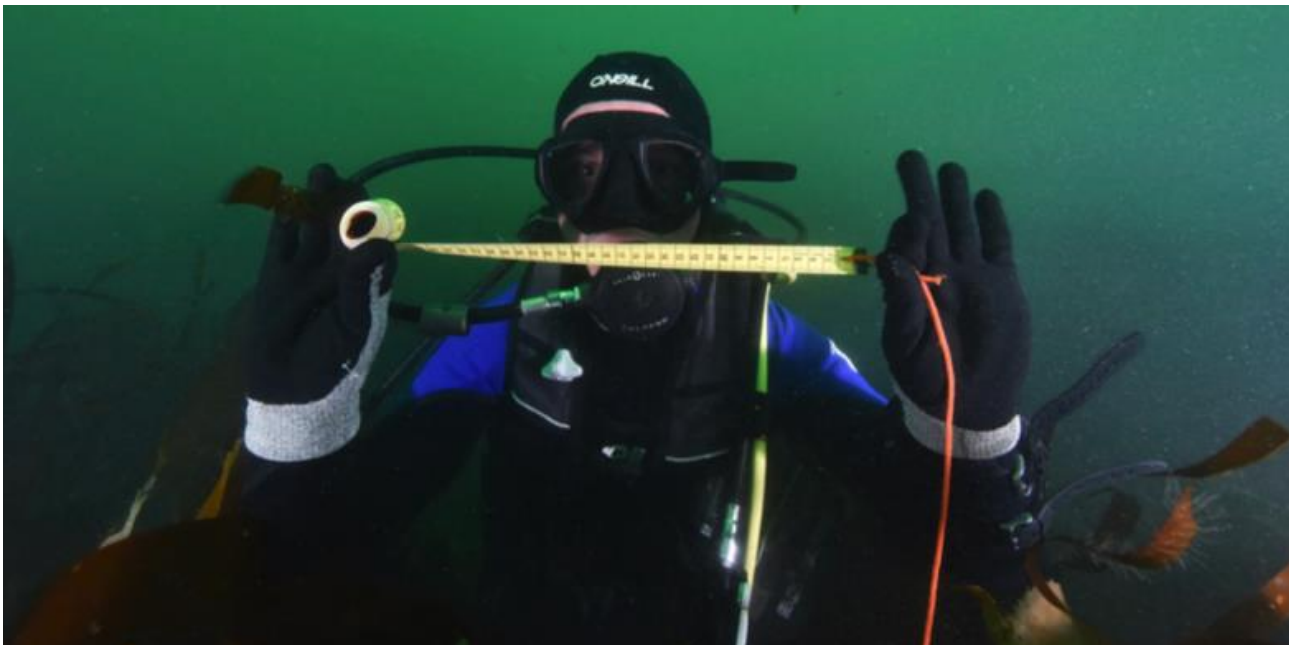


Figure 80 : Le mètre ruban, outil indispensable du plongeur-biologiste (source IN VIVO, 2015)

Figure 81 : Site d'Ar Garnel (source IN VIVO – BALAO)

3 RESULTATS

3.1 DATES D'INTERVENTIONS SUR LES 3 SITES DE PLONGEES

La première campagne d'investigation en plongée sous-marine a été effectuée entre le 24 et le 26 juillet 2012. Les plongées ont été réalisées autour des étales de marée. Les hauteurs d'eau sont reportées dans le tableau ci-après (référence port de Trébeurden) :

Date	Heure de la marée	Coefficient	Hauteur d'eau
24/07/2012	17h00	78	2,00
25/07/2012	11h00	74	8,40
25/07/2012	17h30	70	2,30
26/07/2012	12h00	65	8,10
26/07/2012	18h30	65	2,70

Tableau 35 : Horaires, coefficients de marée et hauteurs d'eau pour la première campagne en 2012

La deuxième campagne a eu lieu entre le 6 et 10 juillet 2015. Les plongées ont été réalisées autour des étales de marée. Les hauteurs d'eau sont reportées dans le tableau ci-après :

Date	Heure de la marée	Coefficient	Hauteur d'eau
6/07/2015	16h30	87	1,75
7/07/2015	10h54	83	8,65
8/07/2015	18h09	70	2,45
9/07/2015	12h42	62	8,05
9/07/2015	19h08	62	2,85
10/07/2015	13h50	60	7,80

Tableau 36 : Horaires, coefficients de marée et hauteurs d'eau pour la deuxième campagne en 2015

3.2 ROCHE DU CRAPAUD

Les roches du Crapaud constituent un ensemble de hauts fonds. Elles sont fortement soumises à l'action des houles. Les investigations du site ont été réalisées sur une tête de roche (au niveau du -2 CM) dans le nord-est du Crapaud.

Figure 82 : Illustration des roches du Crapaud à marée haute (source IN VIVO)

Les coordonnées (WGS 84) du site sont les suivantes :

Latitude	Longitude
48°47.90'N	3°39.10'W

3.2.1 Topographie du site (2012)

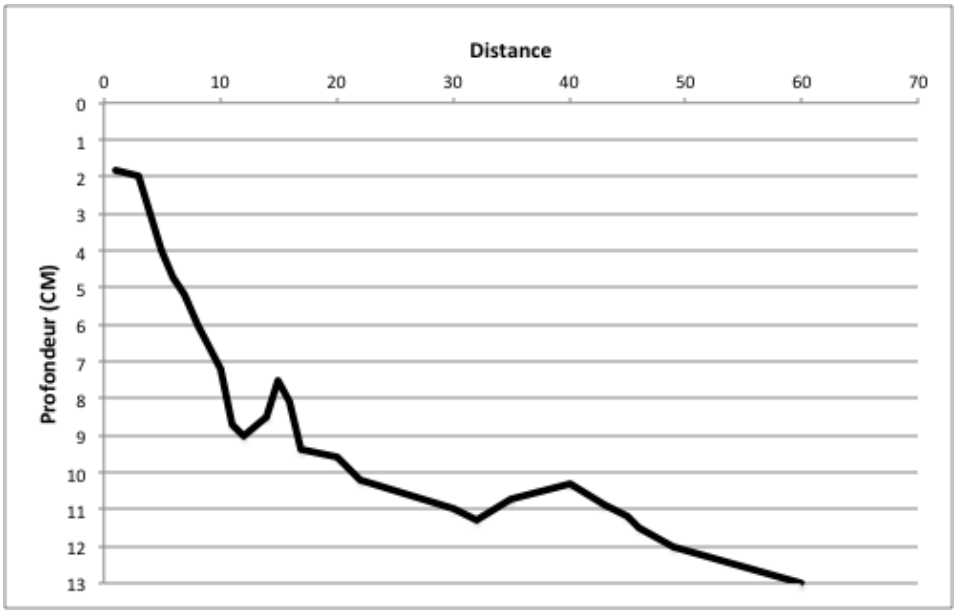


Figure 83 : Topographie du site du Crapaud (cap 170° - distance en mètre).

La roche du Crapaud présente une pente relativement importante sur les dix premiers mètres du transect. La pente s'atténue ensuite (platier) et le fond est constitué d'éboulis de gros blocs granitiques (métriques). Ponctuellement, quelques cuvettes de sable grossier sont observées sur ce platier.

3.2.2 Ceintures algales (prospection 2012)

L'algue structurant le peuplement algal est ***Laminaria hyperborea***. C'est la seule macro-algue structurante répertoriée sur le site du Crapaud. Elle présente des densités importantes (30 à 40 pieds par mètre carré) dans les parties hautes du niveau 2. Les densités s'atténuent dans les parties les plus profondes (>20 pieds/mètre carré). **L'intégralité du site prospecté est située dans l'horizon des laminaires denses (niveau 2).**

Le site a également été prospecté selon un autre cap (90°) et une distance plus importante (environ 150 mètres). L'horizon des laminaires denses s'entend jusqu'à l'apparition du sédiment (sable grossier) à 16 m CM. La disparition des laminaires denses n'a pas été observée.

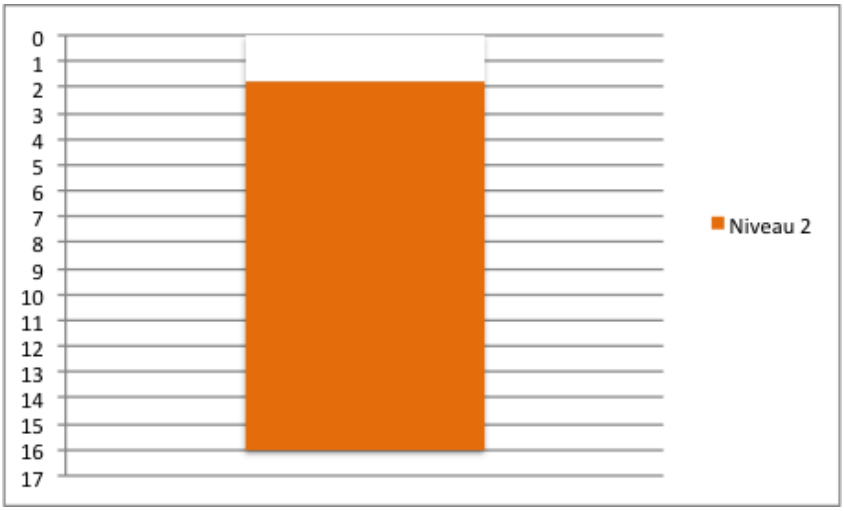


Figure 84 : Extension en profondeur (échelle en mètres) des ceintures algales sur le site du Crapaud (source mission 2012)

3.2.3 Evaluation des algues structurantes (prospection 2012 et 2015)

3.2.3.1 Densité des algues structurantes (2012 et 2015)

Seule l'espèce *Laminaria hyperborea* a été répertoriée comme algue structurante. Les jeunes individus (jeunes laminaires) ont été dénombrés séparément, conformément au protocole.

Bathymétrie	Libellé espèce	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
3m	Laminaria hyperborea	4	9	9	8	5	4	11	10	5	8
3m	jeunes laminaires			1	1	3	7		1		7

Bathymétrie	Libellé espèce	Q11	Q12	Q13
5,5m	Laminaria hyperborea	6	6	5
5,5m	jeunes laminaires	2		2

Bathymétrie	Libellé espèce	Q14	Q15	Q16
8m	Laminaria hyperborea	6	6	5
8m	jeunes laminaires	2		2

Bathymétrie	Libellé espèce	Q17	Q18	Q19
10,5m	Laminaria hyperborea	5	5	1
10,5m	jeunes laminaires	4	8	7

Bathymétrie	Libellé espèce	Q20	Q21	Q22
13m	Laminaria hyperborea	3	3	3
13m	jeunes laminaires	2		2

Tableau 37 : Nombre de laminaires sur les quadrats (Q) à chaque bathymétrie sur le site du Crapaud (2012)

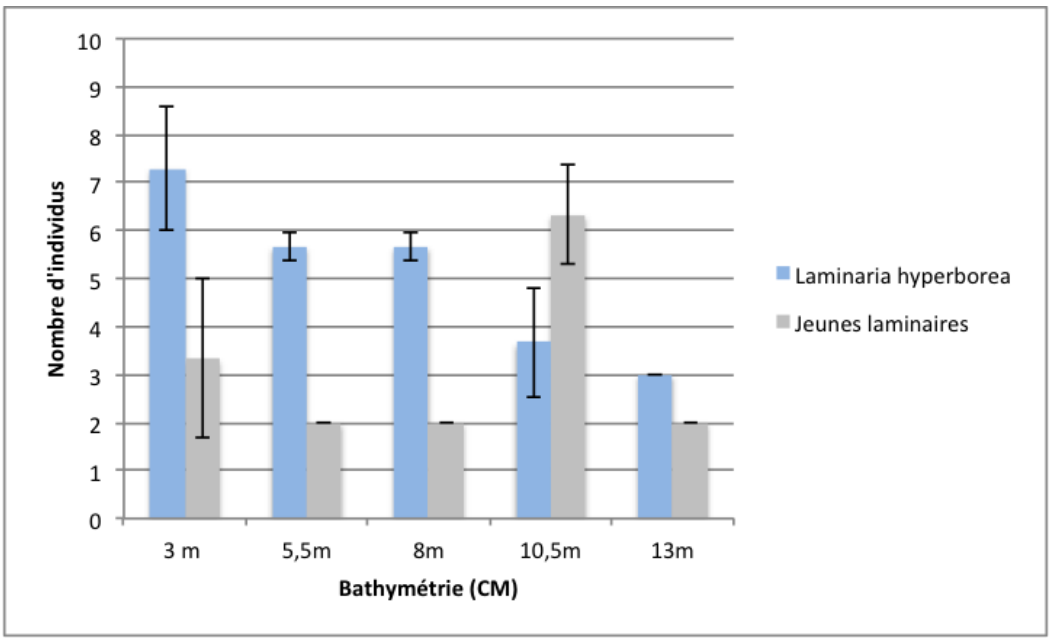


Figure 85 : Nombre de laminaires sur les quadrats à chaque palier bathymétrique sur le site du Crapaud (2012)

En 2015, le comptage a été réalisé au niveau de la profondeur d'expression maximale de l'horizon de niveau 2, soit autour des 3 m CM, sur 10 quadrats (Q).

Un comptage à 5 m a été également réalisé.

Prof.	Espèce	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Moy	Ecart-type
3 m	*L. hyperborea* (6/07)	3	6	3	5	5	7	10	10	8	7	6,4	2,5
3 m	Jeunes lami. (6/07)	6	7	7	8	8	9	7	6	4	5	6,7	1,5
5 m	*L. hyperborea* (7/07)	7	7	5	5	1	2	3	3	5	6	4,4	2,1
5 m	Jeunes lami (7/07)	2	9	6	5	10	8	6	5	0	5	5,6	3,0

Tableau 38 : Densité des Laminaires adultes et juvéniles sur le site à 3 m CM (2015)

Les résultats de 2015 sont légèrement plus faibles pour la même profondeur que ceux de 2012, soit une densité moyenne de 6,4 contre 7,3 laminaires adultes rugueuses par ¼ de m^2.

3.2.3.2 Structure en taille des algues structurantes (2012 et 2015)

La taille du stipe de chaque algue structurante répertoriée dans les quadrats a été mesurée.

Bathymétrie	Libellé espèce	N° de Quadrat	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11
3m	Laminaria hyperborea	Q1	38	77	37	117							
3m	Laminaria hyperborea	Q2	32	42	51	117	122	46	24	100	105		
3m	Laminaria hyperborea	Q3	31	29	17	111	115	58	21	100	42		
3m	Laminaria hyperborea	Q4	119	125	131	54	105	72	102	65			
3m	Laminaria hyperborea	Q5	107	108	105	124	17						
3m	Laminaria hyperborea	Q6	98	36	32	27							
3m	Laminaria hyperborea	Q7	74	87	78	82	105	21	22	15	19	34	47
3m	Laminaria hyperborea	Q8	23	111	81	22	109	87	31	119	109	16	
3m	Laminaria hyperborea	Q9	110	125	28	24	100						
3m	Laminaria hyperborea	Q10	44	62	23	103	105	111	25	17			
5,5m	Laminaria hyperborea	Q11	105	93	77	24	19	115					
5,5m	Laminaria hyperborea	Q12	47	25	70	123	71	47					
5,5m	Laminaria hyperborea	Q13	98	99	76	33	41						
8m	Laminaria hyperborea	Q14	26	15	91	16	99	109					
8m	Laminaria hyperborea	Q15	28	102	97	37	20	32					
8m	Laminaria hyperborea	Q16	66	56	63	120	66						
10,5m	Laminaria hyperborea	Q17	47	39	23	15	18						
10,5m	Laminaria hyperborea	Q18	27	19	22	18	45						
10,5m	Laminaria hyperborea	Q19	35										
13m	Laminaria hyperborea	Q20	25	28	16								
13m	Laminaria hyperborea	Q21	41	41	46								
13m	Laminaria hyperborea	Q22	24	25	46								

Tableau 39 : Tailles relevées des Laminaires (L), espèce structurante, dans chaque quadrat sur le site du Crapaud (2012)

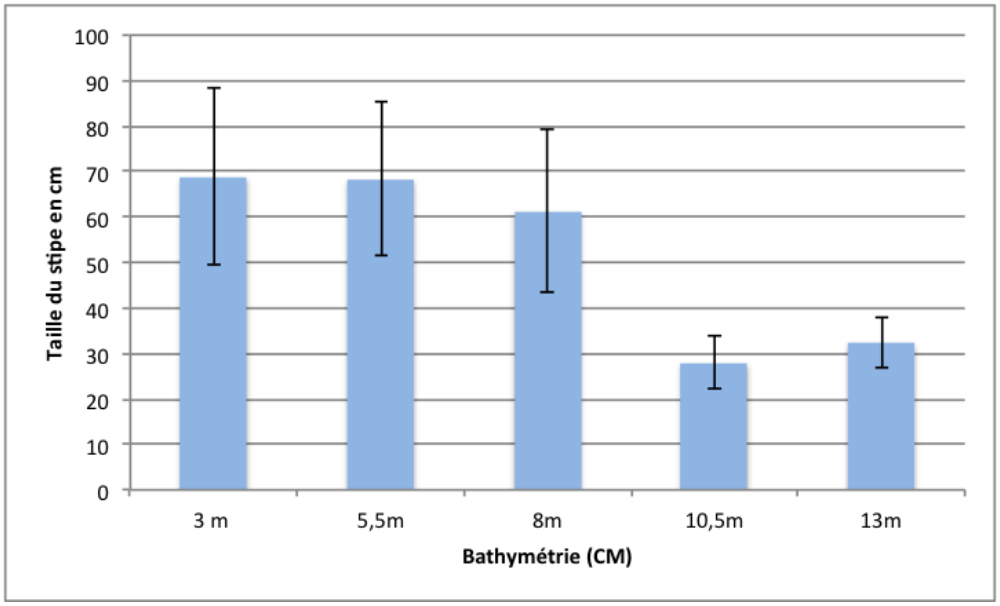


Figure 86 : Taille des stipes de laminaires (L.hyperborea) à chaque bathymétrie sur le site du Crapaud (2012)

En 2015, les Laminaires rugueuses ont été mesurées au niveau de la profondeur de référence de 5 m CM, qui avoisine la profondeur d'expression maximale de l'horizon de niveau 2.

Le tableau de la page suivante ne représente que les mesures à cette profondeur de référence.

Quadrat	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	Moyenne	Ecart type
Q1	150	128	74	52	72	118	130	103,4	36,9
Q2	50	50	29	39	47	83	105	57,6	26,7
Q3	101	83	50	54	45			66,6	24,3
Q4	63	66	94	53	45			64,2	18,6
Q5	102							102,0	
Q6	91	72						81,5	13,4
Q7	50	62	69					60,3	9,6
Q8	96	110	115					107,0	9,8
Q9	55	88	103	100	97			88,6	19,6
Q10	88	102	76	96	99	108		94,8	11,4

Tableau 40 : Taille des stipes de laminaires (L. hyperborea) vers 5 m CM sur le site du Crapaud (2015)

Avec une moyenne de 80,9 cm de longueur de stipe, les laminaires observées sont considérées comme de belles tailles, en référence au tableau des longueurs des stipes du MNHN (Tableau 31) et apparaissent comme légèrement plus grandes que celles de 2012.

3.2.3.3 Etude des stipes de *Laminaria hyperborea*

n° de stipe	Longeur totale (cm)	Longeur épiphytée (cm)	Surface totale des épiphytes (cm²)	Nb d'oursins	Nb d'helcions sur la lame	% du stipe recouvert par des moules	Stade de nécrose
1	37	11	0,1	0	0	0	1
2	72,5	56	427,5	0	0	0	1
3	103	97	701	0	0	0	1
4	71	56	361	0	0	0	1
5	71	36	184	0	0	0	1
6	69	44	113	0	0	0	1
7	77	46	207	0	0	0	1
8	100	88	450	0	0	0	1
9	74	51	521	0	0	0	1
10	81	74	795	0	0	0	1

Tableau 41 : Paramètres relevés sur 10 stipes de L. hyperborea sur le site du Crapaud vers 3 m CM (2012)

En 2012, l'étude des 10 stipes de *Laminaria hyperborea* n'avait pas révélé la présence d'helcions sur la lame, d'oursins, ni de recouvrement du stipe par des moules. La nécrose des 10 laminaires étudiées était de stade 1, c'est à dire ne présentant pas de dommages particuliers (laminaire normale).

En 2012, la longueur moyenne des stipes étudiés est de 75,5 (±9,08) cm. La surface moyenne de la totalité des épibioses par mètre linéaire de stipe est de 595,68 cm²/ml.

Les espèces majoritaires constituant les épiphytes sur les 10 stipes analysés sont :

- *Rhodymenia pseudopalmata*
- *Cryptopleura ramosa*
- *Acrosorium venulosum*
- *Membranoptera alata*

Site du Crapaud - 6/07/2015 - 3 m CM					
N° de stipe	Longueur stipe (cm)	Longueur épiphytée (cm)	Surface épiphytée (cm^2)	Stade de nécrose	Nombre d'Helcions
1	127	113	685	1	0
2	109	97	1127	1	0
3	79	69	360	1	0
4	86	76	900	1	0
5	90	85	650	1	0
6	123	114	606	1	0
7	102	93	354	1	0
8	90	82	635	1	0
9	93	83	430	1	0
10	107	94	1590	1	0
Moyenne	100,6	90,6	734		
Ecart-type	15,9	14,7	384		

Tableau 42 : Paramètres relevés sur 10 stipes de L. hyperborea sur le site du Crapaud vers 3 m CM (2015)

L'étude des 10 stipes de *Laminaria hyperborea,* en 2015, n'a pas révélé la présence d'helcions sur la lame, d'oursins, ni de recouvrement du stipe par des moules. La nécrose des 10 laminaires étudiées est de stade 1, c'est à dire ne présentant pas de dommages particuliers (laminaire normale).

En 2015, la longueur moyenne des stipes étudiés est de 100,6 (±15,9) cm. La surface moyenne de la totalité des épibioses par mètre linéaire de stipe est de 810,1 cm^2/ml.

Les espèces majoritaires constituant les épiphytes sur les 10 stipes analysés sont :

Le Crapaud	Stipe 1	Stipe 2	Stipe 3	Stipe 4	Stipe 5	Stipe 6	Stipe 7	Stipe 8	Stipe 9	Stipe 10	Occurrence (en %)
06/07/15	ED	ED	DD	DD	DD	DD	DG	DG	DG	DG	
Acrosorium venulosum	1										10
Bonnemaisonia asparagoides					1	1					20
Calliblepharis ciliata						1					10
Callophyllis laciniata			1	1							20
Cryptopleura ramosa	1	1		1	1		1				50
Lomentaria articulata	1										10
Menbranoptera alata							1				10
Palmaria palmata	1	1	1	1	1	1	1	1		1	90
Phycodris rubens		1		1	1	1	1		1		60
Rhodymenia pseudopalmata		1			1	1		1	1		50

Tableau 43 : Espèces majoritaires épiphytes des stipes (2015)

Les espèces d'algues rouges épiphytes sont principalement la *Palmaria palmata* (80%), la *Phycodris rubens* (60%), la *Rhodymenia pseudopalmata* (50%) et la *Cryptopleura ramosa* (50%).

Figure 87 : Cryptopleura ramosa (à gauche) et Palmaria palmata (à droite)

3.2.4 Evaluation des Algues Caractéristiques (Sous-Strate Algale)

Les comptages d'algues caractéristiques ont été réalisés à la bathymétrie fixe 3m CM sur 10 quadrats de 0,25 m^2. Les résultats pour 2012 sont présentés ci-après :

Libellé espèce	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
Acrosorium venulosum	2							7	5	25
Callophyllis laciniata		2	4			1	4	2		
Delesseria sanguinea	5	8	8	7	4	17	4	2	4	8
Dictyopteris polypodioides										
Dictyota dichotoma	1	3	1		1	35		1	3	8
Erythroglossum laciniatum	46	35	15	11	7					
Halopteris filicina		4	6	5						
Heterosiphonia plumosa	4	6	5	8	5				10	8
Kallymenia reniformis	2	2	4	2	3				4	7
Laminaria hyperborea	15	10	15	9	7	8	6	12	8	5
Plocamium cartilagineum								30		

Tableau 44 : Liste des espèces caractéristiques répertoriées sur le site du Crapaud (2012)

Au total 11 algues caractéristiques ont été répertoriées, en 2012, sur les 10 quadrats réalisés à la bathymétrie fixe de 3m CM.

Les espèces présentant les fréquences d'occurrence les plus importantes (excepté l'espèce structurante *Laminaria hyperborea*) étaient :

- *Delesseria sanguinea (100%) ;*
- *Dictyota dichotoma (80%) ;*
- *Kallymenia reniformis (70%) ;*
- *Heterosiphonia plumosa (70%).*

Des différences notables entre les quadrats avaient été observées sur deux espèces. Ainsi, *Acrosorium venulosum* et *Erythroglossum laciniatum* présentaient des abondances localement importantes mais n'ont pas été repérées sur la majorité des quadrats.

Les résultats pour 2015 sont les suivants :

Le Crapaud à 3 m CM	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Occurrence (en %)
07/07/15 - Plongeurs	DD	DD	ED	ED	FC	FC	FC	DG	DG	DG	
Espèces des eaux peu turbides											
Acrosorium venulosum	50	60	70	60	27	19		45	50	20	**90**
Bonnemaisonia asparagoides	10				6	1	10				40
Calliblepharis ciliata		1			18	110				3	40
Callophyllis laciniata	6				1		1	3		15	**50**
Cryptopleura ramosa						1					10
Cutleria multifida				7	39	1					30
Delesseria sanguinea	4		10	7	1	3	1	7	3	4	**90**
Dictyopteris polypodioides	4	2			2	5	6	4	1		**70**
Dictyota dichotoma	12	5			1			14	5		**50**
Dilsea carnosa	5			9						6	30
Erythroglossum laciniatum					1		24				20
Gymnogongrus crenulatus										20	10
Halopteris filicina	1	2			10						30
Heterosiphonia plumosa	10	9			24	32		10			**50**
Hypoglossum woodwardii		3					4				20
Kallymenia reniformis		3									10
Lomentaria articulata			1								10
Meredithia microphylla		6	20			4	3	13	17		**60**
Palmaria palmata								3		3	20
Phyllophora crispa						3				7	20
Plocamium cartilagineum	20				3	1	22				40
Polyneura bonnemaisonii							11				10
Rhodymenia pseudopalmata							1				10
Rhodomela lycopodioides						1					10

Tableau 45 : Liste des espèces caractéristiques répertoriées sur le site du Crapaud (2015)

Un total de 18 algues caractéristiques et une richesse spécifique de 24 taxons de la sous-strate (espèces indicatrices des eaux peu turbides) ont été répertoriées sur les 10 quadrats réalisés en 2015 à la profondeur de 3m CM.

Les espèces présentant en 2015 les fréquences d'occurrence les plus importantes (excepté l'espèce structurante *Laminaria hyperborea*) sont :

- *Acrosorium venulosum* (90 %) ;
- *Delesseria sanguinea* (90%) ;
- *Dictyopteris polypodioides* (70%) ;
- *Meredithia microphylla* (60%).

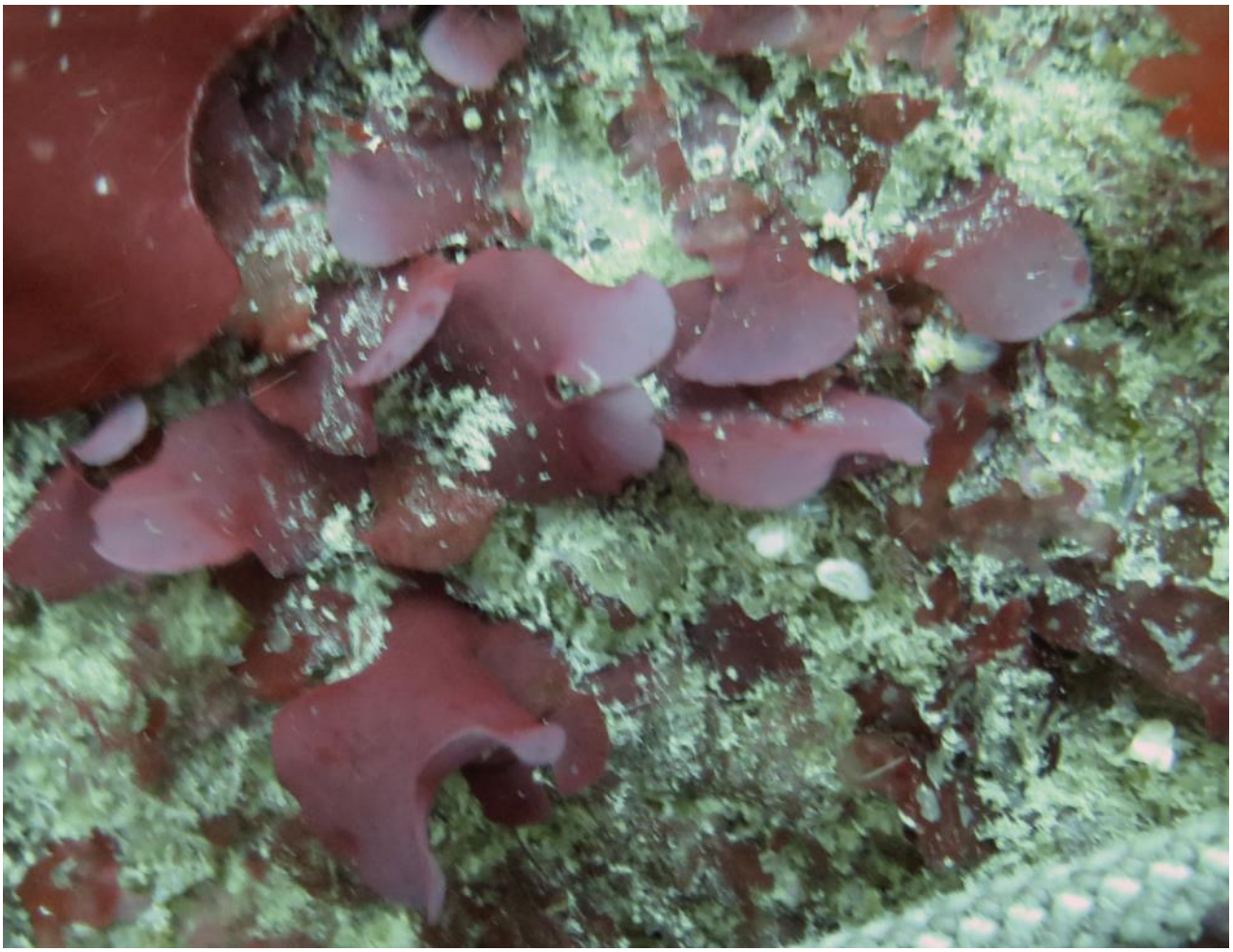


Figure 88 : Meredithia microphylla dans un quadrat (source IN VIVO)

3.2.5 Faune associée aux quadrats (Observations de 2015)

Peu d'espèces de la faune ont été observées dans les quadrats.

Pour la faune fixée, il a été observé sur 5 quadrats sur 10 des éponges grisâtres à orange encroûtantes de genre *Myxilla*. Leur abondance représentait environ une vingtaine d'individus sur la totalité de ces cinq quadrats avec des tailles variées, allant de quelques centimètres de diamètre à une vingtaine de centimètres pour un individu (figure page suivante).

Figure 89 : Eponge encroûtante, observée en 2015 (source IN VIVO)

Il a été également observé à la base d'un crampon d'une laminaire, la présence d'un botrylle, ascidie coloniale (*Botryllum schlosseri*).

Pour la faune vagile (qui de déplace), sur 3 quadrats, il a été observé une étoile de mer rouge (*Echinaster sepositus*) et 3 étoiles communes (*Asterias rubens*).

3.2.6 Micro-habitats et espèces associées

Lors des investigations réalisées au moyen du protocole « repérage Znieff-mer », différents types de micro-habitats et espèces animales associées ont été répertoriées.

Micro-habitat	Niveau 2
Platier	✓
Tombant	✓
Surplomb	✓
Faille	✓
Grotte	×

Tableau 46 : Présence et absence des micro-habitats dans les différents niveaux du site du Crapaud.

Chacun de ces habitats est caractérisé par une faune dominante associée. Un indice d'abondance est associé à la présence de l'espèce (P=Présent ; C=Commun ; A=Abondant ; A+=Très abondant).

Groupe taxonomique	Espèces	Platier	Faille	Tombant	Surplomb
Annélides	*Bispira volutacornis*		P		
	Salmacina dysteri	P			
Ascidies	*Aplidium punctum*			C	
	Botryllus schosseri	P			
	Diplosoma spongiforme	C			
	Stolonica socialis	P		C	
Anthozoaires	*Eunicella verrucosa*			P	
	Actinothoe sphyrodeta	C			
	Anemonia viridis	P			
	Corynactis viridis			C	
	Caryophyllia sp.			P	
	Alcyonium glomeratum			P	P
Bryozoaires	*Alcyonidium diphanum*	P			P
	Cellaria sp.				P
Crustacés	*Balanus perforatus*			P	P
Echinodermes	*Alsia lefevrei*		P		
	Marthasterias glacialis	C			
	Echinaster sepositus	C			
Mollusques	*Calliostoma zizyphinum*				P
Spongiaires	*Pachymatisma johnstoni*			P	
	Esperiopsis fucorum	P			
	Haliclona viscosa				P
	Hemimycale collumela	P			
	Cliona cellata	P			P

Tableau 47 : Espèces en présence en fonction du type d'habitat dans les niveaux 2 et 3 et indice d'abondance associé – site du Crapaud (2012).

3.2.7 Indice de Qualité et de l'EQR pour le Site du Crapaud

3.2.7.1 Limite d'extension en profondeur des différentes ceintures algales

Le site du Crapaud montre une expression unique du niveau 2 infralittoral (horizon de *L. hyperborea* denses). Cet horizon est arrêté par la présence du fond meuble (sable) vers 17 m CM, et non pas par l'atteinte de la fin cet horizon. Nous pouvons essayer de calculer la note, mais en gardant à l'esprit le biais possible sur celle-ci.

Limite ceinture = LC = (17/28,45) x 30 = 17,9 points

3.2.7.2 Composition et densité des espèces définissant l'étagement (niveau 1-2)

Dans notre cas, l'espèce de structurante est la *Laminaria hyperborea*.

Densité *L. hyperborea* = DLH = 6,3 x 4 = 25,2 ind/m^2 soit une note égale à 10

3.2.7.3 Espèces caractéristiques

Dans notre cas, nous avons les 18 espèces caractéristiques dans la sous-strate, soit EC à une note de 20.

EC = 20

3.2.7.4 Espèces opportunistes

Dans notre cas, nous n'avons pas d'espèces opportunistes dans la sous-strate, soit EO à une note de 20.

EO = 20

3.2.7.5 Richesse spécifique

Nous avons 24 espèces dans la sous-strate, soit une note S égale à 10 (et à rapporter sur 10) soit :

S = 5

3.2.7.6 Stipes de *Laminaria hyperborea* – épibioses

La longueur moyenne des stipes étudiés est de 100,6 (±15,9) cm. La surface moyenne de la totalité des épibioses par mètre linéaire de stipe est de 810,1 cm^2/mL. L'Aire des Epibioses est de 810,1 cm^2/mL, soit une note de 15.

AE = 15

La note pour la longueur moyenne est de 20.

L = 20

La note « Stipe» est la moyenne de AE et de L, soit ST = (15+20)/2 = 17,5.

3.2.7.7 Calcul de l'indice de qualité du site

Dans notre cas, nous ne considérons que le niveau 2, et nous obtenons ainsi :

$$IQ_{100} = LC + DLH + ((EC+EO)/2) + S + ST$$

Dans notre cas :

$$IQ_{100\text{-Le Crapaud}} = 17,9 + 10 + 20 + 5 + 17,5 = \mathbf{70,4}$$

3.2.7.8 Calcul de l'EQR

Pour les sites de type A, l'$IQ_{référence\ A}$ = 77

L'$EQR_{Crapaud}$ dans notre cas est de 70,4 / 77 = 0,91, soit très bon

EQR	[0 ; 0,25[	Très mauvais
	[0,25 ; 0,45[	Mauvais
	[0;45 ; 0,65[	Moyen
	[0,65 ; 0,85[	Bon
	[0,85 ; 1]	Très bon

Tableau 48 : Grille de lecture de l'EQR (source MNHN, 2011)

Figure 90 : Quadrat en place pour les comptages (source : IN VIVO, 2015)

3.3 SITE DE GOUMONENN

Le site de Goumonenn est un haut fond rocheux culminant à environ 10 m CM. Les investigations ont été menées à l'est du haut fond selon le gradient de pente maximum.

Les coordonnées (WGS 84) du site sont les suivantes :

Latitude	Longitude
48°47.92'N	3°38.92'W

3.3.1 Topographie du site (2012)

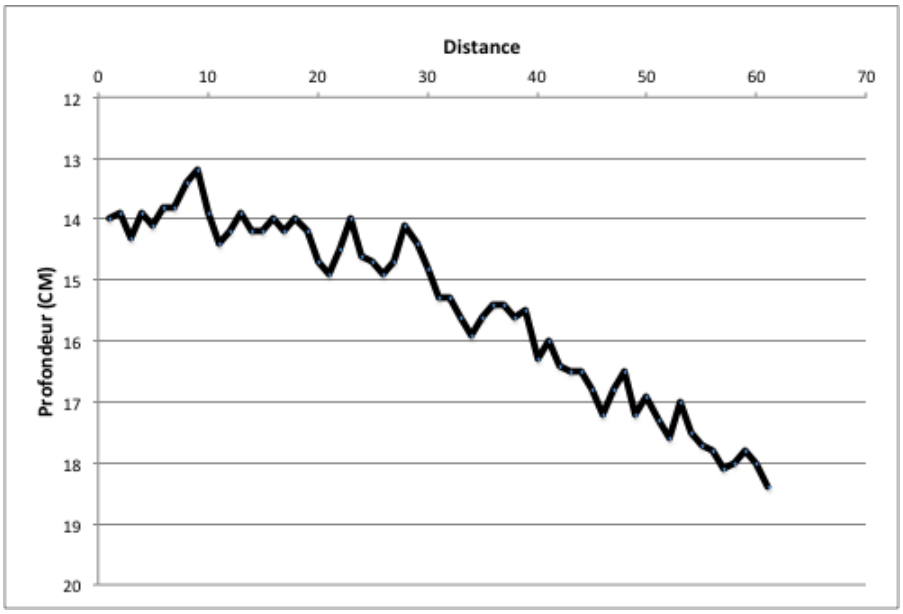


Figure 91 : Topographie du site de Goumonenn (cap 330° - distance en mètre).

La roche de Goumonenn présente une pente relativement régulière entre 13 et 18,5 m CM. Les fonds sont constitués d'empilement de gros blocs granitiques (métriques) générant de nombreux micro-habitats (failles, tombants, surplombs).

3.3.2 Ceintures algales

L'algue structurant le peuplement algal est ***Laminaria hyperborea***. Elle présente des densités importantes (20-30 pieds par mètre carré) dans les parties hautes (13-15 m CM). Les densités s'atténuent dans les parties les plus profondes. La fin du niveau 2 est observée à 19 m CM. Cela correspond à la dernière observation de 3 pieds de laminaires par mètre carré. La disparition totale des laminaires est observée très rapidement, soit 0,5 m plus profond. Le niveau 3 (laminaires clairsemées) est donc très réduit sur ce site. Le niveau 4 (absence de laminaires et présence d'algues rouges dressées) est observé jusqu'à l'apparition du sédiment (sable) à 26 m CM. Le niveau 5 (absence d'algues dressées) n'est pas observé sur ce site.

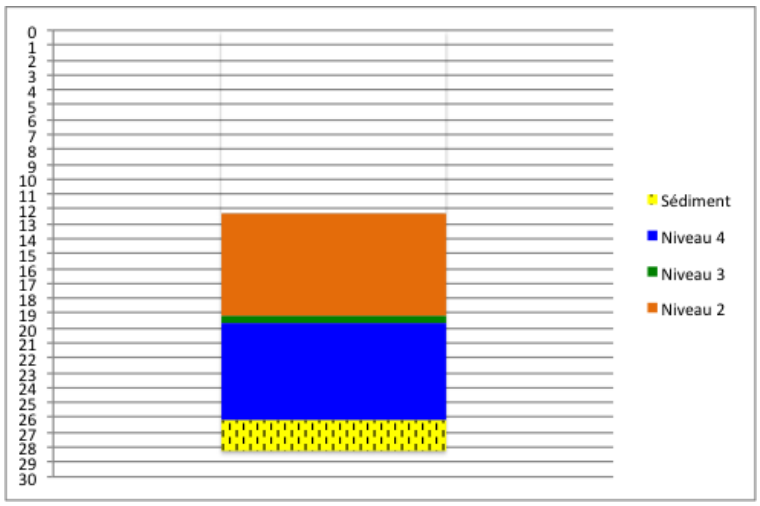


Figure 92 : Extension en profondeur (en mètre) des ceintures algales sur le site de Goumonenn (2012)

3.3.3 Evaluation des algues structurantes

3.3.3.1 Densité des algues structurantes

Seule l'espèce *Laminaria hyperborea* a été répertoriée comme algue structurante. Les jeunes individus (jeunes laminaires) ont été dénombrés séparément, conformément au protocole.

Bathymétrie	Libellé espèce	Q20	Q21	Q22
13m	Laminaria hyperborea	1	2	3
13m	jeunes laminaires	6	3	2
Bathymétrie	**Libellé espèce**	**Q23**	**Q24**	**Q25**
15,5m	Laminaria hyperborea		2	3
15,5m	jeunes laminaires	6	4	4
Bathymétrie	**Libellé espèce**	**Q26**	**Q27**	**Q28**
18m	Laminaria hyperborea			
18m	jeunes laminaires	3	1	3

Tableau 49 : Nombre de laminaires sur les quadrats à chaque palier bathymétrique sur Goumonenn (2012)

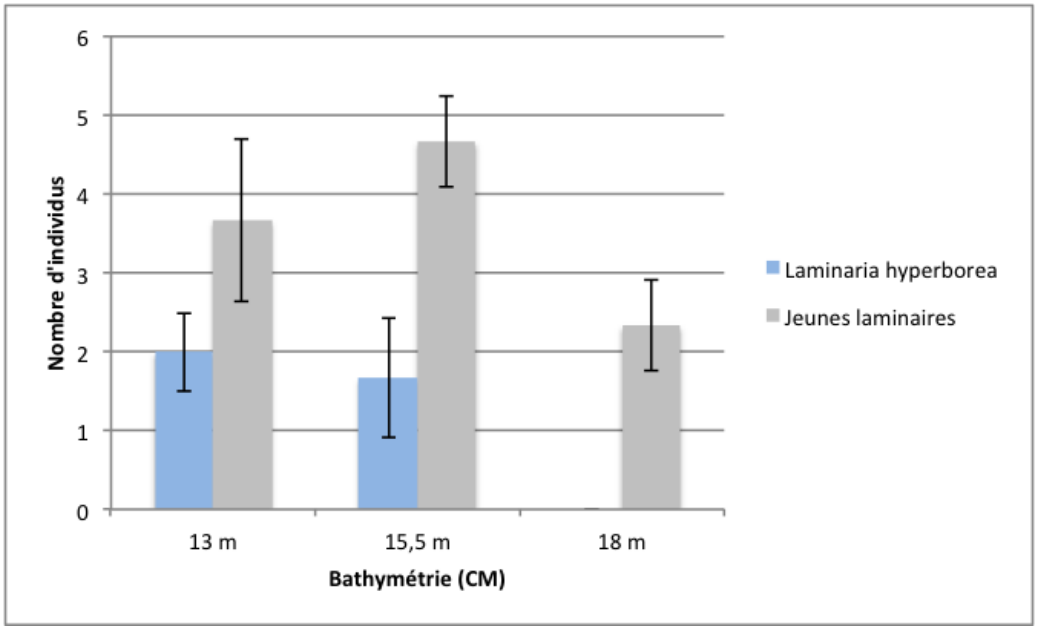


Figure 93 : Nombre de laminaires sur les quadrats à chaque bathymétrie sur le site de Goumonenn (2012)

Site	Ar Goumonenn													
Profondeur	Date	Espèces	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Moyenne	Ecart type
13 mCM	08/07/15	*Laminaria hyperborea*	4	6	6	8	5	2	3	4	3	4	4,5	1,8
13 mCM	08/07/15	Jeunes Laminaires	6	4	5	6	4	2	3	1	3	3	3,7	1,6

Tableau 50 : Nombre de laminaires sur les quadrats au niveau 2 (13 m CM) sur le site de Goumonenn (2015)

La densité moyenne de *L. hyperborea* est de 4,5 pour les pieds adultes par ¼ de m^2, soit 18 pieds/m^2 en moyenne.

3.3.3.2 Structure en taille des algues structurantes

La taille du stipe de chaque algue structurante répertoriée dans les quadrats a été mesurée.

Bathymétrie	Libellé espèce	N° de Quadrat	L1	L2	L3
13m	Laminaria hyperborea	Q20	75		
13m	Laminaria hyperborea	Q21	48	62	
13m	Laminaria hyperborea	Q22	86	59	57
15,5m	Laminaria hyperborea	Q23			
15,5m	Laminaria hyperborea	Q24	22	21	
15,5m	Laminaria hyperborea	Q25	37	36	53

Tableau 51 : Tailles relevées des espèces structurantes dans chaque quadrat sur le site de Goumonenn (2012)

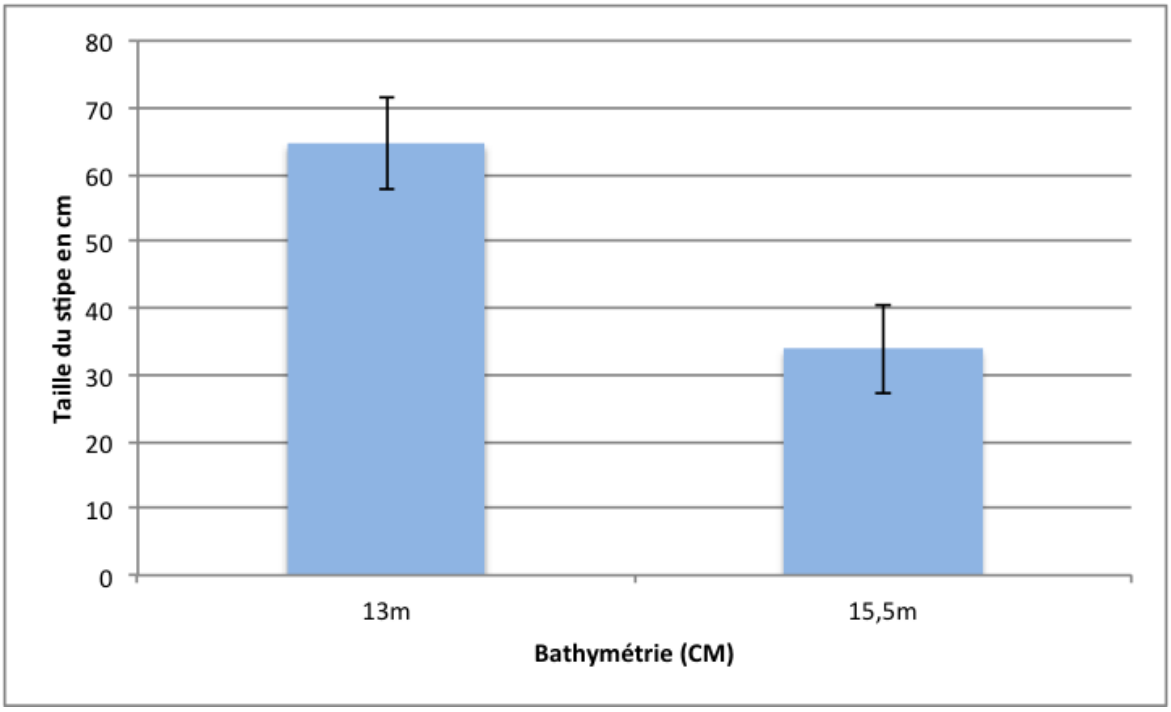


Figure 94 : Taille des stipes de L.hyperborea à chaque bathymétrie sur le site de Goumonenn (2012)

Site	Ar Goumonenn														
Profondeur	Date	Espèces	Réf	Quadrat	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	Moyenne	Ecart type
13 m CM	08/07/15	*Laminaria hyperborea*	FC	Q1	70	58	87	76						72,8	12,1
			FC	Q2	76	63	80	59	77	89				74,0	11,1
			FC	Q3	92	86	75	66	84	90				82,2	9,9
			FC	Q4	77	52	66	69	59	72	64	88		68,4	11,0
			FC	Q5	48	56	60	49	59					54,4	5,6
			ED	Q6	81	85								83,0	2,8
			ED	Q7	68									68,0	
	09/07/15		ED	Q8	64	67	93							74,7	15,9
			ED	Q9	97	80	74							83,7	11,9
			ED	Q10	120	114	100	65	90	79	104	61	44	86,3	25,9
Total														75,9	16,5

Tableau 52 : Taille des stipes L. hyperborea vers 13 m CM sur le site d'AR Goumonenn (2015)

Bien qu'étant à une profondeur de 13m CM, la longueur des stipes reste grande avec une moyenne de 75,9 cm.

3.3.3.3 Etude des stipes de Laminaria hyperborea

n° de stipe	Longeur totale (cm)	Longeur épiphytée (cm)	Surface totale des épiphytes (cm²)	Nb d'oursins	Nb d'helcions sur la lame	% du stipe recouvert par des moules	Stade de nécrose
1	80	65	1104,5	0	0	0	1
2	43	30	255	0	0	0	1
3	75	66	756	0	0	0	1
4	47	36	467	0	0	0	1
5	42	15	82,5	0	0	0	1
6	91	81	1267,5	0	0	0	1
7	42	30	210	0	0	0	1
8	24	13	36	0	0	0	1
9	44	19	64	0	0	0	1
10	35	12	58	0	0	0	1

Tableau 53 : Paramètres relevés sur 10 stipes de L.hyperborea sur Goumonenn vers 13 m CM (2012)

En 2012, l'étude des 10 stipes de *Laminaria hyperborea* n'a pas révélé la présence d'helcions sur la lame, d'oursins, ni de recouvrement du stipe par des moules. La nécrose des 10 laminaires étudiées est de stade 1, c'est à dire ne présentant pas de dommages particuliers (laminaire normale).

En 2012, la longueur moyenne des stipes étudiés est de 52,3 (±10,9) cm. La surface moyenne de la totalité des épibioses par mètre linéaire de stipe est de 890,38 cm²/ml. Les laminaires présentent des stipes moins grands que sur le site du Crapaud. Cela s'explique notamment par les profondeurs plus importantes du site de Goumonenn et du gradient décroissant de la taille des stipes en fonction de la profondeur. En revanche, la surface épiphytée rapportée au mètre linéaire de stipe est beaucoup plus importante.

Les espèces majoritaires constituant les épiphytes sur les 10 stipes analysés en 2012 sont :

- *Rhodymenia pseudopalmata ;*
- *Cryptopleura ramosa ;*
- *Acrosorium venulosum ;*
- *Membranoptera alata.*

Site Goumonenn - 8/07/15 - 13 m CM					
N° de stipe	Longueur stipe (cm)	Longueur épiphytée (cm)	Surface épiphytée (cm2)	Stade de nécrose	Nombre d'Helcions
1	72	38	184	1	0
2	54	44	320	1	0
3	67	60	462	1	0
4	109	90	450	1	0
5	92	85	964	1	0
6	134	129	1266	1	0
7	59	43	281	1	0
8	84	74	466	1	0
9	64	53	372	1	0
10	55	55	444	1	0
Moyenne	**79**	**67,1**	**521**		
Ecart-type	**26,1**	**28,0**	**334**		

Tableau 54 : Paramètres relevés sur 10 stipes de L.hyperborea sur Goumonenn vers 13 m CM (2015)

La longueur moyenne des stipes étudiés en 2015 est de 79 (±26,1) cm. La surface moyenne de la totalité des épibioses par mètre linéaire de stipe est de 776,5 cm^2/mL.

Goumonenn	Stipe 1	Stipe 2	Stipe 3	Stipe 4	Stipe 5	Stipe 6	Stipe 7	Stipe 8	Stipe 9	Stipe 10	Occurrence (en %)
08/07/15	FC	ED	FC	ED	DG	DG	DG	DD	DD	DD	
Acrosorium venulosum									1		10
Bonnemaisonia hamifera		1									10
Callophyllis laciniata			1		1	1				1	40
Cryptopleura ramosa	1	1	1	1	1		1		1		**70**
Heterosiphonia plumosa				1							10
Menbranoptera alata	1	1	1		1	1		1			**60**
Nitophyllum punctatum					1						10
Palmaria palmata								1			10
Phycodris rubens	1	1	1		1	1	1	1	1	1	**90**
Rhodymenia pseudopalmata		1		1		1			1	1	**50**

Tableau 55 : Espèces majoritaires épiphytes des stipes sur Goumonenn (2015)

Les espèces d'algues rouges épiphytes ayant la plus grande occurrence sont *Phycodris rubens* (90%), *Cryptopleura ramosa* (70%), *Menbanoptera alata* (70%).

Tableau 56 : Phycodris rubens (à gauche) et Menbranoptera alata (à droite)

3.3.4 Evaluation des Algues Caractéristiques (sous-strate algale)

La bathymétrie du -3 m CM n'étant pas présente sur le site, les quadrats des algues caractéristiques n'ont pas été réalisés en 2012, comme ils l'ont été sur le site du Crapaud.

Cependant, au cours du « repérage Znieff-mer », les espèces les plus fréquemment observées sur le platier ont été répertoriées.

En l'absence de comptage sur quadrats, cette fréquence d'observation est uniquement estimée et ne peut pas être associée à des données de fréquence d'occurrence chiffrées.

La sous-strate algale des laminaires dans les niveaux 2 et 3 est caractérisée en 2012 par 5 espèces majoritaires :

- *Delesseria sanguinea ;*
- *Calliblepharis ciliata ;*
- *Dictyopteris polypodioides ;*
- *Heterosiphonia plumosa ;*
- *Rodymenia pseudopalmata.*

En 2015, 10 quadrats ont été réalisés dans le niveau 2 vers 13 m CM.

Les résultats sont donnés dans le tableau suivant.

Goumonenn - 13 m CM	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Occurrence (en %)
09/07/15	DD	DD	DG	DG	ED	ED	ED	FC	FC	FC	
Espèces des eaux peu turbides											
Acrosorium venulosum	1	26	18	5	1					1	**60**
Calliblepharis ciliata	7	1		42	10						40
Callophyllis laciniata								7		6	20
Cryptopleura ramosa						20	1				20
Delesseria sanguinea	5	4	1	1					6	25	**60**
Dictyopteris polypodioides	13	16	25	6				18	9	3	**70**
Dictyota dichotoma	12	15	12	4	4		5	10	15	8	**90**
Dilsea carnosa										5	10
Halopteris filicina	4										10
Heterosiphonia plumosa	22	35	53	25	1	10		30	90		**80**
Kallymenia reniformis	1							7			20
Meredithia microphylla						8	20				20
Palmaria palmata					40						10
Phyllophora crispa					7						10
Plocamium cartilagineum	1					1	30			1	40

Tableau 57 : Liste des espèces caractéristiques répertoriées sur Goumonenn (2015)

Sur le site, il a été observé un total de 14 algues caractéristiques du milieu eaux peu turbides et une richesse spécifique de la sous-strate de 16 taxons sur la profondeur de 13 m CM.

Les espèces présentant les fréquences d'occurrence les plus importantes (excepté l'espèce structurante *Laminaria hyperborea*) sont :

- *Dictyota dichotoma* (90 %)
- *Heterosiphonia plumosa* (80%)
- *Dictyopteris polypodioides* (70%)
- *Acrosorium venulosum* (60%)
- *Delesseria sanguinea* (60%)

3.3.5 Faune associée aux quadrats (observations de 2015)

Pour la faune fixée, sur 7 quadrats sur 10, il a été observé des densités assez importantes d'éponge orange encroûtante (genre *Myxale*) de quelques centimètres carrés à chaque fois, une observation d'éponge calcaire de type *Sycon ciliaris*, mais également des ascidies coloniales, comme des *Clavelina lepadiformis* (1 observation) et des mirabelles, *Stolonica socialis* (1 observation). Il a été aussi observé le bryozoaire *Alcyonidium gelatinosum* (1 observation).

Concernant la faune vagile, il a été observé sur deux quadrats des étoiles de mer communes, *Asterias rubens*, avec respectivement 1 animal et 5 animaux, et une étoile de mer rouge, *Echinaster sepositus*.

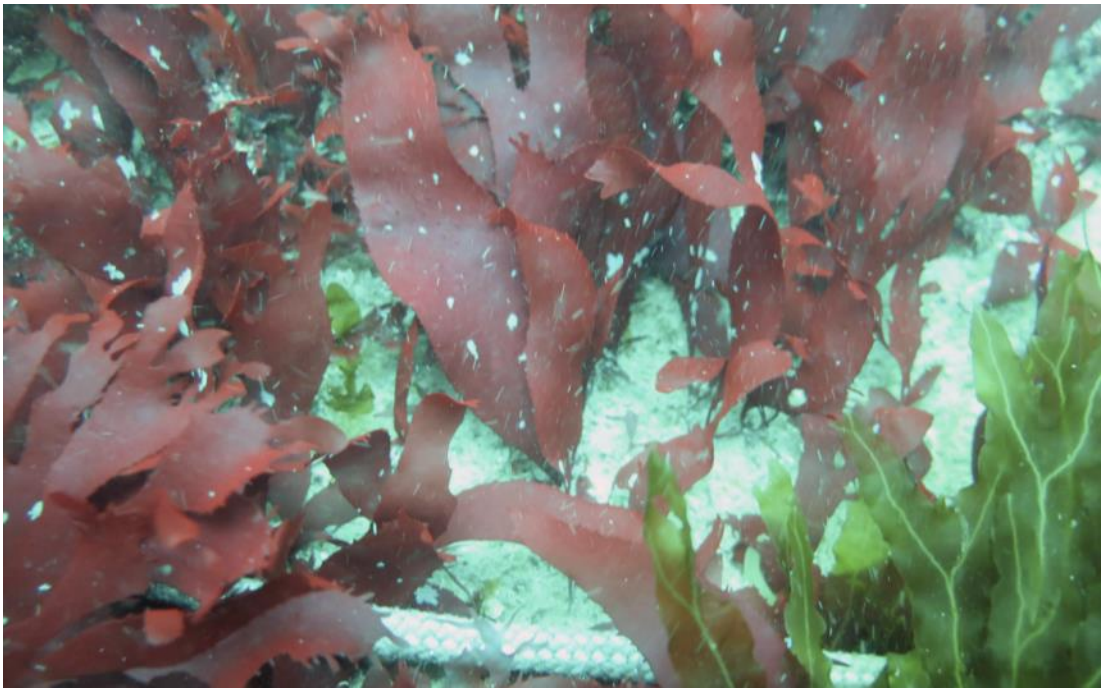


Figure 95 : Sous-strate sur un quadrat à Ar Goumonenn (2015)

Comme cela est visible sur le cliché ci-dessus (Figure 95), la sous-strate est bien développée (ici, des algues rouges *Calliblepharis ciliata* et l'algue brune *Dictyopeteris polypodioides*). Bien qu'entre les pieds, il soit possible de voir la roche avec une petite couverture de bryozoaires encroûtants et muscinants (genre Crisidés entre autres), la sous-strate empêche la fixation et le développement de la faune fixée par sa densité et son foisonnement.

3.3.6 Micro-habitats et espèces animales associées

Compte tenu de la topographie du site, composé d'éboulis de gros blocs rocheux, de nombreux micro-habitats sont présents dans les différents niveaux.

Micro-habitat	Niveau 2	Niveau 3	Niveau 4
Platier	✓	✓	✓
Tombant	✓	✓	✓
Surplomb	✓	✓	×
Faille	✓	✓	✓
Grotte	×	×	×

Tableau 58 : Présence et absence des micro-habitats dans les différents niveaux du site de Goumonenn en 2012

Chacun de ces habitats est caractérisé par une faune dominante associée. Un indice d'abondance est associé à la présence de l'espèce (P=Présent ; C=Commun ; A=Abondant ; A+=Très abondant).

Espèces dominantes du niveau 2 et 3 :

Groupe taxonomique	Espèces	Platier	Faille	Tombant	Surplomb
Annélides	*Bispira volutacornis*		P		
	Salmacina dysteri	P			
Ascidies	*Aplidium punctum*			C	
	Ascidia mentula				P
	Polysyncraton lacazei			P	
	Stolonica socialis			C	
Anthozoaires	*Eunicella verrucosa*	C		C	
	Actinothoe sphyrodeta			P	P
	Corynactis viridis			P	P
	Caryophyllia sp.			P	P
	Alcyonium glomeratum			P	
Bryozoaires	*Alcyonidium diphanum*	C		C	
	Cellaria sp.			C	P
	Cellepora pumicosa			P	
Crustacés	*Balanus perforatus*			P	
Echinodermes	*Marthasterias glacialis*	P		P	
	Echinaster sepositus	C		C	
	Henricia oculata	P		P	
	Echinus esculentus			P	
Hydraires	*Aglaophenia tubulifera*			P	
Spongiaires	*Pachymatisma johnstoni*	C		C	C
	Desmacidon fructicosum	P		P	
	Myxilla sp.		P		
	Hemimycale collumela		P		
	Cliona cellata	C			C

Tableau 59 : Espèces en présence en fonction du type d'habitat dans les niveaux 2 et 3 et indice d'abondance associé – site de Goumonenn (2012)

Espèces dominantes du niveau 4 :

Groupe taxonomique	Espèces	Platier	Faille	Tombant
Annélides	*Bispira volutacornis*		P	
	Salmacina dysteri	P		
Ascidies	*Polysyncraton lacazei*	P		P
	Stolonica socialis	C		C
Anthozoaires	*Eunicella verrucosa*	C		
Bryozoaires	*Alcyonidium diphanum*	C		
	Flustra foliacea	P		
Echinodermes	*Marthasterias glacialis*	P		
	Echinaster sepositus	P		
Hydraires	*Aglaophenia tubulifera*	P		
Spongiaires	*Pachymatisma johnstoni*	C		C
	Myxilla sp.	P		
	Hemimycale collumela	P		P
	Cliona cellata	C		C

Tableau 60 : Espèces en présence en fonction du type d'habitat dans le niveau 4 et indice d'abondance associé – site de Goumonenn (2012)

3.3.7 Indice de Qualité et EQR pour le site de Goumonenn

Il faut garder à l'esprit que notre niveau 1-2 a été étudié à la profondeur de 13 m CM au lieu des 3 m CM comme demandé dans le protocole.

3.3.7.1 Limite d'extension en profondeur des différentes ceintures algales

LC = ((19/28,45) + (20/32,22))/2 x 30 = 19,3 points

3.3.7.2 Composition et densité de espèces définissant l'étagement (niveau 1-2)

DLH = 18 ind/m^2 = 5 points

3.3.7.3 Espèces caractéristiques

EC = 14 algues caractéristiques = 10 points

3.3.7.4 Espèces opportunistes

E0 = 0 espèce = 20 points

3.3.7.5 Richesse spécifique

S = 16 taxons = 5 points

3.3.7.6 Stipe de *L. hyperborea* et épibioses

L = 79 cm = 15 points et AE = 776,5 cm^2 = 15 points

3.3.7.7 Calcul de l'indice de qualité du site

$IQ_{100\text{-Ar Goumonenn}}$ = 19,3 + 5 + (10+20)/2 + 5 + (15+15)/2 = **59,3**

3.3.7.8 Calcul de l'EQR

EQRAr Goumonenn = 59,3/77 = 0,77, soit Bon

Le site de Goumonenn est considéré au regard du protocole du MNHN comme étant de bonne qualité. Comme décrit précédemment, un biais a été introduit par rapport à la profondeur des relevés qui a donc tendance à baisser la qualité du site. Cependant, ce résultat reste un bon indicateur.

3.4 SITE DE AR GARNEL

Figure 96 : Les roches de la Méloine (IN VIVO, 2015)

Le site Ar Garnel est un haut fond rocheux culminant à environ 2,5 m CM, au nord du plateau rocheux de la Méloine. Les investigations ont été menées au nord du haut fond selon le gradient de pente maximum.

Les coordonnées (WGS 84) du site sont les suivantes :

Latitude	Longitude
48°47.05'N	3°46.85'W

3.4.1 Topographie du site (2012)

La roche de Ar Garnel présente une pente relativement régulière entre 2,5 et 27 m CM. Des tombants verticaux et des platiers forment des marches le long de la première partie du transect. Le site présente également, sur la droite du transect, une grotte d'environ 6-8 mètres de profondeur, dont l'entrée est située vers 15 m CM. Quelques blocs granitiques génèrent également des micro-habitats particuliers.

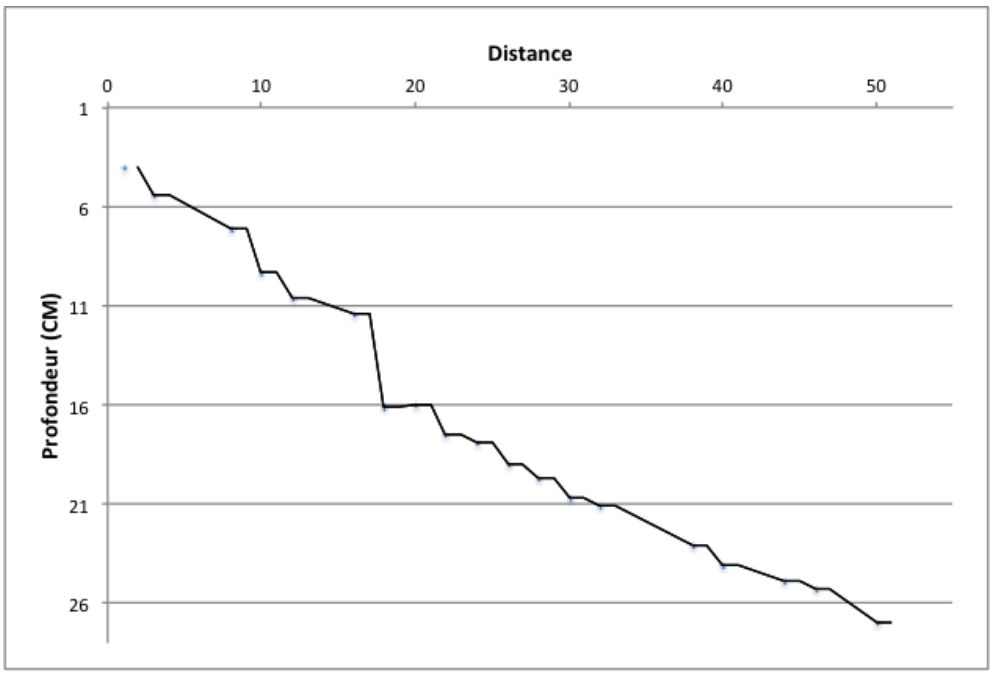


Figure 97 : Topographie du site de Ar Garnel (cap 360°).

3.4.2 Ceintures algales

L'algue structurant le peuplement algal est ***Laminaria hyperborea***. Elle présente des densités très importantes (> 100 pieds par mètre carré) dans les parties hautes (3-5 m CM). Les densités s'atténuent dans les parties les plus profondes. La fin du niveau 2 est observée à 19,2 m CM. Cela correspond à la dernière observation de 3 pieds de laminaires par mètre carré. La disparition totale des laminaires est observée très rapidement, soit 0,5 m plus profond. Le niveau 3 (laminaires clairsemées) est donc également très réduit sur ce site. Le niveau 4 (absence de laminaires et présence d'algues rouges dressées) est observé jusqu'à l'apparition du sédiment (sable) à 28 m CM. Le niveau 5 (absence d'algues dressées) n'est pas observé sur ce site

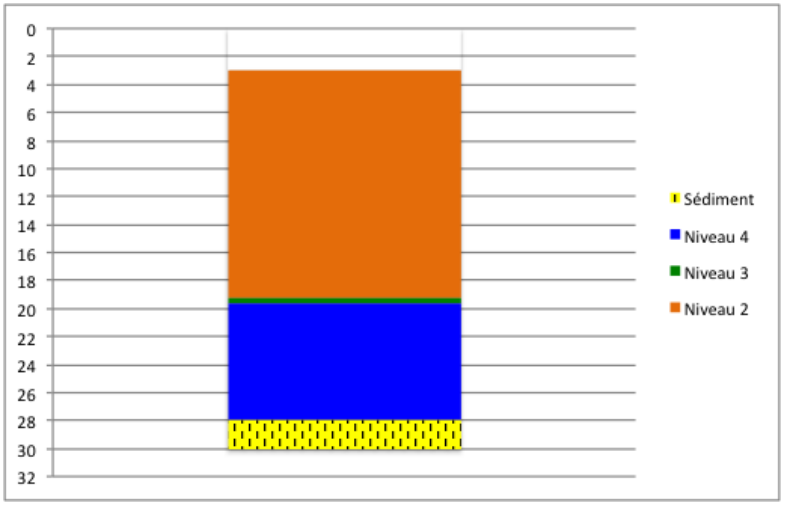


Figure 98 : Extension en profondeur (en mètre) des ceintures algales sur le site d'Ar Garnel.

3.4.3 Evaluation des algues structurantes

3.4.3.1 Densité des algues structurantes

Seule l'espèce *Laminaria hyperborea* a été répertoriée comme algue structurante. Les jeunes individus (jeunes laminaires) ont été dénombrés séparément, conformément au protocole.

Bathymétrie	**Libellé espèce**	**Q1**	**Q2**	**Q3**	**Q4**	**Q5**	**Q6**	**Q7**	**Q8**	**Q9**	**Q10**
3m	Laminaria hyperborea	16	27	27	8	18	17	17	18	25	21
3m	jeunes laminaires	3	6		10	12	7	18	15	4	3
Bathymétrie	**Libellé espèce**	**Q11**	**Q12**	**Q13**							
5,5m	Laminaria hyperborea	8	10	10							
5,5m	jeunes laminaires		5								
Bathymétrie	**Libellé espèce**	**Q14**	**Q15**	**Q16**							
8m	Laminaria hyperborea	3	7	5							
8m	jeunes laminaires	4	13	7							
Bathymétrie	**Libellé espèce**	**Q17**	**Q18**	**Q19**							
10,5m	Laminaria hyperborea	7	5	7							
10,5m	jeunes laminaires	13	8	10							
Bathymétrie	**Libellé espèce**	**Q20**	**Q21**	**Q22**							
13m	Laminaria hyperborea	8	10	8							
13m	jeunes laminaires	3	3	3							
Bathymétrie	**Libellé espèce**	**Q23**	**Q24**	**Q25**							
15,5m	Laminaria hyperborea	4	5	3							
15,5m	jeunes laminaires	1	10	1							
Bathymétrie	**Libellé espèce**	**Q26**	**Q27**	**Q28**							
18m	Laminaria hyperborea	1									
18m	jeunes laminaires	4	5	6							

Tableau 61 : Nombre de laminaires sur les quadrats à chaque bathymétrie sur le site d'Ar Garnel (2012)

En 2012, les densités en laminaires sont très importantes dans les petits fonds (3m CM). Elles atteignent localement plus de 120 pieds par mètre carré (adultes et jeunes confondus), pour une moyenne d'environ 80 pieds par mètre carré. Cette densité s'atténue avec la profondeur comme le montre la figure ci-après.

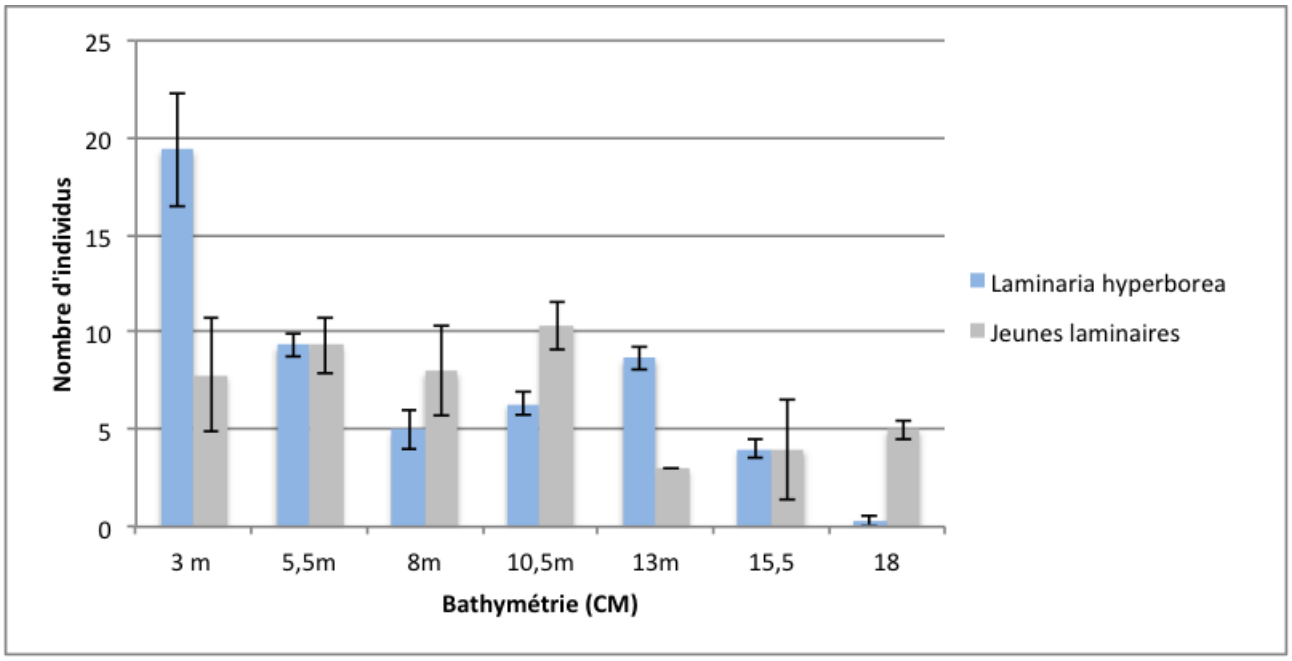


Figure 99 : Nombre de laminaires sur les quadrats à chaque bathymétrie sur le site d'Ar Garnel (2012)

En 2015, la plongée s'est effectuée sur la même zone géographique, mais avec une précision d'une dizaine de mètres par rapport aux investigations initiales. La profondeur des relevés pour ces premiers paramètres était de 7 m CM.

Site	Ar Garnal												
Profondeur	Date	Espèces	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Moyenne	Ecart type
7 mCM	09/07/15	*Laminaria hyperborea*	6	4	3	4	5	5	3	4	4	5	4,3	0,9
		Jeunes Laminaires	3	4	2	3	3	0	3	1	8	5	3,2	2,2

Tableau 62 : Densité de laminaires adultes et juvéniles sur Ar Garnel (2015)

Les densités de 2012 n'ont pas été retrouvées, même à des profondeurs comparables. Elle est de 17,2 pieds adultes/m^2.

3.4.3.2 Structure en taille des algues structurantes

La taille du stipe de chaque algue structurante répertoriée dans les quadrats a été mesurée.

Bathymétrie	Libellé espèce	N° de Quadrat	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	L10	L11	L12	L13	L14	L15	L16	L17	L18	L19	L20	L21	L22	L23	L24	L25	L26	L27
3m	*Laminaria hyperborea*	Q1	27	10	94	46	33	96	33	23	46	96	15	9	15	23	75	5											
3m	*Laminaria hyperborea*	Q2	31	28	13	11	16	14	83	44	72	46	16	8	17	14	20	20	25	74	5	6	58	6	46	7	32	19	82
3m	*Laminaria hyperborea*	Q3	11	7	5	3	47	12	4	6	3	42	51	90	15	15	1	4	11	14	29	11	31	95	22	14	79	18	7
3m	*Laminaria hyperborea*	Q4	64	94	28	88	75	35	73	15																			
3m	*Laminaria hyperborea*	Q5	91	99	87	70	33	79	7	6	4	5	20	26	17	9	19	13	12	12									
3m	*Laminaria hyperborea*	Q6	24	68	75	31	15	62	10	84	85	14	23	6	63	11	25	85	34										
3m	*Laminaria hyperborea*	Q7	78	39	18	43	67	38	23	86	15	39	91	32	78	88	87	76	84										
3m	*Laminaria hyperborea*	Q8	94	38	84	23	95	20	22	30	58	40	83	14	17	25	49	93	20	24									
3m	*Laminaria hyperborea*	Q9	86	34	28	50	24	48	70	10	31	11	28	120	136	145	50	94	56	77	115	117	46	118	16	125	8		
3m	*Laminaria hyperborea*	Q10	29	98	27	55	10	29	38	16	98	33	17	12	12	3	28	15	23	44	9	80	28						
5,5m	*Laminaria hyperborea*	Q11	29	117	32	120	77	80	73	126																			
5,5m	*Laminaria hyperborea*	Q12	23	125	88	23	65	118	63	84	27	52																	
5,5m	*Laminaria hyperborea*	Q13	41	115	114	47	51	115	107	30	15	102																	
8m	*Laminaria hyperborea*	Q14	88	21	100																								
8m	*Laminaria hyperborea*	Q15	49	34	60	48	61	38	60																				
8m	*Laminaria hyperborea*	Q16	11	19	92	102	11	13																					
10,5m	*Laminaria hyperborea*	Q17	53	47	25	37	83	25	55																				
10,5m	*Laminaria hyperborea*	Q18	28	28	36	20	72																						
10,5m	*Laminaria hyperborea*	Q19	42	21	51	24	24	66	92																				
13m	*Laminaria hyperborea*	Q20	22	45	82	94	7	18	64	71																			
13m	*Laminaria hyperborea*	Q21	17	55	34	105	12	19	10	29	32	17																	
13m	*Laminaria hyperborea*	Q22	18	68	51	73	69	27	52	48																			
15,5m	*Laminaria hyperborea*	Q23	20	14	8	18																							
15,5m	*Laminaria hyperborea*	Q24	41	31	14	19	16																						
15,5m	*Laminaria hyperborea*	Q25	32	19	15																								
18m	*Laminaria hyperborea*	Q26	12																										
18m	*Laminaria hyperborea*	Q27																									1 helcion		
18m	*Laminaria hyperborea*	Q28																									2 helcions		

Tableau 63 : Tailles relevées des espèces structurantes dans chaque quadrat sur le site d'Ar Garnel (2012)

La présence d'helcions sur la lame a été notée sur cinq individus.

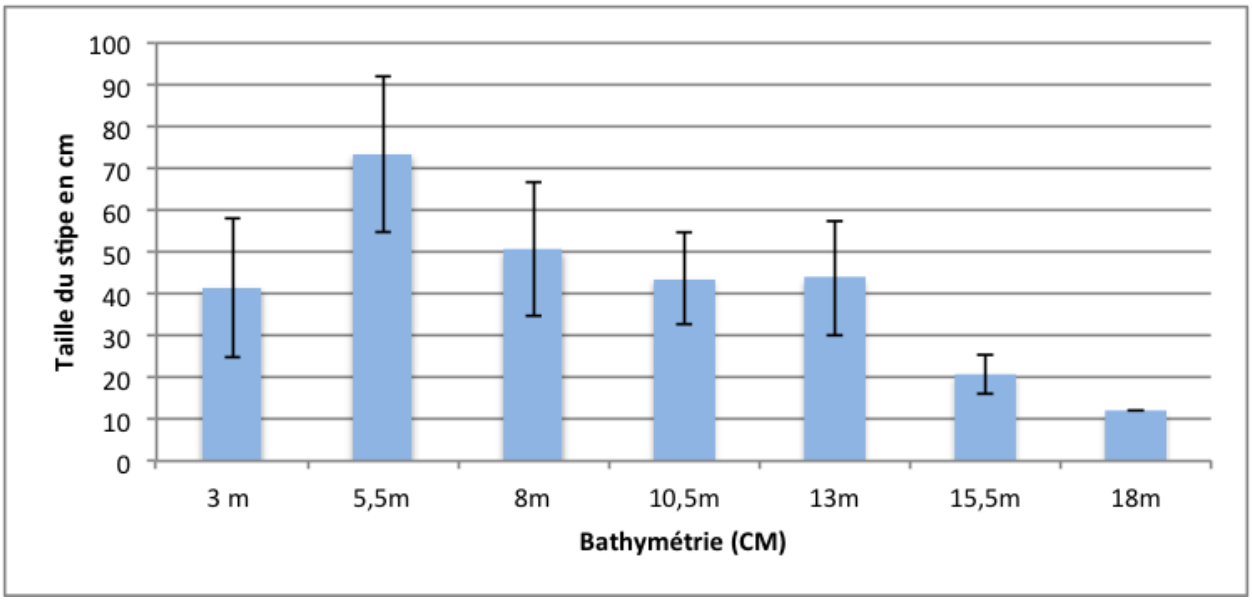


Figure 100 : Taille des stipes de laminaires (L.hyperborea) à chaque bathymétrie sur le site d'Ar Garnel (2012)

Site	Ar Garnal														
Profondeur	Date	Espèces	Réf	Quadrat	L1	L2	L3	L4	L5	L6	L7	L8	L9	Moyenne	Ecart type
7 mCM	09/07/15	*Laminaria hyperborea*	FC	Q1	96	110	116	102	123	118				110,8	10,2
			FC	Q2	111	121	108	117						114,3	5,9
			FC	Q3	90	90	85							88,3	2,9
			FC	Q4	101	103	110	100						103,5	4,5
			FC	Q5	136	127	112	144	99					123,6	18,2
			ED	Q6	85	106	88	84	97					92,0	9,4
			ED	Q7	83	57	93							77,7	18,6
			ED	Q8	131	120	92	95						109,5	19,1
			ED	Q9	112	114	118	113						114,25	2,6
			ED	Q10	130	124	92	108	94					109,6	17,2
Total														105,9	16,9

Tableau 64 : Taille des stipes L. hyperborea vers 7 m CM sur le site d'Ar Garnel (2015)

Contrairement à l'observation de 2012, la taille des stipes observés est beaucoup plus grande avec des mesures pouvant aller jusqu'à 144 cm (proche des valeurs de Ouessant de 150 cm). La longueur des stipes est donc très grande avec **une moyenne de 105,9 cm.**

3.4.3.3 Etude des stipes de *Laminaria hyperborea*

n° de stipe	Longeur totale (cm)	Longeur épiphytée (cm)	Surface totale des épiphytes (cm²)	Nb d'oursins	Nb d'helcions sur la lame	% du stipe recouvert par des moules	Stade de nécrose
1	90	56	127	0	0	0	1
2	68	55	324	0	0	0	1
3	108	84	1807	0	0	0	1
4	65	53	329,5	0	0	0	1
5	68	61	731	0	0	0	1
6	96	93	1014	0	0	0	1
7	79	72	994,5	0	0	0	1
8	64	21	14	0	0	0	1
9	74	50	127	0	0	0	1
10	93	47	216	0	3	0	1

Tableau 65 : Paramètres relevés sur 10 stipes de L. hyperborea vers 3 m CM sur le site Ar Garnel (2012).

En 2012, l'étude des 10 stipes de *Laminaria hyperborea* n'a pas révélée la présence d'oursins, ni de recouvrement du stipe par des moules. La présence de 3 helcions sur la lame de la laminaire n°10 a été notée. La nécrose des 10 laminaires étudiées est de stade 1, c'est à dire ne présentant pas de dommages particuliers (laminaire normale).

La longueur moyenne des stipes étudiés en 2012 est de 80,5 (±7,66) cm. La surface moyenne de la totalité des épibioses par mètre linéaire de stipe est de 803,89 cm²/ml.

Les espèces majoritaires constituant les épiphytes sur les 10 stipes analysés sont :

- *Rhodymenia pseudopalmata*
- *Desmaretia ligulata (espèce opportuniste)*
- *Calliblepharis ciliata.*

Site Ar Garnel - 9/07/15 - 7 m CM					
N° de stipe	Longueur stipe (cm)	Longueur épiphytée (cm)	Surface épiphytée (cm²)	Stade de nécrose	Nombre d'Helcions
1	130	120	1207	1	0
2	140	135	1640	1	0
3	130	118	375,5	1	0
4	113	105	492	1	0
5	126	114	1010	1	0
6	139	119	878	1	0
7	64	64	394	1	0
8	131	129	1430	1	0
9	72	65	1060	1	0
10	132	125	1061	1	0
Moyenne	**117,7**	**109,4**	**955**		
Ecart-type	**27,3**	**25,0**	**429**		

Tableau 66 : Paramètres relevés sur 10 stipes de L. hyperborea sur Ar Garnel vers 7 m CM (2015)

EN 2015, l'étude des 10 stipes de *Laminaria hyperborea* n'a pas révélé la présence d'helcions (comme en 2012) sur la lame, d'oursins, ni de recouvrement du stipe par des moules. La nécrose des 10 laminaires étudiées est de stade 1, c'est à dire ne présentant pas de dommages particuliers (laminaire normale).

La longueur moyenne des stipes étudiés en 2015 est de 117,7 (±27,3) cm. La surface moyenne de la totalité des épibioses par mètre linéaire de stipe est de 811,38 cm^2/mL.

Les espèces majoritaires constituant les épiphytes sur les 10 stipes analysés sont :

Ar Garnel	Stipe 1	Stipe 2	Stipe 3	Stipe 4	Stipe 5	Stipe 6	Stipe 7	Stipe 8	Stipe 9	Stipe 10	Occurrence (en %)
09/07/15	FC	FC	FC	FC	FC	ED	DG	DG	DD	DD	
Callophyllis laciniata				1		1	1		1		40
Cryptopleura ramosa	1	1	1	1			1		1	1	70
Menbranoptera alata	1	1				1					30
Nitophyllum punctatum		1				1					20
Palmaria palmata	1			1		1	1	1	1	1	70
Phycodris rubens	1	1	1	1	1			1	1	1	80
Rhodophyllis spp.			1								10
Rhodymenia pseudopalmata	1				1	1	1				40

Tableau 67 : Espèces majoritaires épiphyte des stipes sur Ar Garnel (2015)

En 2015, les espèces d'algues rouges épiphytes sont principalement *Phycodris rubens* (80 % d'occurrence), *Cryptopleura ramosa* (70%) et *Palmaria palmata* (70%). Nous n'avons pas constaté d'algues opportunistes, comme en 2012 avec de la *Desmaretia ligulata* en épiphytes.

Figure 101 : Mise en alguier des échantillons (IN VIVO, 2015)

3.4.4 Evaluation des algues caractéristiques

Les comptages d'algues caractéristiques ont été réalisés à la bathymétrie fixe – 3m CM sur 10 quadrats de 0,25 m^2. Les résultats sont présentés ci-après :

Libellé espèce	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10
Algues calcaires dressées	8									
Calliblepharis ciliata					2		10	1	7	10
Callophyllis laciniata	10	3	8	7	18	17	8	5	7	6
Cryptopleura ramosa		3								
Erythroglossum laciniatum	19	1								
Kallymenia reniformis	9	2	5			4	2	7		
Laminaria hyperborea	13	23	20	37	20	19	11	20	19	27
Plocamium cartilagineum	44	12	100	10	5%	40	71	10	30%	15%
Rhodymenia pseudopalmata					1					

Tableau 68 : Liste des espèces caractéristiques répertoriées sur le site d'Ar Garnel (2012)

En 2012, un total de 9 algues caractéristiques ont été répertoriées sur les 10 quadrats réalisés à la bathymétrie fixe de -3m CM. Le recouvrement végétal est particulièrement faible dans la sous-strate des laminaires à cette bathymétrie. Le peuplement étant largement dominé par les éponges encroûtantes, les anémones *Corynactis viridis* et *Actinithoe sphyrodeta*, ainsi que par quelques ascidies coloniales didemnidées.

Les espèces présentant les fréquences d'occurrence les plus importantes (excepté l'espèce structurante *Laminaria hyperborea*), en 2012, sont :

- *Plocamium cartilageum (100%) ;*
- *Callophyllis laciniata (100%) ;*
- *Plocamium cartilageum* présente également les recouvrements les plus importants.

Figure 102 : Cadrat en place pour le comptage sur Ar Garnel (2015)

Les résultats sur des quadrats pour 2015, sur le niveau 2 vers 5 m CM (plongées du 10/07/15) sont les suivants :

Ar Garnel - 5 m CM	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Q6	Q7	Q8	Q9	Q10	Occurrence (en %)
10/07/15	ED	FC	FC	FC	DD	DD	DD	DG	DG	DG	
Espèces des eaux peu turbides											
Acrosorium venulosum	40	1			15	50	15	25		11	**70**
Bonnemaisonia asparagoides		1				5		4		1	40
Callophyllis laciniata	9	8	27	20	14	2			2	3	**80**
Cryptopleura ramosa					40	10			5	1	40
Delesseria sanguinea		10	3				2	1			40
Desmaretia ligulata				**3**							10
Dictyopteris polypodioides			6					3		1	30
Dictyota dichotoma		20					2	1		13	40
Heterosiphonia plumosa								21			10
Kallymenia reniformis		6				6	6		2	3	**50**
Meredithia microphylla					26	2			6		30
Plocamium cartilagineum	20	15	40	15	15	16	13		14	25	**90**
Polyneura bonnemaisonii					8		5		6		30
Rhodymenia pseudopalmata						2		8			20

Tableau 69 : Liste des espèces caractéristiques répertoriées sur Ar Garnel (2015)

Sur le site, il a été observé, en 2015, un total de 13 algues caractéristiques du milieu eaux peu turbides et une richesse spécifique de la sous-strate de 14 taxons sur la profondeur de 5 m CM. Il a été observé une algue opportuniste *Desmaretia ligulata* en sous-strate.

Les espèces présentant les fréquences d'occurrence les plus importantes sont en 2015 :

- *Plocamium cartilagineum (90%)*
- *Callophyllis laciniata (80%)*
- *Acrosorium venulosum (70%)*

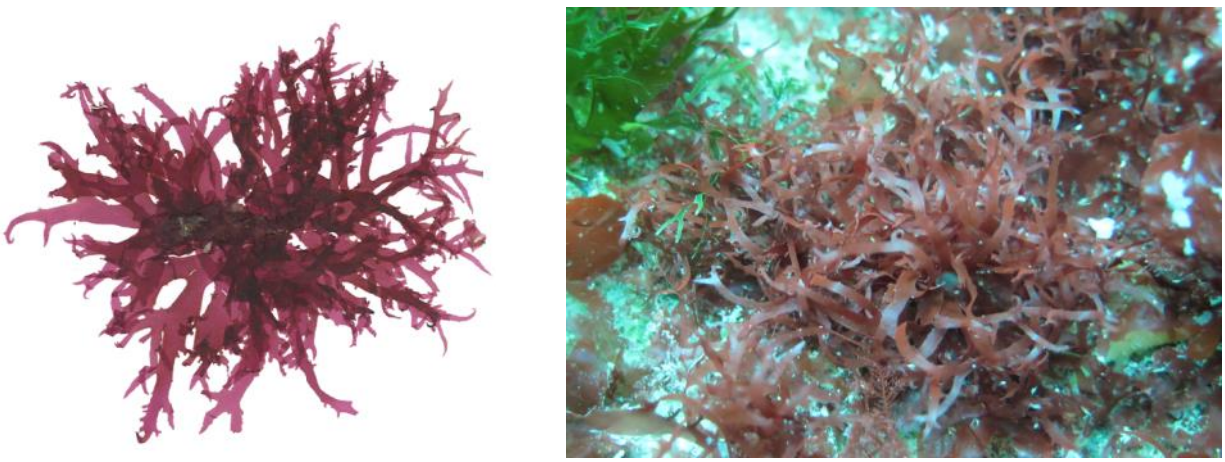


Figure 103 : Acrosorium venulosum en alguier (à gauche) et en in situ (à droite) (IN VIVO, 2015)

3.4.5 Faune associée aux quadrats (observations de 2015)

Le site est très riche en faune fixée qui joue ainsi une compétition pour l'espace avec la sous-strate algale. Il est possible de supposer que la richesse spécifique en algue, plus réduite sur ce site, est due aussi à la présence importante de cette faune fixée. Sur 6 quadrats, il a été observé des anémones perles en plaques plus ou moins grandes (*Corynactis viridis*), de nombreux bryozoaires (*Alcyonidium gelatosinum, Bugula turbinata…*), de nombreuses éponges oranges (*Myxilla spp*), des sycons (*Sycon ciliaris*) et des espèces de plus grosses tailles, comme de l'éponge fesse d'éléphant (*Pachymastisma johnstonia*).

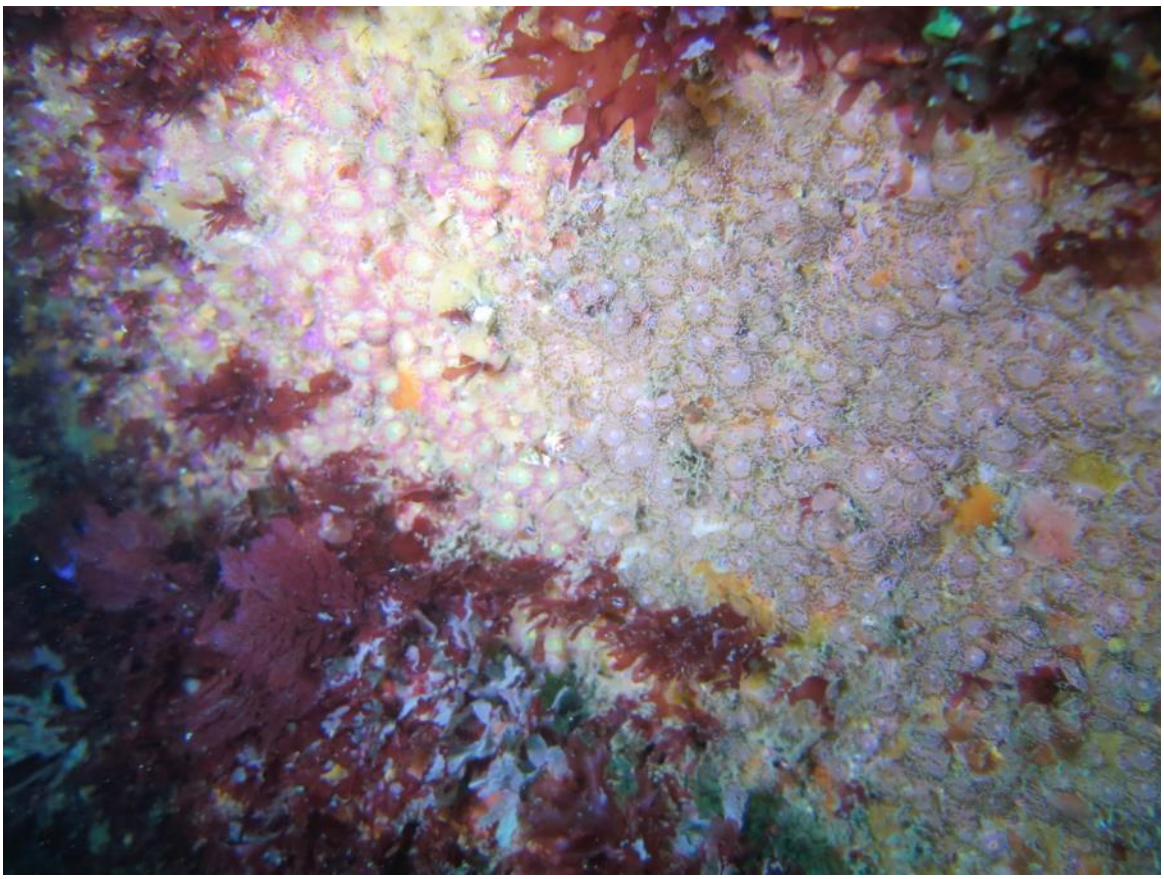


Figure 104 : Anémones perles (Corynactis viridis) au milieu de la sous-strate (IN VIVO, 2015)

3.4.6 Micro-habitats et espèces animales associées

Compte tenu de la topographie du site, composé d'éboulis de gros blocs rocheux, de nombreux micro-habitats sont présents dans les différents niveaux.

Microhabitat	Niveau 2	Niveau 3	Niveau 4
Platier	✓	✓	✓
Tombant	✓	✓	✓
Surplomb	✓	✓	×
Faille	✓	×	×
Grotte	✓	×	×

Tableau 70 : Présence et absence des micro-habitats dans les différents niveaux du site d'Ar Garnel en 2012

Chacun de ces habitats est caractérisé par une faune dominante associée. Un indice d'abondance est associé à la présence de l'espèce (P=Présent ; C=Commun ; A=Abondant ; A+=Très abondant).

Espèces dominantes du niveau 2 et 3 :

Groupe taxonomique	Espèces	Platier	Faille	Tombant	Surplomb	Grotte
Annélides	*Bispira volutacornis*		P			
	Salmacina dysteri	P				P
Ascidies	*Aplidium punctum*			P		P
	Diazona violacea	P				P
	Botryllus schlosseri	P		P		
	Diplosoma spongiforme			P		
	Stolonica socialis	P				
Anthozoaires	*Eunicella verrucosa*	P		P		C
	Actinothoe sphyrodeta	P		P		
	Leptopsammia pruvoti					P
	Corynactis viridis	P	P	C/A	C	P
	Caryophyllia sp.	P		P		P
	Alcyonium glomeratum	P		P	P	P
	Alcyonium digitatum	P		P	P	P
Bryozoaires	*Alcyonidium diphanum*					P
	Omalosecosa ramulosa			P		P
	Cellaria sp.	P		P		P
	Chartella papyracea	P		P	P	P
	Pentapora foliacea	P				C
	Flustra foliacea	C				
	Cellepora pumicosa			P		
Crustacés	*Balanus perforatus*	P		P		P
Echinodermes	*Marthasterias glacialis*	P				
	Echinaster sepositus	P			P	P
	Henricia oculata	P		P		
	Echinus esculentus	P		P	P	
Hydraires	*Abiertinaria abietina*	C				
Mollusques	*Criomora papillata*				P	
Spongiaires	*Axinella dissimilis*	P				P
	Axinella polypoides					P
	Adreus fascicularis	P				
	Amphilectus sp.	P			C	
	Pachymatisma johnstoni	P	P		P	
	Polymastia boletiformis	P				
	Desmacidon fructicosum			P	P	
	Dercitus bucklandi		P		P	
	Tethya aurantium	P		P		
	Myxilla sp.	P				
	Hemimycale collumela	P				
	Cliona cellata	C		C		

Tableau 71 : Espèces en présence en fonction du type d'habitat dans les niveaux 2 et 3 et indice d'abondance associé – site d'Ar Garnel (2012)

Espèces dominantes du niveau 4 :

Groupe taxonomique	Espèces	Platier	Tombant
Ascidies	*Diazona violacea*	P	
	Corynactis viridis	P	P
	Botryllus schlosseri	P	
	Stolonica socialis	C	P
Anthozoaires	*Eunicella verrucosa*	C	
	Caryophyllia sp.	P	P
Bryozoaires	*Alcyonidium diphanum*	P	
	Pentapora foliacea	C	
	Cellaria sp.	P	C
	Flustra foliacea	C/A	C
	Osmalosecosa ramulosa		P
Echinodermes	*Henricia oculata*	P	
	Echinaster sepositus	P	P
Hydraires	*Gymnangium montagui*	P	
	Nemertesia antennina	P	
	Bugula plumosa	P	
	Abiertinaria abietina	P	
Spongiaires	*Pachymatisma johnstoni*	P	P
	Myxilla sp.	P	P
	Adocia simulans	P	
	Adreus fascicularis	P	
	Hemimycale collumela	P	P
	Cliona cellata	C	
	Raspailia sp.	P	

Tableau 72 : Espèces en présence en fonction du type d'habitat dans le niveau 4 et indice d'abondance associé - site d'Ar Garnel (2012)

Concernant les investigations en 2015, elles ont pu montrer que le site d'Ar Garnel est d'une grande richesse spécifique, tant sur le point de la faune fixée que de la faune vagile. Les failles et parois verticales sont couvertes de gorgones (*Eunicella verrucosa*), de roses de mer (*Pentapora folicea*) et d'Alcyons (*Alcyonium digitatum*) avec de grandes plages d'anémones perles (*Corynactis viridis*).

Concernant la faune vagile, outre le fait d'avoir observé des Lieus en grand nombre (*Pollachius pollachius*), il a été également vu de nombreuses langoustes (*Palinurus elephas*, dans moins de 20 m d'eau), ce qui en fait ainsi un site très riche et remarquable.

Planche 61 : Illustrations des espèces animales répertoriées sur les sites rocheux (1/4)

Planche 62 : Illustrations des espèces animales répertoriées sur les sites rocheux (2/4)

Planche 63 : Illustrations des espèces animales répertoriées sur les sites rocheux (3/4)

Planche 64 : Illustrations des espèces animales répertoriées sur les sites rocheux (4/4)

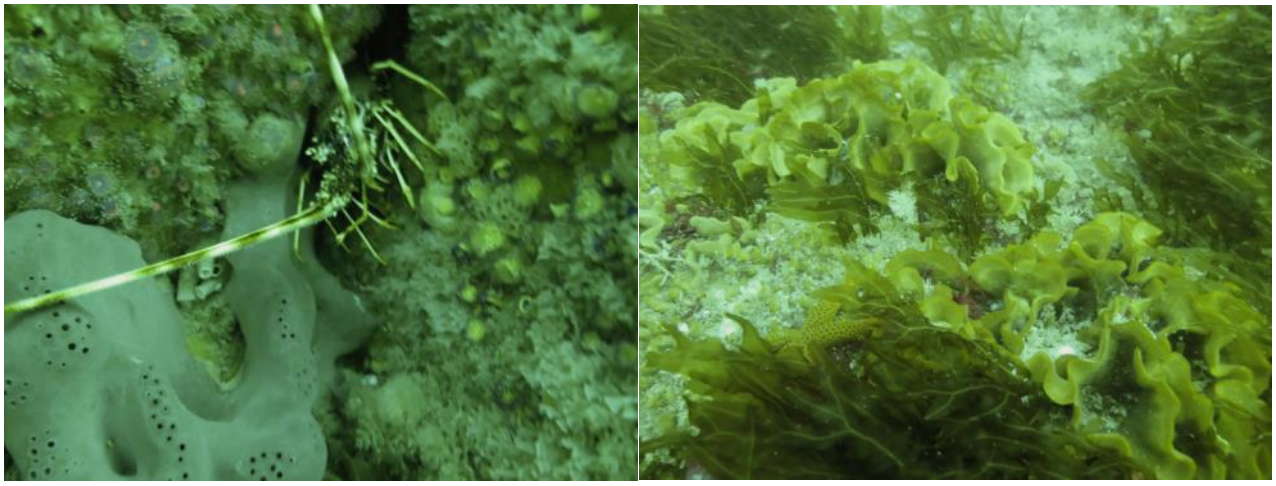
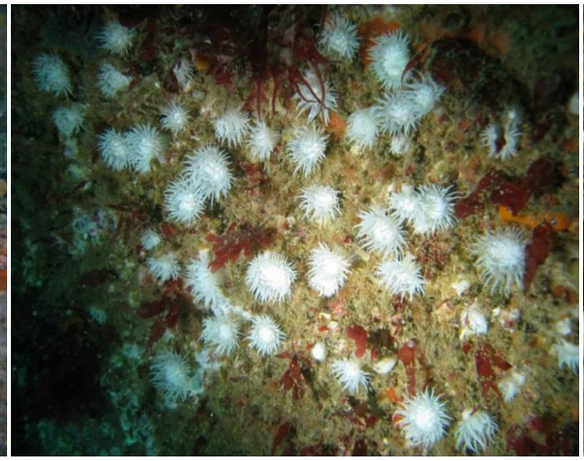


Figure 105 : Exemples de la richesse du site d'Ar Garnel (IN VIVO, 2015)

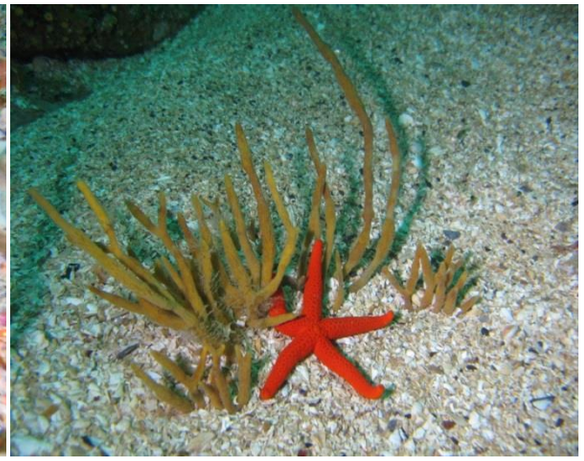
Figure 106 : Une prairie de Gorgones et d'algues Dictyopteris polypodioides, suivi par la forêt de Laminaires (IN VIVO, 2015)

Abiertinaria abietina



Actinothoe sphyrodeta

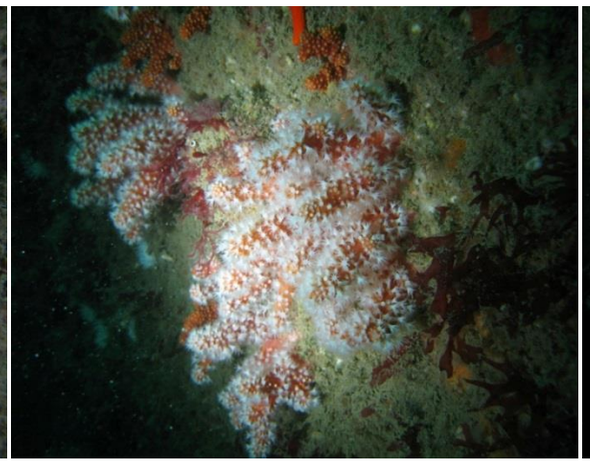
Adocia simulans



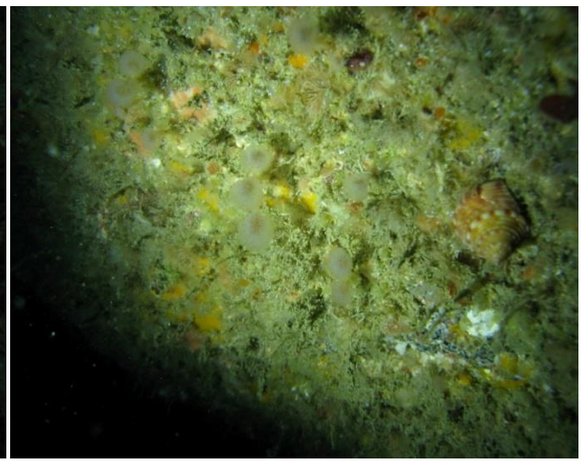
Adreus fascicularis

Alcyonidium diphanum

Alcyonium digitatum

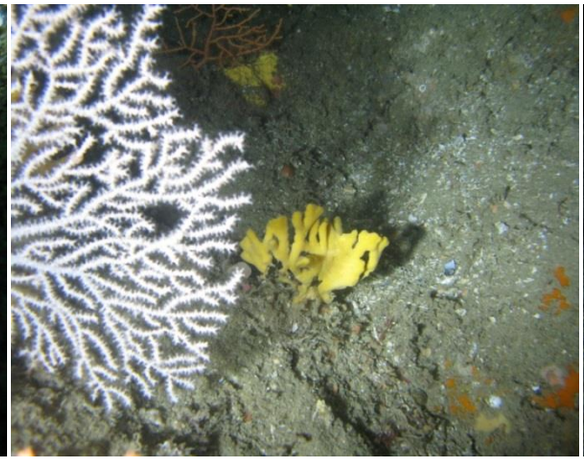


Alcyonium glomeratum

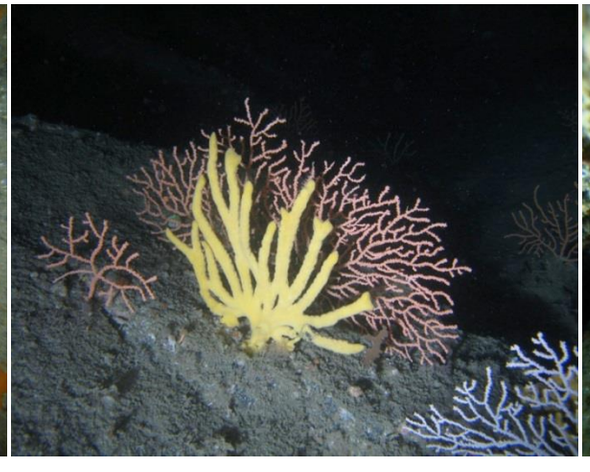


Aplidium punctum

Ascidia mentula



Axinella dissimilis



Axinella polypoides

Bispira volutacornis

Botryllus schlosseri

Bugula plumosa

Caryophillia sp.

Cellaria sp.

Chartella papyracea

Cliona cellata

Corynactis viridis

Criomora papillata

Dercitus bucklandi

Desmacidon fructicosum

Diazona violacea

Diplosoma spongiforme

Echinaster sepositus

Echinus esculentus

Eunicella verrucosa

Flustra foliacea

Gymnangium montagui

Hemimycale columella

Henricia oculata

Leptopsammia pruvoti

Myxilla sp.

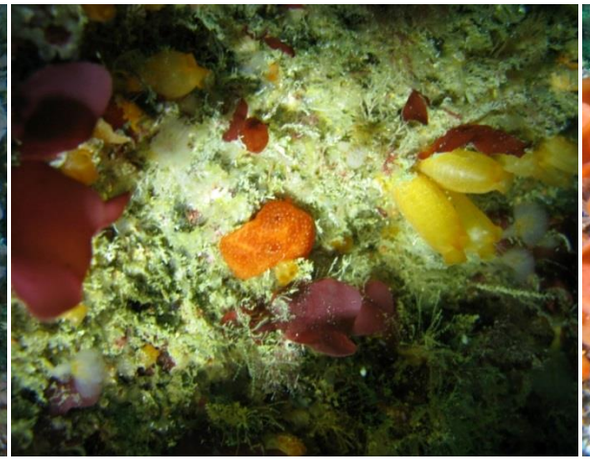
Nemertesia antennina

Osmalosecosa ramulosa

Pachymatisma johnstoni

Pentapora foliacea

Polymastia boletiformis



Polysyncraton lacazei

Raspailia sp.

Salmacina dysteri

Stolonica socialis

Tethya aurantium

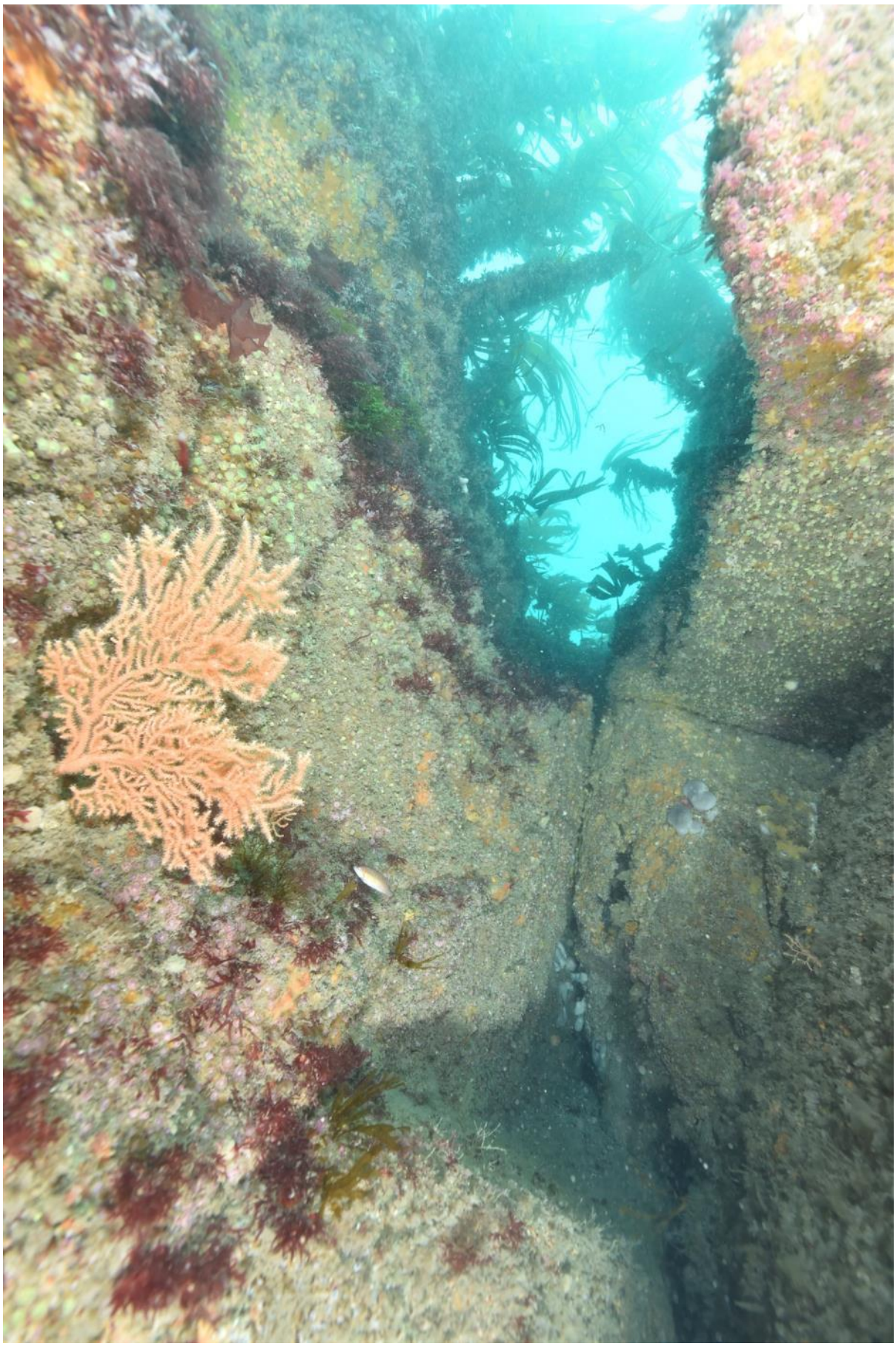


Figure 107 : Un site d'une grande diversité (IN VIVO, 2015)

Figure 108 : Les laminaires sont de très belles tailles (IN VIVO, 2015)

Figure 109 : La faune fixée investit les parois verticales et les bas niveaux (IN VIVO, 2015)

3.4.7 Indice de Qualité et EQR pour le site d'Ar Garnel

3.4.7.1 Limite d'extension en profondeur des différentes ceintures algales

LC = ((19,2/28,45) + (20/32,22))/2 x 30 = 19,4 points

3.4.7.2 Composition et densité de espèces définissant l'étagement (niveau 1-2)

DLH = 17,2 ind/m^2 (2015) = 5 points

3.4.7.3 Espèces caractéristiques

EC = 13 algues caractéristiques = 10 points

3.4.7.4 Espèces opportunistes

E0 = 1 espèce = 20 points

3.4.7.5 Richesse spécifique

S = 14 taxons = 5 points

3.4.7.6 Stipe de *L. hyperborea* et épibioses

L = 117,7 cm = 20 points et AE = 811,38 cm^2 = 15 points

3.4.7.7 Calcul de l'indice de qualité du site

$IQ_{100\text{-Ar Goumonenn}}$ = 19,4 + 5 + (10+20)/2 + 5 + (20+15)/2 = **61,9**

3.4.7.8 Calcul de l'EQR

$EQR_{Ar\ Garnel}$ = 61,9/77 = 0,80, soit **Bon**

Le site d'Ar Garnel est considéré au regard du protocole du MNHN comme étant de bonne qualité.

Chapitre 4 : Etat de référence halieutique

1 RAPPEL DU CONTEXTE DE L'ETUDE

1.1 INTRODUCTION

Dans le cadre d'un dossier réglementaire relatif à l'obtention du titre minier pour l'extraction de sable coquillier sur le site de la « Pointe d'Armor », en baie de Lannion (22), et conformément à l'article 5;5 de l'arrêté préfectoral portant autorisation d'ouverture de travaux, n°2015335-0004 du 1er décembre 2015, la Compagnie Armoricaine de Navigation (CAN) a confié à IN VIVO la réalisation d'un état de référence environnemental et halieutique.

Ce chapitre traite de l'étude suivante :

- **Inventaire biologique des zones rocheuses limitrophes.**

Cette évaluation prend en considération le protocole conseillé par l'IFREMER (Augris *et al.* du 09/02/2011). Celui-ci cible différents compartiments halieutiques (juvéniles et adultes de la communauté bentho-démersale, les frayères, les nourriceries et les voies de migration) qui sont considérés comme prioritaires pour l'évaluation de leur état initial. La connaissance des activités de pêche qui sont pratiquées dans la zone d'étude permet également d'adapter ce protocole aux spécificités de la zone étudiée. Cela permet notamment d'orienter le choix des engins de prélèvements et de déterminer les compartiments halieutiques d'intérêt majeur dans le secteur.

L'état de référence halieutique est établi à partir de deux campagnes d'échantillonnage qui ont été réalisées afin d'obtenir une description des assemblages d'hiver et d'été. La campagne d'été a été réalisée entre le 10/09/2012 et 12/09/2012 et la campagne d'hiver entre le 03/03/2013 et le 04/03/2013.

De plus, des suivis plus spécifiquement liés aux populations de lançon ont été menées par OCEANIC DEVELOPPEMENT et le Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN) entre 2012 et 2013, avec une mise à jour par Fisheries maritime affairs (F & S) en 2015. Les premiers résultats disponibles sont présentés.

Ce rapport synthétise les données recueillies lors des deux campagnes de chalutage (campagne d'été et d'hiver) réalisé par IN VIVO et lors des campagnes de suivis des populations de lançons réalisées par OCEANIC DEVELOPPEMENT / (F & S) et le Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN)[16].

[16] Station Marine de Dinard / Cresco

1.2 ACTIVITES DE PECHE DANS LA ZONE D'ETUDE

Ce chapitre résume l'activité de pêche exercée dans la zone d'étude. Le comité départemental des pêches maritimes et des élevages marins des côtes d'Armor a réalisé une étude spécifique sur l'activité de pêche, qui décrit plus largement ce qui est présenté ici. Cette étude est disponible dans l'annexe suivante :

Annexe E : Etat des lieux de l'activité de pêche professionnelle en baie de Lannion
Actualisation des données – septembre 2015

La baie de Lannion est essentiellement fréquentée par les navires des quartiers maritimes de Morlaix et de Paimpol situés dans la zone de pêche VIIe (CIEM) (Figure 110).

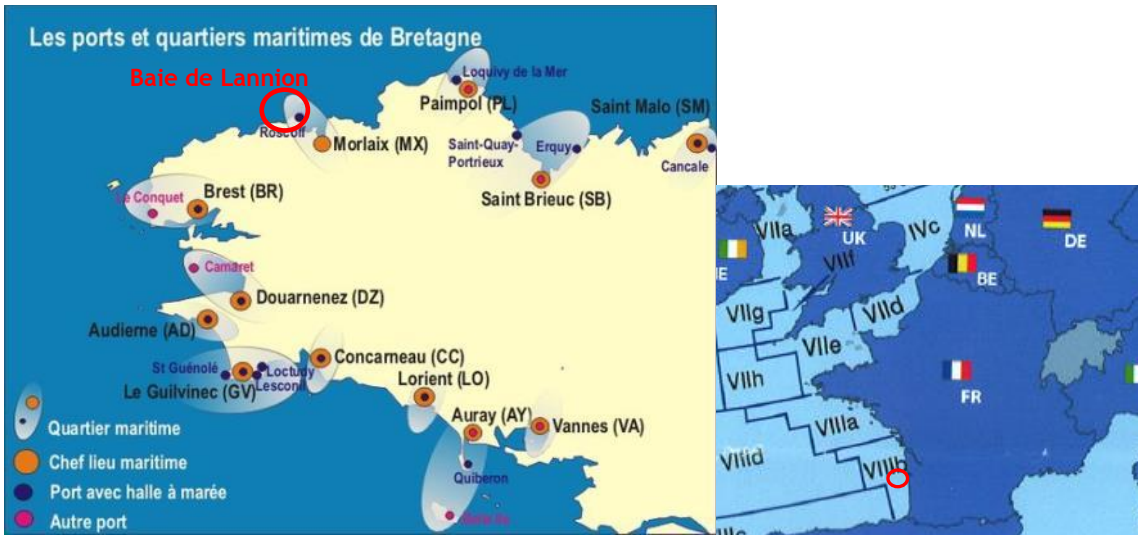


Figure 110 : Localisation de la baie de Lannion vis-à-vis des quartiers maritimes et des zones de pêche (source : ifremer.fr)

La flotte de pêche du quartier de Morlaix compte 106 navires et 247 hommes d'équipage et est majoritairement composée de caseyeurs et de fileyeurs côtiers. Les principaux métiers pratiqués sont les filets à poissons et les casiers à gros crustacés. Il faut noter que sur la population des navires actifs du quartier maritime de Morlaix, le nombre moyen d'engins mis en œuvre par navire en 2012 s'élève à 1,9 (source : SIH 2012).

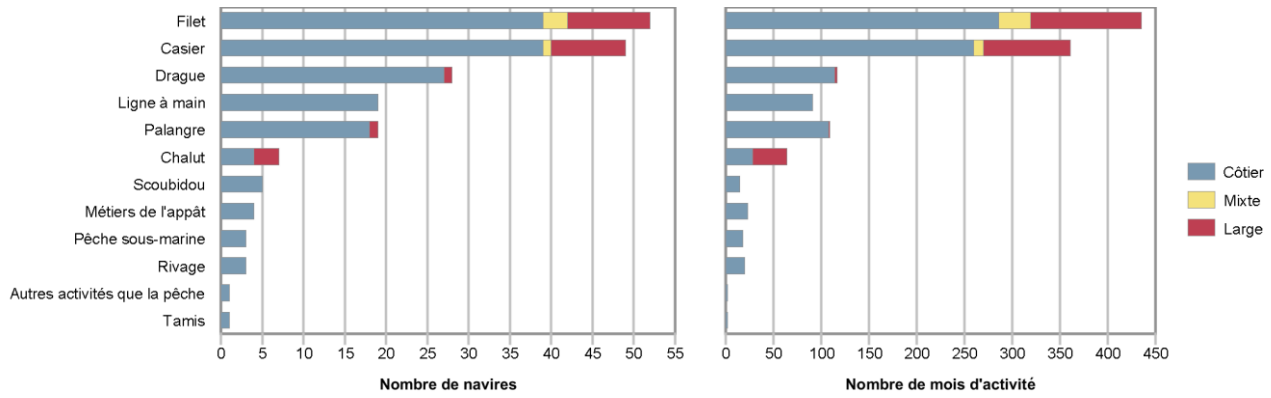


Figure 111 : Répartition de la flotte de pêche et cumul du nombre de mois d'activité quartier de Morlaix (source : SIH 2012)

La flotte de pêche du quartier de Paimpol compte 140 navires et 366 hommes d'équipage. Elle est essentiellement composée de dragueurs, de caseyeurs et de fileyeurs côtiers. Les chalutiers sont également relativement nombreux mais la majorité d'entre eux travaille au large. Les navires équipés de dragues sont les plus nombreux et cumulent le plus de mois d'activité. Les principaux métiers pratiqués sont la drague à coquille Saint-Jacques, le casier à gros crustacés, le chalut de fond à poissons et les filets petites et grandes mailles à poissons. Sur la population des navires actifs du quartier maritime de Paimpol, le nombre moyen d'engins mis en œuvre par navire en 2010 s'élève à 2.

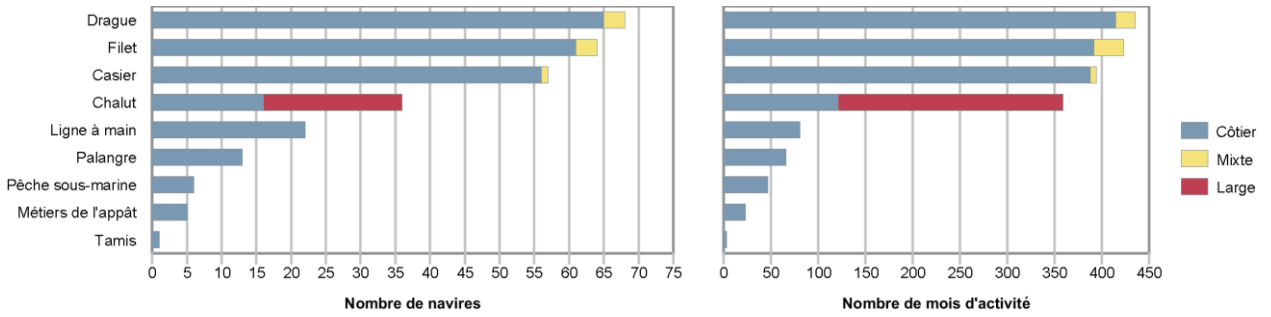


Figure 112 : Répartition de la flotte de pêche et cumul du nombre de mois d'activité quartier de Paimpol (source : SIH 2012)

Sur les 106 navires du quartier maritime de Morlaix, 99 passent en moyenne 9,4 mois d'activité dans la zone de pêche VIIe. Les principaux ports d'exploitation pour les navires côtiers de ce quartier sont Roscoff, Plougasnou et Batz. De même, sur les 140 navires du quartier maritime de Paimpol, 132 passent en moyenne 9,5 mois d'activité dans la zone de pêche VIIe. Les principaux ports d'exploitation pour les navires côtiers de ce quartier sont Pors-Even, Loguivy de la Mer et Saint-Quay-Portrieux.

La zone concernée par la demande d'ouverture de travaux d'extraction de granulats en baie de Lannion se trouve dans le rayon d'action des navires de pêche des quartiers maritimes de Morlaix et de Paimpol. La plupart sont des navires côtiers mesure 11 m en moyenne et embarquant entre deux et trois marins. Les principaux engins utilisés par les navires du quartier de Morlaix sont le casier, le filet et la drague. Pour le quartier de Paimpol ce sont la drague, le casier, le filet et le chalut.

Une enquête menée à partir d'une vingtaine de navires pêchant en baie de Lannion a permis de mettre en évidence le fait que les filets à poissons, la palangre et le chalut à poissons sont pratiqués à l'intérieur de la zone d'étude. La pêche au casier à crustacés est quant à elle exercée en bordure de la zone d'étude.

La majorité des espèces ciblées par les navires pêchant en baie de Lannion est composée d'espèces benthiques telles que les crustacés (araignées, homards, tourteaux…) et les poissons plats (barbue, plie, sole…), et des espèces démersales comme la baudroie, le grondin, le lançon, le lieu, le tacaud, le Saint-Pierre…

Pour ce type de ressource halieutique, à savoir les juvéniles et les adultes de la communauté bentho-démersale, le protocole établi par l'IFREMER pour la description de l'état initial de la ressource halieutique dans le cadre d'une exploitation de granulats marins, préconise un échantillonnage à l'aide d'un chalut à perche et d'un chalut à grand ouverture verticale (GOV) avec un petit maillage pour capturer à la fois les adultes et les juvéniles.

1.3 FONCTIONNALITE ECOLOGIQUE DE LA ZONE D'ETUDE

La fonctionnalité écologique renvoie à la notion d'habitat fonctionnel. Un habitat fonctionnel est un habitat qui est utilisé par une espèce lors d'une étape de son cycle de vie. Dans le cadre d'une étude de la ressource halieutique sur une zone d'extraction de granulats marins, les habitats fonctionnels à prendre en considération sont les frayères (zone de reproduction) et les nourriceries (zone de croissance des juvéniles). L'identification de ce type d'habitat fonctionnel permet de déterminer le type d'engin à utiliser pour l'échantillonnage.

La littérature ne fait pas apparaître cette zone comme étant une zone de nourricerie avérée pour ces espèces, ces dernières sont connues pour passer leurs premières années de vie à proximité des côtes de la Manche (Mahé *et al.* 2006). En revanche, la baie de Lannion est référencée comme abritant de fortes concentrations de juvéniles de bars, c'est-à-dire comme étant une nourricerie pour cette espèce (Figure 113).

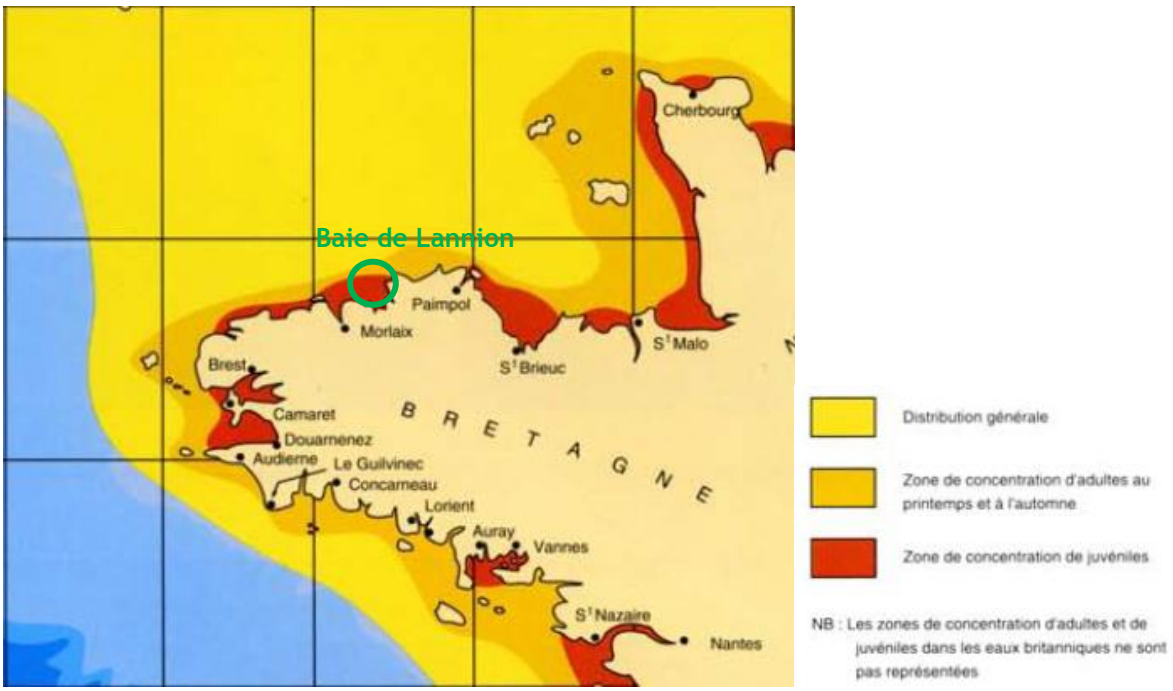


*Figure 113 : Distribution et nourricerie du bar (*Abbes, 1991 *in* Mahé *et al*. 2006*)*

Le fait que la zone d'étude située en baie de Lannion corresponde à une zone potentielle de nourricerie pour plusieurs espèces benthiques et démersales, et à une zone de nourricerie « avérée » pour le bar, nous indique que le compartiment halieutique qu'il faut cibler correspond aux juvéniles et aux adultes de la communauté bentho-démersale.

A l'inverse, la littérature ne référence pas la baie de Lannion comme étant une zone de frayère. En effet, de nombreuses espèces se reproduisent en Manche mais la plupart le font dans les eaux plus profondes du centre de la Manche (Mahé *et al.*, 2006).

Du fait que la baie de Lannion ne soit pas référencée comme étant une zone de frayère majeure, il ne semble pas nécessaire de réaliser des investigations de terrain dans le compartiment halieutique des stades précoces (œufs et larves).

Au vu des données sur les activités halieutiques pratiquées en baie de Lannion, et des données bibliographiques sur la fonctionnalité écologique de la zone, il semble pertinent d'orienter la présente étude vers le compartiment halieutique des adultes et des juvéniles de la communauté bentho-démersale. D'une part, les données liées à la pêche dans cette zone nous indiquent qu'une grande partie des espèces pêchées sont des crustacés, des poissons et des mollusques benthiques et démersaux. D'autre part, la baie de Lannion apparaît dans la littérature comme étant une zone de nourricerie pour le bar, et une zone de nourricerie potentielle pour de nombreuses espèces qui passent les premières années de leur vie dans les eaux côtières peu profondes de la Manche.

2 MATERIELS ET METHODES

2.1 ENGINS DE PRELEVEMENT

Les engins de prélèvement mis en œuvre sont le chalut à Grande Ouverture Verticale qui permet de collecter les espèces démersales et benthiques en ciblant à la fois les adultes et les juvéniles (maille de 20 mm), et le chalut à perche qui permet de collecter les espèces épi-benthiques (maille de 5 mm). Le plan du chalut utilisé figure dans l'annexe suivante :

Annexe F : Plan du chalut GOV

La figure suivante présente une photo du chalut GOV (à gauche) et du chalut à perche (à droite)

Figure 114 : Chalut à grande ouverture verticale (à gauche) et chalut à perche (à droite)

2.2 PLAN D'ECHANTILLONNAGE

La campagne d'été de chalutage au chalut à grande ouverture verticale a eu lieu du 10/09/2012 au 11/09/2012 (coefficients de marée de 28 à 37, mer peu agitée). 14 traits de chalut ont été réalisés. 5 ont été faits à l'intérieur de la zone soumise à la demande d'autorisation d'extraction, 9 ont été réalisés à l'extérieur dans différents faciès sédimentaires, sur les fonds ne présentant pas de substrat rocheux (). Le positionnement des traits a été réalisé avec l'appui des données morpho-sédimentaires disponibles (source : IFREMER, 2011). Les traits ont été orientés selon l'axe des courants dominants. Ils ont été réalisés à une vitesse constante de (2 à 4 nœuds) sur une durée fixe de 15 minutes (Tableau 73).

N° du trait	Date	Heure		Coordonnées		Vitesse	Profondeur
		début	fin	début	fin		
C 14	10/09/12	12h45	12h56	48°46,543 N 3°42,463 W	48°47,124 N 3°42,748 W	2,7 nds	41 m
C 6	10/09/12	13h52	14h05	48°47,129 N 3°41,650 W	48°47,485 N 3°42,348 W	2,7 nds	38 m
C 2	10/09/12	15h37	15h50	48°46,937 N 3°41,939 W	48°47,380 N 3°42,425 W	3 nds	39 m
C 7	10/09/12	16h25	16h37	48°47,402 N 3°41,284 W	48°47,764 N 3°41,966 W	2,8 nds	34 m
C 1	10/09/12	17h22	17h32	48°48,456 N 3°41,683 W	48°48,803 N 3°42,269 W	2,9 nds	59 m
C 3	10/09/12	18h16	18h29	48°49,109 N 3°40,578 W	48°49,476 N 3°41,158 W	3,2 nds	58 m
C 11	11/09/12	9h42	9h54	48°44,127 N 3°38,906 W	48°44,541 N 3°32,507 W	3,2 nds	24m
C 12	11/09/12	10h36	10h49	48°44,564 N 3°40,272 W	48°45,040 N 3°40,928 W	2,9 nds	31 m
C 13	11/09/12	11h36	11h47	48°45,610 N 3°41,694 W	48°46,103 N 3°42,020 W	3,4 nds	38 m
C 5	11/09/12	13h09	13h20	48°47,271 N 3°40,503 W	48°47,616 N 3°41,165 W	3,2 nds	36 m
C 8	11/09/12	13h54	14h05	48°46,994 N 3°41,023 W	48°47,312 N 3°41,616 W	3,1 nds	34 m
C 10	11/09/12	14h50	15h00	48°46,939 N 3°43,045 W	48°47,239 N 3°43,670 W	3,4 nds	48 m
C 9	11/09/12	15h40	15h51	48°47,605 N 3°42,646 W	48°47,870 N 3°43,489 W	3,5 nds	42 m
C 4	11/09/12	16h42	16h55	48°49,374 N 3°41,369 W	48°49,244 N 3°42,135 W	3 nds	57 m

Tableau 73 : Caractéristiques des traits de chalut (GOV) (Campagne d'été)

La localisation des traits de chalut GOV est présentée sur la planche suivante :

Planche 65 : Localisation des traits de chalut GOV réalisés dans la baie de Lannion

La campagne d'été de chalutage au chalut à perche a eu lieu le 12/09/2012 (coefficient de marée de 44, mer peu agitée). Les traits de chalut à perche sont localisés aux mêmes endroits que ceux réalisés au GOV. Ils sont néanmoins plus courts (entre 2 et 3 minutes) du fait de la petite maille utilisée (Tableau 74).

N° du trait	Date	Heure		Coordonnées		Vitesse	Profondeur
		début	fin	début	fin		
4	12/9/12	8h41	8h43	48°49,270 N 3°42,210 W	48°49,259 N 3°42,298 W	1,5 nds	53 m
3	12/9/12	8h56	8h59	48°49,210 N 3°40,793 W	48°49,250 N 3°40,883 W	1,7 nds	56 m
1	12/9/12	9h19	9h22	48°48,583 N 3°41,768 W	48°48,637 N 3°41,840 W	1,5 nds	55 m
9	12/9/12	9h41	9h43	48°47,645 N 3°43,069 W	48°47,714 N 3°43,139 W	1,5 nds	37 m
10	12/9/12	9h57	10h00	48°47,219 N 3°43,754 W	48°47,238 N 3°43,857 W	1,8 nds	42 m
14	12/9/12	10h21	10h23	48°46,984 N 3°42,440 W	48°47,040 N 3°42,492 W	1,6 nds	35 m
6	12/9/12	10h35	10h37	48°47,325 N 3°42,019 W	48°47,366 N 3°42,055 W	1,7 nds	33 m
7	12/9/12	10h50	10h52	48°47,543 N 3°41,420 W	48°47,578 N 3°41,468 W	1,3 nds	34 m
5	12/9/12	11h01	11h04	48°47,410 N 3°40,708 W	48°47,464 N 3°40,845 W	1,5 nds	34 m
8	12/9/12	11h26	11h28	48°47,010 N 3°41,055 W	48°47,060 N 3°41,167 W	1,7 nds	39 m
2	12/9/12	11h42	11h44	48°46,866 N 3°41,658 W	48°46,912 N 3°41,769 W	1,6 nds	38 m
13	12/9/12	11h57	12h00	48°45,860 N 3°41,793 W	48°45,926 N 3°41,850 W	1,8 nds	36 m
12	12/9/12	12h12	12h15	48°44,784 N 3°40,526 W	48°44,824 N 3°40,631 W	1,6 nds	31 m
11	12/9/12	12h24	12h27	48°44,472 N 3°39,383 W	48°44,510 N 3°39,493 W	1,8 nds	27 m

Tableau 74 : Caractéristiques des traits de chalut à perche (Campagne d'été)

La localisation des traits de chalut à perche est présentée sur la planche suivante :

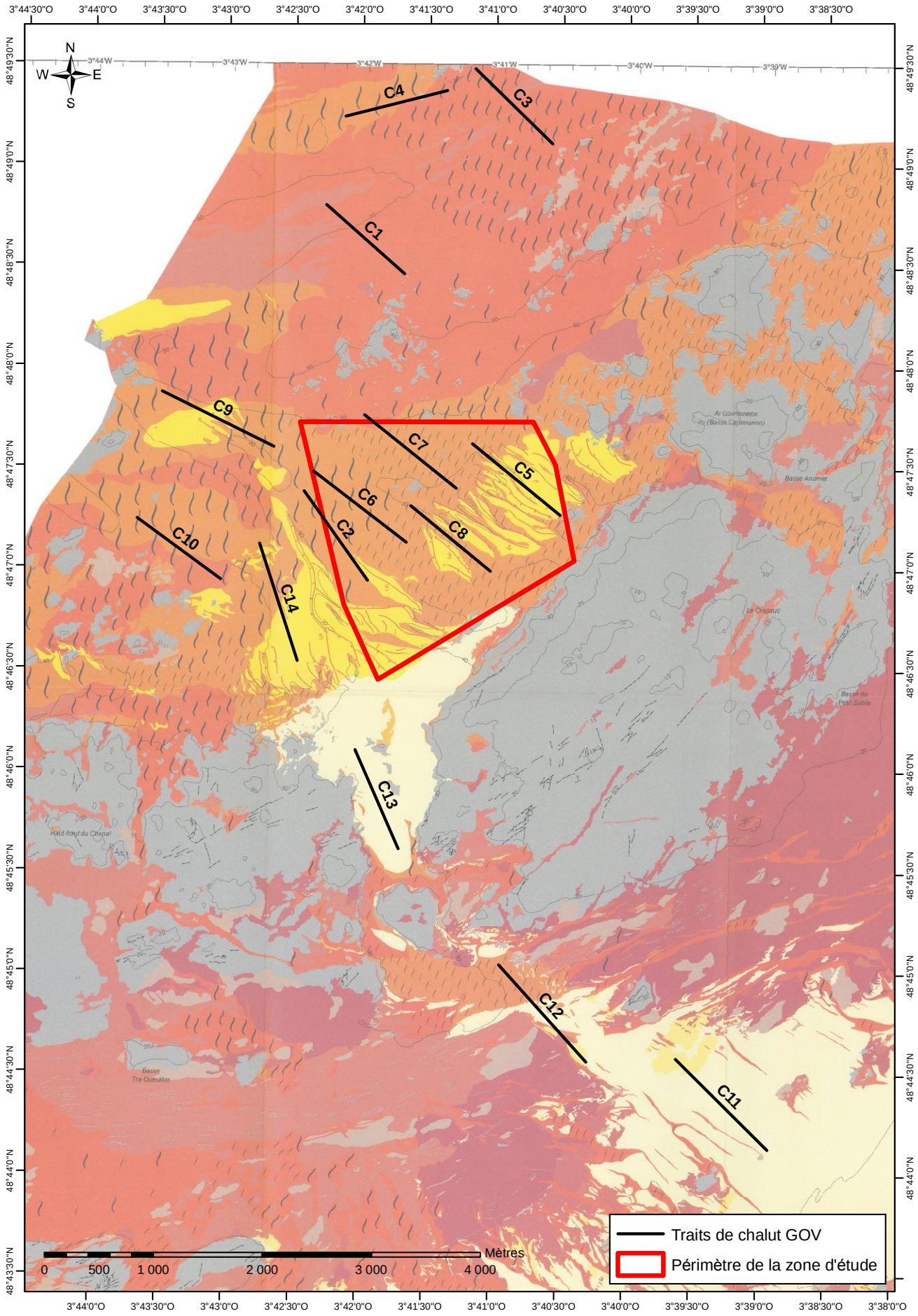
Planche 66 : Localisation des traits de chalut à perche réalisés dans la baie de Lannion

La campagne d'hiver de chalutage au chalut à grande ouverture verticale a eu lieu du 3/03/2013 au 04/03/2013 (coefficients de marée de 79 à 66, mer belle à peu agitée). Le plan d'échantillonnage est le même que pour la campagne d'été.

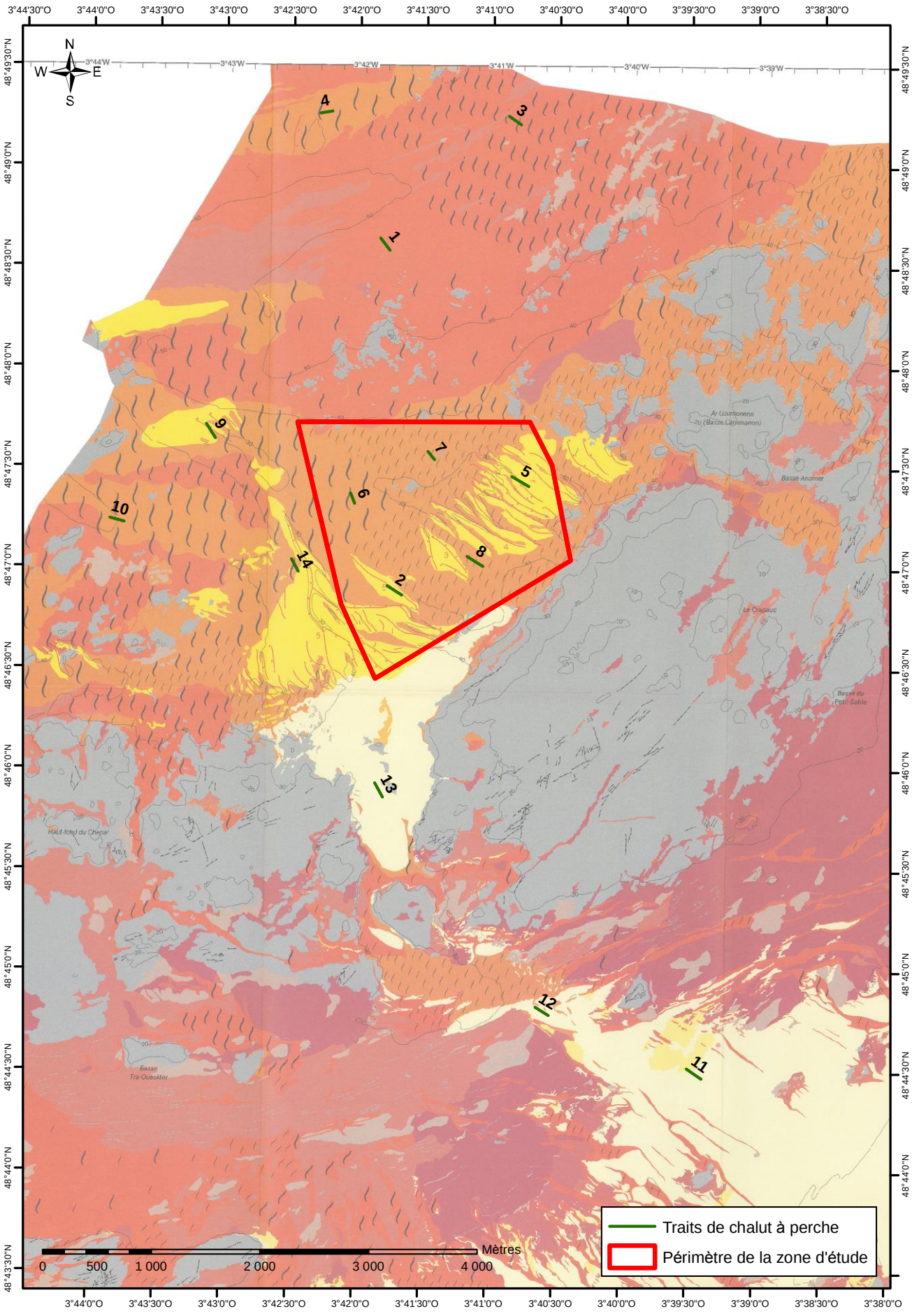
N° du trait	Date	Heure		Coordonnées		Vitesse	Profondeur
		début	fin	début	fin		
C 14	**03/03/13**	16h25	16h40	48°47,007'N 3°42'914'W	48°46,508'N 3°42,542'W	2,7 nds	42 m
C 6	**04/03/13**	12h43	12h58	48°47,158'N 3°41,781'W	48°47,455'N 3°42,479'W	2,7 nds	40 m
C 2	**03/03/13**	17h00	17h15	48°47,021'N 3°42,033'W	48°47,446'N 3°42,557'W	3 nds	33 m
C 7	**04/03/13**	16h58	17h13	48°47,330'N 3°41,268'W	48°47,629'N 3°41,374'W	2,8 nds	35 m
C 1	**04/03/13**	15h20	15h35	48°48,571'N 3°42,060'W	48°48,753'N 3°42,847'W	2,9 nds	58 m
C 3	**04/03/13**	13h46	14h01	48°49,140'N 3°40,751'W	48°49,364'N 3°41,511'W	3,2 nds	60 m
C 11	**03/03/13**	13h50	14h05	48°44,531'N 3°39,544'W	48°44,195'N 3°38,888'W	3,2 nds	25 m
C 12	**03/03/13**	15h01	15h16	48°44,649'N 3°40,495'W	48°44,996'N 3°41,147'W	2,9 nds	30 m
C 13	**03/03/13**	15h50	16h05	48°45,869'N 3°41,898'W	48°46,248'N 3°42,305'W	3,4 nds	34 m
C 5	**04/03/13**	16h15	16h30	48°47,320'N 3°40,701'W	48°47,620'N 3°41,389'W	3,2 nds	35 m
C 8	**04/03/13**	10h20	10h35	48°47,071'N 3°41,197'W	48°47,447'N 3°41,731'W	3,1 nds	50 m
C 10	**03/03/13**	18h20	18h35	48°46,819'N 3°42,888'W	48°47,166'N 3°43,534'W	3,4 nds	45 m
C 9	**03/03/13**	17h50	18h05	48°47,664'N 3°43,024'W	48°48,084'N 3°43,546'W	3,5 nds	33 m
C 4	**04/03/13**	14h45	15h00	48°49,338'N 3°41,574'W	48°49,161'N 3°42,351'W	3 nds	55 m

Tableau 75 : Caractéristiques des traits de chalut (GOV) (Campagne d'hiver)

ETAT DE RÉFÉRENCE DU SITE DE POINTE D'ARMOR



Sources : IN VIVO Environnement – Juillet 2012



Sources : IN VIVO Environnement – Juillet 2012

La campagne d'hiver de chalutage au chalut à perche a eu lieu le 03/03/2013 (coefficient de marée de 79, mer peu agitée). Les traits de chalut à perche sont localisés aux mêmes endroits que ceux réalisés au GOV. Ils sont néanmoins plus courts (entre 1 et 3 minutes) du fait de la petite maille utilisée (Tableau 76).

N° du trait	Date	Heure		Coordonnées		Vitesse	Profondeur
		début	fin	début	fin		
4	3/3/13	08h40	08h42	48°49,282'N 3°42,049'W	48°49,306'N 3°42,032'W	1,5 nds	61 m
3	3/3/13	08h53	8h54	48°49,196'N 3°40,791'W	48°49,219'N 3°40,770'W	1,7 nds	63 m
1	3/3/13	08h23	8h24	48°48,570'N 3°41,727'W	48°48,597'N 3°41,712'W	1,5 nds	62 m
9	3/3/13	08h06	08h07	48°47,693'N 3°43,060'W	48°47,707'N 3°43,041'W	1,5 nds	42 m
10	3/3/13	07h43	07h45	48°47,197'N 3°43,672'W	48°47,219'N 3°43,641'W	1,8 nds	50 m
14	3/3/13	10h43	10h45	48°47,007'N 3°42,559'W	48°47,021'N 3°42,486'W	1,6 nds	36 m
6	3/3/13	10h01	10h02	48°47,329'N 3°42,062'W	48°47,348'N 3°42,037'W	1,7 nds	39 m
7	3/3/13	09h40	09h43	48°47,538'N 3°41,426'W	48°47,536'N 3°41,492'W	1,3 nds	38 m
5	3/3/13	09h15	09h18	48°47,439'N 3°40,724'W	48°47,415'N 3°40,794'W	1,5 nds	43 m
8	3/3/13	10h17	10h18	48°47,019'N 3°41,180'W	48°47,040'N 3°41,147'W	1,7 nds	42 m
2	3/3/13	10h30	10h33	48°46,886'N 3°41,712'W	48°46,925'N 3°41,776'W	1,6 nds	43 m
13	3/3/13	11h02	11h06	48°45,900'N 3°41,923'W	48°45,960'N 3°41,910'W	1,8 nds	40 m
12	3/3/13	11h31	11h34	48°41,759'N 3°40,793'W	48°44,820'N 3°40,775'W	1,6 nds	35 m
11	3/3/13	11h47	11h49	48°44,570'N 3°39,526'W	48°44,630'N 3°39,488'W	1,8 nds	31 m

Tableau 76 : Caractéristiques des traits de chalut à perche (Campagne d'hiver)

2.3 MODE OPERATOIRE

A chaque virage du chalut à grande ouverture verticale, les espèces capturées ont été identifiées et triées. Les individus d'une même espèce ont été rassemblés et pesés afin d'obtenir un poids total par espèce et par trait de chalut. Ensuite, les individus de chaque espèce ont été dénombrés et mesurés selon le guide de la mensuration de l'IFREMER (2011b) (Figure 115). En cas de capture trop importante pour être traitée de façon exhaustive, un sous-échantillonnage aléatoire de l'espèce a été effectué.

Figure 115 : Tri, pesée et mesure des espèces

L'échantillonnage au chalut à perche a pour principal but la caractérisation du peuplement épibenthique. Il s'agit généralement d'espèces relativement petites et diversifiées qui nécessitent d'être observées sous une loupe binoculaire pour être identifiées. Les individus capturés au chalut à perche sont donc triés puis conservés dans de l'éthanol en vue de leur détermination en laboratoire.

2.4 SAISIE ET TRAITEMENT DES DONNEES

A bord, les données ont été saisies sur des fiches papier. Ensuite, les données ont été saisies sous Excel afin d'être traitées soit avec Excel, soit avec le logiciel de statistique R. Les cartes ont été réalisées à l'aide du logiciel ArcGis.

Les données recueillies ont été résumées au travers de différents descripteurs permettant de synthétiser l'information. Ces descripteurs ont été réalisés à différentes échelles : échelle de la communauté, à l'échelle des espèces, par groupe fonctionnel ou par groupe de taille.

Les indicateurs retenus concernent notamment :

- **La diversité** : richesse spécifique et indice de diversité de Shannon-Wienner ;
- **L'abondance** : nombre total et biomasse totale ;
- **La structure** : la fréquence de distribution en nombre et en biomasse.

Les données sont présentées sous forme de résultats bruts (tableaux) et sous forme de graphes à l'échelle de la communauté et de l'espèce. Les résultats présentés ci-après concernent deux campagnes sur deux saisons. Ils comprennent ainsi une analyse de la variabilité saisonnière de la structure du peuplement halieutique.

Les résultats présentés ci-après sont dissociés en deux parties regroupant les résultats obtenus au chalut à Grande Ouverture Verticale dans un premier temps et au chalut à perche dans un second temps.

3 RESULTATS

3.1 CAMPAGNE D'ETE : RESULTATS POUR LE CHALUT A GRANDE OUVERTURE VERTICALE

3.1.1 Paramètres généraux des traits

3.1.1.1 Richesse spécifique et abondance

Le tableau suivant présente les richesses spécifiques (espèces d'intérêt halieutique[17]) et les abondances observées sur chacune des stations échantillonnées au chalut GOV en baie de Lannion.

Trait	C 1	C 2	C 3	C 4	C 5	C 6	C 7
Richesse spécifique	8	6	7	2	5	8	6
Abondance	934	27	814	155	27	19	346

C 8	C 9	C 10	C 11	C 12	C 13	C 14
5	5	8	9	11	9	6
23	51	22	350	195	55	20

Tableau 77 : Richesses spécifiques et abondances observées (GOV)

La figure suivante montre la répartition de l'abondance selon le groupe zoologique.

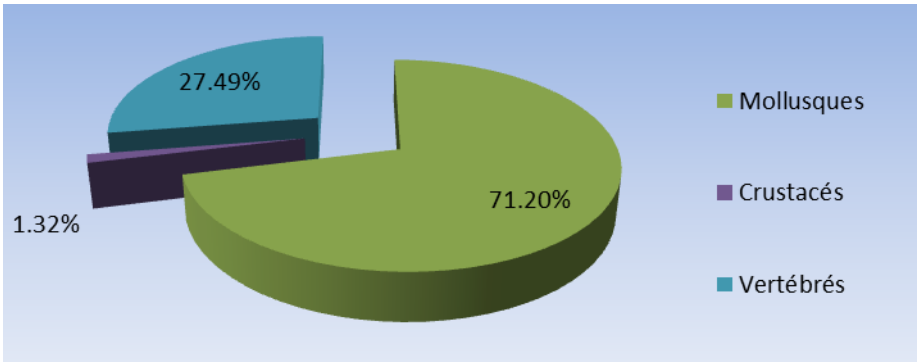


Figure 116 : Distribution des abondances selon le groupe zoologique

[17] Espèces exploitées par des activités de pêche à des fins commerciales

La figure suivante montre la répartition de la richesse spécifique selon le groupe zoologique.

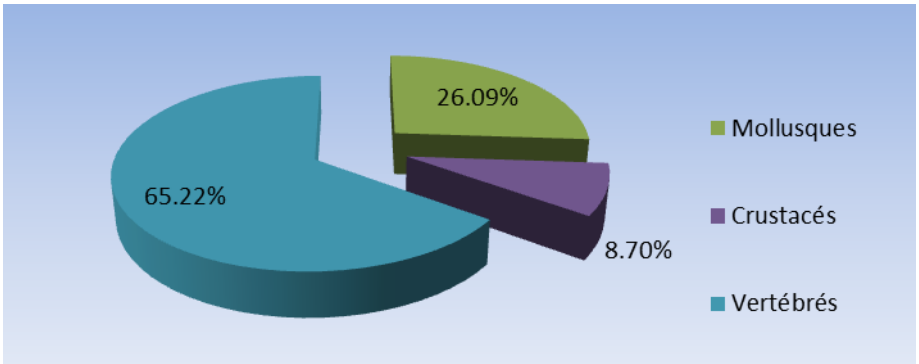


Figure 117 : Répartition de la richesse spécifique selon le groupe zoologique

Le tableau suivant présente les données brutes des échantillons récoltés au chalut GOV.

Trait	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14
Aequipecten opercularis	904	3	612	150			1		4		63	63	4	3
Loligo vulgaris	1	16				4	2				164	93	35	13
Sepia officinalis	1		1			3		5		1	5		1	
Pecten maximus											3			
Buccinum undatum											2			
Glycymeris glycymeris										**6**				
Maja squinado	2				2					2	21	12		
Cancer pagurus													1	
Pleuronectes platessa			1			2	1			2				1
Solea solea		3				1	2	3				1	1	1
Raja sp.		1			1	3	4	2	2	1				1
Raja undulata														1
Chelidonichthys sp.	8	1	1	5	2	2				4		3	2	
Scyliorhinus canicula	11				4	1			2	3	5	4	7	
Lançon[18]	6	3			18	3	336	12	42	3		1		
Merlangius merlangus	1		197											
Psetta maxima			**1**											
Trachurus trachurus			1								86	15		
Zeus faber											1	1		
Torpedo (Torpedo) marmorata												1	2	
Raja clavata												1		
Mustelus asterias													2	
Scophthalmus rhombus								1	1					

Tableau 78 : Données brutes (GOV)

[18] L'identification des espèces de lançon est difficile et peut être incertaine.

Les 14 stations de prélèvements au chalut à grande ouverture verticale ont permis de collecter un total de 3038 individus appartenant à 23 espèces d'intérêt halieutique différentes. La majorité des individus collectés sont des mollusques (pétoncles, encornets, …) avec 2123 individus (6 espèces), suivis des vertébrés (poissons) avec 835 individus (15 espèces) puis des crustacés (araignées, tourteaux) avec 40 individus (2 espèces). Toutes les espèces récoltées sont des espèces benthiques et démersales.

3.1.1.2 Indices de diversité

3.1.1.2.1. Résultats

Le tableau suivant présente les indices de diversité pour chacune des stations échantillonnées au chalut GOV dans la baie de Lannion. Il faut noter que ces indices sont calculés à partir de la diversité des espèces d'intérêt halieutique et non de la diversité spécifique totale. Ces indices ne constituent donc qu'un outil de comparaison de la diversité des espèces d'intérêt halieutique.

Trait	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
Indice de Shannon	0,28	1,86	0,86	0,21	1,53	2,87	0,25
Equitabilité	0,09	0,72	0,31	0,21	0,66	0,96	0,10

C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14
1,85	1,00	2,78	2,00	1,97	1,91	1,68
0,80	0,43	0,93	0,63	0,57	0,60	0,65

Tableau 79 : Indices de diversité des stations

La figure suivante présente les indices de Shannon des stations (GOV) en baie de Lannion.

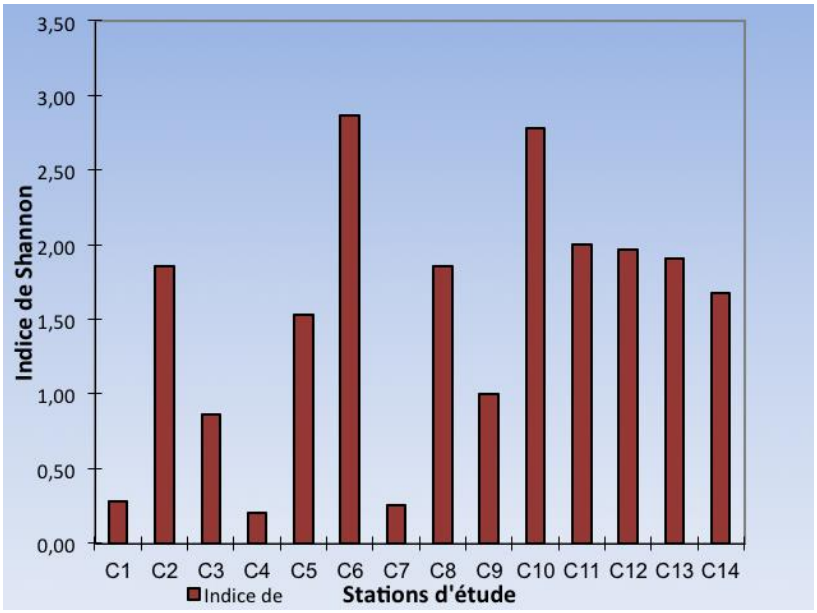


Figure 118 : Indice de Shannon des stations (GOV)

La figure suivante présente les indices d'équitabilité des stations (GOV) en baie de Lannion.

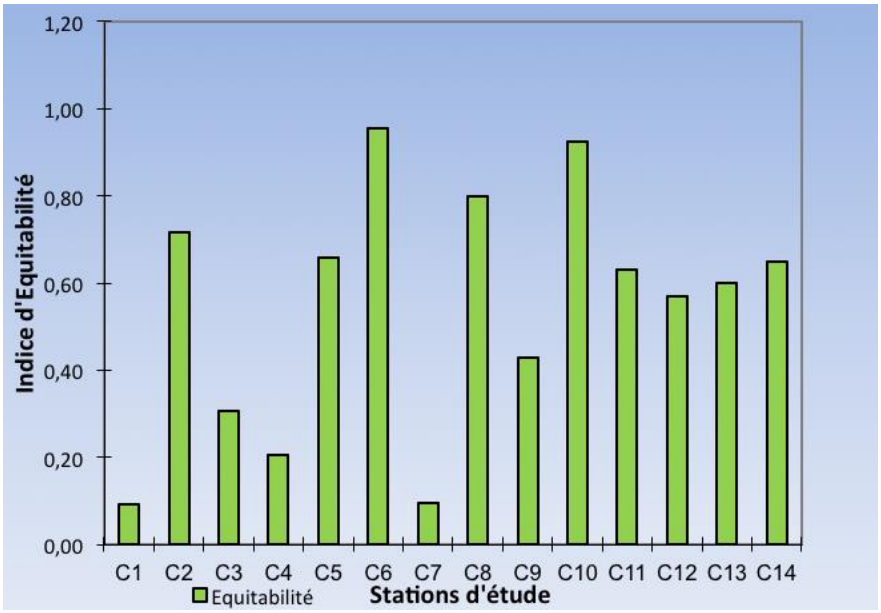


Figure 119 : Indice d'équitabilité des stations (GOV)

Les stations présentent des indices de Shannon compris entre 0,21 (traits C4) et 2,87 (trait C6), et des indices d'équitabilité compris entre 0,09 (traits C1) et 0,96 (trait C6). Cela indique notamment que les stations C1 et C7 présentent une très faible diversité en ce qui concerne les espèces d'intérêt halieutique prélevées au GOV. Elles sont toutes deux très largement dominées par une seule espèce, le pétoncle blanc (*Aequipecten opercularis*) pour C1 et le lançon pour C7. A l'inverse, les stations C6 et C10 ont des indices de diversité relativement élevés ce qui témoigne du fait qu'elles présentent une diversité significative des espèces d'intérêt halieutique et que ces espèces sont présentes en abondances à peu près équivalentes.

3.1.2 Paramètres d'abondance, de poids et de taille des espèces et individus capturés sur l'ensemble de la zone d'étude de la baie de Lannion

Dans ce rapport, une description des paramètres d'abondance, de poids et de taille des espèces et des individus capturés est donnée pour l'ensemble de la zone. Cette description est le résultat de la somme des 14 traits de chalut (GOV).

3.1.2.1 Contribution pondérale et abondances spécifiques

La figure suivante présente les abondances spécifiques des espèces collectées au GOV en baie de Lannion.

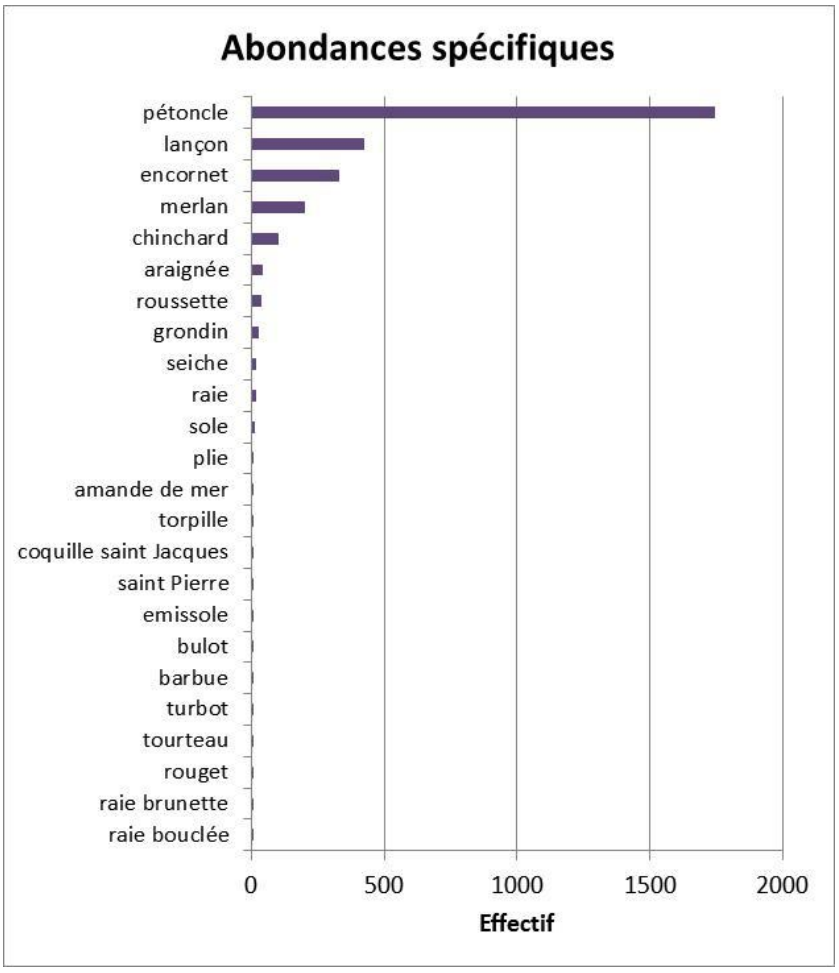


Figure 120 : Abondances spécifiques

Ce graphique montre que les prélèvements réalisés au GOV sont très largement dominés par le pétoncle. Viennent ensuite le lançon, l'encornet, le merlan et le chinchard qui restent relativement abondants. De nombreuses autres espèces ont été capturées mais en faibles voire très faibles abondances.

La figure suivante représente les contributions pondérales des espèces collectées au GOV en baie de Lannion.

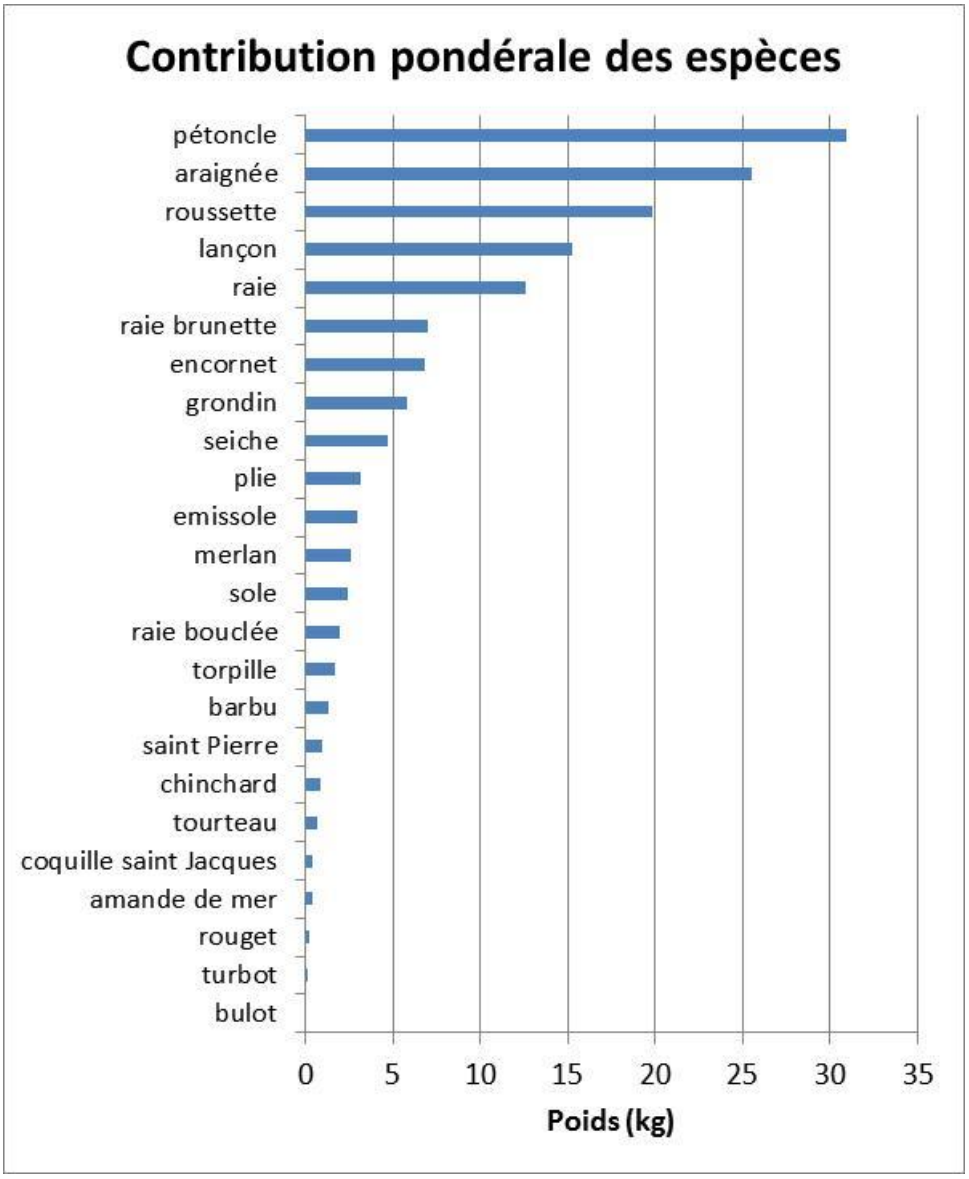


Figure 121 : Contributions pondérales

Ce graphique montre que le pétoncle domine également les prélèvements en termes de contribution pondérale.

Les graphiques suivants représentent les fréquences d'occurrence des espèces. Cela correspond au nombre de stations dans lesquelles les espèces sont présentes par rapport à un nombre de stations total.

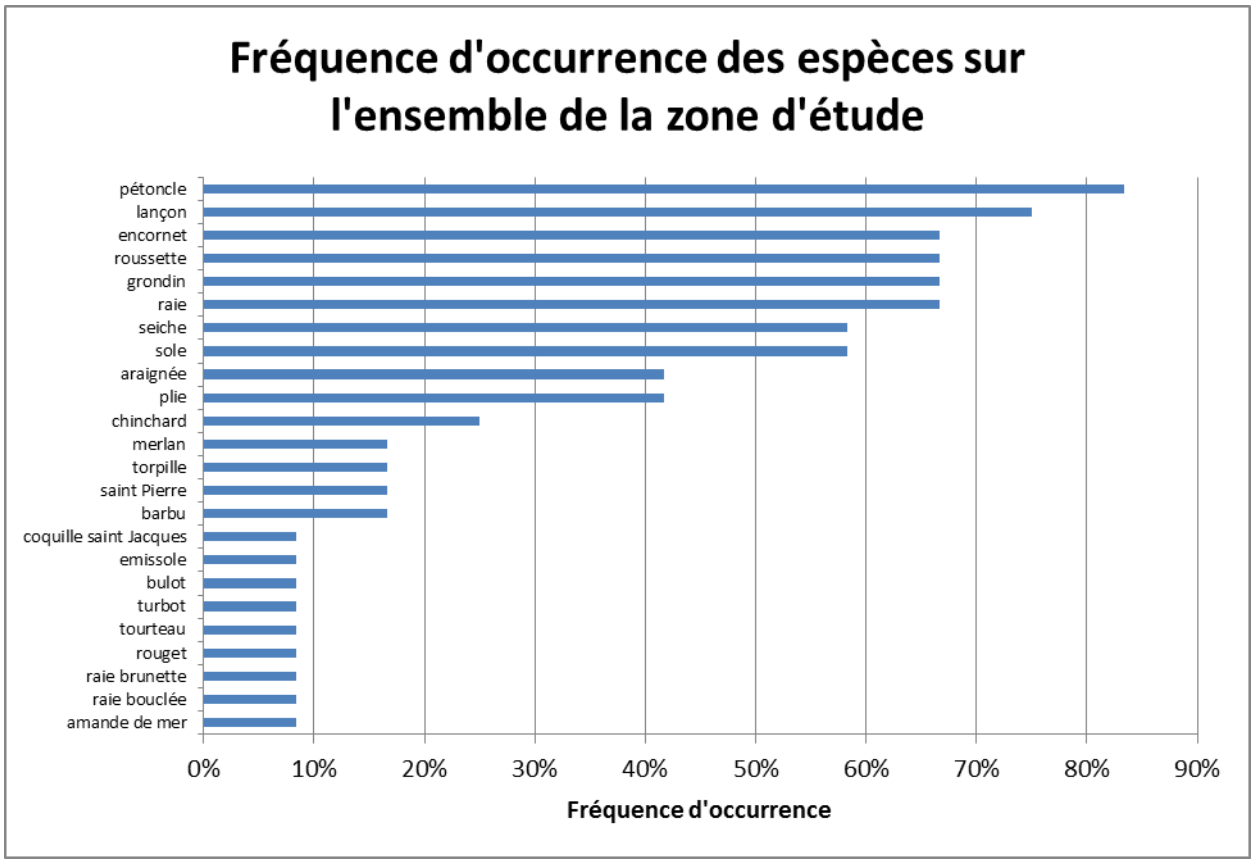
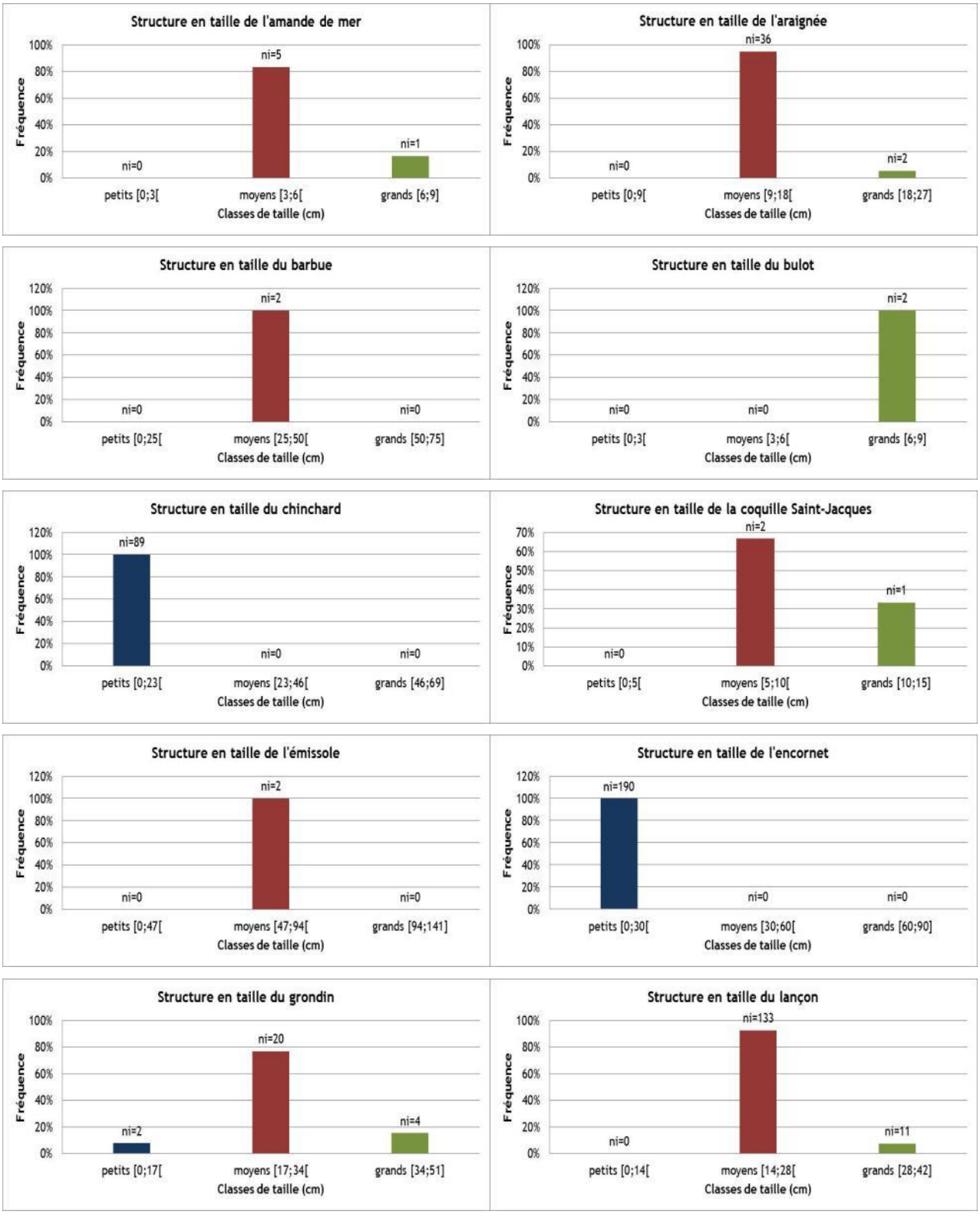


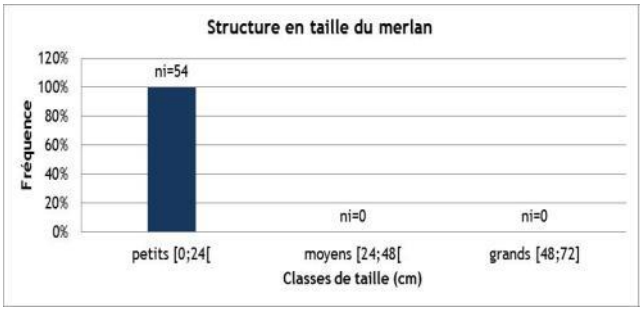
Figure 122 : Fréquence d'occurrence des espèces

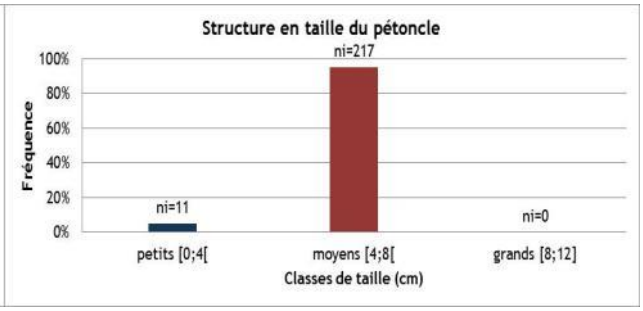
Ces graphiques mettent en évidence la dominance du pétoncle que ce soit en termes d'abondance et de contribution pondérale. De plus, cette espèce a une fréquence d'occurrence de 83 % ce qui signifie qu'elle est présente sur la quasi-totalité de la zone d'étude. Le lançon est également une espèce importante sur la zone d'étude comme en témoignent le nombre d'individus pêchés (abondance spécifique), la contribution pondérale relativement importante de l'espèce, et sa fréquence d'occurrence de 75 %.

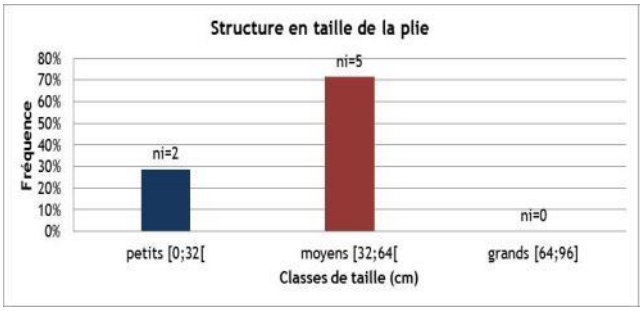
3.1.2.2 Structure en taille des espèces

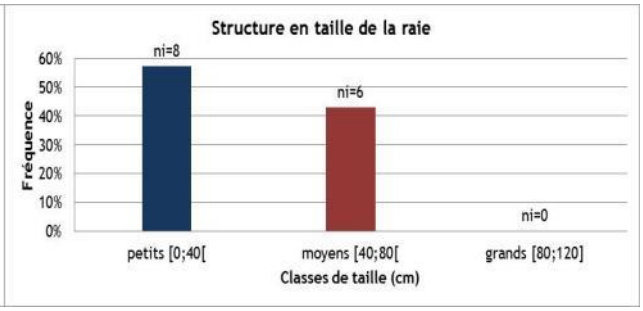
Tout d'abord, conformément au protocole de l'IFREMER, l'ensemble des individus des différentes espèces a été classé selon trois classes (petits, moyens, grands) qui ont été calculées à partir des tailles maximales des espèces référencées dans la bibliographie (FishBase).

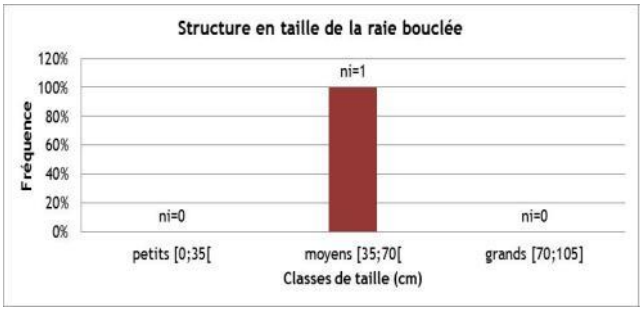


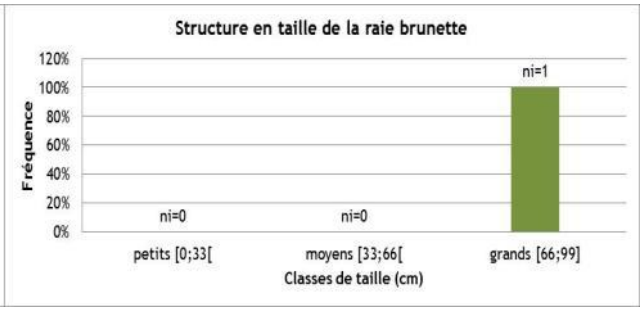

Structure en taille du merlan
Fréquence
120%
100%
80%
60%
40%
20%
0%
ni=54
ni=0
ni=0
petits [0;24[
moyens [24;48[
grands [48;72]
Classes de taille (cm)

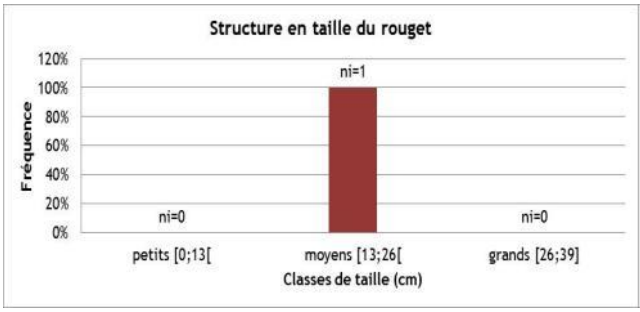

Structure en taille du pétoncle
Fréquence
100%
80%
60%
40%
20%
0%
ni=11
ni=217
ni=0
petits [0;4[
moyens [4;8[
grands [8;12]
Classes de taille (cm)

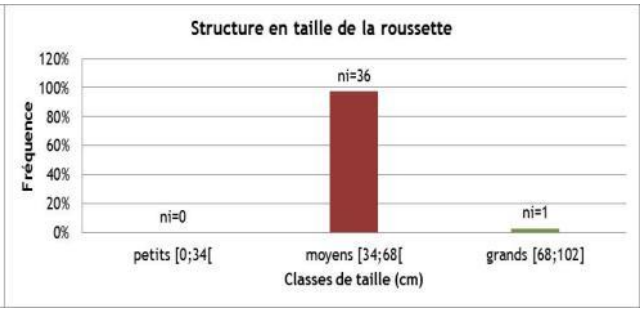

Structure en taille de la plie
Fréquence
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
ni=2
ni=5
ni=0
petits [0;32[
moyens [32;64[
grands [64;96]
Classes de taille (cm)

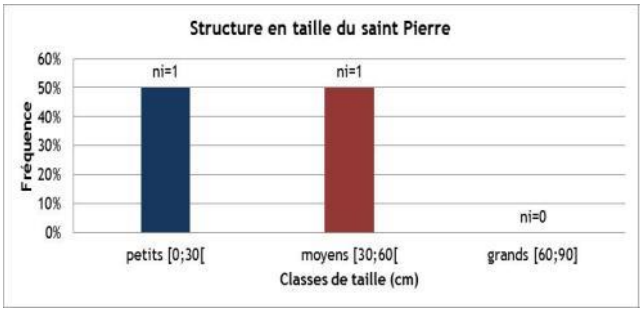

Structure en taille de la raie
Fréquence
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
ni=8
ni=6
ni=0
petits [0;40[
moyens [40;80[
grands [80;120]
Classes de taille (cm)

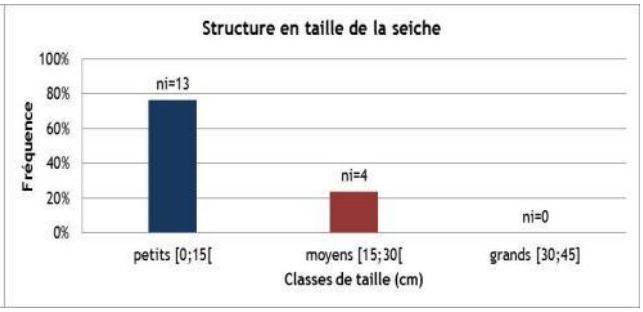

Structure en taille de la raie bouclée
Fréquence
120%
100%
80%
60%
40%
20%
0%
ni=0
ni=1
ni=0
petits [0;35[
moyens [35;70[
grands [70;105]
Classes de taille (cm)


Structure en taille de la raie brunette
Fréquence
120%
100%
80%
60%
40%
20%
0%
ni=0
ni=0
ni=1
petits [0;33[
moyens [33;66[
grands [66;99]
Classes de taille (cm)


Structure en taille du rouget
Fréquence
120%
100%
80%
60%
40%
20%
0%
ni=0
ni=1
ni=0
petits [0;13[
moyens [13;26[
grands [26;39]
Classes de taille (cm)


Structure en taille de la roussette
Fréquence
120%
100%
80%
60%
40%
20%
0%
ni=0
ni=36
ni=1
petits [0;34[
moyens [34;68[
grands [68;102]
Classes de taille (cm)


Structure en taille du saint Pierre
Fréquence
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
ni=1
ni=1
ni=0
petits [0;30[
moyens [30;60[
grands [60;90]
Classes de taille (cm)


Structure en taille de la seiche
Fréquence
100%
80%
60%
40%
20%
0%
ni=13
ni=4
ni=0
petits [0;15[
moyens [15;30[
grands [30;45]
Classes de taille (cm)

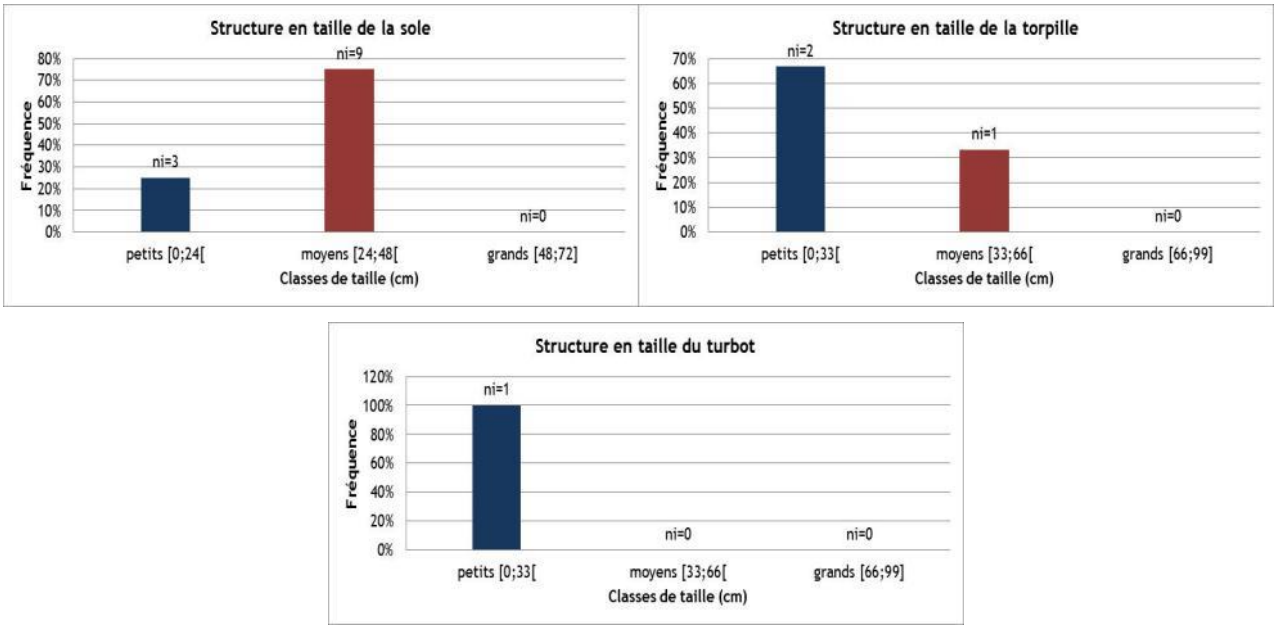


Figure 123 : Classes de taille des espèces capturées dans la baie de Lannion

La majorité des espèces capturées au GOV dans la baie de Lannion sont représentées par des individus petits et moyens. Seules quelques espèces telles que l'amande de mer, le bulot, la coquille Saint-Jacques, le grondin, le lançon et la raie brunette sont représentées par quelques individus de grande taille.

3.1.3 Paramètres d'abondance, de poids et de taille des individus capturés pour chaque espèce et pour chaque trait de chalut (GOV)

Les paramètres d'abondance, de poids et de taille des espèces et individus capturés par trait de chalut (GOV) ont été traités à l'aide du logiciel Excel. Afin de perdre le moins de données possible, pour les histogrammes représentant les classes de taille par espèces des individus capturés, les classes de taille ont été calculées pour chaque espèce et pour chaque trait de chalut. Pour ce faire, le nombre de classes a été calculé à l'aide de la formule de Huntsberger :

$$\text{Nombre de classes} = 1 + (3{,}3 * \log_{10}(N))$$

où N est le nombre d'individus.

Ensuite l'intervalle pour chaque classe de taille est calculé à l'aide de la formule :

$$\text{Intervalle} = (\text{taille max} - \text{taille min}) / \text{Nombre de classes}$$

3.1.3.1 Trait 1

Le tableau suivant présente le nombre d'individus et le poids par espèce capturée dans le trait n°1.

Espèce	Effectif	poids (kg)
araignée	2	0,65
encornet	1	0,3
grondin	8	1,5
lançon	6	0,3
merlan	1	0,05
pétoncle	904	19
roussette	11	5,7
seiche	1	0,35

Tableau 80: Espèces présentes dans le trait N°1

La figure suivante présente les abondances spécifiques et les contributions pondérales dans le trait n°1.

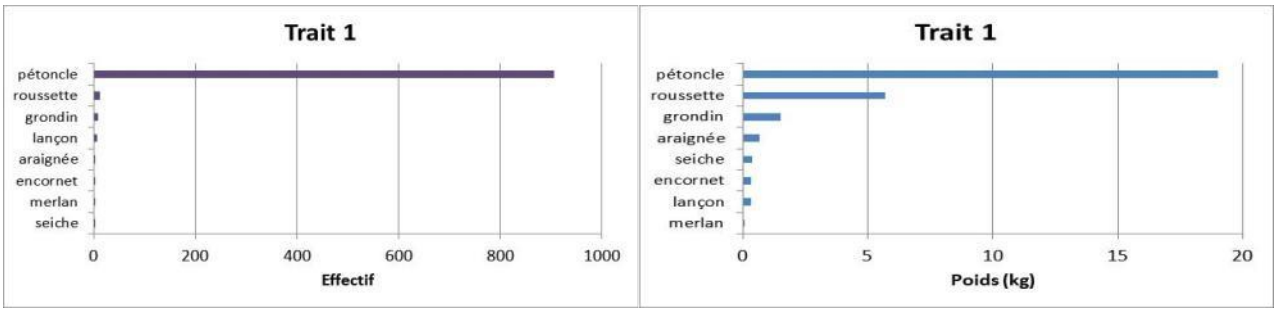


Figure 124 : Abondances spécifiques et contributions pondérales dans le trait n°1

Les figures suivantes représentent pour chaque espèce les classes de taille des individus présents dans le trait n°1.

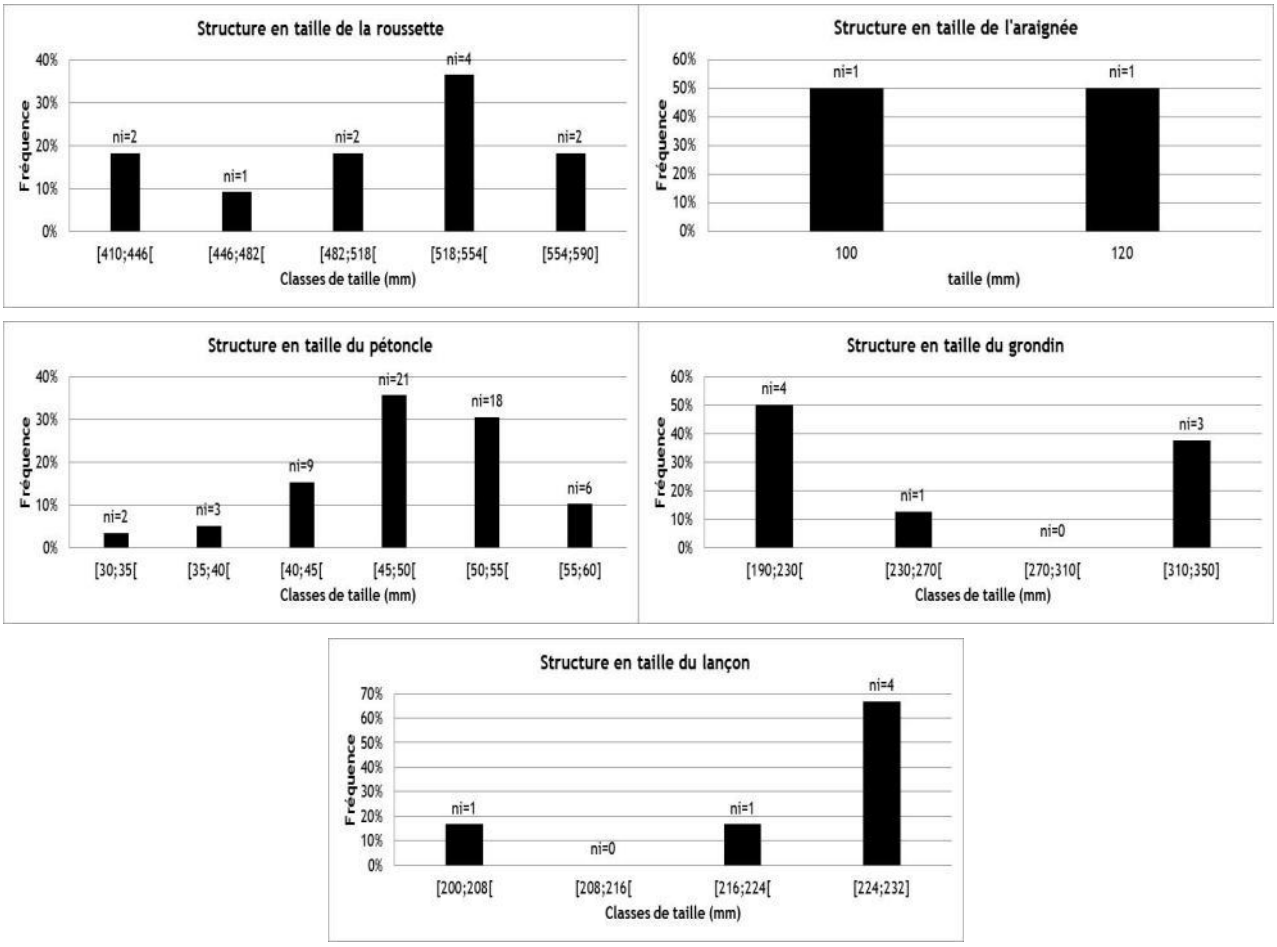


Figure 125 : Classes de tailles des espèces présentes dans le trait n°1

Le tableau suivant présente les tailles de trois individus isolés appartenant à trois espèces différentes.

Espèce	Taille (mm)
merlan	150
encornet	100
seiche	140

Tableau 81 : Tailles d'individus isolés capturés dans le trait n°1

3.1.3.2 Trait 2

Le tableau suivant présente le nombre d'individus et le poids par espèce capturée dans le trait n°2.

Espèce	Effectif	poids (kg)
encornet	16	0,9
grondin	1	0,35
lançon	3	0,1
pétoncle	3	0,03
raie	1	0,3
sole	3	0,5

Tableau 82 : Espèces présentes dans le trait N°2

La figure suivante présente les abondances spécifiques et les contributions pondérales dans le trait n°2.

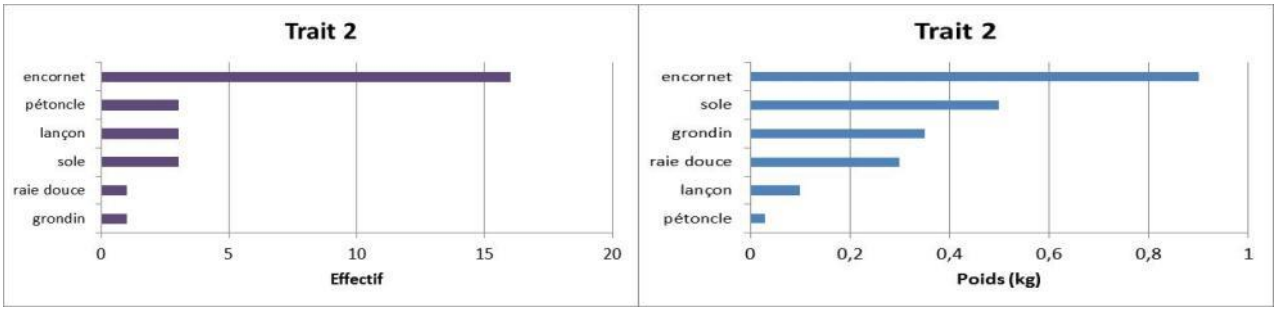


Figure 126 : Abondances spécifiques et contributions pondérales dans le trait n°2

Les figures suivantes représentent pour chaque espèce les classes de taille des individus présents dans le trait n°2.

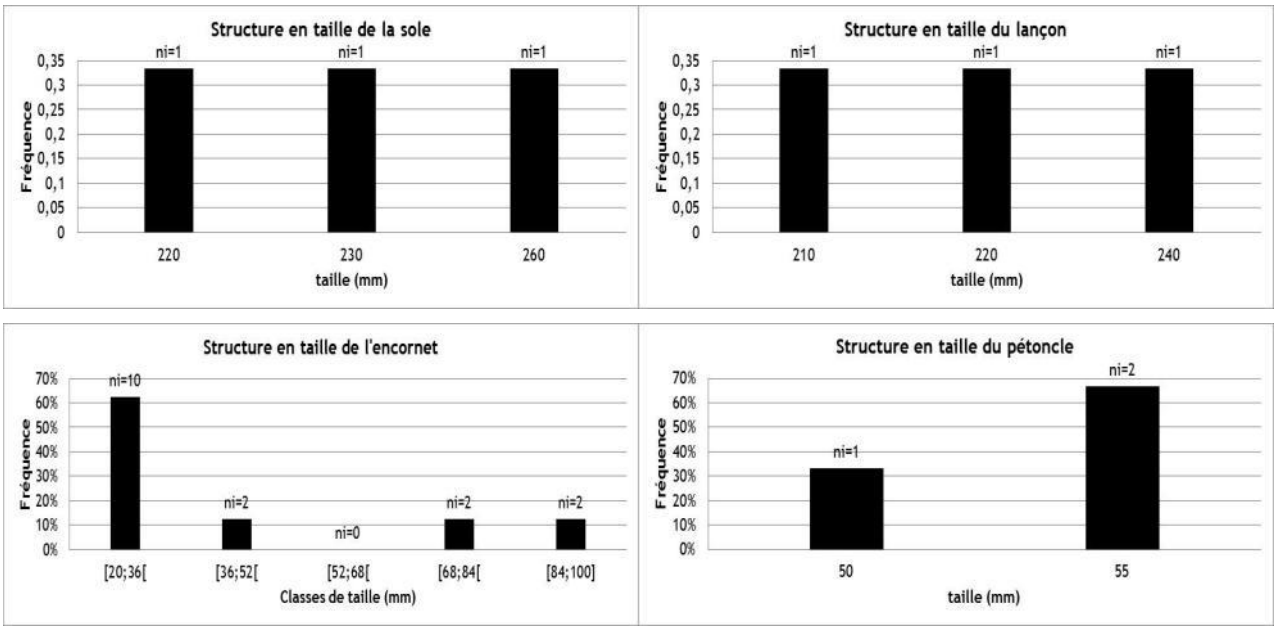


Figure 127 : Classes de tailles des espèces présentes dans le trait n°2

Le tableau suivant présente les tailles de deux individus isolés appartenant à deux espèces différentes.

Espèce	Taille (mm)
grondin	300
raie	360

Tableau 83 : Tailles d'individus isolés capturés dans le trait n° 2

3.1.3.3 Trait 3

Le tableau suivant présente le nombre d'individus et le poids par espèce capturée dans le trait n°3.

Espèce	Effectif	poids (kg)
chinchard	1	0,1
grondin	1	0,2
merlan	197	2,6
pétoncle	612	11,2
plie	1	0,45
seiche	1	0,35
turbo	1	0,1

Tableau 84 : Espèces présentes dans le trait N°3

La figure suivante présente les abondances spécifiques et les contributions pondérales dans le trait n°3.

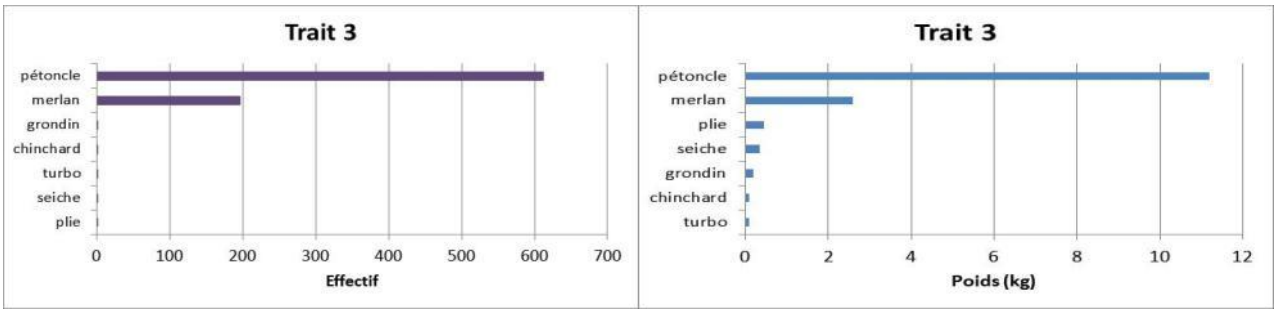


Figure 128 : Abondances spécifiques et contributions pondérales dans le trait n°3

Les figures suivantes représentent pour chaque espèce les classes de taille des individus présents dans le trait n°3.

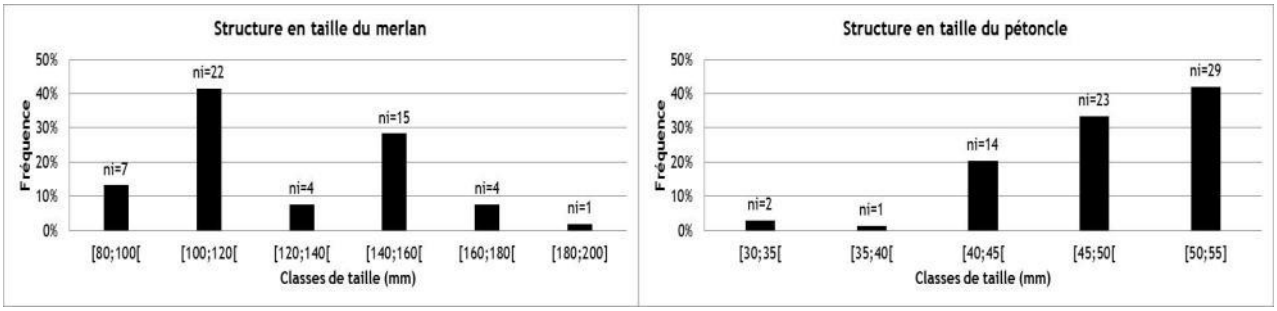


Figure 129 : Classes de tailles des espèces présentes dans le trait n°3

Le tableau suivant présente la taille de cinq individus isolés appartenant à cinq espèces différentes.

Espèce	Taille (mm)
plie	370
seiche	140
turbo	140
chinchard	100
grondin	190

Tableau 85 : Tailles d'individus isolés capturés dans le trait N° 3

3.1.3.4 Trait 4

Le tableau suivant présente le nombre d'individus et le poids par espèce capturée dans le trait n°4.

Espèce	Effectif	poids (kg)
grondin	5	0,5
pétoncle	150	2,3

Tableau 86 : Espèces présentes dans le trait N°4

La figure suivante présente les abondances spécifiques et les contributions pondérales dans le trait n°4.

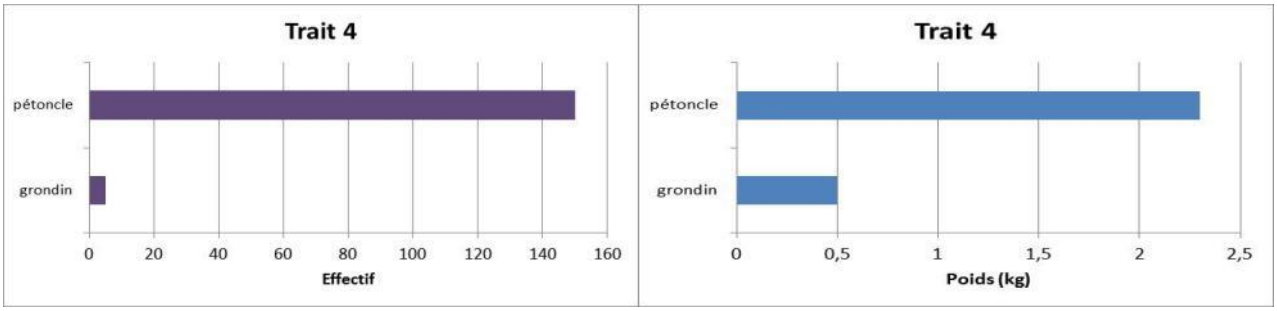


Figure 130 : Abondances spécifiques et contributions pondérales dans le trait n°4

Les figures suivantes représentent pour chaque espèce les classes de taille des individus présents dans le trait n°4.

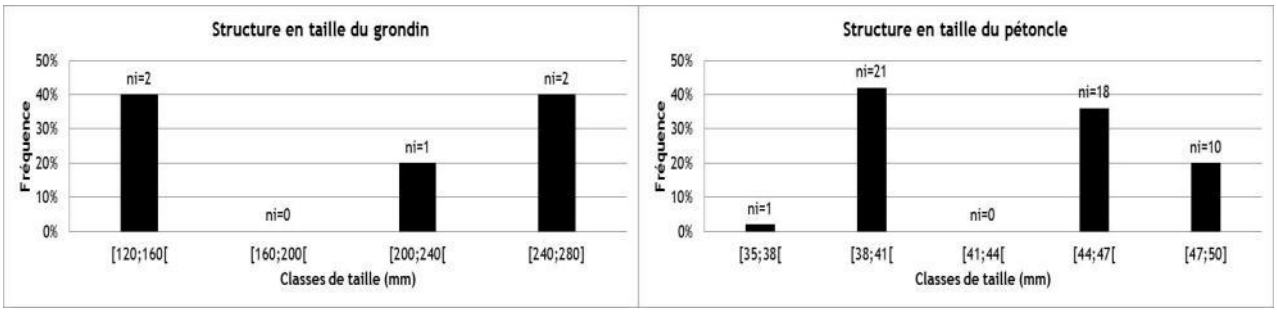


Figure 131 : Classes de tailles des espèces présentes dans le trait n°4

3.1.3.5 Trait 5

Le tableau suivant présente le nombre d'individus et le poids par espèce capturée dans le trait n°5.

Espèce	Effectif	poids (kg)
araignée	2	0,5
grondin	2	0,5
lançon	18	0,6
raie	1	0,15
roussette	4	2

Tableau 87 : Espèces présentes dans le trait N°5

La figure suivante présente les abondances spécifiques et les contributions pondérales dans le trait n°5.

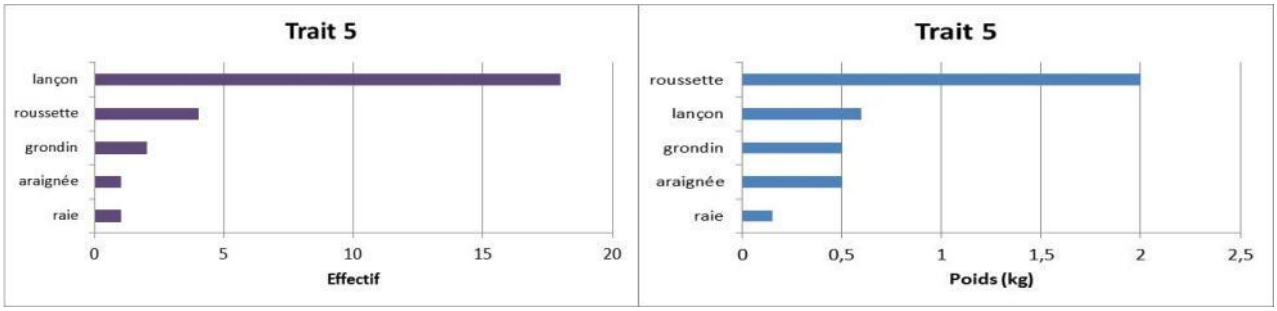


Figure 132 : Abondances spécifiques et contributions pondérales dans le trait n°5

Les figures suivantes représentent pour chaque espèce les classes de taille des individus présents dans le trait n°5.

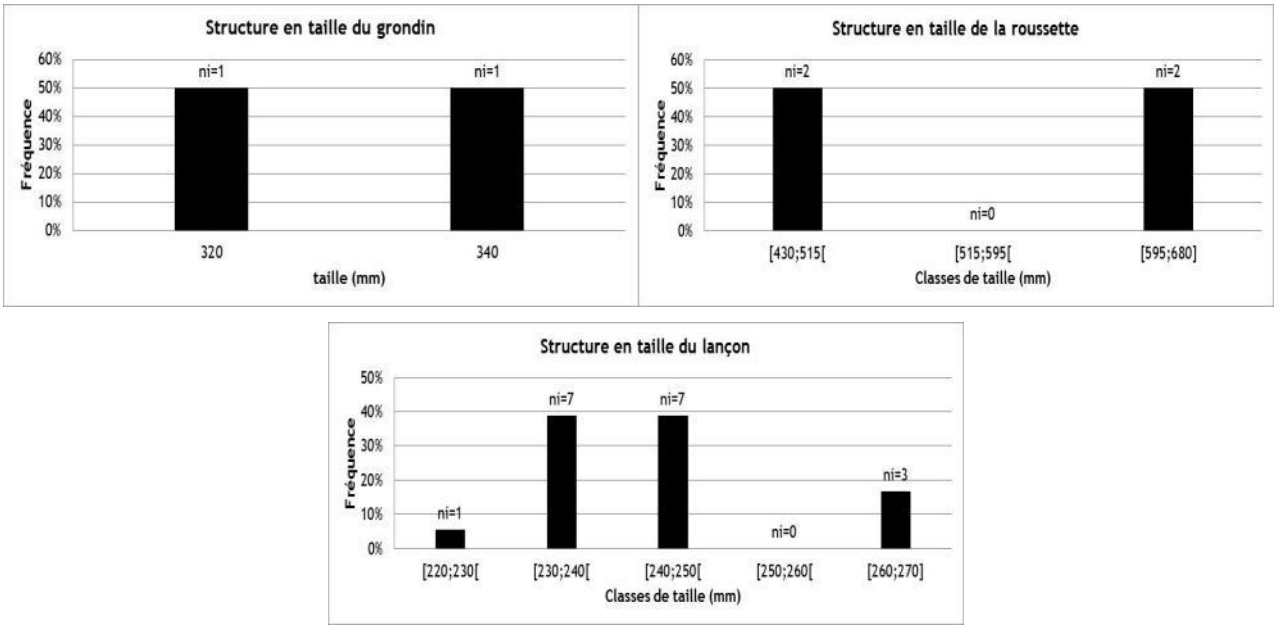


Figure 133 : Classes de tailles des espèces présentes dans le trait n°5

Le tableau suivant présente la taille de deux individus isolés appartenant à deux espèces différentes.

Espèce	Taille (mm)
araignée	150
raie	350

Tableau 88 : Tailles d'individus isolés capturés dans le trait n°5

3.1.3.6 Trait 6

Le tableau suivant présente le nombre d'individus et le poids par espèce capturée dans le trait n°6.

Espèce	Effectif	poids (kg)
encornet	4	0,9
grondin	2	0,9
lançon	3	0,1
plie	2	0,8
raie	3	1,8
roussette	1	0,8
seiche	3	0,9
sole	1	0,2

Tableau 89 : Espèces présentes dans le trait N°6

La figure suivante présente les abondances spécifiques et les contributions pondérales dans le trait n°6.

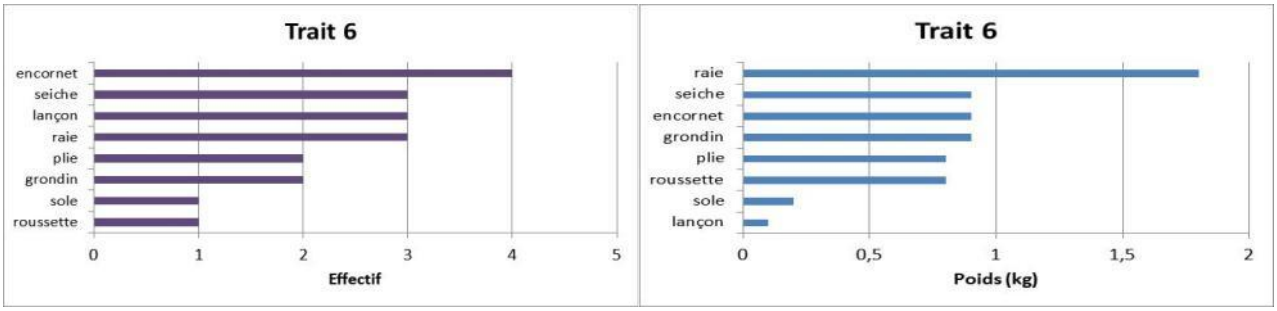


Figure 134 : Abondances spécifiques et contributions pondérales dans le trait n°6

Les figures suivantes représentent pour chaque espèce les classes de taille des individus présents dans le trait n°6.

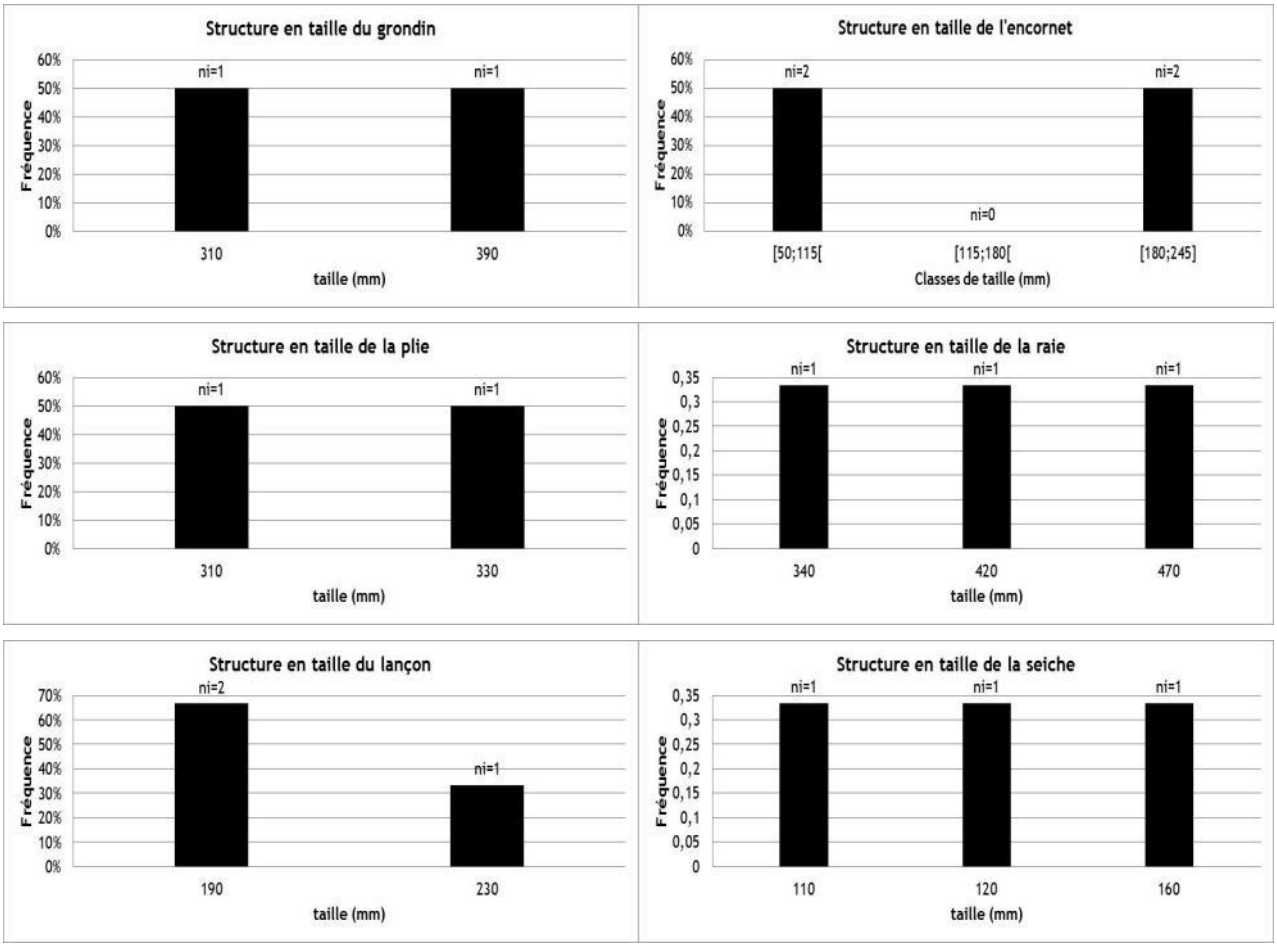


Figure 135 : Classes de tailles des espèces présentes dans le trait n°6

Le tableau suivant présente la taille de deux individus isolés appartenant à deux espèces différentes.

Espèce	Taille (mm)
roussette	580
sole	240

Tableau 90 : Tailles d'individus isolés capturés dans le trait n°6

3.1.3.7 Trait 7

Le tableau suivant présente le nombre d'individus et le poids par espèce capturée dans le trait n°7.

Espèce	Effectif	poids (kg)
encornet	2	0,02
lançon	336	12
pétoncle	1	0,01
plie	1	0,6
raie	4	5,9
sole	2	0,5

Tableau 91 : Espèces présentes dans le trait N°7

La figure suivante présente les abondances spécifiques et les contributions pondérales dans le trait n°7.

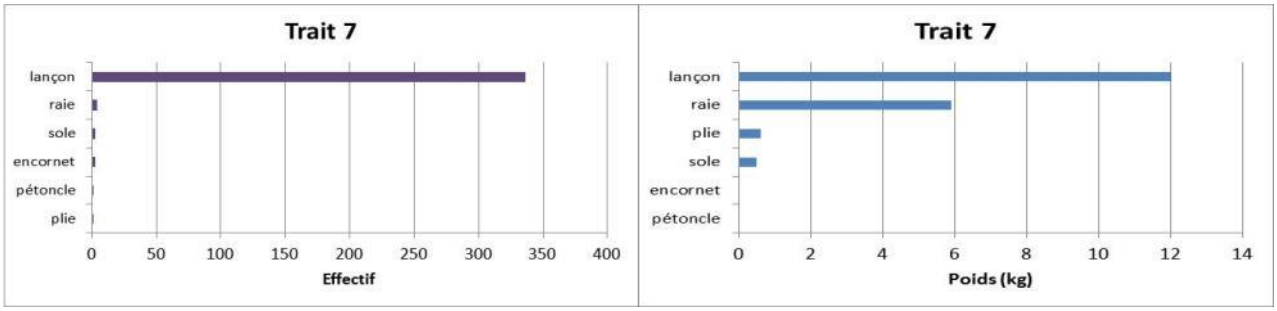


Figure 136 : Abondances spécifiques et contributions pondérales dans le trait n°7

Les figures suivantes représentent pour chaque espèce les classes de taille des individus présents dans le trait n°7.

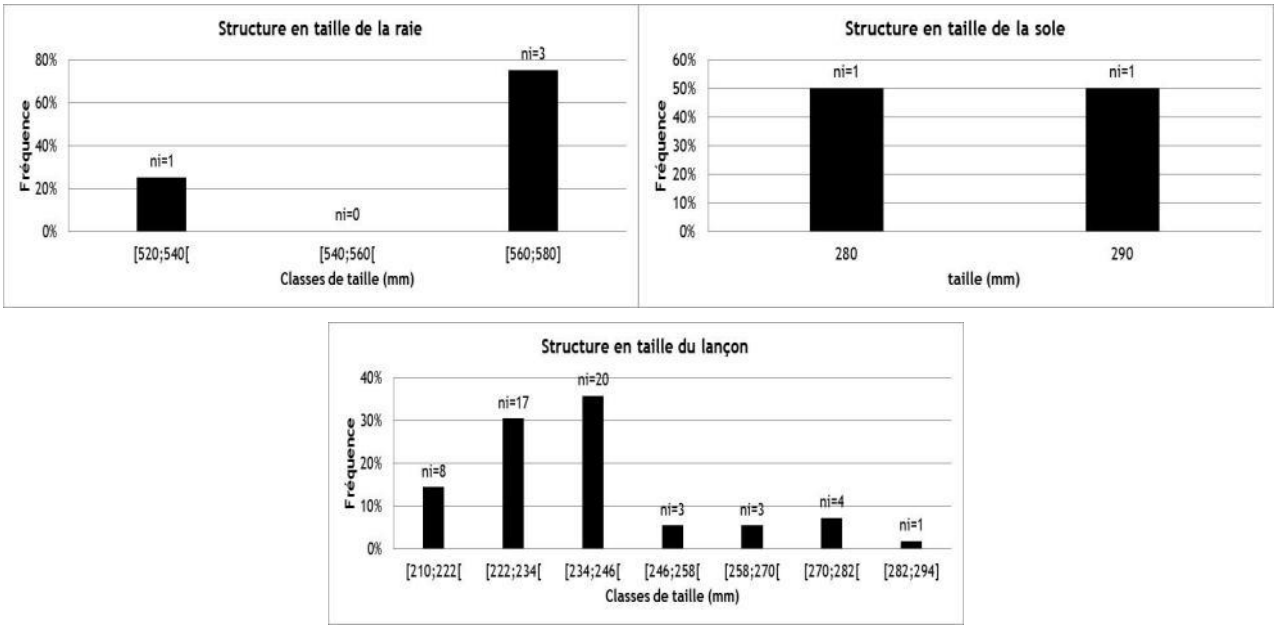


Figure 137 : Classes de tailles des espèces présentes dans le trait n°7

Le tableau suivant présente la taille de quatre individus isolés appartenant à trois espèces différentes.

Espèce	Taille (mm)
plie	370
pétoncle	40
encornet (x2)	70

Tableau 92 : Taille d'un individu isolé capturé dans le trait n°7

3.1.3.8 Trait 8

Le tableau suivant présente le nombre d'individus et le poids par espèce capturée dans le trait n°8.

Espèce	Effectif	poids (kg)
barbue	1	0,65
lançon	12	0,5
raie	2	0,25
seiche	5	1,9
sole	3	0,55

Tableau 93 : Espèces présentes dans le trait N°8

La figure suivante présente les abondances spécifiques et les contributions pondérales dans le trait n°8.

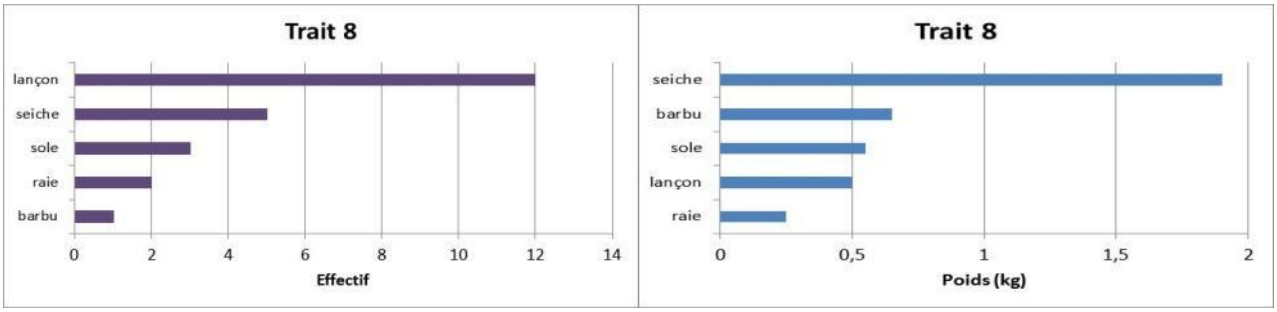


Figure 138 : Abondances spécifiques et contributions pondérales dans le trait n°8

Les figures suivantes représentent pour chaque espèce les classes de taille des individus présents dans le trait n°8.

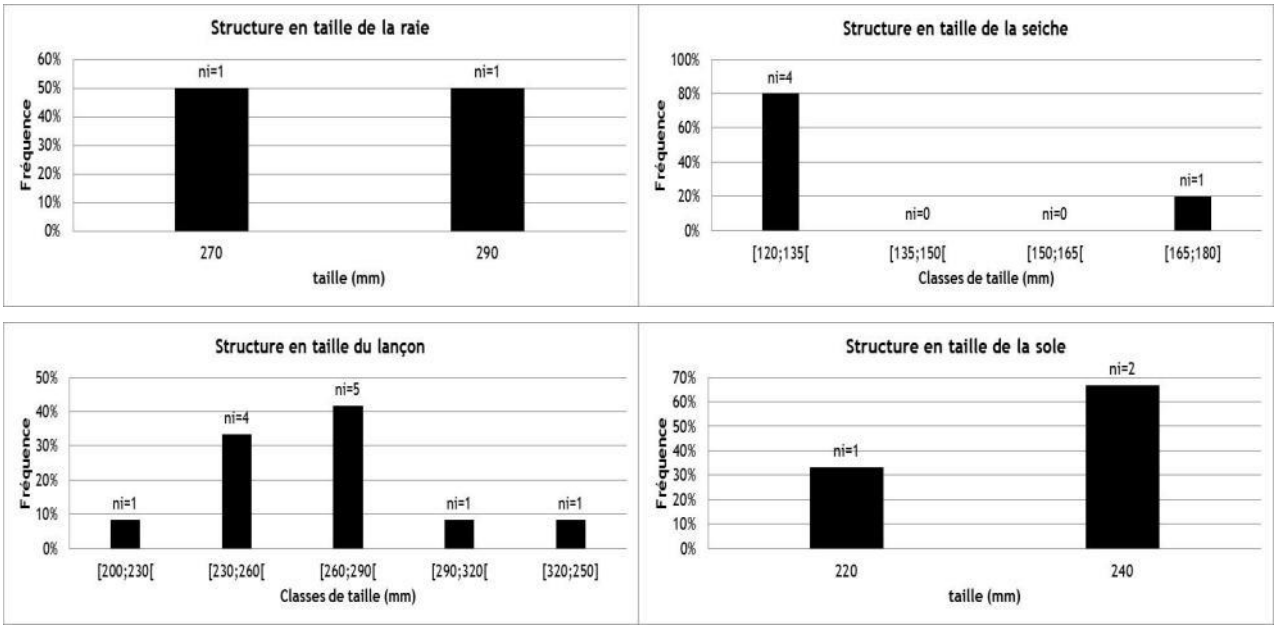


Figure 139 : Classes de tailles des espèces présentes dans le trait n°8

Le tableau suivant présente la taille d'un individu isolé (Tableau 27).

Espèce	Taille (mm)
barbue	380

Tableau 94 : Taille d'un individu isolé capturé dans le trait n°8

3.1.3.9 Trait 9

Le tableau suivant présente le nombre d'individus et le poids par espèce capturée dans le trait n°9.

Espèce	Effectif	poids (kg)
barbue	1	0,7
lançon	42	1,4
pétoncle	4	0,08
raie	2	0,45
roussette	2	1,5

Tableau 95 : Espèces présentes dans le trait N°9

La figure suivante présente les abondances spécifiques et les contributions pondérales dans le trait n°9.

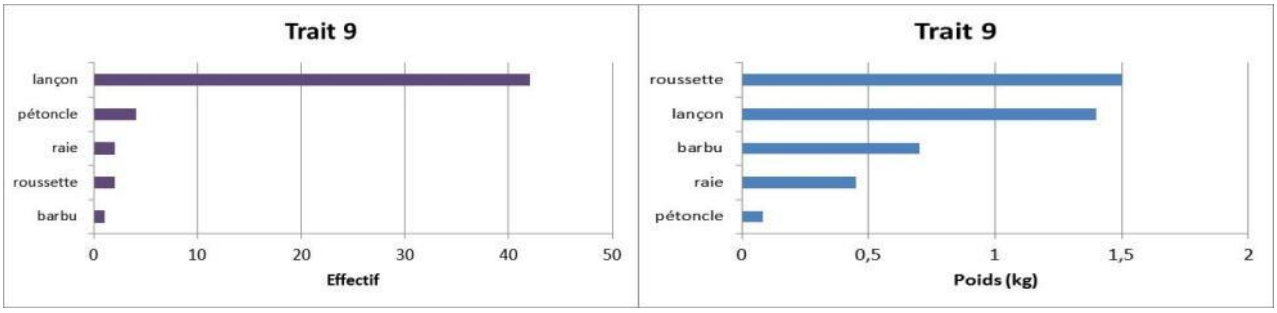


Figure 140 : Abondances spécifiques et contributions pondérales dans le trait n°9

Les figures suivantes représentent pour chaque espèce les classes de taille des individus présents dans le trait n°9.

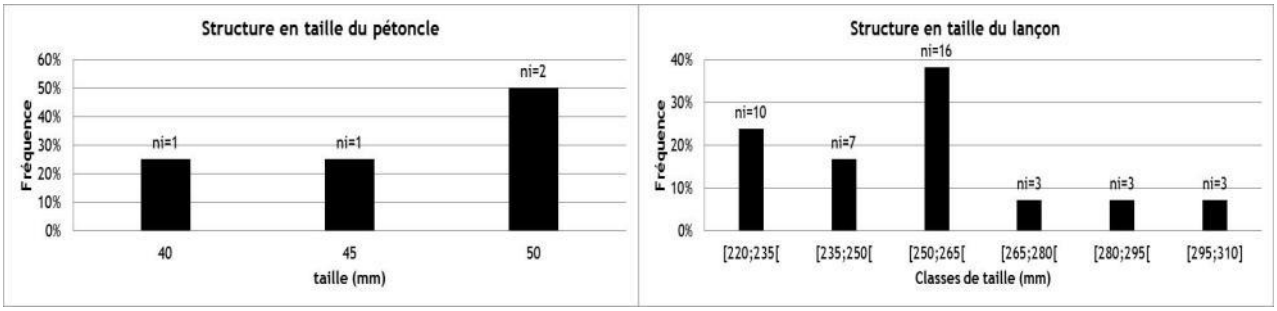


Figure 141 : Classes de tailles des espèces présentes dans le trait n°9

Le tableau suivant présente la taille de cinq individus isolés appartenant à trois espèces différentes.

Espèce	Taille (mm)
roussette (x2)	560
raie (x2)	300
barbue	390

Tableau 96 : Tailles d'individus isolés capturés dans le trait n°9

3.1.3.10 Trait 10

Le tableau suivant présente le nombre d'individus et le poids par espèce capturée dans le trait n°10.

Espèce	Effectif	poids (kg)
amande de mer	6	0,4
araignée	2	0,7
grondin	4	1
lançon	3	0,15
plie	2	0,75
raie	1	3,4
roussette	3	2,2
seiche	1	0,15

Tableau 97 : Espèces présentes dans le trait N°10

La figure suivante présente les abondances spécifiques et les contributions pondérales dans le trait n°10.

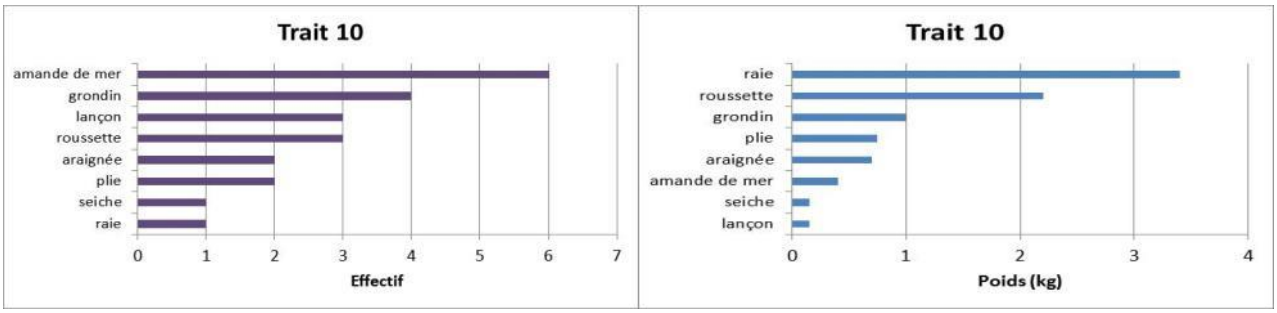


Figure 142 : Abondances spécifiques et contributions pondérales dans le trait n°10

Les figures suivantes représentent pour chaque espèce les classes de taille des individus présents dans le trait n°10.

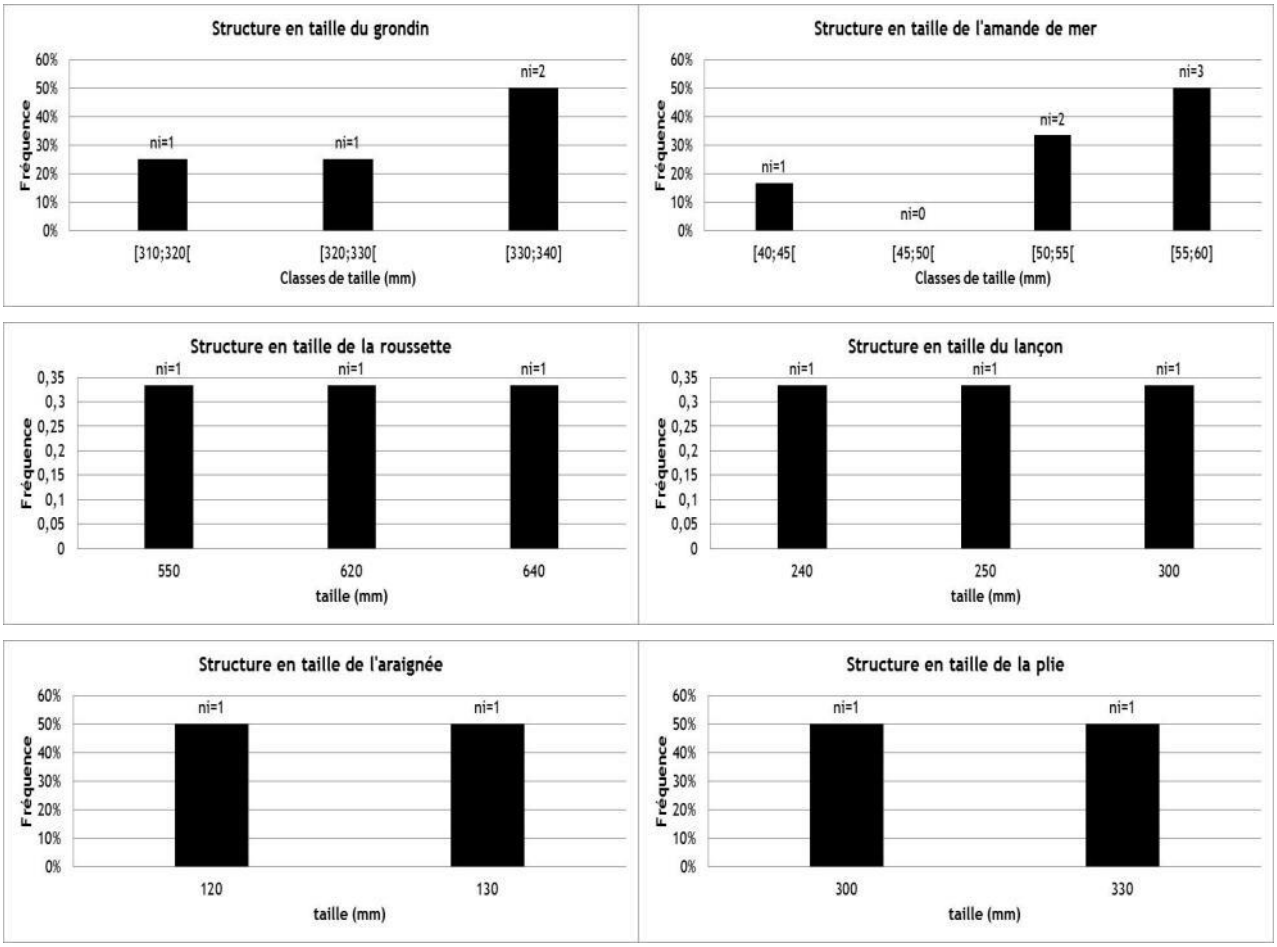


Figure 143 : Classes de tailles des espèces présentes dans le trait n° 10

Le tableau suivant présente la taille de deux individus isolés appartenant à deux espèces différentes.

Espèce	Taille (mm)
seiche	120
raie	770

Tableau 98 : Tailles d'individus isolés capturés dans le trait n° 10

3.1.3.11 Trait 11

Le tableau suivant présente le nombre d'individus et le poids par espèce capturée dans le trait n°11.

Espèce	Effectif	poids (kg)
araignée	21	14,7
bulot	2	0,03
chinchard	86	0,6
coquille saint Jacques	3	0,4
encornet	164	3,2
pétoncle	63	0,45
roussette	5	2
saint Pierre	1	0,7
seiche	5	0,6

Tableau 99 : Espèces présentes dans le trait N°11

La figure suivante présente les abondances spécifiques et les contributions pondérales dans le trait n°11.

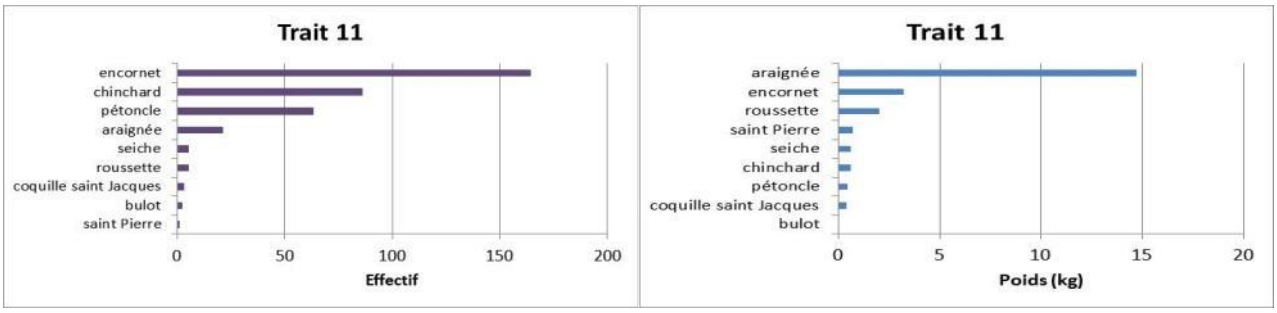


Figure 144 : Abondances spécifiques et contributions pondérales dans le trait n°11

Les figures suivantes représentent pour chaque espèce les classes de taille des individus présents dans le trait n°11.

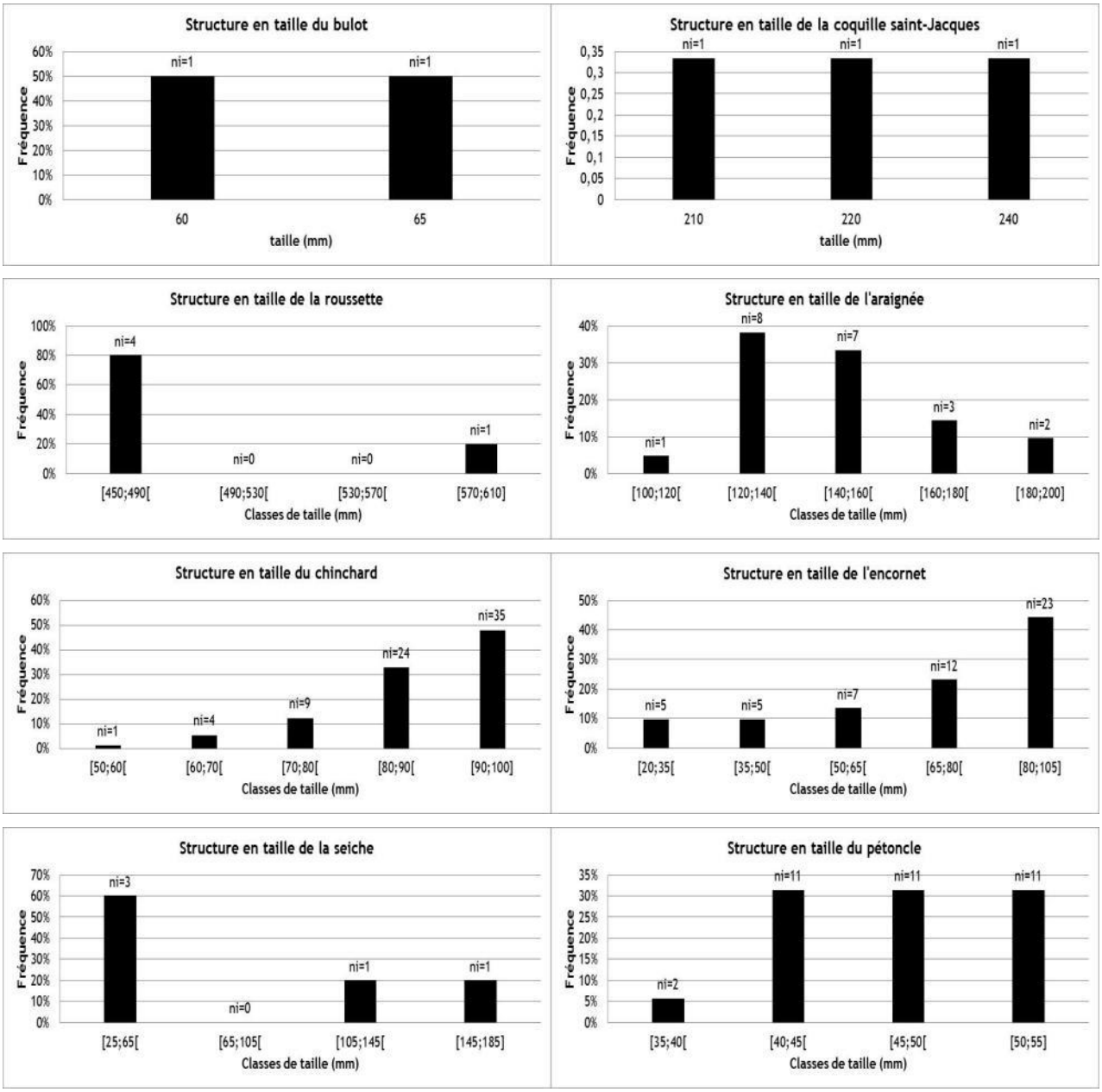


Figure 145 : Classes de tailles des espèces présentes dans le trait n°11

Le tableau suivant présente la taille d'un individu isolé.

Espèce	Taille (mm)
saint-Pierre	320

Tableau 100 : Taille d'un individu isolé capturé dans le trait n°11

3.1.3.12 Trait 12

Le tableau suivant présente le nombre d'individus et le poids par espèce capturée dans le trait n°12.

Espèce	Effectif	poids (kg)
araignée	12	9
chinchard	15	0,15
encornet	93	0,8
grondin	3	0,85
lançon	1	0,08
raie bouclée	1	2
roussette	4	1,6
saint Pierre	1	0,3
sole	1	0,4
torpille marbrée	1	0,3

Tableau 101 : Espèces présentes dans le trait N° 12

La figure suivante présente les abondances spécifiques et les contributions pondérales dans le trait n°12.

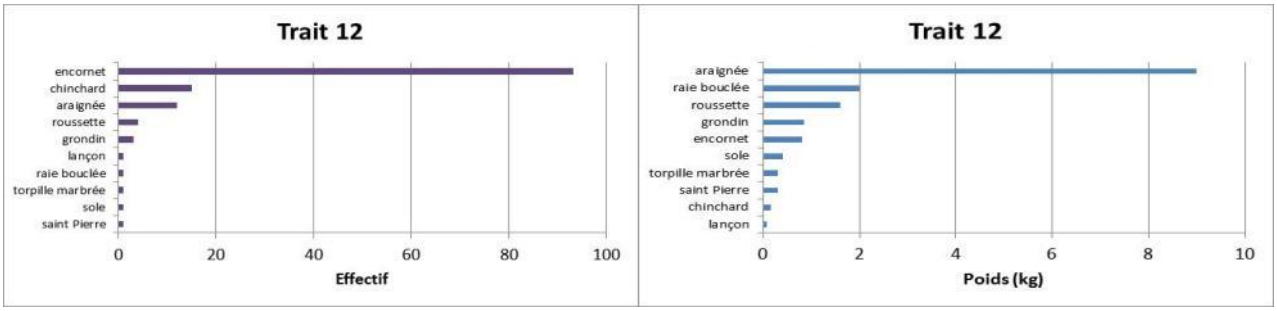


Figure 146 : Abondances spécifiques et contributions pondérales dans le trait n° 12

Les figures suivantes représentent pour chaque espèce les classes de taille des individus présents dans le trait n°12.

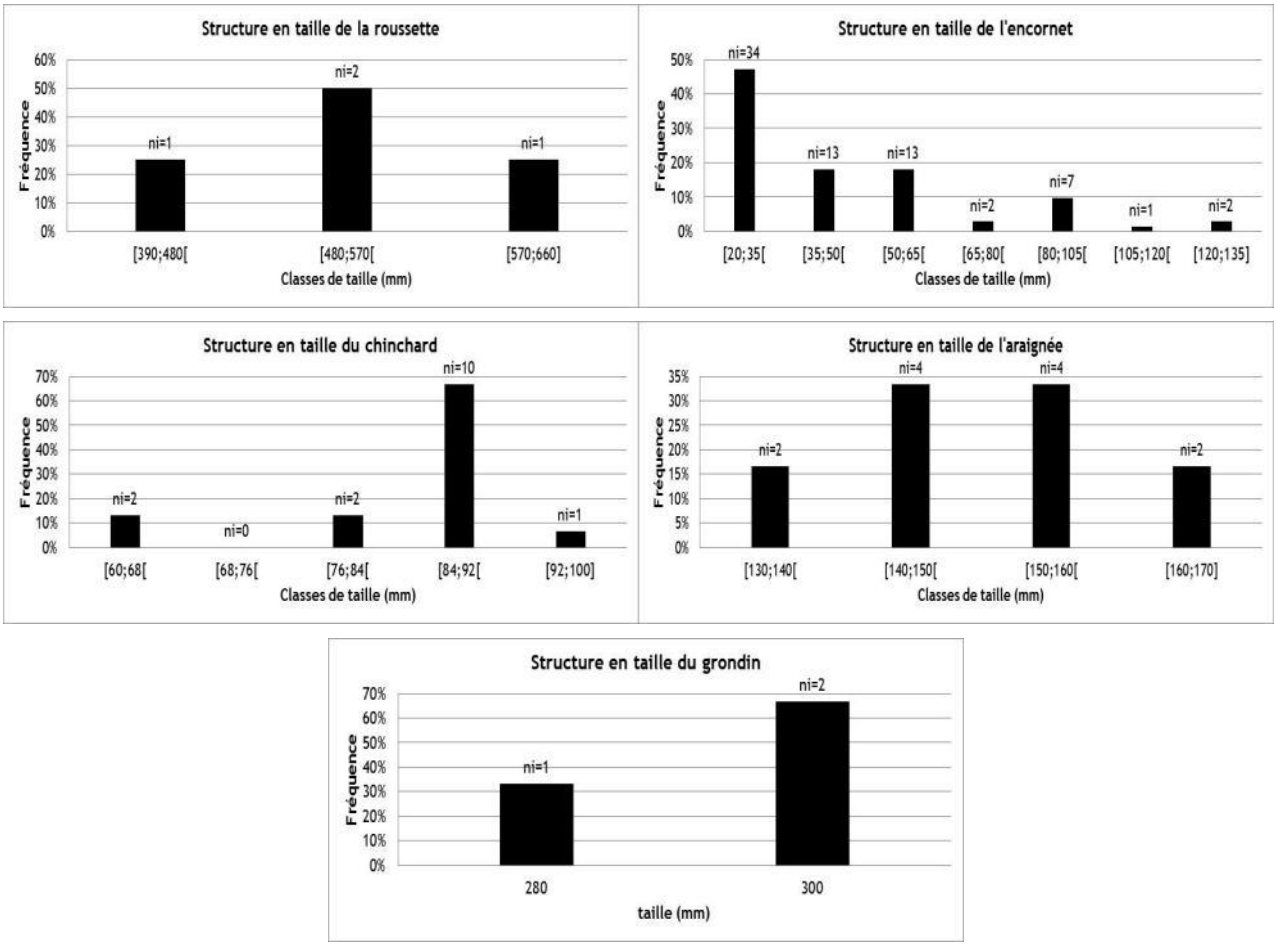


Figure 147 : Classes de tailles des espèces présentes dans le trait n° 12

Le tableau suivant présente la taille de cinq individus isolés appartenant à cinq espèces différentes.

Espèce	Taille (mm)
saint-Pierre	260
sole	310
torpille marbrée	280
raie bouclée	630
lançon	260

Tableau 102 : Tailles d'individus isolés capturés dans le trait n° 12

3.1.3.13 Trait 13

Le tableau suivant présente le nombre d'individus et le poids par espèce capturée dans le trait n°13.

Espèce	Effectif	poids (kg)
emissole	2	3
encornet	35	0,25
pétoncle	4	0,1
rouget	1	0,2
roussette	7	4
seiche	1	0,5
sole	1	0,2
torpille marbrée	2	1,4
tourteau	1	0,7

Tableau 103 : Espèces présentes dans le trait N° 13

La figure suivante présente les abondances spécifiques et les contributions pondérales dans le trait n°13.

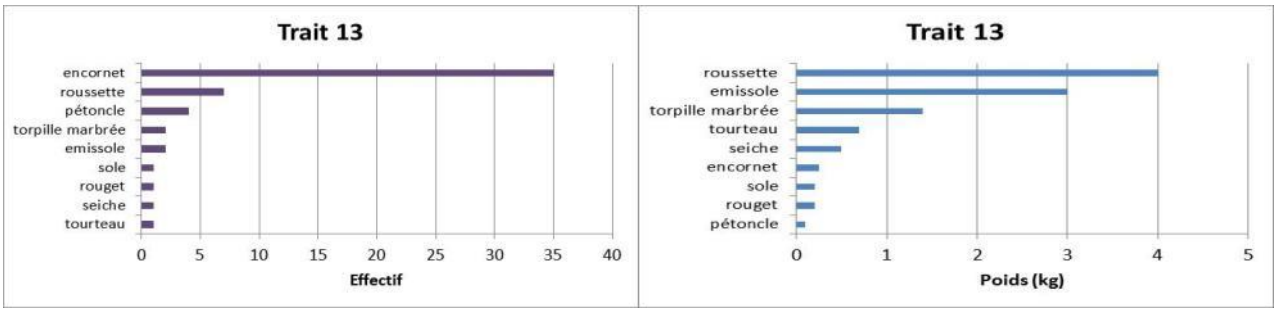


Figure 148 : Abondances spécifiques et contributions pondérales dans le trait n° 13

Les figures suivantes représentent pour chaque espèce les classes de taille des individus présents dans le trait n°13.

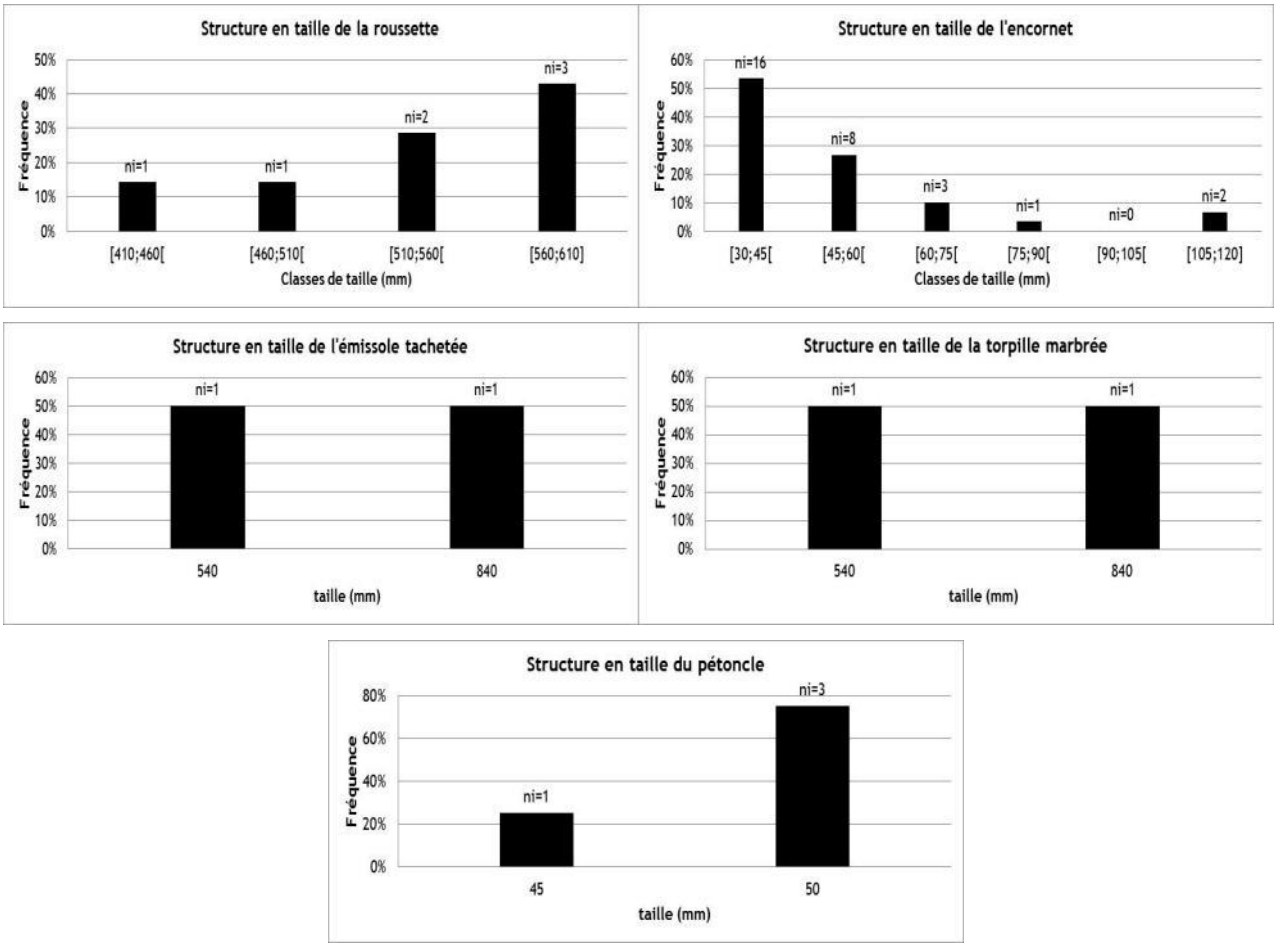


Figure 149 : Classes de tailles des espèces présentes dans le trait n° 13

Le tableau suivant présente la taille de quatre individus isolés appartenant à quatres espèces différentes.

Espèce	Taille (mm)
tourteau	140
seiche	150
rouget	230
sole	260

Tableau 104 : Tailles d'individus isolés capturés dans le trait n° 13

3.1.3.14 Trait 14

Le tableau suivant présente le nombre d'individus et le poids par espèce capturée dans le trait n°14.

Espèce	Effectif	poids (kg)
encornet	13	0,5
pétoncle	3	0,03
plie	1	0,6
raie	1	0,35
raie brunette	1	7
sole	1	0,1

Tableau 105 : Espèces présentes dans le trait N° 14

La figure suivante présente les abondances spécifiques et les contributions pondérales dans le trait n°14.

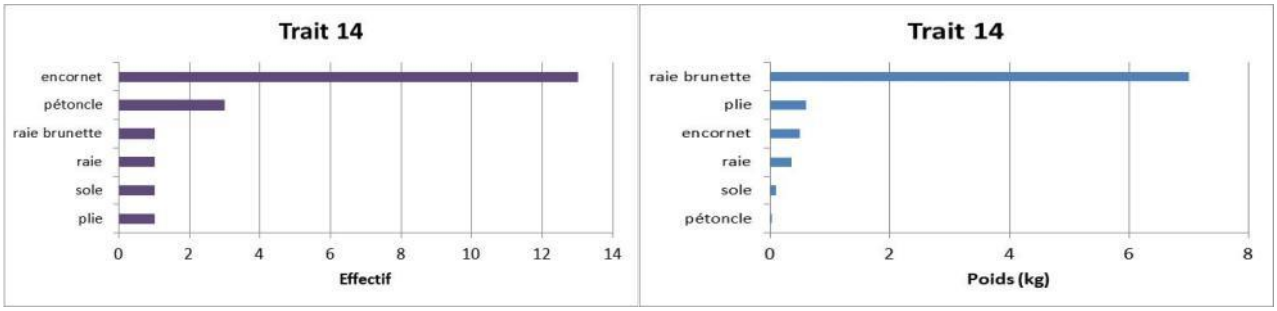


Figure 150 : Abondances spécifiques et contributions pondérales dans le trait n° 14

Les figures suivantes représentent pour chaque espèce les classes de taille des individus présents dans le trait n°14.

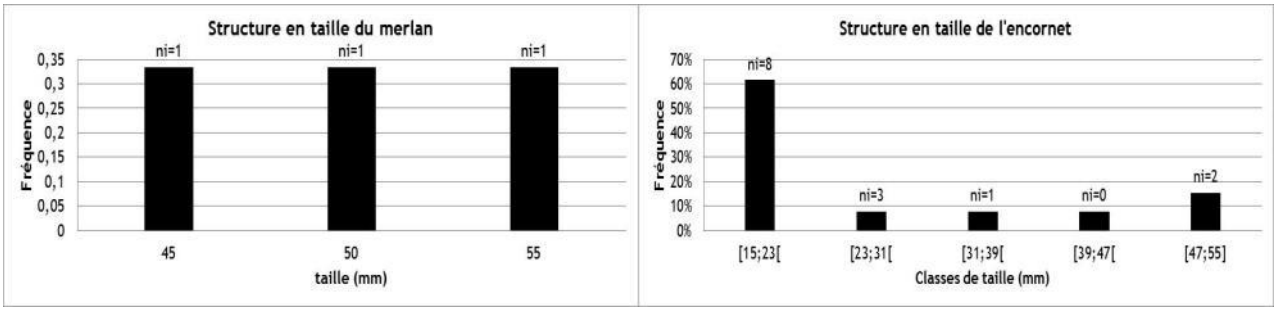


Figure 151 : Classes de tailles des espèces présentes dans le trait n° 14

Le tableau suivant présente la taille de quatre individus isolés appartenant à quatre espèces différentes.

Espèce	Taille (mm)
plie	380
sole	277
raie	330
raie brunette	980

Tableau 106 : Tailles d'individus isolés capturés dans le trait n° 14

3.2 CAMPAGNE D'ETE : RESULTATS POUR LE CHALUT A PERCHE

3.2.1 Richesse spécifique et abondance

Le tableau suivant présente les richesses spécifiques, les abondances et les densités observées sur chacune des stations échantillonnées au chalut à perche en baie de Lannion.

Stations	1	2	3	4	5	6	7
Richesse spécifique	34	19	30	15	9	17	11
Abondance	331	117	349	54	35	49	18
Densité (ind/ha)	11821	3656	13120	2411	951	2450	938

8	9	10	11	12	13	14
21	13	18	18	11	21	21
101	55	66	82	24	158	58
2902	1774	2357	2500	839	5302	2283

Tableau 107 : Richesses spécifiques, abondances et densités observées au chalut à perche

La figure de la page suivante est une interpolation des valeurs de densité, en nombre d'individus par hectare, observées sur les différentes stations de chalut à perche (centroïde du trait de chalut).

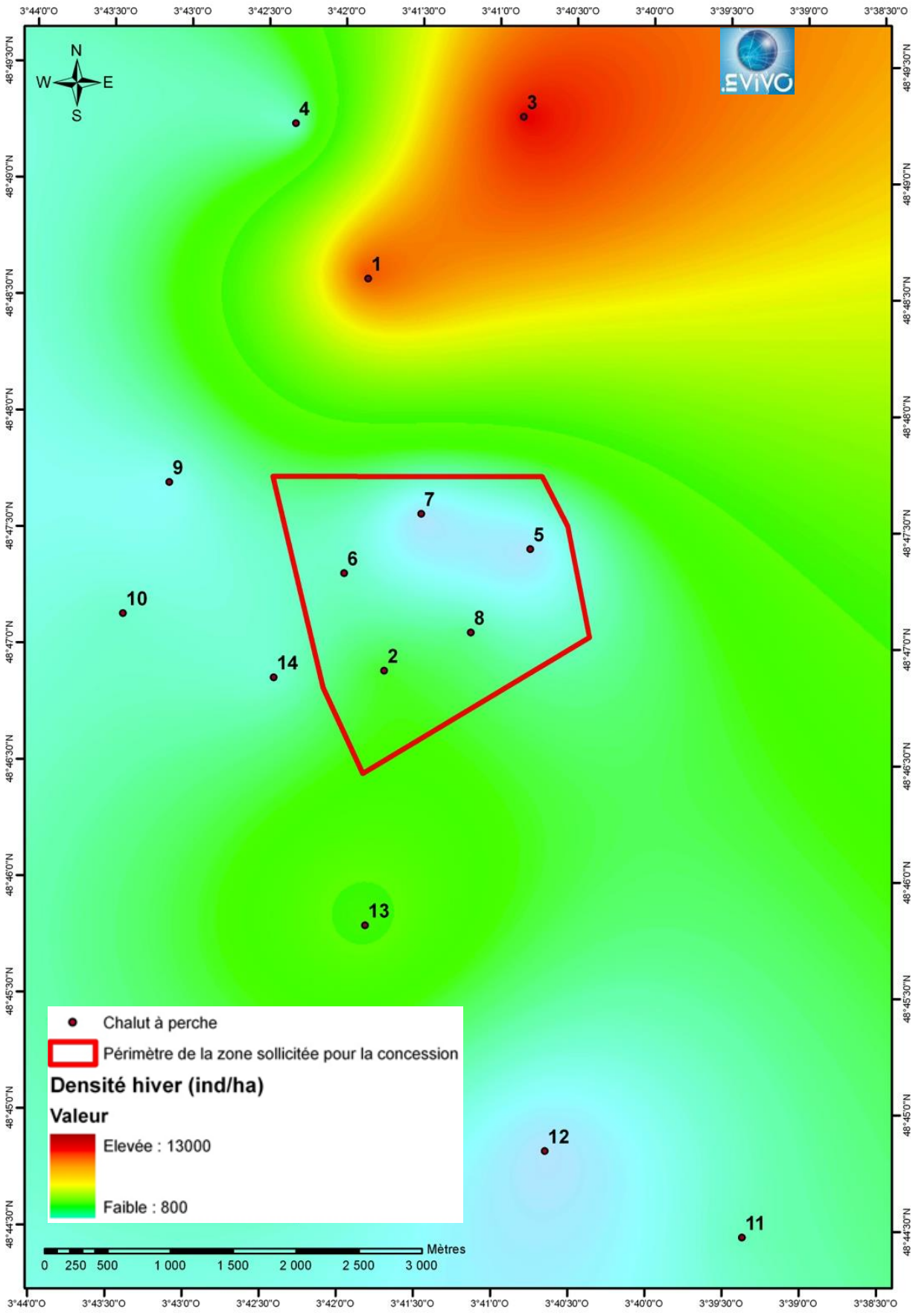


Figure 152 : Interpolation des données de densité

La figure suivante montre la répartition de l'abondance selon le groupe zoologique.

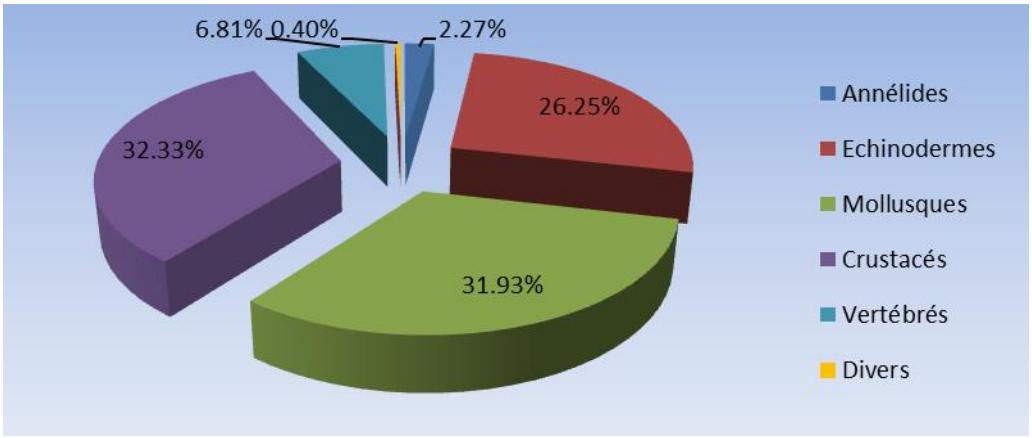


Figure 153: Distribution des abondances selon le groupe zoologique

La figure suivante montre la répartition de la richesse spécifique selon le groupe zoologique.

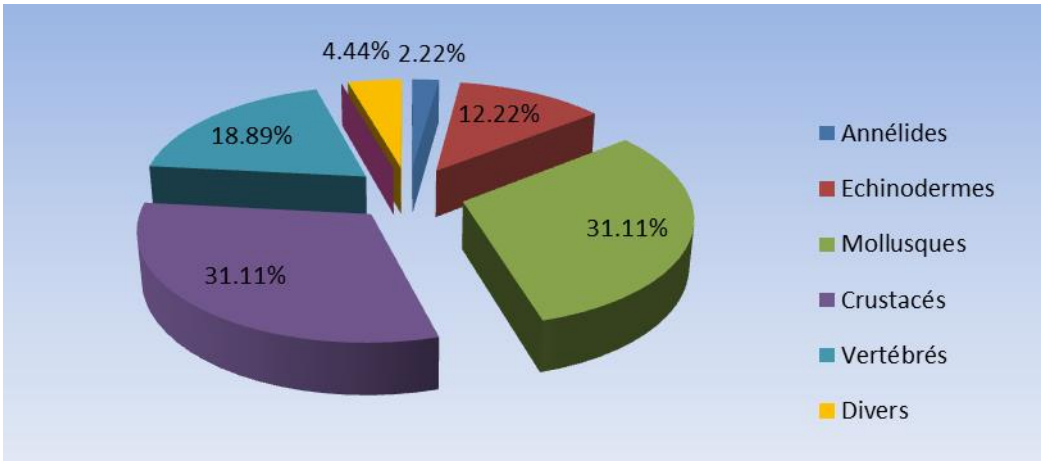


Figure 154 : Répartition de la richesse spécifique selon le groupe zoologique

Le tableau suivant présente les données brutes des échantillons récoltés au chalut à perche.

Stations	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Glycera gigantea														1
Aphrodita aculeata	21		6			1		3						
Harmothoe sp.	1		1											
Ophiura ophiura						1								1
Ophiura albida	45	20	72		14	3		28	17	5	53	5	75	7
Echinaster sepositus					1	1			1					
Psammechinus miliaris	6		2											
Crossaster papposus	5		1											
Anseropoda placenta	2													
Marthasterias glacialis											1		1	
Ophiothrix fragilis											1		1	
Astropecten irregularis											1			
Spatangus purpureus						1								1
Thyone fusus										21				
Glycymeris glycymeris						5	2	4		4	1			5
Sepia officinalis														1
Nassarius reticulatus								1					2	2
Spisula solida		2		12	4	6	2	1	2	4				2
Cerastoderma glaucum									1					1
Aequipecten opercularis	123	3	164					1	1	1				1
Euspira pulchella						3				2				
Euspira catena						1								
Sepiola atlantica	3	1	1	1	1		1	1						
Crepidula fornicata	1	1						1						
Clausinella fasciata	1						1			7				
Calyptraea chinensis	1													
Timoclea ovata	21		29							1	2			
Nucula nitidosa	3													
Gibbula tumida	6													
Doris sp.	1													
Buccinum undatum			4											
Ocenebra erinacea			1											
Calliostoma granulatum			1											
Modiolus adriaticus			1					1						
Chlamys varia													2	
Trivia arctica													1	
Acanthocardia aculeata													1	
Arcopagia crassa								1		3				
Scaphander lignarius											2			
Pecten maximus	2		1											
Dosinia lupinus										1				
Venus verrucosa										7				
Pagurus bernhardus	11	1	13	14	1	4	3	24	3		1			13
Liocarcinus marmoreus	5	2	9	1		2	1		1	1				1
Philocheras trispinosus	2	54	5	5	5	6		21	14		4	5	10	5
Macropodia tenuirostris	9	15	4					1	1				4	1
Liocarcinus sp.														1
Pagurus sp.				8		3				2				2
Inachus dorsettensis	36	2	10	3		2	4	2	4		1	1	2	
Ebalia tumefacta	2		3			2				1				

Stations	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Galathea intermedia	1	1	3	1			1							
Processa sp.		2												
Ebalia tuberosa	3		4											
Pagurus prideaux	6		1							2				
Inachus phalangium	1		1											
Atelecyclus rotundatus	1						1							
Balanus sp.	1		1	1				1		1				
Eurynome aspera			1											
Pisidia longicornis			1									1		
Pilumnus hirtellus													2	
Pisidia longicornis													44	
Galathea nexa													2	
Macropodia rostrata							1	2			4	2	1	
Eualus occultus												3	3	
Pandalina brevirostris				1	1								1	
Liocarcinus depurator											2			
Eurydice sp.				1										
Hyas araneus							1							
Pinnotheres pisum										1				
Philocheras sculptus										2				
Arnoglossus laterna								1					1	1
Buglossidium luteum		1									2	2	1	1
Pomatoschistus sp.	3	6	5	2		6		3	4		3	1	2	7
Syngnathus acus				1	2									1
Callionymus lyra		1	2			2		1			1	2		
Agonus cataphractus		1												
Echiichthys vipera		2		2	6				5			1		3
Microchirus variegatus	1													
Diplecogaster bimaculata	4													
Gobius sp.	1													
Callionymus reticulatus								1				1	1	
Syngnathus acus								2						
Ammodytes tobianus				1					1					
Chelidonichthys lucernus			1											
Zeus faber	1													
Raja montagui											1			
Solea solea											1			
Flustra foliacea		1	1											
Pentapora fascialis		1											1	
Adamsia carciniopados	1													
Ascidia sp.											1			

Tableau 108 : Données brutes (chalut à perche)

Les 14 stations de prélèvement au chalut à perche ont permis de collecter un total de 1497 individus appartenant à 90 espèces différentes. Les individus récoltés sont répartis de manière à peu près équitable entre les crustacés (484 individus), les mollusques (478 individus) et les échinodermes (393). Viennent ensuite les vertébrés avec 102 individus puis les annélides et les autres taxons en relativement faibles abondances. Les stations 1 et 3 qui sont situées au nord de la zone présentent les plus fortes valeurs de richesse spécifique et de densité.

Très peu d'espèces d'intérêt halieutique ont été récoltées au chalut à perche. On peut cependant noter la présence de relativement fortes abondances de pétoncles (*Aequipecten opercularis*) aux traits 1 et 3, ainsi que la présence de quelques amandes de mer (*Glycymeris glycymeris*) et de spisules (*Spisula solida*), et de petits individus de sole (*Solea solea*), Saint-Pierre (*Zeus* faber) et raie (*Raja montagui*).

Les prélèvements au chalut à perche ont permis la mise en évidence d'une épifaune vagile très diversifiée, avec notamment 28 espèces de mollusques, 28 espèces de crustacés, 17 espèces de vertébrés et 11 espèces d'échinodermes. Ces espèces benthiques sont majoritairement détritivores et jouent un rôle important dans le réseau trophique. En effet, elles participent à la dégradation et au recyclage de la matière organique, et elles servent de proies à de nombreuses espèces carnivores.

3.2.2 Indices de diversité

Le tableau suivant présente les indices de diversité pour chacune des stations échantillonnées au chalut à perche dans la baie de Lannion.

Stations	1	2	3	4	5	6	7
Indice de Shannon	3,41	2,72	2,78	3,15	2,55	3,81	3,24
Equitabilité	0,67	0,64	0,57	0,81	0,80	0,93	0,94

8	9	10	11	12	13	14
3,09	2,92	3,44	2,30	3,17	2,46	3,77
0,70	0,79	0,82	0,55	0,92	0,56	0,86

Tableau 109 : Indices de diversité des stations

La figure suivante présente les indices de Shannon des stations d'étude (chalut à perche).

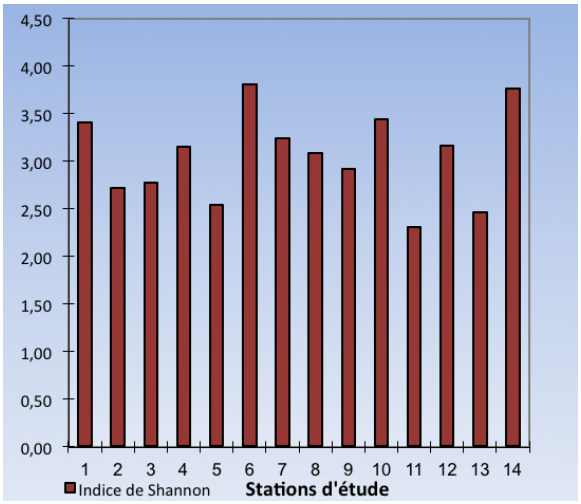


Figure 155: Indice de Shannon des stations (chalut à perche)

La figure suivante présente les indices d'équitabilité des stations (chalut à perche).

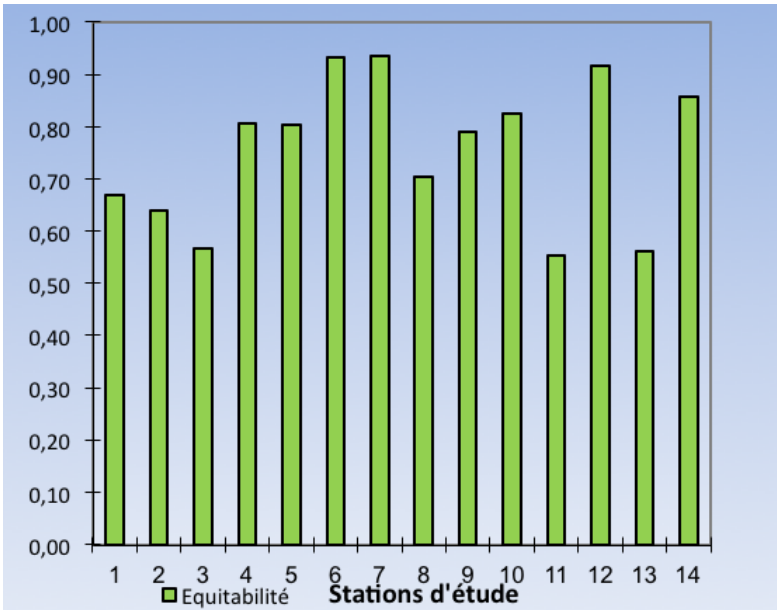


Figure 156 : Indice d'équitabilité des stations (chalut à perche)

Les stations présentent des indices de Shannon compris entre 2,30 (trait 11) et 3,81 (trait 6), et des indices d'équitabilité compris entre 0,55 (trait 11) et 0,94 (trait 11). Ces indices de diversité relativement élevés témoignent d'un habitat dans un état moyen à bon (Molvaer *et al.*, 1997).

3.3 CAMPAGNE D'ETE : SYNTHESE

Lors de cette première campagne de prélèvements, effectuée au mois de Septembre 2012 (campagne d'été) sur la zone de concession de Pointe d'Armor et à ses abords, les 14 stations de prélèvement ont permis de récolter 23 espèces d'intérêt halieutique (3038 individus) au chalut à grande ouverture verticale, et 90 espèces (1497 individus) au chalut à perche.

- Les prélèvements au GOV ont révélé la dominance du pétoncle et du lançon sur la zone d'étude de la baie de Lannion. Ces deux espèces présentent les abondances les plus élevées et les contributions pondérales parmi les plus importantes. Elles ne sont pas réparties de manière homogène sur la zone, et ce malgré des fréquences d'occurrence importantes (83 % et 75 % respectivement). Effectivement, les densités observées révèlent une abondance beaucoup plus importante de lançon au sein de la zone de concession (traits 2, 5, 6, 7, 8 et 9). Les lançons sont des poissons grégaires, qui vivent en bancs généralement denses et qui constituent une proie pour de très nombreuses espèces (baudroie, bar, chinchard, griset, hareng, merlan, morue, plie, raies, Saint-Pierre). Le lançon est à la base de la nutrition de très nombreuses espèces de poissons carnivores (espèce dite « fourrage »). Le potentiel d'accueil de l'espèce par la zone de concession confère à cette dernière une fonctionnalité particulière non seulement du point de vue de l'espèce mais aussi plus largement du point de vue de l'écosystème. En revanche, les pétoncles sont plus abondants au niveau des traits effectués hors de la zone de concession. Au vu des classes de taille identifiées pour cette espèce de bivalves, il s'agit principalement d'individus adultes. L'encornet est également une espèce abondamment prélevée sur la zone d'étude. Il a en effet été pêché en relativement forte abondance sur plus de la moitié des stations de prélèvement. Sa contribution pondérale est cependant relativement faible ce qui s'explique par le fait que la grande majorité des individus collectés étaient des juvéniles de moins de 10 cm. L'espèce n'est pas résidente dans la bande côtière et correspond à un assemblage saisonnier (fin d'été). Le merlan et le chinchard ont été pêchés en abondances relativement élevées, cependant ils ne sont présents que sur peu de stations et leurs contributions pondérales restent faibles. Les individus collectés correspondent à des individus juvéniles. Quelques espèces de poissons plats ont également été récoltées (soles, raies notamment) mais dans des proportions moindres qui ne permettent pas de dégager de tendance particulière compte tenu de ces résultats de première campagne.

- Très peu d'espèces d'intérêt halieutique ont été récoltées au chalut à perche. Seuls les pétoncles ont été récoltés en abondance. Les prélèvements au chalut à perche ont néanmoins permis de mettre en évidence une communauté épibenthique très diversifiée (90 espèces) dominée par les crustacés, les mollusques et les échinodermes. Les espèces benthiques qui composent cette communauté sont majoritairement détritivores et jouent un rôle important dans le réseau trophique. En effet, elles participent à la dégradation et au recyclage de la matière organique, et elles servent de proies à de nombreuses espèces carnivores.

3.4 CAMPAGNE D'HIVER : RESULTATS POUR LE CHALUT A GRANDE OUVERTURE VERTICALE

3.4.1 Paramètres généraux des traits

3.4.1.1 Richesse spécifique et abondance

Le tableau suivant présente les richesses spécifiques (espèces d'intérêt halieutique) et les abondances observées sur chacune des stations échantillonnées au chalut GOV en baie de Lannion.

Trait	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
Richesse spécifique	12	6	8	6	10	6	4
Abondance	470	53	257	53	46	467	23

C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14
6	6	4	10	10	6	6
38	182	27	77	102	43	19

Tableau 110 : Richesses spécifiques et abondances observées (GOV)

La figure suivante montre la répartition de l'abondance selon le groupe zoologique.

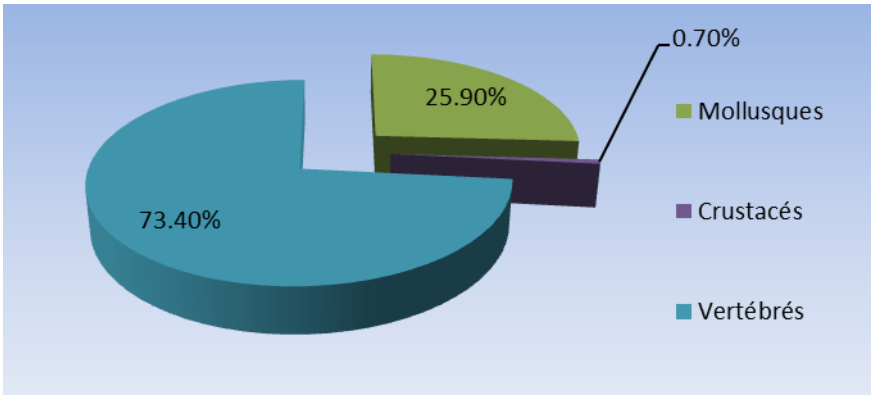


Figure 157 : Distribution des abondances selon le groupe zoologique

La figure suivante montre la répartition de la richesse spécifique selon le groupe zoologique.

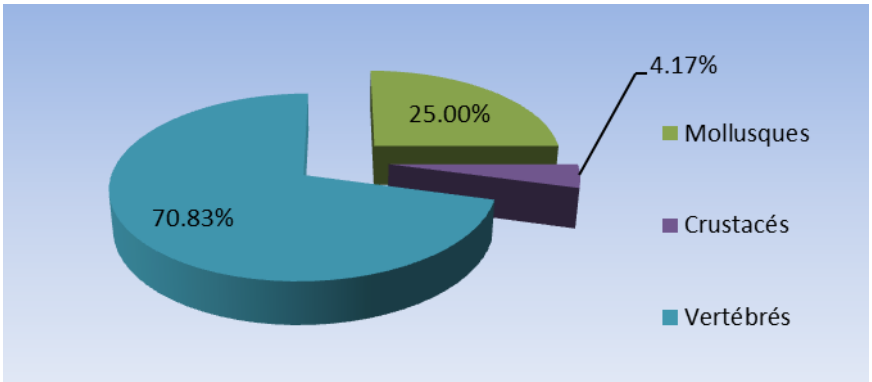


Figure 158 : Répartition de la richesse spécifique selon le groupe zoologique

Le tableau suivant présente les données brutes des échantillons récoltés au chalut GOV.

Trait	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14
Buccinum undatum											1			
Aequipecten opercularis	228		100	4	5						1			
Loligo vulgaris		5		7			3	3	1	10		58	26	4
Pecten maximus	1		5	3	1								1	
Glycymeris glycymeris			3											
Buccinum undatum	3		8											
Maja brachydactyla	3		1		2						4	1	2	
Mustelus asterias	7		9	3				1			8	7	2	
Scyliorhinus canicula	8	3	3		1	3	2	1	4		5	1		5
Sprattus sprattus											53	2		
Pleuronectes platessa		1		1	1	2		1	2	1	1			2
Raja montagui	1	1			2	2		1	2		1			1
Chelidonichthys sp.	2								1		2	2	1	
Spondyliosoma cantharus	2										1			
Trachurus trachurus												20	11	
Merluccius merluccius												4		
Merlangius merlangus										14		5		
Solea solea						3						2		1
Lançon[19]	1	42			26	456	17	31	172	2				6
Scophthalmus rhombus		1			1									
Raja undulata						1								
Trisopterus luscus	213		128	35	6									
Mullus surmuletus	1													
Psetta maxima					1		1							

Tableau 111 : Données brutes (GOV)

[19] L'identification des espèces de lançon est difficile et peut être incertaine.

Les 14 stations de prélèvements au chalut à grande ouverture verticale ont permis de collecter un total de 1857 individus appartenant à 24 espèces d'intérêt halieutique différentes. La majorité des individus collectés sont des vertébrés (poissons) avec 1363 individus (17 espèces), suivis des mollusques (pétoncles, encornets etc.) avec 481 individus (6 espèces) puis des crustacés (araignées) avec 13 individus (1 espèce).La grande majorité des espèces récoltées sont des espèces benthiques et démersales. Toutefois, il faut noter la présence de deux espèces pélagiques grégaires : le chinchard et le sprat.

3.4.1.2 Indices de diversité

3.4.1.2.1. Résultats

Le tableau suivant présente les indices de diversité pour chacune des stations échantillonnées au chalut GOV dans la baie de Lannion. Il faut noter que ces indices sont calculés à partir de la diversité des espèces d'intérêt halieutique et non de la diversité spécifique totale. Ces indices ne constituent donc qu'un outil de comparaison de la diversité des espèces d'intérêt halieutique.

Trait	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
Indice de Shannon	1,45	1,15	1,65	1,64	2,19	0,21	1,21
Equitabilité	0,40	0,44	0,55	0,63	0,66	0,08	0,60

C8	C9	C10	C11	C12	C13	C14
1,08	0,42	1,48	1,73	2,05	1,61	2,29
0,42	0,16	0,74	0,52	0,62	0,62	0,89

Tableau 112 : Indices de diversité des stations

La figure suivante présente les indices de Shannon des stations (GOV) en baie de Lannion.

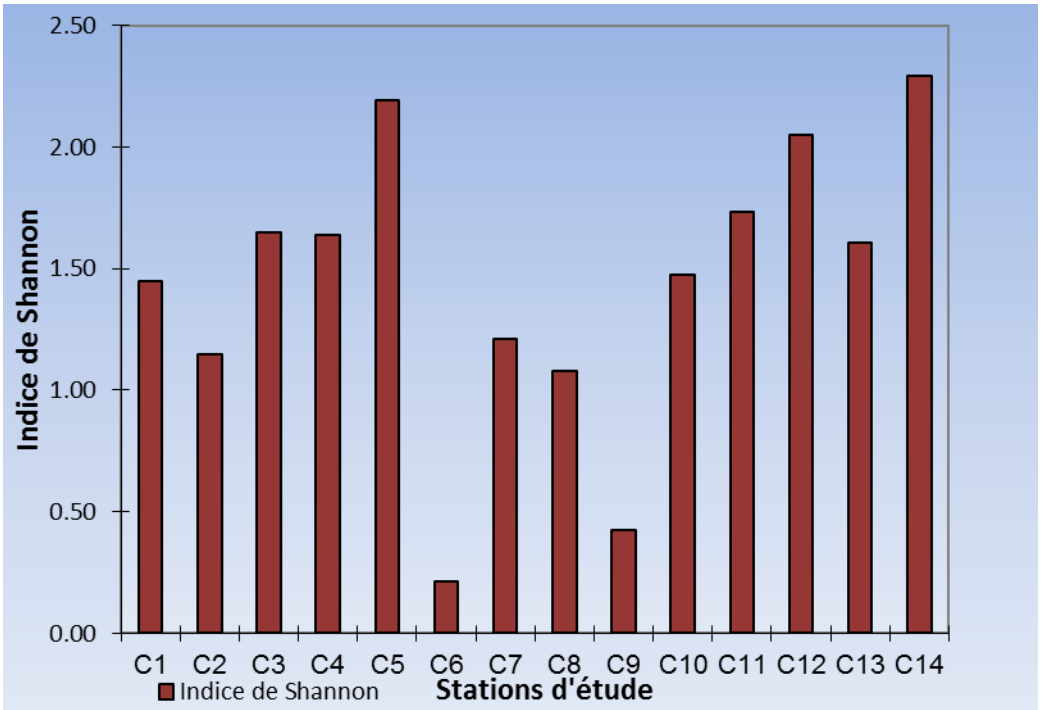


Figure 159 : Indice de Shannon des stations (GOV)

La figure suivante présente les indices d'équitabilité des stations (GOV) en baie de Lannion.

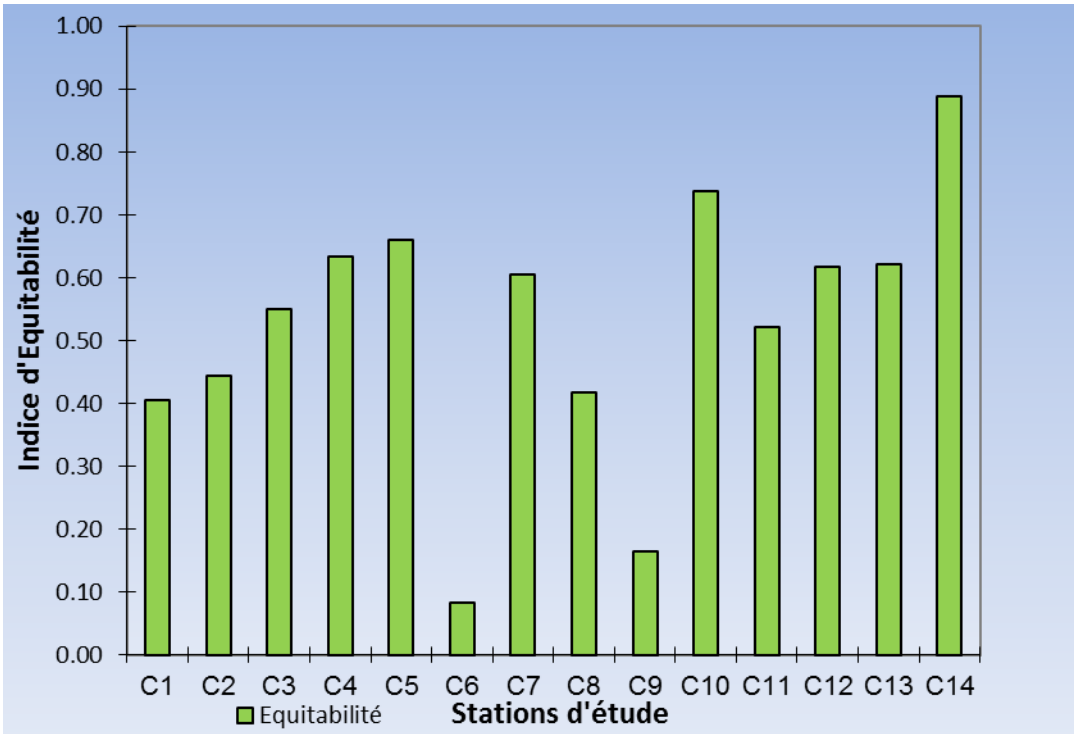


Figure 160 : Indice d'équitabilité des stations (GOV)

Les stations présentent des indices de Shannon compris entre 0,21 (traits C6) et 2,29 (trait C14), et des indices d'équitabilité compris entre 0,08 (traits C6) et 0,89 (trait C14). Les faibles valeurs d'indice de Shannon et d'équitabilité du trait C6 s'expliquent par le fait que ce prélèvement est très largement dominé par une seule espèce : le lançon. Ainsi, ce prélèvement ne révèle pas une forte diversité spécifique ni une répartition équitable du nombre d'individus par espèce. A l'inverse, le trait C14 affiche des valeurs relativement hautes d'indice de Shannon et d'équitabilité car aucune espèce ne domine ce prélèvement en termes d'abondance.

3.4.2 Paramètres d'abondance, de poids et de taille des espèces et individus capturés sur l'ensemble de la zone d'étude de la baie de Lannion

Dans ce rapport, une description des paramètres d'abondance, de poids et de taille des espèces et des individus capturés est donnée pour l'ensemble de la zone. Cette description est le résultat de la somme des 14 traits de chalut (GOV).

3.4.2.1 Contribution pondérale et abondances spécifiques

La figure suivante présente les abondances spécifiques des espèces collectées au GOV en baie de Lannion.

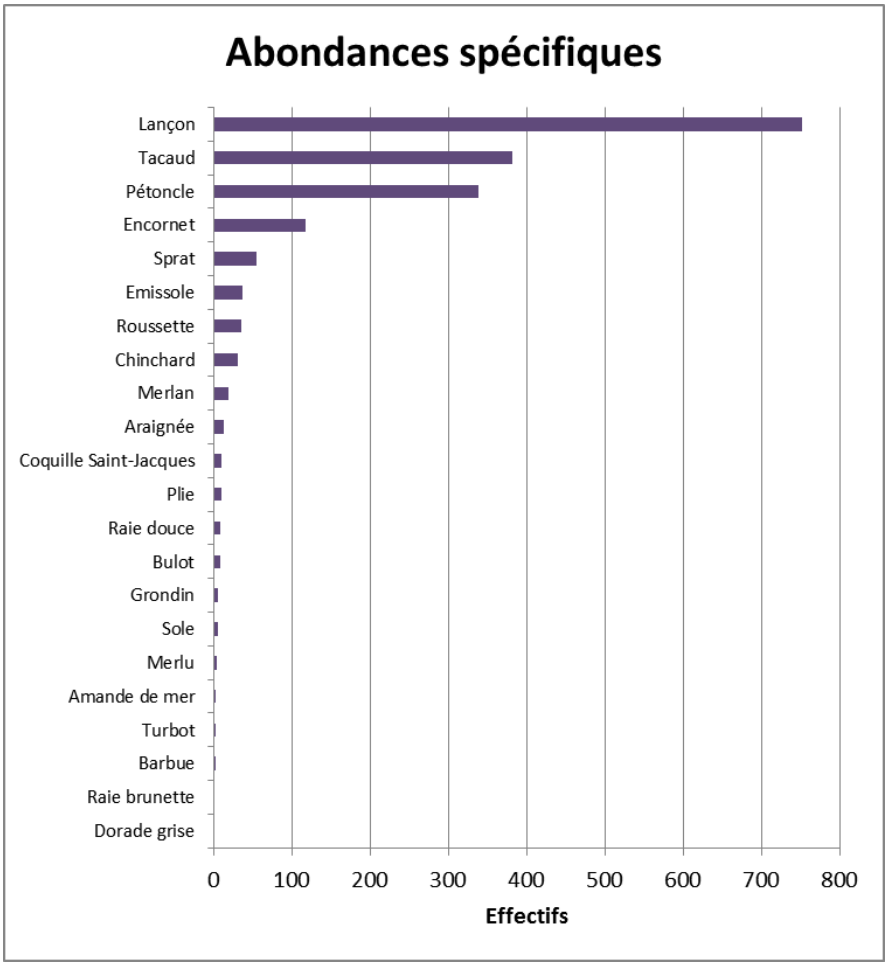


Figure 161 : Abondances spécifiques

Ce graphique montre que les prélèvements réalisés au GOV sont largement dominés par le lançon. Viennent ensuite le tacaud, le pétoncle et l'encornet qui restent relativement abondants. De nombreuses autres espèces ont été capturées mais en faibles voire très faibles abondances.

La figure suivante représente les contributions pondérales des espèces collectées au GOV en baie de Lannion.

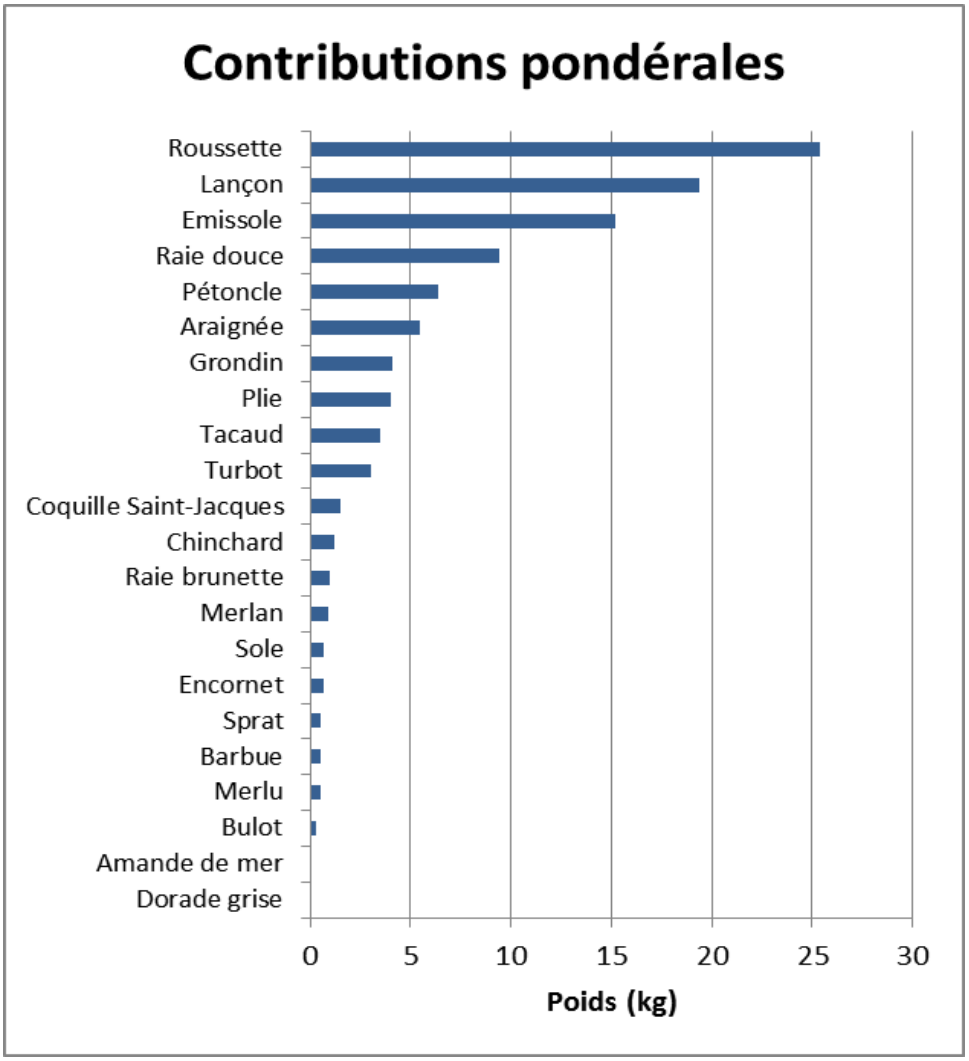


Figure 162 : Contributions pondérales

Ce graphique montre qu'en termes de contributions pondérales, les prélèvements sont dominés par la roussette (25,4 kg). Toutefois, d'autres espèces telles que le lançon (19,4 kg) et l'émissole (15,2 kg), ont également des contributions pondérales relativement importantes. D'une manière générale, la domination des prélèvements en termes de contributions pondérales n'est pas franche, ces dernières diminuent progressivement proportionnellement aux abondances spécifiques. Seules quelques espèces de grande taille, qui ont été pêchées en relativement faibles abondances, ont des contributions pondérales importantes. Il s'agit par exemple de l'émissole, de la roussette, de la raie douce etc.

Les graphiques suivants représentent les fréquences d'occurrence des espèces. Cela correspond au nombre de stations dans lesquelles les espèces sont présentes par rapport à un nombre de stations total.

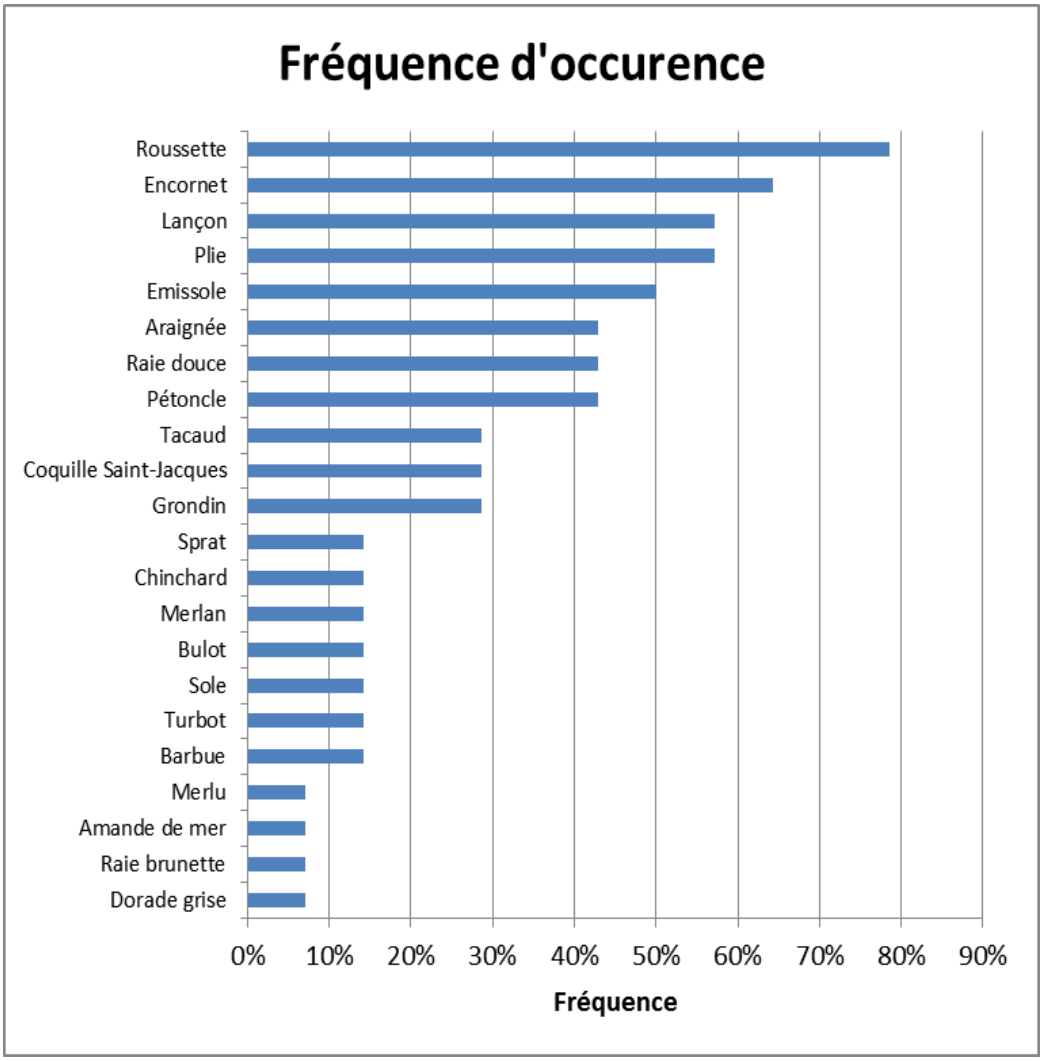


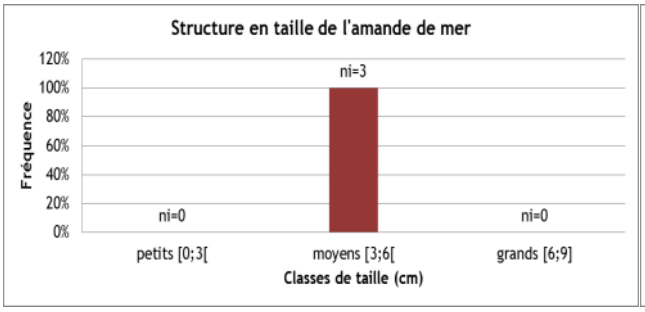
Figure 163 : Fréquence d'occurrence des espèces

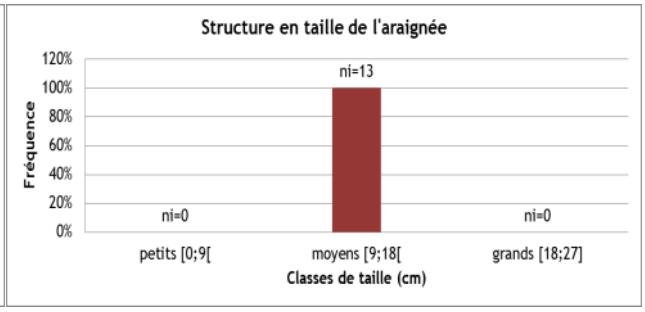
Ce graphique met en évidence la présence de la roussette sur la quasi-totalité des stations échantillonnées. Ensuite, les fréquences d'occurrence diminuent assez rapidement. Ainsi, l'encornet est présent sur 64 % des stations, et le lançon et la plie ne sont présents que sur un peu plus d'une station sur deux (57 %).

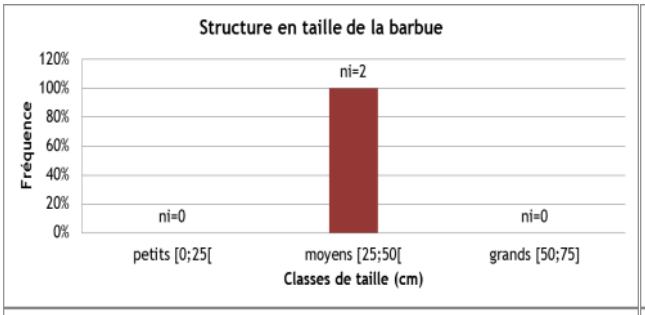
Ces graphiques mettent en évidence l'importance du lançon dans la zone d'étude de la baie de Lannion. En effet, au sein des prélèvements réalisés au GOV, cette espèce présente la plus forte abondance et arrive en seconde position en termes de contributions pondérales. La fréquence d'occurrence du lançon est également non négligeable puisqu'il est présent sur un peu plus d'une station sur deux. Deux stations présentent des abondances particulièrement élevées de lançon : les traits C6 et C9. Ensuite, les données sur le tacaud révèlent la présence d'une grande quantité de petits individus. En effet, cette espèce a une relativement forte abondance spécifique mais sa contribution pondérale est à l'inverse assez faible. Cela nous permet d'émettre l'hypothèse que la zone d'étude pourrait correspondre à une zone de nourricerie pour cette espèce.

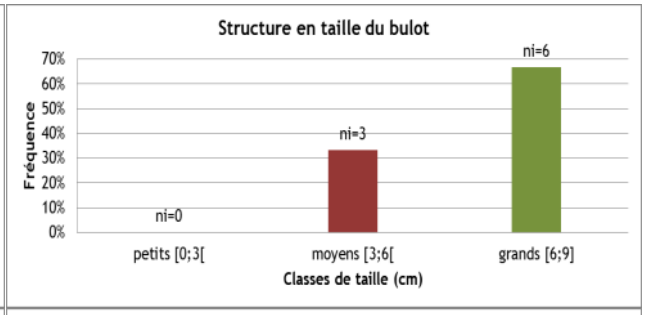
3.4.2.2 Structure en taille des espèces

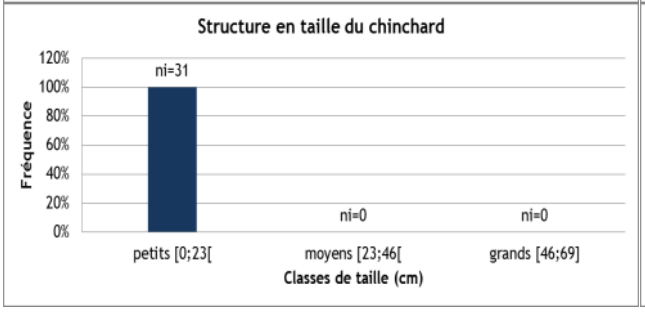
Tout d'abord, conformément au protocole de l'IFREMER, l'ensemble des individus des différentes espèces a été classé selon trois classes (petits, moyens, grands) qui ont été calculées à partir des tailles maximales des espèces référencées dans la bibliographie (FishBase).

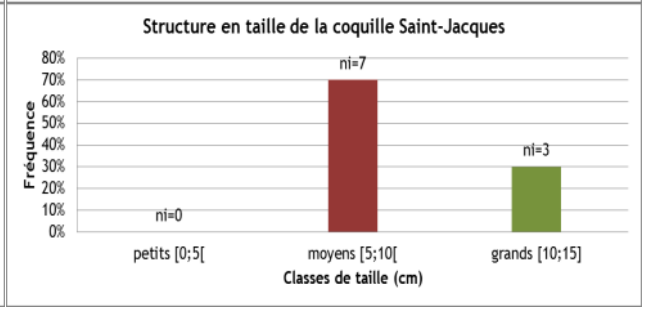


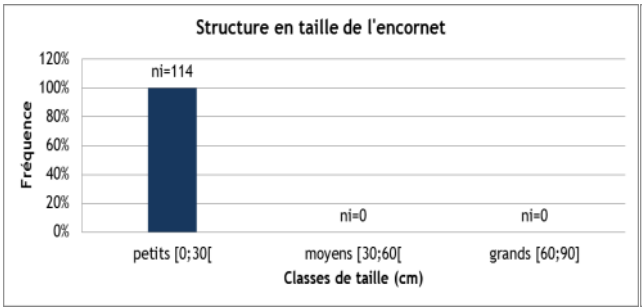


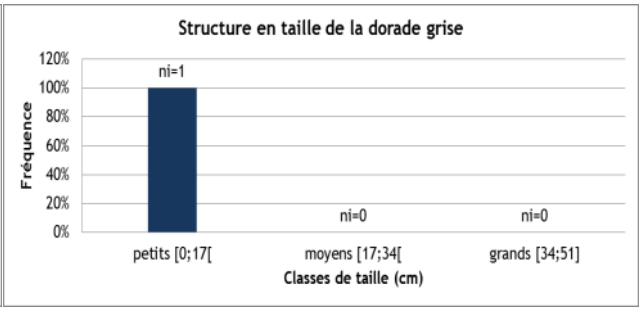


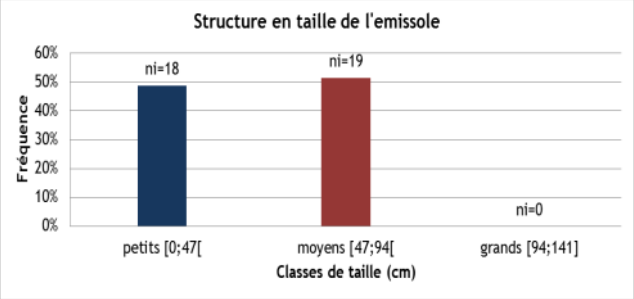


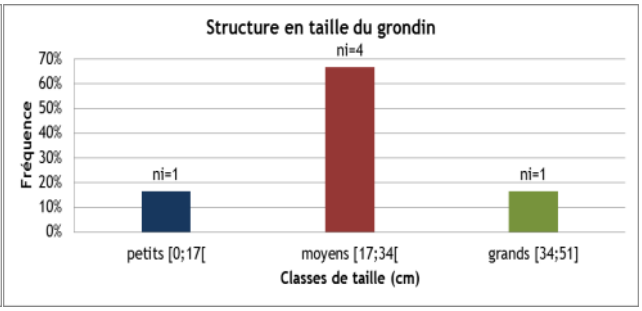


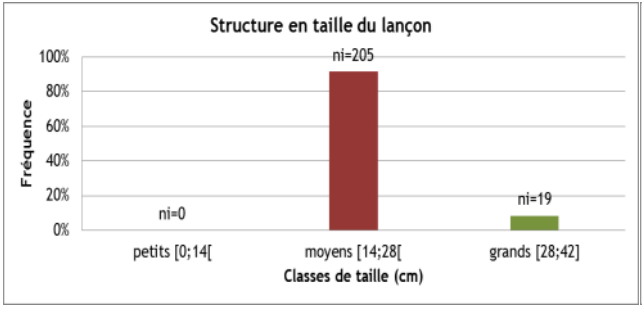


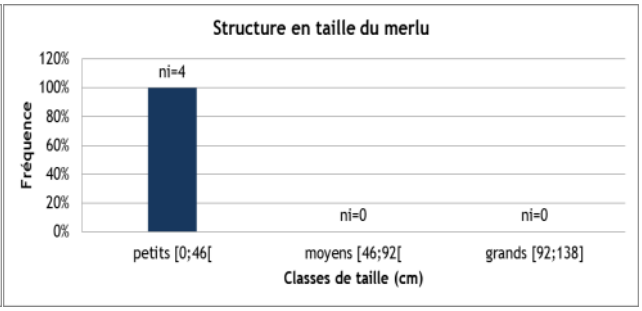

Structure en taille de l'encornet
Fréquence
120%
100%
80%
60%
40%
20%
0%
ni=114
ni=0
ni=0
petits [0;30[
moyens [30;60[
grands [60;90]
Classes de taille (cm)

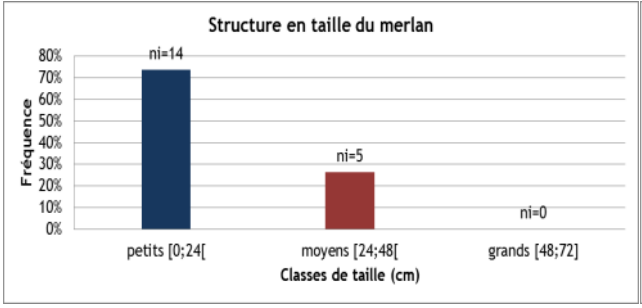

Structure en taille de la dorade grise
Fréquence
120%
100%
80%
60%
40%
20%
0%
ni=1
ni=0
ni=0
petits [0;17[
moyens [17;34[
grands [34;51]
Classes de taille (cm)

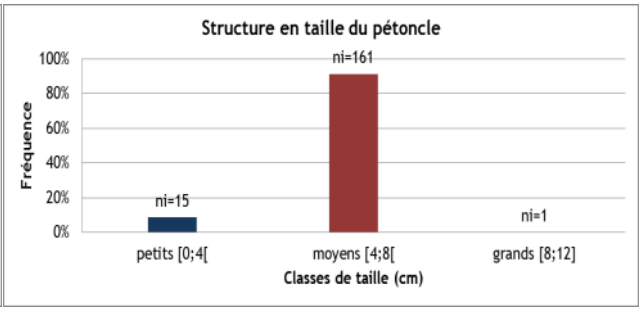

Structure en taille de l'emissole
Fréquence
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
ni=18
ni=19
ni=0
petits [0;47[
moyens [47;94[
grands [94;141]
Classes de taille (cm)

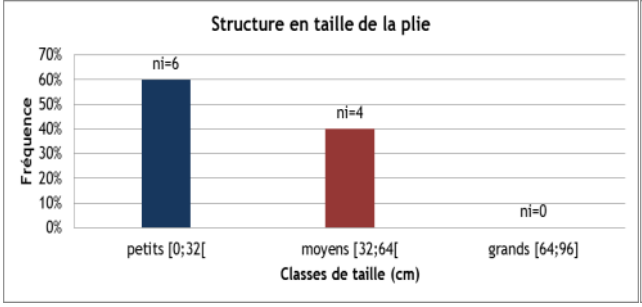

Structure en taille du grondin
Fréquence
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
ni=1
ni=4
ni=1
petits [0;17[
moyens [17;34[
grands [34;51]
Classes de taille (cm)

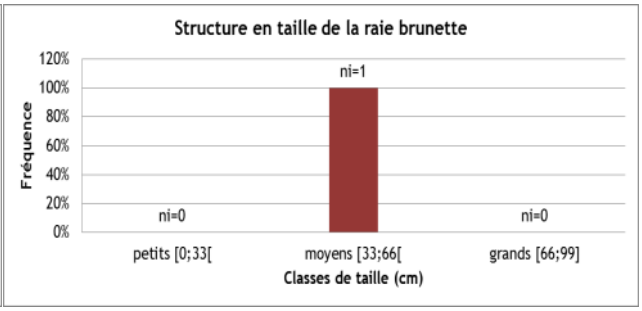

Structure en taille du lançon
Fréquence
100%
80%
60%
40%
20%
0%
ni=0
ni=205
ni=19
petits [0;14[
moyens [14;28[
grands [28;42]
Classes de taille (cm)


Structure en taille du merlu
Fréquence
120%
100%
80%
60%
40%
20%
0%
ni=4
ni=0
ni=0
petits [0;46[
moyens [46;92[
grands [92;138]
Classes de taille (cm)


Structure en taille du merlan
Fréquence
80%
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
ni=14
ni=5
ni=0
petits [0;24[
moyens [24;48[
grands [48;72]
Classes de taille (cm)


Structure en taille du pétoncle
Fréquence
100%
80%
60%
40%
20%
0%
ni=15
ni=161
ni=1
petits [0;4[
moyens [4;8[
grands [8;12]
Classes de taille (cm)


Structure en taille de la plie
Fréquence
70%
60%
50%
40%
30%
20%
10%
0%
ni=6
ni=4
ni=0
petits [0;32[
moyens [32;64[
grands [64;96]
Classes de taille (cm)


Structure en taille de la raie brunette
Fréquence
120%
100%
80%
60%
40%
20%
0%
ni=0
ni=1
ni=0
petits [0;33[
moyens [33;66[
grands [66;99]
Classes de taille (cm)

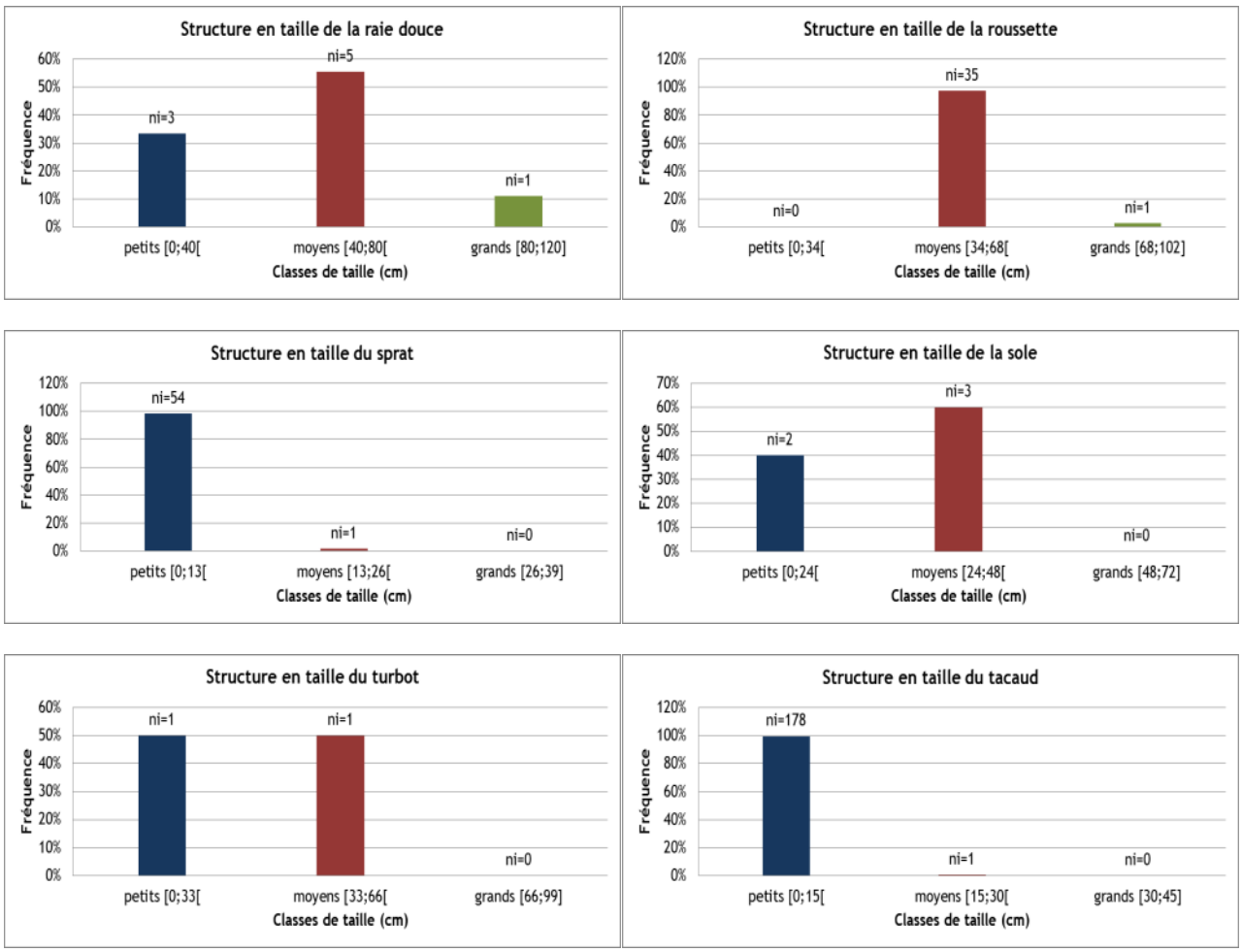


Figure 164 : Classes de taille des espèces capturées dans la baie de Lannion

La majorité des espèces capturées au GOV dans la baie de Lannion est représentée par des individus petits et moyens. Seules quelques espèces telles que le bulot, la coquille Saint-Jacques, le grondin, le lançon et la raie douce sont représentées par quelques individus de grande taille.

3.4.3 Paramètres d'abondance, de poids et de taille des espèces et individus capturés par trait de chalut (GOV)

3.4.3.1 Trait 1

Le tableau suivant présente le nombre d'individus et le poids par espèce capturée dans le trait n°1.

Espèce	Effectifs	Poids
Roussette	8	5,9
Emissole	7	2,7
Araignée	3	1,2
Tacaud	213	1,8
Pétoncle	228	4,6

Tableau 113: Espèces présentes dans le trait N° 1

La figure suivante présente les abondances spécifiques et les contributions pondérales dans le trait n°1.

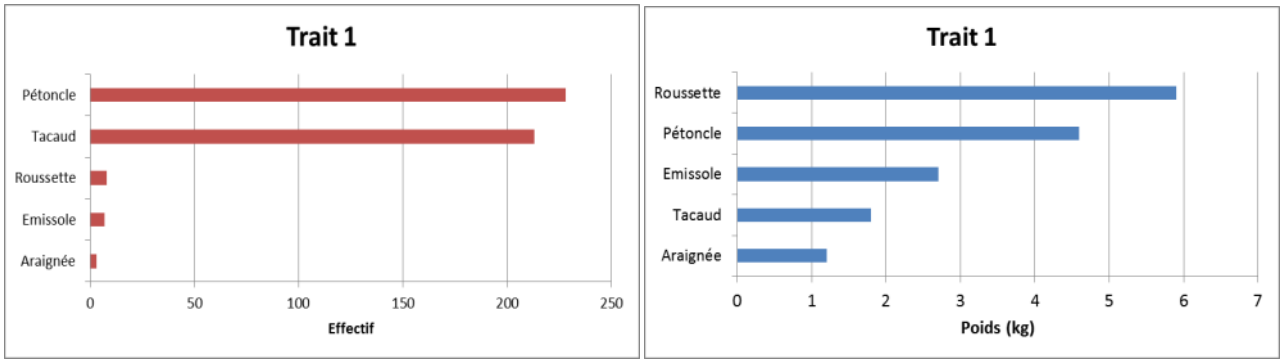


Figure 165 : Abondances spécifiques et contributions pondérales dans le trait n° 1

Les figures suivantes représentent pour chaque espèce les classes de taille des individus présents dans le trait n°1.

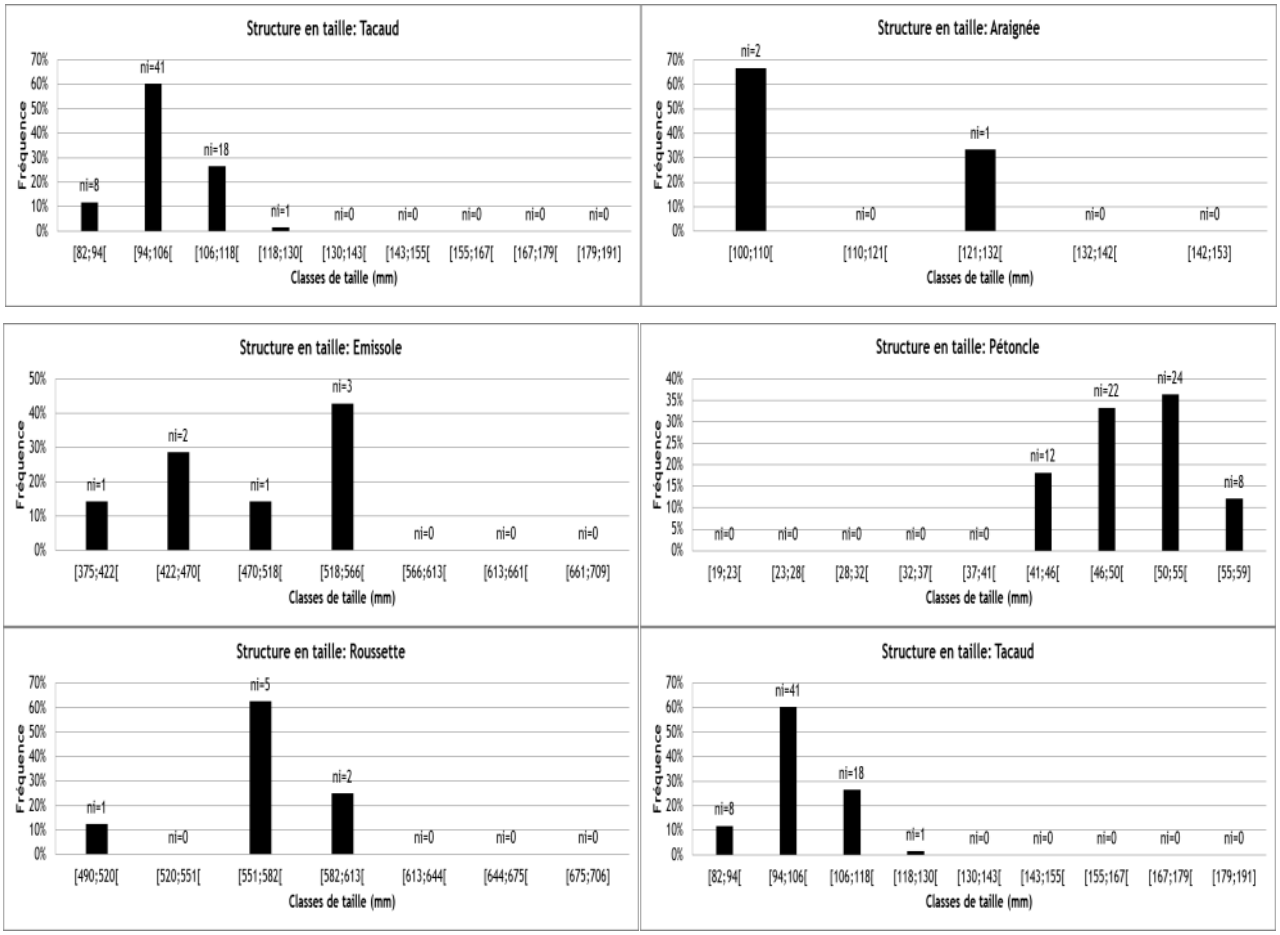


Figure 166 : Classes de tailles des espèces présentes dans le trait n°1

3.4.3.2 Trait 2

Le tableau suivant présente le nombre d'individus et le poids par espèce capturée dans le trait n°2.

Espèce	Effectifs	Poids
Roussette	3	2,2
Raie	1	0,2
Plie	1	1,2
Barbue	1	0,6
Lançon	42	1,5
Encornet	5	0,05

Tableau 114 : Espèces présentes dans le trait N°2

La figure suivante présente les abondances spécifiques et les contributions pondérales dans le trait n°2.

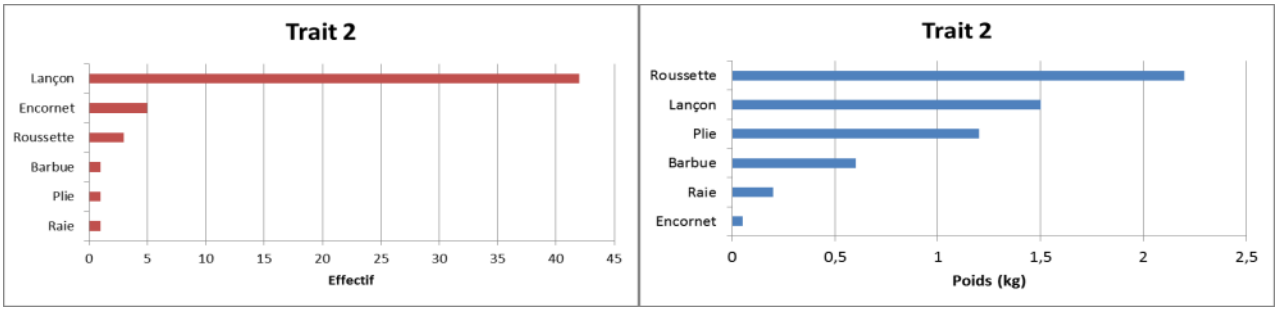


Figure 167 : Abondances spécifiques et contributions pondérales dans le trait n°2

Les figures suivantes représentent pour chaque espèce les classes de taille des individus présents dans le trait n°2.

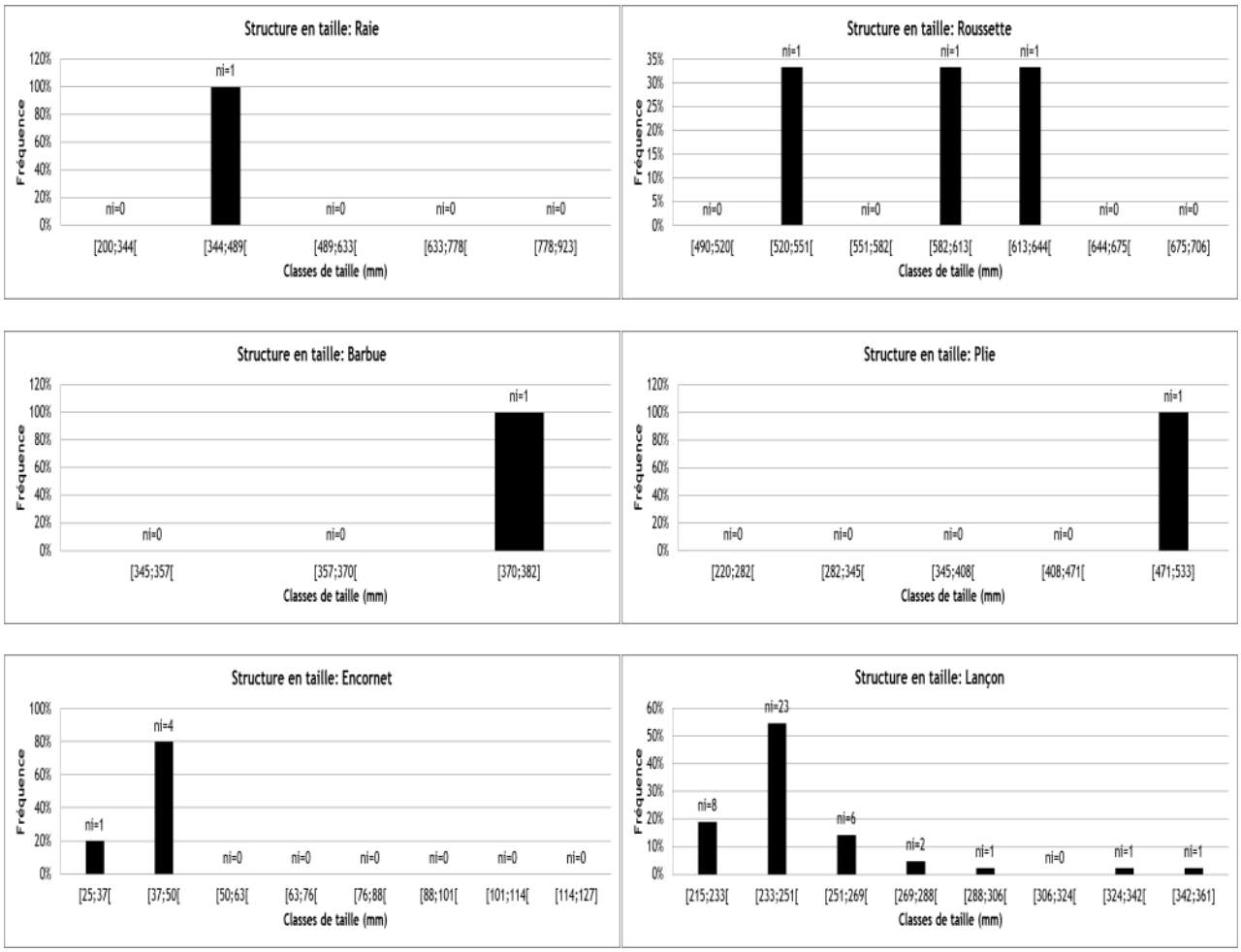


Figure 168 : Classes de tailles des espèces présentes dans le trait n°2

Le tableau suivant présente les tailles de deux individus isolés appartenant à deux espèces différentes.

Espèce	Taille (mm)
grondin	300
raie	360

Tableau 115 : Tailles d'individus isolés capturés dans le trait n° 2

3.4.3.3 Trait 3

Le tableau suivant présente le nombre d'individus et le poids par espèce capturée dans le trait n°3.

Espèce	Effectifs	Poids
Emissole	9	4
Roussette	3	2,1
Pétoncle	100	1,6
Coquille Saint-Jacques	5	0,7
Tacaud	128	1,3
Araignée	1	0,5
Amande de mer	3	0,05
Bulot	8	0,25

Tableau 116 : Espèces présentes dans le trait N°3

La figure suivante présente les abondances spécifiques et les contributions pondérales dans le trait n°3.

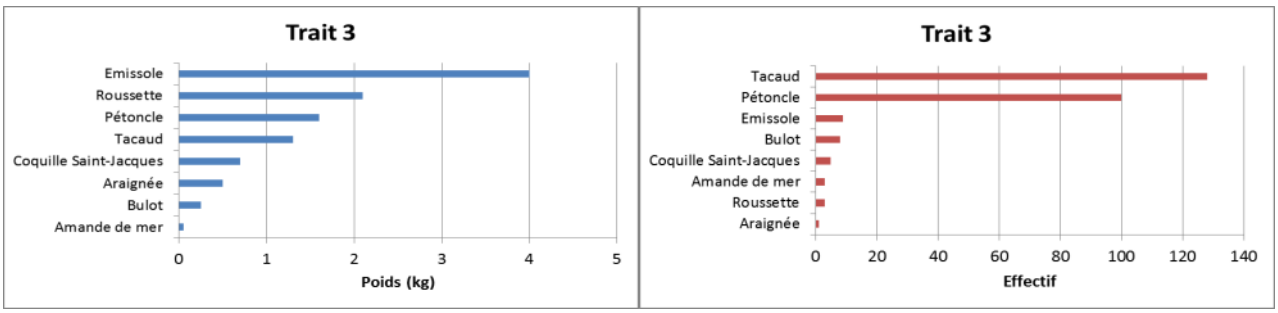


Figure 169 : Abondances spécifiques et contributions pondérales dans le trait n°3

Les figures suivantes représentent pour chaque espèce les classes de taille des individus présents dans le trait n°3.

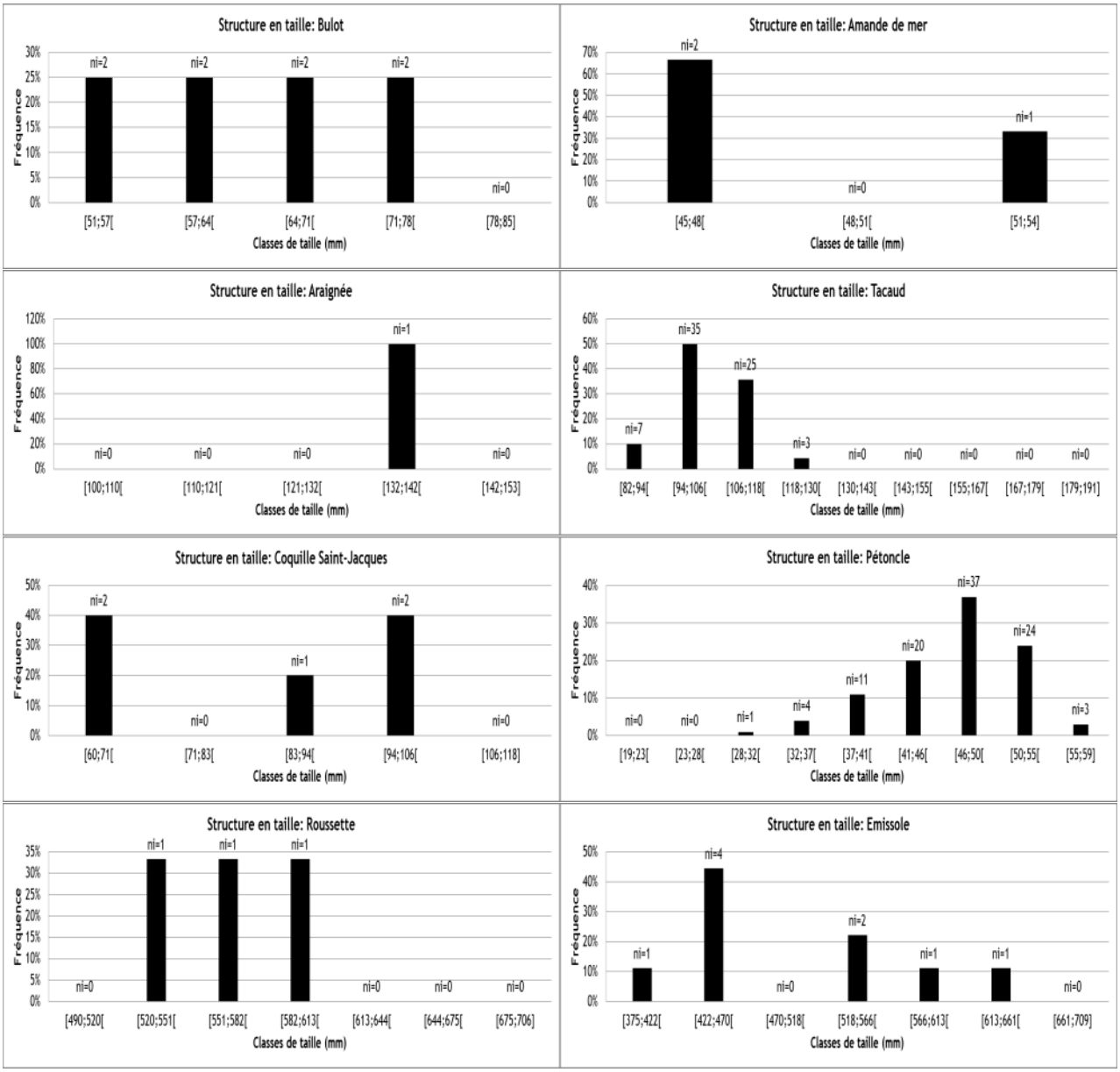


Figure 170 : Classes de tailles des espèces présentes dans le trait n°3

3.4.3.4 Trait 4

Le tableau suivant présente le nombre d'individus et le poids par espèce capturée dans le trait n°4.

Espèce	Effectifs	Poids
Emissole	3	1,7
Coquille Saint-Jacques	3	0,5
Plie	1	0,3
Pétoncle	4	0,05
Encornet	7	0,06
Tacaud	35	0,3

Tableau 117 : Espèces présentes dans le trait N°4

La figure suivante présente les abondances spécifiques et les contributions pondérales dans le trait n°4.

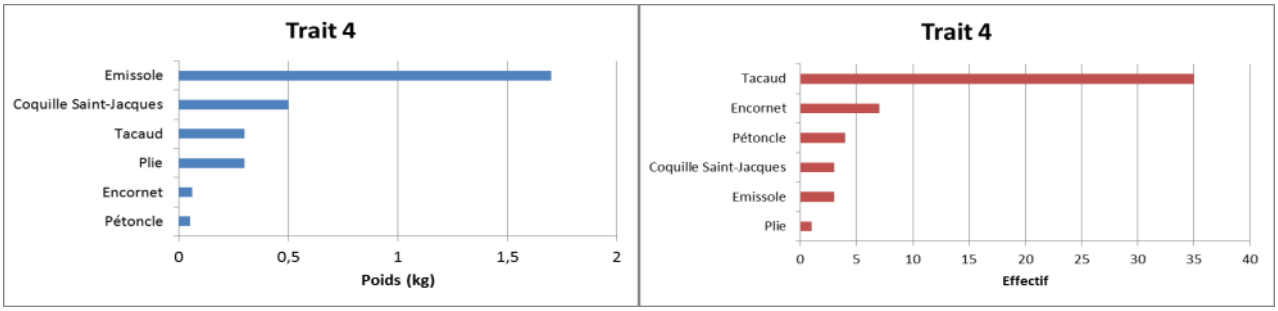


Figure 171 : Abondances spécifiques et contributions pondérales dans le trait n°4

Les figures suivantes représentent pour chaque espèce les classes de taille des individus présents dans le trait n°4.

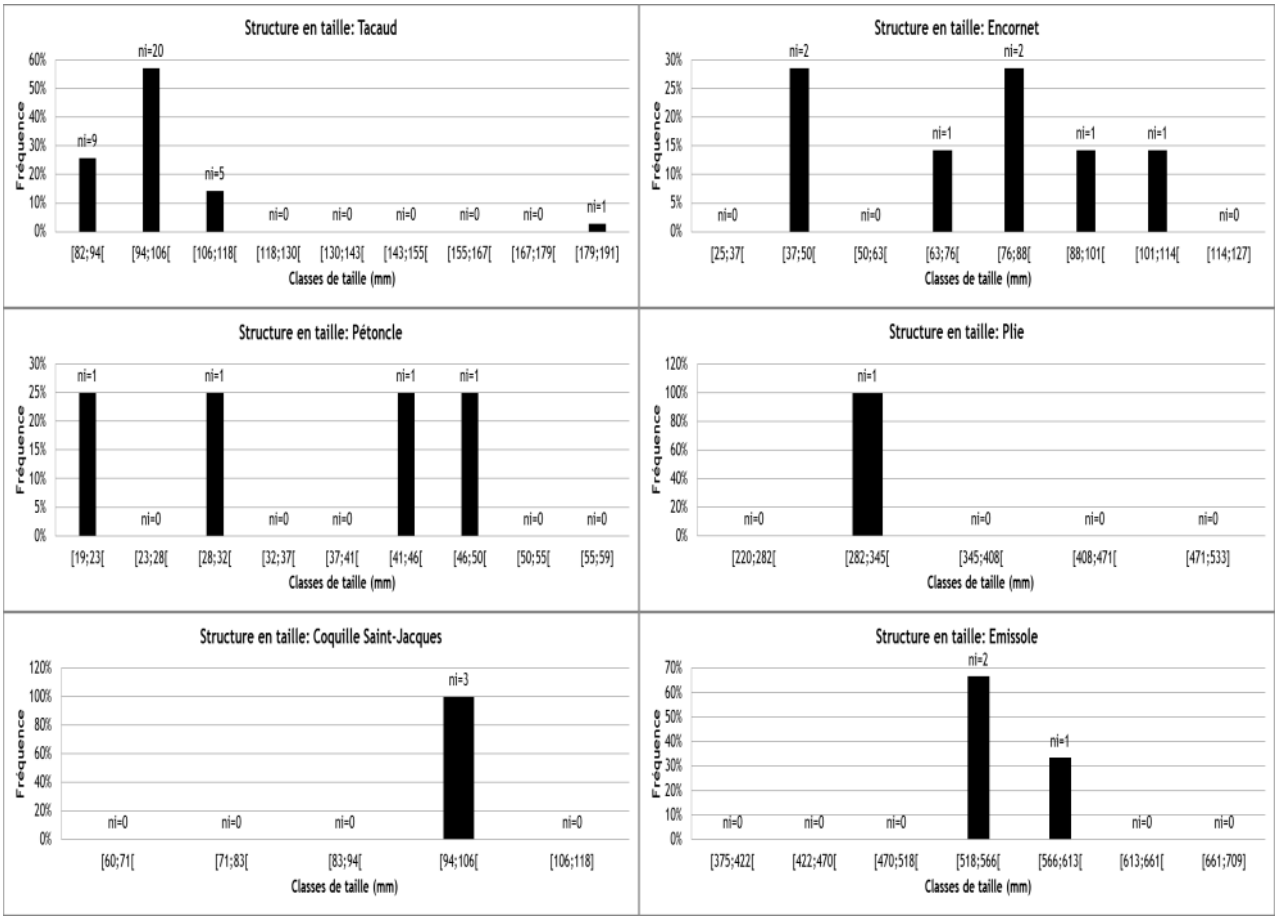


Figure 172 : Classes de tailles des espèces présentes dans le trait n°4

3.4.3.5 Trait 5

Le tableau suivant présente le nombre d'individus et le poids par espèce capturée dans le trait n°5.

Espèce	Effectifs	Poids
Raie	2	1
Turbot	1	2,5
Barbue	1	0,5
Plie	1	0,4
Roussette	1	0,9
Araignée	2	0,7
Pétoncle	5	0,07
Coquille Saint-Jacques	1	0,1
Tacaud	6	0,08
Lançon	26	0,9

Tableau 118 : Espèces présentes dans le trait N°5

La figure suivante présente les abondances spécifiques et les contributions pondérales dans le trait n°5.

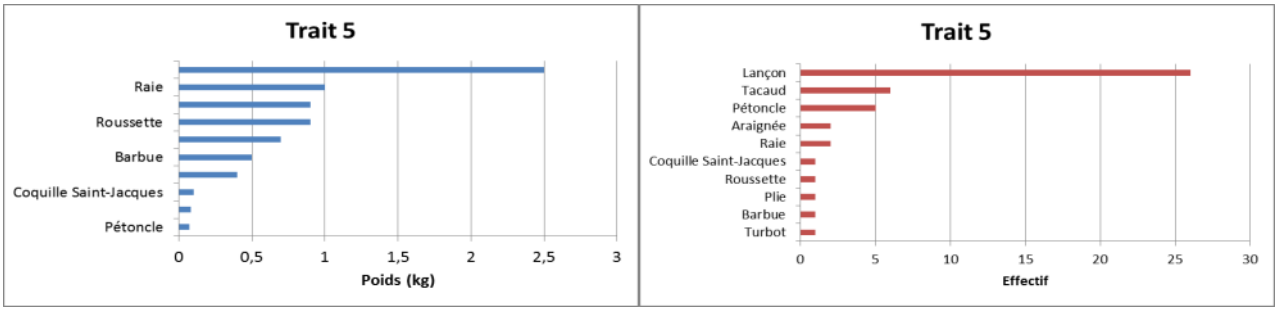


Figure 173 : Abondances spécifiques et contributions pondérales dans le trait n°5

Les figures suivantes représentent pour chaque espèce les classes de taille des individus présents dans le trait n°5.

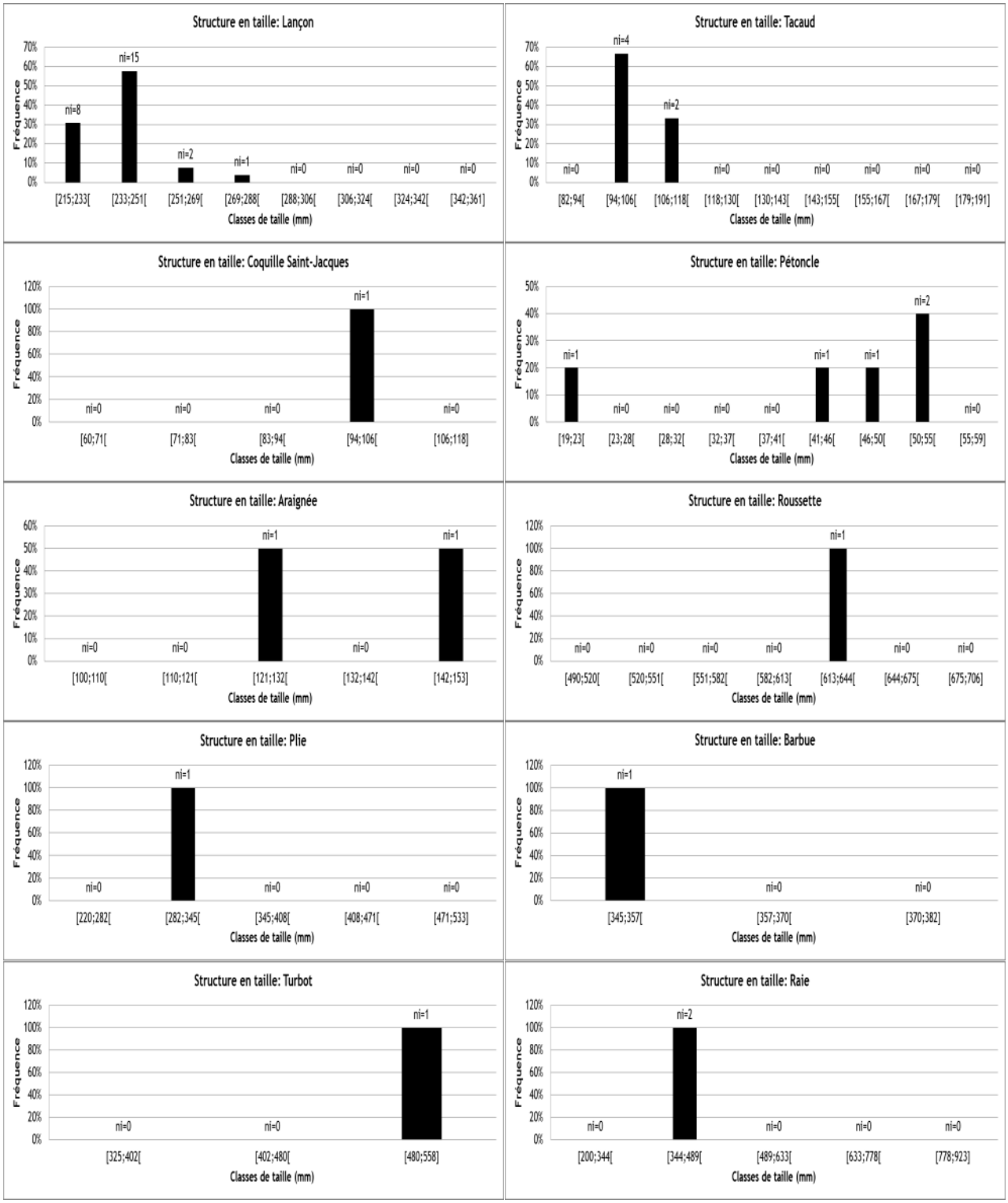


Figure 174 : Classes de tailles des espèces présentes dans le trait n°5

3.4.3.6 Trait 6

Le tableau suivant présente le nombre d'individus et le poids par espèce capturée dans le trait n°6.

Espèce	Effectifs	Poids
Roussette	3	2,4
Raie	2	1,6
Raie brunette	1	1
Plie	2	1
Sole	3	0,4
Lançon	456	8

Tableau 119 : Espèces présentes dans le trait N°6

La figure suivante présente les abondances spécifiques et les contributions pondérales dans le trait n°6.

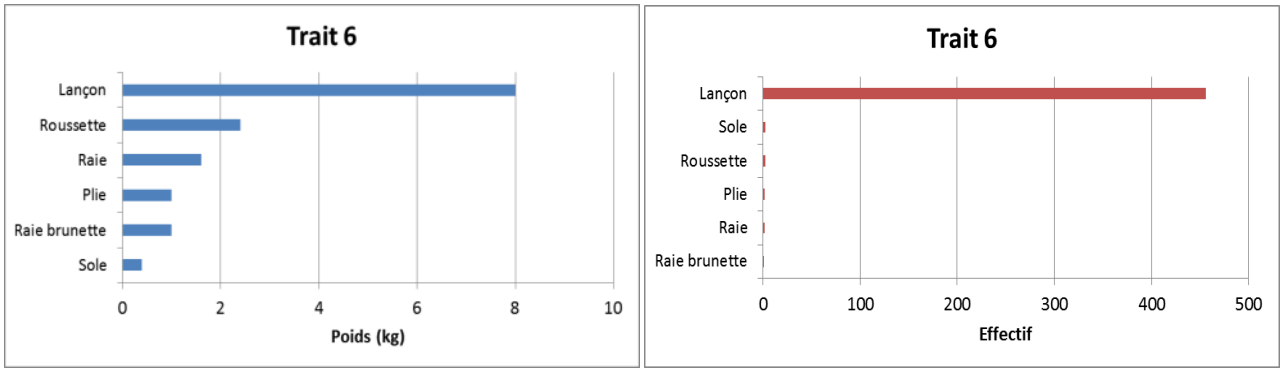


Figure 175 : Abondances spécifiques et contributions pondérales dans le trait n°6

Les figures suivantes représentent pour chaque espèce les classes de taille des individus présents dans le trait n°6.

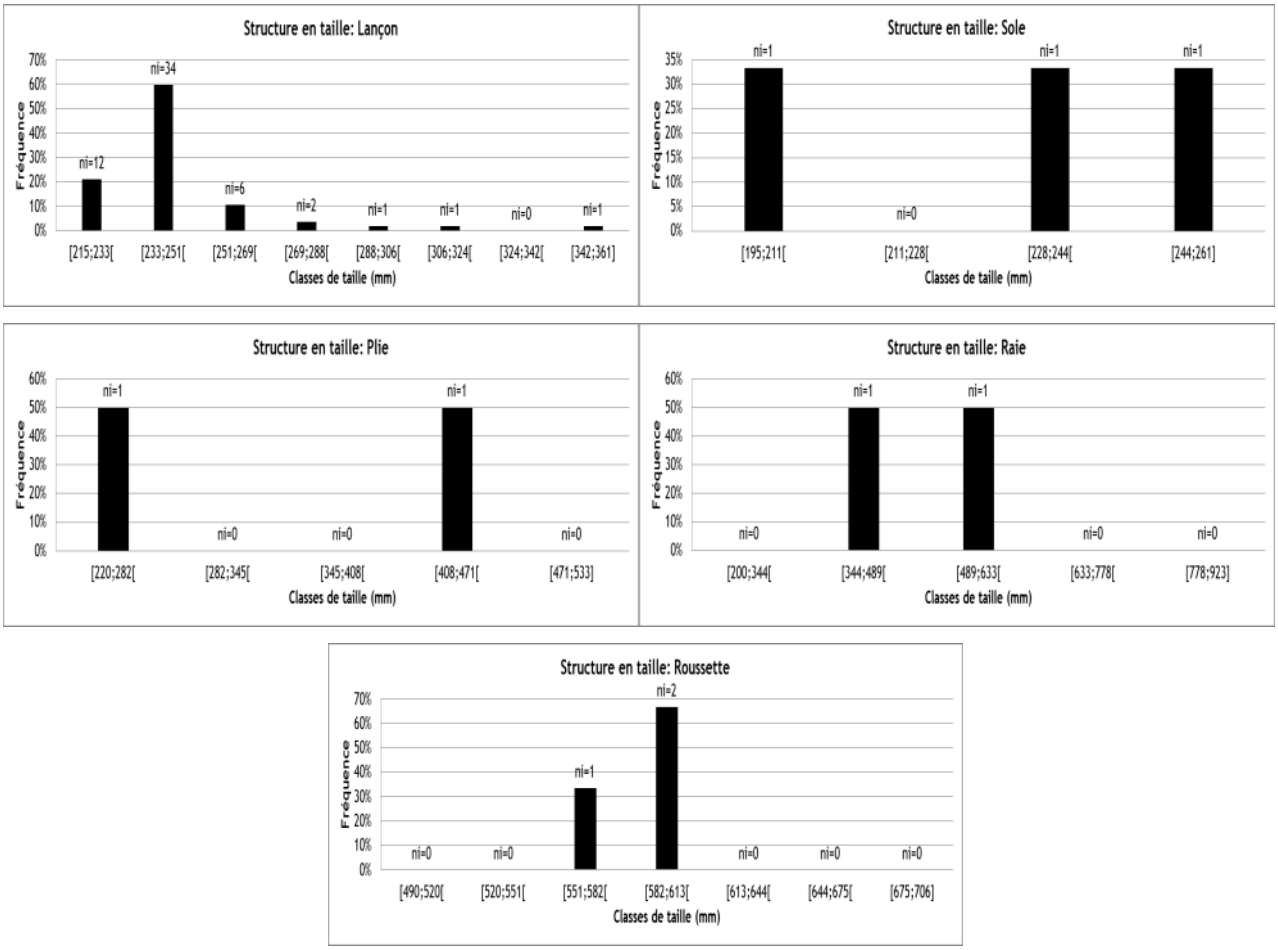


Figure 176 : Classes de tailles des espèces présentes dans le trait n°6

Le tableau suivant présente la taille d'un individu isolé.

Espèce	Taille (mm)
Raie brunette	530

Tableau 120 : Taille d'un individu isolé capturé dans le trait n°6

3.4.3.7 Trait 7

Le tableau suivant présente le nombre d'individus et le poids par espèce capturée dans le trait n°7.

Espèce	Effectifs	Poids
Roussette	2	1,7
Turbot	1	0,5
Encornet	3	0,03
Lançon	17	0,7

Tableau 121 : Espèces présentes dans le trait N°7

La figure suivante présente les abondances spécifiques et les contributions pondérales dans le trait n°7.

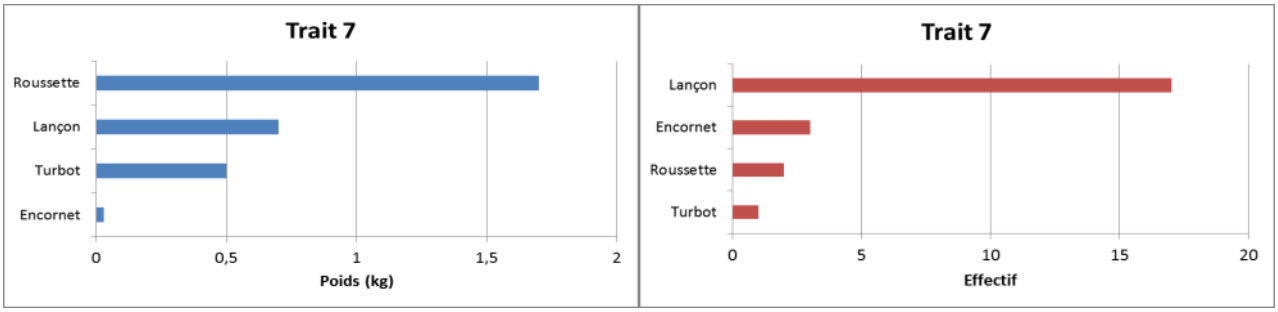


Figure 177 : Abondances spécifiques et contributions pondérales dans le trait n°7

Les figures suivantes représentent pour chaque espèce les classes de taille des individus présents dans le trait n°7.

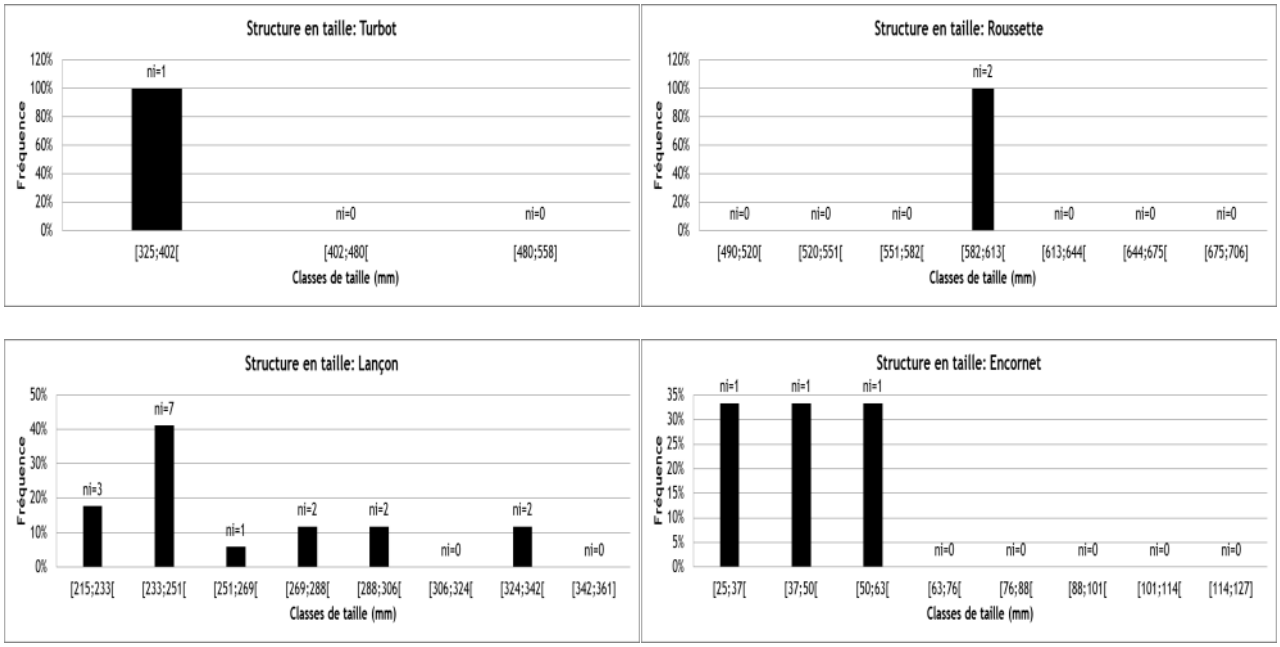


Figure 178 : Classes de tailles des espèces présentes dans le trait n°7

3.4.3.8 Trait 8

Le tableau suivant présente le nombre d'individus et le poids par espèce capturée dans le trait n°8.

Espèce	Effectifs	Poids
Raie	1	6
Roussette	1	0,7
Emissole	1	0,2
Plie	1	0,1
Lançon	31	1
Encornet	3	0,03

Tableau 122 : Espèces présentes dans le trait N°8

La figure suivante présente les abondances spécifiques et les contributions pondérales dans le trait n°8.

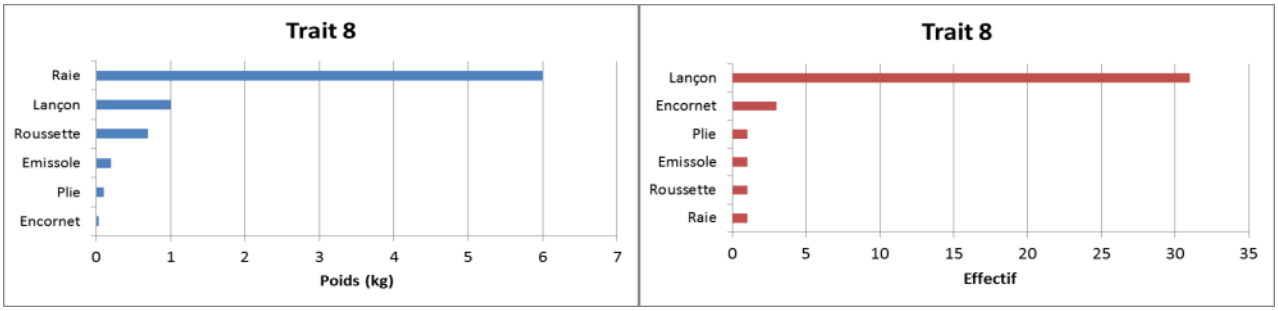


Figure 179 : Abondances spécifiques et contributions pondérales dans le trait n°8

Les figures suivantes représentent pour chaque espèce les classes de taille des individus présents dans le trait n°8.

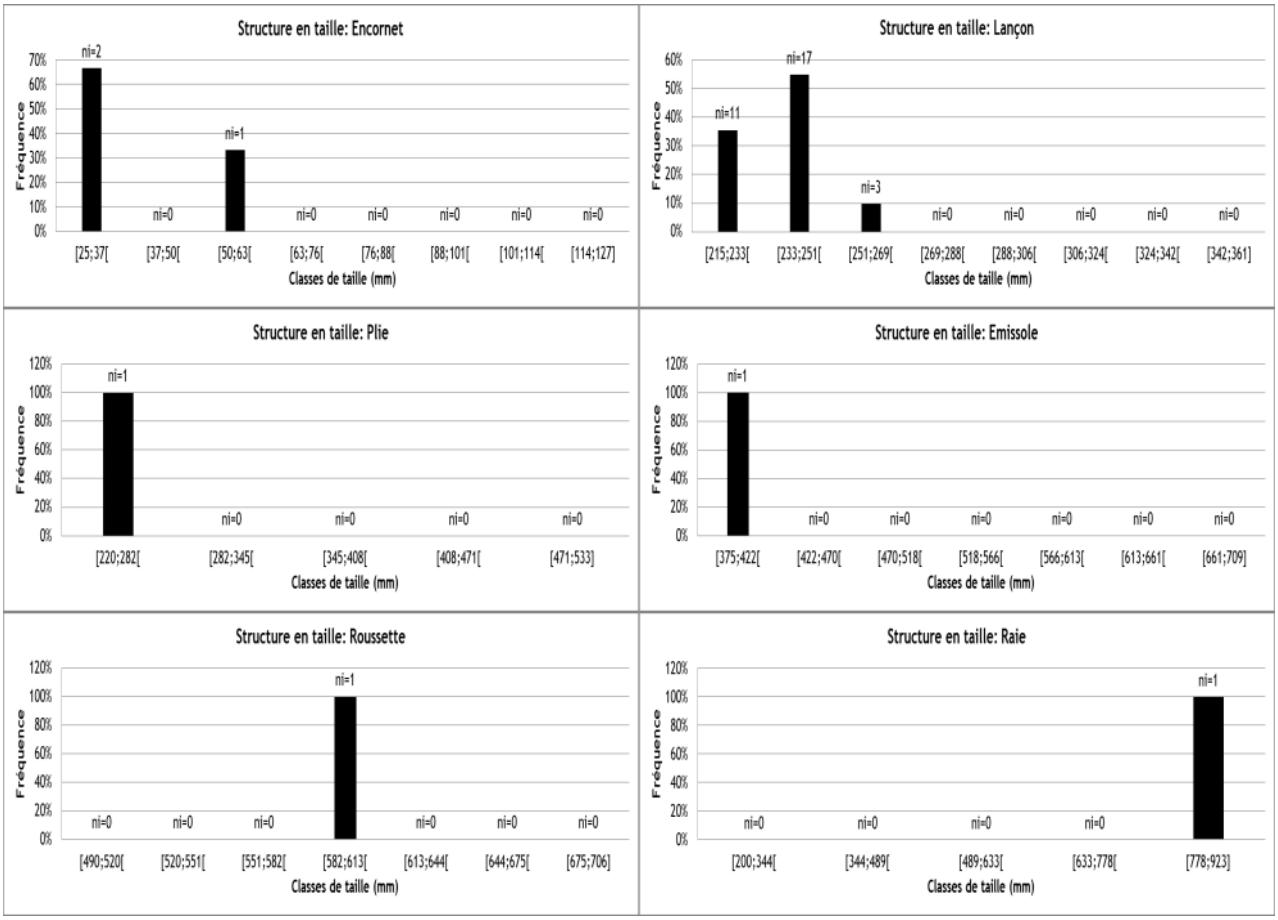


Figure 180 : Classes de tailles des espèces présentes dans le trait n°8

3.4.3.9 Trait 9

Le tableau suivant présente le nombre d'individus et le poids par espèce capturée dans le trait n°9.

Espèce	Effectifs	Poids
Roussette	4	2,7
Raie	2	0,1
Lançon	172	7
Grondin	1	0,03
Encornet	1	0,02
Plie	2	1,4

Tableau 123 : Espèces présentes dans le trait N°9

La figure suivante présente les abondances spécifiques et les contributions pondérales dans le trait n°9.

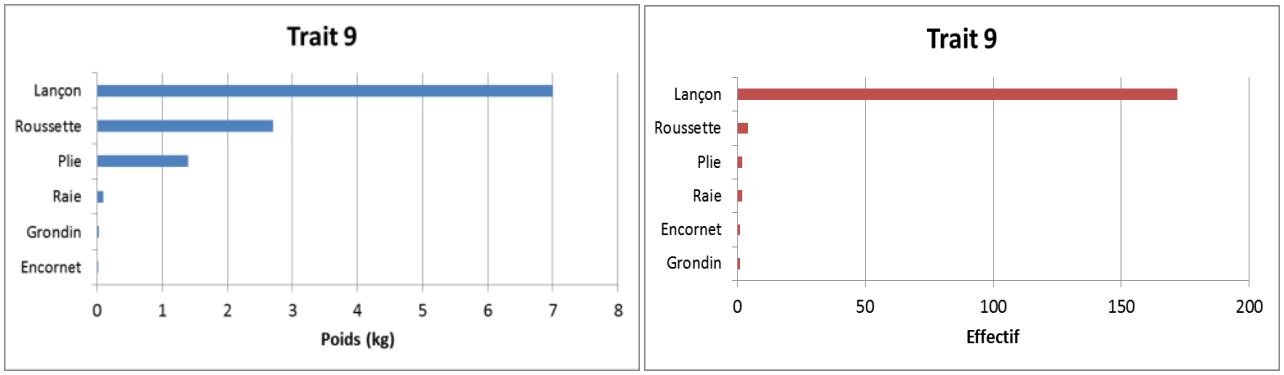


Figure 181 : Abondances spécifiques et contributions pondérales dans le trait n°9

Les figures suivantes représentent pour chaque espèce les classes de taille des individus présents dans le trait n°9.

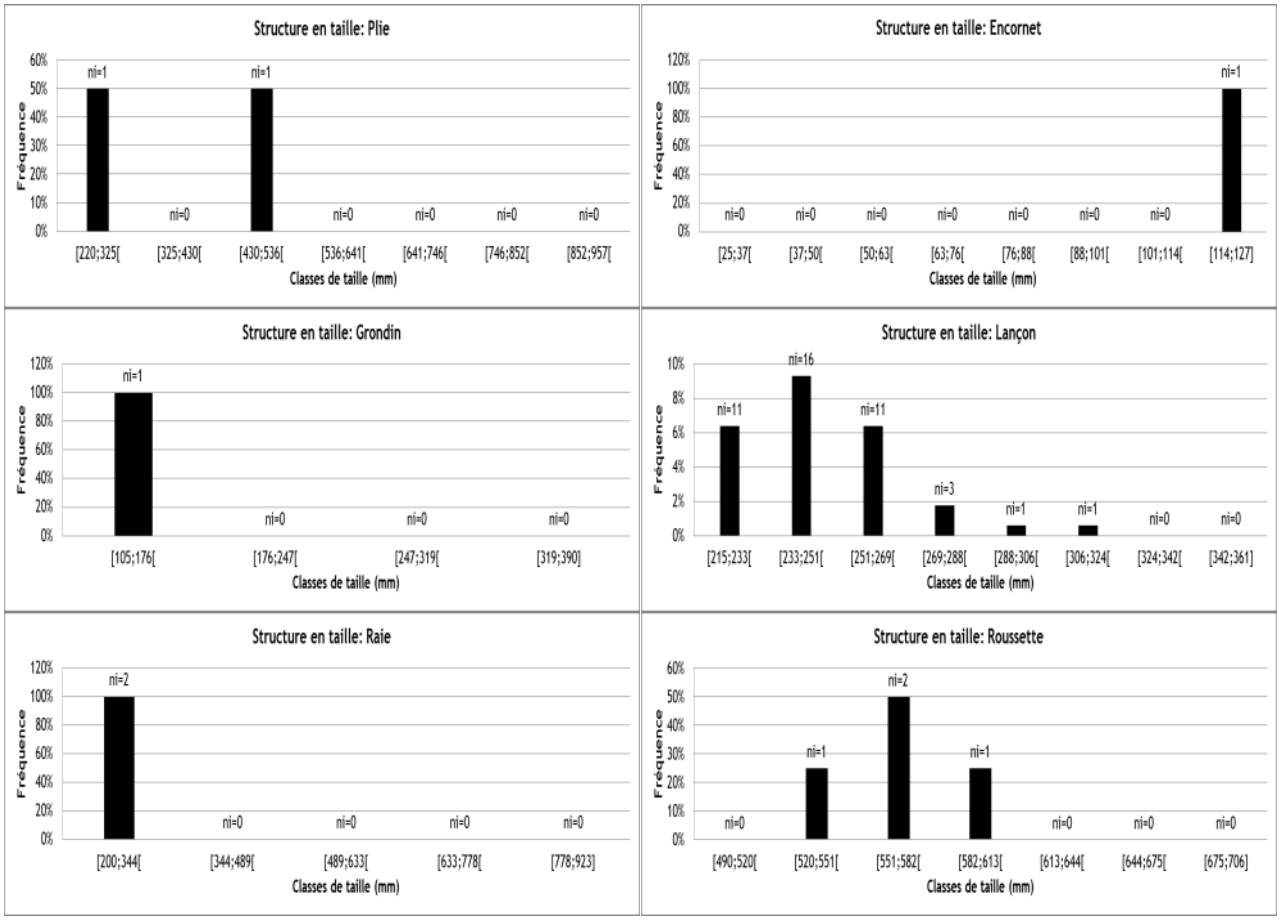


Figure 182 : Classes de tailles des espèces présentes dans le trait n°9

3.4.3.10 Trait 10

Le tableau suivant présente le nombre d'individus et le poids par espèce capturée dans le trait n°10.

Espèce	Effectifs	Poids
Plie	1	0,25
Lançon	2	0,05
Merlan	14	0,1
Encornet	11	0,05

Tableau 124 : Espèces présentes dans le trait N° 10

La figure suivante présente les abondances spécifiques et les contributions pondérales dans le trait n°10.

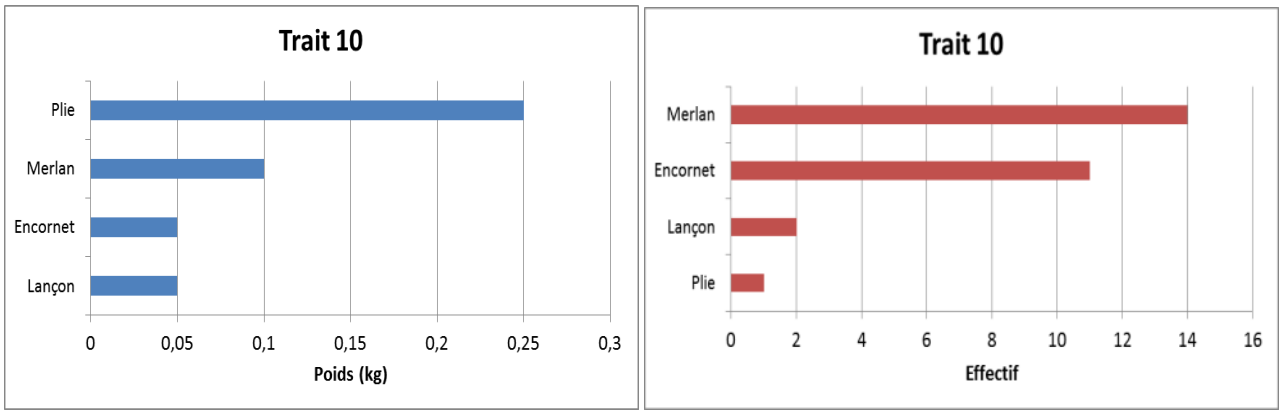


Figure 183 : Abondances spécifiques et contributions pondérales dans le trait n° 10

Les figures suivantes représentent pour chaque espèce les classes de taille des individus présents dans le trait n°10.

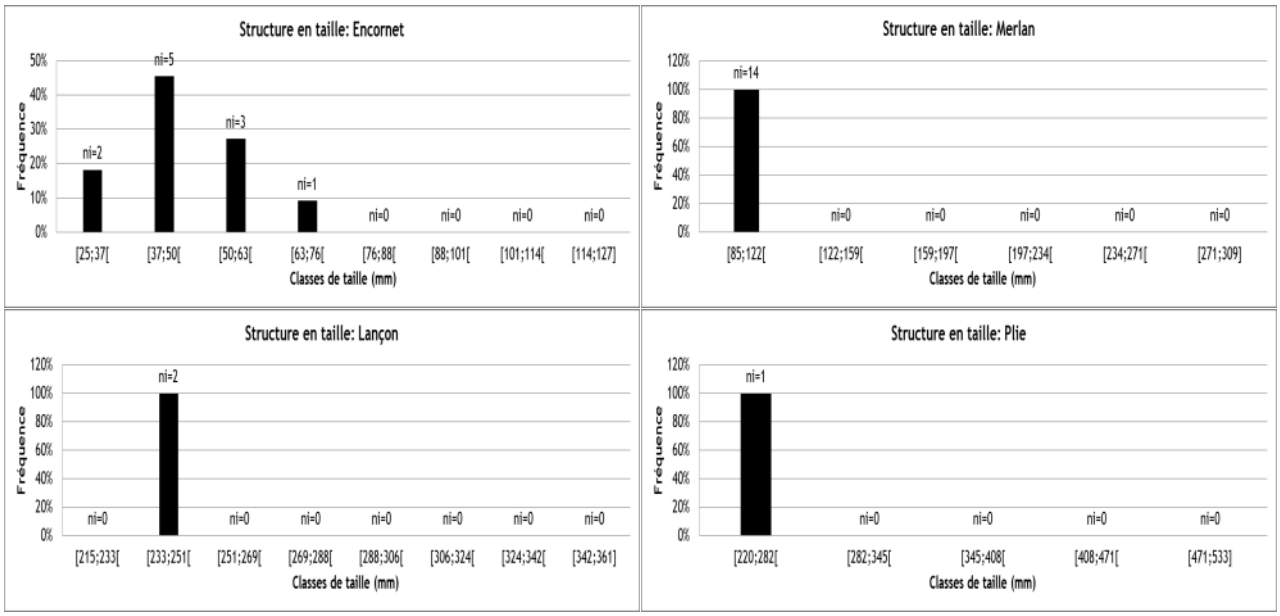


Figure 184 : Classes de tailles des espèces présentes dans le trait n° 10

3.4.3.11 Trait 11

Le tableau suivant présente le nombre d'individus et le poids par espèce capturée dans le trait n°11.

Espèce	Effectifs	Poids (kg)
Emissole	8	3,4
Roussette	5	2,8
Araignée	4	1,7
Sprat	53	0,52
Dorade grise	1	0,05
Bulot	1	0,03
Pétoncle	1	0,03
Plie	1	0,15
Grondin	2	3,05
Raie	1	0,5

Tableau 125 : Espèces présentes dans le trait N° 11

La figure suivante présente les abondances spécifiques et les contributions pondérales dans le trait n°11.

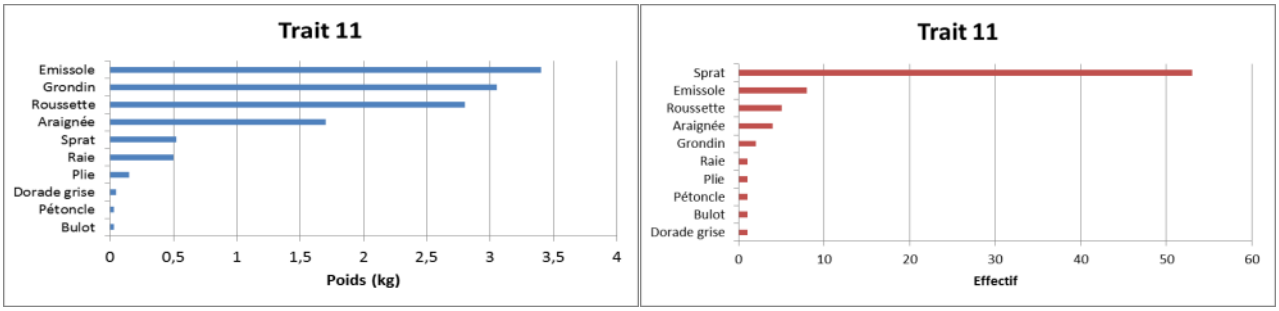


Figure 185 : Abondances spécifiques et contributions pondérales dans le trait n° 11

Les figures suivantes représentent pour chaque espèce les classes de taille des individus présents dans le trait n°11.

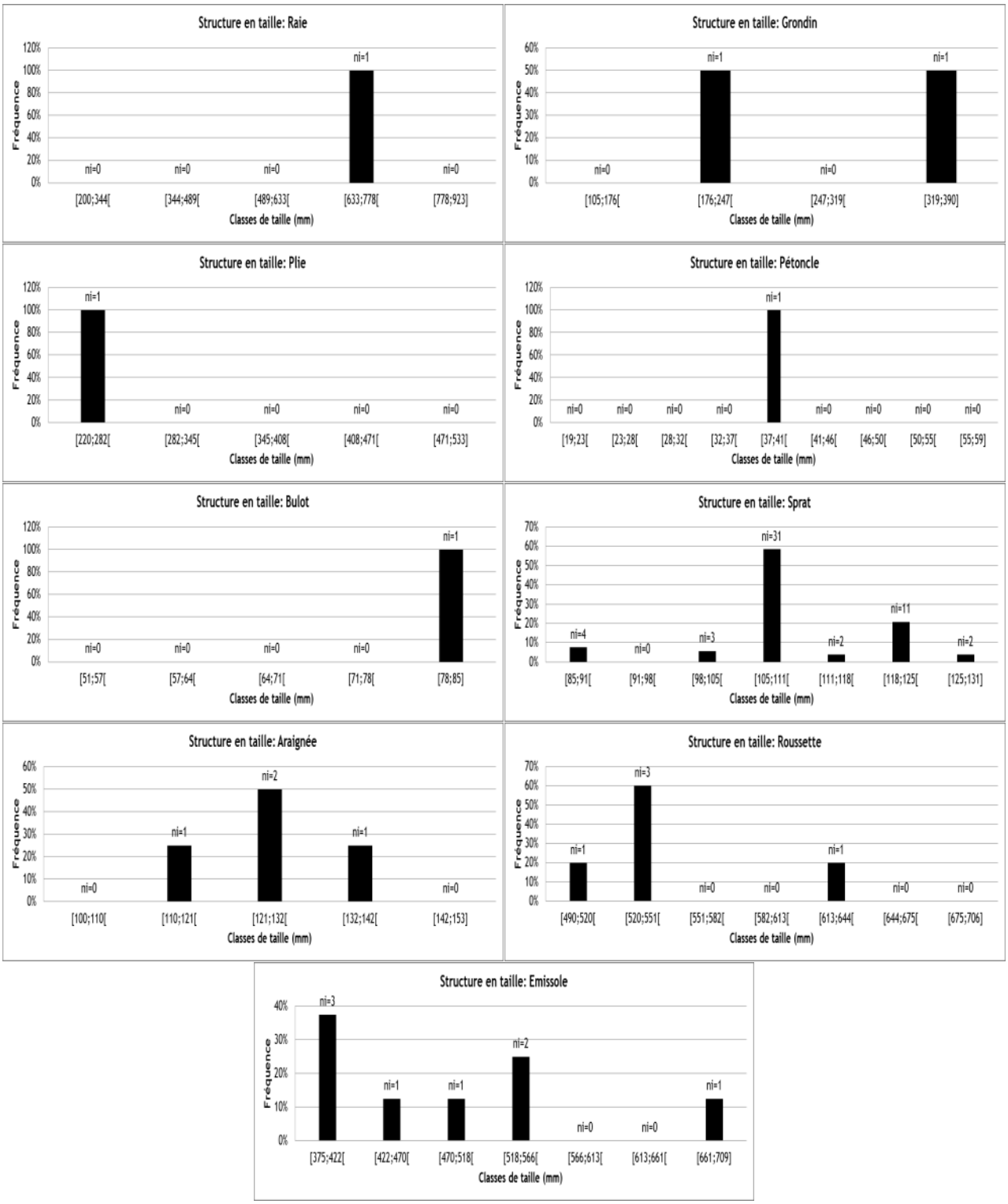


Figure 186 : Classes de tailles des espèces présentes dans le trait n° 11

Le tableau suivant présente la taille d'individu isolé.

Espèce	Taille (mm)
Dorade grise	65

Tableau 126 : Taille d'un individu isolé capturé dans le trait n°11

3.4.3.12 Trait 12

Le tableau suivant présente le nombre d'individus et le poids par espèce capturée dans le trait n°12.

Espèce	Effectifs	Poids (kg)
Emissole	7	2,3
Chinchard	20	0,73
Merlu	4	0,5
Sole	2	0,3
Grondin	2	0,54
Sprat	2	0,04
Roussette	1	0,9
Encornet	58	0,3
Araignée	1	0,7
Merlan	5	0,8

Tableau 127 : Espèces présentes dans le trait N°12

La figure suivante présente les abondances spécifiques et les contributions pondérales dans le trait n°12.

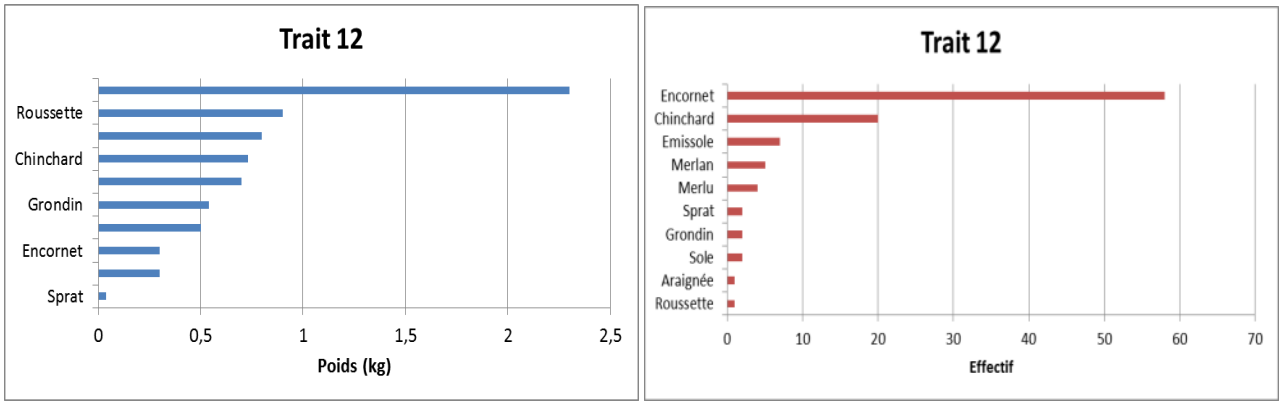


Figure 187 : Abondances spécifiques et contributions pondérales dans le trait n°12

Les figures suivantes représentent pour chaque espèce les classes de taille des individus présents dans le trait n°12.

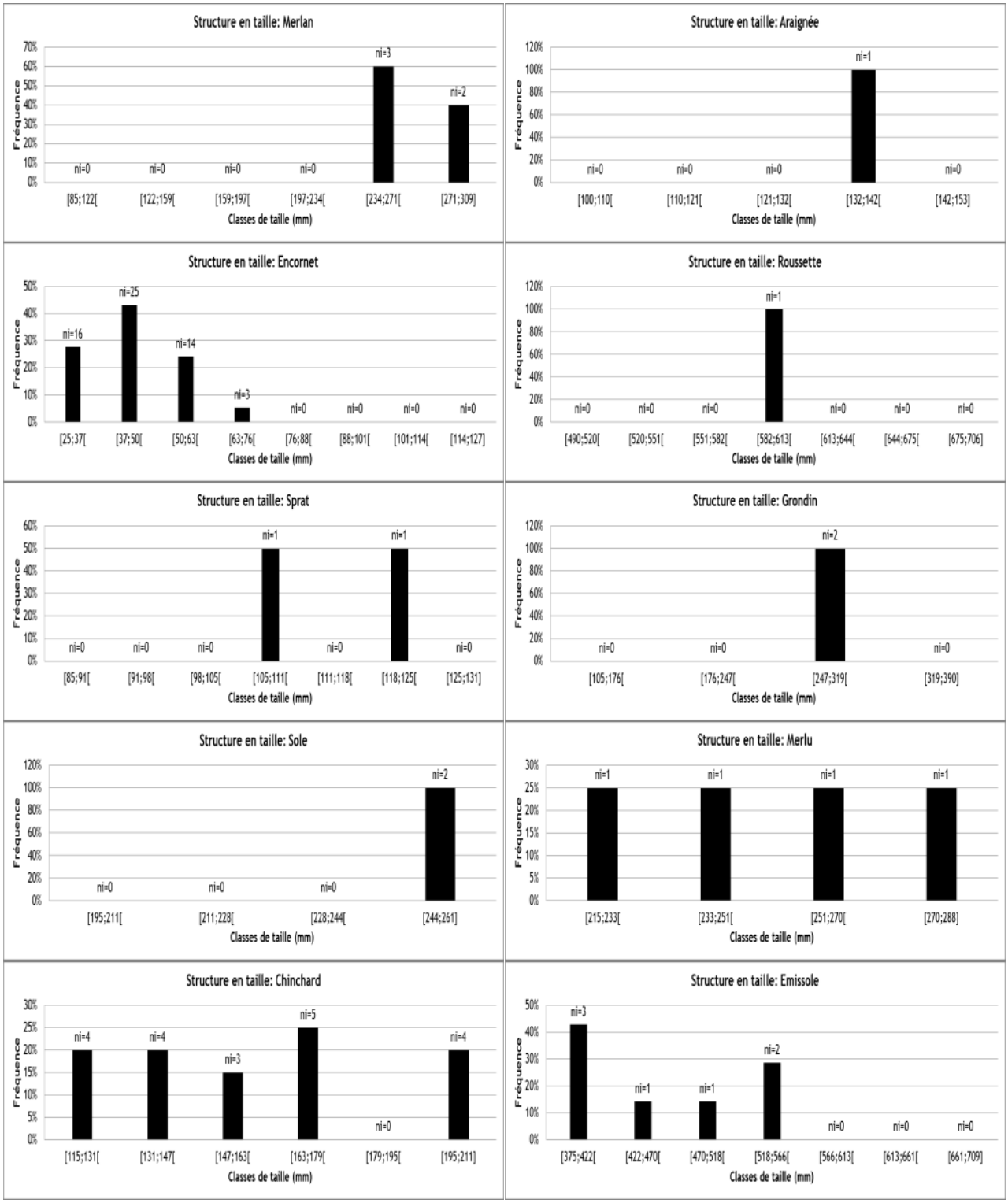


Figure 188 : Classes de tailles des espèces présentes dans le trait n°12

3.4.3.13 Trait 13

Le tableau suivant présente le nombre d'individus et le poids par espèce capturée dans le trait n°13.

Espèce	Effectifs	Poids
Grondin	1	0,5
Coquille Saint-Jacques	1	0,2
Araignée	2	0,7
Chinchard	11	0,5
Emissole	2	0,9
Encornet	26	0,1

Tableau 128 : Espèces présentes dans le trait N° 13

La figure suivante présente les abondances spécifiques et les contributions pondérales dans le trait n°13.

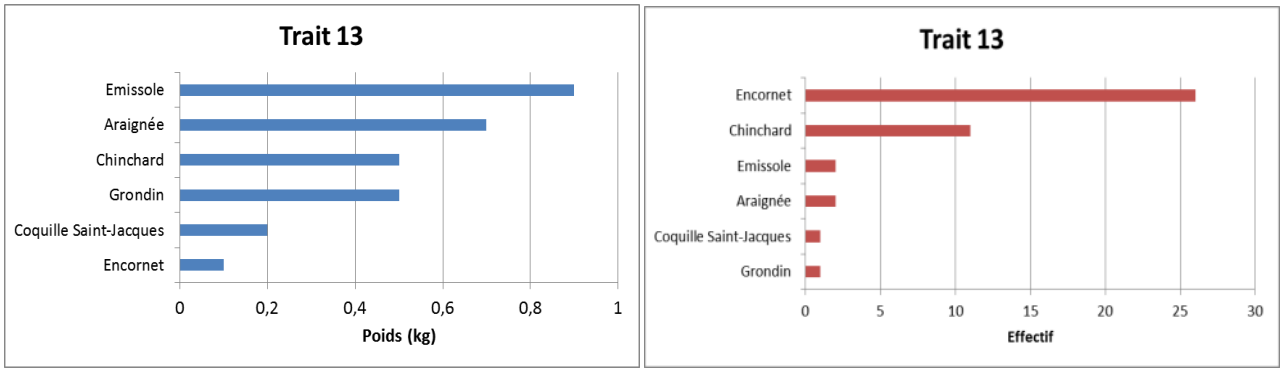


Figure 189 : Abondances spécifiques et contributions pondérales dans le trait n° 13

Les figures suivantes représentent pour chaque espèce les classes de taille des individus présents dans le trait n°13.

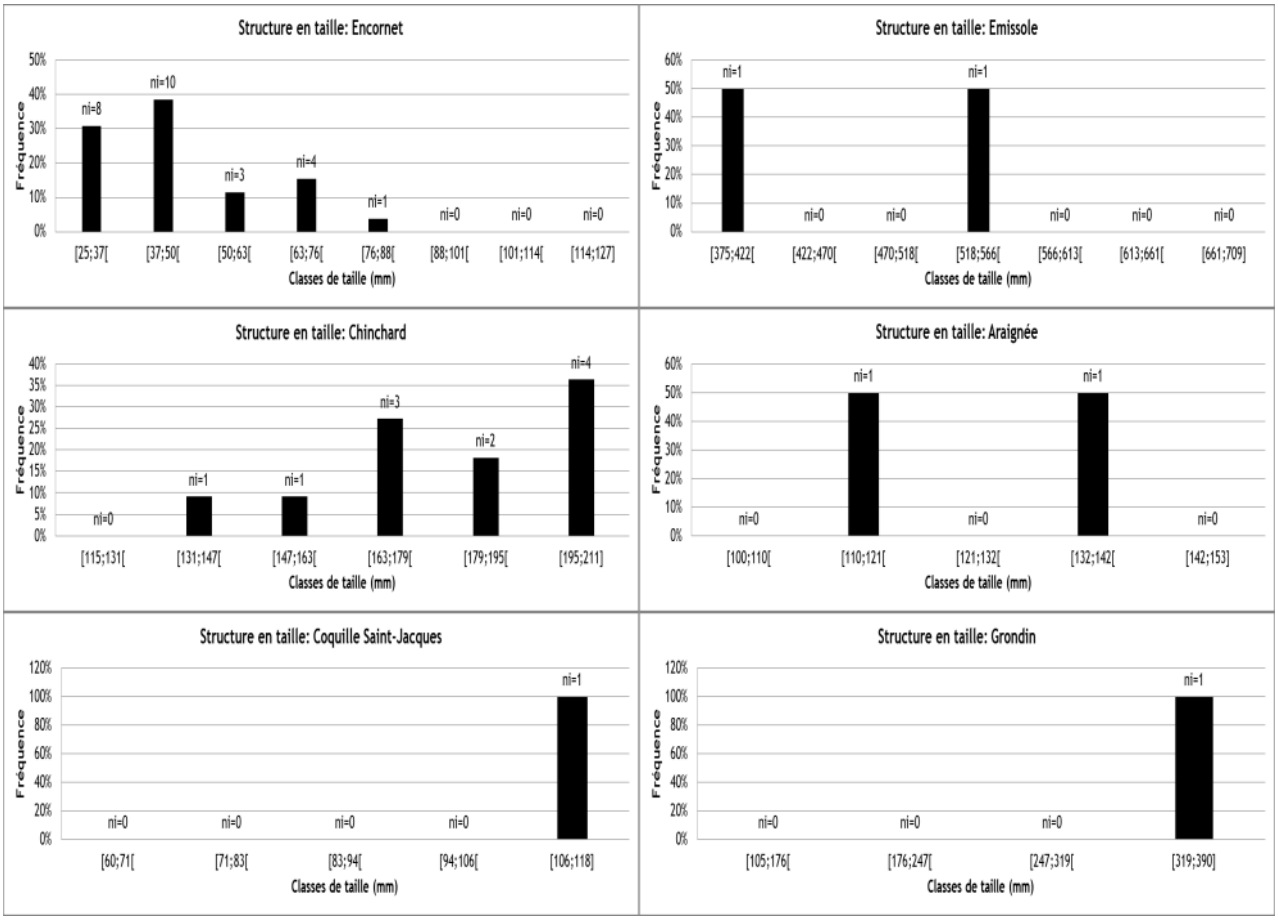


Figure 190 : Classes de tailles des espèces présentes dans le trait n° 13

3.4.3.14 Trait 14

Le tableau suivant présente le nombre d'individus et le poids par espèce capturée dans le trait n°14.

Espèce	Effectifs	Poids
Roussette	5	3,8
Plie	2	0,6
Lançon	6	0,25
Encornet	4	0,04

Tableau 129 : Espèces présentes dans le trait N° 14

La figure suivante présente les abondances spécifiques et les contributions pondérales dans le trait n°14.

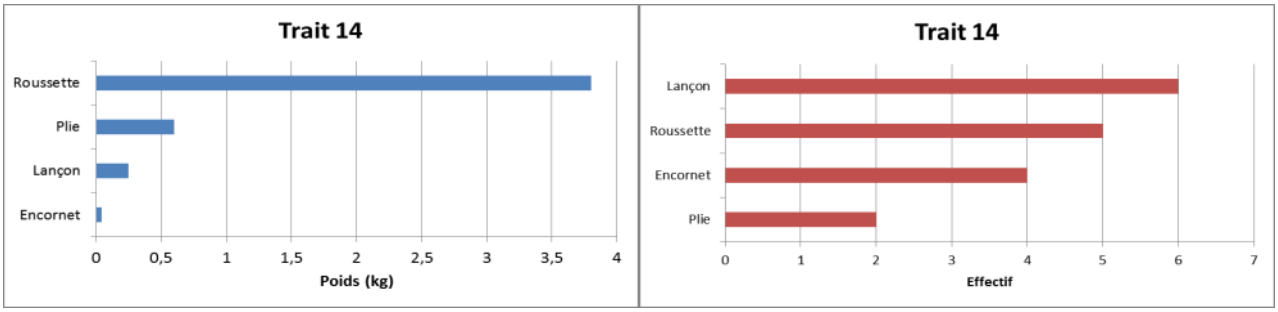


Figure 191 : Abondances spécifiques et contributions pondérales dans le trait n° 14

Les figures suivantes représentent pour chaque espèce les classes de taille des individus présents dans le trait n°14.

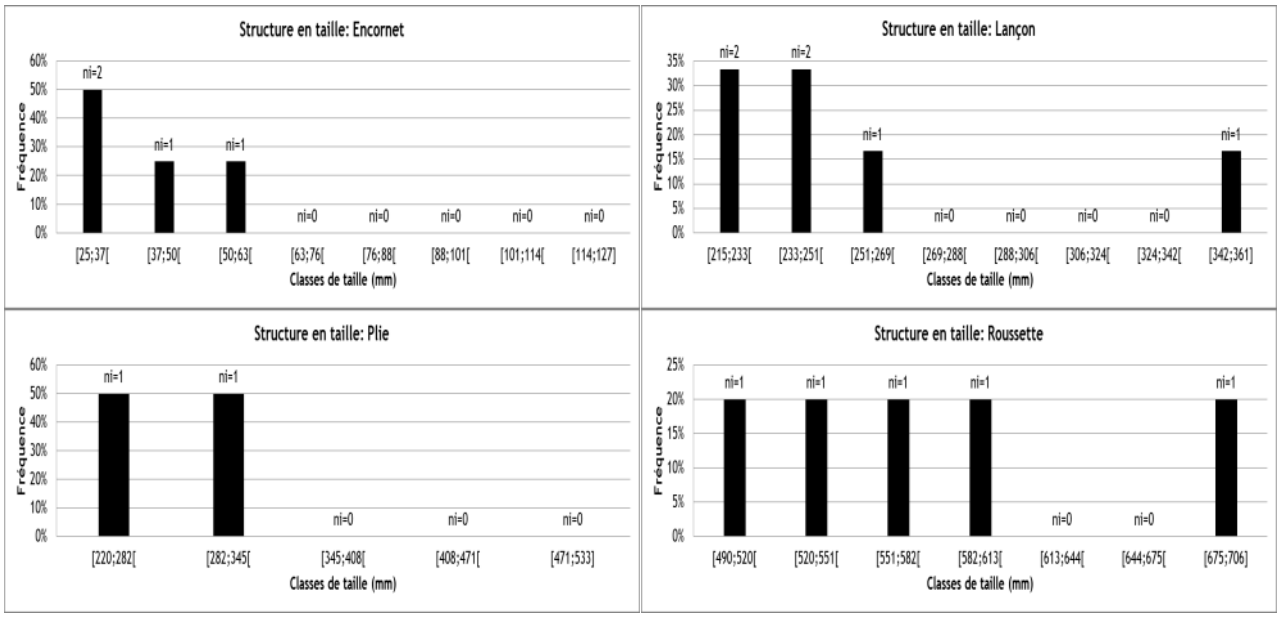


Figure 192 : Classes de tailles des espèces présentes dans le trait n° 14

3.5 CAMPAGNE D'HIVER : RESULTATS POUR LE CHALUT A PERCHE

3.5.1 Richesse spécifique et abondance

Le tableau suivant présente les richesses spécifiques, les abondances et les densités observées sur chacune des stations échantillonnées au chalut à perche en baie de Lannion.

Trait	1	2	3	4	5	6	7
Richesse spécifique	15	16	9	8	12	2	2
Abondance	99	43	33	33	21	2	4
Densité	9287	2017	3313	3367	1088	214	247

8	9	10	11	12	13	14
12	3	7	12	16	10	8
53	10	12	72	67	39	30
4724	1437	1077	2988	2861	1736	1611

Tableau 130 : Richesses spécifiques, abondances et densités observées au chalut à perche

Les quatorze traits de chalut à perche ont permis d'échantillonner 518 individus appartenant à 48 espèces différentes. Le tableau ci-dessous résume la taxonomie des espèces identifiées.

Espèce	Phylum	Class	Order	Family	Feeding Type
Aequipecten opercularis	Mollusca	Bivalvia	Ostreoida	Pectinidae	unknown
Ammodytes tobianus	Chordata	Actinopterygii	Perciformes	Ammodytidae	unknown
Anseropoda placenta	Echinodermata	Asterozoa	Valvatida	Asterinidae	unknown
Antalis sp.	Mollusca	Scaphopoda	Dentaliida	Dentaliidae	unknown
Aphrodita aculeata	Annelida	Polychaeta	Phyllodocida	Maldanidae	carnivore
Aporrhais pespelecani	Mollusca	Gastropoda	Littorinimorpha	Aporrhaidae	unknown
Arcopagia crassa	Mollusca	Bivalvia	Veneroida	Tellinidae	deposit feeder, interface grazer,suspension feeder
Arnoglossus laterna	Chordata	Actinopterygii	Pleuronectiformes	Bothidae	predator
Balanus balanus	Arthropoda	Maxillopoda	Sessilia	Balanidae	unknown
Buglossidium luteum	Chordata	Actinopterygii	Pleuronectiformes	Soleidae	predator
Callionymus lyra	Chordata	Actinopterygii	Perciformes	Callionymidae	unknown
Calliostoma zizyphinum	Mollusca	Gastropoda	Vetigastropoda	Trochidae	unknown
Calyptraea chinensis	Mollusca	Gastropoda	Sorbeoconcha	Calyptraeidae	unknown
Chelidonichthys sp.	Chordata	Actinopterygii	Scorpaeniformes	Triglidae	unknown
Ciliata septentrionalis	Chordata	Actinopterygii	Gadiformes	Lotidae	0
Clausinella fasciata	Mollusca	Bivalvia	Euheterodonta	Veneridae	suspension feeder
Crepidula fornicata	Mollusca	Gastropoda	Prosobranchia	Calyptraeidae	suspension feeder
Crossaster papposus	Echinodermata	Asterozoa	Velatida	Solasteridae	unknown
Doris sp.	Mollusca	Gastropoda	Opisthobranchia	Doridiidae	unknown
Ebalia tumefacta	Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Leucosiidae	omnivore, predator, scavenger
Echiichthys vipera	Chordata	Actinopterygii	Perciformes	Trachinidae	unknown
Euspira catena	Mollusca	Gastropoda	Sorbeoconcha	Naticidae	unknown
Euspira pulchella	Mollusca	Gastropoda	Sorbeoconcha	Naticidae	omnivore, predator, scavenger
Glycymeris glycymeris	Mollusca	Bivalvia	Arcoida	Glycymeridiidae	suspension feeder
Inachus dorsettensis	Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Inachidae	omnivore, predator, scavenger
Isopode	Arthropoda	Malacostraca	Isopoda	0	unknown
Laevicardium crassum	Mollusca	Bivalvia	Veneroida	Cardiidae	unknown
Liocarcinus marmoreus	Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Portunidae	unknown
Lutraria sp.	Mollusca	Bivalvia	Veneroida	Mactridae	unknown
Macropodia sp.	Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Inachidae	unknown
Marthasterias glacialis	Echinodermata	Stelleroidea	Forcipulatida	Asteridae	omnivore, predator, scavenger
Nassarius reticulatus	Mollusca	Gastropoda	Sorbeoconcha	Nassariidae	unknown
Nucula sp.	Mollusca	Bivalvia	Nuculoida	Nuculidae	unknown
Ophiothrix fragilis	Echinodermata	Asterozoa	Ophiurida	Ophiotrichidae	unknown
Ophiura albida	Echinodermata	Stelleroidea	Ophiurida	Ophiuridae	omnivore, predator, scavenger
Ophiura ophiura	Echinodermata	Stelleroidea	Ophiurida	Ophiuridae	omnivore, predator, scavenger
Pagurus bernhardus	Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Paguridae	omnivore, predator, scavenger
Pagurus prideaux	Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Paguridae	omnivore, predator, scavenger
Palliolum tigerinum	Mollusca	bivalvia	Pectinoida	Pectinidae	unknown
Pandalina brevirostris	Arthropoda	Malacostraca	Amphipoda	Pandalidae	unknown
Pentapora fascialis	Bryozoa	Gymnolaemata	Cheilostomatida	Bitectiporidae	suspension feeder
Philocheras trispinosus	Arthropoda	Malacostraca	Decapoda	Crangonidae	omnivore, predator, scavenger
Scaphander lignarius	Mollusca	Gastropoda	Cephalaspidea	scaphandridae	unknown
Sepiola atlantica	Mollusca	Cephalopoda	Sepiolida	Sepiolidae	unknown
Solea solea	Chordata	Actinopterygii	Pleuronectiformes	Soleidae	predator
Spisula solida	Mollusca	Bivalvia	Veneroida	Mactridae	suspension feeder
Timoclea ovata	Mollusca	Bivalvia	Veneroida	Veneridae	unknown
Turitella communis	Mollusca	Gastropoda	Cerithioidea	Turitellidae	suspension feeder

Tableau 131 : Liste des taxons échantillonnés

La figure de la page suivante est une interpolation des valeurs de densité, en nombre d'individus par hectare, observées sur les différentes stations de chalut à perche (centroïde du trait de chalut).

La plus forte densité est observée sur le trait de chalut à perche n°1 (9000 indiv. /ha), et en lien avec la présence de nombreux pétoncles (*Aequipecten opercularis*).

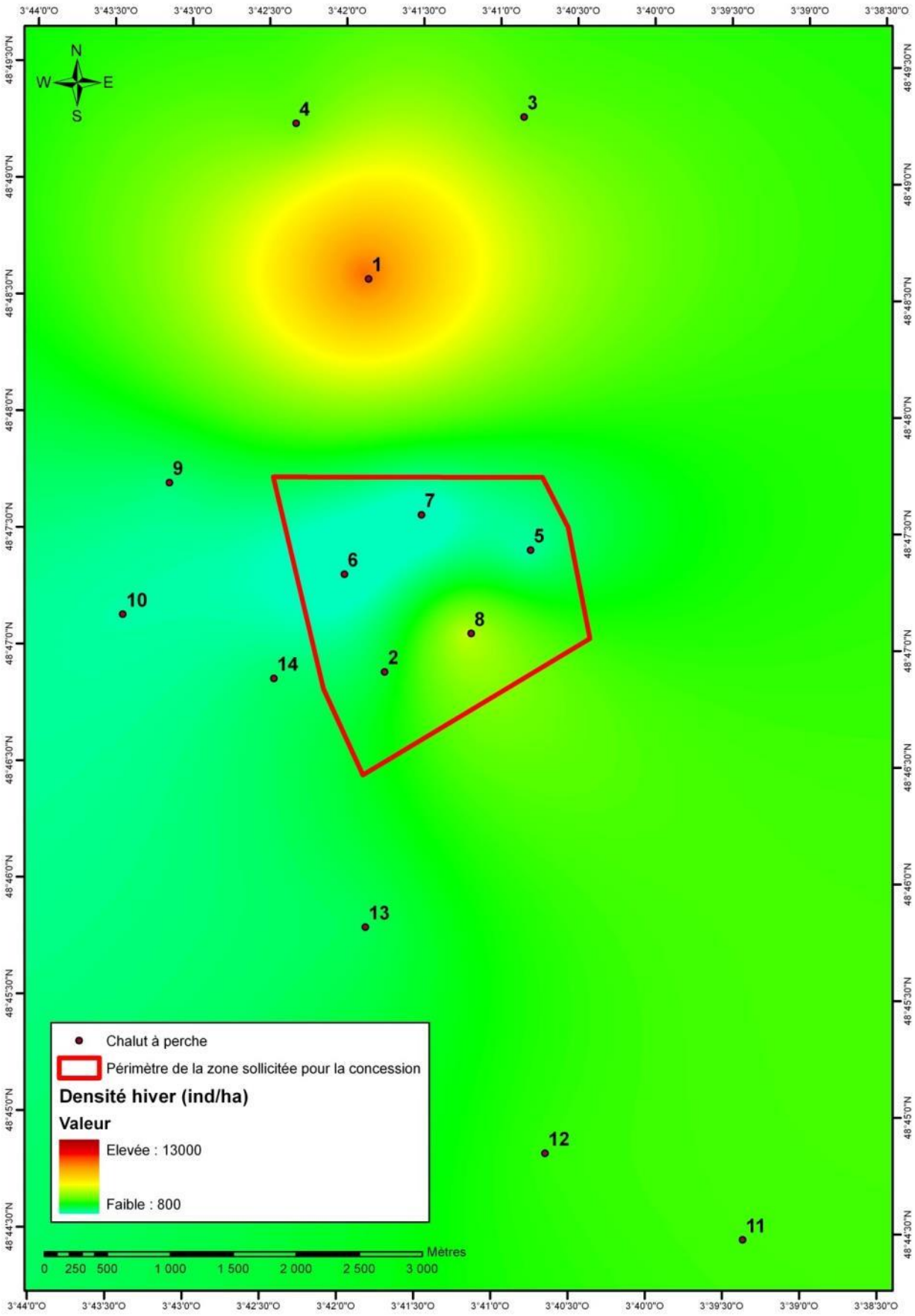


Figure 193 : Interpolation des données de densité

La figure suivante montre la répartition de l'abondance selon le groupe zoologique.

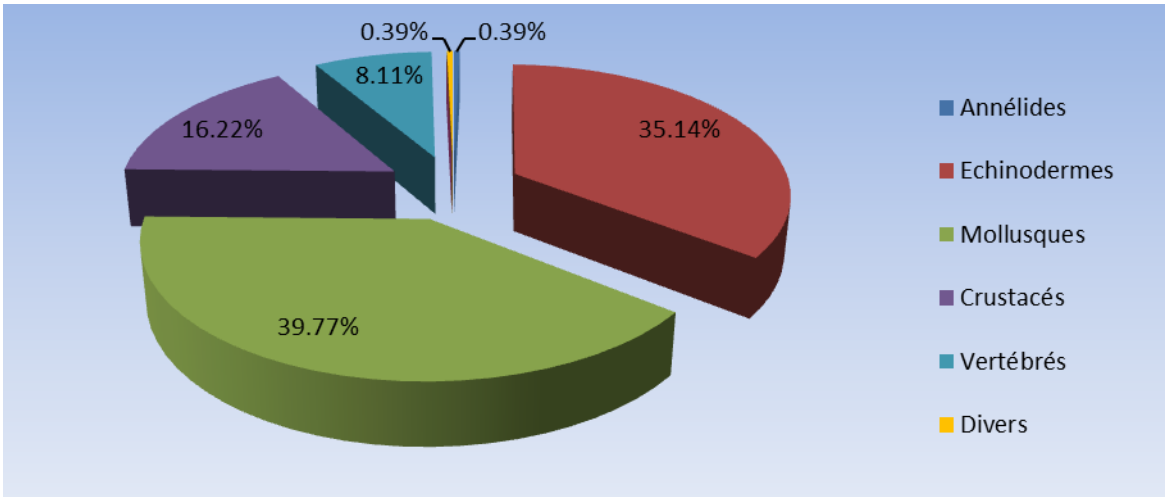


Figure 194: Distribution des abondances selon le groupe zoologique

La figure suivante montre la répartition de la richesse spécifique selon le groupe zoologique.

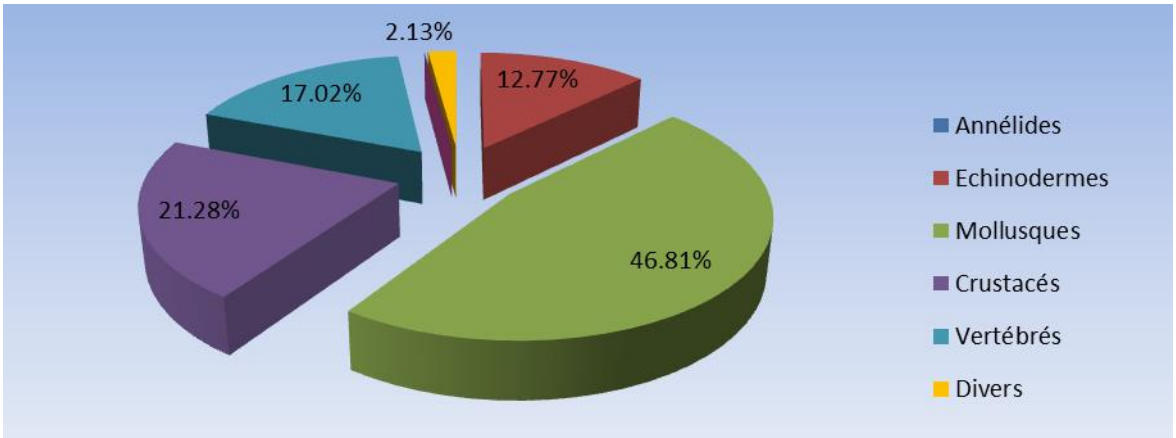


Figure 195 : Répartition de la richesse spécifique selon le groupe zoologique

Le tableau suivant présente les données brutes des échantillons récoltés au chalut à perche.

Trait	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Aphrodita aculeata													2	
Ophiura albida	28	5	4	2				8			20	45	24	14
Ophiothrix fragilis		1												
Anseropoda placenta	1													
Crossaster papposus				1										
Ophiura ophiura											28			
Marthasterias glacialis					1									
Euspira catena												2	1	
Nassarius reticulatus	1		1	5	1			3			1	5	1	
Timoclea ovata	4	7	5		1			11		1		1	2	1
Laevicardium crassum											1	1		
Aporrhais pespelecani												1		
Antalis sp.												1		
Glycymeris glycymeris		3	1					1	3	4				
Scaphander lignarius		1											1	
Clausinella fasciata		1				1								
Euspira pulchella		3						3						
Nucula sp.		3						4					1	
Arcopagia crassa		1												
Spisula solida		2		1		1		17		2				7
Lutraria sp.		1												
Aequipecten opercularis	43		12	6	1									
Crepidula fornicata	2		3											
Calliostoma zizyphinum	1													
Palliolum tigerinum	6													
Calyptraea chinensis	1													
Sepiola atlantica														1
Turitella communis											3		4	
Doris sp.				3										
Pagurus bernhardus	1	2	3	14	3			2		2	7	2		4
Pagurus prideaux	1		1							1	1	2		
Liocarcinus marmoreus	5				1		2		4	1		1		
Ebalia tumefacta								1				1		
Philocheras trispinosus		1			3						2	1		1
Pandalina brevirostris		1	3	1	3									
Inachus dorsettensis	3													
Balanus balanus	1													
Macropodia sp.											1			
Isopode					1									
Solea solea												1		
Buglossidium luteum											3	1	1	
Arnoglossus laterna											2	1	2	
Ammodytes tobianus		10			2		2	1	3	1				1
Callionymus lyra		1						1			3			1
Chelidonichthys sp.	1													
Echiichthys vipera					3									
Ciliata septentrionalis					1									
Pentapora fascialis								1				1		

Tableau 132 : Données brutes (chalut à perche)

3.5.2 Indices de diversité

Le tableau suivant présente les indices de diversité pour chacune des stations échantillonnées au chalut à perche dans la baie de Lannion.

Trait	1	2	3	4	5	6	7
Indice de Shannon	2,49	3,50	2,71	2,40	3,39	1,00	1,00
Equitabilité	0,64	0,88	0,86	0,80	0,95	1,00	1,00

8	9	10	11	12	13	14
2,88	1,57	2,58	2,57	2,11	2,10	2,21
0,80	0,99	0,92	0,72	0,53	0,63	0,74

Tableau 133 : Indices de diversité des stations

La figure suivante présente les indices de Shannon des stations d'étude (chalut à perche).

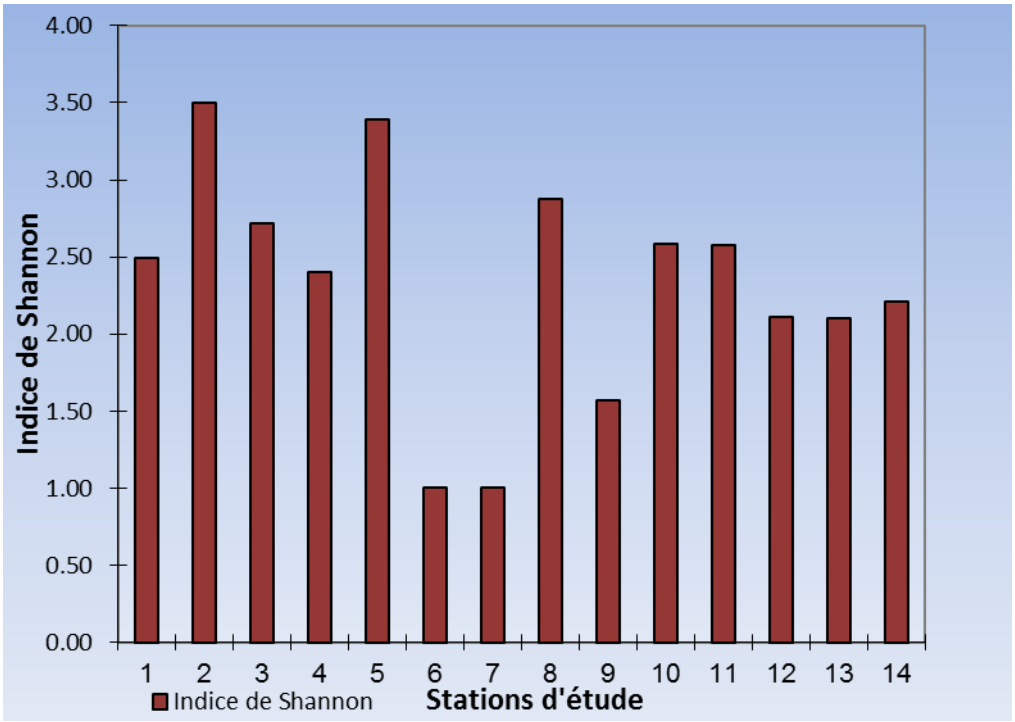


Figure 196: Indice de Shannon des stations (chalut à perche)

La figure suivante présente les indices d'équitabilité des stations (chalut à perche).

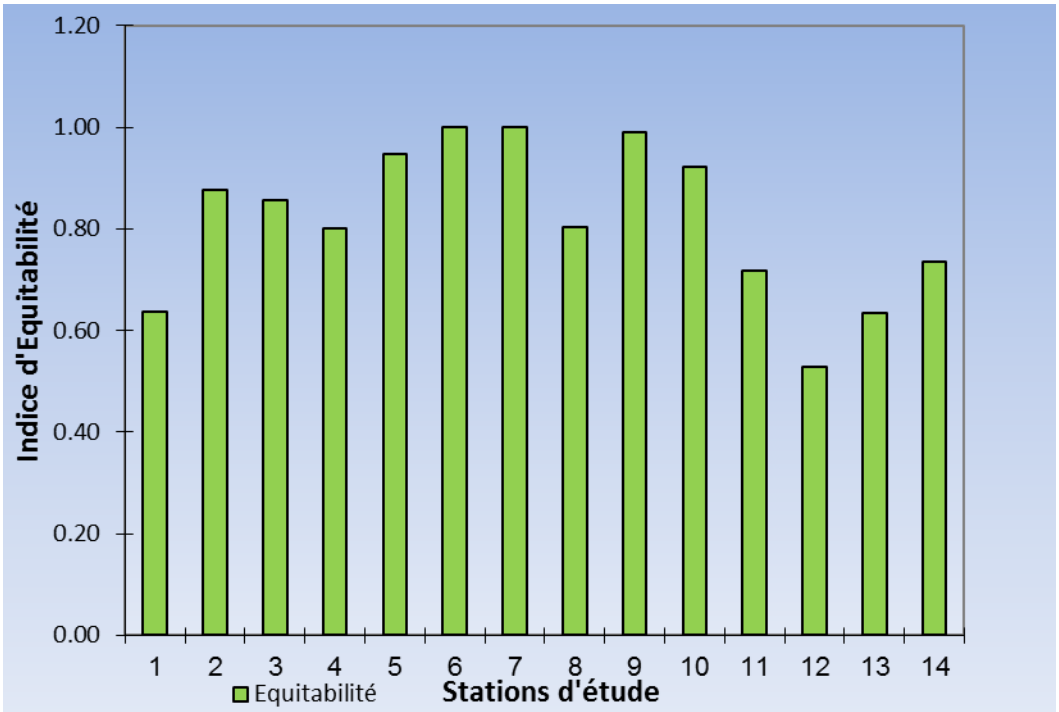


Figure 197 : Indice d'équitabilité des stations (chalut à perche)

Les stations présentent des indices de Shannon compris entre 1 (traits 6 et 7) et 3,50 (trait 2), et des indices d'équitabilité compris entre 0,53 (trait 12) et 1 (traits 6 et 7). Les valeurs d'indice de Shannon et d'équitabilité pour les traits 6 et 7 s'expliquent par le fait que très peu d'espèces en faibles abondances ont été récoltées sur ces deux stations. Ainsi, il y a une faible diversité et aucune espèce ne domine les prélèvements sur ces stations.

3.6 CAMPAGNE D'HIVER : SYNTHESE

Lors de cette deuxième campagne de prélèvements, effectuée au mois de mars 2013 (campagne d'hiver) sur le périmètre autorisé à l'extraction de granulats marins de Pointe d'Armor, les 14 stations de prélèvement ont permis de récolter 24 espèces d'intérêt halieutique (1857 individus) au chalut à grande ouverture verticale, et 47 espèces (518 individus) au chalut à perche.

- Les prélèvements au GOV ont révélé l'importance du lançon dans la zone d'étude de la baie de Lannion. En effet, au sein des prélèvements, cette espèce présente la plus forte abondance et arrive en seconde position en termes de contributions pondérales. La fréquence d'occurrence du lançon est également non négligeable puisqu'il est présent sur un peu plus d'une station sur deux. Deux stations présentent des abondances particulièrement élevées de lançon : les traits C6 et C9 (en dehors du périmètre sollicité). Ensuite, les données sur le tacaud révèlent la présence d'une grande quantité de petits individus (juvéniles). En effet, cette espèce a une relativement forte abondance mais sa contribution pondérale est à l'inverse assez faible. Cela nous permet d'émettre l'hypothèse que la zone d'étude peut correspondre à une zone de nourricerie pour cette espèce. D'une manière générale, la majorité des espèces capturées au GOV dans la baie de Lannion sont représentées par des individus petits et moyens. Seules quelques espèces telles que le bulot, la coquille Saint-Jacques, le grondin, le lançon et la raie douce sont représentées par quelques individus de grande taille.

- Très peu d'espèces d'intérêt halieutique ont été récoltées au chalut à perche. Seuls les pétoncles ont été récoltés en relative abondance à la station 1. Les prélèvements au chalut à perche ont néanmoins permis de mettre en évidence une communauté épibenthique diversifiée (47 espèces) dominée par les mollusques, les crustacés, les vertébrés et les échinodermes. Les espèces benthiques qui composent cette communauté sont majoritairement détritivores et jouent un rôle important dans le réseau trophique. En effet, elles participent à la dégradation et au recyclage de la matière organique, et elles servent de proies à de nombreuses espèces carnivores.

L'analyse des vidéos tractées (chapitre 3.8) a permis de confirmer la relative homogénéité sédimentaire de la zone d'étude de la baie de Lannion. Ainsi, la plupart des stations de vidéos tractées sont caractérisées par des sables plus ou moins fins avec une part plus ou moins importante de débris coquilliers. Plusieurs espèces ont été observées et en particulier des mollusques bivalves (pétoncle, coquille Saint-Jacques) parfois en densité relativement importante, des échinodermes (ophiures, étoiles de mer), des pagures (Bernard l'hermite) ainsi que quelques poissons.

3.6.1 Comparaison des campagnes été/hiver

3.6.1.1 Biomasse

La comparaison saisonnière des deux campagnes, été (septembre 2012) / hiver (mars 2013), du point de vue de la biomasse montre une différence générale significative entre les deux saisons. La campagne d'été avait permis d'échantillonner une biomasse totale (toutes espèces confondues) de 150 kg tandis que la campagne d'hiver avait échantillonné 106 kg. Cela n'est pas surprenant au vu du fonctionnement écologique de la plupart des espèces qui s'éloignent des eaux côtières durant la période hivernale avant d'y revenir en période estivale.

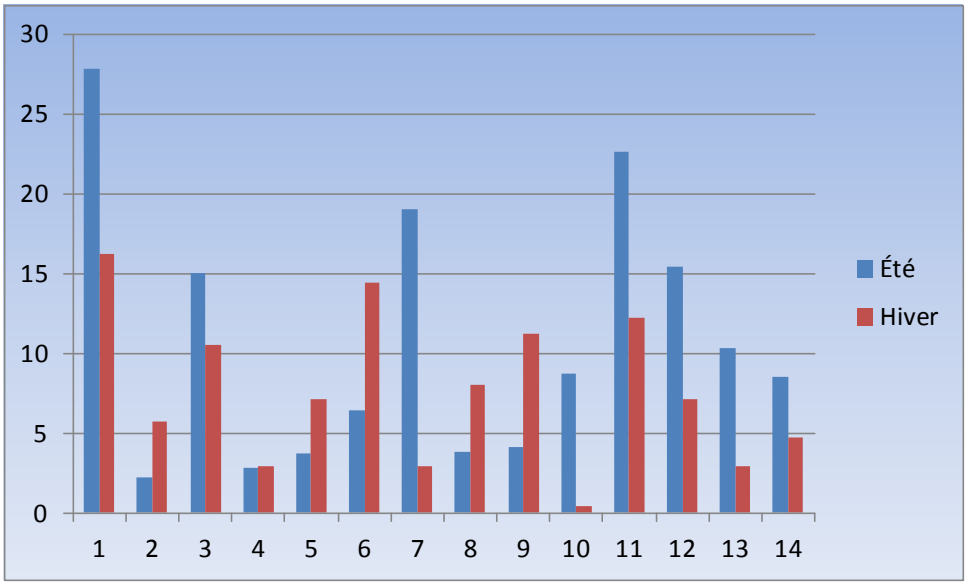


Figure 198 : Evolution des biomasses selon la campagne saisonnière

N° Trait	Été	Hiver
1	27.85	16.2
2	2.18	5.75
3	15	10.5
4	2.8	2.91
5	3.75	7.15
6	6.4	14.4
7	19.03	2.93
8	3.85	8.03
9	4.13	11.25
10	8.75	0.45
11	22.68	12.23
12	15.48	7.11
13	10.35	2.9
14	8.58	4.69
TOTAL	**150.83**	**106.5**

Tableau 134 : Evolution des biomasses selon la campagne saisonnière

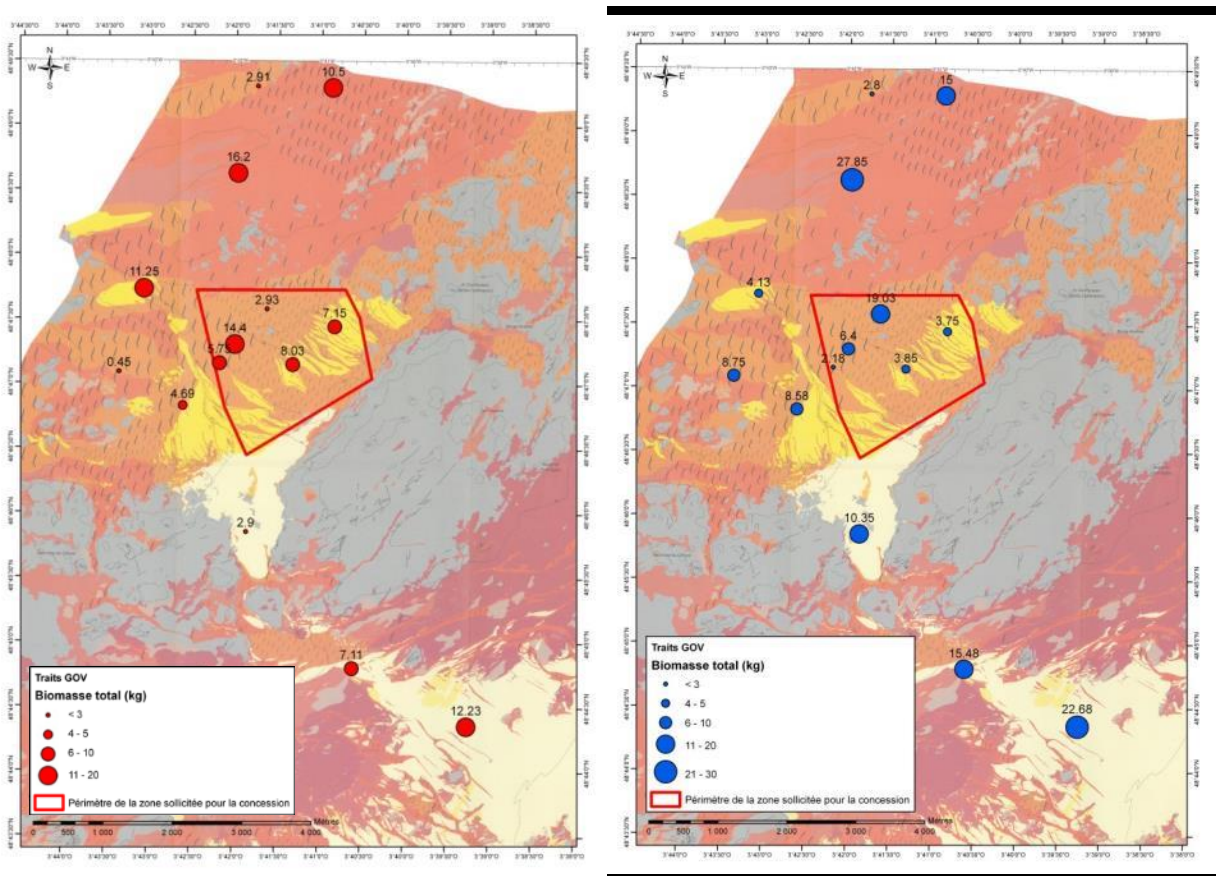


Figure 199 : Comparaison de la biomasse totale par trait selon la campagne (gauche : hiver / droite : été)

Le Tableau 134 met en évidence une réelle différence entre la biomasse échantillonnée lors de la campagne hivernale et celle de la campagne estivale avec une diminution moyenne d'environ 30 % entre l'été et l'hiver.

3.6.1.2 Assemblages faunistiques

Un assemblage faunistique, ou peuplement, correspond à l'ensemble des individus, appartenant à différentes espèces (populations), présents dans une zone donnée.

Afin de pouvoir réaliser un travail comparatif de l'évolution des peuplements halieutiques entre la campagne d'hiver et la campagne d'été, la première étape est de réaliser un tableau de synthèse de l'ensemble des espèces échantillonnées sur l'année.

L'objectif principal du travail est de vérifier plusieurs hypothèses :

- Observe-t-on une évolution entre la campagne d'été et la campagne d'hiver dans la structuration des assemblages faunistiques dominants ?
- Est-ce que la variabilité inter-stationnelle (entre les traits) est plus ou moins grande que la variabilité inter-campagne ?

Pour cela, nous avons réalisé une matrice de similarité (réalisée sur la matrice de l'abondance des espèces) entre tous les traits de GOV sur les 2 campagnes confondues en se basant sur le coefficient de corrélation de Pearson. Cet indice exprime l'intensité et le sens (positif ou négatif) de la relation linéaire entre deux variables quantitatives. Le tableau ci-dessous est un extrait de la matrice de similarité entre les traits de GOV **uniquement sur la première campagne.**

	1_été	2_été	3_été	4_été	5_été	6_été	7_été	8_été	9_été	10_été	11_été	12_été	13_été	14_été
1_été	1													
2_été	0.132	1												
3_été	0.951	0.107	1											
4_été	1.000	0.131	0.950	1										
5_été	-0.044	0.110	-0.067	-0.051	1									
6_été	-0.099	0.617	-0.132	-0.098	0.413	1								
7_été	-0.028	0.137	-0.044	-0.035	0.965	0.383	1							
8_été	-0.058	0.124	-0.080	-0.065	0.851	0.550	0.891	1						
9_été	0.061	0.139	0.039	0.054	0.969	0.383	0.994	0.886	1					
10_été	-0.088	-0.051	-0.123	-0.083	0.409	0.308	0.286	0.250	0.291	1				
11_été	0.279	0.830	0.248	0.277	-0.079	0.378	-0.062	-0.106	-0.046	-0.137	1			
12_été	0.530	0.863	0.490	0.529	-0.060	0.376	-0.048	-0.100	-0.009	-0.112	0.917	1		
13_été	0.064	0.941	0.042	0.062	-0.031	0.539	-0.051	-0.080	-0.047	-0.043	0.834	0.847	1	
14_été	0.181	0.968	0.157	0.180	-0.075	0.544	-0.047	-0.065	-0.040	-0.118	0.863	0.901	0.957	1

Tableau 135 : Matrice de similarité entre les traits de chalut de la première campagne

A partir de cette matrice, il est possible de réaliser un positionnement multidimensionnel (MDS). Le MDS est une méthode d'analyse des données qui consiste à reconstituer une carte des stations à partir d'une matrice de similarité entre les stations (basé sur le coefficient de corrélation de Pearson). En fonction de la valeur de stress[20] obtenue une image satisfaisante de la représentation des stations apparaît dans un espace à deux dimensions (Grall & Hily, 2003).

Deux stations seront proches dans les graphes si elles présentent des similitudes dans leur composition faunistique. Elles représentent généralement un même habitat ou un habitat similaire. Au contraire deux stations qui présentent des différences faunistiques majeures seront éloignées sur les graphes.

Pour donner une configuration optimale, la méthode MDS minimise un critère appelé Stress. Plus il est proche de 0, meilleure est la représentation. Dans notre cas, celui-ci est de 0,142 (campagne hiver) et 0,102 (campagne été) donc la représentation peut être considérée comme bonne.

Sur la figure suivante, il est intéressant de noter l'hétérogénéité des assemblages qui existe au sein de la campagne hiver (dispersion des traits sur l'espace à 2 dimensions). Cela signifie qu'il y a une distinction nette entre les traits de GOV réalisés au sein de la même campagne saisonnière, malgré quelques similitudes :

[20] Le stress est un indicateur normalisé variant entre 0 et 1, la valeur nulle indiquant un ajustement parfait

- Similarité des traits de GOV n°2, 5, 6, 7, 8, 9 et 14 ;
- Similarité des traits de GOV n° 1, 3 et 4 ;
- Similarité des traits de GOV n°10, 12 et 13.

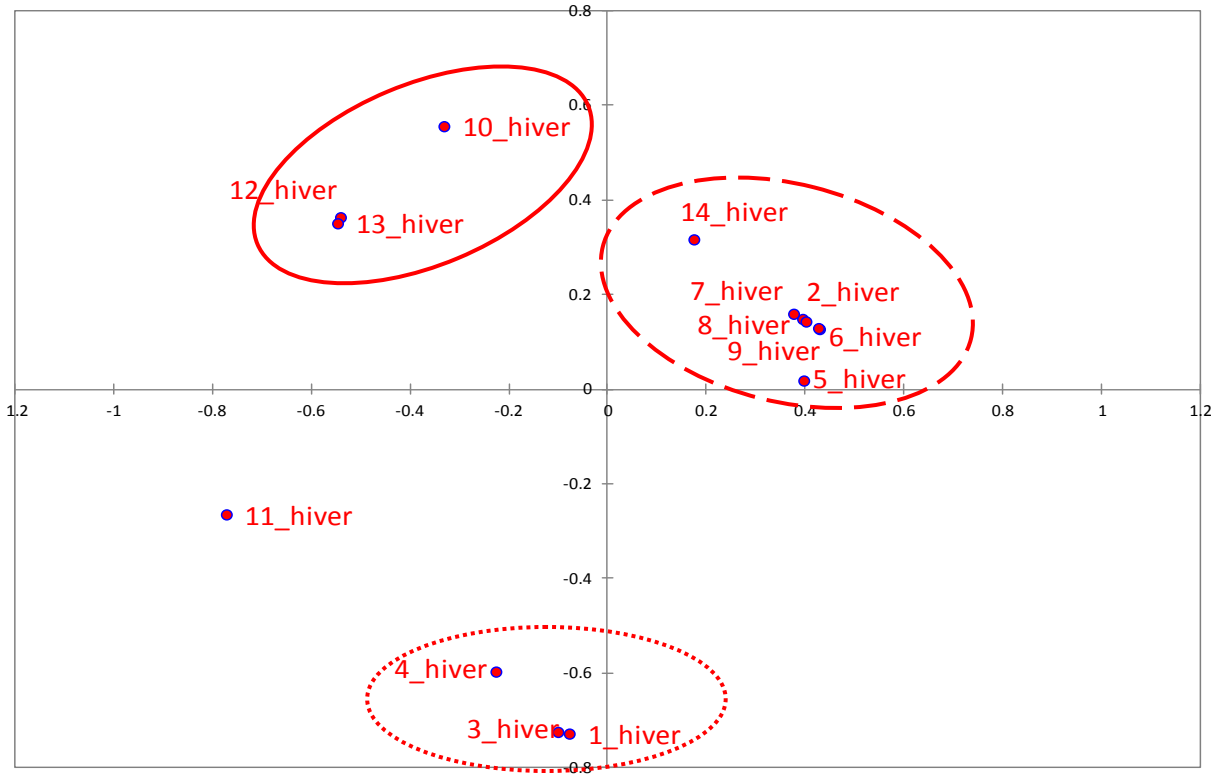


Figure 200 : Positionnement Multidimensionnel des traits GOV de la campagne hiver

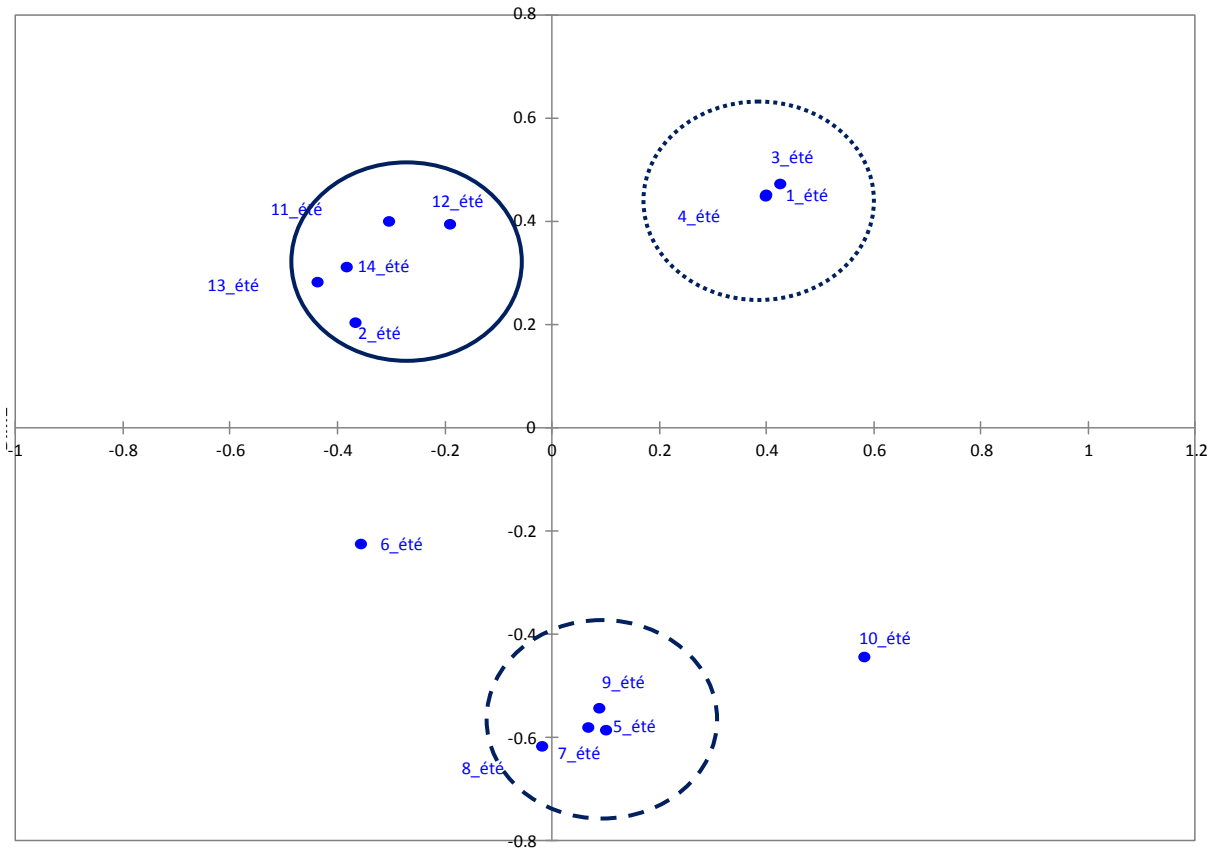


Figure 201 : Positionnement Multidimensionnel des traits GOV de la campagne été

La figure ci-dessus montre la même chose pour la campagne été mais avec des similitudes légèrement différentes :

- Similarité des traits de GOV n°5, 6, 7, 8, 9 ;
- Similarité des traits de GOV n° 1, 3 et 4 ;
- Similarité des traits de GOV n° 2, 11, 12, 13, 14.

Si l'on choisit de représenter les deux campagnes saisonnières (été et hiver) sur le même graphique, on obtient la figure suivante :

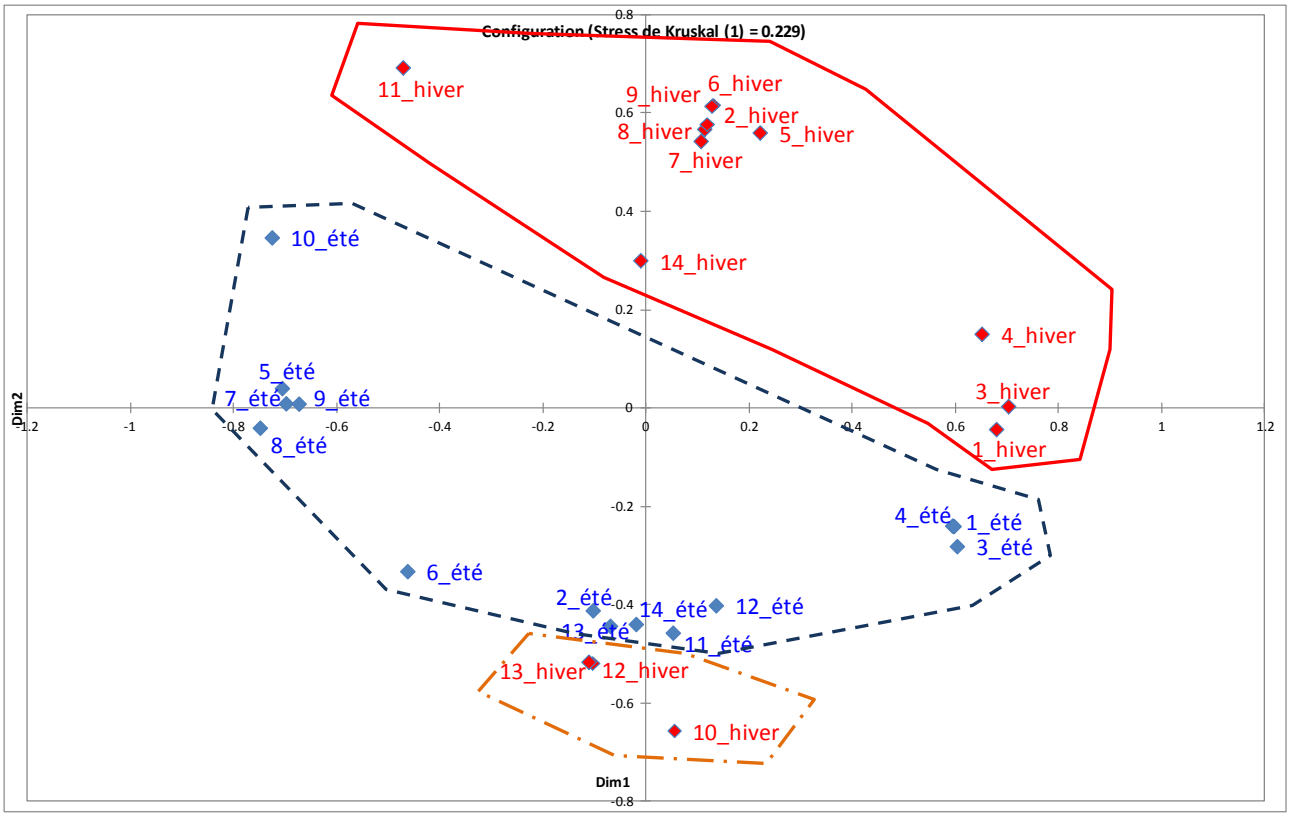


Figure 202 : Positionnement Multidimensionnel des stations d'études.

Le MDS permet de visualiser graphiquement 3 ensembles distincts :

- Les traits de GOV de la campagne d'été (en pointillé bleu) ;
- Les traits de GOV de la campagne d'hiver (en rouge) ;
- Les traits de GOV 10, 12 et 13 de la campagne d'hiver (en discontinu orange).

Comme nous l'avons souligné précédemment, au-delà de la distinction des deux campagnes, il est intéressant de noter l'hétérogénéité des assemblages qui existe au sein de chaque campagne (dispersion des traits sur l'espace à 2 dimensions).

Ce traitement statistique semble révéler une distinction dans les assemblages d'espèces en fonction des campagnes semestrielles mais aussi une hétérogénéité des traits de GOV au sein d'une même campagne. En d'autres termes, d'une part les espèces présentes dans les prélèvements ne sont pas les mêmes selon la saison, et d'autre part, elles varient également selon la station d'échantillonnage quelle que soit la saison. Cela met en évidence l'existence de plusieurs habitats au sein de la zone d'étude. En effet, comme la majorité des espèces prélevées sont de nature bentho-démersales et que la zone présente diverses natures de fonds cela engendre donc la présence d'habitats différents.

La Classification d'Ascendance Hiérarchique (CAH) consiste à regrouper les stations les plus proches sous forme d'un dendrogramme dont la longueur des branches représente la distance moyenne ou totale entre les stations ou groupe de stations c'est-à-dire leur pourcentage de similarité du peuplement. La distance utilisée est celle de la distance euclidienne en cohérence avec le traitement des abondances et la méthode utilisée est la méthode de Ward (Grall et Coïc, 2005).

Dans notre cas, la CAH permet d'observer plusieurs informations (graphique suivant) :

- Une similitude hiver/ été sur les traits de GOV n°12 et 13 (encadré pointillé bleu)
- Une similitude hiver/ été sur les traits de GOV n°1,3 et 4 (encadré pointillé rouge)
- Une séparation nette hiver / été des autres traits de GOV ;

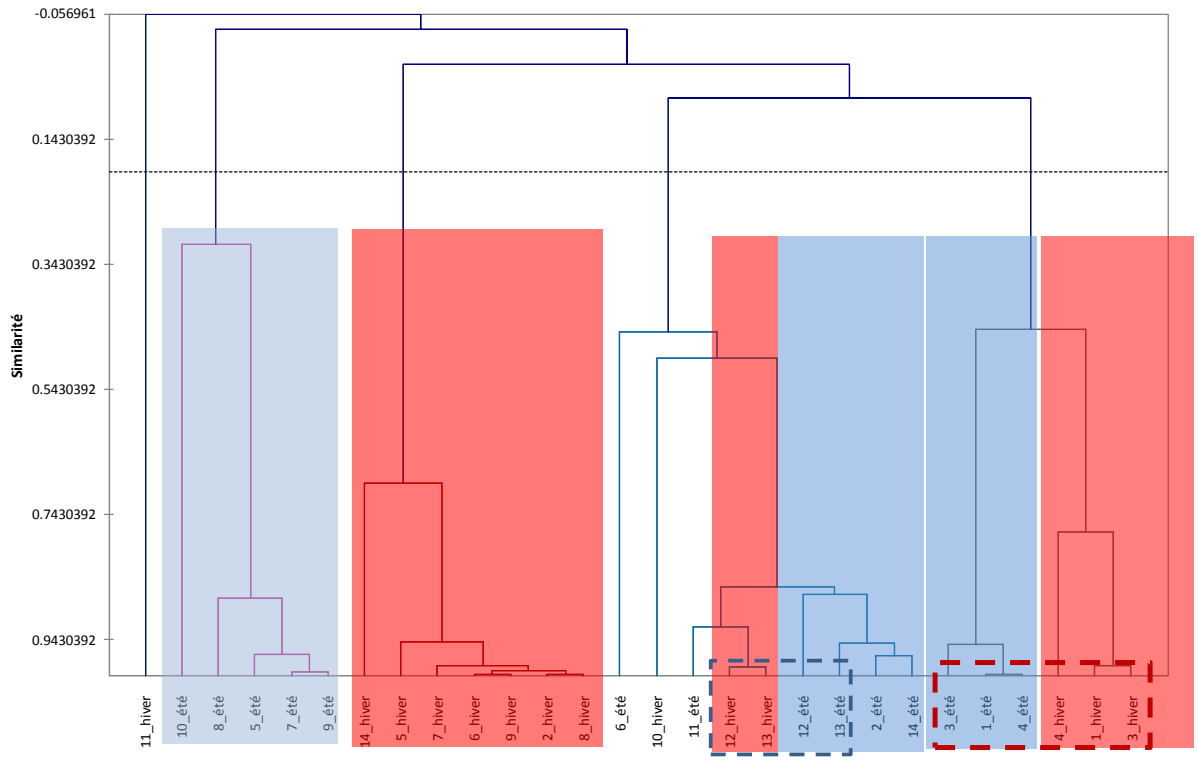


Figure 203 : Dendrogrammes des similarités des stations issues des données faunistiques

De cette classification, nous pouvons confirmer que les campagnes semestrielles sont distinctes dans la composition des assemblages d'espèces capturées.

L'image ci-dessous est une illustration des regroupements des traits de GOV par similitude et par campagne semestrielle.

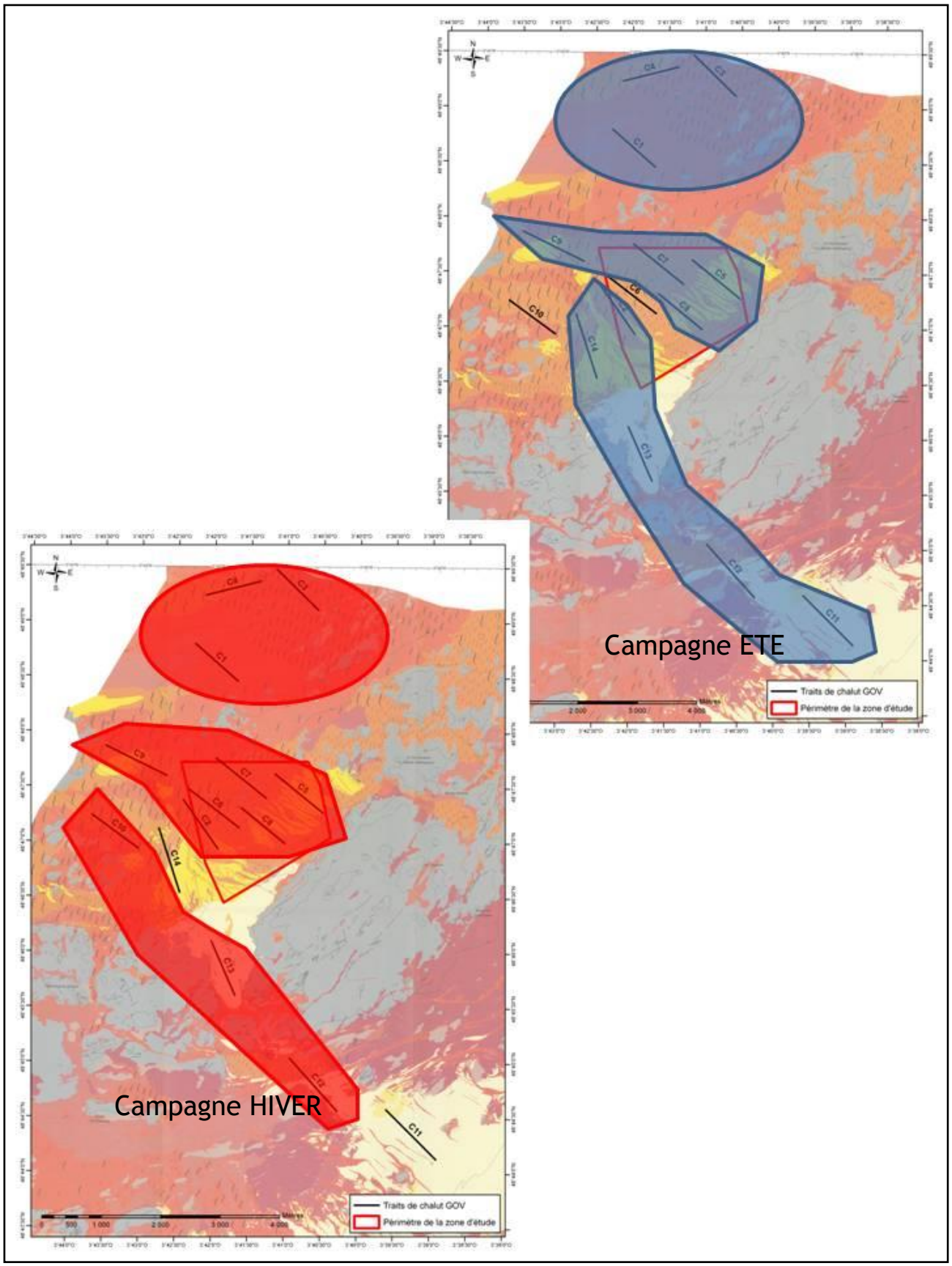


Figure 204 : Regroupement des traits de GOV par similarité selon la campagne

Puisqu'il apparaît que des distinctions existent entre les campagnes hiver/été, il peut être pertinent de s'intéresser aux espèces caractéristiques de chaque campagne et voir si certaines espèces sont corrélées à une campagne. Pour cela, nous avons réalisé une Analyse Factorielle de Correspondance (AFC) sur les abondances des 20 principales espèces par campagne semestrielle.

Lorsque la qualité de l'analyse est bonne (61 % dans notre cas), la représentation graphique permet d'interpréter facilement les données. Ainsi, **en été,** il semble que certaines espèces soient affiliées plus à une zone (position géographique des traits de GOV) qu'à une autre :

- Le turbot (*Psetta maxima*), le merlan (*Merlangius merlangus*), le pétoncle (*Aequipecten opercularis*) pour les traits de GOV 1, 3 et 4 ;
- Le lançon[21], la barbue (*Scophtalmus rhombus*) et la raie douce (*Raja montagui*) pour les traits n°5, 7 et 9 ;
- Le pétoncle (*Aequipecten opercularis*), l'araignée (*Maja brachydactyla*) et le chinchard commun (*Trachurus trachurus)* et l'encornet *(Loligo vulgaris)* pour les traits n°11 et 12.

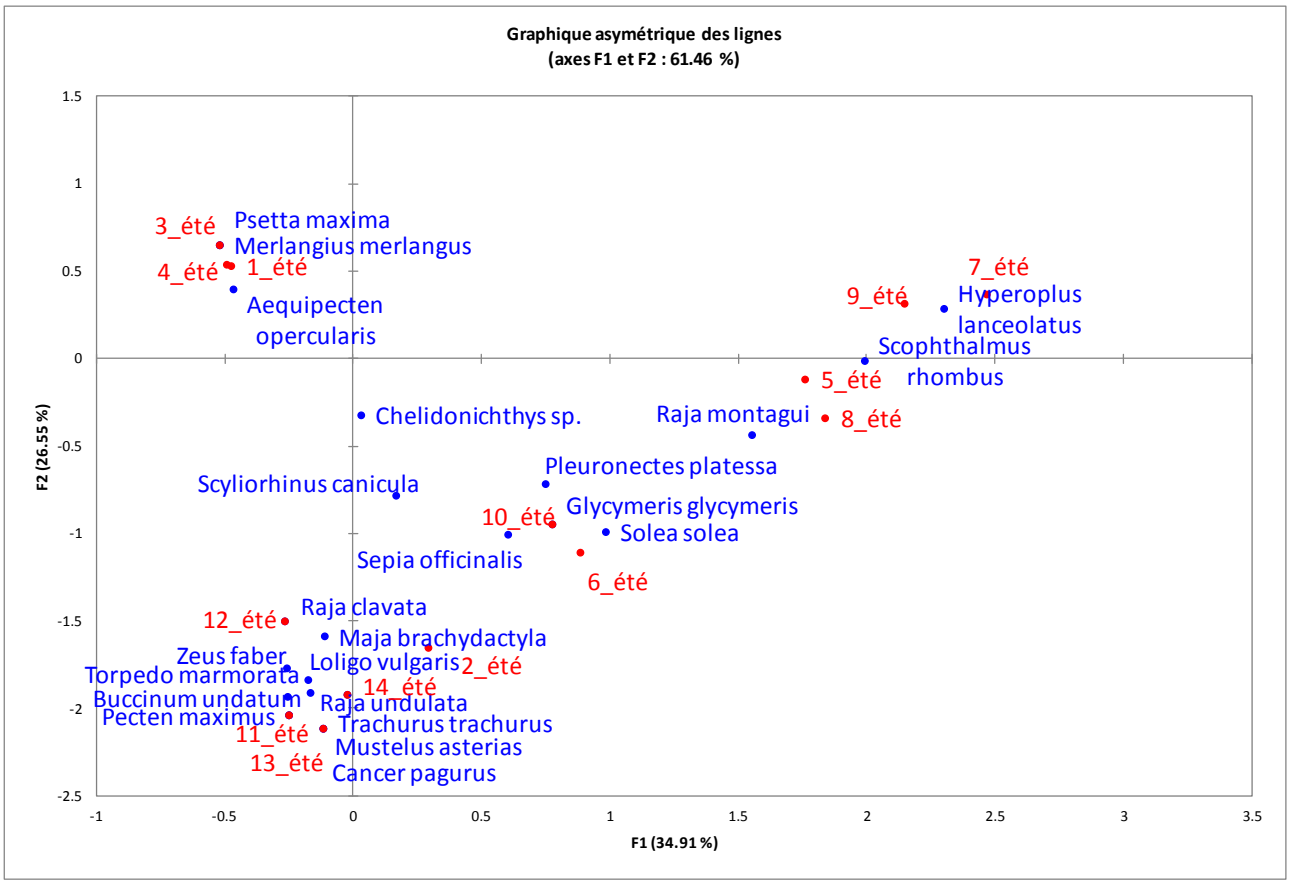


Figure 205 : Analyse Factorielle de Correspondance sur les abondances d'espèces (campagne été)

[21] L'identification des lançons est incertaine.

Concernant la **campagne hiver**, il semble que certaines espèces soient affiliées plus à une zone (position géographique des traits de GOV) qu'à une autre :

- L'encornet (*Loligo vulgaris*), le chinchard commun (*Trachurus trachurus*), le merlan (*Merlangius merlangus*) et le sprat (*Sprattus sprattus*) pour les traits n°10, 11, 12 et 13 ;
- Le lançon[22] pour les traits n°5, 6, 7, 8 et 9 ;
- Le pétoncle (*Aequipecten opercularis*) et le tacaud (*Trisopterus luscus)* pour les traits n°1, 3 et 4.

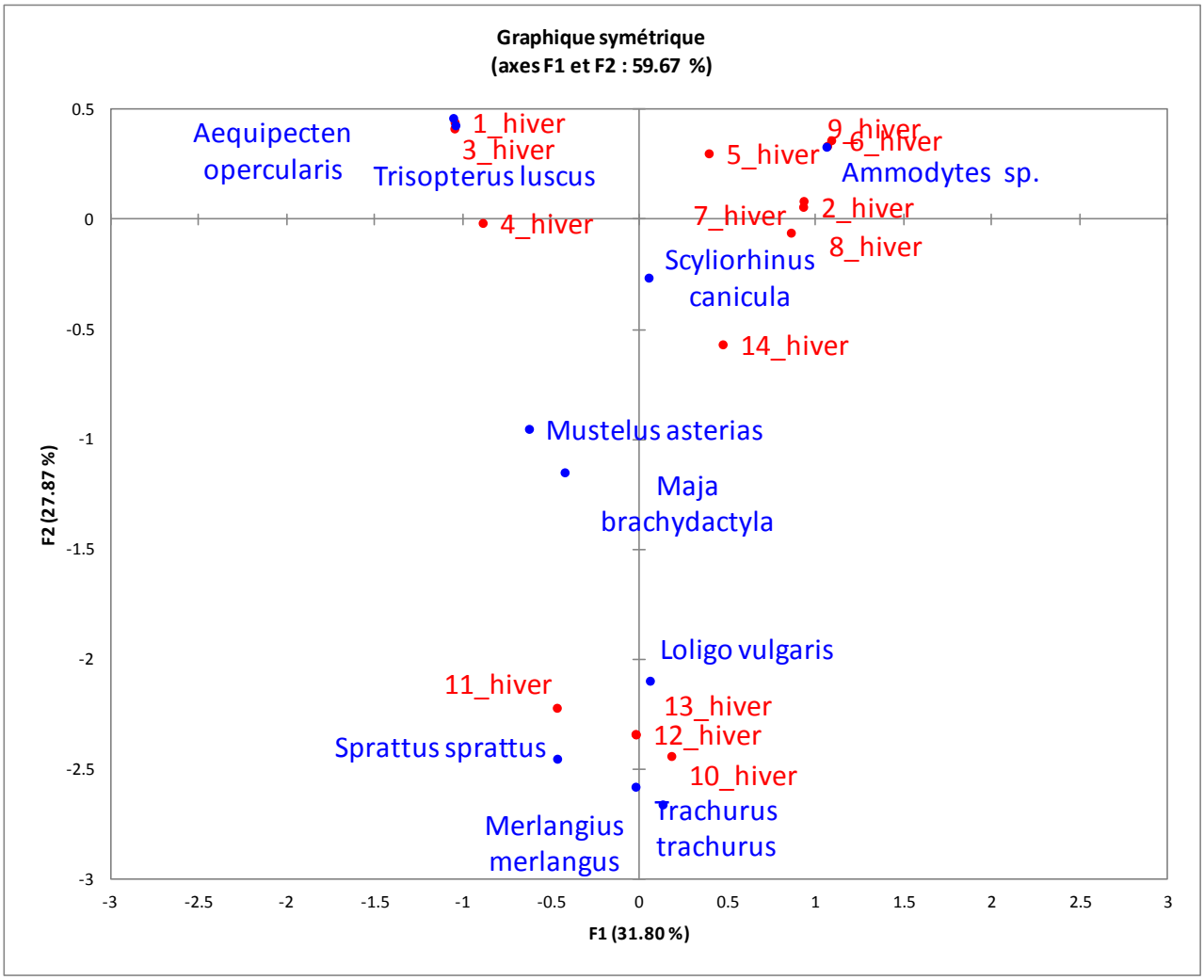


Figure 206 : Analyse Factorielle de Correspondance sur les abondances d'espèces (campagne hiver)

La comparaison des deux campagnes semestrielles (graphe ci-dessous) résume l'ensemble de ces informations et permet de noter les variations saisonnières qui ont été observées. L'AFC permet d'observer, sur les principales espèces, que :

- **Le pétoncle** (*Aequipecten opercularis*) est présent toute l'année ;
- **Le tacaud** (*Trisopterus luscus)* a été échantillonné uniquement en hiver ;

[22] L'identification des lançons est incertaine.

- **Le merlan** (*Merlangius merlangus*) et la seiche (*Sepia officinalis*) ont été échantillonnés uniquement en été ;
- **La petite roussette** (*Scyliorhinus canicula*) est capturée indifféremment toute l'année.

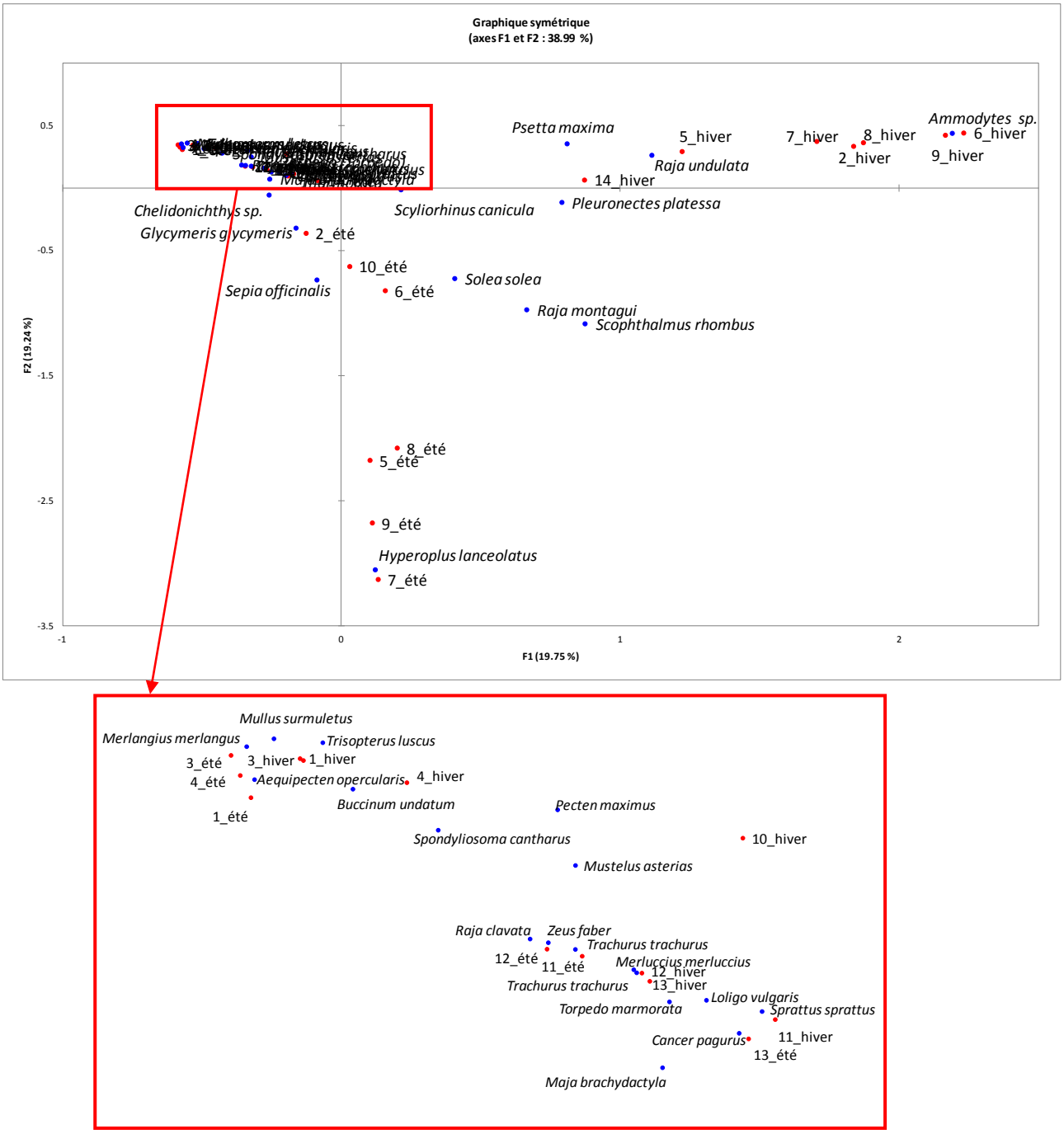


Figure 207 : Analyse Factorielle de Correspondances (AFC) sur les abondances des espèces

L'Analyse Factorielle de Correspondance (AFC) et la comparaison des deux campagnes semblent révéler que certaines espèces sont plus corrélées à une campagne semestrielle qu'à une autre d'une part et, d'autre part, qu'en fonction du trait de GOV les assemblages sont différents (lié au type de fond). Cela confirme donc le résultat donné par le positionnement multidimensionnel (MDS).

3.6.1.3 Evolution des paramètres de diversité

Le tableau suivant présente les richesses spécifiques et les densités observées sur chacune des stations échantillonnées (chalut à perche).

Trait	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Campagne hiver	15	16	9	8	12	2	2	12	3	7	12	16	10	8
Campagne été	34	19	30	15	9	17	11	21	13	18	18	11	21	21

Tableau 136 : Evolution de la richesse spécifique au cours des quatre campagnes (rouge : intérieur de la zone autorisée à l'extraction)

Les variations saisonnières de richesses spécifiques sont importantes entre les deux campagnes. En effet, la richesse en espèces varie de 2 à 16 espèces (richesse spécifique moyenne = 9,5) durant la campagne d'hiver et de 9 à 34 espèces durant la campagne d'été (richesse spécifique moyenne = 18,4).

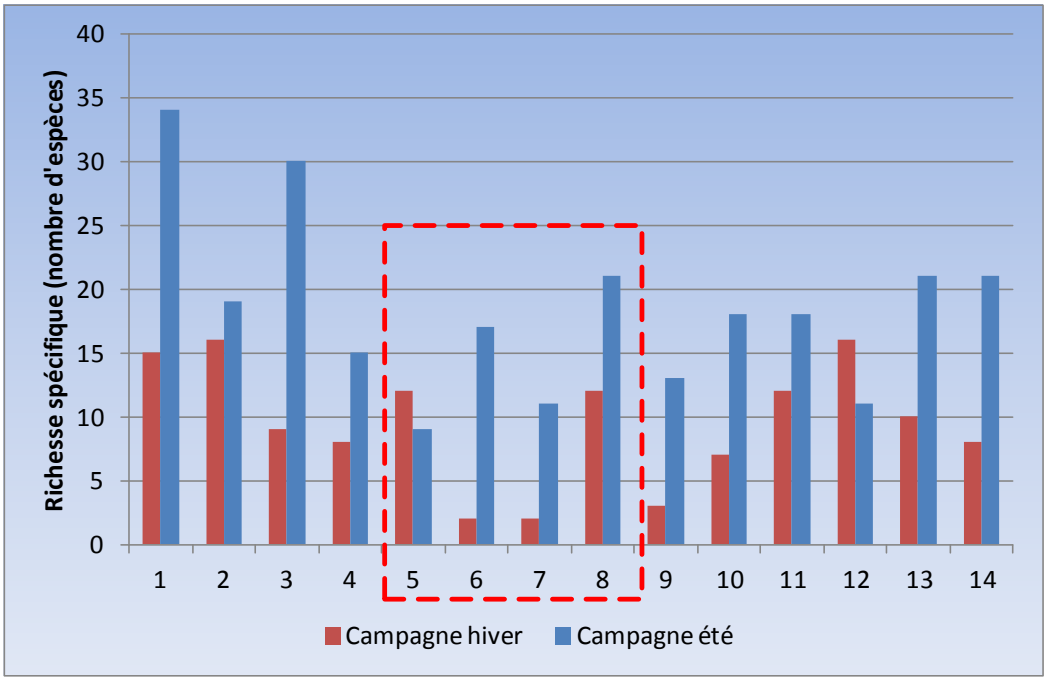


Figure 208 : Evolution de la richesse spécifique au cours des deux campagnes (Encadré rouge : intérieure de la zone autorisée à l'extraction)

Concernant les densités, la campagne d'été s'est révélée la plus riche avec des valeurs bien plus importantes. En effet, lors de cette campagne, les densités moyennes par trait de chalut à perche sont respectivement de 3 800 individus capturés tandis que sur la campagne d'hiver, les valeurs moyennes de densité par trait de chalut ne dépassent pas les 2 600 individus capturés.

Trait	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Campagne hiver	9287	2017	3313	3367	1088	214.4	247.3	4724	1437	1077	2988	2861	1736	1611
Campagne été	11821	3656	13120	2411	951	2450	938	2902	1774	2357	2500	839	5302	2283

Tableau 137 : Evolution de la densité au cours des deux campagnes

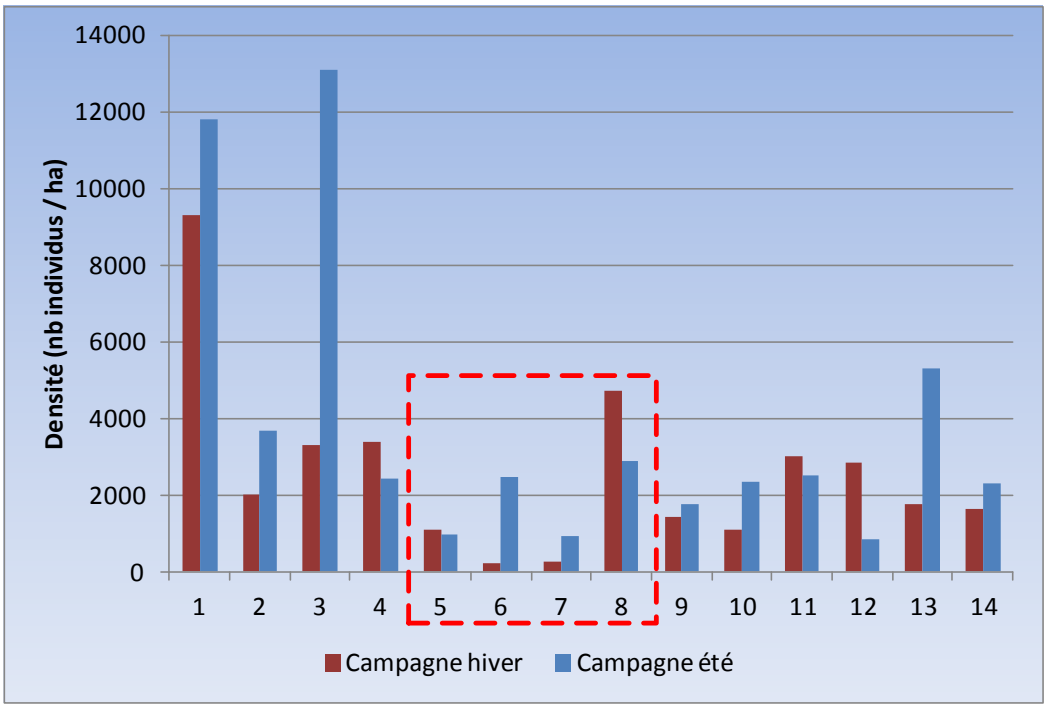


Figure 209 : Evolution de la densité au cours des deux campagnes (Encadré rouge : intérieure de la zone autorisée à l'extraction)

3.6.2 Description du peuplement et évolution des assemblages épifaunistiques

Les figures ci-dessous représentent les abondances des 15 principales espèces sur chaque campagne semestrielle. Il apparaît assez nettement que les assemblages épifaunistiques sont similaires d'une campagne à l'autre : la large dominance de l'ophiure *Ophiura albida* et le pétoncle *Aequipecten opercularis*, la présence récurrente de crustacés : la crevette *Philocheras trispinosus* ainsi que les crabes décapodes *Pagurus spp.*, *Liocarcinus marmoreus*. Concernant les mollusques, la spisule *Spisula solida*, *Timoclea ovata* et l'amande de mer *Glycymeris glycymeris* sont retrouvées systématiquement sur les deux campagnes.

Les poissons sont peu représentés : seules trois espèces sont présentes en nombre important : la petite vive *Echiichtys vipera*, le lançon[23] et les gobies *Pomatochistus sp*. Aucune de ces espèces n'est présente sur les deux campagnes à la fois.

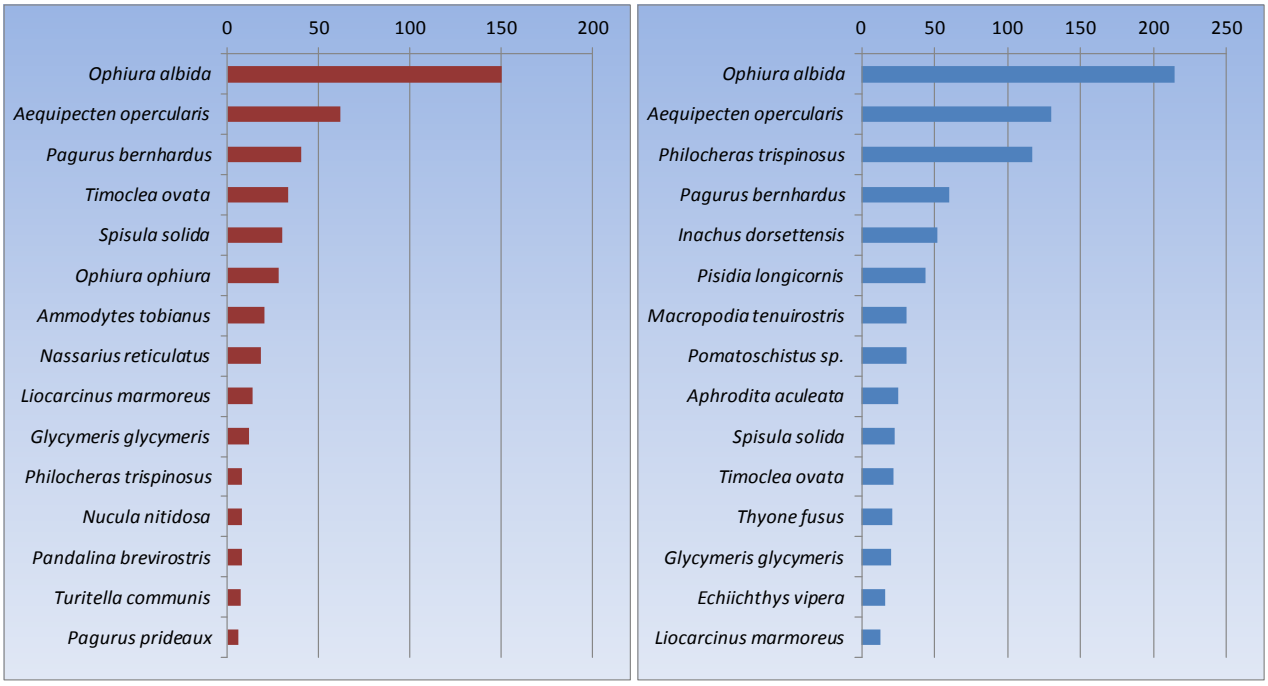


Figure 210 : Abondance des 15 principales espèces sur chaque campagne (hiver : gauche / été : droite)

[23] L'identification des lançons est incertaine.

3.7 ETUDE DE L'ABONDANCE ET DE L'ECOLOGIE DES COMMUNAUTES DE LANCONS SUR LE SITE

Dans la cadre de la demande de titre minier de sables coquilliers dans la zone dite de Pointe d'Armor, la Compagnie Armoricaine de Navigation a fait réaliser deux études visant tout particulièrement à mesurer l'état initial des populations de lançons dans le périmètre de la concession, et à établir la fonction écologique du site pour ces populations.

Ces études ont été menées par OCEANIC DEVELOPPEMENT et le Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN) entre 2012 et 2013. Ces études vont se poursuivre et un premier bilan de l'année 2015 est présenté ci-après.

Le présent document vise à établir une synthèse présentant les grandes lignes des méthodes employées et les principaux résultats obtenus par les études de 2012-2013, ainsi que les premiers résultats disponibles pour la campagne de 2015.

Les rapports 2013 d'OCEANIC DEVELOPPEMENT et du Muséum National d'Histoire Naturelle sont présentés dans les annexes suivantes :

Annexe G : Etat initial des populations de lançons dans la zone Pointe d'Armor (Baie de Lannion) - Rapport OCEANIC DEVELOPPEMENT (OCEANIC DEVELOPPEMENT, 2013)

Annexe H : Compte rendu des travaux sur l'Ecologie des communautés de lançons (Ammodytidae) de la baie de Lannion (MNHN, 2013)

La position des traits de chalut réalisés au cours des campagnes de 2012 et 2015 est présentée sur la figure de la page suivante.

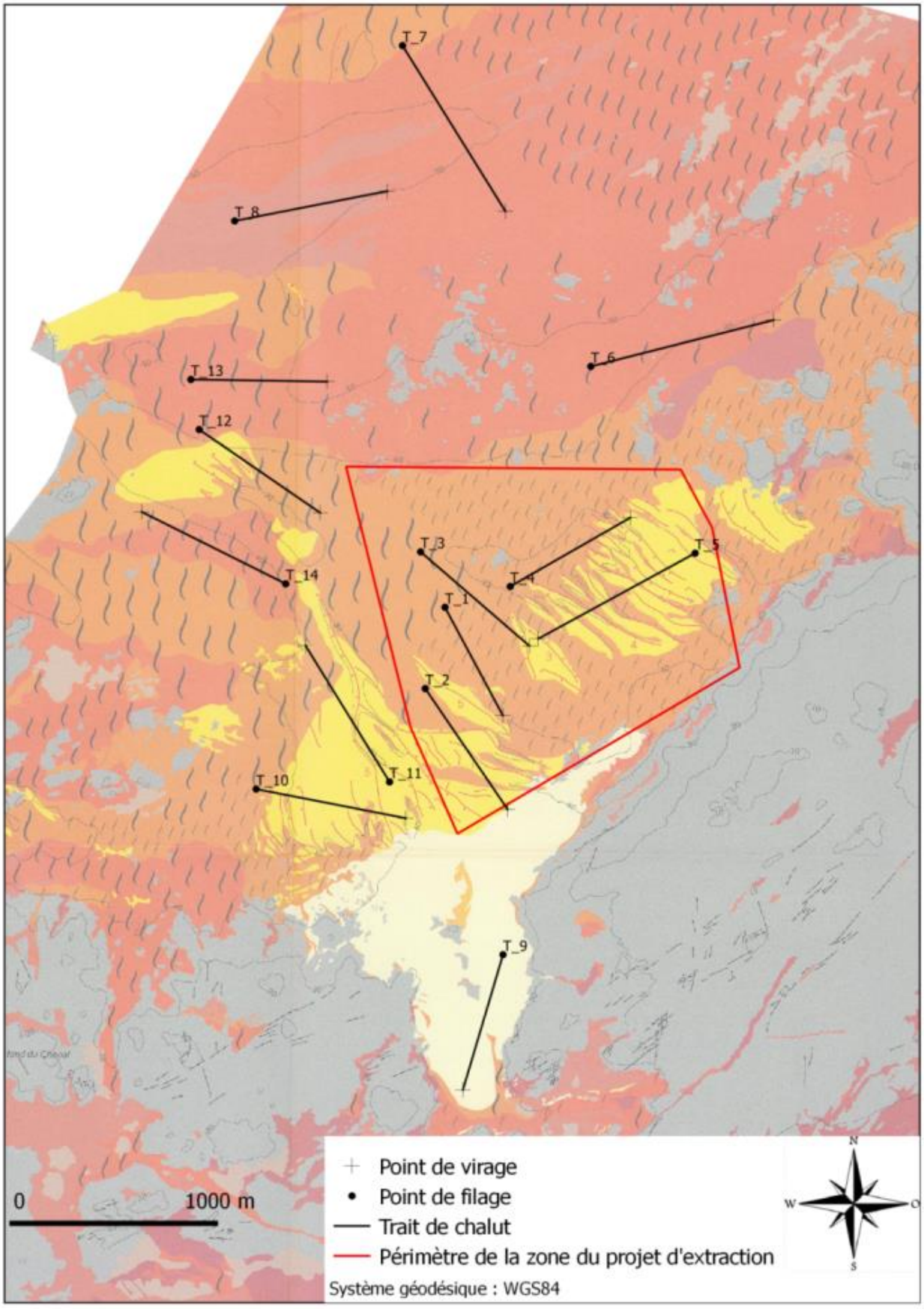


Figure 211 : Position des traits de chalut réalisés au cours des campagnes de 2012 et 2015

3.7.1 Campagne 2012-2013

3.7.1.1 Méthodes employées

Pour les opérations de mesures et de collecte d'échantillons en mer, un navire de pêche professionnelle a été affrété pour deux campagnes expérimentales, l'une organisée en mai 2012, la seconde en septembre 2012. Le navire a travaillé suivant un protocole d'échantillonnage identique pour les deux campagnes qui prévoyait notamment :

- L'échantillonnage au chalut de fond de 14 radiales sur des durées de traîne constantes (10 mn), incluant 5 radiales à l'intérieur du périmètre sollicité et 9 radiales à l'extérieur de celui-ci.
- Les lançons capturés lors de chaque radiale étaient conservés à bord puis triés par espèce une fois à terre. Chaque lot d'espèce de lançons capturés était ensuite pesé et les tailles de individus échantillonnés.
- Les espèces autres que des lançons étaient identifiées au niveau de l'espèce, dénombrées puis mesurées à bord.
- Lors des deux campagnes, des échantillons de lançons ont été conservés en glace à bord, congelés à terre puis transmis au MNHN pour analyse.

En outre, une campagne d'échantillonnage des lançons à la Benne Smith Mac Intyre a été organisée de nuit en septembre 2015 dans le but d'obtenir des éléments contribuant à établir si la dune hydraulique a une fonction écologique de repos pour les lançons. Un total de 16 stations, dont 10 se trouvent dans le périmètre, a été échantillonné avec à chaque station le prélèvement de 3 réplicats.

Les analyses menées en laboratoire sur les lançons capturés lors des campagnes expérimentales ont consisté en la réalisation de plusieurs séries d'analyses biologiques complémentaires sur les spécimens collectés. Une première série d'analyse a consisté à identifier le stade de maturation des individus par examen de l'état des organes reproductifs. Une seconde série a recherché les ratios isotopiques présents dans les muscles et dans le foie afin de déterminer la position des individus dans la chaîne trophique et les grandes caractéristiques de leur alimentation. Enfin, une troisième série d'analyses s'est penchée sur les otolithes, pièces calcifiées présentes dans la tête qui ont la propriété de croître pendant toute la vie du poisson, afin d'obtenir des estimations de l'âge des individus et une caractérisation des milieux dans lesquels ils ont vécu par identification de traceurs microchimiques. Ces analyses visaient à obtenir des éléments permettant d'établir si la dune hydraulique a une fonction écologique de nourricerie, de repos, de frayère ou d'alimentation pour les différentes espèces de lançons rencontrés. Ces analyses se sont concentrées sur deux espèces de lançons (*Hyperoplus lanceolatus* et *Hyperoplus immaculatus*). Les mêmes types d'analyse sur la troisième espèce (*Gymnammodytes semisquamatus*) seront réalisés dans la suite de l'étude (campagne 2015).

3.7.1.2 Résultats

3.7.1.2.1. Les espèces de lançons rencontrées

Au moins trois espèces de lançons ont été capturées lors des opérations de pêche expérimentales. Il s'agit de :

- ***Gymnammodytes semisquamatus*** (Jourdain, 1879) - nom commun : lançon aiguille - nom local : lançon gris
- ***Hyperoplus lanceolatus*** (Le Sauvage, 1824) - nom commun : lançon commun - nom local : lançon jaune
- ***Hyperoplus immaculatus*** (Corbin, 1950) - nom commun : lançon jolivet - nom local : lançon vert

A noter que cette dernière espèce a été confondue dans un premier temps avec le lançon équille (*Ammodytes tobianus* - Linné, 1758) aux caractéristiques morphologiques très proches. Des analyses génétiques ont permis de confirmer la présence de *H. immaculatus* dans les échantillons.

3.7.1.2.2. Indicateurs d'abondance des lançons

La carte de la page suivant indique les captures (en kg) de lançons obtenues sur les différentes radiales lors des campagnes expérimentales conduites en mai 2012 et en septembre 2012.

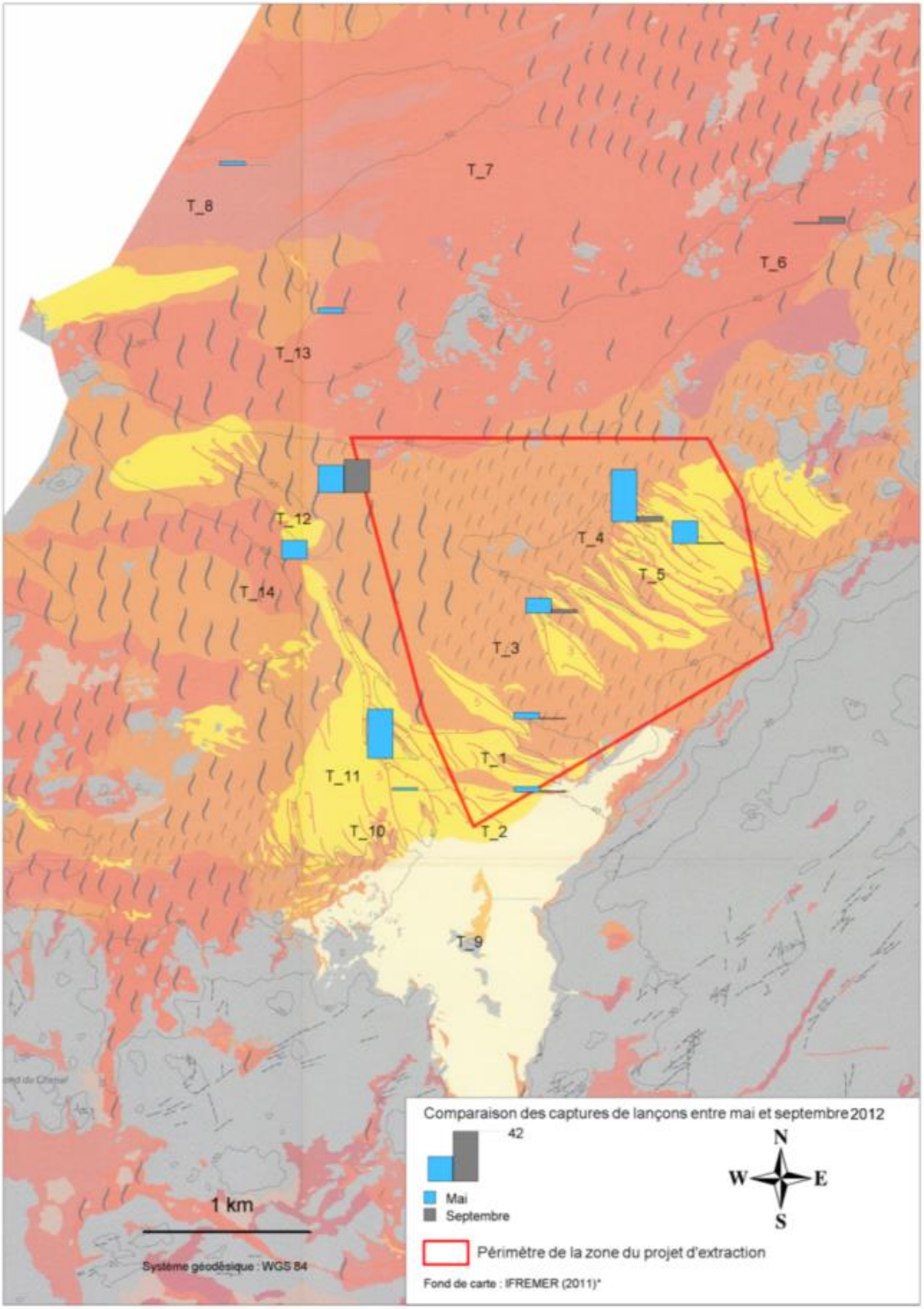


*Figure 212 : Comparaison entre les captures totales de lançons (en kg) toutes espèces confondues obtenues lors des radiales de prospections de mai 2012 et de septembre 2012. * : carte des formations superficielles de la Baie de Lannion, IFREMER 2011*

Le tableau suivant synthétise les captures moyennes et les nombres estimés de lançons correspondants obtenus lors des pêches expérimentales sur les radiales situées à l'intérieur du périmètre et à l'extérieur du périmètre.

	Espèces	Poids (kg / trait)		Nombre (ind. / trait)		Occurrence	
		Mai	Septembre	Mai	Septembre	Mai	Septembre
Intérieur (radiales T_1 à T_5)	*G. semisquamatus*	5.8	0.6	555	93	5/5	5/5
	H. lanceolatus	0.4	1.1	10	28	4/5	5/5
	H.immaculatus	10.5	0.5	383	15	5/5	4/5
	Toutes espèces	**16.8**	**2.2**	**947**	**140**	**5/5**	**5/5**
Extérieur (radiales T_6 à T_14)	*G. semisquamatus*	3.5	0.9	255	80	8/9	3/9
	H. lanceolatus	0.3	0.8	6	37	5/9	3/9
	H.immaculatus	6.1	1.8	216	23	8/9	3/9
	Toutes espèces	**9.8**	**3.6**	**476**	**140**	**8/9**	**3/9**
Toutes radiales	*G. semisquamatus*	4.3	0.8	362	85	13/14	8/14
	H. lanceolatus	0.3	1.5	8	34	9/14	8/14
	H.immaculatus	7.7	0.7	275	20	13/14	7/14
	Toutes espèces	**12.3**	**3.1**	**645**	**138**	**8/14**	**8/14**

Tableau 138 : Captures moyennes en poids (mesuré, reporté en kg), en nombre (estimé) et nombre d'occurrence (nombre de radiales ayant occasionné des captures / nombre total de radiales) des différentes espèces de lançons obtenues lors des pêches expérimentales réalisées en mai 2012 et en septembre 2012 sur les radiales à l'intérieur et à l'extérieur du périmètre sollicité

D'après ces indicateurs :

- Toutes les radiales prospectées dans le périmètre ont occasionné la capture de lançons tant en mai qu'en septembre 2012. Pour les radiales situées à l'extérieur du périmètre, 8 radiales sur 9 ont occasionné des captures de lançons en mai 2012, mais seulement 3 sur 9 en septembre 2012.
- Des rendements, toutes espèces de lançons confondues, plus élevés ont été obtenus lors de la campagne de mai 2012 par rapport aux rendements obtenus en septembre 2012 tant à l'intérieur qu'à l'extérieur du périmètre (12,3 kg / trait en mai 2012 toutes stations confondues contre 3,1 kg / trait en septembre 2012).
- Des rendements moyens sensiblement plus élevés obtenus lors de la campagne de mai 2012 sur les radiales situées à l'intérieur du périmètre par rapport aux radiales situées à l'extérieur du périmètre avec un différentiel sensible de 16,8 kg / trait à l'intérieur contre 9,8 kg / trait à l'extérieur.
- Une situation inverse en septembre 2012 avec un rendement moyen sur les radiales extérieures supérieur au rendement moyen sur les radiales intérieures mais avec un différentiel relativement peu important par rapport à celui constaté en mai 2012 et sur des valeurs moyennes plutôt faibles (3,6 kg / trait à l'extérieur contre 2,2 kg par trait à l'intérieur).
- Entre mai et septembre 2012, un baisse sensible des captures de *H.immaculatus* sur les radiales situées tant à l'intérieur du périmètre qu'à l'extérieur (de 7,7 kg / trait en mai à 0,7 kg / trait en septembre toutes radiales confondues). Même constatation pour *G. semisquamatus* dont les captures baissent sensiblement entre mai et septembre sur toutes les radiales prospectées (de 4,3 kg / trait en mai à 0,8 kg / trait en septembre, toutes radiales confondues)
- A l'inverse, progression des captures moyennes par trait de *H. lanceolatus* entre mai et septembre, de 0,3 kg / trait en mai 2012 et 1,5 kg / trait en septembre 2012. L'augmentation des rendements de cette espèces est constatée tant à l'intérieur du périmètre (de 0,4 kg / trait en

mai 2012 à 1,1 kg / trait en septembre 2012) qu'à l'extérieur de celui-ci (de 0,3 kg / trait en mai à 0,8 kg / trait en septembre 2012).

3.7.1.2.3. Distribution en taille et en âge des individus

❖ Lançon jolivet *(H. immaculatus)*

La distribution en taille des lançons *H. immaculatus* capturés lors des campagnes de mai 2012 et septembre 2012 indique une population très resserrée autour d'un même mode qui se situe autour de 20 cm en mai et de 22 cm en septembre. Aucun individu de taille inférieure à 18 cm n'a été capturé, et les individus de plus de 30 cm ont été très rares. Il n'y a pas de différences sensibles entre les distributions en taille des lançons capturés dans le périmètre sollicité ou en dehors de celui-ci.

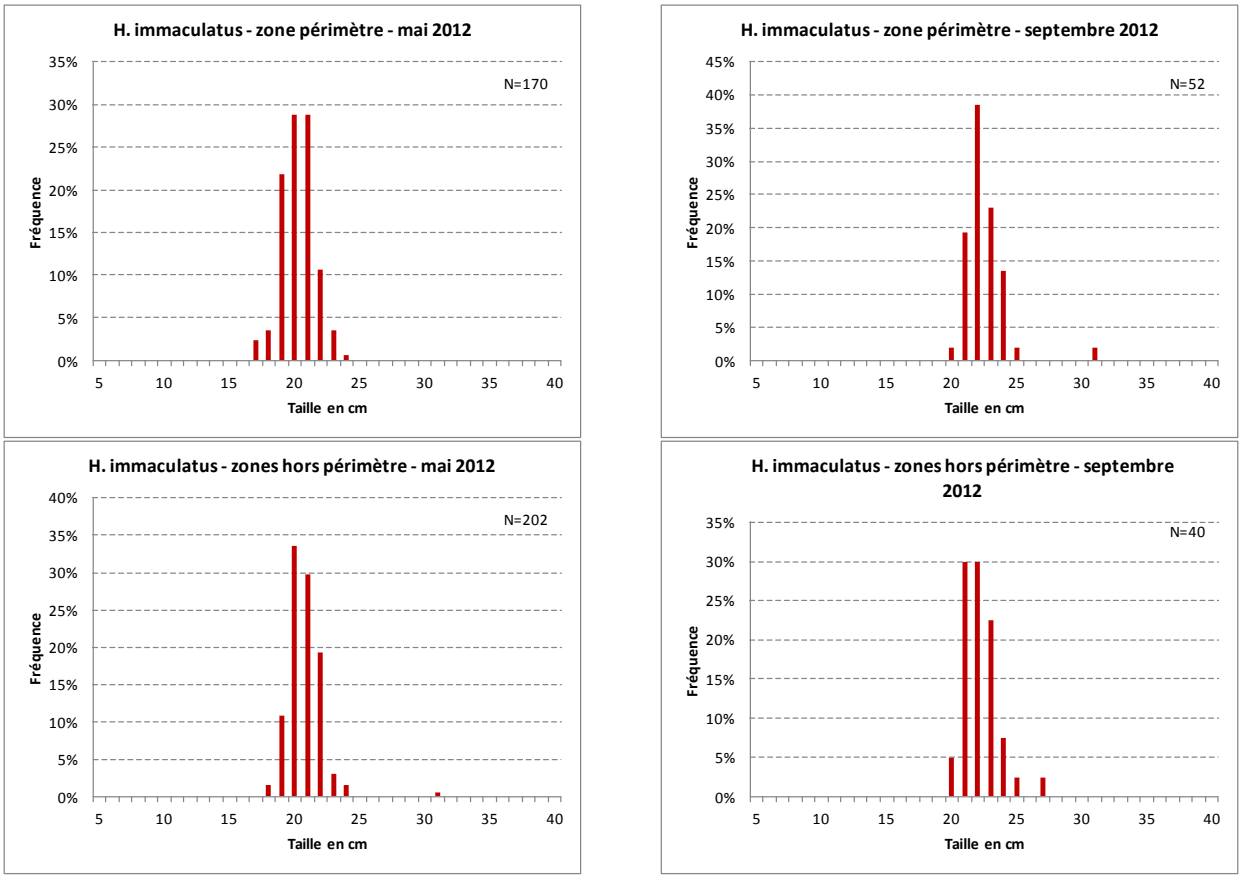


Figure 213 : Fréquence de taille des lançons verts H. immaculatus capturés en mai 2012 et septembre 2012 lors des pêches expérimentales réalisées sur les radiales situées à l'intérieur du périmètre (T_1 à T_5) et hors périmètre (T_6 à T_14)

Les éléments issus de la bibliographie et l'analyse des otolithes des *H. immaculatus* capturés permettent de mettre en évidence que la grande majorité des individus sont de la classe d'âge 2+ (2 ans révolus). Les quelques individus plus grands capturés pourraient appartenir à la classe d'âge 3+ (figure suivante). Les individus nés dans l'année (0+) ou âgés de 1 ans et plus (1+) sont absents des échantillons prélevés. Il est important de souligner la présence quasi-exclusive des individus appartenant au groupe 2+, correspondant à l'âge de la première maturité sexuelle, à ces deux dates.

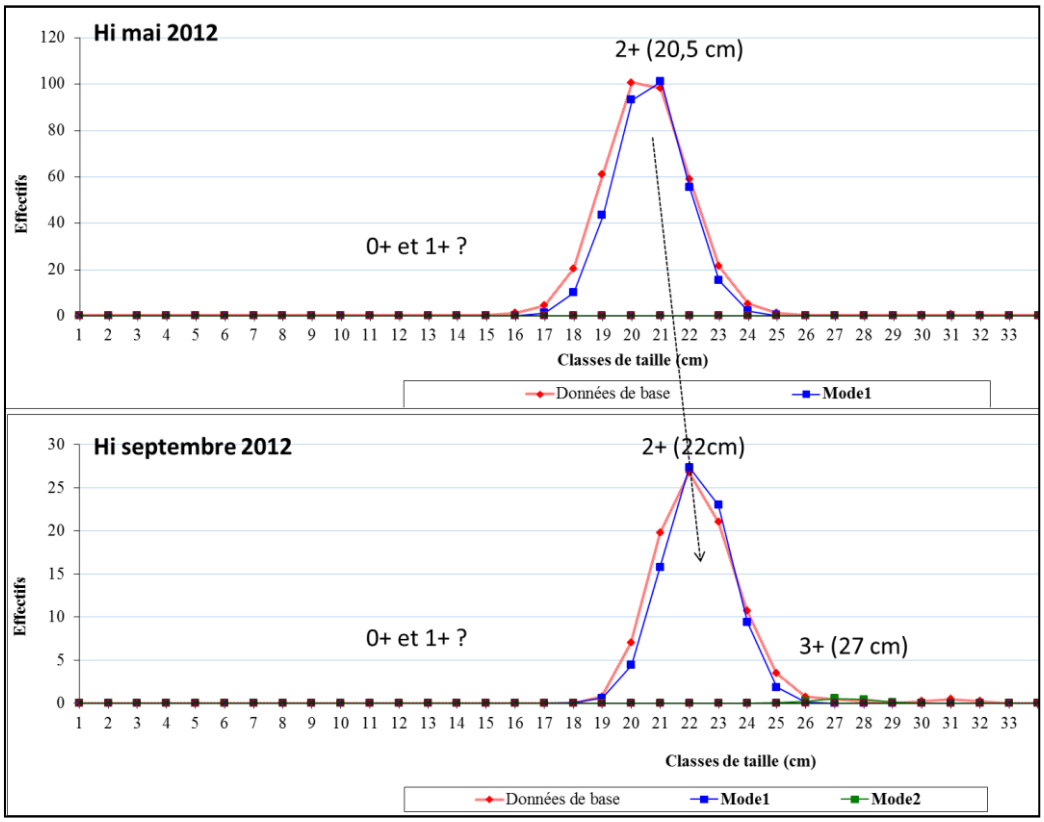
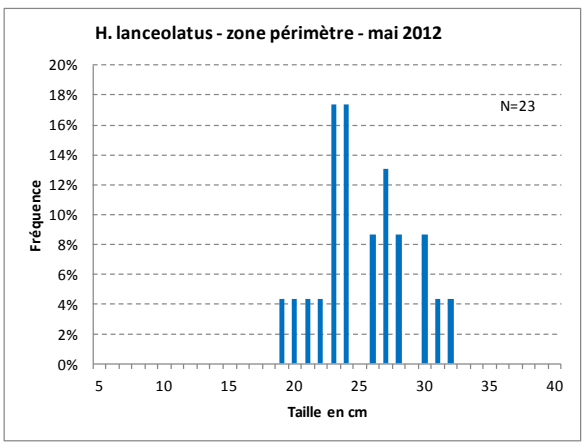
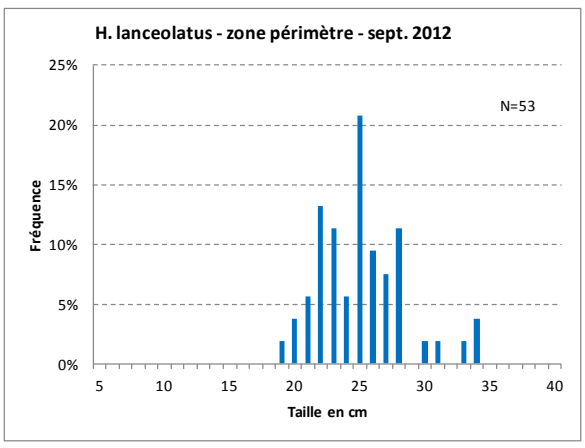


Figure 214 : Décomposition polymodale par la méthode de Battacharya des H.immaculatus en mai (haut) et septembre (bas) 2012. Date anniversaire fixée au 1er janvier

❖ Lançon commun (*H. lanceolatus*)

Contrairement à *H. immaculatus*, la distribution en taille *de H. lanceolatus* est beaucoup plus étalée. Les principaux éléments à retenir sont la rareté dans les échantillons de lançons de moins de 20 cm et l'apparition en septembre d'individus plus grands (35 cm +) qui n'avaient pas été vus en mai dans les échantillons. Par ailleurs, l'étalement des effectifs par classe de taille permet de suggérer que la reproduction pour cette espèce est étalée dans le temps. En mai et en septembre, les histogrammes de fréquence de tailles des Hyperoplus présents, dans et en dehors du périmètre autorisé à l'extraction, sont sensiblement équilibrés.





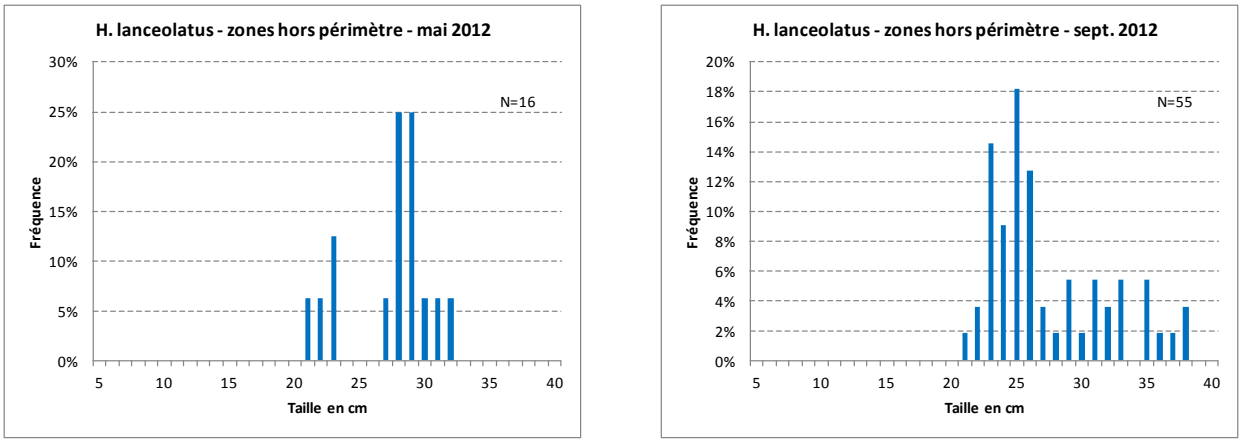


Figure 215 : Fréquence de taille des lançons jaunes H. lanceolatus capturés en mai 2012 et septembre 2012 lors des pêches expérimentales réalisées sur les radiales situées à l'intérieur du périmètre (T_1 à T_5) et hors périmètre (T_6 à T_14)

L'analyse de la distribution par classe d'âge validée par la lecture de quelques otolithes indique une majorité d'individus des groupes 1+ et 2+, avec quelques individus de la classe 3+. Les individus les plus grands capturés en septembre pourraient être âgés de 4 ans et 5 ans révolus. Cependant, le ralentissement probable de la croissance en fin de vie rend difficile l'identification de groupes d'individus dans ces grandes tailles.

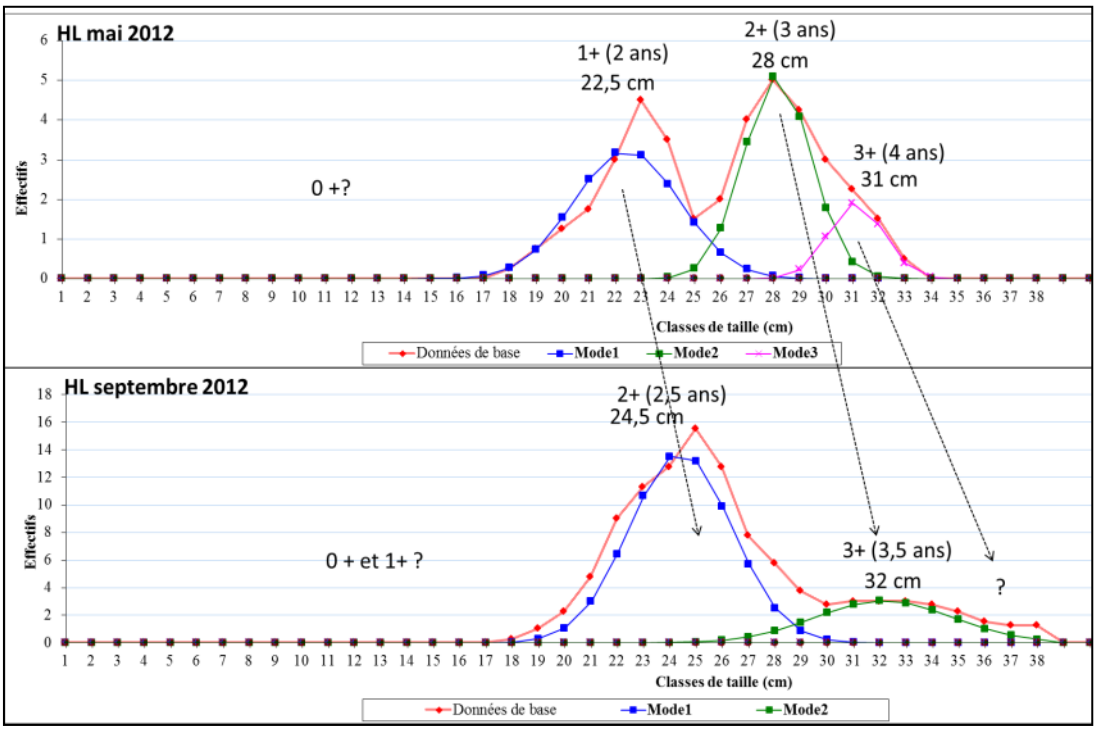


Figure 216 : Décomposition polymodale par la méthode de Battacharya des H. lanceolatus en mai (haut) et septembre (bas) 2012. Date anniversaire fixée au 1er mai

❖ Lançon aiguille (G. semisquamatus)

Les distributions en taille des *G. semisquamatus* capturés sont également relativement étalées. On relève cependant que les petits individus ont été capturés essentiellement à l'intérieur du périmètre et que les plus grands l'ont été essentiellement à l'extérieur de celui-ci. Il y aurait donc une ségrégation spatiale de la population avec la zone du périmètre sollicité abritant les jeunes et l'extérieur abritant les animaux plus grands.

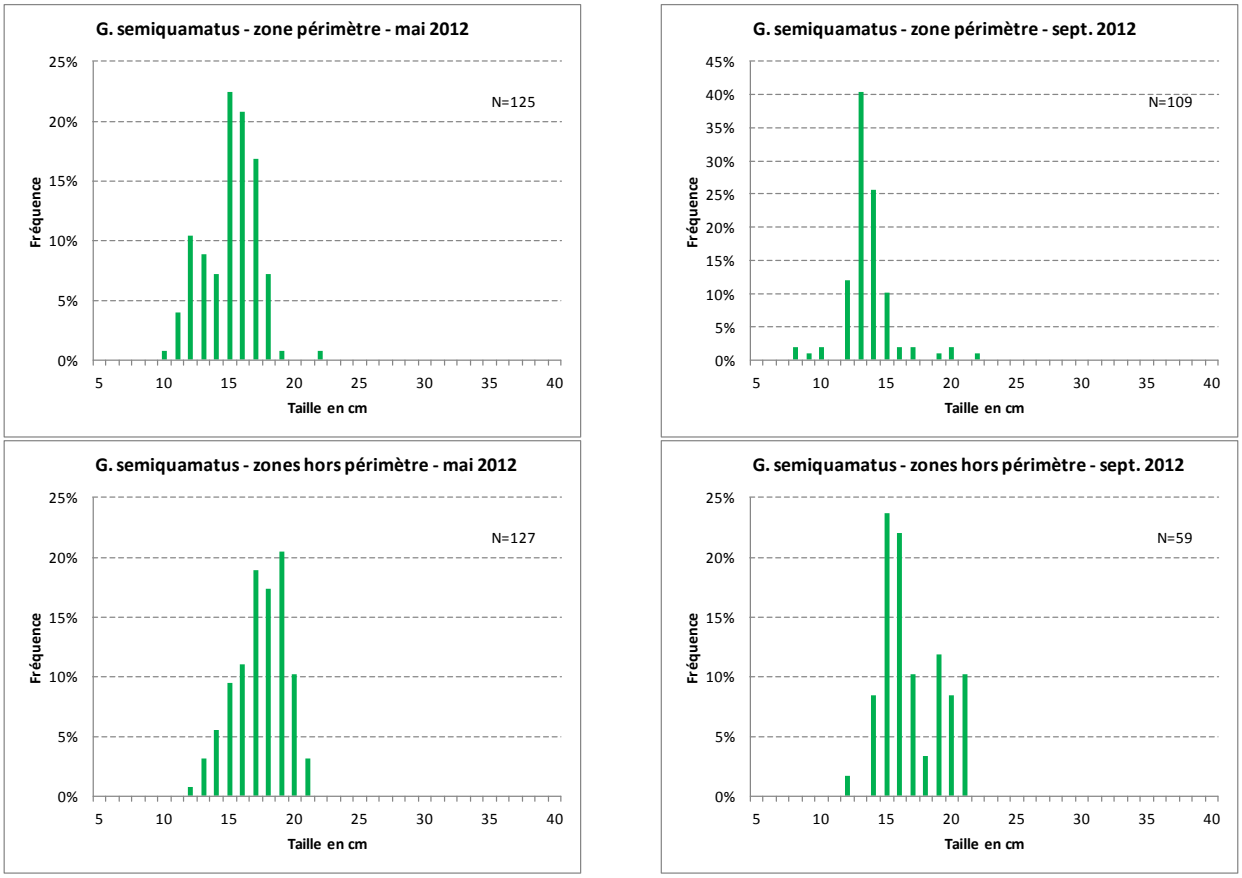


Figure 217 : Fréquence de taille des lançons gris G. semisquamatus capturés en mai 2012 et septembre 2012 lors des pêches expérimentales réalisées sur les radiales situées à l'intérieur du périmètre (T_1 à T_5) et hors périmètre (T_6 à T_14)

Le découpage de la population échantillonnée par classe d'âge, pour cette espèce, permet de suggérer la présence, sur le site, d'individus nés dans l'année (groupe 0+) avec des individus plus âgés (groupes 1+, 2+ et 3+). Les individus les plus jeunes (0+ et 1+) ne sont trouvés que dans le périmètre alors que les plus âgés (2+ et 3+) sont présents surtout à l'extérieur de celui-ci.

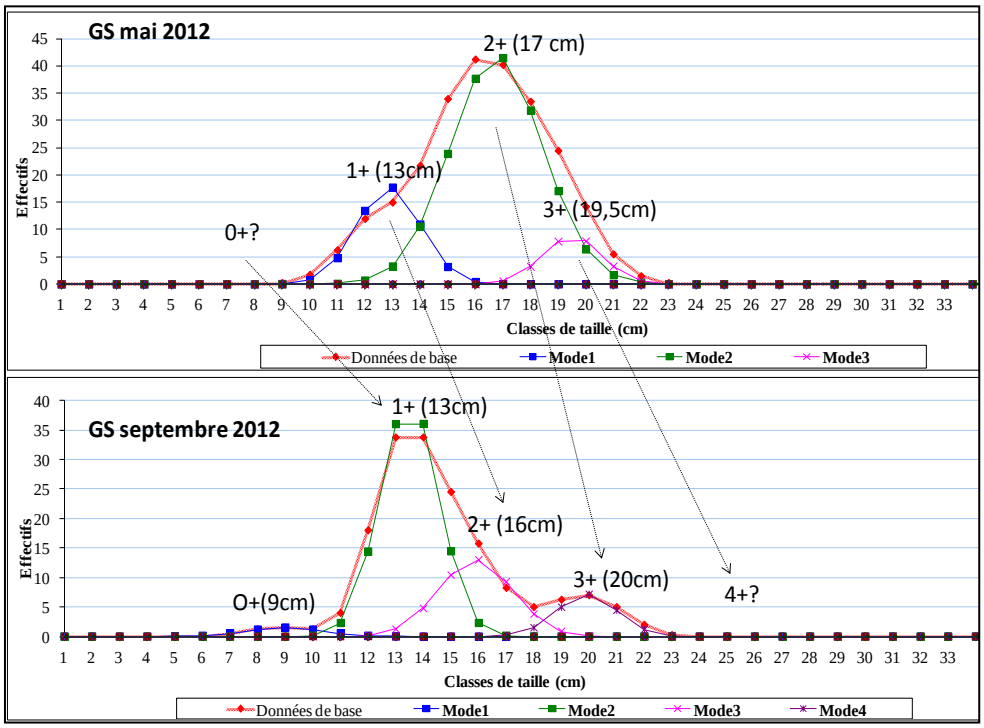


Figure 218 : Décomposition polymodale par la méthode de Battacharya des G. semisquamatus en mai (haut) et septembre (bas) 2012. Date anniversaire fixée au 1er mai

3.7.1.2.4. Le cycle biologique des trois espèces de lançons

Aucun individu des espèces *H. lanceolatus*, *H. immaculatus* et *G. semisquamatus* échantillonné en mai et en septembre n'était en état de se reproduire. Les observations ont cependant permis d'identifier une progression de l'état de maturation de *H. lanceolatus* entre mai et septembre. Aucune variation significative de l'état de maturation n'a été mesurée pour *H. immaculatus* et *G.semisquamatus*. Pour ce type d'analyse, la fréquence d'échantillonnage devrait être au minimum mensuelle afin d'identifier la période de reproduction précise pour chacune des espèces. A partir de 2015, la fréquence d'échantillonnage a été augmentée pour répondre à ces questionnements.

Les données issues de la bibliographie permettent d'identifier de manière synthétique ce que pourraient être les cycles annuels des différentes espèces (figure ci-dessous). Ces informations littéraires collectées se réfèrent à d'autres contextes environnementaux et peuvent par conséquent ne pas refléter le cycle des trois espèces sur le site de la Pointe d'Armor.

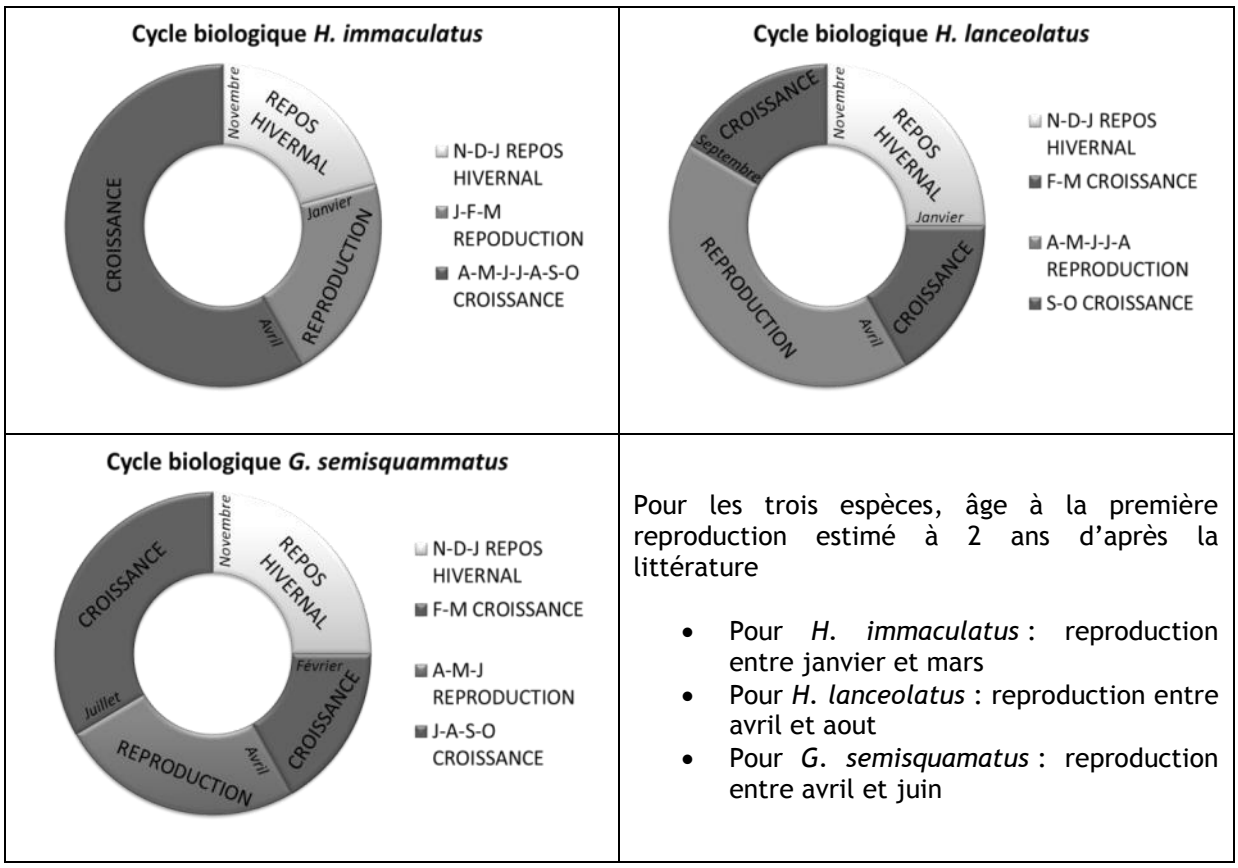


Figure 219 : Cycle annuel des trois espèces de lançons d'après les informations trouvées dans la bibliographie

D'après la bibliographie, les lançons déposent leurs œufs dans le sable et le développement larvaire pourrait avoir lieu dans la colonne l'eau voire à l'interface eau-sédiment. Les habitats sableux constituent ensuite des zones de repos et de protection dans lesquels les lançons s'enfouissent en particulier la nuit et lors des périodes de froid hivernal.

3.7.1.2.5. L'alimentation

L'analyse des valeurs isotopiques du foie et des muscles de *H. lanceolatus* et de *H. immaculatus* indique des caractéristiques d'alimentation différentes.

D'après les analyses, *H. lanceolatus* se situerait à un niveau trophique supérieur à celui de *H. immaculatus*. Cette première espèce pourrait avoir un régime plutôt piscivore avec la seconde parmi ses proies préférentielles. *H. immaculatus* serait davantage une espèce planctophage.

L'examen des différences entre certaines valeurs isotopiques mesurées dans le foie et dans le muscle de lançons capturés sur le site de Pointe d'Armor indique une relative stabilité avec une alimentation ancienne de la population sur la zone en ce qui concerne *H. lanceolatus*. Pour *H. immaculatus*, la comparaison des valeurs foie / muscle suggère un changement récent d'alimentation ou d'habitat.

Les caractéristiques du régime alimentaire de *G. semisquamatus* n'ont pas fait l'objet d'analyses spécifiques dans le cadre de cette première étude.

3.7.1.2.6. Connectivité entre les habitats

Il s'agissait d'identifier, à partir de traceurs microchimiques capturés dans les otolithes au fur et à mesure de l'avancée de la vie du poisson, d'éventuels changements de milieux entre la naissance et le prélèvement lors des campagnes expérimentales sur le site de la Pointe d'Armor.

Les principales conclusions sont :

- *H. lanceolatus* et *H. immaculatus* ont des traits de vie différents. Les signatures microchimiques indiquent que *H. immaculatus* est plus côtier que *H. lanceolatus* et qu'un changement d'habitat survient au cours du cycle biologique avec un déplacement vers des zones hauturières pour les deux espèces.
- Pour *H. immaculatus*, les éléments mesurés indiquent une arrivée relativement récente sur la zone tandis que pour les *H. lanceolatus* échantillonnés, l'arrivée sur la zone serait plus ancienne, un an ou plus.
- Pour les deux espèces, l'hétérogénéité des signatures élémentaires de l'otolithe entre les individus, tant dans les zones centrales de celui-ci correspondant aux phases larvaires, que dans la zone périphérique correspondant aux derniers mois de la vie, indique une diversité des habitats fréquentés au cours de la vie.

Au final, les données suggèrent que les populations de lançons échantillonnées sur la zone Pointe d'Armor sont fortement interconnectées avec tout un ensemble d'autres habitats à des échelles spatiales encore inconnues. Les différents individus de ces deux espèces ont fréquenté d'autres sites avant d'arriver là où ils ont été capturés.

Le même type d'analyse n'a pas été réalisé pour la troisième espèce *G. semisquamatus*.

3.7.1.3 Conclusion

Le résultat des campagnes expérimentales confirme que la zone à l'intérieur du périmètre sollicité et les zones adjacentes vers l'ouest sont des zones propices à la présence de lançons. Les lançons pêchés comprennent au moins trois espèces aux caractéristiques morphologiques différentes avec une espèce de petite taille, *Gymnammodytes semisquamatus* ou lançon gris (15 cm de longueur médiane dans les captures), une espèce de taille moyenne (21 cm) *Hyperoplus immaculatus* ou lançon vert et une espèce de plus grande taille (25 cm) *Hyperoplus lanceolatus* ou lançon jaune.

La plupart des radiales prospectées contenaient à la fois des *H. immaculatus* et des *G. semisquamatus*. En mai 2012, ces deux espèces ont représenté la majorité des captures en poids (*H. immaculatus*) et en

nombre estimé (*G. semisquamatus*). La présence d'*Hyperoplus lanceolatus* dans les captures est pratiquement constante à l'intérieur du périmètre, mais souvent non constatée dans les radiales conduites à l'extérieur de celui-ci. Cette espèce est beaucoup moins abondante que les autres (quelques dizaines d'individus capturés par radiale). En moyenne, les captures des trois espèces de lançons ont été plus importantes sur les radiales explorées en mai 2012 à l'intérieur du périmètre par rapport à celle explorées à l'extérieur de celui-ci. En septembre 2012, l'abondance de lançons a été environ 4 fois plus faible que celle mesurée en mai 2012.

Cette baisse d'abondance pourrait être causée par la migration entre ces deux périodes des espèces vers d'autres zones, ou par une diminution de la capturabilité par les chaluts liés à des modifications du comportement, comme par exemple une tendance plus prononcée à l'enfouissement dans le sédiment. Au contraire, l'abondance mesurée d'*Hyperoplus lanceolatus* a sensiblement augmenté entre mai et septembre, avec la présence de grandes classes de taille dans les captures de septembre qui n'ont pas été vues dans les captures en mai. L'abondance des lançons sur zone semble donc variable d'une période à une autre, et le futur suivi devra prendre en compte cette variabilité temporelle.

Les résultats obtenus, lors des pêches expérimentales et par le biais d'analyses biologiques approfondies en laboratoire de lançons capturés, permettent de proposer les premières hypothèses concernant le rôle écologique joué par la dune hydraulique de la Pointe d'Armor vis-à-vis de ces populations :

- Concernant *Hyperoplus immaculatus*, le site représente un habitat d'alimentation des individus et potentiellement de maturation sexuelle. Les individus de cette espèce sont arrivés relativement récemment sur la zone en ayant fréquenté d'autres habitats surtout côtiers auparavant. La zone ne constitue pas une nourricerie et probablement pas une frayère pour cette espèce comme le montrent l'absence de petits individus dans les captures et les analyses des pièces calcifiées. Ces dernières tendent à indiquer que les zones de nourriceries et de frayères sont plus côtières.
- S'agissant de *Gymnammodytes semisquamatus*, les éléments disponibles indiquent que la zone est un habitat permanent pour cette espèce. La présence de plusieurs classes d'âge dans les captures incluant des juvéniles suggère que le site de Pointe d'Armor représente une zone de nourricerie et de croissance. Le fonction zone de frayère est probable mais n'a pu être validée en raison d'un échantillonnage insuffisant.
- Enfin, concernant *Hyperoplus lanceolatus*, les éléments disponibles indiquent que comme pour *H. immaculatus*, la zone est un habitat supportant l'alimentation et la maturation sexuelle de l'espèce sans constituer une zone de frayère ou de nourricerie. La principale différence est que cette espèce fréquente des habitats marins plus tôt dans son cycle de vie après avoir passé les premiers stades de son développement dans des habitats côtiers. Et que cette espèce a une position plus haute dans la chaîne trophique.

Les analyses indiquent en outre que le site de Pointe d'Armor est fortement connecté avec d'autres habitats côtiers pour *H. immaculatus* et marins pour *H. lanceolatus*. En d'autres termes, les individus de

ces deux espèces prélevés lors des campagnes expérimentales ne proviennent pas d'une population à l'extension limitée à la zone prospectée, mais appartiennent à des populations qui s'étendent sur une dimension locale voire régionale que l'on ne peut préciser en l'état des connaissances. Le site de Pointe d'Armor est fréquenté par une proportion non connue des individus de ce stock régional lors de leurs phases de croissance et de maturation sexuelle. Les autres phases de vie se déroulent vraisemblablement dans d'autres habitats pouvant être plus côtiers voire estuariens ou hauturiers suivant les espèces. Concernant *G. semisquamatus*, la connexion entre le site de Pointe d'Armor et d'autres sites régionaux marins ou côtiers n'a pu être appréciée faute d'analyses biologiques spécifiques.

3.7.2 Campagne 2015

Afin de compléter les données obtenues en 2012 et poursuivre l'étude scientifique mise en place sur le lançon, de nouvelles campagnes ont eu lieu en 2015. Les analyses scientifiques n'ont pas encore eu lieu, ce chapitre présente les premiers résultats disponibles pour l'année 2015.

3.7.2.1 Pêches expérimentales de lançons au chalut

Les pêches expérimentales au chalut ont pour principaux objectifs de suivre l'abondance en lançons sur la zone, et de mesurer la structure en taille des populations présentes.

En 2015, deux nouvelles campagnes d'échantillonnage des populations de lançons ont été menées. Elles ont eu lieu pour la première les 24 et 25 juin 2015, et les 9 et 10 septembre 2015 pour la seconde. Aucune campagne similaire n'avait été conduite depuis 2012.

Les campagnes d'échantillonnage ont été conduites depuis le navire de pêche HYPERBOLE affrété pour l'occasion. Deux personnels scientifiques de F&S ont embarqué à bord. L'équipage habituel du navire (M & V Cadren) s'occupait de la navigation et des opérations de manutention de l'engin de pêche, tandis que l'équipage scientifique suivait la mise en œuvre du plan d'échantillonnage et réalisait les mesures.

Les prélèvements ont été effectués avec l'engin de pêche habituel du navire, c'est-à-dire un chalut 2 faces de 14 m de corde de dos gréé avec un maillage étiré de 120 mm dans les ailes et 90 mm ailleurs. Le cul de chalut est doublé à l'intérieur d'un maillage fin de 1 à 2 mm grâce à une nappe fixée à partir du gorget. Le chalut est ouvert et tenu au fond par des panneaux de 180 kg chacun. C'est avec ce chalut que les armateurs de l'HYPERBOLE capturent les lançons qu'ils utilisent comme appât pour les palangres à bar.

Durant chacune des deux campagnes, 14 traits de chalut ont été réalisées dont 5 situés dans le périmètre et 9 réparties autour de ce périmètre suivant les recommandations de IFREMER (2011b) concernant la répartition de l'effort d'échantillonnage pour la mise en œuvre de mesures de l'état initial et le suivi des ressources halieutiques dans le cadre d'une exploitation de granulats marins. Les positions des traits sont les mêmes que celles de 2012. La figure suivante indique les positions des traits de chaluts réalisés en septembre 2015.

Comme pour les campagnes précédentes, la durée de chaque trait a été fixée à 10 mn à partir du moment où le chalut touche le fond après le filage. Les positions de filage, de virage sont relevées ainsi que les profondeurs indiquées au sondeur. Le chalut était tracté à une vitesse oscillant autour de 2.5 nœuds

suivant l'orientation du courant. La distance moyenne parcourue par le chalut sur le fond à chaque trait est par conséquent d'environ 770 m, et la surface balayée d'environ 5 400 m²[24].

Pour chaque trait de chalut, les captures ont été triées. Les lançons capturés ont été stockés à bord sans tri par espèce dans des bacs. Les autres poissons ont été identifiés au niveau de l'espèce et mesurés à bord. Les poids de ces différents poissons autres que les lançons ont ensuite été estimés à l'aide des relations taille-poids utilisées par l'IFREMER.
Une fois au port, les captures de lançons ont été débarquées, triées par espèce et pesées. Quand la capture de lançon était relativement peu importante (moins de 8 kg), tous les individus étaient triés. Quand la capture était importante (8 kg et plus), on prélevait dans le lot un sous-échantillon d'environ 5 kg qui était trié par espèce.

Pour chaque trait, au moins 30 lançons pris au hasard de chaque espèces ont été mesurés (longueur à la fourche au cm inférieur). Quand il n'y avait pas 30 lançons disponibles, le nombre de lançons mesurés était celui capturé.

3.7.2.2 Echantillonnages biologiques

Le Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN) / Station de Dinard a accepté de prendre en charge des échantillons de lançons afin de réaliser une série de mesures biologiques. Le protocole mis en œuvre prévoit des analyses de lançons prélevés chaque mois sur la zone. Ces analyses porteront sur les pièces dures (otholites) et les tissus des échantillons afin de chercher à déterminer en particulier les périodes de reproduction et le caractère migratoire des différentes espèces (dimensions géographiques des populations concernées : stocks locaux, infra-régionaux ou régionaux).

Des lots comprenant les trois espèces de lançons ont donc été mis de côté et congelés, avant d'être acheminés à la Station de Dinard. Les lots ont été prélevés lors des campagnes expérimentales en juin et en septembre 2015, et par les pêcheurs eux-mêmes en mai 2015, juillet 2015 et août 2015. Il n'y aura pas de lots prélevés après septembre 2015 car les navires arrêtent la pêche aux lançons sur la zone pour reprendre l'exploitation de la coquille Saint-Jacques. Les prochains lots seront prélevés à partir d'avril 2016 quand les navires reprendront la pêche aux lançons.

Le MNHN dispose par conséquent de 5 lots mensuels de lançons prélevés entre mai et septembre 2015 inclus.

[24] En faisant l'hypothèse que l'ouverture horizontale du chalut est équivalente à la moitié de la longueur de la corde de dos.

3.7.2.3 Premiers résultats

3.7.2.3.1. Pêches expérimentales de lançons au chalut

Au moins trois espèces de lançons ont été capturées lors des opérations de pêche expérimentales. Ces espèces ont été identifiées sur la base des critères macroscopiques proposés par Iglésias (2012). Il s'agit de :

- *Gymnammodytes semisquamatus (Jourdain, 1879) - nom commun : lançon aguille - nom local : lançon gris ;*
- *Hyperoplus lanceolatus (Le Sauvage, 1824) - nom commun : lançon commun - nom local : lançon jaune ;*
- *Hyperoplus immaculatus (Corbin, 1950) - nom commun : lançon jolivet - nom local : lançon vert.*

Le tableau suivant présente les tailles minimales, maximales, médianes et moyennes des lançons de chaque espèce mesurées lors des opérations de pêche expérimentale de juin et septembre 2015.

	Minimum (cm)	Maximum (cm)	Médiane (cm)	Moyenne (cm)
Gymnammodytes semisquamatus	4	21	15	15.4
Hyperoplus lanceolatus	19	34	25	24.7
Hyperoplus immaculatus	16	26	20	20.6

Tableau 139 : Tailles minimales, maximales, médianes et moyennes mesurées pour chaque espèce de lançon rencontrée lors des opérations de pêche expérimentales de juin et septembre 2015 dans et autour du périmètre.

3.7.2.3.2. Indicateurs d'abondance mesurés lors des campagnes

Le tableau suivant présente les captures moyennes de lançons en poids et en nombre dans les stations situées à l'intérieur du périmètre et à l'extérieur de celui-ci[25]. L'occurrence signale le nombre de traits dans lesquels les espèces ont été trouvées par rapport au nombre total de traits effectués. Les nombres de lançons capturés ont été estimés en utilisant les relations taille-poids trouvées dans la littérature (Bellec (1981) ; Kopp (1978) ; Froese and Pauly (2012)) et les longueurs moyennes des lançons capturés.

	Espèces	Poids (kg / trait)		Nombre (ind. / trait)		Occurrence	
		Juin	Septembre	Juin	Septembre	Juin	Septembre
Intérieur (radiales T_1 à T_5)	*G. semisquamatus*	0.8	0.0	98	1	5/5	1/5
	H. lanceolatus	0.1	0.2	2	6	4/5	4/5
	H.immaculatus	0.0	0.4	1	16	4/5	5/5
	Toutes espèces	**0.9**	**0.6**	**101**	**22**	**5/5**	**5/5**
Extérieur (radiales T_6 à T_14)	*G. semisquamatus*	0.9	0.3	107	26	6/9	4/9
	H. lanceolatus	0.0	0.0	1	1	3/9	2/9
	H.immaculatus	0.0	0.0	1	0	2/9	3/9
	Toutes espèces	**0.9**	**0.3**	**109**	**27**	**6/9**	**6/9**
Toutes radiales	*G. semisquamatus*	0.9	0.2	104	17	11/14	5/14
	H. lanceolatus	0.1	0.1	1	2	7/14	6/14
	H.immaculatus	0.0	0.2	1	6	6/14	8/14
	Toutes espèces	**1.0**	**0.4**	**106**	**25**	**11/14**	**11/14**

Tableau 140 : Captures moyennes en poids (mesuré, reporté en kg) et en nombre (estimé) et nombre d'occurrence (nombre de radiales ayant occasionné des captures / nombre total de radiales) des différentes espèces de lançons obtenues lors des pêches expérimentales réalisées en juin 2015 et en septembre 2015 sur les radiales à l'intérieur et à l'extérieur du périmètre sollicité.

[25] Le détail des captures par traits figure dans les comptes-rendus de campagne rédigés à l'issue de chaque opération.

3.7.2.3.3. Distribution en tailles des lançons capturés

Les figures suivantes présentent les fréquences de taille des trois espèces de lançons capturés lors des pêches expérimentales conduites sur les radiales à l'intérieur du périmètre (radiales T_1 à T_5) et en dehors (radiales T_6 à T_14) en juin 2015 et en septembre 2015.

- *H. immaculatus*

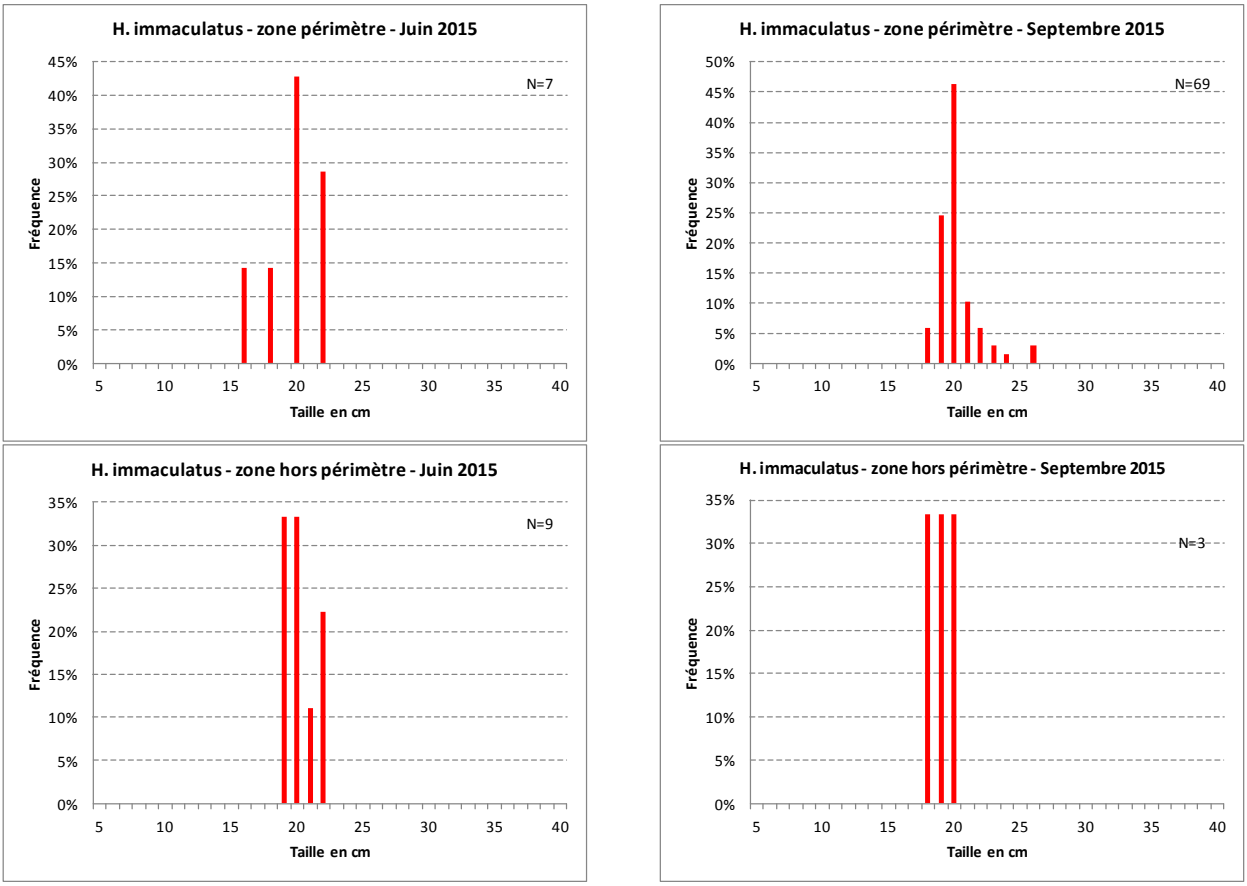


Figure 220 : Fréquence de taille des lançons verts H. immaculatus capturés en juin 2015 et septembre 2015 lors des pêches expérimentales réalisées sur les radiales situées à l'intérieur du périmètre (T_1 à T_5) et hors périmètre (T_6 à T_14).

❖ *G. semisquamatus*

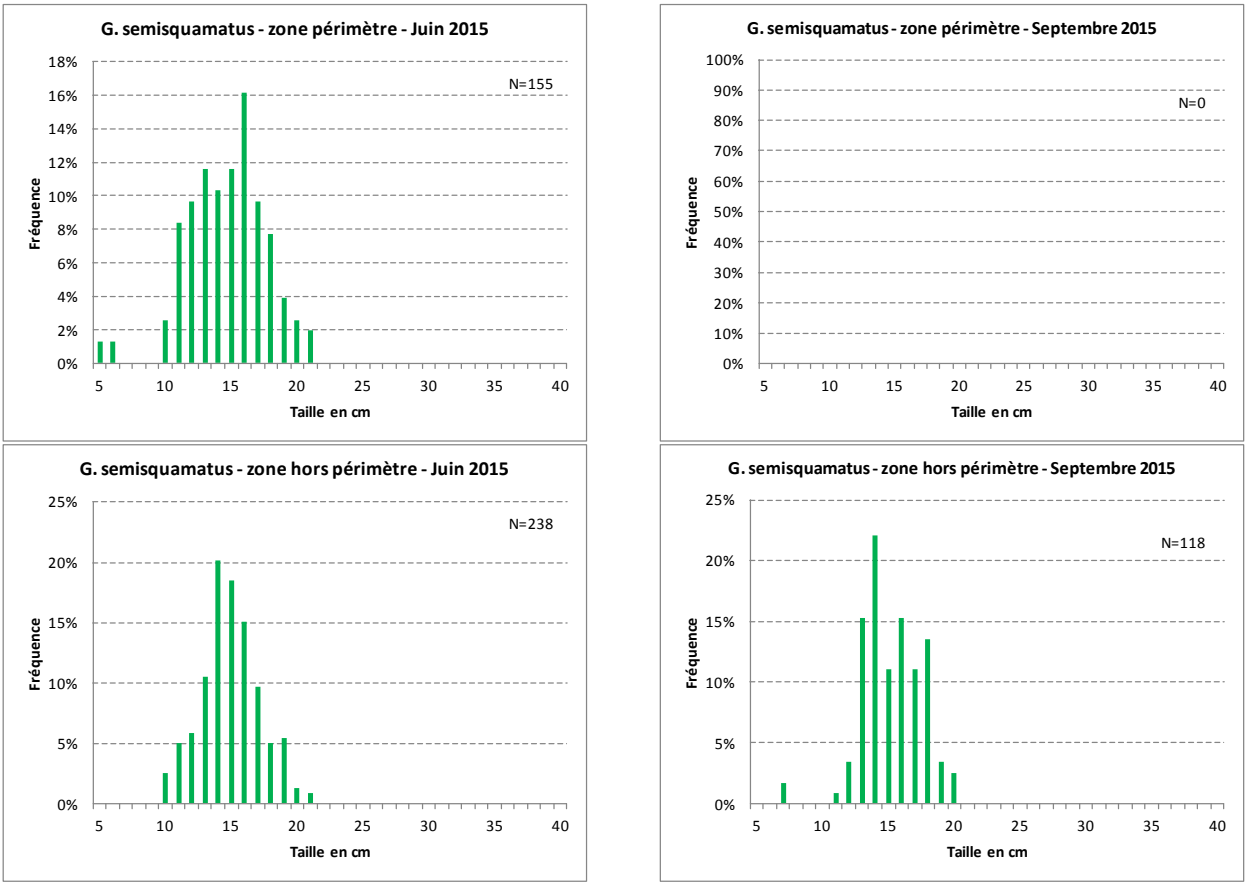


Figure 221 : Fréquence de taille des lançons gris G. semisquamatus capturés en juin 2015 et septembre 2015 lors des pêches expérimentales réalisées sur les radiales situées à l'intérieur du périmètre (T_1 à T_5) et hors périmètre (T_6 à T_14). Le graphique concernant la zone périmètre en septembre 2015 est vide car les captures de G. Semisquamatus ont été pratiquement nulles.

❖ *H. lanceolatus*

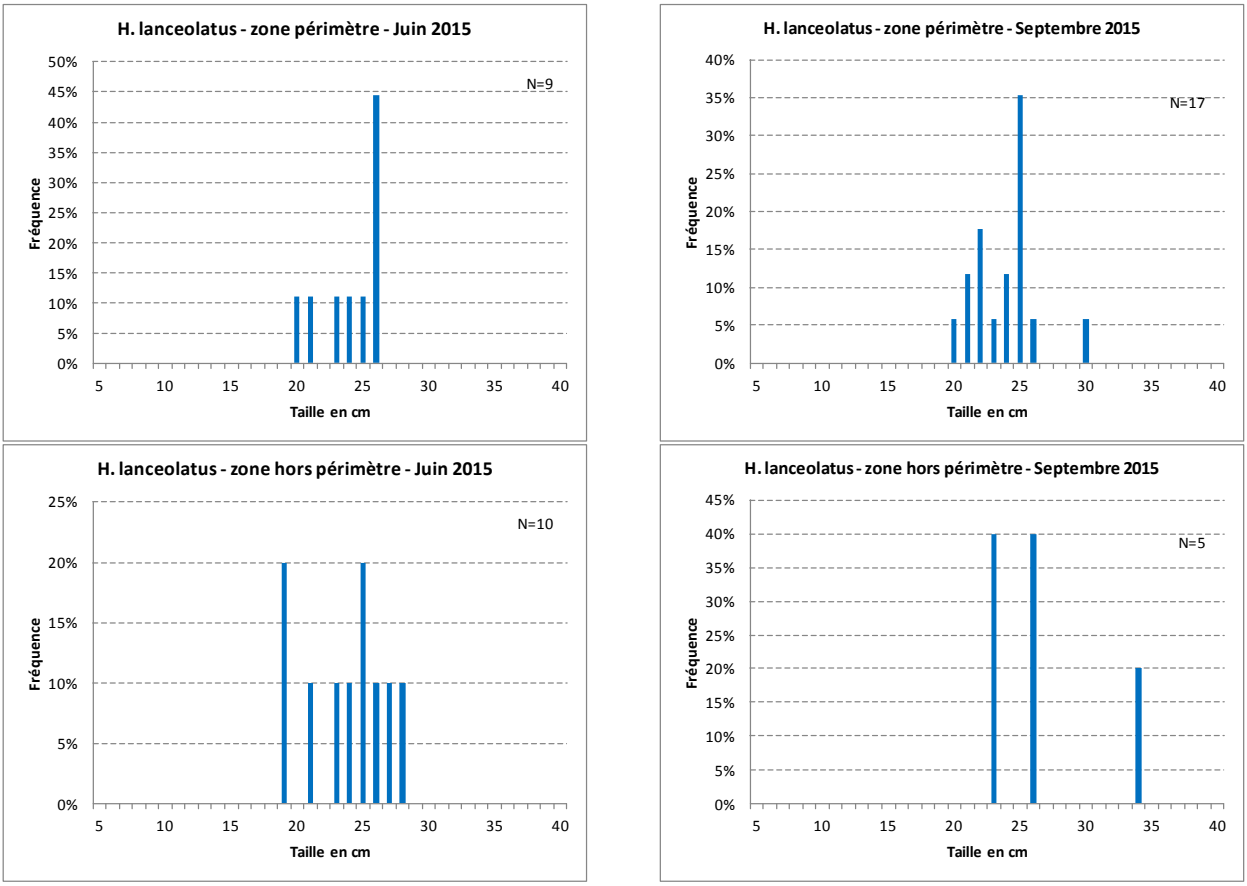


Figure 222 : Fréquence de taille des lançons jaunes* H. lanceolatus *capturés en juin 2015 et septembre 2015 lors des pêches expérimentales réalisées sur les radiales situées à l'intérieur du périmètre (T_1 à T_5) et hors périmètre (T_6 à T_14).

3.7.3 Autres espèces pêchées en association avec les lançons

Lors des pêches expérimentales menées sur la zone de Pointe d'Armor pour échantillonner les populations de lançons, les captures ramenées à bord à chaque coup de chalut contenaient d'autres espèces qui ont été identifiées et mesurées. Une analyse des données ainsi récoltées a été réalisée afin de compléter les données issues des prélèvements effectués au chalut à perche et au GOV sous l'objectif de déterminer si la zone de Pointe d'Armor présente une fonctionnalité écologique particulière pour ces autres espèces, notamment aux stades juvéniles.

3.7.3.1 Matériel et méthodes

3.7.3.1.1. Méthodes employées

Hormis les lançons qui ont fait l'objet d'une procédure d'échantillonnage spécifique, les espèces capturées dans le chalut ont été triées au niveau de l'espèce puis chaque individu a été mesuré suivant les standards applicables, mais sans sexage. Ces mesures ont concerné les différentes espèces de poissons, de requins et de raies ramenées à bord[26], à l'exception des vives et des torpilles pour des raisons de sécurité. Etant donné que le nombre d'espèces était relativement réduit à chaque trait de chalut, les mesures ont porté sur l'intégralité des individus ramenés à bord.

Ce protocole d'échantillonnage a permis de constituer une base de données contenant pour les 4 campagnes et les 14 radiales échantillonnées à chaque campagne, la longueur de chaque individu capturé par le chalut.

Le tableau suivant présente pour chaque espèce identifiée dans les captures, les nombres d'individus capturés et mesurés lors des 4 marées expérimentales menées sur la zone sujette à échantillonnage.

[26] Les céphalopodes, crustacés et bivalves ramenés à bord n'ont pas été mesurés.

Nom commun	Nom scientifique	2012		2015		Total	% total
		Mai	Sept.	Juin	Sept.		
Grondin rouge	*Aspitrigla cuculus*	31	97	36	63	227	19%
Callionyme lyre	*Callionymus lyra*	120	19	70	18	227	19%
Sole-perdrix	*Microchirus variegatus*	31	28	52	77	188	16%
Arnoglosse	*Arnoglossus spp*	40	33	64	41	178	15%
Petite roussette	*Scyliorhinus canicula*	13	19	44	32	108	9%
Plie commune	*Pleuronectes platessa*	24	10	10	10	54	5%
Sole commune	*Solea solea*	18	13	14	2	47	4%
Raie lisse	*Raja brachyura*	3	7	13	16	39	3%
Chinchard commun	*Trachurus trachurus*	4	3		17	24	2%
Tacaud commun	*Trisopterus luscus*	13				13	1%
Grondin perlon	*Chelidonichthys Lucerne*	7	4		1	12	1%
Barbue	*Scophthalmus rhombus*	1	5	2	3	11	1%
Raie brunette	*Raja undulata*	3		3	3	9	1%
Rouget barbet	*Mullus surmuletus*				8	8	1%
Limande sole	*Microstomus kitt*	3	1	2		6	1%
Saint Pierre	*Zeus faber*	3	2			5	0%
Bar commun	*Dicentrarchus labrax*	2			1	3	0%
Emissole tachetée	*Mustelus asterias*		1		2	3	0%
Sole pole	*Pegusa lascaris*		3			3	0%
Ha	*Galeorhinus galeus*			1		1	0%
Lotte	*Lophius piscatorius*			1		1	0%
Pageot commun	*Pagellus erythrinus*			1		1	0%
Pocheteau	*Dipturus batis*			1		1	0%
Raie	*Raja spp*	1				1	0%
Raie douce*	*Raja montagui*			1		1	0%
Raie mélée	*Raja microocellata*				1	1	0%
Turbot*	*Scophthalmus maximus*	1				1	0%
Total		**318**	**245**	**315**	**295**	**1173**	

Tableau 141 : Liste des espèces et nombres d'individus capturés lors des 4 campagnes d'échantillonnage de lançons sur la zone Pointe d'Armor

Le tableau indique que certaines espèces ont été trouvées de manière régulière dans les captures. Il d'agit notamment du grondin rouge, du callionyme lyre, de la sole perdrix et des arnoglosses. Ces quatre espèces concentrent 69% du nombre des individus capturés lors des pêches expérimentales aux lançons.
Quatre autres espèces ont été capturées de manière régulière, mais dans des proportions moindres. Il s'agit de la petite roussette, de la sole commune, de la plie commune et de la raie lisse. Les effectifs

capturés de ces espèces plus les effectifs capturés des espèces présentées plus hauts représentent 91% du nombre d'individus capturés.

Pour les 19 autres espèces, les captures ont été moins importantes avec des présences irrégulières suivant les campagnes. Pour les espèces du bas du tableau, les captures ont été anecdotiques. Cela ne signifie pas nécessairement que ces espèces, ni d'autres non-mentionnées dans le tableau, ne sont pas présentes sur la zone à des stades juvéniles et/ou adultes, mais peut indiquer qu'elles ne sont que peu ou pas capturables sous les conditions de mise en œuvre du protocole d'échantillonnage (type de chalut, période de la journée ou de l'année)

3.7.3.1.2. Traitement des données

Il est nécessaire de distinguer les stades juvéniles des stades adultes dans les captures obtenues lors des campagnes expérimentales et par conséquent, d'établir une limite permettant d'affecter un individu dans l'un de ces deux ensembles. Par convention, on considère que les individus juvéniles sont ceux qui n'ont pas atteint la taille moyenne à la première maturité.

Ces tailles à la première maturité ont été établies de deux manières :

- **Pour les espèces soumises à une taille réglementaire minimale**, la limite juvénile-adulte a été fixée à ce seuil. Les tailles minimales réglementaires sont effet destinées à protéger les juvéniles d'organismes marins.

- **Pour les espèces non-soumises à une taille réglementaire**, la limite juvénile-adulte a été recherchée en identifiant dans la littérature scientifique disponible les tailles à la première maturité le plus souvent définies par l'indicateur L50 donnant la taille à laquelle 50% des individus sont matures. Quand la littérature scientifique donne deux longueurs différentes pour les mâles et les femelles, la plus petite longueur a été fixée comme limite pour les besoins de cette étude.

Quand l'information était disponible, la taille seuil retenue est celle qui s'applique à la zone Manche Ouest.

Le tableau suivant présente les tailles à maturité retenue dans le cadre de cette étude pour déterminer la limite juvénile-adulte. Quand une taille réglementaire est fixée, celle-ci a été privilégiée. Dans le cas contraire, des recherches bibliographiques ont permis de déterminer une valeur. A noter que la source Fishbase (Froese and Pauly, 2015) n'a été utilisée qu'en dernier recours car la base de données concernée est de portée mondiale et souvent peu transparente sur les sources utilisées. Les tailles à la première maturité issues de cette référence sont donc à prendre avec précaution.

Nom commun	Nom scientifique	Taille maturité (cm)	Référence
Arnoglosse	*Arnoglossus spp*	12	Felix *et al.* (2011)
Bar commun	*Dicentrarchus labrax*	42	Rég. Exécution (UE) 2015/1316 [27]
Barbue	*Scophthalmus rhombus*	30	Arrêté du 28 janvier 2013[28]
Callionyme lyre	*Callionymus lyra*	17	Froese and Pauly (2015)
Chinchard commun	*Trachurus trachurus*	15	Reg (CE) 850/98
Emissole tâchetée	*Mustelus asterias*	80	Froese and Pauly (2015)
Grondin perlon	*Chelidonichthys lucerna*	21	Froese and Pauly (2015)
Grondin rouge	*Aspitrigla cuculus*	25	Dorel (1986)
Ha	*Galeorhinus galeus*	n.d.	
Limande sole	*Microstomus kitt*	25	Arrêté du 29 janvier 2013
Lotte	*Lophius piscatorius*	50	Arrêté du 29 janvier 2013
Pageot commun	*Pagellus erythrinus*	n.d.	
Petite roussette	*Scyliorhinus canicula*	54	Dorel (1986)
Plie commune	*Pleuronectes platessa*	27	Reg (CE) 850/98
Pocheteau	*Dipturus batis*	160	Froese and Pauly (2015)
Raie brunette	*Raja undulata*	78	Stephan *et al.* (2014)
Raie douce	*Raja montagui*	53	Gallagher *et al.* (2005)
Raie lisse	*Raja brachyura*	88	Stephan *et al.* (2014)
Raie mêlée	*Raja microocellata*	70	Froese and Pauly (2015)
Rouget barbet	*Mullus surmuletus*	15	Arrêté du 29 janvier 2013[29]
Saint Pierre	*Zeus faber*	29	Dorel (1986)
Sole commune	*Solea solea*	24	Reg (CE) 850/98[30]
Sole pole	*Pegusa lascaris*	22	Felix *et al.* (2011)
Sole-perdrix	*Microchirus variegatus*	14	Felix *et al.* (2011)
Tacaud commun	*Trisopterus luscus*	20	Anonyme (2010)
Turbot	*Scophthalmus maximus*	30	Arrêté du 28 janvier 2013

Tableau 142 : Taille à la première maturité retenues pour séparer les juvéniles des adultes dans les effectifs capturés

[27] Règlement d'exécution (UE) 2015/1316 de la Commission du 30 juillet 2015 portant dérogation au règlement (CE) n° 850/98 du Conseil en ce qui concerne la taille minimale de référence de conservation pour le bar (*Dicentrarchus labrax*)

[28] Arrêté du 28 janvier 2013 déterminant la taille minimale ou le poids minimal de capture et de débarquement des poissons et autres organismes marins pour la pêche professionnelle

[29] Arrêté du 29 janvier 2013 modifiant l'arrêté du 26 octobre 2012 déterminant la taille minimale ou le poids minimal de capture des poissons et autres organismes marins (pour une espèce donnée ou pour une zone géographique donnée) effectuée dans le cadre de la pêche maritime de loisir

[30] Règlement (CE) N° 850/98 du Conseil du 30 mars 1998 visant à la conservation des ressources de pêche par le biais de mesures techniques de protection des juvéniles d'organismes marins

Ces seuils étant fixés, la méthode d'analyse consiste principalement à analyser les distributions en taille des espèces capturées, d'isoler dans ces distributions en taille les individus de taille inférieure à la taille fixée comme déterminante du passage au stade adulte et d'analyser la répartition spatiale des juvéniles capturés.

A noter que les juvéniles identifiés peuvent regrouper plusieurs classes d'âges au stade pré-adulte. Par exemple, la sole commune qui est mature à 3 ans (env. 24 cm) aura 3 cohortes aux stades juvéniles : ceux nés dans l'année (le groupe 0 mesurant moins de 15 cm), ceux âgés d'un an (le groupe 1 avec des individus mesurant entre 15 et 20 cm), et enfin ceux âgés de deux ans (le groupe 2 mesurant entre 20 et 24 cm[31]). Pour les raies qui ne sont matures qu'à 7-8 ans, les stades juvéniles comprennent des cohortes composées d'autant de classes d'âge et de taille.

3.7.3.2 Résultats

3.7.3.2.1. Présentation des résultats

Des analyses de l'abondance en juvéniles dans les captures ont été faites pour les 8 espèces pour lesquelles les effectifs capturés étaient suffisamment élevés (plus de 30) pour pouvoir dégager des informations. Ces espèces sont les huit premières du Tableau 141, soit dans cet ordre :

Nom commun	Nom scientifique
Grondin rouge	*Aspitrigla cuculus*
Callionyme lyre	*Callionymus lyra*
Sole-perdrix	*Microchirus variegatus*
Arnoglosse	*Arnoglossus spp*
Petite roussette	*Scyliorhinus canicula*
Sole commune	*Solea solea*
Plie commune	*Pleuronectes platessa*
Raie lisse	*Raja brachyura*

Nb : ces huit espèces représentent 1 068 spécimens capturés lors des 4 campagnes de pêche sur un effectif total de 1 173, soit 91% du nombre total de spécimens capturés, hors lançons et autres espèces non-mesurées.

[31] Voir courbe de croissance de la sole sur *http://wwz.ifremer.fr/peche/Le-monde-de-la-peche/La-gestion/combien/Tailles-minimales/Poissons-Manche-Mer-du-Nord/Croissance-et-maturite-sexuelle-de-la-sole*

Pour chacune de ces espèces, les informations sont résumées de la façon suivante :

Espèce	Nom de l'espèce	
Valeur commerciale 2014	Prix moyen sous les criées françaises*	
Proportion de juvéniles dans les captures	Nombre de juvéniles sur nombre total d'individus capturés	
Différences abondance entre les radiales ?	Test Chi² sur le nombre de juvéniles capturés par station**	
Principales radiales où des juvéniles ont été trouvés	ID radiale	% total juvéniles
	Nom de la radiale	Nombre de juvéniles capturés sur cette radiale / nombre total de juvéniles capturés de cette espèce
	…	…
	Total	**Total cumulé des % de juvéniles capturés sur les radiales désignées**

* Source : FranceAgriMer (2015)
** Test permettant de déterminer s'il existe une différence significative (p<5%) entre les nombres de juvéniles capturés sur les différentes radiales.

Trois graphiques sont ensuite présentés :

1) Un premier graphique représente la distribution en taille des captures de l'espèce toutes radiales et toutes saisons confondues. Les individus de tailles strictement inférieures à la taille à la première maturité retenue, soit ceux que l'on considère comme étant à des stades juvéniles, sont représentés en rouge. Les autres (considérés comme adultes) étant représentés en vert.

2) Un second graphique représente par station, mais toutes campagnes confondues, la distribution en taille des juvéniles capturés (rouge) et celle des adultes (vert).

3) En annexe : par espèce, la répartition en taille des captures par campagne pour les principales radiales identifiées dans le tableau résumé, avec les mêmes codes couleur.

Pour certaines espèces capturées en petites quantités mais susceptibles de présenter un intérêt commercial ou écologique, les informations ont été présentées sous la forme résumée d'un tableau de structure similaire au tableau présenté pour les principales espèces capturées. Ces espèces sont :

Nom commun	Nom scientifique
Chinchard commun	*Trachurus trachurus*
Grondin perlon	*Chelidonichthys lucerna*
Tacaud commun	*Trisopterus luscus*
Barbue	*Scophthalmus rhombus*
Raie brunette	*Raja undulata*
Rouget barbet	*Mullus surmuletus*
Limande sole	*Microstomus kitt*

Pour les autres espèces, les données collectées n'ont pas été analysées du fait d'un nombre trop faible d'individus capturés.

❖ **Grondin Rouge**

Espèce	Grondin rouge (Aspitrigla cuculus)	
Valeur commerciale 2014	0,78 € / kg	
Proportion de juvéniles dans les captures	72% (177 juvéniles sur 227 individus capturés)	
Différences abondance entre les radiales ?	Oui	
Principales radiales où des juvéniles ont été trouvés	ID radiale	% total juvéniles
	T_7	35%
	T_6	18%
	T_8	16%
	T_13	16%
	Total	**85%**

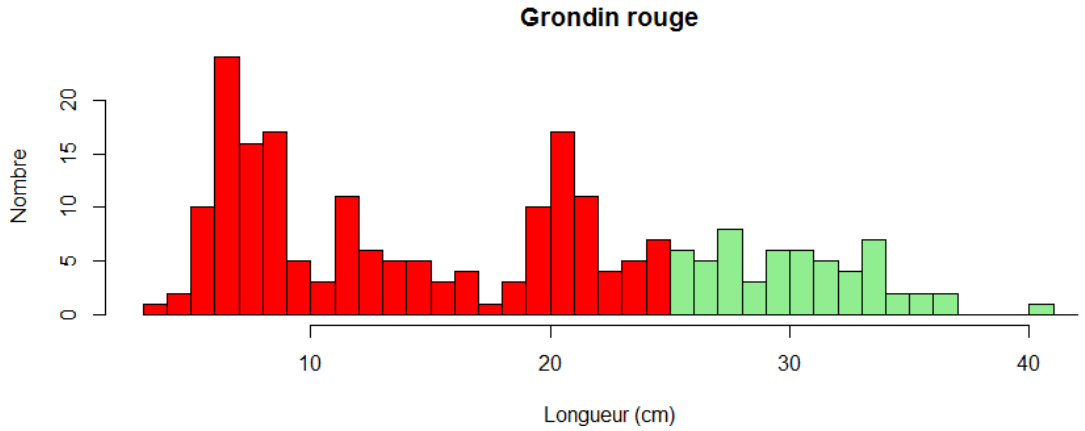


Figure 223 : Distribution des tailles des individus capturés lors des pêches expérimentales ciblant le lançon, toutes radiales et toutes campagnes confondues (rouge : tailles juvéniles ; vert : tailles adultes)

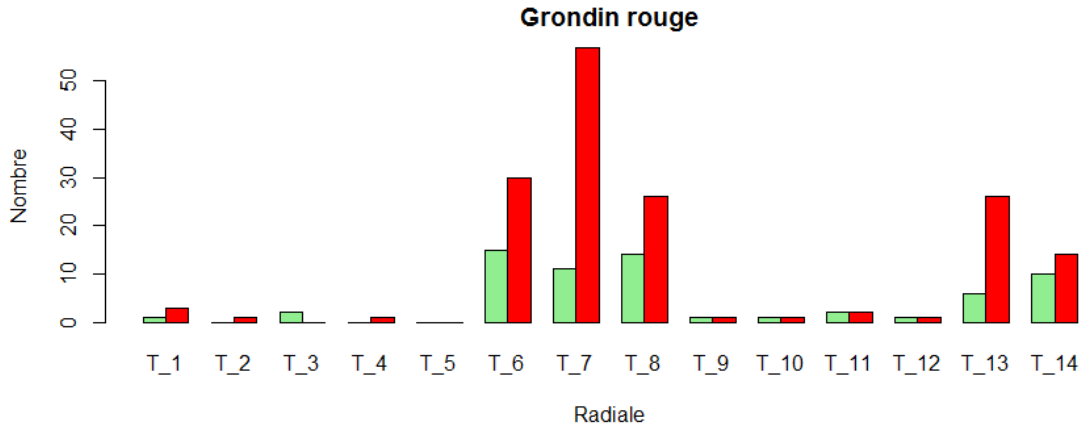


Figure 224 : Nombres de juvéniles (rouge) / adultes (vert) des individus capturés par radiale toutes campagnes confondues

❖ **Callionyme lyre**

Espèce	Callionyme lyre (Callionymus lyra)	
Valeur commerciale 2014	Nulle	
Proportion de juvéniles dans les captures	69% (157 juvéniles sur 226 individus capturés)	
Différences abondance entre les radiales ?	Oui	
Principales radiales où des juvéniles ont été trouvés	ID radiale	% total juvéniles
	T_9	36%
	T_10	18%
	T_7	11%
	T_8	11%
	Total	**76%**

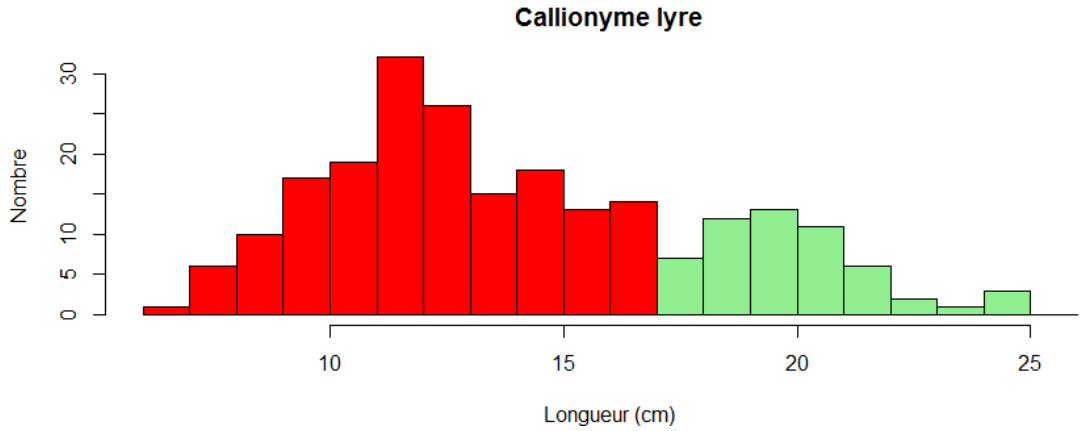


Figure 225 : Distribution des tailles des individus capturés lors des pêches expérimentales ciblant le lançon, toutes radiales et toutes campagnes confondues (rouge : tailles juvéniles ; vert : tailles adultes)

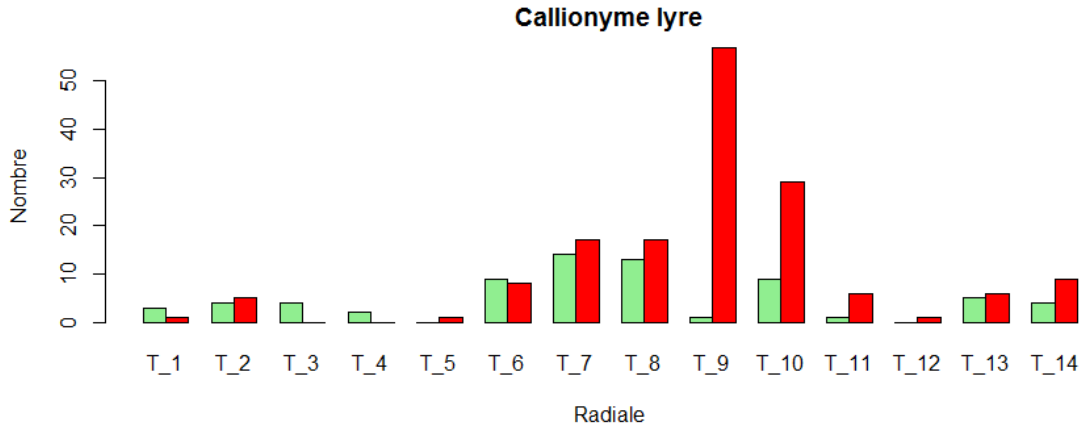


Figure 226 : Nombres de juvéniles (rouge) / adultes (vert) des individus capturés par radiale toutes campagnes confondues

❖ **Sole-perdrix**

Espèce	Sole-perdrix (Microchirus variegatus)	
Valeur commerciale 2014	4,20 € / kg	
Proportion de juvéniles dans les captures	22% (41 juvéniles sur 188 individus capturés)	
Différences abondance entre les radiales ?	Oui	
Principales radiales où des juvéniles ont été trouvés	ID radiale	% total juvéniles
	T_10	44%
	T_9	29%
	T_2	17%
	T_11	7%
	Total	**98%**

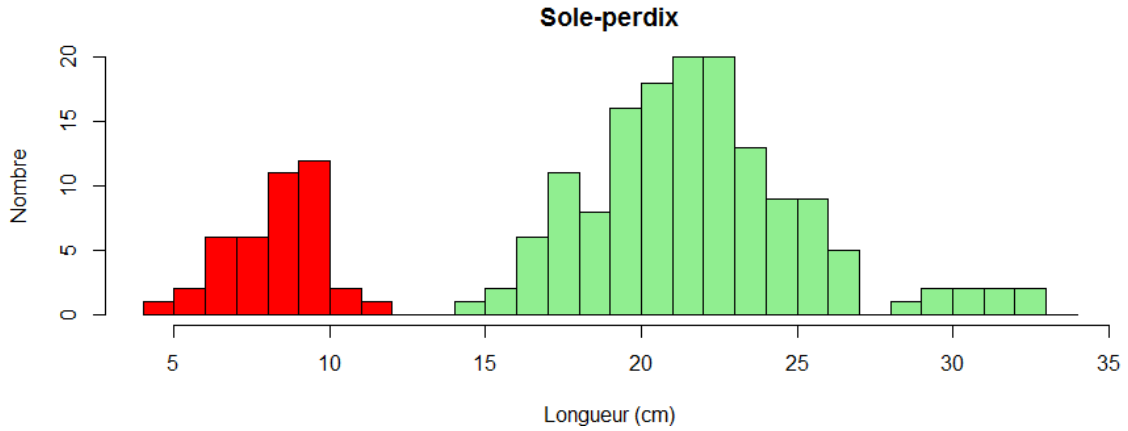


Figure 227 : Distribution des tailles des individus capturés lors des pêches expérimentales ciblant le lançon, toutes radiales et toutes campagnes confondues (rouge : tailles juvéniles ; vert : tailles adultes)

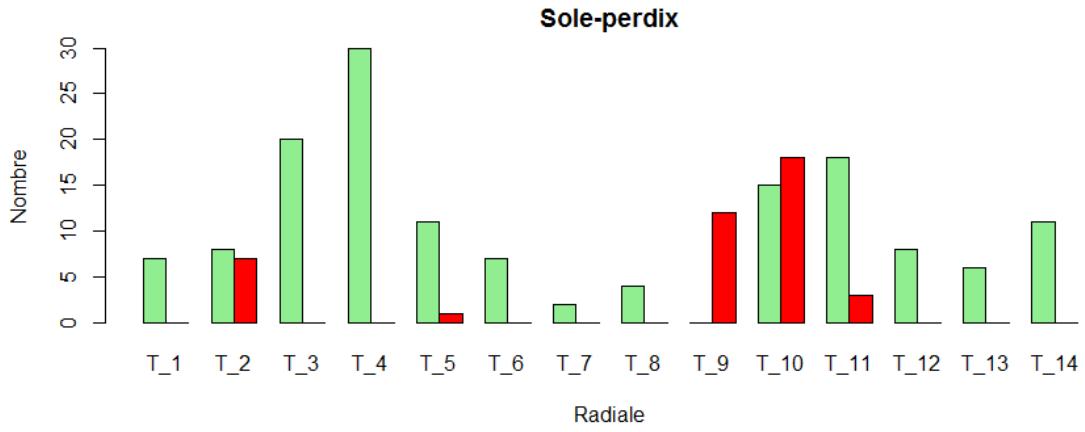


Figure 228 : Nombres de juvéniles (rouge) / adultes (vert) des individus capturés par radiale toutes campagnes confondues

❖ **Les arnoglosses**

Espèce	Arnoglosse (Arnoglossus sp.)	
Valeur commerciale 2014	Nulle	
Proportion de juvéniles dans les captures	62% (109 juvéniles sur 177 individus capturés)	
Différences abondance entre les radiales ?	Oui	
Principales radiales où des juvéniles ont été trouvés	ID radiale	% total juvéniles
	T_9	41%
	T_10	17%
	T_2	17%
	Total	**72%**

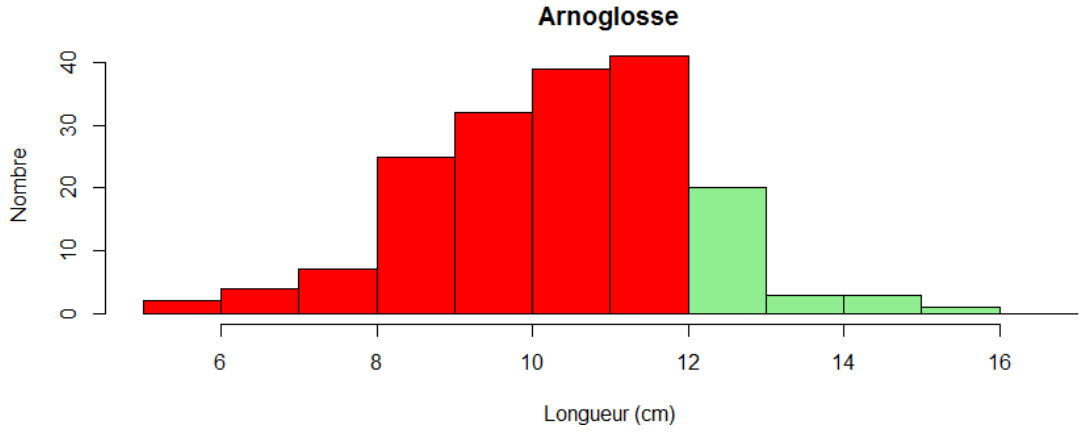


Figure 229 : Distribution des tailles des individus capturés lors des pêches expérimentales ciblant le lançon, toutes radiales et toutes campagnes confondues (rouge : tailles juvéniles ; vert : tailles adultes)

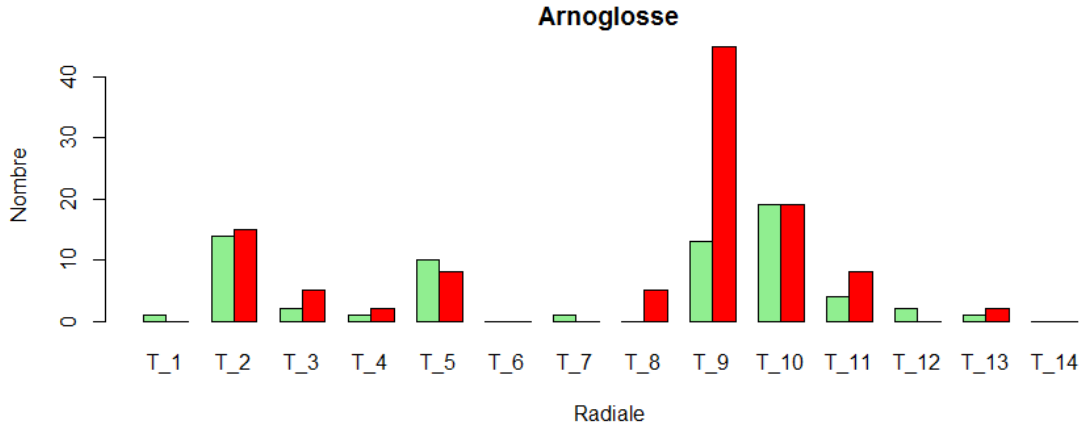


Figure 230 : Nombres de juvéniles (rouge) / adultes (vert) des individus capturés par radiale toutes campagnes confondues

❖ **Petite roussette**

Espèce	Petite roussette (Scyliorhinus canicula)	
Valeur commerciale 2014	0,50 € / kg	
Proportion de juvéniles dans les captures	49% (53 juvéniles sur 108 individus capturés)	
Différences abondance entre les radiales ?	Oui	
Principales radiales où des juvéniles ont été trouvés	ID radiale	% total juvéniles
	T_14	38%
	T_6	17%
	T_8	13%
	T_1	8%
	Total	**75%**

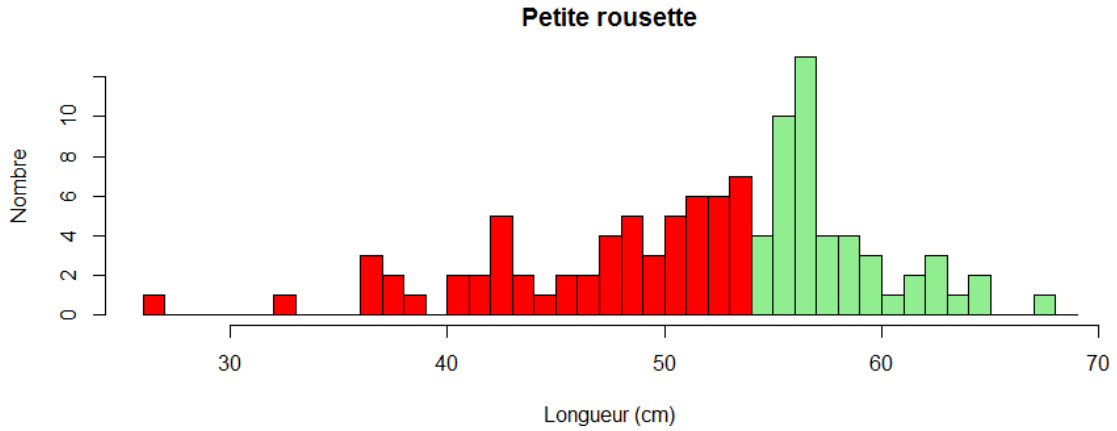


Figure 231 : Distribution des tailles des individus capturés lors des pêches expérimentales ciblant le lançon, toutes radiales et toutes campagnes confondues (rouge : tailles juvéniles ; vert : tailles adultes)

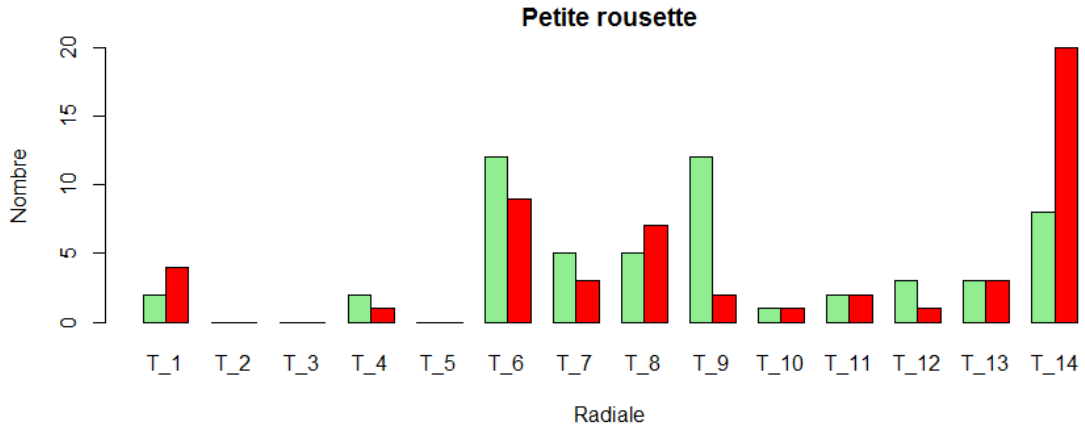


Figure 232 : Nombres de juvéniles (rouge) / adultes (vert) des individus capturés par radiale toutes campagnes confondues

❖ **Sole commune**

Espèce	Sole commune (Solea solea)	
Valeur commerciale 2014	10,59 € / kg	
Proportion de juvéniles dans les captures	38% (18 juvéniles sur 47 individus capturés)	
Différences abondance entre les radiales ?	Oui	
Principales radiales où des juvéniles ont été trouvés	ID radiale	% total juvéniles
	T_2	61%
	T_1	11%
	T_5	11%
	Total	**83%**

Figure 233 : Distribution des tailles des individus capturés lors des pêches expérimentales ciblant le lançon, toutes radiales et toutes campagnes confondues (rouge : tailles juvéniles ; vert : tailles adultes)

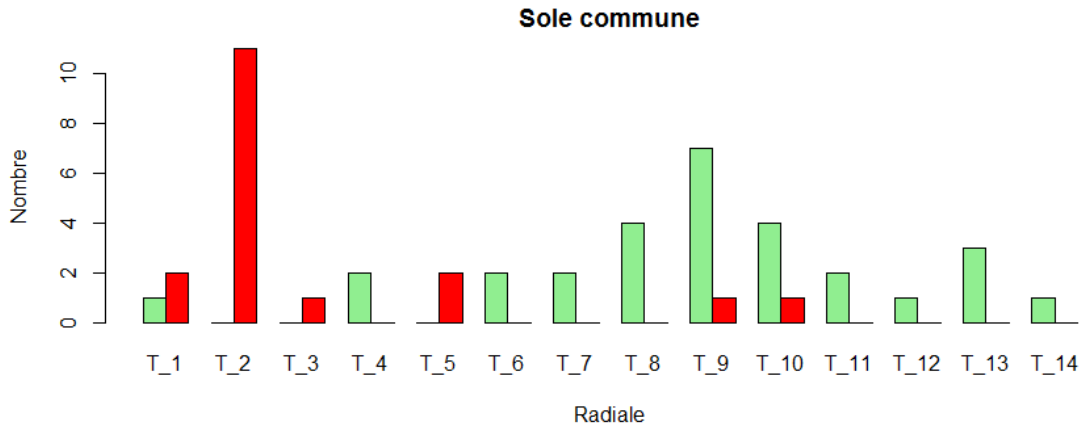


Figure 234 : Nombres de juvéniles (rouge) / adultes (vert) des individus capturés par radiale toutes campagnes confondues

❖ **Plie commune**

Espèce	Plie commune (Pleuronectes platessa)	
Valeur commerciale 2014	1,30 € / kg	
Proportion de juvéniles dans les captures	13% (7 juvéniles sur 54 individus capturés)	
Différences abondance entre les radiales ?	Oui	
Principales radiales où des juvéniles ont été trouvés	ID radiale	% total juvéniles
	T_10	57%
	T_1	14%
	T_5	14%
	T_14	14%
	Total	**100%**

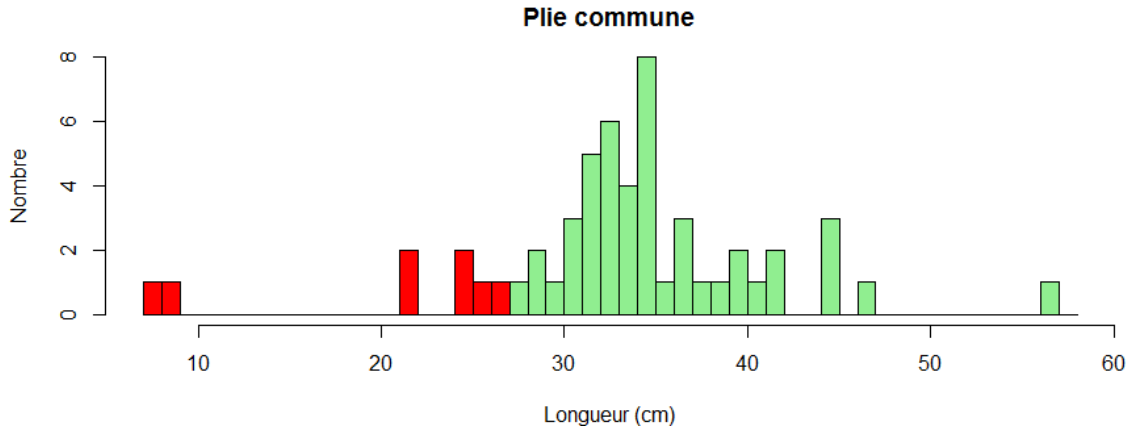


Figure 235 : Distribution des tailles des individus capturés lors des pêches expérimentales ciblant le lançon, toutes radiales et toutes campagnes confondues (rouge : tailles juvéniles ; vert : tailles adultes)

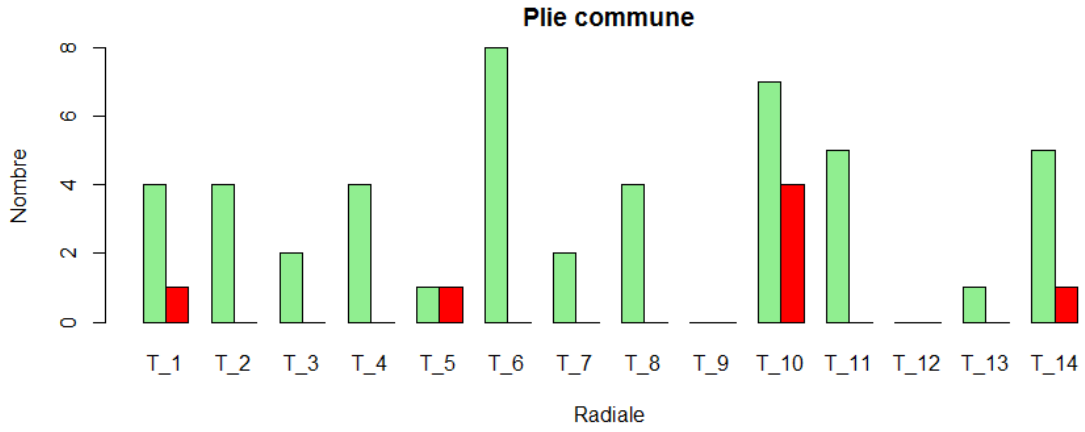


Figure 236 : Nombres de juvéniles (rouge) / adultes (vert) des individus capturés par radiale toutes campagnes confondues

❖ **Raie lisse**

Espèce	Raie lisse (Raja brachyura)	
Valeur commerciale 2014	2,49 € / kg	
Proportion de juvéniles dans les captures	97% (38 juvéniles sur 39 individus capturés)	
Différences abondance entre les radiales ?	Oui	
Principales radiales où des juvéniles ont été trouvés	ID radiale	% total juvéniles
	T_5	26%
	T_12	24%
	T_4	16%
	T_3	13%
	Total	**100%**

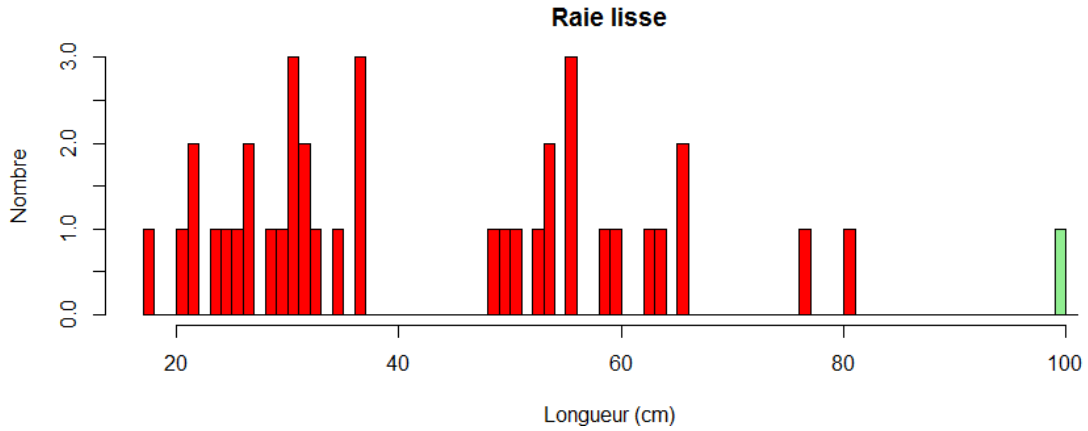


Figure 237 : Distribution des tailles des individus capturés lors des pêches expérimentales ciblant le lançon, toutes radiales et toutes campagnes confondues (rouge : tailles juvéniles ; vert : tailles adultes)

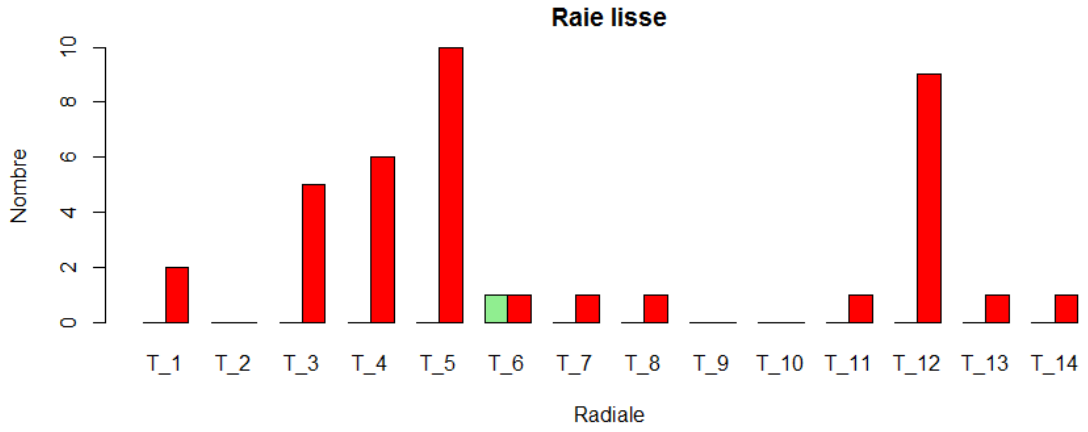


Figure 238 : Nombres de juvéniles (rouge) / adultes (vert) des individus capturés par radiale toutes campagnes confondues

❖ **Autres espèces**

Espèce	Chinchard commun (Trachurus trachurus)	
Valeur commerciale 2014	0,45 € / kg	
Proportion de juvéniles dans les captures	100% (24 juvéniles sur 24 individus capturés)	
Différences abondance entre les radiales ?		
Principales radiales où des juvéniles ont été trouvés	ID radiale	% total juvéniles
	T_2	46%
	T_4	25%
	Total	**71%**

Espèce	Grondin perlon (Chelidonichthys lucerna)	
Valeur commerciale 2014	1,82 € / kg	
Proportion de juvéniles dans les captures	0% (0 juvénile sur 12 individus capturés)	
Différences abondance entre les radiales ?		
Principales radiales où des juvéniles ont été trouvés	ID radiale	% total juvéniles
	Total	**0%**

Espèce	Barbue (Scophtalmus rhombus)	
Valeur commerciale 2014	10,25 € / kg	
Proportion de juvéniles dans les captures	0% (0 juvénile sur 11 individus capturés)	
Différences abondance entre les radiales ?		
Principales radiales où des juvéniles ont été trouvés	ID radiale	% total juvéniles
	Total	**0%**

Espèce	Raie brunette (Raja undulata)	
Valeur commerciale 2014	*Interdit à la vente**	
Proportion de juvéniles dans les captures	67% (6 juvéniles sur 9 individus capturés)	
Différences abondance entre les radiales ?		
Principales radiales où des juvéniles ont été trouvés	ID radiale	% total juvéniles
	T_6	50%
	Total	**50%**

** Régime assoupli en 2015*

Espèce	Rouget barbet (Mullus surmuletus)	
Valeur commerciale 2014	6,31 € / kg	
Proportion de juvéniles dans les captures	0% (0 juvénile sur 8 individus capturés)	
Différences abondance entre les radiales ?		
Principales radiales où des juvéniles ont été trouvés	ID radiale	% total juvéniles
	Total	**0%**

Espèce	Limande sole (Microstomus kitt)	
Valeur commerciale 2014	3,58 € / kg	
Proportion de juvéniles dans les captures	50% (3 juvéniles sur 6 individus capturés)	
Différences abondance entre les radiales ?		
Principales radiales où des juvéniles ont été trouvés	ID radiale	% total juvéniles
	T_9	33%
	T_10	33%
	T_13	33%
	Total	**100%**

3.7.3.2.2. Synthèse

❖ **Zones de concentration des juvéniles**

La synthèse des données collectées sur l'abondance de juvéniles de certaines espèces capturées lors des campagnes expérimentales permet de dégager trois grandes zones de concentration de juvéniles.

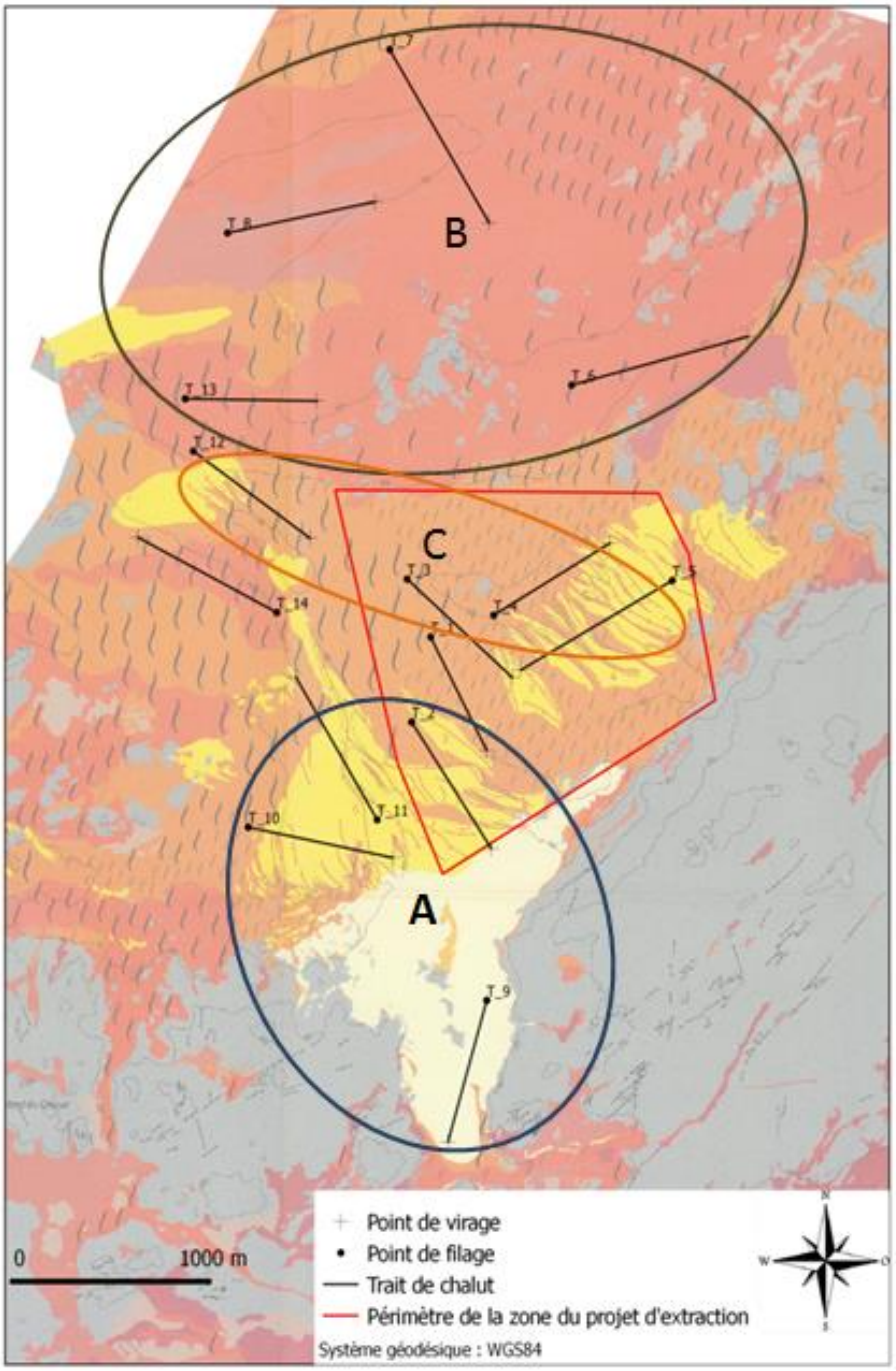


Figure 239 : Identification des zones (A, B et C) dans lesquelles des nombres relativement élevés de juvéniles ont été trouvés

La zone A comprenant une partie Sud-Ouest du périmètre et la zone extérieure adjacente apparaît être une zone où l'abondance de juvéniles de poissons plats est sensiblement plus élevée qu'ailleurs. C'est en effet dans cette zone A que l'on retrouve le plus de juvéniles d'arnoglosses, de soles-perdrix et de soles communes dans les captures. Cette zone correspond également à la zone où l'on retrouve le plus de juvéniles de callionymes.

La zone A est caractérisée par la présence de sables fins à moyens d'après l'Atlas IFREMER (2011c) et les données collectées pour la préparation de l'état de référence (Tableau 19). D'après ce document, certaines stations de cette zone se caractérisent également par des richesses spécifiques et des abondances en éléments de la macrofaune benthique (annélides, mollusques) plus élevées que dans les autres parties de l'aire d'étude (Tableau 20).

La zone B dans les zones adjacentes Nord du périmètre englobe les radiales sur lesquelles les captures de juvéniles de grondins rouges ont été les plus abondantes.

D'après les données de l'Atlas IFREMER (2011c), cette zone B est caractérisée par des zones de galets et de sables grossiers. Les prélèvements réalisés dans le cadre de l'étude de l'état de référence du site confirment un faciès de sables très grossiers / granules. Des éléments de la macrofaune benthique sont présents en richesses spécifiques et abondances moyennes par rapport à d'autres parties de l'aire d'étude (Tableau 20).

La zone C, qui inclut le centre du périmètre et une partie de sa zone adjacente Nord-Ouest est la zone dans laquelle des juvéniles de raies lisses ont été capturés.

La zone C est caractérisée par des fonds de sables grossiers à très grossiers, avec des amas de sables fins formant les ridins. D'après les données de l'état initial, la macrofaune benthique est relativement pauvre en richesse spécifique et en abondance, avec cependant des variations entre les stations explorées lors des prélèvements (Tableau 20).

Pour la petite roussette, il est difficile d'identifier une zone particulière de concentration de juvéniles. De tels individus ont en effet été capturés en nombre sur la radiale T_14 dans l'Ouest du périmètre mais également dans la zone B (radiale T_6) figurée sur la carte.

❖ **Quelles catégories de juvéniles ?**

L'analyse des tailles des juvéniles capturés (Annexe I) pour les espèces pour lesquelles on dispose de suffisamment d'échantillons tend à indiquer que la plupart des juvéniles identifiés dans les captures sont des individus qui ont dépassé une certaine taille (10 cm), indiquant que ce sont plutôt des pré-adultes ou des pré-recrues que l'on a capturé sur la zone.

Annexe I : Distribution des tailles des individus des principales espèces capturées par campagne et par radiale

Parmi les espèces commerciales, il y a deux exceptions[32] :

- Le grondin rouge pour lequel on trouve dans l'ensemble des captures une proportion sensible (47% des juvéniles) d'individus de moins de 10 cm qui pourraient correspondre au groupe 0 (nés dans l'année) ;
- La sole-perdrix avec une occurrence également élevée (63% des juvéniles) d'individus de moins de 10 cm. Cependant, en l'absence de données sur la croissance de cette espèce, il n'est pas possible de dire si ces petits individus appartiennent à un groupe 0 ou à un groupe supérieur.

A noter que l'on a également capturé quelques petits individus G0 de soles communes et de plies communes mais en quantités trop faibles (3 individus en tout sur les quatre campagnes) pour pouvoir en tirer des enseignements.

On rappellera que les campagnes de pêche expérimentales qui ont été conduites sur le site Pointe d'Armor utilisaient des chaluts de fond à panneaux conçus pour la capture de diverses espèces vivant près du fond, dont le lançon et les poissons plats. C'est donc un engin différent de ceux utilisés par les scientifiques pour évaluer les abondances de petits individus et qui est en général un chalut à perche équipé de chaînes racleuses pour décoller les espèces du fond pour les espèces benthiques, ou des chaluts spécifiques à grande ouverture verticale pour les espèces démersales. Les données de capture utilisées dans cette analyse ont donc été obtenues en suivant un protocole qui n'est pas nécessairement adapté à la recherche de juvéniles. Ainsi, les abondances mesurées peuvent autant être expliquée par la présence / absence de jeunes individus sur zone que par une faible capturabilité des individus du fait de l'engin utilisé ou du fait de la période de la journée choisie pour mener les opérations[33].

L'exploitation des données est également limitée par le fait que deux modèles de chaluts différents ont été utilisés lors des deux séries de campagne de 2012 et 2015, et qu'il s'est écoulé trois années

[32] On n'intègre pas ici les arnoglosses et les callionymes qui sont des espèces naturellement de petites tailles et sans intérêt commercial.

[33] Les pêches ont eu lieu en matinée. Certains poissons plats comme la sole sont plus capturables la nuit quand ils se désenfouissent pour chasser

entre la première série de campagne et la seconde. Par ailleurs, hormis pour quelques espèces, les nombres d'individus capturés ont été relativement faibles, ce qui limite la portée des analyses.

Ces pêches expérimentales sur le lançon ont néanmoins permis de relever qu'au sein de la zone Pointe d'Armor, certaines zones semblent être plus propices à la concentration de juvéniles, avec i) une zone A englobant le Sud-Ouest du périmètre et les zones adjacentes Sud sur des fonds de sables fins à moyens et une richesse macrofaunistique plus élevée qu'ailleurs, où l'on a capturé plus de juvéniles de poissons plats et de callionymes que dans les autres zones prospectées, ii) une zone B au Nord du périmètre avec un faciès de sables grossiers où les captures de juvéniles de grondin rouges ont été concentrées et iii) une zone C plus large qui coupe le périmètre avec un faciès de sables grossiers à très grossiers où des juvéniles de raie lisse ont été pêchés.

La question qui se pose est de savoir quelle peut être la fonction de la zone Pointe d'Armor pour ces juvéniles de différentes espèces.

En science halieutique, la notion de nourricerie est relativement peu précise. D'après Desaunay *et al.* (1981), une nourricerie est une zone où se rassemblent les très jeunes individus qui sont issus des pontes réalisées sur les frayères et qui ont dépassé le stade larvaire. Il s'agit donc d'une concentration de jeunes juvéniles dans les zones optimales pour la croissance. Pour Minello *et al.* (2003), un nourricerie est une zone dont la contribution au recrutement est plus élevée qu'ailleurs par unité de surface. Cette définition introduit une notion de relativité.

Dans le cas du grondin rouge, on peut suggérer que la partie Nord du périmètre (zone B) a une fonction de nourricerie et également de croissance : on y trouve des juvéniles à des stades jeunes (groupe 0) et à des stades plus âgés jusqu'à la maturité. Reste à savoir si cette zone B se démarque d'autres zones de concentration de jeunes grondins rouges par sa densité, lui conférant un intérêt régional particulier. Il n'a pas été possible de trouver des informations scientifiques pertinentes pour cette espèce.

Pour la raie lisse, on a trouvé dans le périmètre (zone C) des juvéniles mais les petits individus du groupe 0 (20 cm) sont quasiment absents des captures, ce qui peut signifier soit qu'ils naissent ailleurs et migrent ensuite vers la zone pour y croître jusqu'à la reproduction, soit qu'ils ne sont pas capturables avec les engins utilisés.

Pour les poissons plats commerciaux (sole, plie), la plupart des juvéniles pêchés semblent avoir dépassé le stade G0. Les zones de concentration (nourriceries) pour les poissons plats (et le bar) ont fait l'objet de nombreuses études scientifiques qui indiquent qu'elles se trouvent plutôt dans des zones côtières protégées (baie, estuaires) tapissée de sédiments meubles où les apports de nourriture sont importants, notamment du fait de la disponibilité en matières organiques rejetées par les fleuves et rivières (*cf.* Le Pape *et al.* (2003) pour le Golfe de Gascogne et Morin *et al.* (2005) en Manche). La

zone d'étude qui se situe à 9 km de la côte sur des profondeurs de 30 à 40 m ne répond pas en effet à ces caractéristiques et le résultat des pêches expérimentales est logique. La zone d'étude pourrait donc être une zone de croissance vers laquelle les jeunes individus migrent après un début de vie dans les zones très côtières pour s'y nourrir et croître jusqu'à atteindre des stades matures. Cette conclusion ne s'applique pas nécessairement à la sole-perdrix sur laquelle il est difficile de statuer en l'absence d'informations scientifiques sur son cycle de vie.

3.7.4 Echantillonnages biologiques

Au moment du rendu de cet état de référence, les premiers résultats des analyses par le MNHN n'étaient pas disponibles. Elles débuteront en janvier 2016.

3.8 ANALYSE DES VIDEOS TRACTEES (2015)

Afin de définir les principales caractéristiques bio-sédimentaires de la zone d'étude de la baie de Lannion, 11 stations de vidéo sous-marine tractée ont été réalisées. Ces vidéos ont été réalisées à l'aide d'une drague épibenthique sur laquelle est adapté un dispositif permettant d'accueillir une petite caméra vidéo, ainsi que deux phares de plongée. Les vidéos ont été réalisées le 18/08/15 (coefficient de 80, mer calme). Les stations étaient réparties sur l'ensemble de la zone d'étude dans différents faciès sédimentaires sur les fonds ne présentant pas de substrat rocheux. De la même manière que pour les traits de chalut, le positionnement des traits de vidéo tractée a été réalisé avec l'appui des données morpho-sédimentaires disponibles. La figure suivante présente le positionnement des stations de vidéo tractée.

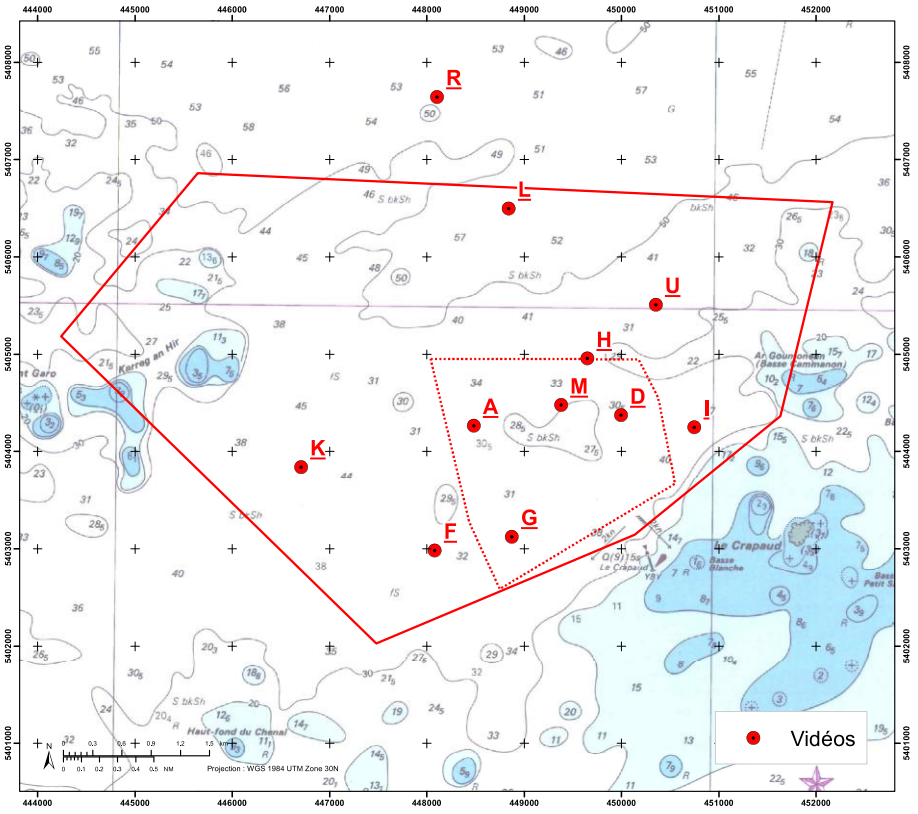


Figure 240 : Position des vidéos tractées en baie de Lannion (source : In Vivo)

Figure 241 : Drague épibenthique équipée d'un dispositif de prise d'images sous-marines (Source : In Vivo)

La planche suivante présente des extraits des vidéos réalisées sur les 11 stations. Ces extraits ont été faits de manière à ce que la qualité de l'image soit la meilleure, tout en représentant le type d'habitat dominant.

Planche 67 : Extraits vidéo des onze stations

Le tableau suivant présente de manière synthétique l'analyse des vidéos. Il comprend le type de sédiment, les espèces éventuellement observées ainsi que diverses autres observations. Il faut noter que l'analyse des vidéos ne permet pas d'être précis quant à la description du sédiment. De même, la liste des espèces observées ne peut être considérée comme exhaustive par rapport aux espèces réellement présentes. En effet, il se peut que certaines espèces n'aient pas été détectées à l'écran. Ces vidéos permettent néanmoins d'avoir une vision globale des habitats présents et d'évaluer l'homogénéité de la zone d'étude d'un point de vue bio-sédimentaire.

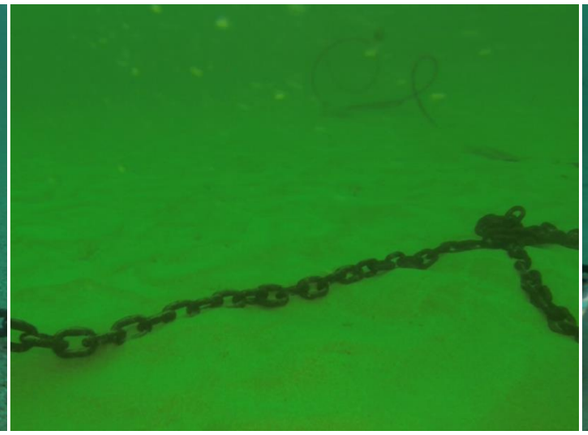
Station	Sédiment dominant	Observations
A	Sables très grossiers	Absence d'épibiose
D	Sables moyens	Absence d'épibiose
F	Sables moyens	Absence d'épibiose
G	Sables fins coquilliers	mégarides, absence d'épibiose
I	Sables très grossiers coquillers	Absence d'épibiose
J	Sables très grossiers coquilliers	mégarides, absence d'épibiose
K	Sables très grossiers coquilliers	mégarides, absence d'épibiose
L	Sables très grossiers coquilliers	Absence d'épibiose
M	Sables très grossiers coquilliers	Absence d'épibiose
R	Sables moyens	Absence d'épibiose
U	Sables très grossiers	Absence d'épibiose

Tableau 143 : Tableau synthétique de l'analyse des vidéos tractées

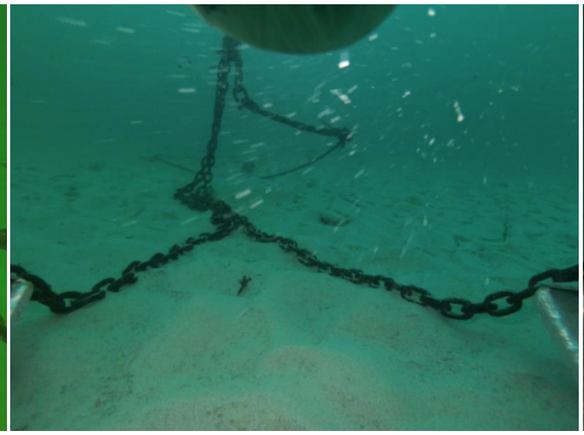
L'analyse des vidéos tractées a permis de confirmer la relative homogénéité sédimentaire des stations sur lesquelles des échantillons vidéo ont été prélevés. Ainsi, la plupart des stations sont caractérisées par des sables moyens à grossiers avec une part plus ou moins importante de débris coquilliers. Aucune espèce animale n'a été observée.

Etat de référence du site de Pointe d'Armor

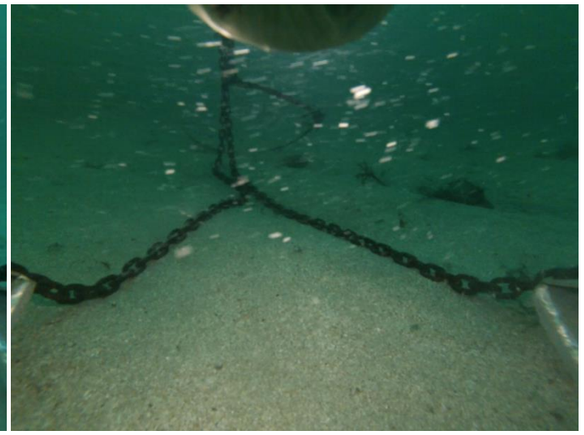
A



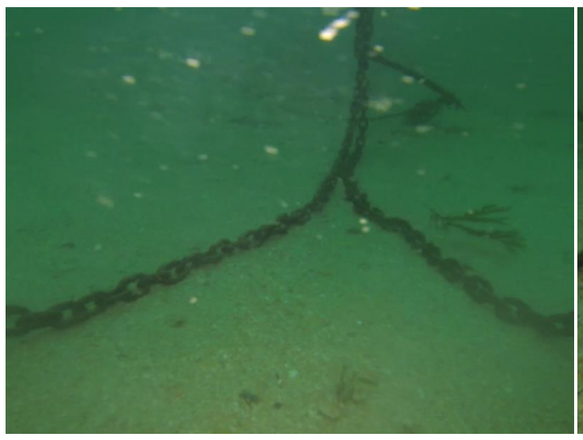
D



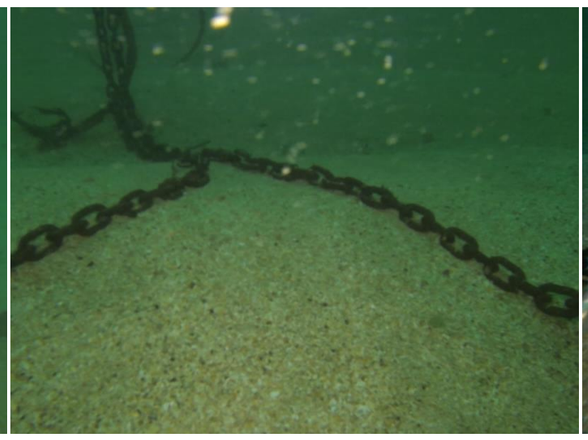
F



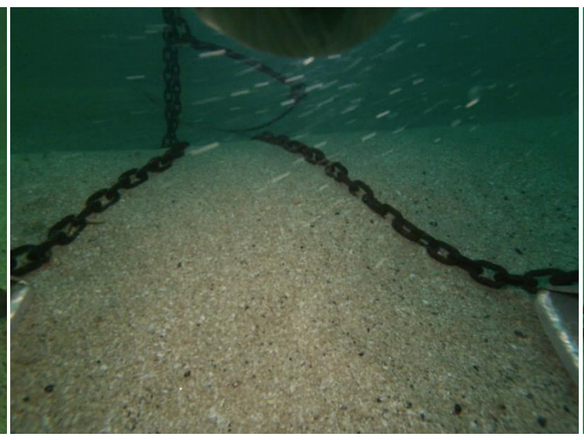
G



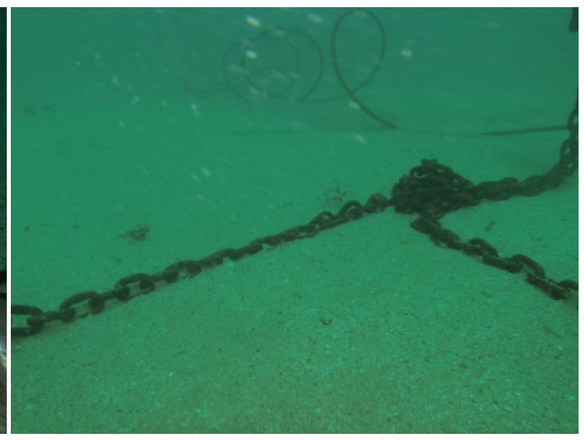
I



J

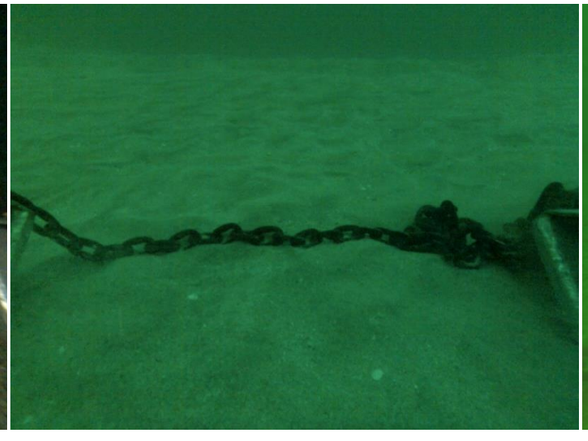


K

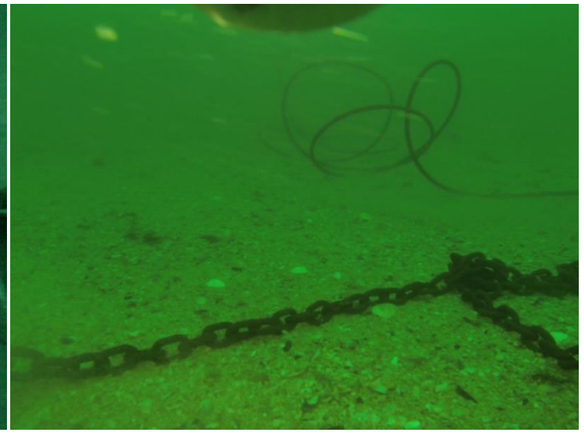


M

N



R



U

4 BIBLIOGRAPHIE

Anonyme. (2010). Croissance et maturité sexuelle du tacaud. (Ed. IFREMER).

ASTERIE. (2009). Etude d'impact portant sur la demande de concession minière, d'ouverture de travaux d'exploitation et d'autorisation d'occupation domaniale, Gisement de Pointe d'Armor, 124 pp.

Augris C., Simplet L., *et al*. (2011). Atlas géologique de la baie de Lannion (Côtes-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.

Augris, C., Clabaut P., et Vicaire O. (1990). « Le domaine marin du Nord-Pas-De-Calais. Nature, morphologie et mobilité des fonds ». Etude IFREMER.

Cahiers d'Habitat. (2000 – 2004). Habitats côtiers. La Documentation française.

Comité local des pêches de Lannion-Paimpol. (2009). Etat des lieux de l'activité halieutique en baie de Lannion, 20 pp.

Connor D.W *et al*. (2004). The Marine Habitat Classification for Britain and Ireland, version 04.05.

Dauvin J-C. (1989). Live cycle, dynamics and productivity of *Crustacea-Amphipoda* from the western English Channel. 5. *Ampelisca sarsi* Chevreux.-J. exp. Mar. Biol. Ecol 128 :31-56.

Davies C., Moss D., O Hill M. (2004). EUNIS Habitat Classification revised 2004.

Desaunay, Y., Perodou, J.-B., Beillois, P. (1981). Etude des nurseries de poissons du littoral Loire Atlantique. Science et Pêche, Bull. Inst. Pêches marit. 319, 23 p.

Dorel, D. (1986). Poissons de l'Atlantique nord-est. Relations taille-poids. IFREMER. DRV.86.001/RH/Nantes, 165 p.

Felix, P.M., Vinagre, C., Cabral, H.N. (2011). Life-history traits of flatfish in the Northeast Atlantic and Mediterranean Sea. J. Appl. Ichthyol. 27, 100-111.

FranceAgriMer. (2010). Données de ventes déclarées en halles à marée, 102 pp.

FranceAgriMer. (2015). Données de ventes déclarées en halles à marée en 2014. >Pêche et aquaculture - Données et bilans. 100 p.

Froese, R., Pauly, D. (2015). FishBase. World Wide Web electronic publication www.fishbase.org, version (08/2015).

Frontier S. (1976). Utilisation des diagrammes rang-fréquence dans l'analyse des systèmes. J. Rech. océanogr., 1, 3, 35-48.

Frontier S., Pichot-Viale D. (1998). Ecosystèmes-Structure, fonctionnement, évolution. Ed. Dunod, Paris, 447 pp.

Frontier S., Pichot-Viale D., Leprêtre A., Davoult D., Luzcak C. (2004). Ecosystèmes-Structure, fonctionnement, évolution. Ed. Dunod, Paris, 549 pp.

Gallagher, M.J., Nolan, C.P., Jeal, F. (2005). Age, Growth and Maturity of the Commercial Ray Species from the Irish Sea. J. Northw. Atl. Fish. Sci. 35, 47-66.

Huet J., Pitel-Roudaut M. (2006). Evaluation du stock de palourdes roses Paphia rhomboïdes en baie de St Brieuc – STH/LBN/06-006 – IFREMER, 20 pp.

IFREMER. (2010). Rapport SIH, Activité 2010 des navires de pêche du quartier maritime de Morlaix, 8pp.

IFREMER. (2011a). Protocole conseillé pour la description de l'état initial et le suivi des ressources halieutiques dans le cadre d'une exploitation de granulats marins. 12 p.

IFREMER. (2011b). Guide de la mensuration des poissons, mollusques, crustacés, reptiles et mammifères marins en halieutique. 18 p.

IFREMER. (2011c). Atlas géologique de la Baie de Lannion (par Claude AUGRIS et Laure SIMPLET). QAE Eds N° 978-2-7592-0900-2, 112 p.

IN VIVO. (2012). Etat de référence environnemental et halieutique, Site de Pointe d'Armor, Rapport d'étude, 245 pp.

Kopp J. (1978). Etude des structures démographiques des captures d'ammodytidae (lançon) de la côte est du Cotentin, 54 pp.

Le Pape, O., Chauvet, F., Mahévas, S., Lazure, P., Guérault, D., Désaunay, Y. (2003). Quantitative description of habitat suitability for the juvenile common sole (Solea solea, L.) in the Bay of Biscay (France) and the contribution of different habitats to the adult population. Journal of Sea Research 50, 139-149.

Mahé K., Delpech J. P., Carpentier A. (2006). Synthèse bibliographique des principales espèces de Manche orientale et du golfe de Gascogne, 164 p.

Minello, T.J., Able, K.W., Weinstein, M.P., Hays, C.G. (2003). Salt marshes as nurseries for nekton: testing hypotheses on density, growth and survival through meta-analysis. Marine Ecology Progress Series 246, 39-59.

Molvaer J., Knutzen J., Magnusson J., Rygg B., Skey J.M., Sorensen J. (1997). Classification of environmental quality in fjords and coastal water. A guide. Veiledning 97:02. Norwegian Pollution Control Authority, Oslo.

Morin, J., Le Pape, O., Amara, R., Mahé, K., Gilliers, C. (2005). Identification des habitats essentiels de nourriceries de poissons à partir d'indicateurs faunistiques - Qualité de ces habitats pour les juvéniles de soles en estuaire de Seine. Programme Seine Aval - Année 2005. 37 p.

Piélou E.C. (1966), Species diversity and pattern diversity at community in the study of ecological succession. Journal of Theorical Biology, 10, 370-383.

Pitel Mathilde, Savina Marie, Fifas Spyros, Berthou Patrick. (2004). Evaluations locales des populations de bivalves dans le golfe de normand breton. Résultats de la campagne BIVALVES2002.

Qinghong L. (1995). A model for species diversity monitoring at community level and its application. Environmental Monitoring and Assessment, 34, 271-284.

Ramade F. (1987). Eléments d'écologie fondamentale. Mc Graw Hill. 369p.

Ramade F. (1987). Eléments d'écologie Ecologie appliquée, 492 p.

Simplet L., Augris c., Mazé JP. (2011). Carte des formations superficielles de la baie de Lannion, échelle 1/20 000, Edition IFREMER en collaboration avec Lannion-Trégor agglomération et le conseil général des Côtes-d'Armor.

Stephan, E., Gadenne, H., Meheust, E., Jung, J.L. (2014). Projet RECOAM : étude de cinq espèces de raies présentes dans les eaux côtières d'Atlantique et de Manche. Rapport final. Association Pour l'Etude et la Conservation des Sélaciens et Laboratoire BioGeMME, Brest, France., 60 p.

Wentworth C.K. (1922). A scale of grade and class terms for clastic sediments. Journal of Geology, 30, 377-392.

Sites Internet:

www.rebent.org
www.ifremer.fr
http://www.sb-roscoff.fr/Enseignement/fiches.php
http://www.marbef.org

Annexes Chapitre 1

Annexe A : Compte rendu de l'installation de la base GPS RTK

PTEARMOR

Compte-rendu d'implantation de la base GPS le 28/07/15 (HB)

Site de Kerdreïn/Régimont, Saint-Jean-du-Doigt

❶ Implanté support d'antenne (cylindre inox fileté + support alu coudé) à Kerdreïn/Régimont (Saint-Jean-du-Doigt), sur support métallique existant au sommet d'un pignon de hangar, déjà utilisé en mai 2012. Antenne Zephyr Geodetic sur mâtereau H=0,5 m (2 x 0,25 m).

Préparé fichier Power-up (**power_PTARMR_2015.cfg**) avec coordonnées 2012. Démarrage de la base avec ce fichier. Nom du point : REGIMONT. Lancé enregistrement pour traitement stations RGP (fichier 67642090.t01).

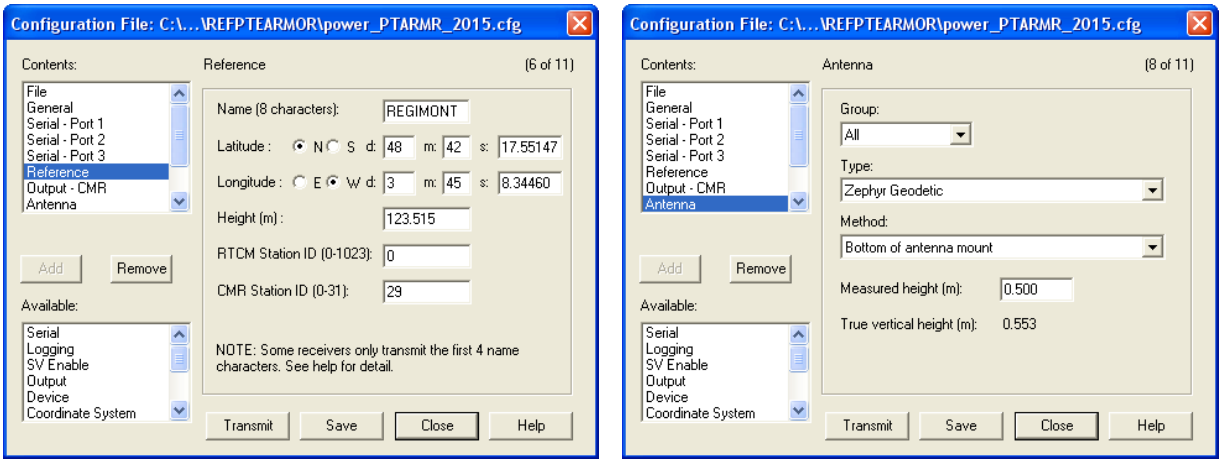


Figure 1 : Configuration du fichier power_PTARMOR_2015.cfg

Figure 2 : Photos des antennes GPS et radio (IN VIVO)

❷ Pris point de contrôle regimonctrlb implanté en 2012 à l'angle NE du muret d'enclôture d'une dalle béton, à proximité du hangar. Nommé regim ctrl. H_{ant} = 2.00 m BoAM.

Figure 3 : Photo aérienne de la position des points de contrôle (Google Earth)

❸ Levé repère de nivellement IGN n°NRK3-251 à Guimaec. Nommé nrk3-251ign. H_{ant} = 2.00 m BoAM.

Matricule : **N.R.K3 - 251**

Système d'altitude : NGF-IGN 1969

86,234 m

ALTITUDE NORMALE

Année de dernière observation : 1966 - Année de nouveau calcul : 1987

Repère vu en place en 2002

Type : **M REPERE CYLINDRIQUE DU NIVELLEMENT GENERAL**

Complément :

Système : RGF93 - Ellipsoïde : IAG GRS 1980 - Méridien origine : GREENWICH

Longitude (dms) : **3° 44' 49" O** *Latitude (dms) :* **48° 42' 12" N**

Système : RGF93 - Projection : LAMBERT-93

E (km) : **204.10** *N (km) :* **6866.00**

Le repère est au centre de la photo

Carte : 0615 PLESTIN-LES-GREVES

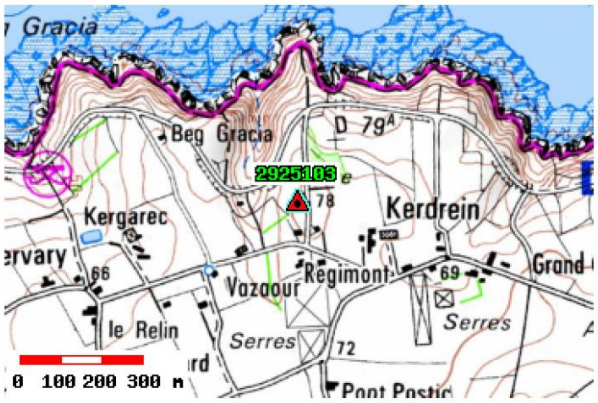
Figure 4 : Fiche descriptive du repère de nivellement NRK3-251 (IGN)

❹ Levé borne géodésique IGN Saint-Jean-du-Doigt III n°2925103, nommée sjdd III. H_{ant} = 2.00 m BoAM.

Département : FINISTERE (29)
Commune : SAINT-JEAN-DU-DOIGT
Lieu-dit :

No du Site **2925103**
Site du Réseau de détail

Azimut de la prise de vue : 225 gr



Carte : 0615 PLESTIN-LES-GREVES

Système : ETRS 89 - Ellipsoïde : IAG GRS 1980 - Méridien origine : GREENWICH

Point	Longitude (dms)	Latitude (dms)	Hauteur (m)	Précision
( )	3° 45' 30.1870" O	48° 42' 21.8979" N	128.19	< 10 cm

Système : ETRS 89 - Projection : LAMBERT-93 - Système altimétrique : NGF-IGN 1969

Point	e (m)	n (m)	Précision plani	Altitude (m)	Précision alti
( )	203286.55	6866374.44	< 10 cm	78.19	< 1 cm

Figure 5 : Fiche descriptive de la borne géodésique 2925103 (IGN)

❺ Levé 2 x repère de nivellement IGN n°NRK3-222 à Plougasnou. Nommé nrk3222ign puis nrk3222igo. H_{ant} = 2.00 m BoAM.

Matricule : **N.R.K3 - 222**

Système d'altitude : NGF-IGN 1969
74,718 m
ALTITUDE NORMALE

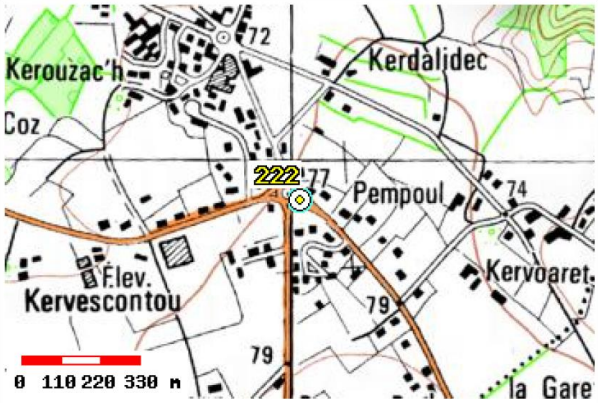
Année de dernière observation : 1966 - Année de nouveau calcul : 1987
Repère vu en place en 2010

Type : **M REPERE CYLINDRIQUE DU NIVELLEMENT GENERAL**
Complément :

Système : RGF93 - Ellipsoïde : IAG GRS 1980 - Méridien origine : GREENWICH
Longitude (dms) : **3° 47' 01" O** *Latitude (dms) :* **48° 41' 21" N**

Système : RGF93 - Projection : LAMBERT-93
E (km) : **201.28** *N (km) :* **6864.66**

Le repère est au centre de la photo



Carte : 0615 PLESTIN-LES-GREVES

Figure 6 : Fiche descriptive du repère NRK3-222 (IGN)

❻ Levé repère de nivellement IGN n°NRK3-229BIS à Plougasnou. Nommé nrk3229bign. H_{ant} = 2.00 m BoAM.

Matricule : **N.R.K3 - 229 BIS**

Système d'altitude : NGF-IGN 1969

6,992 m ***

ALTITUDE NORMALE

Année de dernière détermination : 2007

Repère vu en place en 2009

Type : **REPERE BOULE**

Complément :

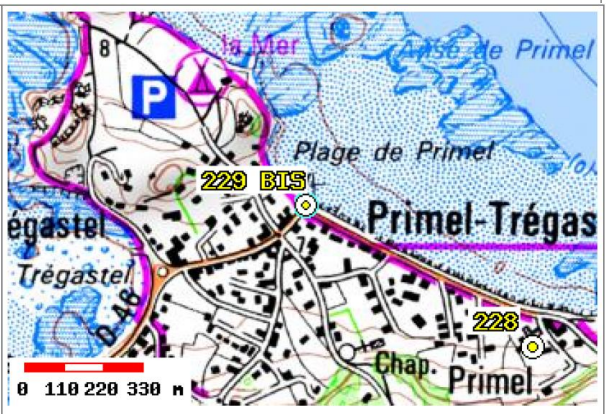
Système : RGF93 - Ellipsoïde : IAG GRS 1980 - Méridien origine : GREENWICH

Longitude (dms) : **3° 48' 46" O** *Latitude (dms) :* **48° 42' 47" N**

Système : RGF93 - Projection : LAMBERT-93

E (km) : **199.37** *N (km) :* **6867.49**

Le repère est au centre de la photo



Carte : 0615 PLESTIN-LES-GREVES

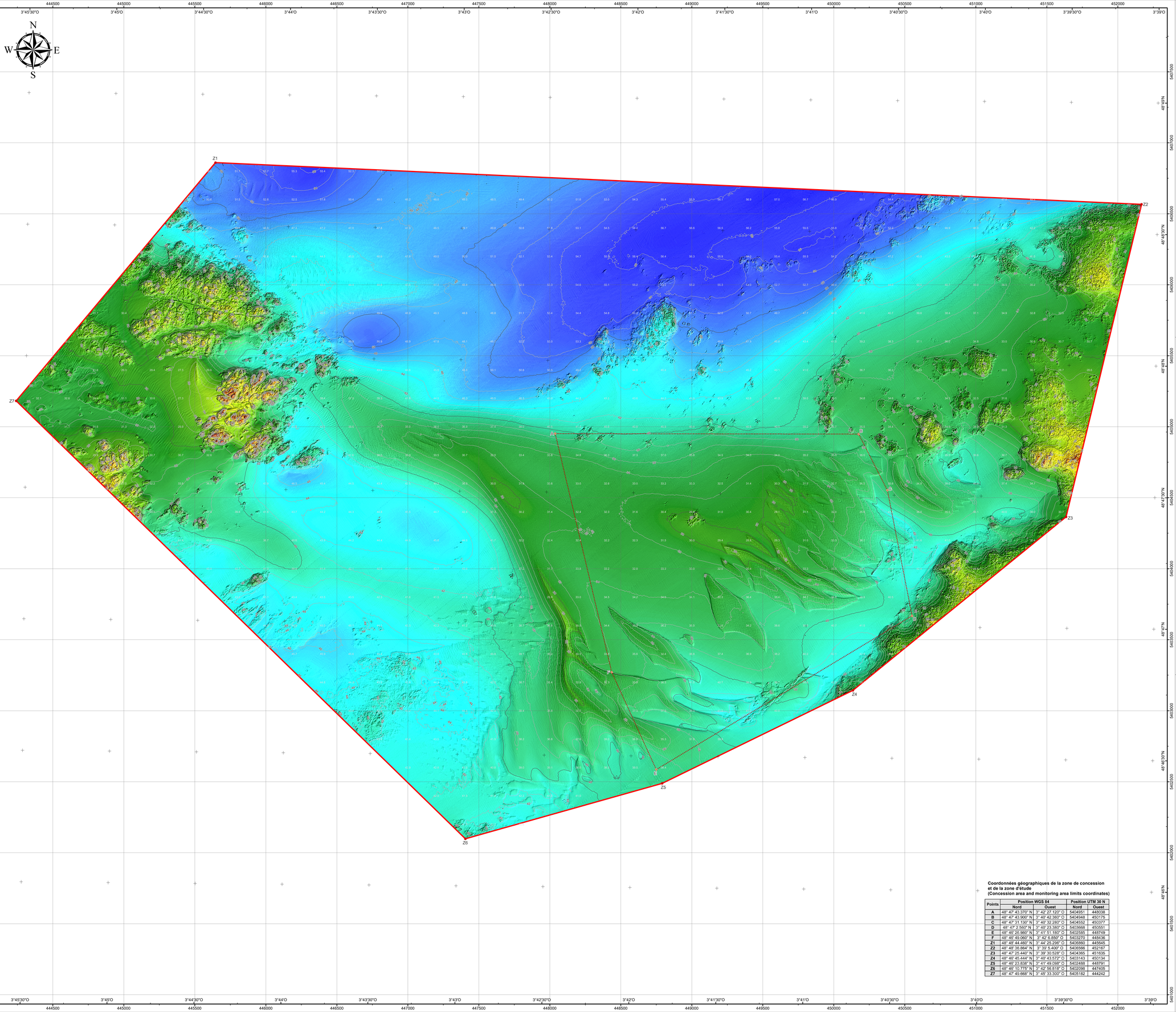
Figure 7 : Fiche descriptive du repère NRK3-229bis (IGN)

L'ensemble des mesures de contrôle sont synthétisées dans le tableau suivant :

Delta entre [X Y IGN ou mesuré en 2012 + Z IGN] et mesure 2015		LAMBERT 93			ΔX (m)	ΔY (m)	ΔZ (m)
Nom du point		**Easting (m)**	**Northing (m)**	**Elévation (m IGN_{69})**			
Repère Régimont_ctrl	**Mesure 2012**	203697,934	6866183,778	71,884	+0,013	+0,001	+0,023
	Mesure 2015	203697,947	6866183,779	71,907			
RN NRK3-251	**X Y 2012 Z IGN**	204097,749	6866004,880	86,234	-0,024	-0,042	+0,003
	Mesure 2015	204097,725	6866004,838	86,237			
Borne IGN N° 2925103	**X Y Z IGN**	203286,55	6866374,44	78,19	+0,006	-0,008	+0,029
	Mesure 2015	203286,556	6866374,432	78,219			
RN NRK3-222	**X Y 2012 Z IGN**	201280,489	6864655,981	74,718	-0,035	-0,031	-0,035
	Mesure 2015	201280,454	6864655,950	74,683			
RN NRK3-229bis	**X Y 2012 Z IGN**	199380,261	6867486,686	6,992	-0,004	+0,003	+0,007
	Mesure 2015	199380,257	6867486,689	6,999			

Les résultats valident la qualité du positionnement tant en planimétrie qu'en altimétrie.

Annexe B : Plan bathymétrique au format A0



SYMBOLES CARTOGRAPHIQUES (CARTOGRAPHIC SYMBOLS)

- Extrémités de la concession (Limits of the concession area)
- Extrémités de la zone d'étude (Limits of the monitoring area)
- Périmètre de la concession - 4 km² (Concession area - 4 km²)
- Délimitation de la zone d'étude - 25 km² (Monitoring area - 25 km²)

CARTE DE NATURE DES FONDS (SEABED FEATURES)

- C501 — Exemple d'écho-faciès détecté au sonar avec son numéro de référence

Figures sédimentaires

- Crête de vague de sable asymétrique (indicateur de flanc abrupt)
- Crête de vague de sable symétrique
- Mégarides (longueur d'onde inférieure à 2m)
- Mégarides (longueur d'onde supérieure à 2m)

Nature des formations superficielles

- Sables très fins à fins
- Sables fins à moyens
- Sables moyens
- Sables grossiers à très grossiers
- Sables très grossiers
- Sables, graviers et cailloutis
- Roche sub affleurante, toujours immergée
- Zone d'interprétation de la mosaïque SONAR

CARTE BATHYMÉTRIQUE (BATHYMETRIC CHART)

Échelle de couleur des profondeurs en mètres (Depths gradients in meters) :

4,0 — 8,5 — 13,0 — 17,5 — 22,0 — 26,5 — 31,0 — 35,5 — 40,0 — 44,5 — 49,0 — 53,5 — 58,0

Remarques (Notes) :
Echelles et contours bathymétriques en mètres, référencés au zéro hydrographique du port de Roscoff - voir les détails dans les généralités ci-dessous.
(Bathymetric scale and isobaths in meters, referenced to LAT in Roscoff harbour - see details in generalities below.)

Par convention, les valeurs précédées d'un signe négatif (-) représentent des sondes au-dessus du zéro hydrographique.
(Conventionnaly, depth values presented after a negative signe (-) correspond to points above LAT.)

ÉCHELLE (SCALE) : 1:8 000

0 — 200 — 400 — 600 — 800 — 1 000 m

0 — 0.1 — 0.2 — 0.3 — 0.4 — 0.5 NM

GÉNÉRALITÉS (GENERAL NOTES)

NAVIRES DE LEVÉS (VESSELS) : Atlantic Surveyor

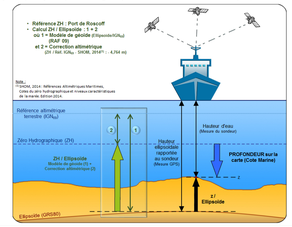
ÉQUIPEMENTS DU LEVÉ (INSTRUMENTATION) :

Morphologie (Morphology)	SONAR Edgetech 4200 MP
Système de positionnement (Positionning system)	Base GPS TRIMBLE 5700, RTK mode GPS CODA OCTOPUS receiver, RTK mode
Bathymétrie (Bathymetry)	R2Sonic 2024, CODA OCTUPUS F180R

Termes et définitions de la description :
Les critères utilisés pour l'interprétation et la description des données sont présentés dans le rapport (Interpretation and description criterias are presented within the report)

Référence bathymétrique (Bathymetric reference) :
Profondeurs en mètres, relatives au zéro hydrographique du port de Roscoff.
Profondeur = [ZH / Ellipsoïde] - [z / Ellipsoïde]
où [ZH / Ellipsoïde] = Modèle de géoïde + Correction altimétrique
et [z / Ellipsoïde] = Hauteur ellipsoïdale rapportée au sondeur - Profondeur.

(Depths in meters, based on Lowest Astronomical Tide in Roscoff harbour.
Depth = [ZH / Ellipsoid] - [z / Ellipsoid]
where [ZH / Ellipsoid] = Geoid model + Altimetric correction
and [z / Ellipsoid] = Ellipsoidal height reported to echosounder - Water depth.)



PARAMÈTRES GÉODÉSIQUES (GEODETIC PARAMETERS)

Projection : Mercator Transverse (UTM30N)
Méridien central (Standard parallel) : 3° W
Latitude origine (Latitude of origin) : 0°
Demi grand axe (a) (mètres) (Semi-major axis) : 6378137
Applatissement (1/f) (Reciprocical flatenning) : 298,257222101

Facteur d'échelle (Scale factor) : 0,9996
Constante Est (False Easting) : 500 000
Constante Nord (False Northing) : 0
Datum : ETRS 1989

Ce document, et toutes autres pièces annexées constituent un ensemble indissociable : en conséquence, l'utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle de ce rapport et annexes ainsi que toutes interprétation au-delà des indications et énonciations de In Vivo ne saurait engager la responsabilité de celle-ci.
(This document may only be used for the purpose for which it was commissionned and in accordance with the terms of engagement for that commission. Unauthorised use of this document in any form whatsoever is undertaken entirely at the user's risk.)

Maître d'ouvrage : (Contractor) — CAN

Prestataire : (Surveyor) — EVIVO

Nom de projet (Project name) :

ÉTAT DE RÉFÉRENCE DU SITE POINTE D'ARMOR (2015)

Titre du document (Document title) :

CARTE BATHYMÉTRIQUE

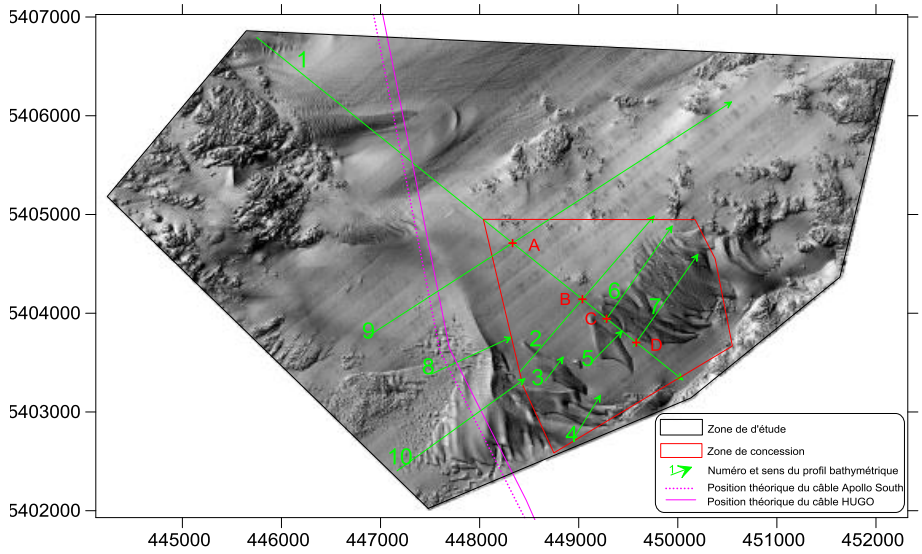
Coordonnées géographiques de la zone de concession et de la zone d'étude
(Concession area and monitoring area limits coordinates)

Points	Position WGS 84		Position UTM 30 N	
	Nord	Ouest	Nord	Ouest
A	48° 47' 43.370" N	3° 42' 27.120" O	5404951	448038
B	48° 47' 43.900" N	3° 40' 42.360" O	5404948	450175
C	48° 47' 31.130" N	3° 40' 32.280" O	5404552	450377
D	48° 47' 2.560" N	3° 40' 23.380" O	5403668	450551
E	48° 46' 26.980" N	3° 41' 51.180" O	5402585	448749
F	48° 46' 49.060" N	3° 42' 6.850" O	5403270	448436
Z1	48° 48' 44.460" N	3° 44' 25.298" O	5406980	445545
Z2	48° 48' 36.864" N	3° 39' 5.400" O	5406566	452167
Z3	48° 47' 25.440" N	3° 39' 30.528" O	5404365	451635
Z4	48° 46' 45.444" N	3° 40' 43.572" O	5403143	450134
Z5	48° 46' 23.838" N	3° 41' 49.098" O	5402488	448791
Z6	48° 48' 10.775" N	3° 42' 56.818" O	5402098	447405
Z7	48° 47' 49.668" N	3° 45' 33.300" O	5405182	444242

Rev	Date	Préparé par / Prepared by	Vérifié par / Checked by	Approuvé par / Approved by	FINAL
Final C					Plan 1 sur 2
Final B	Mars 2016	A. Cerruti	G. Jacq	G. Jacq	Date de levé (Survey date) : Juillet / Août 2015
Final A	Nov. 2015	A. Cerruti	G. Jacq	G. Jacq	Code Projet IN VIVO : REFPTEARMOR
Provi.A	Oct. 2015	A. Cerruti	G. Jacq	G. Jacq	Nom de fichier (File name) : REFPTEARMOR04A0_v3

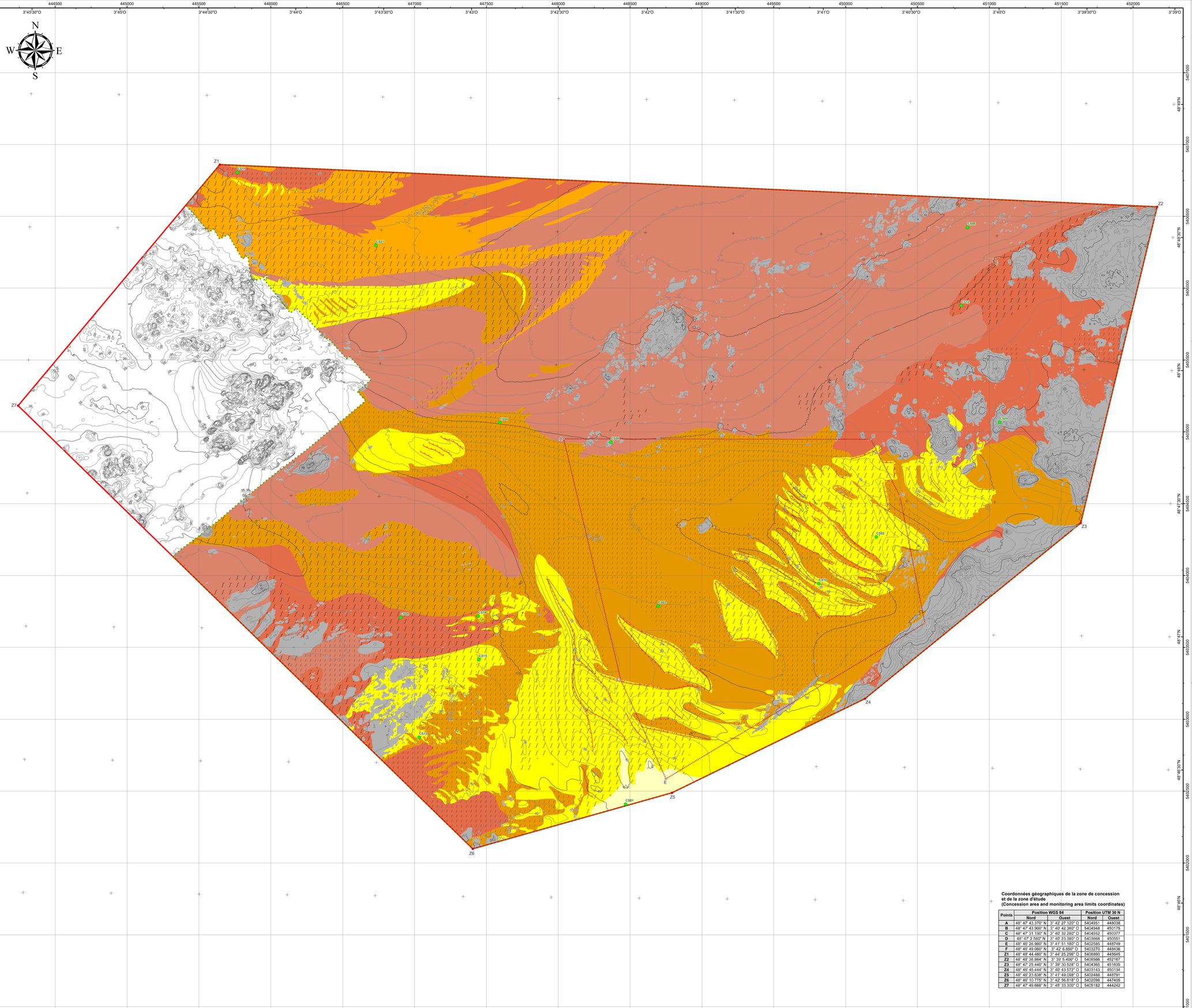
Annexe C : Coordonnées des profils bathymétriques

Annexe C : Coordonnées des profils bathymétriques présentés sur la Planche 4



Profil	X Début	Y Début	X Fin	Y Fin
1	445757.2187	5406793.192	450048.4695	5403329.263
2	448409.289	5403406.583	449762.3861	5404983.908
3	448664.4445	5403306.067	448842.2801	5403553.491
4	448965.9918	5402757.096	449221.1473	5403159.16
5	449136.4345	5403507.017	449443.96	5403814.542
6	449260.5237	5403911.656	449945.7121	5404882.789
7	449551.8637	5403658.082	450204.6809	5404596.844
8	447512.4842	5403382.928	448316.3666	5403749.8
9	446875.3629	5403762.234	450545.2384	5406140.327
10	447163.7059	5402402.952	448460.5697	5403340.289

Annexe D : Plan morpho-sédimentaire au format A0



SYMBOLES CARTOGRAPHIQUES (CARTOGRAPHIC SYMBOLS)

- Extrémités de la concession (Limits of the concession area)
- Extrémités de la zone d'étude (Limits of the monitoring area)
- Périmètre de la concession - 4 km² (Concession area - 4 km²)
- Délimitation de la zone d'étude - 25 km² (Monitoring area - 25 km²)

CARTE DE NATURE DES FONDS (SEABED FEATURES)

- Exemple d'écho-faciès détecté au sonar avec son numéro de référence

Figures sédimentaires

- Crête de vague de sable asymétrique (indicateur de flanc abrupt)
- Crête de vague de sable symétrique
- Mégarides (longueur d'onde inférieure à 2m)
- Mégarides (longueur d'onde supérieure à 2m)

Nature des formations superficielles

- Sables très fins à fins
- Sables fins à moyens
- Sables moyens
- Sables grossiers à très grossiers
- Sables très grossiers
- Sables, graviers et cailloutis
- Roche sub affleurante, toujours immergée
- Zone d'interprétation de la mosaïque SONAR

CARTE BATHYMÉTRIQUE (BATHYMETRIC CHART)

Échelle de couleur des profondeurs en mètres (Depths gradients in meters) :

4,0 — 8,5 — 13,0 — 17,5 — 22,0 — 26,5 — 31,0 — 35,5 — 40,0 — 44,5 — 49,0 — 53,5 — 58,0

Remarques (Notes) :
Echelles et contours bathymétriques en mètres, référencés au zéro hydrographique du port de Roscoff - voir les détails dans les généralités ci-dessous.
(Bathymetric scale and isobaths in meters, referenced to LAT in Roscoff harbour - see details in generalities below.)

Par convention, les valeurs précédées d'un signe négatif (-) représentent des sondes au-dessus du zéro hydrographique.
(Conventionnaly, depth values presented after a negative signe (-) correspond to points above LAT.)

ÉCHELLE (SCALE) : 1:8 000

0 — 200 — 400 — 600 — 800 — 1 000 m

0 — 0.1 — 0.2 — 0.3 — 0.4 — 0.5 NM

GÉNÉRALITÉS (GENERAL NOTES)

NAVIRES DE LEVÉS (VESSELS) : Atlantic Surveyor

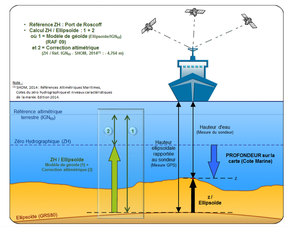
ÉQUIPEMENTS DU LEVÉ (INSTRUMENTATION) :

Morphologie (Morphology)	SONAR Edgetech 4200 MP
Système de positionnement (Positionning system)	Base GPS TRIMBLE 5700, RTK mode GPS CODA OCTOPUS receiver, RTK mode
Bathymétrie (Bathymetry)	R2Sonic 2024, CODA OCTUPUS F180R

Termes et définitions de la description :
Les critères utilisés pour l'interprétation et la description des données sont présentés dans le rapport (Interpretation and description criterias are presented within the report)

Référence bathymétrique (Bathymetric reference) :
Profondeurs en mètres, relatives au zéro hydrographique du port de Roscoff.
Profondeur = [ZH / Ellipsoïde] - [z / Ellipsoïde]
où [ZH / Ellipsoïde] = Modèle de géoïde + Correction altimétrique
et [z / Ellipsoïde] = Hauteur ellipsoïdale rapportée au sondeur - Profondeur.

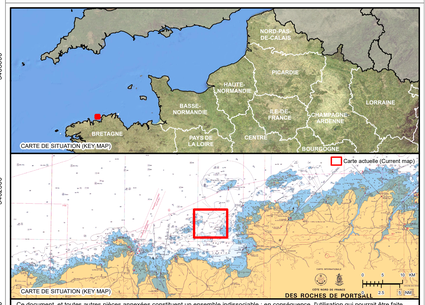
(Depths in meters, based on Lowest Astronomical Tide in Roscoff harbour.
Depth = [ZH / Ellipsoid] - [z / Ellipsoid]
where [ZH / Ellipsoid] = Geoid model + Altimetric correction
and [z / Ellipsoid] = Ellipsoidal height reported to echosounder - Water depth.)



PARAMÈTRES GÉODÉSIQUES (GEODETIC PARAMETERS)

Projection : Mercator Transverse (UTM30N)
Méridien central (Standard parallel) : 3° W
Latitude origine (Latitude of origin) : 0°
Demi grand axe (a) (mètres) (Semi-major axis) : 6378137
Applatissement (1/f) (Reciprocical flatenning) : 298,257222101

Facteur d'échelle (Scale factor) : 0,9996
Constante Est (False Easting) : 500 000
Constante Nord (False Northing) : 0
Datum : ETRS 1989



Ce document, et toutes autres pièces annexées constituent un ensemble indissociable : en conséquence, l'utilisation qui pourrait être faite d'une communication ou reproduction partielle de ce rapport et annexes ainsi que toutes interprétation au-delà des indications et énonciations de In Vivo ne saurait engager la responsabilité de celle-ci
(This document may only be used for the purpose for which it was commissionned and in accordance with the terms of engagement for that commission. Unauthorised use of this document in any form whatsoever is undertaken entirely at the user's risk.)

Maître d'ouvrage : (Contractor) CAN

Prestataire : (Surveyor) SVIVO

Nom de projet (Project name) :

ÉTAT DE RÉFÉRENCE DU SITE POINTE D'ARMOR (2015)

Titre du document (Document title) :

CARTE MORPHOSÉDIMENTAIRE

Coordonnées géographiques de la zone de concession et de la zone d'étude
(Concession area and monitoring area limits coordinates)

Points	Position WGS 84		Position UTM 30 N	
	Nord	Ouest	Nord	Ouest
A	48° 47' 43.370" N	3° 42' 27.120" O	5404951	448038
B	48° 47' 43.900" N	3° 40' 42.360" O	5404948	450175
C	48° 47' 31.130" N	3° 40' 32.280" O	5404552	450377
D	48° 47' 2.580" N	3° 40' 23.380" O	5403668	450551
E	48° 46' 26.980" N	3° 41' 51.180" O	5402585	448749
F	48° 46' 49.060" N	3° 42' 6.850" O	5403270	448436
Z1	48° 48' 44.460" N	3° 44' 25.298" O	5406890	445545
Z2	48° 48' 35.864" N	3° 39' 5.400" O	5406566	452167
Z3	48° 47' 25.440" N	3° 39' 30.528" O	5404365	451635
Z4	48° 46' 45.444" N	3° 40' 43.572" O	5403143	450134
Z5	48° 46' 23.838" N	3° 41' 49.098" O	5402488	448791
Z6	48° 46' 10.775" N	3° 42' 56.818" O	5402098	447405
Z7	48° 47' 49.668" N	3° 43' 33.300" O	5405182	444242

Rev	Date	Préparé par (Prepared by)	Vérifié par (Checked by)	Approuvé par (Approved by)	
Final C					**FINAL** Plan 2 sur 2
Final B	Mars 2016	A. Cerruti	G. Jacq	G. Jacq	Date de levé (Survey date) : Juillet / Août 2015
Final A	Nov. 2015	A. Cerruti	G. Jacq	G. Jacq	Code Projet IN VIVO : REFPTEARMOR
Provi A	Oct. 2015	A. Cerruti R. Colin	G. Jacq	G. Jacq	Nom de fichier (File name) : REFPTEARMOR05A0_v3

Annexes Chapitre 2

Pas d'annexe de Chapitre 2

Annexes Chapitre 3

Pas d'annexe de Chapitre 3

Annexes Chapitre 4

Annexe E : Etat des lieux de l'activité de pêche professionnelle en baie de Lannion

COMITÉ DÉPARTEMENTAL
DES PÊCHES MARITIMES ET DES ÉLEVAGES MARINS
DES CÔTES D'ARMOR

ÉTAT DES LIEUX DE L'ACTIVITÉ DE PÊCHE PROFESSIONNELLE EN BAIE DE LANNION

Actualisation des données – septembre 2015

SOMMAIRE

1.Introduction.....3

2.Présentation du Quartier Maritime de Lannion-Paimpol et de sa flotte.....3

3.Réglementation en vigueur en baie de Lannion.....5

4.Méthodologie employée.....8

5.La pêche professionnelle en baie de Lannion.....10

6.Conclusion.....20

1. INTRODUCTION

Dans le cadre du processus d'obtention des différentes autorisations d'extraction de sables coquilliers sur le site dit « Pointe d'Armor » en baie de Lannion, la Compagnie Armoricaine de Navigation (CAN) mène un travail d'actualisation des données présentées dans sa demande initiale de 2009.

La présente étude est donc réalisée à la demande de la CAN par le comité Départemental des Pêches Maritimes et des Élevages Marins des Côtes d'Armor (CDPMEM 22). Elle représente une mise à jour de l'étude fournie en 2009 par le Comité Local des pêches maritimes et des élevages marins de Lannion-Paimpol.

2. PRÉSENTATION DU QUARTIER MARITIME DE LANNION-PAIMPOL ET DE SA FLOTTE

1. CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES DE LA FLOTTE *(SOURCE : CDPMEM 22)*

Le quartier maritime de Lannion-Paimpol qui s'étend du port de Locquémeau à l'Ouest au port de Paimpol à l'est est l'un des deux quartiers maritimes composant le département des Côtes d'Armor. Au 31 décembre 2014, le quartier maritime de Lannion-Paimpol comptait 107 navires côtiers actifs sur 241 navires côtiers actifs enregistrés dans le département (tableau 1).

La flotte active du quartier maritime se compose de petites unités de 9,22 mètres de long en moyenne et 107 kW de puissance (tableau 2) et pratiquant une pêche côtière[1].

Tableau 1: caractéristiques techniques cumulées des navires côtiers actifs immatriculés PL au 31 décembre 2014

Nombre de navires	Puissance totale (kW)
107	11 389

Tableau 2: caractéristiques techniques moyennes des navires côtiers actifs immatriculés PL au 31 décembre 2014

Longueur moyenne (m)	Puissance moyenne (Kw)	Age moyen (années)
9,22	107,44	25,6

1Marées à la journée pratiquée dans les 12 milles nautiques.

Tableau 3: répartition des navires côtiers actifs immatriculés PL par classes de longueur

<7m	7 à 9m	9 à 12m	12 à 16m	16 à 20m	Total
20	30	50	6	1	107

En 2009, 115 navires composaient la flotte du quartier maritime de Paimpol. La faible diminution du nombre de navires observées entre 2009 et 2015 (8 navires en moins) correspond à la tendance naturelle d'évolution, au grès des ventes de navires et arrêts d'activité. Cependant, au cours de l'année 2015, ce nombre de navires semble augmenter de nouveau (115 navires immatriculés PL au 31 juillet 2015).

Les données relatives au nombre d'hommes embarqués en 2014 n'ont pas été communiquées à temps par la DDTM et n'apparaissent donc pas dans le présent rapport.

2. MÉTIERS PRATIQUÉS ET DÉBARQUEMENTS

Pour pratiquer une activité de pêche, les armateurs de navire de pêche doivent posséder une licence ou une autorisation administrative. Les comités locaux des pêches maritimes de Saint-Brieuc et de Lannion-Paimpol ayant fusionner en 2012 en un seul comité départemental, le périmètre d'application de certaines licences de pêche a été étendu au département (licences relatives à la drague à la coquille Saint-Jacques et à la drague à la praire).

Tableau 4: Nombre de navires titulaires des licences et autorisations administratives encadrant la pêche sur le quartier maritime de Lannion-Paimpol

Licence	Nombre de navires	Licence / autorisation	Nombre de navires
Coquilles Saint-Jacques Côtes d'Armor[2]	64	**Praires**	20
Crustacés	59	**Bivalves**	16
Filet à poissons	48	**Bulots**	13
Palangre	37	**Ormeaux**	5
Canot[3]	25	**Autorisations chalut à seiches**	24
Chalut Paimpol	23	**Autorisations chalut lançons**	22

2Les licences Coquilles Saint-Jacques Baie de Saint-Brieuc et Perros-Guirec ont fusionné en une seule licence départementale.

3Licence canot : cette licence est réservée aux navires d'une longueur inférieure ou égale à 10 mètres et embarquant 2 hommes maximum. Les navires titulaires de cette licence peuvent pratiquer le filet à poissons, la palangre, le filet et/ou le casier à crustacés.

Le tableau n°4 fait état des licences et autorisations administratives encadrant la pêche sur le quartier maritime de Paimpol ainsi que du nombre de navires auxquelles elles ont été attribuées en 2014. En 2014, les métiers les plus pratiqués sont la drague à coquilles Saint-Jacques, le filet et le casier à crustacés, le filet à poissons, la palangre et le chalut à poissons. Les navires paimpolais sont très polyvalents et peuvent pratiquer jusqu'à 3 voire 4 métiers différents sur l'année. Les pratiques de pêche, reflétées par les licences et autorisations de pêche que possèdent les navires, n'ont pas évolué depuis 2009. La diminution du nombre de licences « Crustacés » attribuées entre 2009 et 2014 (respectivement 81 et 59 navires) ainsi que celle du nombre de licences « Filets à poissons » attribuées entre 2009 et 2014 (respectivement 70 et 48) s'expliquent par un report des ces licences sur la licence « Canot » (7 attributions en 2009 contre 25 en 2014). Cette licence « Canot » permet en effet de pratiquer le casier à crustacés , le filet à poissons et la palangre pour les navires de moins de 10m (sous certaines conditions restrictives par rapport aux licences espèces).

Dans l'étude initiale rédigée en 2009, un tableau synthétisant les principales espèces (en quantité et en valeur) débarquées par les navires immatriculés PL était présenté. Ces données étaient issues des travaux du Système d'Information Halieutique (SIH) de l'Ifremer. Les dernières données disponibles du SIH pour le quartier maritime de Paimpol sont celles relatives à l'année d'activité des navires 2012. Or, en 2012, 20 navires hauturiers se sont immatriculés PL et les captures de ces bateaux rentrent dans les statistiques compilées par le SIH de l'Ifremer. Ces statistiques ne reflètent alors plus l'activité côtière et font apparaître des espèces caractéristiques de la pêche au large, comme l'églefin, la morue ou encore le merlan. Ainsi, le présent chapitre a pour objectif de replacer l'activité de pêche menée en baie de Lannion dans le contexte plus large de la pêche **côtière** pratiquée dans le quartier maritime de Paimpol, de ce fait les statistiques actualisées de production des navires immatriculés PL ne seront pas présentées.

3. RÉGLEMENTATION EN VIGUEUR EN BAIE DE LANNION

L'accès à la ressource pour l'ensemble des pêcheries exercées en baie de Lannion est réglementé par des licences de pêche délivrées, selon des critères bien précis, par le CRPMEM[4] de Bretagne. Toutes ces licences sont contingentées.

Drague à Coquilles Saint-Jacques : département des Côtes d'Armor (regroupant les gisements de Saint-Brieuc et de Perros-Guirec)

Après la fusion des comités locaux de Paimpol et de Saint-Brieuc en comité départemental des Côtes d'Armor en 2012, les licences « coquilles Saint-Jacques Perros-Guirec gisement côtier » et « coquilles Saint-Jacques Perros-Guirec gisement large » et « coquilles Saint-Jacques baie de Saint-Brieuc » ont été toutes intégrées en une seule licence « Coquilles Saint-Jacques Côtes d'Armor ». Cependant, les modalités techniques de l'utilisation des dragues restent inchangées. L'ouverture des différents gisements, les calendriers et les quotas de pêche sont décidés à chaque campagne en fonction des résultats de la campagne annuelle d'évaluation du stock de coquille Saint-Jacques et révisés régulièrement en cours de campagne.

4 CRPMEM : Comité Régional des Pêches Maritimes et des Élevages Marins de Bretagne.

Drague à la coquille Saint-Jacques Baie de Morlaix large et côtier

Les modalités techniques d'exploitation fixées par la licence encadrant la pratique de la drague à coquille Saint-Jacques en baie de Morlaix pour les gisements côtier et du large n'ont pas été modifiées depuis 2009. Ce paragraphe ne fait donc pas l'objet d'une actualisation.

Chalut à poissons

La délibération « Chalut-PL-2005-A » du 24 juin 2005 du CRPMEM de Bretagne fixe les conditions de pratique de la pêche au chalut à poissons, des céphalopodes et des pectinidés autres que la coquille Saint-Jacques dans les eaux relevant du CLPMEM de Paimpol. La pêche au chalut est autorisée toute l'année, en aucun cas dans la bande des 3 milles (à partir de la laisse de basse mer). L'usage du chalut à Grande Ouverture Verticale (GOV) est interdit dans le périmètre de la licence, et le nombre de panneaux est limité à 2.

Chalut pour appâts dans la bande des 3 milles

La pêche au chalut du lançon et des seiches dans la bande des 3 milles est autorisée à des conditions bien précises. Les navires possédant l'autorisation de pêche sont dérogataires, et ne peuvent utiliser les captures que comme appât pour d'autres pêcheries.

- Lançon

La pêche au chalut du lançon pour appât dans la bande des 3 milles du littoral breton est réglementée par l'Arrêté Préfectoral n°31/96 (modifié par l'Arrêté n° 119/96).

L'autorisation de pêche est délivrée chaque année aux navires demandeurs, le nombre d'autorisations étant contingenté.

Cet arrêté prévoit que la pêche du lançon ne peut s'exercer que pendant la période s'écoulant entre une heure avant l'heure légale de lever et l'heure légale du coucher du soleil. Les captures réalisées ne peuvent être utilisées que comme appât dans le cadre d'autres activités de pêche et ne peuvent être commercialisées à d'autres fins que la pêche professionnelle.

- *Seiche*

La pêche au chalut des seiches pour appât dans la bande des 3 milles du littoral breton est réglementée par l'Arrêté Préfectoral n°44/96 (modifié par l'Arrêté n° 44/98).

Le chalutage y est ainsi autorisé dans la zone délimitée comme suit :

A l'Ouest : le méridien du Douron (03° 38' W) ;

A l'Est : la ligne de zéro des cartes ;

Au Nord : le parallèle de la pointe de Bihit (48° 45' 30 N)

Au Sud : la ligne de zéro des cartes.

Concernant l'estuaire du Léguer, la pêche dérogataire ne pourra être pratiquée au Sud de la ligne joignant la pointe de Dourvin et la pointe de Servel.

Cette pêche n'est ouverte qu'aux navires d'une longueur hors tout inférieure ou égale à 16 mètres.

La pêche n'est autorisée que du lundi au vendredi inclus, entre l'heure légale de lever et l'heure légale du coucher du soleil.

Pêche aux crustacés (filet ou casier)

Les modalités techniques d'exploitation fixées par la licence encadrant la pêche aux crustacés n'ont pas été modifiées depuis 2009. Ce paragraphe ne fait donc pas l'objet d'une actualisation.

Palangre

Les modalités techniques d'exploitation fixées par la licence encadrant la pêche à la ligne et à la palangre n'ont pas été modifiées depuis 2009. Ce paragraphe ne fait donc pas l'objet d'une actualisation.

Filets à poissons

La délibération « Filet-CRPM-2006-A » du 29 septembre 2006 du CRPMEM de Bretagne fixe les conditions d'utilisation des filets à poissons en zone A et B définies comme suit :

- Zone A : de la limite séparatrice des régions Basse-Normandie/Bretagne jusqu'au méridien de Locquirec :

- Dispositions particulières concernant les filets trémails

La longueur totale des filets est limitée à 2 km par homme embarqué ou à 3 km si le navire est armé par 1 seul marin.

Les filets sont soumis à relève quotidienne.

- Dispositions particulières concernant les filets trémails de maillage >=220mm

La longueur totale des filets est limitée à 10 km par homme embarqué.

Les filets ne peuvent être immergés plus de 3 nuits.

- Dispositions particulières concernant les filets droits maillants de maillage <220mm

La longueur totale des filets est limitée à 2 km par homme embarqué.

Les filets sont soumis à relève quotidienne.

- Disposition particulières concernant les filets droits à grandes mailles

La longueur totale des filets est limitée à 15 km par homme embarqué et à une longueur maximale de 45 km pour les navires de longueur inférieure ou égale à 12 mètres ; de 60 km pour les navires de longueur supérieure à 12 mètres.

Les filets ne peuvent être immergés plus de 3 nuits.

- Zone B : du méridien de Locquirec jusqu'au parallèle 48°10'N (Baie de Douarnenez exclue) :

Mêmes dispositions, sauf pour :

- les filets trémails de maillage >=220mm

La longueur totale des filets est limitée à 15 km par homme embarqué et à une longueur maximale de 45 km pour les navires de longueur inférieure ou égale à 12 mètres ; de 60 km pour les navires de longueur supérieure à 12 mètres.

Les filets ne peuvent être immergés plus de 3 nuits.

Pêche en plongée aux ormeaux

Les délibérations « Ormeaux-CRPM-2014-A » et « Ormeaux-CRPM-2014-B »du 26 septembre 2014 du CRPMEM de Bretagne fixe les conditions de la campagne de pêche aux ormeaux en plongée comme suit :

- Zone 3 : du méridien de la Mauve au méridien de la pointe de Locquirec

Le nombre de licences est contingenté à 5 (soit 15 extraits de licence). Un quota par extrait est fixé pour la campagne. Chaque ormeau débarqué doit être correctement bagué.

La pêche est interdite les dimanches et jours fériés, et la pêche et le débarquement s'effectuent obligatoirement du lever au coucher du soleil.

4. MÉTHODOLOGIE EMPLOYÉE

1. IDENTIFICATION DES NAVIRES TRAVAILLANT EN BAIE DE LANNION

L'étude s'est essentiellement portée sur les navires potentiellement concernés par la zone de demande d'extraction, c'est-à-dire les navires travaillant en baie de Lannion.

Une première identification de ces navires s'est faite à partir de la base de données du CDPMEM 22. Un tri par port d'attache compris entre Locquémeau et Perros-Guirec a permis d'isoler 33 navires à enquêter. Cette liste a été validée par les connaissances de pêcheurs référents travaillant en baie de Lannion. Les armateurs de ces 33 navires ont été contactés par téléphone afin de vérifier s'ils pratiquaient effectivement leur activité de pêche en baie de Lannion et le cas échéant, un rendez-vous pour un entretien individuel était convenu. Finalement, 31 navires de pêche ont été retenus comme travaillant en baie de Lannion.

Données concernant les navires finistériens

Le CDPMEM du Finistère a transmis au CDPMEM 22 quelques éléments concernant les navires immatriculés MX. Les données présentées ici sont issues d'un travail d'enquêtes téléphoniques et des bases de données du CDPMEM du Finistère. Dans le corps du présent rapport, les données correspondant aux navires du Finistère sont bien identifiées comme telles. En 2014, 18 navires finistériens ont travaillé en baie de Lannion.

2. CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES DES NAVIRES TRAVAILLANT EN BAIE DE LANNION

A partir des listes de navires immatriculés dans les Côtes d'Armor et dans le Finistère, les caractéristiques techniques cumulées et moyennes des navires correspondant ont été calculées à partir des bases de données du CDPMEM 22 et du CDPMEM 29. Les données n'étant pas issues du même travail, elles sont présentées indépendamment.

3. CARACTÉRISATION DES ACTIVITÉS DE PÊCHE EN BAIE DE LANNION

Les données relatives à la spatialisation des activités de pêche 2014 concernent uniquement les navires immatriculés PL et ont été recueillies en entretien individuel. Ces données portent sur les pratiques de pêche des navires en baie de Lannion d'une manière générale et permettent d'évaluer leur part d'activité au sein de la zone d'extraction dite « Pointe d'Armor ».

Lors de ces entretiens, les patrons-pêcheurs ont été invités à dessiner sur un fond de carte leurs zones de pêche par métier[5] et à indiquer les périodes de pratique de ces métiers. Lorsque ces données avaient déjà été recueillie dans le cadre d'une autre étude récente, le propriétaire du navire était contacté par téléphone afin de valider l'actualité de ses données (tableau 5).

Tableau 5: entretiens individuels directs et téléphoniques réalisés dans le cadre de la présente étude

Entretiens directs	16
Entretiens téléphoniques	5
Total navires enquêtés	21

Les zones de pêche par métier sont ensuite agrégées sous SIG et des cartes représentant les zones de pêche pour chaque métier pratiqué en Baie de Lannion en 2014 sont produites. Les données de saisonnalité ont permis d'établir un calendrier des activités pratiquées en baie de Lannion.

Données concernant les navires finistériens

Dans le Finistère, aucun travail d'entretien individuel n'a été réalisé. Les données relatives à l'activité des navires identifiés comme travaillant en baie de Lannion sont issues des bases de données du CDPMEM 29 (licences) et d'enquêtes téléphoniques.

5Métier de pêche : association d'un engin de pêche et d'une espèce ou d'un groupe d'espèces ciblé.

5. LA PÊCHE PROFESSIONNELLE EN BAIE DE LANNION

1. CARACTÉRISTIQUES TECHNIQUES DES NAVIRES TRAVAILLANT EN BAIE DE LANNION

Les 30 navires des ports de Locquémeau, Trébeurden, Ile-Grande, Ploumanac'h et Perros-Guirec pratiquant leur activité majoritairement en baie de Lannion mesurent en moyenne 8,93 mètres pour une puissance moyenne de 91 kW (tableaux 6 et 7).

Tableau 6: Caractéristiques cumulées des navires immatriculés PL travaillant en baie de Lannion en 2014

Nombre de navires	Puissance totale (kW)
30	2 732

Tableau 7: Caractéristiques moyennes des navires immatriculés PL travaillant en baie de Lannion en 2014

Longueur moyenne (m)	Puissance moyenne (kW)	Age moyen (années)
8,93	91,06	27,9

Les données relatives au nombre d'hommes embarqués en 2014 n'ont pas été communiquées à temps par la DDTM et n'apparaissent donc pas dans le présent rapport.

Tableau 8: Répartition des navires immatriculés PL travaillant en baie de Lannion en 2014 par classes de longueur

<7m	7 à 9m	9 à 12m	12 à 16m	16 à 20m	Total
5	11	13	1	0	30

L'étude menée en 2009 avait dénombré 19 navires travaillant en baie de Lannion. En 2014, le premier recensement des navires est établi à partir de la base de données du CDPMEM des Côtes d'Armor, mieux renseignée et mise à jour plus régulièrement que l'ancienne base du Comité Local et complétée avec les données du SIP (Système d'Information Pêche). Ceci a permis un travail d'identification des navires concernés plus précis en 2014 qu'en 2009 et d'en recenser 30.

Données concernant les navires finistériens

Le CDPMEM du Finistère a transmis les informations concernant les navires relevant du quartier maritime de Morlaix et travaillant en baie de Lannion. Les données présentées ici sont issues d'un travail d'enquêtes téléphoniques et des bases de données du CDPMEM du Finistère. En 2014, 18 navires finistériens ont travaillé en baie de Lannion. Leurs caractéristiques techniques sont présentées dans les tableaux 9 et 10.

Tableau 9: Caractéristiques cumulées des navires immatriculés MX travaillant en baie de Lannion en 2014

Nombre de navires	Puissance totale (kW)
18	2000

Tableau 10: Caractéristiques techniques moyennes des navires immatriculés MX travaillant en baie de Lannion en 2014

Longueur moyenne (m)	Puissance moyenne (kW)
10,03	111,11

→ Les données issues du travail de recensement des deux CDPMEM montrent que 48 navires de pêche professionnelle travaillent en baie de Lannion.

2. CARACTÉRISATION DES ACTIVITÉS DE PÊCHE EN BAIE DE LANNION

SPATIALISATION DES ACTIVITÉS DE PÊCHE EN BAIE DE LANNION

Les figures 1 à 5 présentent la spatialisation des métiers de pêche pratiqués en baie de Lannion. Seuls les métiers du casier à seiches et de la drague à praires, exercés chacun par un seul navire, ne sont pas représentés afin de ne pas afficher les zones de pêche au niveau individuel.

Les cartes 2 et 4 regroupent les métiers par engin et la figure 5 illustre la pratique des métiers de l'hameçon, c'est-à-dire les lignes et les palangres ciblant principalement le bar et utilisant le lançon pêché au chalut comme appât.

Les métiers du chalut à seiche et du filet à crustacés n'étaient pas représentés en 2009.

Les zones de pratique des différents métiers de pêche ainsi cartographiées en 2014 à partir de 21 enquêtes directes reflètent une fréquentation de la baie similaire à celle observée en 2009. L'utilisation d'un logiciel de SIG permet cependant d'affiner la donnée pour certains métiers :

- Casier à crustacés : les zones identifiées en 2009 et en 2014 se recoupent. Des zones plus à la côte à l'Est de la baie apparaissent en 2014.
- Plongée aux ormeaux : les zones identifiées en 2009 et en 2014 sont similaires.
- Chalut de fond à poissons : non représenté en 2009
- Chalut de fond à seiches : non représenté en 2009
- Drague à coquille Saint-Jacques : les zones identifiées en 2009 et en 2014 se recoupent. La zone sud identifiée en 2014 s'étend plus vers le Nord jusqu'au « Haut fond du chenal ».
- Filets à poissons : les zones identifiées en 2009 et en 2014 se recoupent. Des zones plus à la côte au Nord-Est de la baie apparaissent en 2014.
- Filet à crustacés : non représenté en 2009
- Métiers de l'hameçon : les zones identifiées en 2009 et en 2014 sont similaires.
- Chalut à lançon : les zones identifiées en 2009 et en 2014 sont similaires.

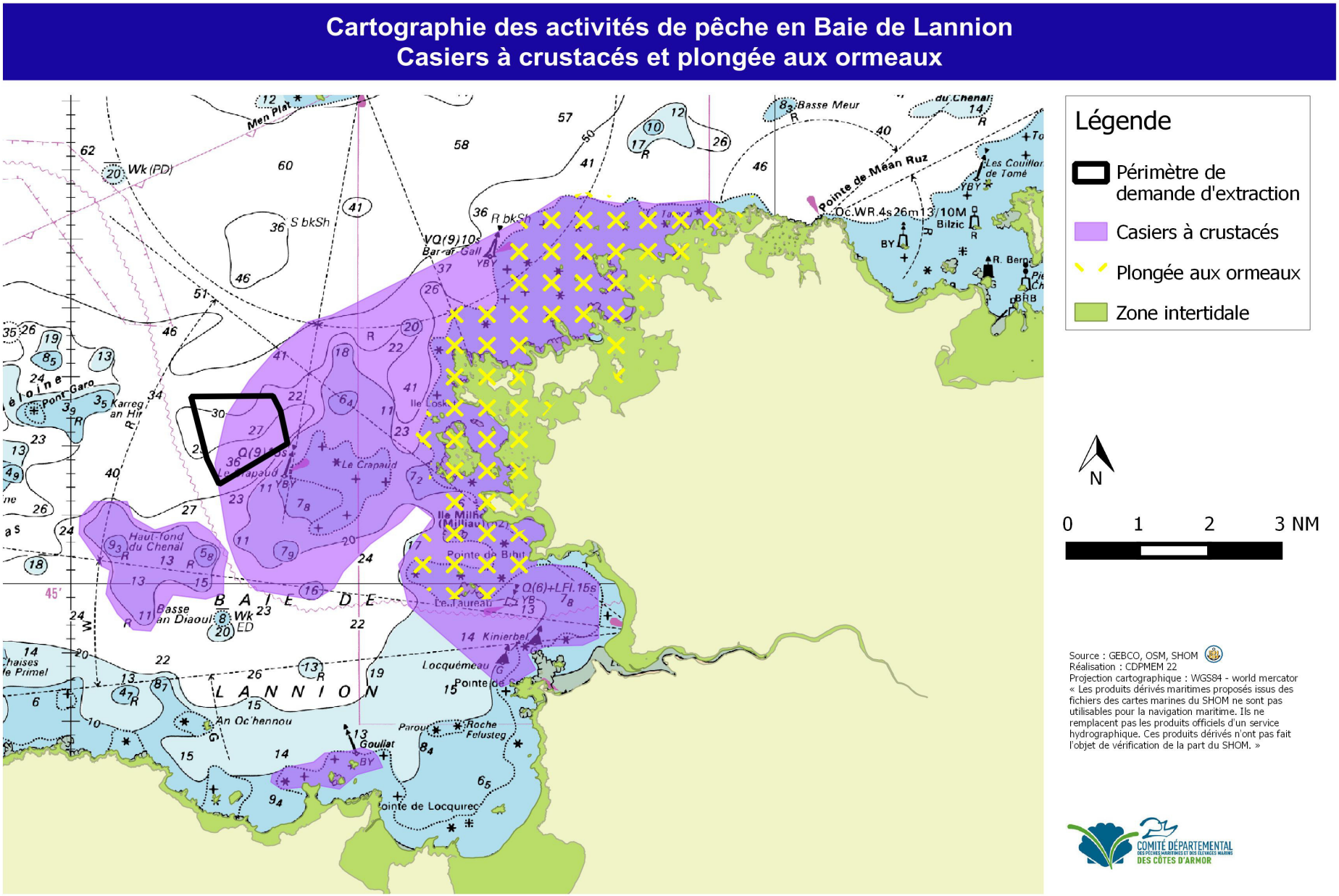


Figure 1 : fréquentation de la baie de Lannion par les navires pratiquant le casier à crustacés et la plongée aux ormeaux en 2014

Cartographie des activités de pêche en Baie de Lannion
Chalut de fond à poissons et chalut de fond à seiches

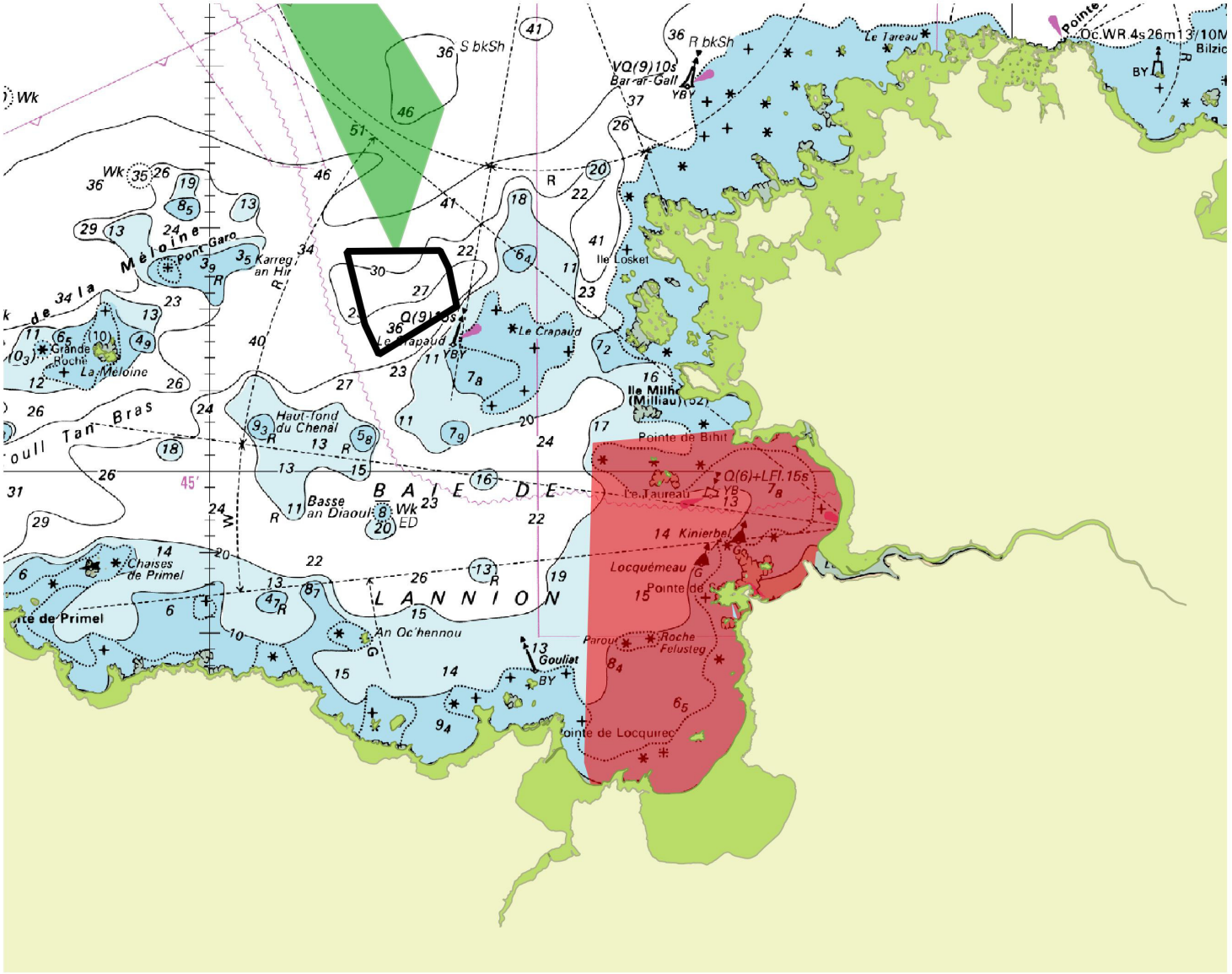


Figure 2 : fréquentation de la baie de Lannion par les navires pratiquant le chalut de fond à poissons et le chalut de fond à seiches en 2014

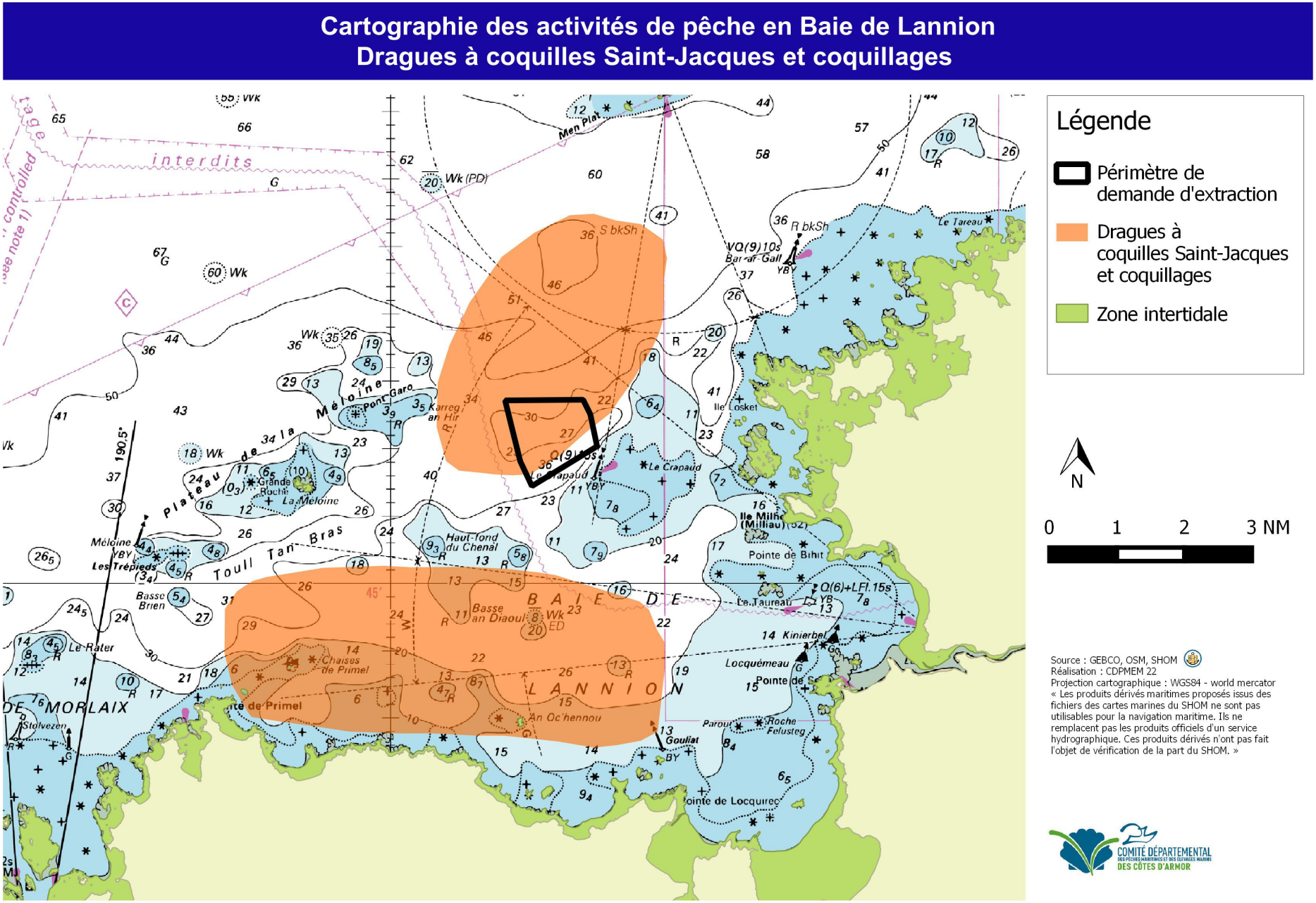


Figure 3 : fréquentation de la baie de Lannion par les navires pratiquant la drague à coquilles Saint-Jacques en 2014

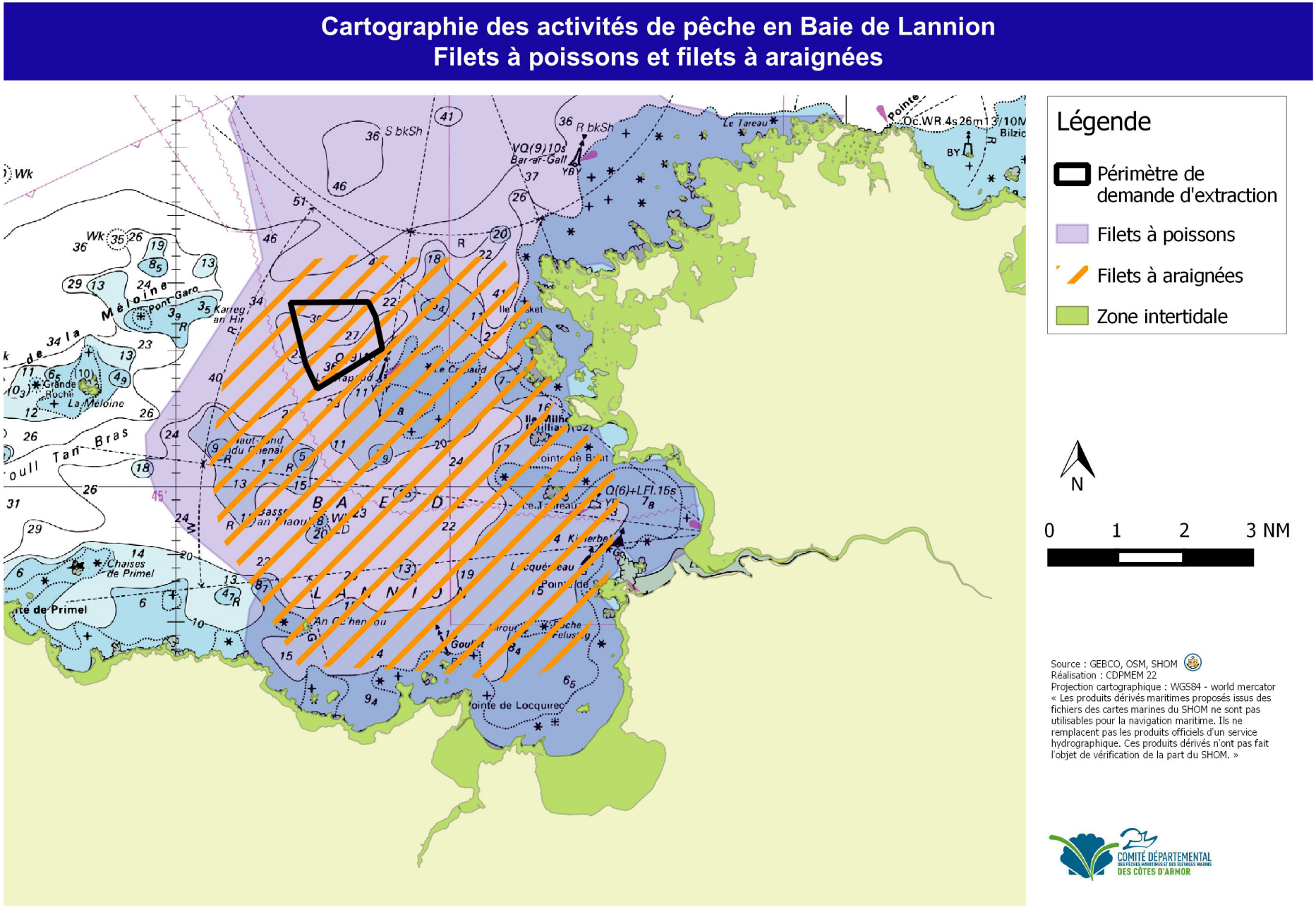


Figure 4 : fréquentation de la baie de Lannion par les navires pratiquant le filet à crustacés et le filet à poissons en 2014

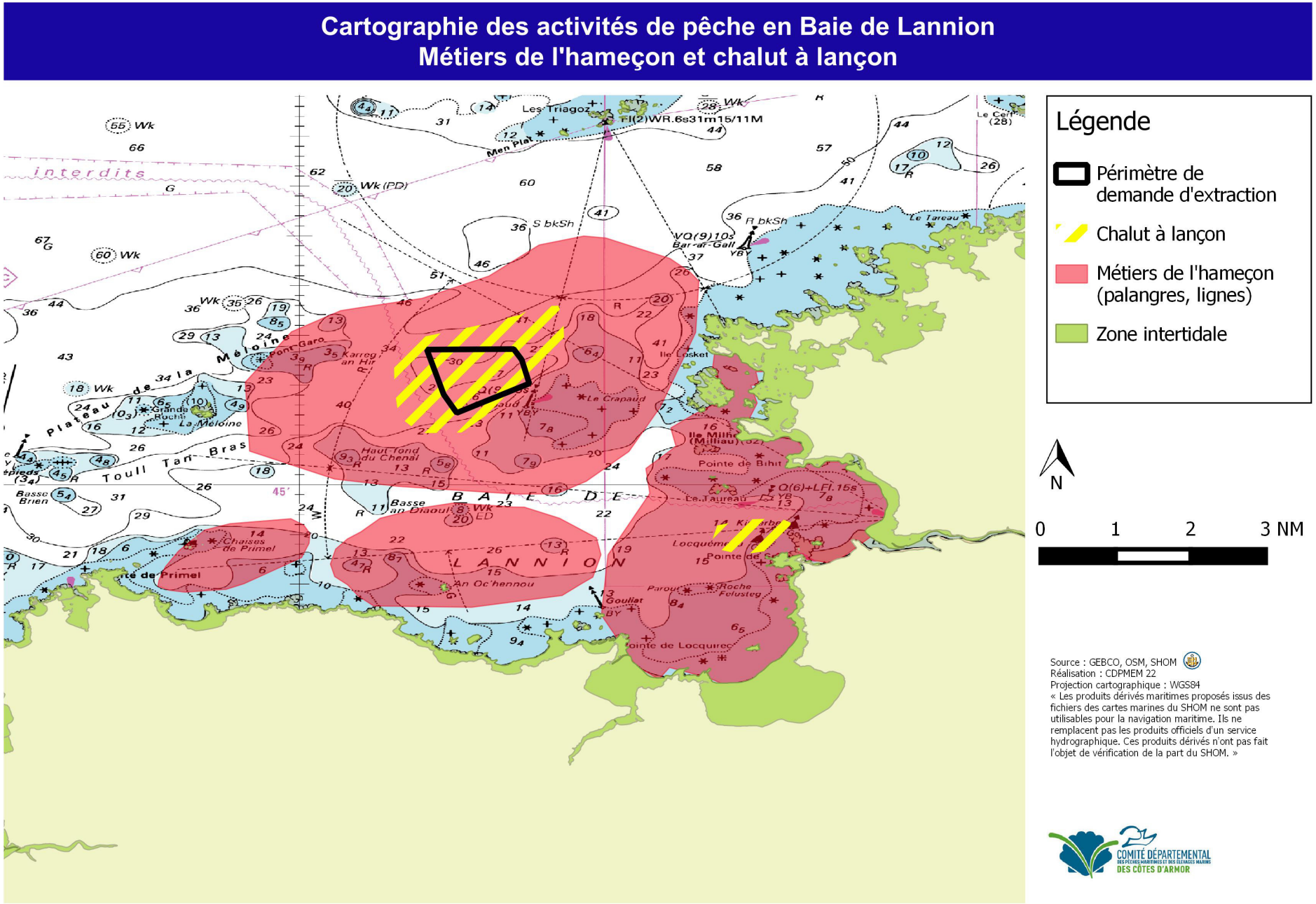


Figure 5 : fréquentation de la baie de Lannion par les navires pratiquant les métiers de l'hameçon et le chalut à lançons (pour appât) en 2014

MODALITÉS D'EXPLOITATION

Les entretiens individuels permettent d'établir le nombre de navires exerçant chaque métier pratiqué en baie de Lannion (tableau 11). En 2009, l'information était traitée au niveau de l'engin seul.

Tableau 11: Pratique des différents métiers de pêche exercés en baie de Lannion en 2014 par les navires immatriculés PL

Métier pratiqué	Nombre de navires concernés
Casier à crustacés	9
Filet à crustacés	5
Filet à poissons	11
Chalut à lançons	9
Métiers de l'hameçon	11
Drague à coquilles Saint-Jacques	3
Chalut à seiches	4
Chalut à poissons	3
Plongée aux ormeaux	5

En 2014, les métiers pratiqués par le plus grand nombre de navires sont les filets à poissons, les métiers de l'hameçon, le chalut à lançon pour appât et le casier à crustacés.

La saisonnalité des métiers pratiqués en baie de Lannion est illustrée dans le tableau 12. Les métiers du casier à crustacés, du filet à crustacés, du chalut à lançon pour appât et des métiers de l'hameçon, le chalut à seiche et la drague aux coquilles Saint-Jacques présentent des saisonnalités marquées. Cette saisonnalité est due à la présence sur les zones de pêche des espèces ciblées par les engins et à la réglementation qui contraint les calendriers de pêche (coquilles Saint-Jacques par exemple).

Tableau 12 : Saisonnalité des pratiques des métiers de pêche exercés en baie de Lannion en 2014

	Janv	Fév	Mars	Avr	Mai	Juin	Juill	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc
Casiers à crustacés												
Filets à crustacés												
Filets à poissons												
Chalut à lançons												
Métiers de l'hameçon												
Drague à coquilles												
Chalut à seiches												
Chalut à poissons												
Plongée aux ormeaux												

Données concernant les navires finistériens

En 2014, les navires immatriculés MX ont exercé le casier à crustacés, les métiers de l'hameçon et la drague à coquille Saint-Jacques. Ce dernier métier est donc surtout pratiqué, en baie de Lannion, par des navires finistériens. Si la donnée concernant les zones et périodes de pêche correspondantes n'a pas été recueillie pour ces navires, il est très probable que les zones recoupent celles définies pour les navires costarmoricains. Quant à la saisonnalité des métiers, la présence sur zone des espèces ciblées (homards pour le casier et bars pour les métiers de l'hameçon) ou la réglementation (drague à coquille Saint-Jacques) conditionnent de la même manière les navires finistériens et les navires costarmoricains.

Tableau 13 : Pratique des différents métiers de pêche exercés en baie de Lannion en 2014 par les navires immatriculés MX

Métier pratiqué	Nombre de navires concernés
Casier à crustacés	5
Métiers de l'hameçon	5
Drague à coquilles Saint-Jacques	11

→ L'actualisation des données de caractérisation de l'activité de pêche en baie de Lannion permet de confirmer les données obtenues en 2009. La réglementation, la saisonnalité des espèces et le nombre importants de navires pratiquant leur activité en baie de Lannion conditionnent leurs possibilités de travail et par conséquent leurs possibilités de stratégie d'adaptation en cas de perturbation.

6. CONCLUSION

L'actualisation de l'état des lieux de l'activité halieutique en baie de Lannion en 2014 confirme les éléments indiqués en 2009 en termes de métiers pratiqués, de saisonnalité et de secteurs travaillés.

Le nombre de navires travaillant en baie de Lannion s'élève, au dernier recensement, à 48 navires issus des quartiers maritimes de Paimpol et de Morlaix.

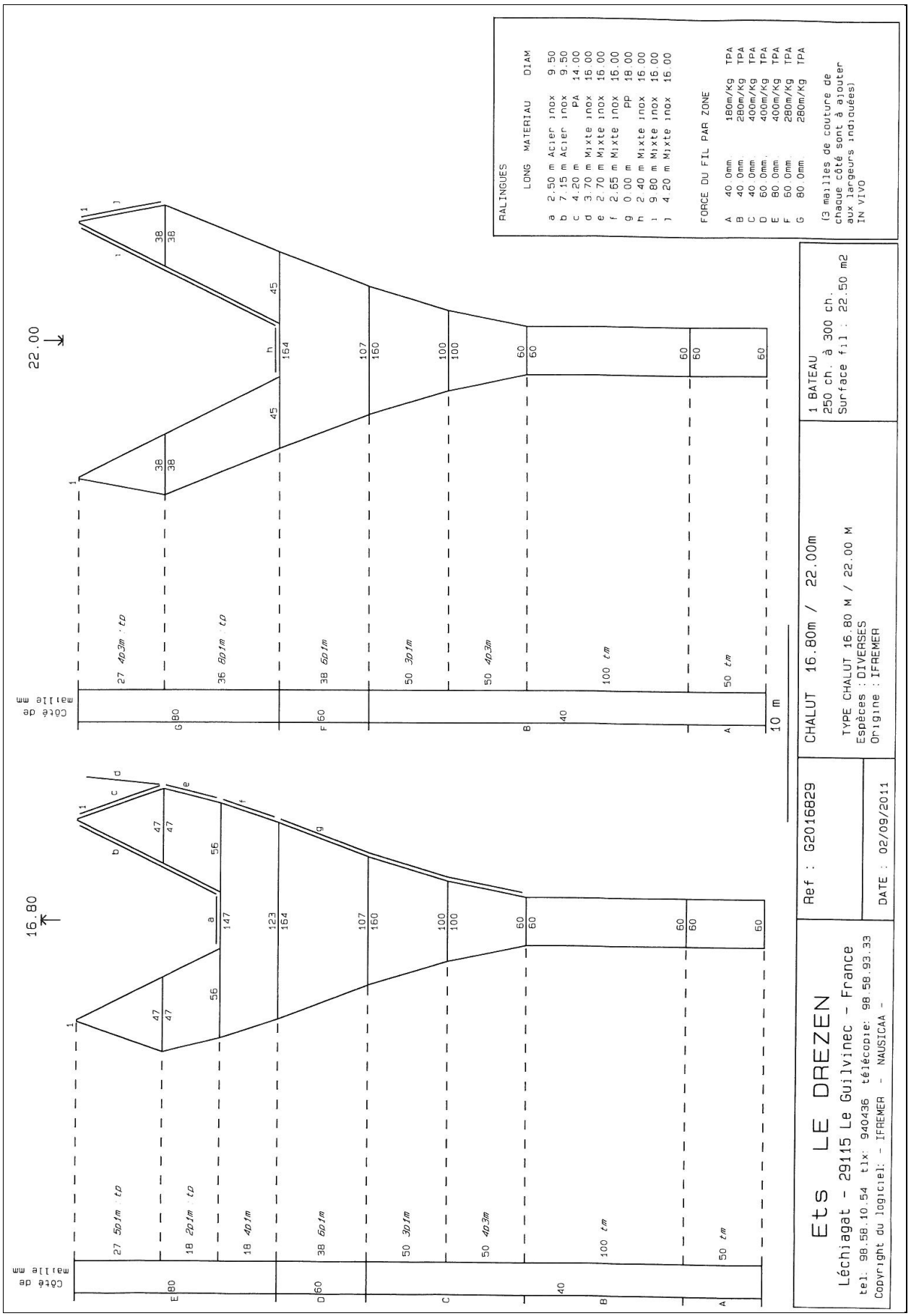
La dépendance de ces 48 navires à la baie de Lannion est très forte, compte-tenu de la réglementation encadrant les différents métiers de pêche, des règles tacites de cohabitation entre les multiples pratiques , de la saisonnalité et de la présence des espèces ciblées et de leurs habitats. Les possibilités de report d'activités pour ces navires très côtiers sont donc très limitées.

***

CDPMEM des Côtes d'Armor

Septembre 2015

Annexe F : Plan du chalut GOV


RALINGUES
LONG MATERIAU DIAM
a 2.50 m Acier inox 9.50
b 7.15 m Acier inox 9.50
c 4.20 m PA 14.00
d 3.70 m Mixte inox 16.00
e 2.70 m Mixte inox 16.00
f 2.65 m Mixte inox 16.00
g 0.00 m PP 18.00
h 2.40 m Mixte inox 16.00
i 9.80 m Mixte inox 16.00
j 4.20 m Mixte inox 16.00
FORCE DU FIL PAR ZONE
A 40.0mm 180m/Kg TPA
B 40.0mm 280m/Kg TPA
C 40.0mm 400m/Kg TPA
D 60.0mm 400m/Kg TPA
E 80.0mm 400m/Kg TPA
F 60.0mm 280m/Kg TPA
G 80.0mm 280m/Kg TPA
(3 mailles de couture de chaque côté sont à ajouter aux largeurs indiquées)
IN VIVO
22.00
16.80
Côté de mailles en m
10 m
1 BATEAU
250 ch. à 300 ch.
Surface fil : 22.50 m2
CHALUT 16.80m / 22.00m
TYPE CHALUT 16.80 M / 22.00 M
Espèces : DIVERSES
Origine : IFREMER
Ref : G2016829
DATE : 02/09/2011
Ets LE DREZEN
Léchiagat - 29115 Le Guilvinec - France
tel: 98.58.10.54 tlx: 940436 télécopie: 98.58.93.33
Copyright du logiciel: - IFREMER - NAUSICAA -

Annexe G : Etat initial des populations de lançons

OCEANIC
DÉVELOPPEMENT

Etat initial des populations de lançons dans la zone Pointe d'Armor (Baie de Lannion)

Rapport d'étude

Avril 2013

INGÉNIERIE - CONSEIL - ASSISTANCE TECHNIQUE
PROCESSUS ENGINEERING - CONSULTING - TECHNICAL ASSISTANCE

ZONE INDUSTRIELLE DU MOROS / 29900 CONCARNEAU / FRANCE
TÉL. 33 (0)2 98 50 89 99 / FAX 33 (0)2 98 50 78 98

INFO@OCEANIC-DEV.COM / WWW.OCEANIC-DEV.COM

ETAT INITIAL DES POPULATIONS DE LANÇONS DANS LA ZONE POINTE D'ARMOR

Sommaire

1 Introduction 3
2 Matériel et méthode 3
2.1 Pêches expérimentales au chalut 3
- Choix de radiales de prospection 3
- Navire de support et engin de pêche 5
- Mesures réalisées 6
2.2 Pêches expérimentales à la benne 6
- Méthode de prélèvement 7
- Mesures réalisées 9
3 Résultats 9
3.1 Pêches expérimentales de lançons au chalut 9
- Espèces de lançons pêchées 9
- Indicateurs d'abondance mesurés lors des campagnes 10
- Distribution en tailles des lançons capturés 17
3.2 Pêche expérimentale de lançons à la benne 22
3.3 Autres espèces capturées lors des pêches expérimentales de lançons au chalut 22
- Rendements obtenus 23
- Analyse qualitative 28
- Analyses par espèce 29
4 Discussion 33
BIBLIOGRAPHIE 39

1 Introduction

La Compagnie Armoricaine de Navigation (CAN) sollicite l'exploitation d'un périmètre situé dans la partie orientale de la Baie de Lannion sur le site dit de Pointe d'Armor (appelé également zone du Crapaud par les pêcheurs professionnels). Dans le cadre du dossier de demande de permis d'exploitation, la CAN a mandaté Oceanic Développement pour réaliser un état initial des populations de lançons sur la zone, étant suggéré par la représentation des professionnels de la pêche que cette ressource y est abondante.

2 Matériel et méthode

2.1 Pêches expérimentales au chalut

➢ Choix de radiales de prospection

Un objectif total de 14 radiales d'échantillonnage a été fixé en début de projet. Ces radiales ont été réparties en 5 radiales à l'intérieur du périmètre sollicité et 9 radiales dans les zones adjacentes réparties autour de ce périmètre suivant les recommandations de IFREMER (2011b) concernant la répartition de l'effort d'échantillonnage pour la mise en œuvre de mesures de l'état initial et le suivi des ressources halieutiques dans le cadre d'une exploitation de granulats marins.

La position définitive des stations prospectées est un compromis entre une répartition homogène de radiales dans et autour du périmètre sollicité, et ce qu'il est possible de faire. En effet, la zone présente un relief très irrégulier et des risques de croches qui ne permettent pas de traîner un chalut à des endroits et dans des directions choisis au hasard. La position des 14 radiales prospectées est indiquée sur la carte suivante.

Chaque radiale a été échantillonnée deux fois, une première fois au mois de mai 2012, une seconde fois au mois de septembre 2012. Les coordonnées détaillées et la profondeur de ces radiales sont détaillées en Annexe 1.

Les radiales ont échantillonné des profondeurs variant entre 26 m et 55 m, avec une profondeur moyenne toutes stations confondues d'environ 40 m.

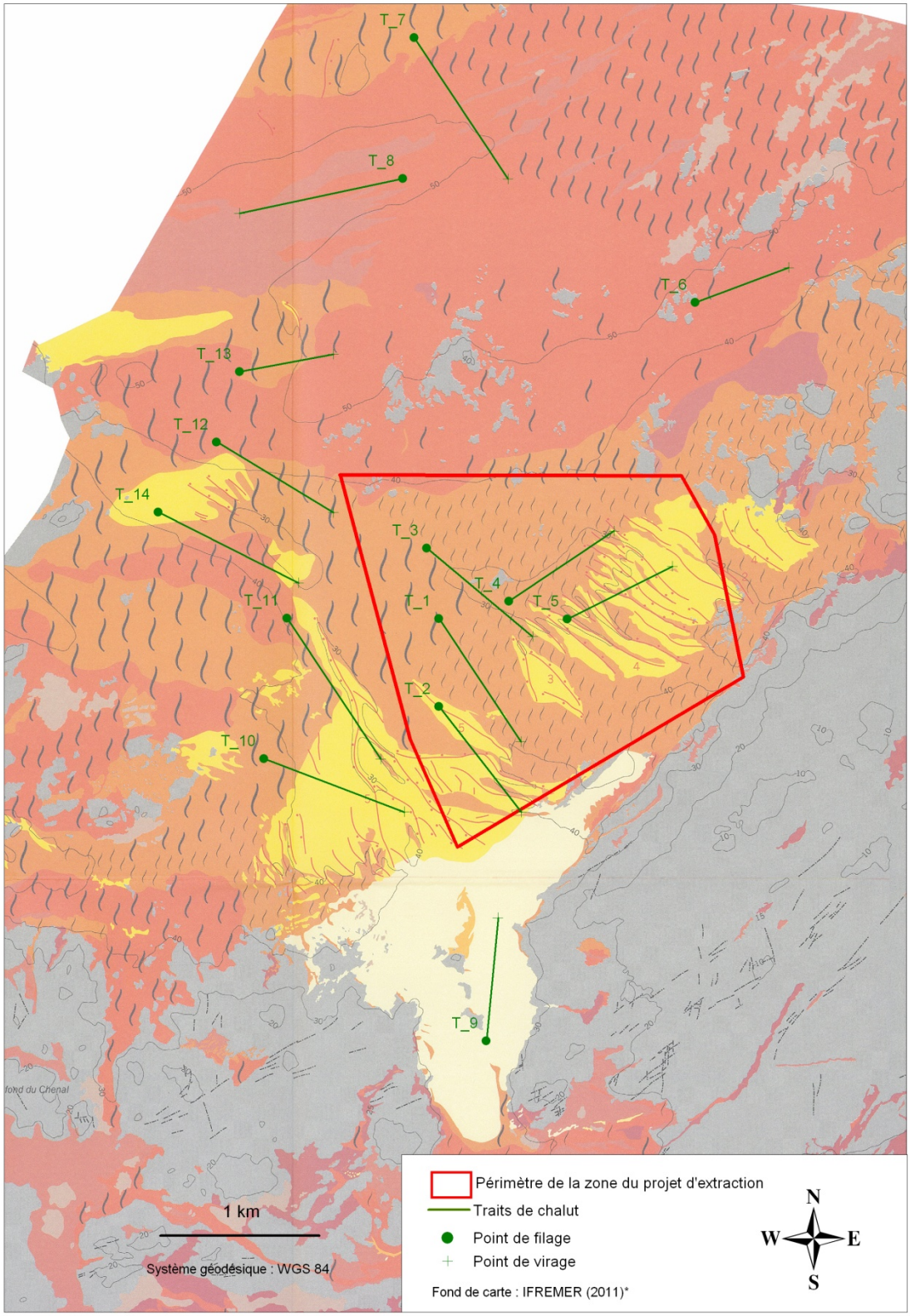


Figure 1 : Position des radiales échantillonnées indiquant la position au filage et la position au virage. * : carte des formations superficielles (IFREMER, 2011), voir légende en annexe 2

➢ Navire de support et engin de pêche

En concertation avec le Comité Départemental des Pêches des Côtes d'Armor, le navire de pêche professionnelle AVENTUR VAD (PL 721 230) armé par M. Cadren s'est porté volontaire pour les opérations en mer. Ce navire est exploité à la coquille Saint Jacques durant la période hivernale et à la palangre à bar le reste de l'année. Ses principales caractéristiques sont d'après le registre de la flotte de pêche française :

- Longueur HT : 11.22 m
- Jauge : 14.92 GT
- Puissance : 162 KW
- Année de construction : 1987

L'engin de pêche utilisé lors des campagnes expérimentales est un chalut à quatre faces. Il ne s'agit donc pas d'un chalut à lançons tel qu'on peut le rencontrer mais d'un chalut conçu pour la pêche d'espèces démersales diverses adapté par ses propriétaires de manière à retenir les lançons, notamment au moyen de l'emploi de maillages étroits dans le gorget et dans le cul du chalut. Les principales caractéristiques sont :

- Longueur de la corde de dos : 15,90 m
- Longueur du bourrelet : 22,80 m
- Maillage dégressif de 60 mm dans les ailes à 2 à 3 mm dans le gorget et le cul du chalut (doublure intérieure du gorget)
- Panneaux : deux panneaux d'environ 250 kg chacun

Le plan du chalut original est présenté en annexe 3. Les dimensions du chalut reportées sur le plan correspondent aux dimensions actuelles, mais les maillages ont été changés depuis.

En première approximation, on peut estimer que l'ouverture horizontale de ce chalut est équivalente à la moitié de la longueur de la corde de dos, soit 7,95 m. D'après les armateurs du navire, le chalut pourrait avoir une ouverture verticale d'environ 2 m, mais ce chiffre n'a pu être mesuré précisément.

Le chalut a été traîné sur une durée constante de 10 mn décomptées à partir du moment où il touchait le fond. La vitesse de traîne était de 2,5 nœuds en moyenne, soit une distance couverte d'environ 772 m par radiale et une surface balayée de l'ordre de 6 137 m² (0,61 km²).

Pour réaliser les opérations, le navire a été affrété pour deux périodes de deux jours :

- les 3 et 4 mai 2012 correspondant à la fin de la période hivernale
- les 13 et 14 septembre 2012 correspondant à la fin de la période estivale

Les opérations de pêche sur zone se sont déroulées entre 8 :00 et 13 :00 pour les deux périodes. Cette période de la journée se justifie par le fait que les lançons y seraient plus capturables. D'après les pêcheurs professionnels rencontrés, le lançon après sa sortie du sédiment au lever du jour resterait groupé au dessus du fond mais aurait ensuite tendance à monter dans la colonne d'eau en se dispersant au fur et à mesure de l'avancement de la journée avant de retourner dans le sédiment au coucher du soleil.

Par rapport à la marée, ces périodes de pêche se situaient entre la fin du jusant et le début du flot pour les deux périodes. Les coefficients étaient entre 70 et 85 lors de la première campagne de mai, et entre 59 et 73 pour la seconde campagne de septembre.

Tableau 1 : Heure légale et coefficient des marées pour les dates des pêches expérimentales. Référence : Port de Trébeurden. Source : SHOM

	Pleine mer				Basse mer	
Date	**Matin**	**Coef**	**Soir**	**Coef**	**Matin**	**Soir**
03/05/2012	04:19	70	16:54	77	10:52	23:18
04/05/2012	05:15	85	17:45	90	11:46	--
13/09/2012	05:05	59	17:22	66	11:23	23:48
14/09/2012	05:49	73	18:03	80	12:07	--

Les conditions météorologiques ont été caractérisées par un vent faible de secteur Nord-Est dominant avec mer calme pour la campagne de mai 2012, et par un vent de Nord force 3 à 4 le 13 septembre 2012 avec mer peu agitée, tournant sud-ouest en fraichissant force 6 le 14 septembre avec une mer devenant agitée.

➢ Mesures réalisées

Pour chaque coup de chalut, les informations suivantes ont été relevées :

- Les positions au filage du chalut, au virage et la profondeur en ces deux points.

- Tous les lançons capturés ont été stockés à bord pour traitement des échantillons à terre comprenant *i)* un tri par espèce de lançon, *ii)* la pesée des captures totales de chaque espèce de lançon, et *iii)* un échantillonnage des longueurs de 30 à 50 individus par espèce, ou de l'intégralité de la capture quand celle-ci comprenait moins d'individus. La longueur retenue est la longueur à la fourche arrondie au cm inférieur.

- Les espèces autres que les lançons étaient identifiées au niveau de l'espèce quand cela était possible, triées et mesurées suivant les normes de mesure définies par l'IFREMER. Ces mesures ont été réalisées à bord à l'arrivée de la pochée. Ces espèces autres que les lançons n'ont pas été pesées, à l'exception des pétoncles vanneaux. L'estimation du poids des captures autres que lançons a été réalisée en utilisant les relations taille-poids publiées par l'IFREMER (Dorel, 1986).

Enfin, lors de deux campagnes, des échantillons de lançons ont été mis de côté pour analyse ultérieure par le Muséum National d'Histoire Naturelle. Les échantillons mis sous glace en mer et congelés une fois à terre comprenaient un échantillon non trié d'une cinquantaine d'individus et des échantillons d'une trentaine d'individus triés par espèce par nos soins.

2.2 Pêches expérimentales à la benne

D'après les connaissances dont on dispose, le lançon s'enfouit la nuit dans le sédiment. Afin de tenter de vérifier si le site de la Pointe d'Armor sert également de lieu de repos aux populations

échantillonnées au chalut de jour, une campagne de prospection à la benne de nuit de la dune et de ses alentours a été organisée.

➢ Méthode de prélèvement

L'opération a été conduite depuis le navire de recherche *R/V Atlantic Surveyor* la nuit du 13 au 14 septembre 2012, soit pendant la nuit qui séparait les deux journées de pêche expérimentale au lançon de septembre. La benne utilisée était une benne Smith Mac Intyre constituée d'un bâti en acier, de deux mâchoires et d'un mécanisme de déclenchement entraînant la fermeture des mâchoires. La surface prélevée par ce type de benne est de 0,1 m² sur 0,2 m de profondeur.

Au total, 16 stations ont été prospectées avec 3 réplicats à chaque station (soit 48 coups de benne au total). La carte suivante indique la position des stations. 10 sur les 16 se trouvent dans le périmètre sollicité.

Le premier prélèvement a été réalisé à 22:09 le 13/09/2012, soit près de deux heures après le coucher du soleil intervenu ce jour là à 20:26, le dernier à 01:19 le 14/9/2012. La lune était vers la fin de son dernier quartier (11% visible) avec une couverture nuageuse qui assurait une obscurité pratiquement complète.

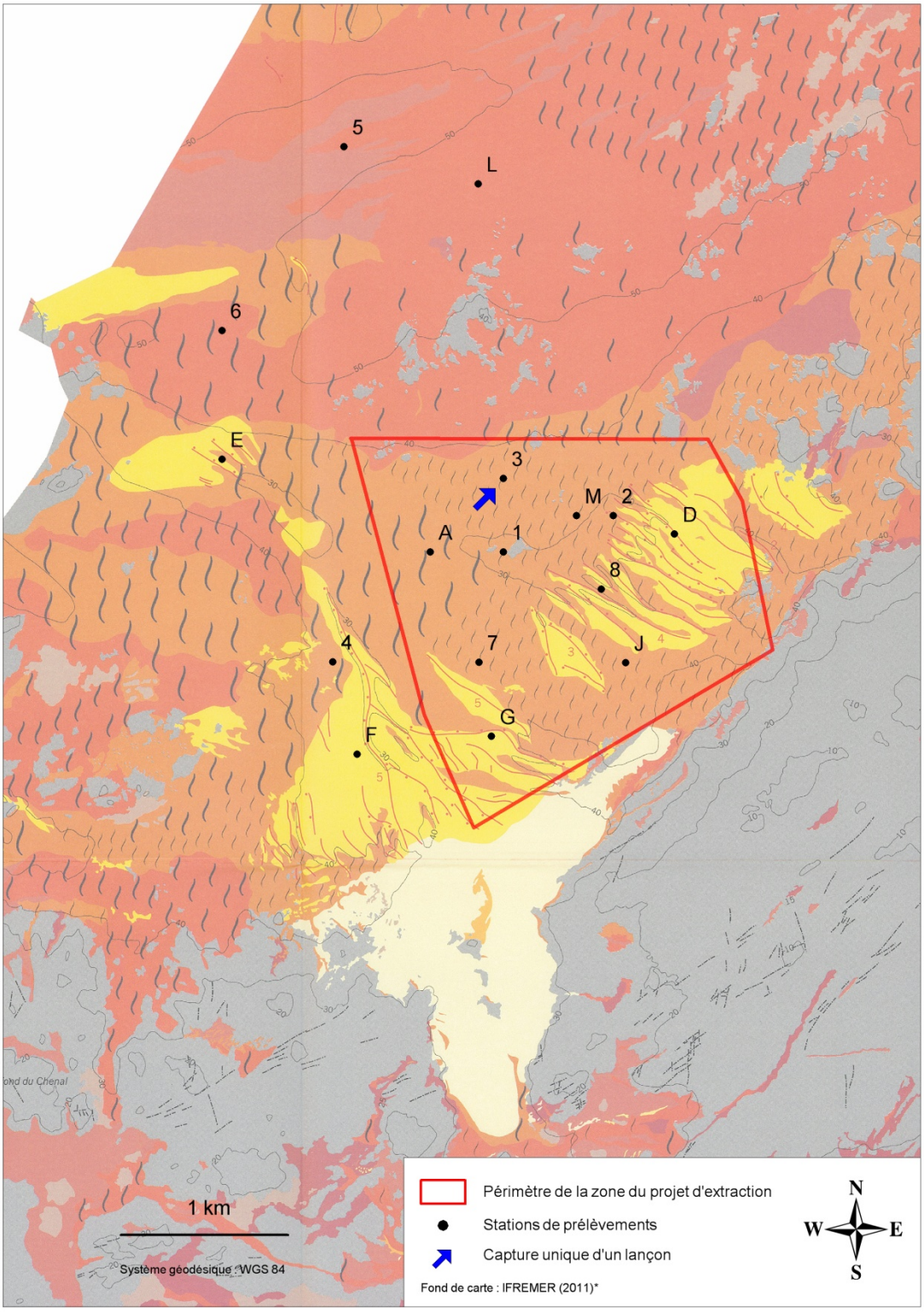


Figure 2 : Position des stations de prélèvement de sédiments à la benne. * : carte des formations superficielles (IFREMER, 2011a), voir légende en annexe 2

➢ Mesures réalisées

Le contenu prélevé par la benne a été déversé dans un bac étanche à son arrivée à bord.

Les mesures réalisées se limitaient à vérifier par examen visuel la présence / absence de lançons dans l'échantillon de sédiments prélevés. Le cas échéant, les lançons capturés par ce moyen étaient identifiés au niveau de l'espèce et mesurés.

3 Résultats

3.1 Pêches expérimentales de lançons au chalut

➢ Espèces de lançons pêchées

Au moins trois espèces de lançons ont été capturées lors des opérations de pêche expérimentales. Ces espèces ont été identifiées sur la base des critères macroscopiques proposés par Iglésias (2012). Il s'agit de :

- *Gymnammodytes semisquamatus* (Jourdain, 1879) - nom commun : lançon aguille - nom local : lançon gris
- *Hyperoplus lanceolatus* (Le Sauvage, 1824) - nom commun : lançon commun - nom local : lançon jaune
- *Hyperoplus immaculatus*(Corbin, 1950) - nom commun : lançon jolivet - nom local : lançon vert

A noter que cette dernière espèce a été confondue dans un premier temps avec le lançon equille (*Ammodytes tobianus* - Linné, 1758) aux caractéristiques morphologiques très proches, mais d'une longueur maximale signalée (20 cm) sensiblement inférieure à celle de *H. immaculatus* (35 cm) d'après les données présentées dans Fishbase (Froese and Pauly, 2012). Le doute a été levé par le Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN) après analyses génétiques d'un échantillon d'individus initialement identifiés comme *A. tobianus* prélevés lors des opérations en mer de mai et septembre 2012. Néanmoins, on ne peut écarter la probabilité que le groupe qui a été identifié comme *H. immaculatus* contienne quelques individus de *A. tobianus* pour des tailles inférieures à 20 cm.

Le tableau suivant présente les tailles minimales, maximales, médianes et moyennes des lançons de chaque espèce mesurés lors des opérations de pêche expérimentale de mai et septembre 2012.

Tableau 2 : Tailles minimales, maximales, médianes et moyennes mesurées pour chaque espèce de lançon rencontrée lors des opérations de pêche expérimentales de mai et septembre 2012 dans et atour du périmètre sollicité.

	Minimum (cm)	Maximum (cm)	Médiane (cm)	Moyenne (cm)
Gymnammodytes semisquamatus	8	22	15	16,1
Hyperoplus lanceolatus	19	38	25	26,7
Hyperoplus immaculatus	17	31	21	21,4

➢ Indicateurs d'abondance mesurés lors des campagnes

Le tableau suivant présente les captures de lançons réalisées à chacune des stations en mai 2012 et en septembre 2012. Les nombres de lançons capturés ont été estimés en utilisant les relations taille-poids trouvées dans la littérature (Bellec (1981) ; Kopp (1978) ; Froese and Pauly (2012)) et les longueurs moyennes des lançons capturés.

Tableau 3 : Captures en poids (mesuré) et en nombre (estimé) de lançons par espèces réalisées sur les différentes radiales prospectées en mai 2012 et en septembre 2012. Données de poids capturés arrondies au 100 g. ; -- : captures nulles. Grisé : station hors périmètre sollicité.

		Mai 2012				Septembre 2012			
Station	Espèce	Poids (kg)	Nombre	Total (kg)	Total (N)	Poids (kg)	Nombre	Total (kg)	Total (N)
T_1	*G. semisquamatus*	0.3	46			1.0	213		
T_1	*H. lanceolatus*	0.2	4	**5.0**	222	0.1	2	**1.1**	215
T_1	*H.immaculatus*	4.5	172			--	--		
T_2	*G. semisquamatus*	<0.1	5			1.2	186		
T_2	*H. lanceolatus*	0.1	4	**4.9**	194	<0.1	1	**1.4**	190
T_2	*H.immaculatus*	4.8	186			0.1	3		
T_3	*G. semisquamatus*	2.2	337			0.2	40		
T_3	*H. lanceolatus*	0.4	11	**12.7**	734	0.8	21	**3.2**	126
T_3	*H.immaculatus*	10.1	386			2.2	65		
T_4	*G. semisquamatus*	17.4	1 452			0.1	20		
T_4	*H. lanceolatus*	--	--	**42.0**	2 311	3.9	91	**4.3**	117
T_4	*H.immaculatus*	24.6	859			0.2	6		
T_5	*G. semisquamatus*	9.1	933			<0.1	4		
T_5	*H. lanceolatus*	1.3	32	**19.2**	1 276	0.6	26	**0.8**	33
T_5	*H.immaculatus*	8.8	311			0.1	3		
T_6	*G. semisquamatus*	0.3	26			5.4	567		
T_6	*H. lanceolatus*	0.2	3	**1.0**	49	<0.1	1	**5.6**	573
T_6	*H.immaculatus*	0.6	20			0.2	1		
T_7	*G. semisquamatus*	<0.1	4			--	--		
T_7	*H. lanceolatus*	<0.1	1	**0.1**	7	--	--	--	--
T_7	*H.immaculatus*	0.1	3			--	--		
T_8	*G. semisquamatus*	--	--			--	--		
T_8	*H. lanceolatus*	--	--	**3.4**	112	--	--	--	--
T_8	*H.immaculatus*	3.4	112			--	--		
T_9	*G. semisquamatus*	--	--			--	--		
T_9	*H. lanceolatus*	--	--	--	--	--	--	--	--
T_9	*H.immaculatus*	--	--			--	--		
T_10	*G. semisquamatus*	0.1	12			--	--		
T_10	*H. lanceolatus*	--	--	**2.2**	84	--	--	--	--
T_10	*H.immaculatus*	2.1	72			--	--		
T_11	*G. semisquamatus*	23.0	1 799			0.1	14		
T_11	*H. lanceolatus*	0.8	23	**39.5**	2 398	0.1	3	**0.3**	19
T_11	*H.immaculatus*	15.6	576			0.1	2		
T_12	*G. semisquamatus*	6.7	384			3.0	140		
T_12	*H. lanceolatus*	1.2	25	**21.7**	893	16.0	325	**26.1**	664
T_12	*H.immaculatus*	13.8	484			7.1	199		
T_13	*G. semisquamatus*	1.0	55			--	--		
T_13	*H. lanceolatus*	0.2	4	**4.9**	176	--	--	--	--
T_13	*H.immaculatus*	3.7	117			--	--		
T_14	*G. semisquamatus*	0.1	11			--	--		
T_14	*H. lanceolatus*	--	--	**15.4**	569	--	--	--	--
T_14	*H.immaculatus*	15.3	557			--	--		

Les cartes des pages suivantes indiquent :

- La distribution suivant les radiales des captures de lançons par espèce obtenues lors de la campagne de mai 2012
- Idem pour la campagne de septembre 2012
- Une comparaison entre les poids total de lançons capturés, toutes espèces confondues, en mai 2012 et en septembre 2012.

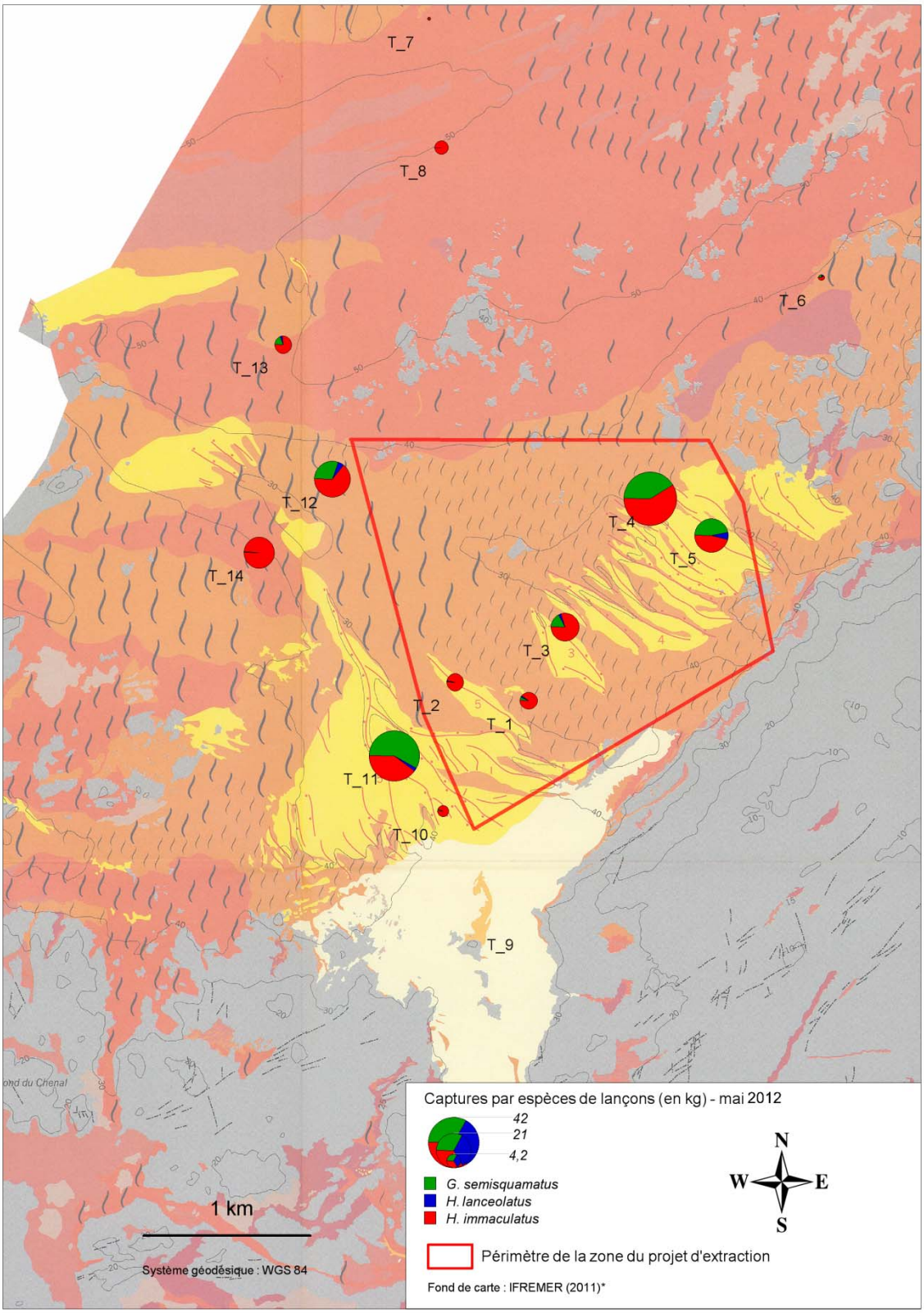


Figure 3 : Captures par espèce de lançons sur les différentes radiales échantillonnées en mai 2012. * : carte des formations superficielles (IFREMER, 2011a), voir légende en annexe 2

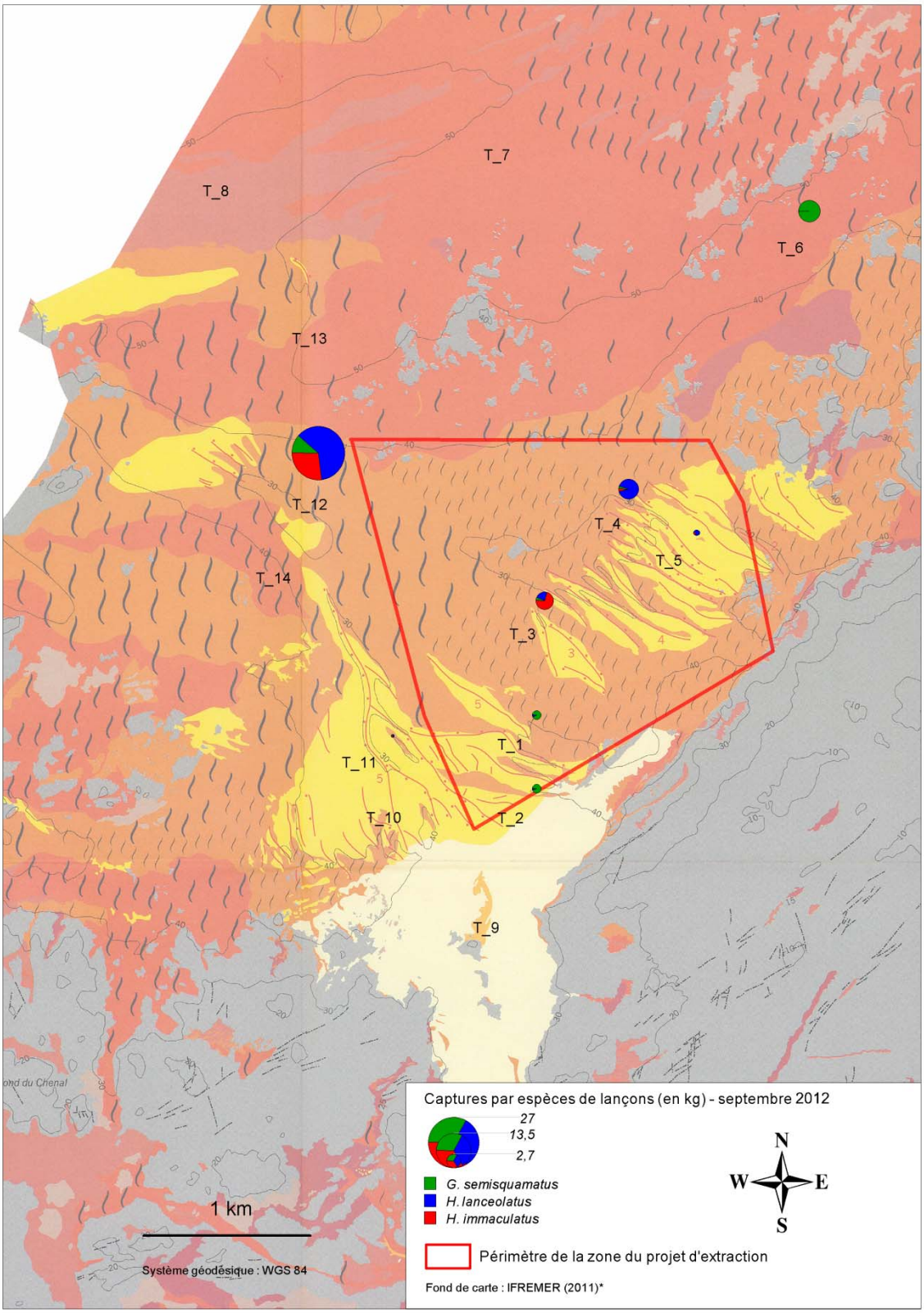


Figure 4 : Captures par espèce de lançons sur les différentes radiales échantillonnées en septembre 2012. * : carte des formations superficielles (IFREMER, 2011a), voir légende en annexe 2

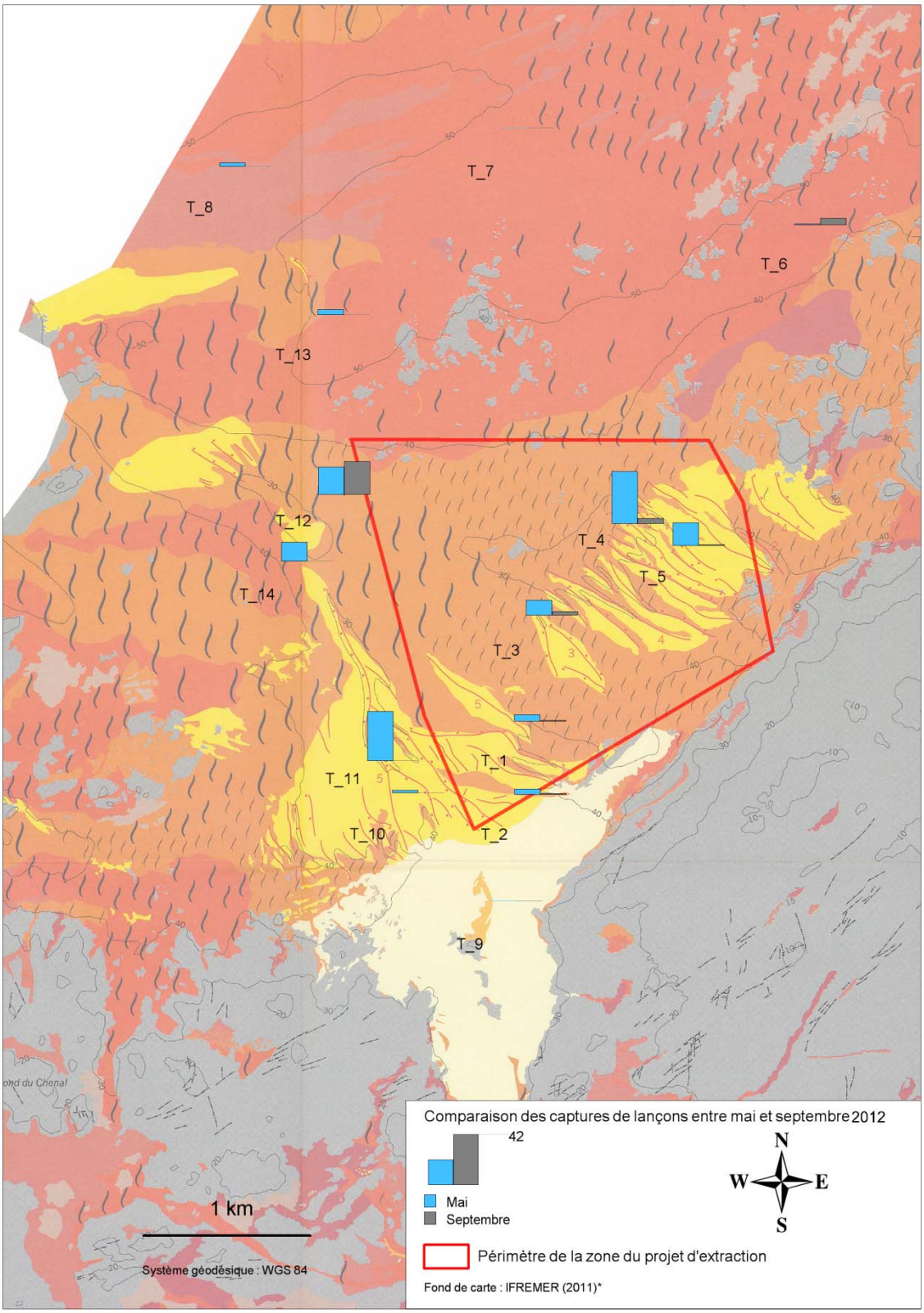


Figure 5 : Comparaison entre les captures totales de lançons (en kg) toutes espèces confondues obtenues lors des prospections de mai 2012 et de septembre 2012. * : carte des formations superficielles (IFREMER, 2011a), voir légende en annexe 2

Au cours de la campagne de mai 2012, des lançons ont été capturés sur toutes les radiales prospectées à l'intérieur du périmètre sollicité avec des rendements variant entre 4,9 kg par trait de chalut à 42,0 kg par trait, cette dernière valeur constituant la capture la plus importante réalisée au cours de ces pêches expérimentales.

La capture moyenne de *H.immaculatus* à l'intérieur de la zone s'établit à 10,5 kg / trait en moyenne (≈ 380 individus par trait), celle de *G. semisquamatus* à 5,8 kg par trait en moyenne (≈ 554 individus / trait en moyenne). La première espèce *H.immaculatus* est donc la principale espèce pêchée en poids, la seconde (*G. semisquamatus*) étant la principale espèce pêchée en nombre. Des spécimens de lançon commun (*H. lanceolatus*) étaient présents dans les captures mais en abondance plus faible (0,4 kg par trait en moyenne correspondant à ≈ 10 individus par trait). Toutes espèces de lançons confondues, les captures moyennes obtenues dans le périmètre sollicité ont été de 16,8 kg par trait correspondant à ≈ 947 individus par trait.

Autour de la zone, les meilleurs rendements pondéraux ont été obtenus sur les radiales T_11, T_12, T_13 et T_14 situées dans la zone adjacente à l'ouest du périmètre sollicité. Les captures moyennes sur ces quatre stations ont été de 20,4 kg par trait pour un peu plus de 1 000 individus par trait en moyenne. La capture moyenne de de *H.immaculatus* sur ces quatre radiales a été de 12,1 kg / trait (≈ 434 individus par trait) et celle de *G. semisquamatus* de 7,7 kg / trait en moyenne (≈ 562 individus par trait). Comme pour les radiales à l'intérieur de la zone, des spécimens de *H. lanceolatus* étaient présents dans les captures sur chaque radiale mais en quantités plus faibles (0,6 kg / trait en moyenne correspondant à ≈ 13 individus par trait).

Les captures réalisées sur les radiales situées au nord du périmètre sollicité (radiales T_6, T_7 et T_8) ont été relativement faibles (1,5 kg / trait en moyenne sur ces trois radiales représentant ≈ 13 individus par trait). Les captures ont été dominées par *H.immaculatus* tant en poids (1,1 kg / trait) qu'en nombre (≈ 38 individus / trait). Quelques spécimens des deux autres espèces ont néanmoins été également capturés mais en quantités peu importantes. Il en est de même pour les deux stations situées dans le sud du périmètre sollicité (T_9 et T_10) avec des captures faibles dominées par *H.immaculatus.*

Au cours de la campagne de septembre 2012, des lançons ont été capturés sur les 5 radiales prospectées à l'intérieur du périmètre mais en des quantités sensiblement plus faibles qu'en mai 2012. La capture moyenne n'a été que de 2,2 kg / trait (≈ 140 individus par trait en moyenne). Les captures de *H.immaculatus* ont été de 1,1 kg / trait en moyenne représentant ≈ 28 individus par trait. Cette espèce reste cependant l'espèce dominante dans les prises en nombre. Les captures de *G. semisquamatus* ont également été relativement faibles avec une capture moyenne de 0 6 kg / trait équivalents à un nombre moyen d'individus capturés par trait plus élevé (≈ 96 individus). Le lançon *H. lanceolatus* a été capturé en quantités sensiblement supérieures à celles obtenues en mai dans le périmètre (1,1 kg / trait, ≈ 28 individus par trait). Cette espèce est devenue en septembre la première espèce capturée en poids dans le périmètre.

En ce qui concerne la zone adjacente à l'ouest du périmètre (stations T_11, T_12, T_13 et T_14), seule la prospection sur la radiale T_12 a donné des captures relativement élevée de 26,1 kg (≈ 664 individus), ce qui a d'ailleurs été le rendement le plus important obtenu toutes stations confondues en septembre. La capture de cette station était composée de *H.immaculatus (*7,1 kg pour ≈ 199 individus), de *G. semisquamatus* (3,0 kg pour 140 individus) et de *H. lanceolatus* avec un rendement relativement élevé de 16,0 kg représentant ≈ 325 individus). C'est de très loin le plus haut rendement obtenu pour cette espèce qui, sur les autres radiales prospectées tant en mai qu'en septembre, n'apparaît dans les captures que pour des quantités de l'ordre de quelques centaines de grammes ou dizaines d'individus. Les captures obtenues sur les trois autres radiales de cette zone ont été nulles ou quasi nulles.

Sur les radiales plus au nord (T_6, T_7 et T_8), il n'y a que la radiale T_6 qui a produit des captures conséquentes de l'ordre de 5,6 kg expliquée par des captures importantes de *G. semisquamatus* (5,4 kg représentant ≈ 567 individus). Les captures sur les radiales T_7 et T_8 ont été nulles. Pour les radiales plus au sud du périmètre sollicité (T_9 et T_10), les captures de lançons toutes espèces confondues ont été nulles.

Le tableau suivant synthétise les captures moyennes et les nombres estimés de lançons correspondants obtenus lors des pêches expérimentales sur les radiales situées à l'intérieur du périmètre et à l'extérieur du périmètre. Ces indicateurs confirment :

- Toutes les radiales prospectées dans le périmètre ont occasionné la capture de lançons tant en mai et qu'en septembre 2012. Pour les radiales situées à l'extérieur du périmètre, 8 radiales sur 9 ont occasionné des captures de lançons en mai 2012, mais seulement 3 sur 9 en septembre 2012.
- Des rendements toutes espèces de lançons confondues plus élevés obtenus lors de la campagne de mai 2012 par rapport aux rendements obtenus en septembre 2012 tant à l'intérieur qu'à l'extérieur du périmètre (12,3 kg / trait en mai 2012 toutes stations confondues contre 3,1 kg / trait en septembre 2012)
- Des rendements moyens sensiblement plus élevés obtenus lors de la campagne de mai 2012 sur les radiales situées à l'intérieur du périmètre par rapport aux radiales situées à l'extérieur du périmètre avec un différentiel sensible de 16,8 kg / trait à l'intérieur contre 9,8 kg / trait à l'extérieur
- Une situation inverse en septembre 2012 avec un rendement moyen sur les radiales extérieures supérieur au rendement moyen sur les radiales intérieures mais avec un différentiel relativement peu important par rapport à celui constaté en mai 2012 et sur des valeurs moyennes plutôt faibles (3,6 kg / trait à l'extérieur contre 2,2 kg par trait à l'intérieur)
- Entre mai et septembre 2012, un baisse sensible des captures de *H.immaculatus* sur les radiales situées tant à l'intérieur du périmètre qu'à l'extérieur (de 7,7 kg / trait en mai à 0,7 kg / trait en septembre toutes radiales confondues). Même constatation pour *G. semisquamatus* dont les captures baissent sensiblement entre mai et septembre sur toutes les radiales prospectées (de 4,3 kg / trait en mai à 0,8 kg / trait en septembre, toutes radiales confondues)
- A l'inverse, progression des captures moyennes par trait de *H. lanceolatus* entre mai et septembre, de 0,3 kg / trait en mai 2012 et 1,5 kg / trait en septembre 2012. L'augmentation des rendements de cette espèces est constatée tant à l'intérieur du périmètre (de 0,4 kg / trait en mai 2012 à 1,1 kg / trait en septembre 2012) qu'à l'extérieur de celui-ci (de 0,3 kg / trait en mai à 0,8 kg / trait en septembre 2012).

Tableau 4 : Captures moyennes en poids (mesuré, reporté en kg), en nombre (estimé) et nombre d'occurrence (nombre de radiales ayant occasionné des captures / nombre total de radiales) des différentes espèces de lançons obtenues lors des pêches expérimentales réalisées en mai 2012 et en septembre 2010 sur les radiales à l'intérieur et à l'extérieur du périmètre sollicité.

	Espèces	Poids (kg / trait)		Nombre (ind. / trait)		Occurrence	
		Mai	Septembre	Mai	Septembre	Mai	Septembre
Intérieur (radiales T_1 à T_5)	*G. semisquamatus*	5.8	0.6	555	93	5/5	5/5
	H. lanceolatus	0.4	1.1	10	28	4/5	5/5
	H.immaculatus	10.5	0.5	383	15	5/5	4/5
	Toutes espèces	**16.8**	**2.2**	**947**	**140**	**5/5**	**5/5**
Extérieur (radiales T_6 à T_14)	*G. semisquamatus*	3.5	0.9	255	80	8/9	3/9
	H. lanceolatus	0.3	0.8	6	37	5/9	3/9
	H.immaculatus	6.1	1.8	216	23	8/9	3/9
	Toutes espèces	**9.8**	**3.6**	**476**	**140**	**8/9**	**3/9**
Toutes radiales	*G. semisquamatus*	4.3	0.8	362	85	13/14	8/14
	H. lanceolatus	0.3	1.5	8	34	9/14	8/14
	H.immaculatus	7.7	0.7	275	20	13/14	7/14
	Toutes espèces	**12.3**	**3.1**	**645**	**138**	**8/14**	**8/14**

D'un point de vue statistique, les différences de rendements entre les zones et/ou entre les périodes ne sont pas significatives du fait *i)* d'un nombre relativement restreint de stations échantillonnées (respectivement 5 à l'intérieur et 9 à l'extérieur) et *ii)* de la forte variabilité des captures réalisées d'une radiale à une autre.

➢ Distribution en tailles des lançons capturés

H. immaculatus

Description des échantillons

Les figures suivantes présentent les fréquences de taille des lançons *H. immaculatus* capturés lors des pêches expérimentales conduites sur les radiales à l'intérieur du périmètre sollicité (radiales T_1 à T_5) et en dehors (radiales T_6 à T_14) en mai 2012 et en septembre 2012.

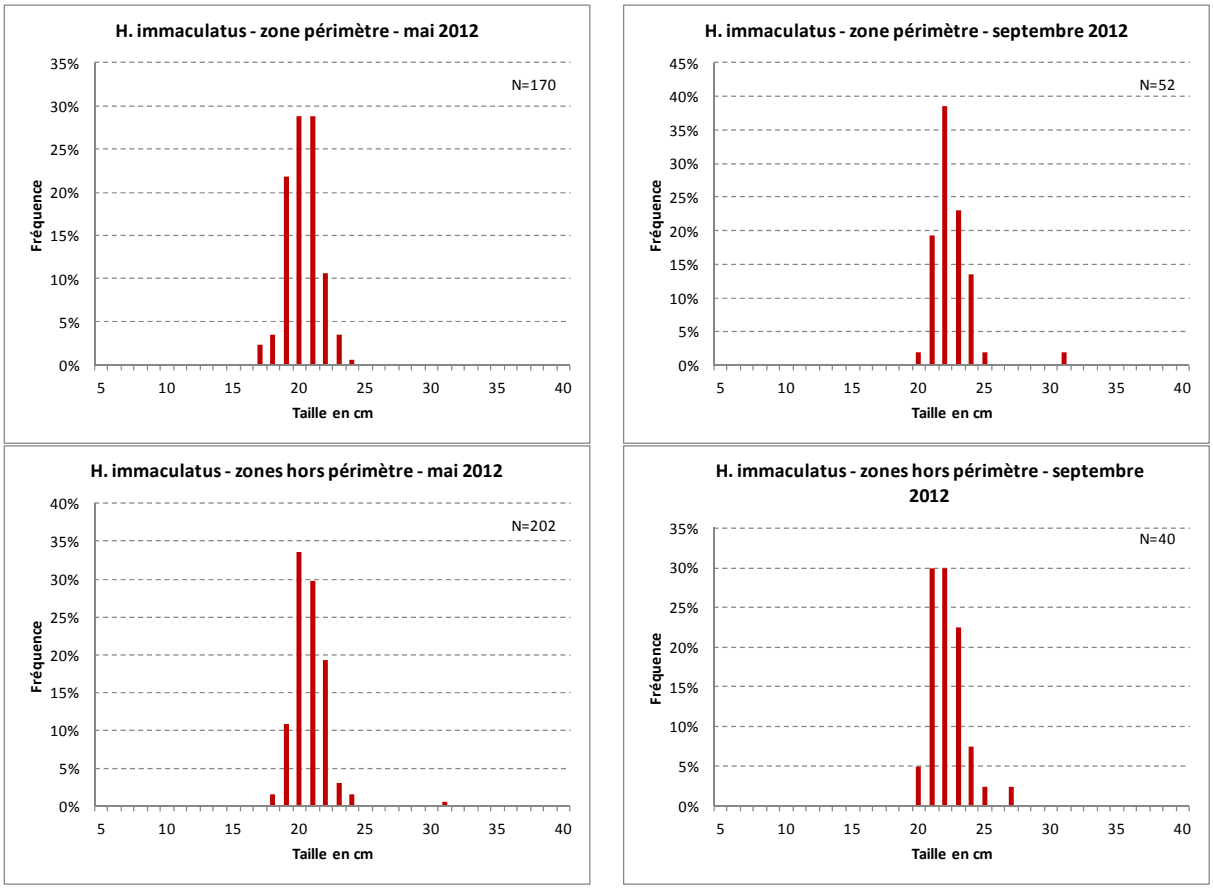


Figure 6 : Fréquence de taille des lançons verts *H. immaculatus* capturés en mai 2012 et septembre 2012 lors des pêches expérimentales réalisées sur les radiales situées à l'intérieur du périmètre (T_1 à T_5) et hors périmètre (T_6 à T_14).

On présente ensuite les principales statistiques descriptives relatives à ces échantillons et les représentations graphiques de ces indicateurs statistiques.

Tableau 5 : Principales statistiques descriptives des échantillons de taille de *H. immacultatus* capturés en mai 2012 et septembre 2012 lors des pêches expérimentales réalisées sur les radiales situées à l'intérieur du périmètre (T_1 à T_5) et hors périmètre (T_6 à T_14)

Période	Mai 2012		Septembre 2012	
Zone	Périmètre	Hors périmètre	Périmètre	Hors périmètre
Nb_valeur	170	202	52	40
Minimum (cm)	17	18	20	20
1er Quartile (cm)	19	20	22	21
Médiane (cm)	20	21	22	22
Moyenne (cm)	20.27	20.75	22.5	22.18
3ème Quartile (cm)	21	21	23	23
Maximum (cm)	24	31	31	27
Ecart type (cm)	1.28	1.34	1.6	1.38

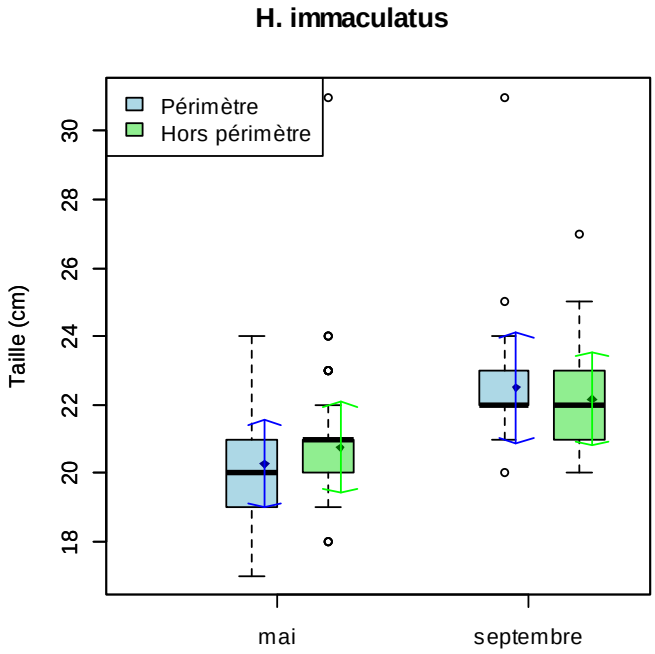


Figure 7 : Représentation type boxplot des statistiques descriptives pour les différents échantillons de H. immaculatus prélevés en mai 2012 et en septembre 2012 à l'intérieur et à l'extérieur du périmètre sollicité.

Eléments d'interprétation

Les distributions mesurées de *H. immaculatus* suggère la présence d'un seul mode très resserré (proximité des 1er et 3ème quartile) à environ 20 cm en mai 2012 que l'on retrouve logiquement en septembre 2012 à 22 cm (soit une croissance d'environ 2 cm en 4 mois).

Les plus petits individus capturés en mai 2012 mesuraient 17 et 18 cm (selon les stations) et 20 cm en septembre, ce qui est cohérent avec l'observation précédente. Aucun individu de taille inférieure n'a été capturé lors des prospections sur les différentes radiales. A noter également la présence de quelques grands individus de 30 cm mais dans des proportions relativement faibles (1% et moins) et clairement éloignés de la distribution des autres lançons échantillonnés.

Pour les deux périodes, un test non paramétrique de Wilcoxon conduit à rejeter l'hypothèse d'égalité des longueurs moyennes des échantillons obtenus à l'intérieur et à l'extérieur du périmètre sollicité ($p > 95\%$) au mois de mai 2012, mais en précisant que ces longueurs moyennes statistiquement différentes sont très proches (20,2 cm en mai, 20,7 cm en septembre). A l'inverse, le test permet d'accepter l'hypothèse d'égalité de la longueur moyenne des échantillons prélevés à l'intérieur et à l'extérieur de celui-ci en septembre 2012 ($p > 95\%$).

G. semisquamatus

Description des échantillons

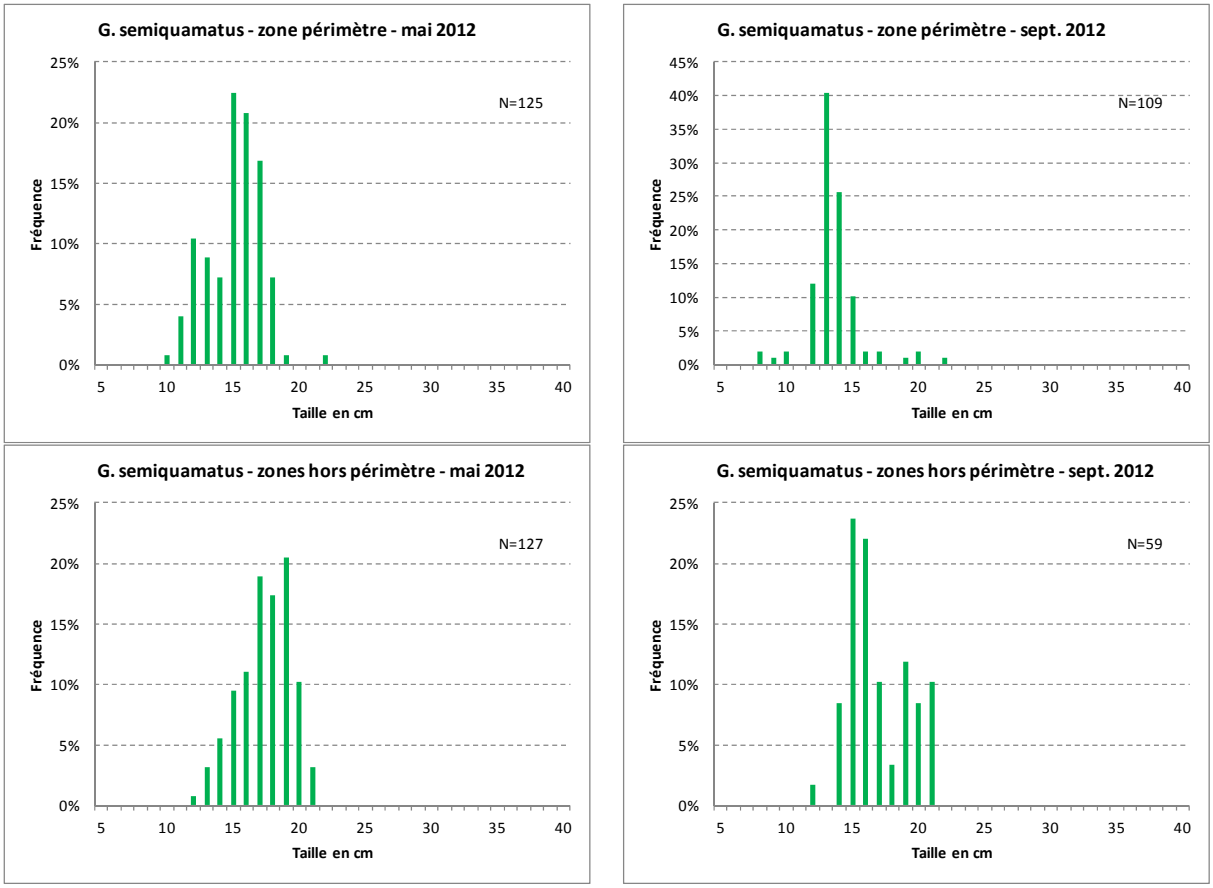


Figure 8 : Fréquence de taille des lançons gris *G. semisquamatus* capturés en mai 2012 et septembre 2012 lors des pêches expérimentales réalisées sur les radiales situées à l'intérieur du périmètre (T_1 à T_5) et hors périmètre (T_6 à T_14).

Tableau 6 : Principales statistiques descriptives des échantillons de *G. semiquamatus* capturés en mai 2012 et septembre 2012 lors des pêches expérimentales réalisées sur les radiales situées à l'intérieur du périmètre (T_1 à T_5) et hors périmètre (T_6 à T_14)

Période	Mai 2012		Septembre 2012	
Zone	Périmètre	Hors périmètre	Périmètre	Hors périmètre
Nb_valeur	125	127	109	59
Minimum (cm)	10	12	8	12
1er Quartile (cm)	14	16	13	15
Médiane (cm)	15	18	13	16
Moyenne (cm)	15.09	17.39	13.55	16.9
3ème Quartile (cm)	17	19	14	19
Maximum (cm)	22	21	22	21
Ecart type (cm)	2.07	2	1.93	2.31

Eléments d'interprétation

Au contraire de ce qui a été constaté pour *H. immaculatus*, les distributions en taille des *G. semisquamatus* capturés sont plus étalées. Il est difficile d'identifier dans les distributions la présence de cohortes individualisées. Les lançons *semisquamatus* capturés en mai 2012 à l'intérieur du périmètre semblent présenter un mode à 12 cm puis un second à 15 cm. On ne retrouve pas ce mode à 12 cm dans la distribution pour la même période en dehors du périmètre. On retrouve par contre celui de 15 cm et un second non observé dans le périmètre autour de 18 cm. Lors des pêches de septembre 2012, les longueurs des *semisquamatus* échantillonnés dans le périmètre sollicité sont groupées autour d'un mode à 13 cm relativement clairement individualisable, avec toutefois la présence d'individus de petite taille (entre 8 et 10 cm) et de grandes tailles (19 à 22 cm) éloignés de chaque côté de la distribution. On ne retrouve pas le mode de 13 cm sur les radiales échantillonnées le même mois hors périmètre, mais un premier mode à 15 / 16 cm puis un second autour de 20 cm.

Les distributions en taille de cette espèce sont par conséquent très difficiles à interpréter. Les variations des longueurs modales pourraient être expliquées par l'existence de plusieurs cohortes nées à intervalles relativement rapprochés.

D'un point de vue statistique, le test de Wilcoxon conduit à rejeter l'hypothèse d'égalité des longueurs moyennes de échantillons prélevés à l'intérieur et à l'extérieur du périmètre tant en mai 2012 qu'en septembre 2012 (p>95%), ce qui suggère que les *G. semisquamatus* prélevé en dehors du périmètre sont d'une longueur moyenne supérieure à ceux prélevés à l'intérieur du périmètre.

H. lanceolatus

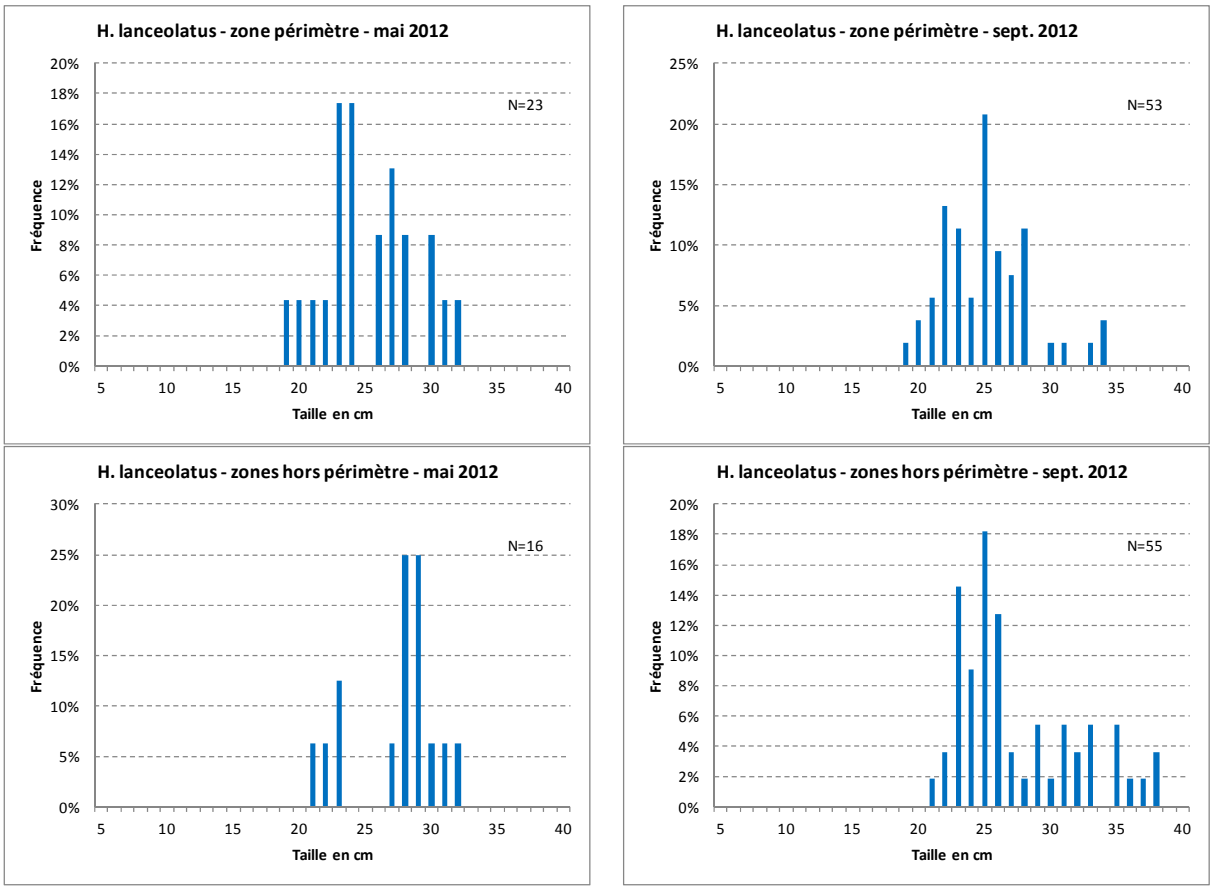


Figure 9 : Fréquence de taille des lançons jaunes *H. lanceolatus* capturés en mai 2012 et septembre 2012 lors des pêches expérimentales réalisées sur les radiales situées à l'intérieur du périmètre (T_1 à T_5) et hors périmètre (T_6 à T_14).

Tableau 7 : Principales statistiques descriptives des échantillons de *H. lanceolatus* capturés en mai 2012 et septembre 2012 lors des pêches expérimentales réalisées sur les radiales situées à l'intérieur du périmètre (T_1 à T_5) et hors périmètre (T_6 à T_14)

Période	Mai 2012		Septembre 2012	
Zone	Périmètre	Hors périmètre	Périmètre	Hors périmètre
Nb_valeur	23	16	53	55
Minimum (cm)	19	21	19	21
1er Quartile (cm)	23	26	23	24
Médiane (cm)	24	28	25	26
Moyenne (cm)	25.3	27.31	25.08	27.45
3ème Quartile (cm)	27.5	29	27	31
Maximum (cm)	32	32	34	38
Ecart type (cm)	3.51	3.28	3.36	4.59

Eléments d'interprétation

Le nombre de *H. lanceolatus* mesurés étant relativement faible, surtout lors des prospections de mai 2012 en raison de sa faible abondance relative dans les captures, il est difficile de dégager des éléments d'interprétation probants. On notera toutefois au mois de mai 2012 des distributions en taille de *H. lanceolatIus* relativement étalées entre ≈ 20 cm et 32 cm sans que l'on puisse dégager de mode bien individualisé. Au mois de septembre 2012, les plus petits *lanceolatus* capturés sont dans la même gamme de taille qu'au mois de mai (≈ 20 cm), mais la principale différence tient dans la présence sur des fréquences plus importantes de grands individus de 30 cm allant jusqu'à 38 cm (surtout à l'extérieur du périmètre) qui n'ont pas été vus au mois de mai dans les échantillons. Ces individus de grande taille pourraient refléter l'apparition d'une nouvelle cohorte plus âgée sur zone entre mai et septembre, ce qui expliquerait également l'augmentation des biomasses capturées de cette espèce entre les deux périodes.

Statistiquement, l'hypothèse d'égalité des tailles moyennes des échantillons prélevés dans le périmètre et en dehors de celui-ci au mois de mai peut être acceptée (p>90%). L'hypothèse est par contre rejetée (p>95%) pour les échantillons prélevés en septembre.

3.2 Pêche expérimentale de lançons à la benne

Les résultats de cette pêche expérimentales sont rapides à présenter : un seul lançon a été pêché (un *G. semisquamatus* de 17 cm de long) sur les 16 stations prospectées. L'individu a été capturé à la station 3 qui se situe dans le périmètre sollicité, proche de sa limite septentrionale (voir Figure 2 page 8). Corollaire : aucun lançon n'a été capturé à la benne sur les 15 autres stations prospectées.

3.3 Autres espèces capturées lors des pêches expérimentales de lançons au chalut

Le chalut employé pour les prélèvements de lançons est un chalut de fond à quatre faces qui est susceptible de capturer également d'autres espèces marines vivant sur le fond ou à proximité de celui-ci (espèces benthiques ou démersales). Les données sur ces captures annexes ont été collectées suivant la méthodologie présentée dans la partie 2.1 de ce rapport.

➢ Rendements obtenus

Les tableaux suivant indiquent la nature des espèces annexes capturées lors des opérations de pêche au chalut, le nombre constaté ainsi que le poids estimé à partir de la relation taille-poids pertinente (seule la longueur a été mesurée à bord). On présente séparément le résultat des pêches expérimentales sur les radiales situées à l'intérieur du périmètre sollicité (T_1 à T_5) et sur les radiales situées hors périmètre (T_6 à T_14).

Zone du périmètre sollicité

Tableau 8 : Nombre de spécimens de chaque espèce annexe capturée lors des opérations de pêche expérimentale aux lançons en mai 2012 (haut) et en septembre 2012 (-- : absence de spécimen) sur les radiales prospectées à l'intérieur du périmètre sollicité

Espèce	Nom commun	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	Total	Moyenne
			Mai 2012					
Arnoglossus sp	Arnoglosse	--	9	--	1	4	**14**	**2.8**
Aspitrigla cuculus	Grondin rouge	--	1	--	--	--	**1**	**0.2**
Callionymus lyra	Callionyme lyre	1	--	2	2	--	**5**	**1.0**
Microchirus variegatus	Sole-perdix	--	--	--	6	--	**6**	**1.2**
Pleuronectes platessa	Plie commune	1	--	1	1	1	**4**	**0.8**
Raja brachyura	Raie lisse	--	--	--	1	2	**3**	**0.6**
Raja sp	Raie	--	--	1	--	--	**1**	**0.2**
Raja undulata	Raie brunette	--	--	1	--	--	**1**	**0.2**
Sclyliorhinus canicula	Petite roussette	1	--	--	--	--	**1**	**0.2**
Solea vulgaris	Sole commune	2	10	1	--	2	**15**	**3.0**
			Septembre 2012					
Arnoglossus sp	Arnoglosse	--	7	--	--	7	**14**	**2.8**
Aspitrigla cuculus	Grondin rouge	1	--	--	--	--	**1**	**0.2**
Callionymus lyra	Callionyme lyre	--	3	--	--	--	**3**	**0.6**
Chelidonichthys lucerna	Grondin perlon	--	1	--	--	1	**2**	**0.4**
Microchirus variegatus	Sole-perdix	1	4	4	8	--	**17**	**3.4**
Pleuronectes platessa	Plie commune	2	1	--	3	1	**7**	**1.4**
Raja brachyura	Raie lisse	2	--	--	2	2	**6**	**1.2**
Sclyliorhinus canicula	Petite roussette	--	--	--	1	--	**1**	**0.2**
Scophtalmus rhombus	Barbue	--	1	--	--	2	**3**	**0.6**
Solea vulgaris	Sole commune	--	--	--	1	--	**1**	**0.2**
Trachurus trachurus	Chinchard commun	--	--	--	1	--	**1**	**0.2**
Zeus faber	Saint Pierre	--	--	--	1	--	**1**	**0.2**

Tableau 9 : Poids (kg) estimé de chaque espèce annexe capturée lors des opérations de pêche expérimentale aux lançons en mai 2012 (haut) et en septembre 2012 (-- : absence de spécimen ; données arrondies au 100 g les plus proches) sur les radiales prospectées à l'intérieur du périmètre sollicité

Espèce	Nom commun	T_1	T_2	T_3	T_4	T_5	Total	Moyenne
			Mai 2012					
Arnoglossus sp	Arnoglosse	--	0.1	--	<0.1	0.1	**0.2**	**<0.1**
Aspitrigla cuculus	Grondin rouge	--	0.1	--	--	--	**0.1**	**<0.1**
Callionymus lyra	Callionyme lyre	0.1	--	0.1	0.1	--	**0.3**	**0.1**
Microchirus variegatus	Sole-perdix	--	--	--	0.6	--	**0.6**	**0.1**
Pleuronectes platessa	Plie commune	0.2	--	0.4	2.2	0.2	**2.9**	**0.6**
Raja brachyura	Raie lisse	--	--	--	0.1	1.9	**2.0**	**0.4**
Raja sp	Raie	--	--	0.3	--	--	**0.3**	**0.1**
Raja undulata	Raie brunette	--	--	1.1	--	--	**1.1**	**0.2**
Sclyliorhinus canicula	Petite roussette	0.6	--	--	--	--	**0.6**	**0.1**
Solea vulgaris	Sole commune	0.1	0.7	0.1	--	0.1	**1.0**	**0.2**
			Septembre 2012					
Arnoglossus sp	Arnoglosse	--	0.2	--	--	0.2	**0.4**	**0.1**
Aspitrigla cuculus	Grondin rouge	0.4	--	--	--	--	**0.4**	**0.1**
Callionymus lyra	Callionyme lyre	--	0.1	--	--	--	**0.1**	**<0.1**
Chelidonichthys lucerna	Grondin perlon	--	0.3	--	--	0.2	**0.5**	**0.1**
Microchirus variegatus	Sole-perdix	0.1	0.3	0.6	1.2	--	**2.2**	**0.4**
Pleuronectes platessa	Plie commune	1.0	0.6	--	1.3	0.1	**3.0**	**0.6**
Raja brachyura	Raie lisse	2.6	--	--	1.8	1.5	**5.9**	**1.2**
Sclyliorhinus canicula	Petite roussette	--	--	--	0.9	--	**0.9**	**0.2**
Scophtalmus rhombus	Barbue	--	0.7	--	--	1.5	**2.2**	**0.4**
Solea vulgaris	Sole commune	--	--	--	0.7	--	**0.7**	**0.1**
Trachurus trachurus	Chinchard commun	--	--	--	<0.1	--	**<0.1**	**<0.1**
Zeus faber	Saint Pierre	--	--	--	0.5	--	**0.5**	**0.1**

Zones hors périmètre sollicité

Tableau 10 : Nombre de spécimens de chaque espèce annexe capturée lors des opérations de pêche expérimentale aux lançons en mai 2012 (haut) et en septembre 2012 (-- : absence de spécimen) sur les radiales prospectées à l'extérieur du périmètre sollicité

Espèce	Nom commun	T_6	T_7	T_8	T_9	T_10	T_11	T_12	T_13	T_14	Total	Moyenne
					Mai 2012							
Aequipecten opercularis	Pétoncle vanneau	--	non compté	non compté	--	--	--	--	--	--	**2**	**0.2**
Arnoglossus sp	Arnoglosse	--	--	--	11	13	2	--	--	--	**26**	**2.9**
Aspitrigla cuculus	Grondin rouge	7	12	8	1	--	--	--	1	1	**30**	**3.3**
Callionymus lyra	Callionyme lyre	12	26	24	11	19	3	1	8	11	**115**	**12.8**
Chelidonichthys lucerna	Grondin perlon	1	--	1	--	2	1	--	--	2	**7**	**0.8**
Dicentrarchus labax	Bar	--	--	1	--	--	1	--	--	--	**2**	**0.2**
Microchirus variegatus	Sole-perdix	--	--	--	7	9	2	2		5	**25**	**3.1**
Microstomus kitt	Limande	--	--	--	1	1	--	--	1	--	**3**	**0.3**
Pecten maximus	Coquille Saint Jacques	--	1	1	--	--	--	--	--	--	**2**	**0.2**
Pleuronectes platessa	Plie commune	8	2	3	--	3	1	--	1	2	**20**	**2.2**
Psetta maxima	Turbot	--	--	--	--	--	1	--	--	--	**1**	**0.1**
Raja undulata	Raie brunette	1	--	--	--	1	--	--	--	--	**2**	**0.2**
Scyliorhinus canicula	Petite roussette	2	2	2	3	1	--	--	--	2	**12**	**1.3**
Scophtalmus rhombus	Barbue	--	--	--	--	--	--	--	--	1	**1**	**0.1**
Solea vulgaris	Sole commune	--	--	1	1	1	--	--	--	--	**3**	**0.3**
Trachurus trachurus	Chinchard commun	--	--	--	1	2	1	--	--	--	**4**	**0.4**
Trisopterus luscus	Tacaud commun	--	--	--	--	11	2	--	--	--	**13**	**1.4**
Zeus faber	Saint Pierre	2	--	--	--	--	--	--	1	--	**3**	**0.3**
					Septembre 2012							
Aequipecten opercularis	Pétoncle vanneau	--	non compté	non compté	--	--	--	--	--	--	**2**	**0.2**
Arnoglossus sp	Arnoglosse	--	--	--	5	9	1	2	2		**19**	**2.4**
Aspitrigla cuculus	Grondin rouge	25	27	15	--	1	2	1	11	14	**96**	**10.7**
Callionymus lyra	Callionyme lyre		1	2	7	1	2	--	1	2	**16**	**2.0**
Chelidonichthys lucerna	Grondin perlon	--	--	--	--	1	1	--	--	--	**2**	**0.2**
Microchirus variegatus	Sole-perdix	--	--	--	5	1	4	1	--	--	**11**	**1.2**
Microstomus kitt	Limande	--	1	--	--	--	--	--	--	--	**1**	**0.1**
Mustelus asterias	Emissole tachetée	--	--	--	1	--	--	--	--	--	**1**	**0.1**
Pecten maximus	Coquille Saint Jacques	--	1	1	--	--	1	--	1	1	**5**	**0.6**
Pegusa lascaris	Sole pole	--	--	--	--	3	--	--	--	--	**3**	**0.3**
Pleuronectes platessa	Plie commune	--	--	--	--	--	3	--	--	--	**3**	**0.3**
Raja brachyura	Raie lisse	--	--	--	--	--	--	1	--	--	**1**	**0.1**
Scyliorhinus canicula	Petite roussette	1	1	3	7	--	--	--	2	4	**18**	**2.0**
Scophtalmus rhombus	Barbue	--	--	--	--	--	--	1	--	1	**2**	**0.2**
Solea vulgaris	Sole commune	2	1	1	3	2	1	1	1	--	**12**	**1.3**
Trachurus trachurus	Chinchard commun	--	--	--	--	--	--	1	1	--	**2**	**0.2**
Zeus faber	Saint Pierre	--	--	--	1	--	--	--	--	--	**1**	**0.1**

Tableau 11 : Poids (kg) des spécimens de chaque espèce annexe capturée lors des opérations de pêche expérimentale aux lançons en mai 2012 (haut) et en septembre 2012 (-- : absence de spécimen ; données arrondies au 100 g les plus proches) sur les radiales prospectées à l'extérieur du périmètre sollicité

Espèce	Nom commun	T_6	T_7	T_8	T_9	T_10	T_11	T_12	T_13	T_14	Total	Moyenne
					Mai 2012							
Aequipecten opercularis	Pétoncle vanneau	--	14.7	13.8	--	--	--	--	--	--	**28.5**	**3.2**
Arnoglossus sp	Arnoglosse	--	--	--	0.2	0.3	0.0	--	--	--	**0.5**	**0.1**
Aspitrigla cuculus	Grondin rouge	1.1	0.6	1.1	0.1	--	--	--	0.3	0.3	**3.5**	**0.4**
Callionymus lyra	Callionyme lyre	0.7	1.2	1.1	1.0	0.5	0.1	<0.1	0.4	0.4	**5.4**	**0.6**
Chelidonichthys lucerna	Grondin perlon	0.4	--	0.3	--	0.5	0.6	--	--	1.1	**2.9**	**0.3**
Dicentrarchus labax	Bar	--	--	0.9	--	--	0.7	--	--	--	**1.6**	**0.2**
Microchirus variegatus	Sole-perdix	--	--	--	0.1	0.2	0.0	0.2	--	1.0	**1.5**	**0.2**
Microstomus kitt	Limande	--	--	--	<0.1	0.2	--	--	0.1	--	**0.3**	**<0.1**
Pecten maximus	Coquille Saint Jacques	--	0.7	0.3	--	--	--	--	--	--	**1.0**	**0.1**
Pleuronectes platessa	Plie commune	5.6	0.7	1.2	--	1.3	0.7	--	0.2	0.8	**10.6**	**1.2**
Psetta maxima	Turbot	--	--	--	--	--	1.2	--	--	--	**1.2**	**0.1**
Raja undulata	Raie brunette	0.4	--	--	--	4.0	--	--	--	--	**4.5**	**0.5**
Scyliorhinus canicula	Petite roussette	1.4	1.2	1.2	2.0	0.6	--	--	--	1.3	**7.7**	**0.9**
Scophtalmus rhombus	Barbue	--	--	--	--	--	--	--	--	0.9	**0.9**	**0.1**
Solea vulgaris	Sole commune	--	--	0.5	0.2	0.1	--	--	--	--	**0.8**	**0.1**
Trachurus trachurus	Chinchard commun	--	--	--	<0.1	<0.1	<0.1	--	--	--	**<0.1**	**<0.1**
Trisopterus luscus	Tacaud commun	--	--	--	--	1.5	<0.1	--	--	--	**1.5**	**0.2**
Zeus faber	Saint Pierre	<0.1	--	--	--	--	--	--	0.5	--	**0.5**	**0.1**
					Septembre 2012							
Aequipecten opercularis	Pétoncle vanneau	--	33.7	43.3	--	--	--	--	--	--	**77.0**	**8.6**
Arnoglossus sp	Arnoglosse	--	--	--	0.1	0.2	<0.1	0.1	<0.1		**0.4**	**<0.1**
Aspitrigla cuculus	Grondin rouge	3.9	1.9	1.5	--	0.1	0.5	0.1	0.9	1.6	**10.5**	**1.2**
Callionymus lyra	Callionyme lyre	--	0.1	0.2	0.1	<0.1	<0.1	--	<0.1	0.1	**0.6**	**0.1**
Chelidonichthys lucerna	Grondin perlon	--	--	--	--	0.3	0.5	--	--	--	**0.9**	**0.1**
Microchirus variegatus	Sole-perdix	--	--	--	<0.1	<0.1	0.4	0.3	--	--	**0.8**	**0.1**
Microstomus kitt	Limande	--	0.4	--	--	--	--	--	--	--	**0.4**	**<0.1**
Mustelus asterias	Emissole tachetée	--	--	--	1.8	--	--	--	--	--	**1.8**	**0.2**
Pecten maximus	Coquille Saint Jacques	--	0.6	0.4	--	--	0.5	--	0.3	0.1	**1.9**	**0.2**
Pegusa lascaris	Sole pole	--	--	--	--	0.4	--	--	--	--	**0.4**	**<0.1**
Pleuronectes platessa	Plie commune	--	--	--	--	--	1.7	--	--	--	**1.7**	**0.2**
Raja brachyura	Raie lisse	--	--	--	--	--	--	0.2	--	--	**0.2**	**<0.1**
Scyliorhinus canicula	Petite roussette	0.6	0.6	2.0	4.7	--	--	--	1.7	1.9	**11.4**	**1.3**
Scophtalmus rhombus	Barbue	--	--	--	--	--	--	0.6	--	0.7	**1.3**	**0.1**
Solea vulgaris	Sole commune	0.8	0.4	0.3	0.9	0.4	0.4	0.8	0.2	--	**4.1**	**0.5**
Trachurus trachurus	Chinchard commun	--	--	--	--	--	--	0.0	0.0	--	**<0.1**	**<0.1**
Zeus faber	Saint Pierre	--	--	--	--	--	--	--	0.0	--	**<0.1**	**<0.1**

➢ Analyse qualitative

La nature des espèces annexes capturées lors des pêches expérimentales sur le lançon indique une nette prédominance d'espèces benthiques qui vivent posées sur le fond (poissons plats, raies, bivalves, grondins, callionymes, roussettes). Les captures d'espèces vivant à proximité du fond mais décollé de celui-ci (espèces démersales) sont relativement rares et se limitent à quelques spécimens de bars, Saint-Pierre ou chinchards. Ce résultat indique une faible efficacité du chalut pour capturer les espèces décollées du fond, ce qui suggère que les lançons pris lors des coups de chalut étaient également très proches du fond (comportement normal ou de fuite vers le sédiment à l'approche du chalut). Ce résultat pourrait être également expliqué par une faible abondance de ces espèces démersales sur les sites prospectées mais qui est peu probable car les ligneurs ciblent les bars sur ces mêmes zones de pêche aux mêmes périodes.

Les espèces suivantes, plus les trois espèces de lançons, ont été trouvées dans les captures dans tous les cas : que l'on se trouve dans les limites du périmètre ou en dehors, et que l'on considère la campagne de mai et celle de septembre. Cette liste correspond par conséquent à l'assemblage de base échantillonné au chalut lors de ces campagnes expérimentales.

- Arnoglosse (*Arnoglossus* sp)
- Grondin rouge (*Aspitrigla cuculus*)
- Callionyme lyre (*Callionymus lyra*)
- Sole-perdix (*Microchirus variegatus*)
- Plie commune (*Pleuronectes platessa*)
- Petite rousette (*Sclyliorhinus canicula*)
- Sole commune (*Solea vulgaris*)

D'un point de vue qualitatif, on relève quelques différences dans les assemblages capturés en mai et septembre. Certaines espèces n'ont en effet été capturées qu'en mai, tandis que d'autres n'ont été capturées qu'en septembre. Ces espèces sont montrées dans le tableau suivant. A noter la présence d'une espèce protégée (la raie brunette) dont trois spécimens ont été pris dans le chalut en mai, et non vue en septembre. Pour les autres espèces, le nombre de spécimens capturés est toujours relativement faible (3 au maximum) sur l'ensemble des 14 radiales prospectées.

Espèces capturées en mai et absentes des captures en septembre	Espèces capturées en mai et absentes des captures en septembre
Bar (*Dicentrarchus labrax*) Turbot (*Psetta maxima*) Raie brunette (*Raja undulata*) Tacaud commun (*Trisopterus luscus*)	Emissole tachetée (*Mustelus asterias*) Sole pole(*Pegusa lascaris*)

Toutes les espèces qui ont été capturées dans le périmètre l'ont également été hors du périmètre. La réciproque n'est pas vraie. Le tableau suivant présente ces espèces. Mis à part le pétoncle vanneau pour lequel les rendements ont été importants, les prises de ces espèces hors du périmètre uniquement ne représentent que quelques individus (moins de 5 au cumul sur les campagnes de mai et septembre.

Espèces capturées dans le périmètre et non-capturées en dehors de celui-ci	Espèces capturées hors du périmètre et non-capturées dans les limites de celui-ci
Aucune	Pétoncle vanneau (*Aequipecten opercularis*) Bar (*Dicentrarchus labax*) Limande (*Microstomus kitt*) Emissole tâchetée (*Mustelus asterias*) Coquille Saint Jacques (*Pecten maximus*) Sole pole (*Pegusa lascaris*) Turbot (*Psetta maxima*) Tacaud commun (*Trisopterus luscus*)

➢ Analyses par espèce

La nature des prises annexes fait apparaître des prises relativement fréquentes d'espèces sans valeur commerciale (arnoglosse, callionyme), d'espèces de valeur commerciale plutôt basse (grondins, roussette, pétoncle vanneau, chinchards) et d'espèces à haute valeur commerciales (soles, soles perdrix, plies, raies).

En ce qui concerne les grondins rouges (*Aspitrigla cuculus)*, la majeure partie des captures a été réalisée en dehors de la zone sur les radiales T_6, T_7 et T_8 situées dans le nord du périmètre sollicité. Les captures de cette espèce à l'intérieur de la zone ont été relativement plus faibles. L'abondance de cette espèce dans les captures a été sensiblement identique entre mai 2012 et septembre 2012.

Concernant la petite roussette (*Scyliorhinus canicula)*, des spécimens ont été capturés dans la grande majorité des coups de chaluts, que l'on se trouve dans ou en dehors du périmètre. Il n'y a pas de tendance claire dans les variations d'abondance entre le mois de mai et le mois de septembre 2012.

S'agissant du pétoncle vanneau (*Aequipecten opercularis*), les résultats indiquent que les captures de cette espèce sont parmi les plus élevée en poids, toutes espèces confondues et lançons compris. Ce sont cependant des captures qui sont très localisées car l'espèce n'a été capturée que sur les radiales au nord du périmètre sollicité (T_7 et T_8) avec une occurrence nulle sur les autres radiales que ce soit en mai ou en septembre 2012. On est donc probablement en présence d'un gisement dont la limite ne s'étend pas vers le sud. A noter que sur ces stations où le pétoncle vanneau est abondant, les captures de lançons ont été nulles ou quasi-nulles.

Parmi les espèces à haute-valeur commerciale, on retrouve des occurrences de captures de plies communes (*Pleuronectes platessa*) assez élevées. Le tableau suivant présente les principaux indicateurs d'abondance mesurés au cours des campagnes de mai et septembre, et en distinguant les zones extérieures et intérieures au périmètre.

Tableau 12 : Captures moyennes en poids (mesuré, reporté en kg), en nombre (estimé) et nombre d'occurrence (nombre de radiales ayant occasionné des captures / nombre total de radiales) de plie commune (*Pleuronectes platessa)* obtenues lors des pêches expérimentales réalisées en mai 2012 et en septembre 2010 sur les radiales à l'intérieur et à l'extérieur du périmètre sollicité.

	Poids (kg / trait)		Nombre (ind. / trait)		Occurrence	
	Mai	Sept.	Mai	Sept.	Mai	Sept.
Intérieur (radiales T_1 à T_5)	0.6	0.6	0.8	1.4	4/5	4/5
Extérieur (radiales T_6 à T_14)	1.2	0.2	2.2	0.3	7/9	1/9

Dans le périmètre sollicité, cette espèce a été capturée à presque chaque radiale en mai et en septembre 2012 mais avec une abondance en nombre mesurée en septembre (1,4 ind / trait) légèrement supérieure à celle obtenue en mai (0,8 ind. / trait). L'abondance pondérale reste cependant identique (0,6 kg / trait). A l'extérieur du périmètre, les captures de plies communes ont été également relativement fréquentes en nombre en mai 2012 (2,2 ind. / trait en moyenne) avec une occurrence dans 7 radiales sur 9, et sensiblement plus faibles en septembre (0,3 ind. / trait en moyenne) avec l'apparition de cette espèce sur une seule radiale sur les 9 prospectée. L'abondance en poids a également baissé de manière sensible (de 1,2 kg / trait en mai à 0,2 kg / trait en septembre 2012).

Comme le montre la figure suivante, les plies communes capturées sont en très grande majorité de taille supérieure à la taille minimale réglementaire (27 cm), avec quelques gros spécimens de plus de 40 cm. Aucune petite plie juvénile de moins de 20 cm n'a été capturée.

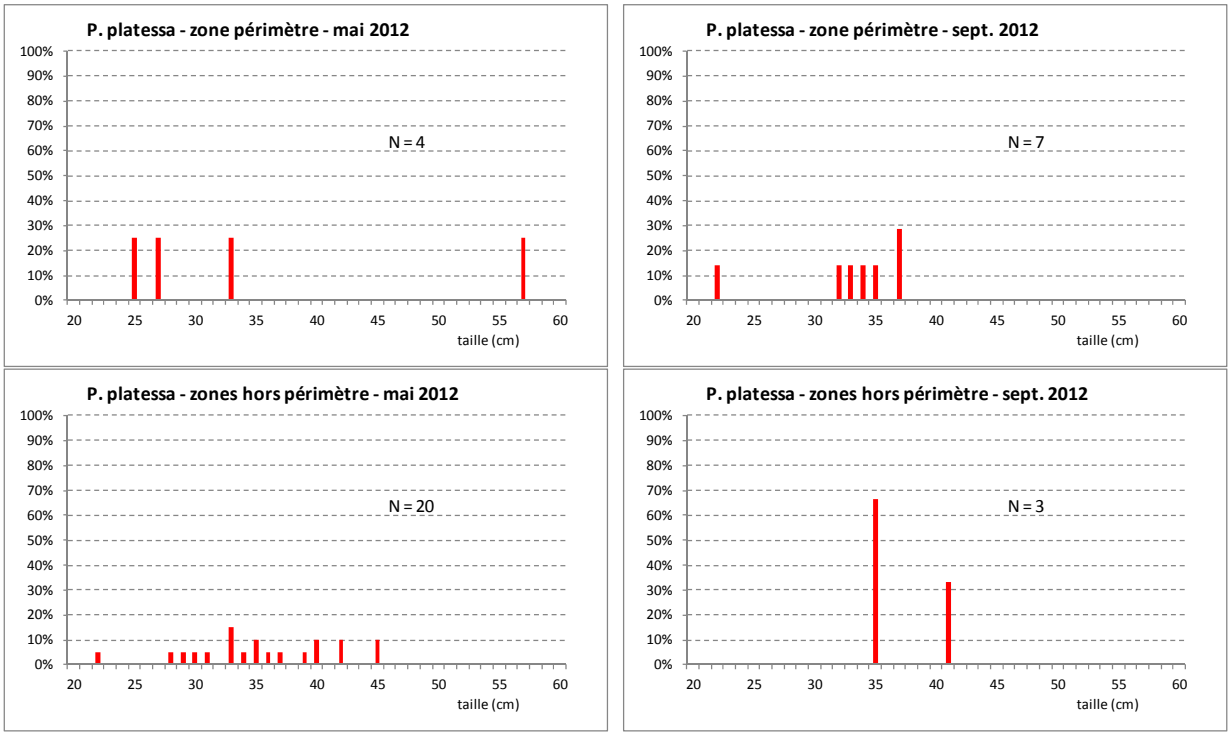


Figure 10 : Distribution en taille des plies capturées lors des pêches expérimentales

S'agissant de la sole commune (*Solea vulgaris*), le tableau suivant présente les principaux indicateurs d'abondance mesurés au cours des campagnes de mai et septembre, et en distinguant les zones extérieures et intérieures au périmètre.

Tableau 13 : Captures moyennes en poids (mesuré, reporté en kg), en nombre (estimé) et nombre d'occurrence (nombre de radiales ayant occasionné des captures / nombre total de radiales) de sole commune (*Solea vulgaris)* obtenues lors des pêches expérimentales réalisées en mai 2012 et en septembre 2010 sur les radiales à l'intérieur et à l'extérieur du périmètre sollicité.

	Poids (kg / trait)		Nombre (ind. / trait)		Occurrence	
	Mai	Sept.	Mai	Sept.	Mai	Sept.
Intérieur (radiales T_1 à T_5)	0.2	0.1	3.0	0.2	4/5	1/5
Extérieur (radiales T_6 à T_14)	0.1	0.5	0.3	1.3	3/9	8/9

Les captures de soles communes sur les radiales dans le périmètre ont été relativement fréquentes en mai (3 ind. / trait en moyenne) mais sensiblement plus faibles en septembre (présence sur une seule radiale avec un rendement moyen de 0,2 ind. / trait) avec un rendement pondéral qui diminue dans des proportions moindres (de 0,2 kg / trait à 0,1 kg / trait) du fait de la présence de petites soles dans les radiales en mai (voir infra). En dehors du périmètre, le résultat est inverse. En mai 2012, des soles communes n'ont été capturées que sur trois radiales (sur 9) avec un rendement moyen global de 0,3 ind. / trait en nombre et de 0,1 kg par trait en poids. En septembre 2012, des soles communes ont été capturées sur pratiquement chaque radiale, avec un rendement moyen qui augmente à 1,3 ind. / trait en nombre et 1,3 kg / trait en poids.

Comme le montre les distributions de taille suivantes, les individus capturés à l'extérieur de la zone sont uniquement des spécimens adultes plus grands que la taille minimale réglementaire (24 cm). Les individus plus petits n'ont été trouvés qu'en mai 2012 et singulièrement sur les stations T_2 et T_5 situées dans la partie méridionale du périmètre sollicité. En septembre 2012, ces petits individus n'ont plus été observés dans les captures.

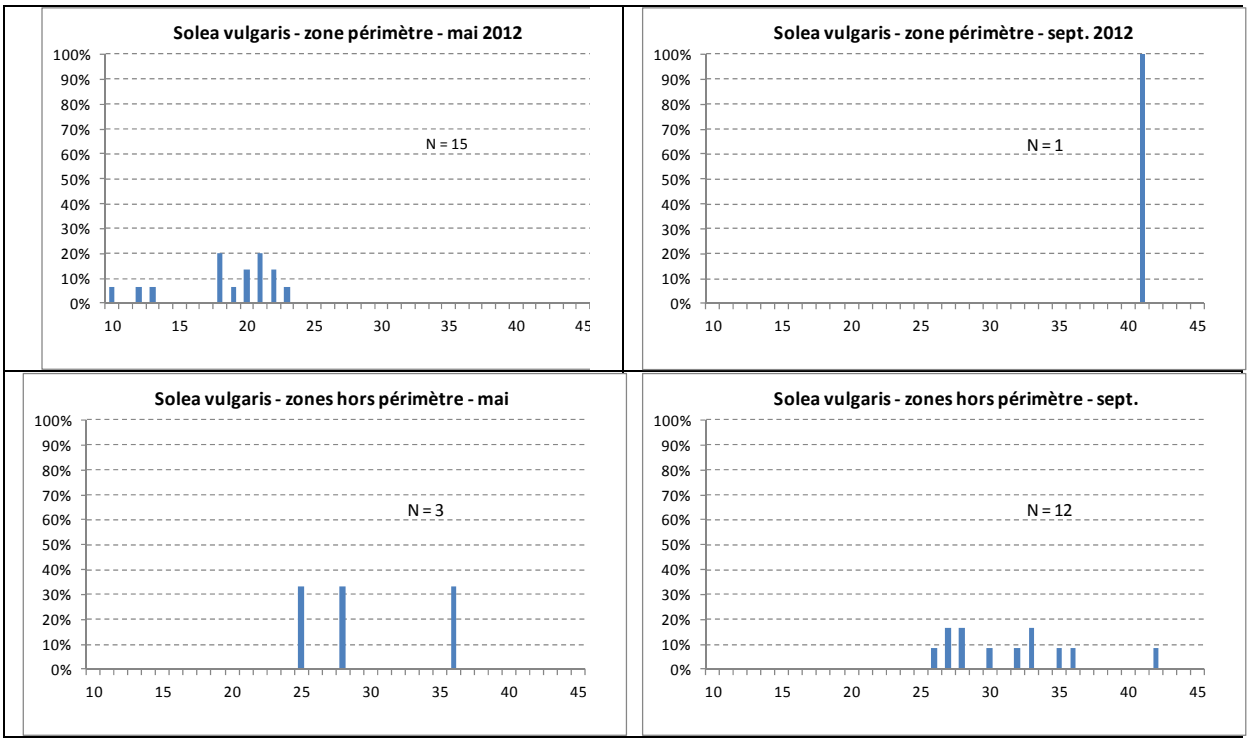


Figure 11 : Distribution en taille des soles communes capturées lors des pêches expérimentales

Enfin, dernière espèce commerciale importante ayant été capturée de manière relativement fréquente, la sole perdrix (*Microchirus variegatus*). Le tableau suivant présente les indicateurs d'abondance observés pour cette espèce.

Tableau 14 : Captures moyennes en poids (mesuré, reporté en kg), en nombre (estimé) et nombre d'occurrence (nombre de radiales ayant occasionné des captures / nombre total de radiales) de sole perdrix (*Microchirus variegatus)* obtenues lors des pêches expérimentales réalisées en mai 2012 et en septembre 2010 sur les radiales à l'intérieur et à l'extérieur du périmètre sollicité.

	Poids (kg / trait)		Nombre (ind. / trait)		Occurrence	
	Mai	Sept.	Mai	Sept.	Mai	Sept.
Intérieur (radiales T_1 à T_5)	0.1	0.4	1.2	3.4	1/5	4/5
Extérieur (radiales T_6 à T_14)	0.2	0.1	3.1	1.2	5/9	4/9

Microchirus variegatus n'a été capturée que sur une radiale sur les 5 en mai 2012 à l'intérieur du périmètre mais lors de 4 radiales sur 5 en septembre sur les mêmes radiales. L'abondance a sensiblement augmenté entre les deux périodes avec un rendement moyen qui est passé de 1,2 ind. / trait en mai à 3,4 ind. / trait en septembre en nombre et de 0,1 kg / trait à 0,4 kg / trait en septembre. A l'extérieur du périmètre, la sole perdrix est présente principalement sur les radiales situées dans le sud et dans l'ouest du périmètre (T_9 à T_12) avec une abondance moyenne qui, au contraire de la zone périmètre, tend à baisser entre mai et septembre (de 3,1 ind. / trait en mai à 1,2 ind. / trait en septembre, et de 0,2 kg / trait en à 0,1 kg / trait en septembre).

Les soles perdrix capturées à l'intérieur du périmètre ont des tailles réparties autour de 20 cm en mai et septembre[1], avec quelques rares petits individus (15 cm et moins) qui apparaissent en septembre. A l'extérieur du périmètre, on trouve davantage de petits individus de moins de 10 cm tant en mai qu'en septembre pratiquement tous localisés sur les radiales T_9 et T_10 situées dans le sud-ouest du périmètre sollicité.

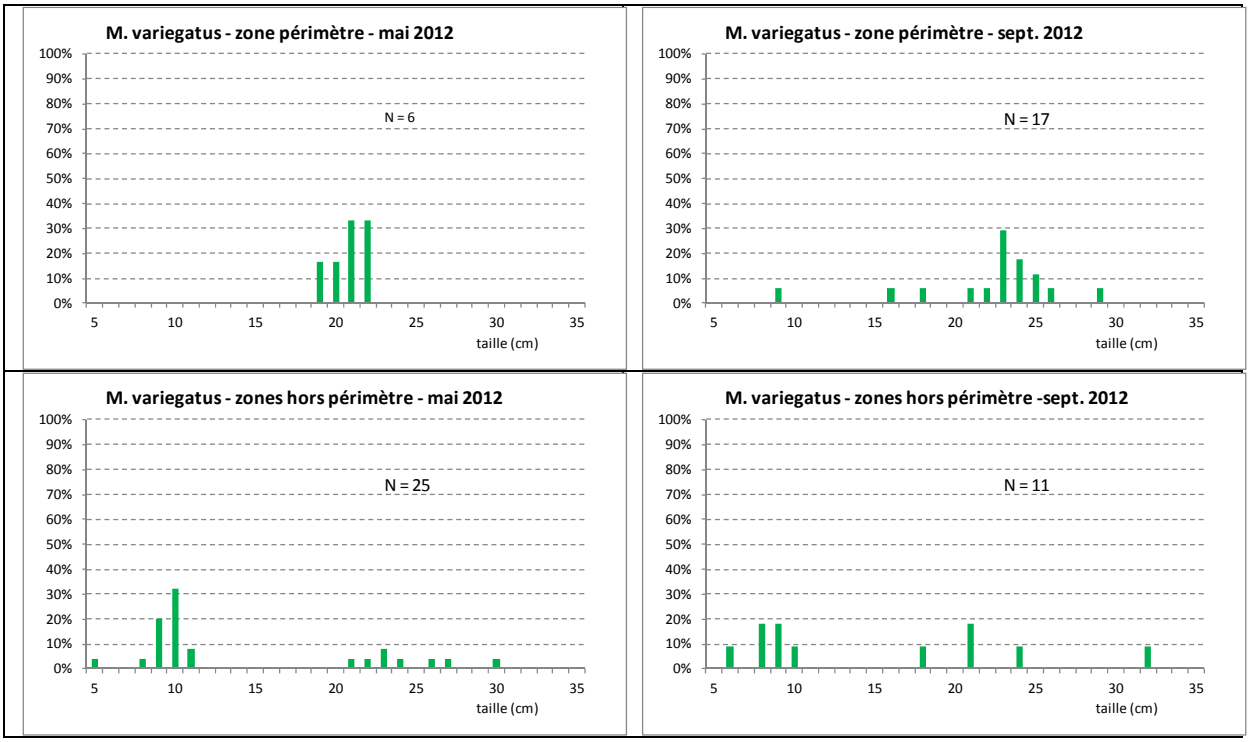


Figure 12 : Distribution en taille des soles perdrix capturées lors des pêches expérimentales

[1] Cette espèce n'est pas soumise à une taille minimale réglementaire au débarquement

Les autres espèces commerciales n'ont pas été capturées en nombres suffisants pour pouvoir suggérer des tendances dans les variations d'abondance observées entre les campagnes de mai et septembre ; et entre la zone périmètre et les zones en dehors.

4 Discussion

Le résultat des campagnes expérimentales confirme que la zone à l'intérieur du périmètre sollicité et les zones adjacentes vers l'ouest sont bien des zones propices à la présence de lançons. Ceci confirme les constatations des professionnels de la pêche de cette partie de la Baie de Lannion qui l'exploitent pour appâter leurs palangres.

Les lançons pêchés comprennent au moins trois espèces aux caractéristiques morphologiques différentes avec une espèce de petite taille, *Gymnammodytes semisquamatus* ou lançon gris (15 cm de longueur médiane dans les captures), une espèce de taille moyenne (21 cm) *Hyperoplus immaculatus* ou lançon vert et une espèce de grande taille (25 cm) *Hyperoplus lanceolatus* ou lançon jaune. Ces deux dernières espèces sont les plus recherchées pour appâter les lignes car plus résistantes que *G. semisquamatus*. On ne peut écarter la présence d'une quatrième espèce *Ammodytes tobianus* dans les captures, confondue lors de l'identification avec *Hyperoplus immaculatus* tant leurs caractéristiques morphologiques sont proches dans les petites tailles (20 cm et moins) et pratiquement non distinguables à l'œil nu.

La présence de ces trois espèces dans les captures étaient attendue dans cette zone qui se situe relativement loin des côtes (≈ 3 milles) et sur des profondeurs évoluant autour de 40 m (Quéro et al., 2003). A noter que pour les professionnels de la pêche qui fréquentent la zone depuis longtemps, la présence de *G. semisquamatus* dans la zone est relativement inhabituelle. Cette espèce était très peu présente il y a quelques années, et n'aurait fait son apparition dans les captures que récemment au cours de ces 5 dernières années.

Ces espèces ont presque toujours été capturées en association. Seule une radiale sur les 28 prospectées (14 en mai et 14 en septembre) n'a capturé qu'une seule espèce (*H. immaculatus* sur la radiale T_8 réalisée en mai 2012). La plupart des traits réalisés contenaient à la fois des *H. immaculatus* et des *G. semisquamatus*. En mai 2012, ces deux espèces ont représenté la majorité des captures en poids (*H. immaculatus*) et en nombre estimé (*G. semisquamatus*). La présence d'*Hyperoplus lanceolatus* dans les captures est pratiquement constante à l'intérieur du périmètre, mais souvent non constatée dans les radiales conduites à l'extérieur de celui-ci. Cette espèce est en moyenne beaucoup moins abondantes que les autres (quelques dizaines d'individus), à l'exception de quelques radiales réalisées en septembre.

L'un des principaux résultats qui se dégage de ces pêches expérimentales est la baisse d'abondance constatée de *H. immaculatus* et de *G. semisquamatus* entre mai et septembre. Cette diminution correspond à ce que constatent les pêcheurs professionnels, à savoir de meilleures pêches de lançons au printemps avec une baisse des rendements quand on s'approche de l'hiver. Cette baisse d'abondance pourrait être causée par la migration entre ces deux périodes des espèces vers d'autres zones, ou par une diminution de la capturabilité par les chaluts liés à des modifications du comportement, comme par exemple une tendance plus prononcée à l'enfouissement dans le sédiment. Au contraire, l'abondance mesurée de d'*Hyperoplus lanceolatus* a sensiblement augmenté entre mai et septembre, avec la présence de grandes classes de taille dans les captures de septembre qui n'ont pas été vues dans les captures en mai. Cette augmentation de l'abondance pourrait donc être expliquée par l'arrivée d'individus plus âgés sur zone entre les deux périodes, sans toutefois

écarter la possibilité d'une modification de la capturabilité des individus de cette espèce découlant d'un comportement différent. Ce qu'il est important de retenir c'est que l'abondance des lançons sur zone semble variable d'une période à une autre, et qu'un futur suivi devra prendre en compte cette variabilité temporelle.

L'autre élément intéressant à signaler est l'absence de très petits individus dans les captures, quelle que soit l'espèce. Cette absence n'est pas liée à la sélectivité du chalut car les mailles fines (≈ 3 mm) dans sa partie arrière les auraient retenus s'ils avaient été présents. L'explication est que ces petits individus sont soit absents de la zone, soit non capturables par le chalut du fait d'un comportement plus fouisseurs que les adultes ou pré-adultes. Aucun petit individu n'a cependant été capturé lors de la campagne à la benne. Il existe cependant des différences entre les espèces. Les plus petits individus de *G. semisquamatus* capturés mesurent environ 8 cm ce qui suggère la présence d'individus relativement jeunes. Par contre, les plus petits specimens d'*Hyperoplus lanceolatus* et *H. immaculatus* capturés mesurent autour de 18 cm, ce qui pourrait correspondre à des individus relativement âgés. La dune hydraulique pourrait ainsi n'être fréquentée par les lançons d'*Hyperoplus lanceolatus* et *H. immaculatus* qu'à partir d'un certain stade de développement, alors qu'elle apparaît être davantage une aire de vie permanente pour les *G. semisquamatus.*

Cette campagne de prélèvement à la benne menée en septembre 2012 n'a pas donné de résultats avec un seul spécimen capturé à l'occasion des 16 stations x 3 réplicats (48 coups de benne). La méthodologie employée a cependant fait ses preuves dans d'autres circonstances (Holland et al., 2005). Il faut cependant signaler que cette campagne a coïncidé avec une période de faible abondance en *H. immaculatus* et *G. semisquamatus* comme l'attestent les résultats de la prospection au chalut menée strictement à la même période. Etant donné cette faible abondance, le résultat n'est pas tout à fait surprenant. Cette campagne à la benne aurait peut être donné des résultats plus élevés si elle avait été menée en mai quand la ressource était abondante sur zone, mais cela n'a pas été possible en raison de problèmes logistiques.

Enfin, les résultats permettent de suggérer que les lançons sont relativement inféodés au fonds et ne s'en éloignent pas, tout au moins sur la plage horaire prospectée (8 :00 - 13 :00). Les autres espèces capturées en association avec le lançon sont des espèces benthiques qui se reposent sur le fond, ce qui indique que le chalut employé n'est pas efficace dès lors que l'espèce est décollée du fond. Les lançons sont par conséquent soit des espèces qui s'éloignent peu du fond, soit des espèces dont le comportement de fuite à l'approche du chalut les rendrait plus vulnérables.

Cette pêche expérimentale a permis de tester une méthodologie qui pour l'essentiel pourra être reconduite sous un objectif de suivi de l'évolution de la ressource. Les variations d'abondance pouvant être importantes d'une saison à une autre, il sera important de conserver au moins deux périodes d'échantillonnage par an, l'une au printemps, l'autre en automne. Dans la mesure du possible, il sera également nécessaire de reproduire ces pêches expérimentales avec le même chalut, et donc le même navire, afin de s'affranchir de problèmes de variations de l'efficacité de l'engin.

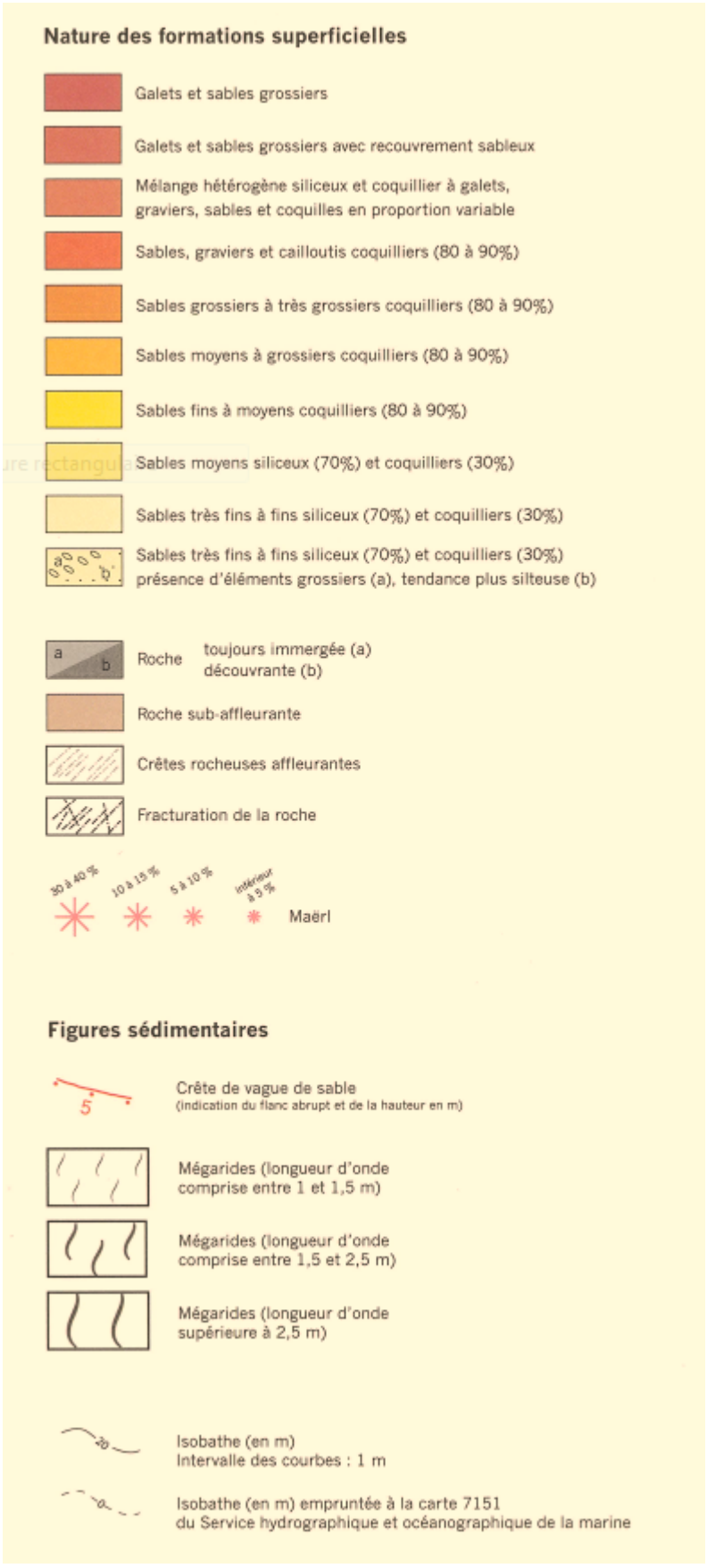
Concernant les campagnes à la benne, il pourrait être intéressant d'en conduire une nouvelle mais plutôt au printemps quand l'abondance en lançons sur zone apparaît comme importante. Cette campagne à la benne permet de vérifier si la dune sous-marine à une fonction de refuge pour les lançons. En l'état, on ne peut pas conclure.

***
*

Annexe 1 : Positions des points de filage et de virage du chalut (coordonnées WGS84) et profondeurs pour chacune des 14 radiales échantillonnées en mai (haut) et en septembre (bas)

		FILAGE						VIRAGE					
Trait	**Date**	**Heure**	**Lat.**		**Long.**		**Prof.**	**Heure**	**Lat.**		**Long.**		**Prof.**
			°N	**mm.xx**	**°W**	**mm.xx**	**m**		**°N**	**mm.xx**	**°W**	**mm.xx**	**m**
T_1	03/05/2012	09:17	48	47.21	3	42.09	36	09:28	48	46.87	3	41.59	41
T_2	03/05/2012	09:45	48	46.53	3	41.52	40	09:58	48	46.91	3	41.95	36
T_3	03/05/2012	10:18	48	47.54	3	41.92	32	10:31	48	47.11	3	41.40	34
T_4	03/05/2012	10:48	48	47.32	3	41.50	32	10:59	48	47.52	3	41.00	31
T_5	03/05/2012	11:20	48	47.24	3	41.22	34	11:30	48	47.42	3	40.68	35
T_6	03/05/2012	11:55	48	48.25	3	40.56	43	12:08	48	48.24	3	40.13	40
T_7	03/05/2012	12:31	48	48.81	3	41.78	54	12:43	48	49.08	3	42.08	56
T_8	03/05/2012	13:08	48	48.59	3	42.92	52	13:21	48	48.69	3	41.97	57
T_9	04/05/2012	08:27	48	45.74	3	41.72	26	08:39	48	46.16	3	41.58	27
T_10	04/05/2012	09:02	48	46.57	3	42.69	45	09:14	48	46.50	3	42.02	43
T_11	04/05/2012	10:24	48	47.18	3	42.74	34	10:35	48	46.70	3	42.26	37
T_12	04/05/2012	11:02	48	47.78	3	43.03	34	11:13	48	47.57	3	42.56	31
T_13	04/05/2012	11:39	48	48.01	3	43.10	45	11:51	48	48.02	3	42.76	50
T_14	04/05/2012	12:16	48	47.59	3	43.54	45	12:28	48	47.35	3	42.91	46
Trait	**Date**	**Heure**	**Lat.**		**Long.**		**Prof.**	**Heure**	**Lat.**		**Long.**		**Prof.**
			°N	**mm.xxx**	**°W**	**mm.xxx**	**m**	**Locale**	**°N**	**mm.xxx**	**°W**	**mm.xxx**	**m**
T_1	13/09/2012	09:11	48	47.21	3	41.94	36	09:23	48	46.79	3	41.53	41
T_2	13/09/2012	09:42	48	46.95	3	41.93	38	09:54	48	46.53	3	41.50	40
T_3	13/09/2012	10:17	48	47.48	3	41.98	34	10:29	48	47.16	3	41.49	36
T_4	13/09/2012	10:44	48	47.30	3	41.56	34	10:56	48	47.50	3	41.04	32
T_5	13/09/2012	11:11	48	47.23	3	41.29	33	11:23	48	47.42	3	40.76	36
T_6	13/09/2012	11:44	48	48.31	3	40.60	44	11:56	48	48.43	3	40.14	44
T_7	13/09/2012	12:20	48	49.18	3	42.07	55	12:32	48	48.73	3	41.56	56
T_8	13/09/2012	12:47	48	48.70	3	42.13	54	13:00	48	48.58	3	42.93	52
T_9	14/09/2012	09:36	48	45.77	3	41.67	36	09:48	48	46.21	3	41.63	36
T_10	14/09/2012	10:11	48	46.72	3	42.84	46	10:24	48	46.58	3	42.12	39
T_11	14/09/2012	10:52	48	47.19	3	42.69	44	11:04	48	46.73	3	42.22	34
T_12	14/09/2012	11:31	48	47.80	3	43.06	36	11:42	48	47.61	3	42.50	34
T_13	14/09/2012	12:06	48	48.07	3	42.96	48	12:16	48	48.11	3	42.47	52
T_14	14/09/2012	12:37	48	47.56	3	43.35	45	12:49	48	47.32	3	42.66	43

Annexe 2 : Légende des cartes indiquant la nature des formations superficielles, extrait de IFREMER (2011a)



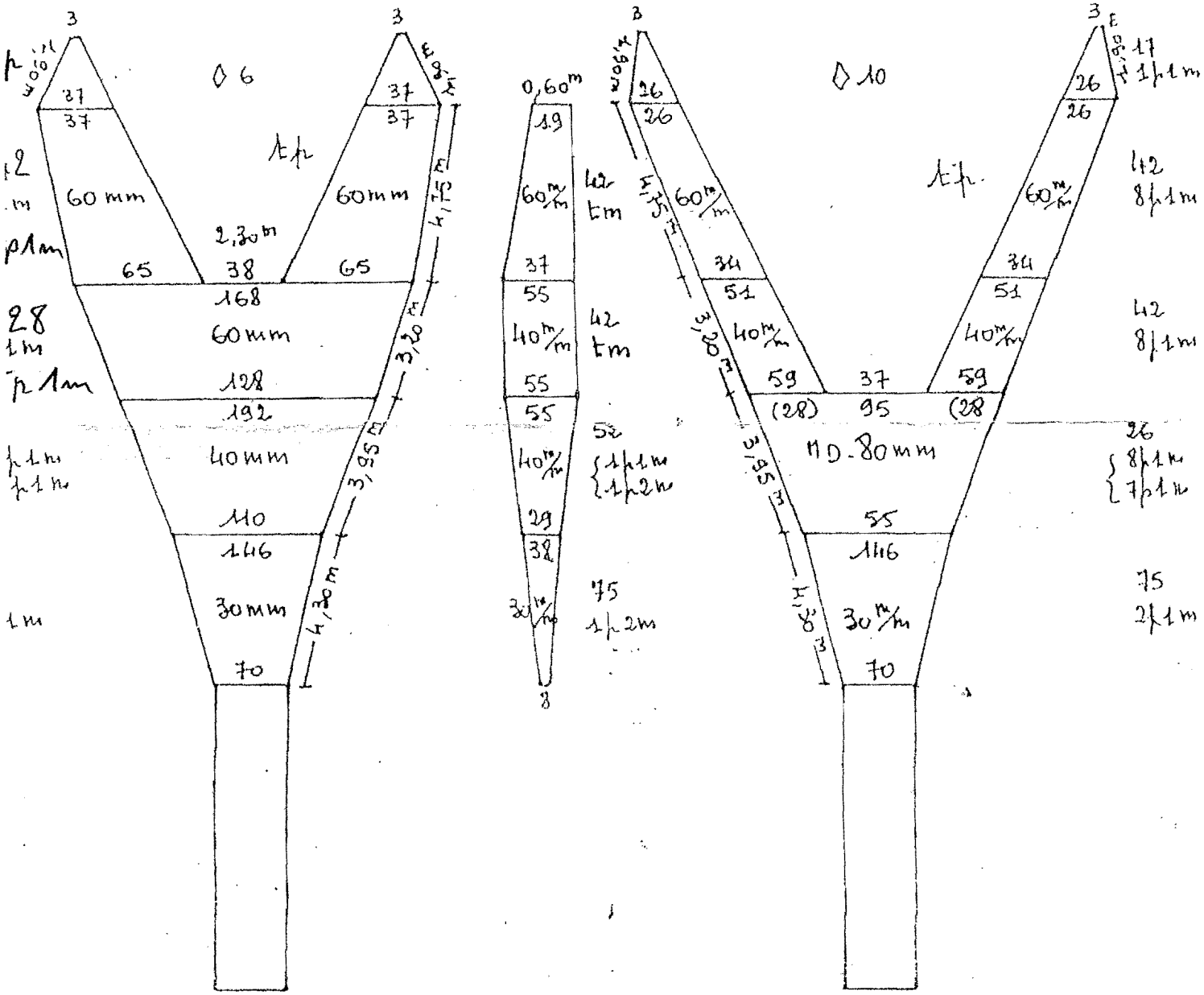
Annexe 3: plan du chalut utilisé

(attention, les maillages utilisés ne correspondent pas aux maillages reportés sur le plan)

Corde de dos
15,90m

Bauchet 22,80 m
(dont carré = 3,20m)

Corde de tête-ailes raid à raid
(dont carré = 3,10m)



Docks et Entrepôts Maritimes de Kéroman Port de Pêche — LORIENT	Echelle : 1/160
Chalut de fond à 4 faces 15,90 x 22,80 V/ P 6151 A	220 à 250 CV
D.E.M.K. - Lorient II 87	PE 2,5 T/ PA 400 mk

BIBLIOGRAPHIE

Bellec, G. (1981) Données sur la croissance et la reproduction de deux espèces de lançons *Ammodytes marinus* et *Hyperoplus lanceolatus*. D.E.A. d'Océanographie Biologique, Université de Bretagne Occidentale.

Dorel, D. (1986) Poissons de l'Atlantique nord-est. Relations taille-poids. IFREMER DRV.86.001/RH/Nantes, 165 p.

Froese, R., Pauly, D. (2012) FishBase. World Wide Web electronic publication www.fishbase.org, version (12/2012).

Holland, G.J., Simon, P.R., Greenstreet, I.M., Fraser, H.M., Robertson, M.R. (2005) Identifying sandeel *Ammodytes marinus* sediment habitat preferences in the marine environment. *Marine Ecology Progress Series* **303,** 266-282.

IFREMER (2011a) Atlas géologique de la Baie de Lannion (par Claude AUGRIS et Laure SIMPLET). QAE Eds N° 978-2-7592-0900-2, 112 p.

IFREMER (2011b) Protocole conseillé pour la description de l'état initial et le suivi des ressources halieutiques dans le cadre d'une exploitation de granulats marins (Version du 09 Février 2011).

Iglésias, S.P. (2012) Actinopterygians from the North-eastern Atlantic and the Mediterranean (A natural classification based on collection specimens, with DNA barcodes and standardized photographes). Provisional version 08, 245 p.

Kopp, J. (1978) Etude des structures démographiques d'Ammodytidae (lançons) de la côte Est du Cotentin. 54 p.

Quéro, J.-C., Porché, P., Vayne, J.-J. (2003) *Guide des Poissons de l'Atlantique européen,* Vol., Delachaux et Niestlé.

Annexe H : Compte rendu des travaux sur l'Ecologie des communautés de lançons

Compte rendu des travaux sur

Ecologie des communautés lançons (Ammodytidae) de la baie de Lannion :

Fonctions écologiques et connectivité entre les habitats pour *Hyperoplus lanceolatus* et *Hyperoplus immmaculatus*

Mars 2013

Flora Laugier, Eric Feunteun, Alexandre Carpentier

I. Etat de l'art 3
Les espèces présentes en Europe 3
Leur importance écologique 3
Des espèces dépendantes des milieux sableux 3
Caractéristique du sédiment 4
Caractéristiques des espèces présentes en Bretagne 5
Récapitulatif des périodes de reproduction des espèces 10
Effet de l'extraction de granulat sur les communautés de lançons 10
Problématique 11
II. Matériel et méthode 14
Echantillonnage 14
Identification des espèces : critères morphologique et confirmation par la génétique 14
Rapport gonado-somatique et sexe des individus 16
Estimation de l'âge par otolithométrie 16
Analyses de la microchimie des otolithes en fonction des stades de vie 18
Analyses de isotopes stables du foie et du muscle 19
Analyses statistiques 20
III. Résultats 21
Identification des espèces 21
Composition des communautés de lançon en mai et septembre sur la zone d'étude 21
Rôle des habitats étudiés 22
1. Analyse de la structure démographique des espèces capturées 22
2. Etat de maturation 29
3. Alimentation. 30
Connectivité entre habitats 32
1. Différences entre espèces 32
2. Changement d'habitats au cours du cycle vital 33
a. Hétérogénéité individuelle des patterns microchimiques 33
Profil Mg24/Ca et Mn55/Ca otolithe 33
Profil Sr/Ca et Ba/Ca otolithe 34
b. Hétérogénéité interindividuelle des patterns 34
Hyperoplus lanceolatus : Profil Sr/Ca et Ba/Ca otolithe 35
Hyperoplus immaculatus : Profil Sr/Ca et Ba/Ca otolithe 36
3. Origine récente des individus capturés 38
a. Mise en évidence du lien structure / signature microchimique 38
Hyperoplus lanceolatus : 38
Hyperoplus immaculatus : 38

b. Analyse multivariée sur les signatures moyennes du bord extérieur (C) 39
4. Hétérogénéité des habitats de ponte/ nourricerie 40
IV. Discussion 42
Rôle de l'habitat 42
Connectivité entre habitats 44
Deux espèces ayant des histoires de vie contrastées. 46
Changement d'habitats au cours du cycle vital 46
Origine des individus capturés 47
CONCLUSIONS : 48
Bibliographie : 51
ANNEXES 57

I. Etat de l'art

De nos jours les connaissances acquises sur les Ammodytidaes de nos régions côtières restent très parcellaires, malgré leur importance pour le fonctionnement des réseaux trophiques marins côtiers et l'exploitation halieutique dont ils sont l'objet dans certaines régions, tant par la pêcherie commerciale que par la pêche récréative.

Les espèces présentes en Europe

En Europe, six espèces peuvent être capturées, appartenant à trois genres (Ammodytes, Hyperoplus et Gymnammodytes). L'espèce la plus étudiée est *Ammodytes marinus*, présente à des latitudes plus hautes, sa limite de répartition géographique sud reste encore mal définie. Sur nos côtes bretonnes, quatre à cinq espèces peuvent être présentes dans les bancs de sable, *Ammodytes marinus* (doute sur sa limite géographique sud), *Ammodytes tobianus*, *Hyperoplus lanceolatus*, *Hyperoplus immaculatus*, *Gymnammodytes semisquamatus* (ANNEXE 1).

Leur importance écologique

Par ailleurs, ces espèces sont une source trophique pour 40 oiseaux marins, 45 espèces de poissons et 12 mammifères marins (Robards *et al*. 1999b). Le lançon se situe à un niveau intermédiaire dans le réseau trophique, étant prédaté par les poissons piscivores comme le bar et s'alimentant sur des organismes planctoniques (larves de poissons, copépodes) (Bauchot 1987). Ainsi, il représente une source trophique très importante pour le soutien de certaines populations d'oiseaux marins au printemps et en été (Velando and Freire 1999, Velando *et al*. 1999, Wanless *et al*. 2005). Leur abondance dans le milieu peut avoir un effet sur le succès reproducteur et la survie de leurs prédateurs (Robards *et al.* 1999a, Wanless *et al.* 2005).

Des espèces dépendantes des milieux sableux

D'une manière générale, les espèces de lançon fréquentent les bancs de sable qui représentent pour eux un habitat essentiel. Ils alternent un comportement d'enfouissement dans le sable (au repos la nuit) et une activité de nage et d'alimentation en pleine eau en journée. Ces cycles sont rythmés par des cycles courts (nycthéméraux ou/et tidaux), annuels (saisonnier) et à l'échelle de la vie (Figure 1). **Les habitats écologiques essentiels (i.e HEE) sont les habitats de reproduction, d'alimentation, de nourricerie et de repos, indispensables au maintien des espèces** (ICES 2008). Il s'agit d'un terme générique qui n'a pas de signification générique. Par exemple, on peut affirmer qu'un banc de sable est un habitat de repos pour les lançons. En cela, ce type d'habitat constitue un HEE. Toutefois, à l'échelle d'un site (par exemple la baie de Lannion), le fait d'impacter un HEE peut avoir un effet fort sur une population si c'est le seul HEE de cette nature accessible pour ladite population. A contrario, si de nombreux autres HEE sont disponibles dans le secteur exploité par la population, celle ci ne sera pas fortement impactée.

Pour ces espèces fréquentant la zone de Lannion la localisation et la distinction de ces HEE sont mal identifiées.

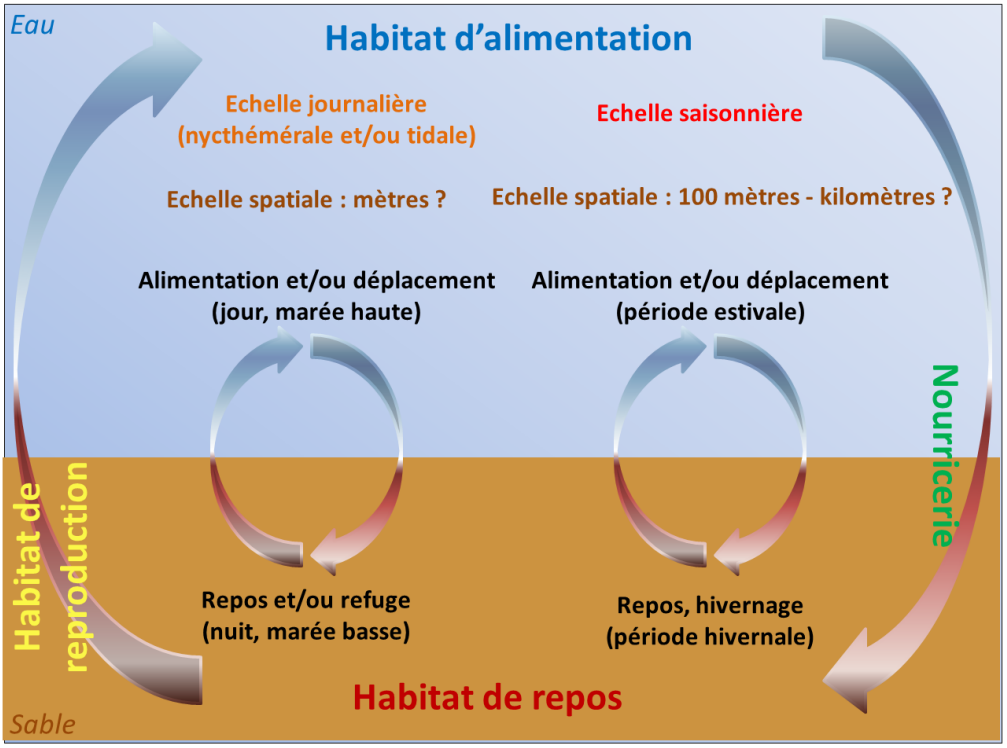


Figure 1 : Alternance de comportement enfouit et en pleine eau à l'échelle journalière, saisonnière et d'une vie. L'effet de la marée est ressenti pour les espèces présentes en zone intertidale. Les habitats de reproduction, d'alimentation, de nourricerie et de repos sont les habitats écologiques essentiels à l'échelle de la vie d'un individu.

L'enfouissement des lançons dans le sable est un moyen d'échapper à la prédation et permet la mise en place d'une stratégie de conservation de l'énergie.
Les cycles journaliers sont alternés entre un comportement d'enfouissent dans le sable (repos) et d'alimentation en groupe en pleine eau comme le montre van Deurs *et al* (2011) en milieu contrôlé pour *Ammodytes tobianus*. L'activité de recherche alimentaire en pleine eau peut être déclenchée par des facteurs internes (réserves énergétiques, vacuité de l'estomac) (Giske *et al.* 2003, Rands *et al*. 2003) ou externes (quantités de proies, lumière, température) (Winslade 1974 a, b) ou les deux selon un degré d'importance (van Deurs *et al.* 2011). Cette activité peut en effet être contrôlée par l'alimentation (quantités d'aliments ingérés les jours précédents) puis par des facteurs secondaires tels que la concentration en proies et la température. L'intensité lumineuse semble être également un facteur important pour la recherche et la détection de proies (van Deurs *et al.* 2011).

Pendant la période hivernale (i.e cycle saisonnier, Figure 1) les lançons sont rarement capturés dans la colonne d'eau et restent la plupart du temps enfouis dans le sédiment (Robards *et al.* 1999b). Leur métabolisme énergétique est réduit grâce à une consommation d'oxygène ralentie et à leur capacité anaérobique ou à tolérer à de faibles concentrations en oxygène (Quinn and Schneider 1991). Pendant le printemps et l'été, contrairement à l'hiver, la croissance est optimale, surtout pendant les deux premières années de vie des individus (Bellec 1981, ICES 1995, Robards *et al.* 1999a, Bergstad *et al.* 2001, ICES 2006).

Caractéristique du sédiment

Lorsqu'ils sont enfouis dans le sable, les lançons respirent avec l'eau interstitielle présente dans le sédiment qu'ils doivent réussir à faire circuler au niveau des branchies. De ce fait, le

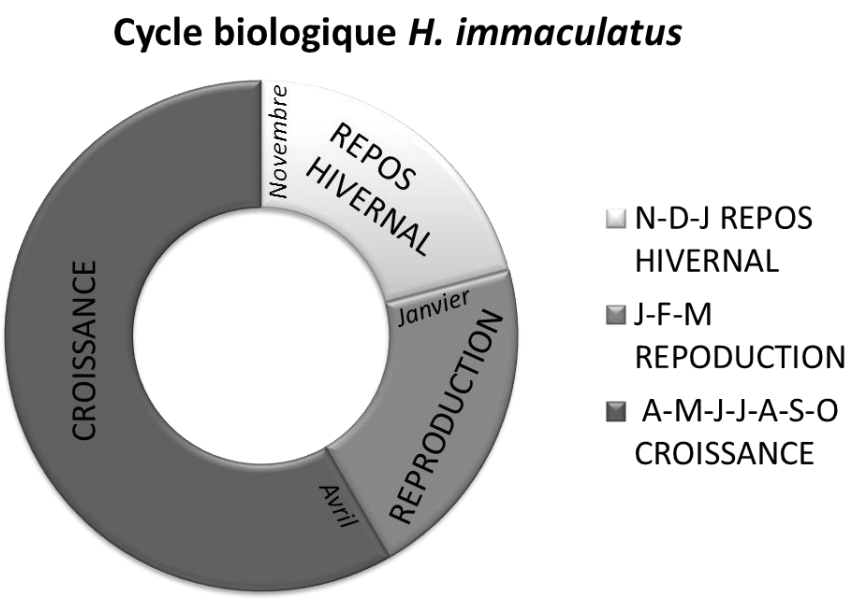
choix du sédiment est important et plusieurs facteurs interagissent (la concentration en oxygène, le renouvellement de l'eau interstitielle due aux courants dans la zone, aux mouvements d'eaux créés par les rides de sable, à la perméabilité du substrat ainsi qu'à la profondeur du banc de sable) (Wright *et al*. 2000). Ainsi les structures en rides de sable (« ripples marks ») généralement associés à des sables grossiers perméables et localisés dans des zones à forts courants sont des habitats favorables à ces espèces tandis que ces dernières sont absentes des sédiments où la composition en argile (« silt ») dépasse les 10% (Wright *et al*. 2000). Dans l'expérience, *Ammodytes marinus* occupe préférentiellement les sédiments composés de sable grossier avec des particules de gravier fins à médiums (2 à 16 mm) (Wright *et al*. 2000).

Caractéristiques des espèces présentes en Bretagne

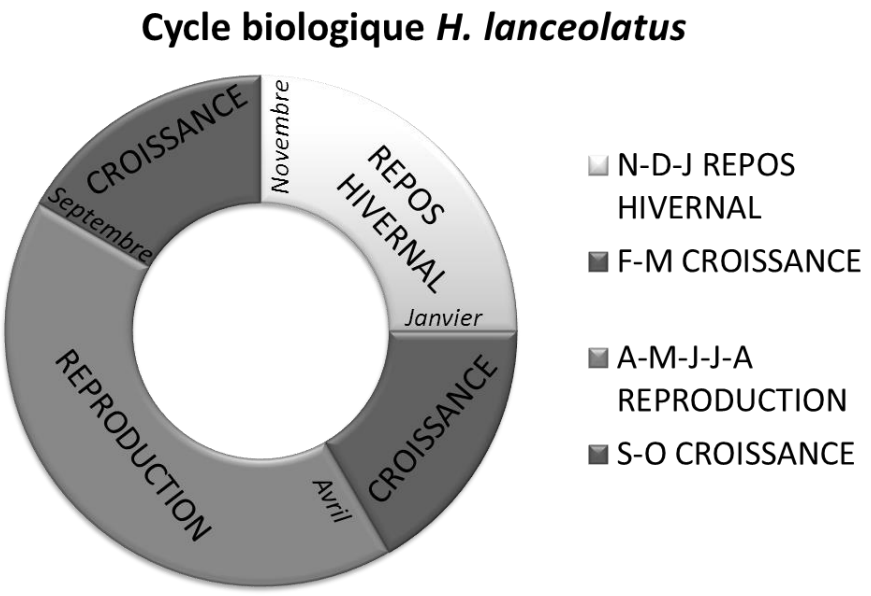
Caractéristiques biologiques des Hyperoplus

Le lançon Jolivet *Hyperoplus immaculatus* est présent en Atlantique Nord, des Iles Britanniques au Sud Bretagne (*com. personnelle).* Les individus inférieurs à 15 centimètres se nourrissent de zooplancton puis leur régime alimentaire évolue, favorisant des espèces de clupéidés ou d'ammodytidés. Leur taille maximale est d'environ 30 centimètres (Fishbase[1]). La ponte annuelle a lieu de décembre à février (Reay 1986). Bellec en 1980-1981 étudie les communautés de lançon d'octobre à mars dans la Baie de Morlaix (Dune du Rater). La première difficulté auquel il est confronté est l'identification des espèces. Il décrit les critères morphologiques des espèces capturés et pense que *Ammodytes marinus* et *Hyperoplus lanceolatus* sont les deux espèces présentes. Au vu des critères morphologiques énoncés, l'identification d'*Ammodytes marinus* est probablement fausse, et correspondrait mieux à *Hyperoplus immaculatus*. Dans ce rapport nous considérerons qu'il s'agit *d'Hyperoplus immaculatus*. Ainsi, il met en évidence l'apparition de trois modes (i.e groupe d'individu du même âge) d'octobre à mars dans la Baie de Morlaix (Dune du Rater). Le groupe des individus âgés au maximum d'un an (groupe 0^+, tailles comprises entre 4 cm et 10 cm), ceux âgés entre deux et trois ans (groupe 2^+, tailles entre 17.75 cm et 23.75 cm), les plus âgés (entre trois et cinq ans, taille maximale 29,5 cm). Les juvéniles de l'année (groupe 0^+) apparaissent en novembre puis en février. Leur apparition irrégulière peut être expliquée par un biais d'échantillonnage. Le groupe 2^+ domine et reste constant pendant toute la période de l'étude. La stabilité de la taille moyenne de ce groupe démontre une croissance quasiment nulle pendant la période hivernale (octobre à mars). Les individus les plus âgés apparaissent seulement au mois de janvier et février. Les rapports gonado-somatique atteignent les valeurs les plus fortes en janvier avec 16,5 % pour les femelles et 13,8 % pour les mâles et sont les plus élevés pour les individus du groupe 2^+. La taille à la première maturité sexuelle semble être de deux ans. L'auteur situe donc la ponte de janvier à mars. Le sexe ratio semble constant et équilibré au cours de cette période.

[1] www.fishbase.org

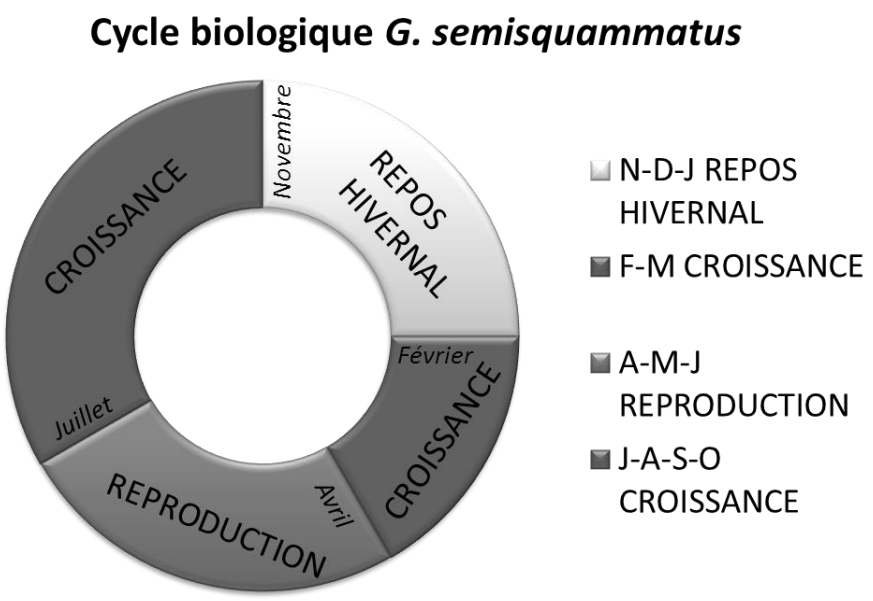


Hyperoplus lanceolatus occupe différents bancs en zone côtière ou plus au large, de la Norvège au Nord du Portugal. Cette espèce peut atteindre des tailles élevées, jusqu'à 40 centimètre et peut-être piscivore (Fishbase[1]). De manière générale, elle est moins abondante dans les communautés de lançon recensées en Baie de Morlaix(Le Rater) en 1980-1981 (Bellec 1981), sur la côte Est du Cotentin (abondance inférieure à 10% des captures) (Kopp 1979) ainsi qu'en Baie de Saint Malo (*données personnelles*, 2012). Bellec en 1981, a travaillé de manière similaire sur les deux espèces d'Hyperoplus. Le nombre faible d'individus récoltés pendant ces campagnes (mars à octobre) ne permet pas de distinguer de manière précise les différentes cohortes à l'aide des distributions de fréquence de taille. A la lecture des otolithes, sur ces bancs de sable, les individus appartenant au groupe 1^+ semblent absents et la classe d'âge la plus présente semble être celle des individus âgés de 2^+. La présence faible des individus les plus âgés souligne une mortalité estimée à 80% pour ces derniers (Macer 1966). La lecture des otolithes indique une croissance forte pendant les deux premières années de vie, malgré une croissance très restreinte l'hiver. Les rapports gonado-somatiques ne cessent d'augmenter d'octobre à mars mais la campagne se finissant à ce mois, l'évolution n'a pu être suivie à terme. La maturation des gonades semblent commencer en mars. La maturité sexuelle pour cette espèce est d'environ de deux ans. Le sexe ratio de ces populations semble équilibré et la taille n'apparait pas comme un caractère lié au sexe (Bellec 1981). Dans la région de Roscoff, la période de reproduction s'étalerait aux mois de juin, juillet, août (Le Danois 1913). En effet, Bellec (1981) constate à la lecture des otolithes que la zone correspondante à la croissance de première année est plus ou moins grande, probablement en fonction de la date de naissance. En Mer du Nord, la période de reproduction semble encore plus longue, d'avril à août (Macer 1966).



Caractéristiques biologiques des Gymnammodytes

Gymnammodytes semisquamatus est présente du sud de la Norvège à l'Espagne, généralement au large dans des bancs de sable coquillé, ou parfois dans des bancs plus côtiers. Cette espèce semble s'alimenter sur le plancton et mesure en moyenne une quinzaine de centimètres (Fishbase). La ponte se déroulerait l'été (Reay 1986). Cette espèce est très abondante à certaines périodes (avril à juin) et absente sur quelques mois échantillonnés (février, mars, octobre et novembre) sur certains bancs de sable de la côte Est du Cotentin (Kopp 1979). Dans le rapport de Kopp (1979), l'espèce semble inféodée aux bancs de sable subtidaux et peut représenter un tiers des captures annuelles dans le quartier de Cherbourg. Jusqu'au mois d'août, la classe d'âge la plus abondante est représentée par les individus âgés de deux ans, puis ces individus disparaissent en septembre pour réapparaitre à la saison prochaine. Les individus âgés de 3 et 4 ans sont présents d'avril à juin. La présence de ces individus est attestée par la lecture des otolithes malgré la difficulté de séparer les classes de taille sur les histogrammes. Les juvéniles de 1 ans apparaissent à la fin de l'été (environ 100 mm). Au vu des rapports gonado-somatiques, la maturité sexuelle est de deux ans. Il semblerait qu'après la reproduction les individus quittent le banc, au vu de leur disparition après l'été. La reproduction semble avoir lieu vers mai. Cependant, une ambigüité persiste sur la période de ponte, car au vu des fréquences de taille constatée, il pourrait y avoir une autre période de ponte hivernale. L'auteur n'a pu éclaircir ce point. Cette population présente un sexe ratio déséquilibré puisqu'elle est composée d'environ un mâle pour trois femelles. L'auteur précise qu'il s'agit plutôt d'une espèce « du large » qui ne s'approche que de la côte (bancs subtidaux) d'avril à juin pour le fraie, puisque cette espèce est absente dans les autres mois de la campagne.



Caractéristiques biologiques des Ammodytes

Am*modytes tobianus* est la seule espèce de ce genre présente, à priori, sur nos côtes. Peu d'informations sont disponibles sur celle-ci, cependant d'avantages de publications existes sur les autres espèces d'Ammodytes, notamment sur *Ammodytes marinus*. Ce paragraphe sera une synthèse de la biologie des Ammodytes. Certains éléments pourraient permettre une meilleure compréhension du cycle biologique, en générale des lançons.

Les Ammodytes sont des espèces présentes dans des zones peu profondes, près des côtes, en générale à moins de cinquante mètres de profondeur (Macer 1966, Macy *et al*. 1978, Kusakabe and Nakajima 1995). Ces distributions dans les eaux peu profondes, résultent probablement de leur préférence pour la lumière, indispensable pour visualiser leurs proies (Winslade 1974b). En effet, les lançons ne chassent que lorsque la lumière est suffisamment intense pour percevoir leurs proies, de ce fait la nuit, ils sont au repos dans le sable. Ils sont rarement capturés dans la colonne d'eau pendant l'hiver car ils restent quasiment inactifs, s'alimentant peu et restant enfouis dans le sable (Robards *et al*. 1999b). Ils seraient alors présents dans des eaux plus profondes (Robards *et al*. 1999b). Leur métabolisme est réduit pendant cette période de dormance (Quinn and Schneider 1991) et la digestion est ralentie (environ 45 à 80 heures) (Quinn and Schneider 1991, Ciannelli 1997). Le temps de digestion normale a été évalué à environ 12 heures (Inoue *et al*. 1967). *A. personatus* peut survivre pendant 24 semaines sans alimentation élevé en aquarium (Inoue *et al*. 1967).

Pendant le début de l'été, les individus de deuxième année sont les plus abondants, puis se sont les juvéniles qui dominent la population lorsqu'ils sont recrutés dans les populations côtières. Les individus les plus âgés quitteraient ces milieux au début de l'été pour éviter la compétition trophique avec les plus jeunes. L'estivation est rare chez les Ammodytes, à l'exception de l'espèce Japonaise. Pour le moment, seule l'espèce *Ammodytes marinus* semble migrer en Mer du Nord sur des grandes distances (27 à 64 km) dans une saison (Gauld 1990). Il semble migrer entre les eaux profondes l'hiver et à la côte l'été (Andriyashev 1964).

L'alimentation s'effectue dans la colonne d'eau et évolue avec l'âge (Inoue *et al*. 1967). Les larves s'alimentent sur le phytoplancton, les diatomées, les dinoflagellés, tandis que les post-larves favorisent les copépodes. Les adultes se nourrissent de proies plus grosses comme des macrocopépodes, larves de poisson, amphipodes, crustacés, annélides, polychètes….

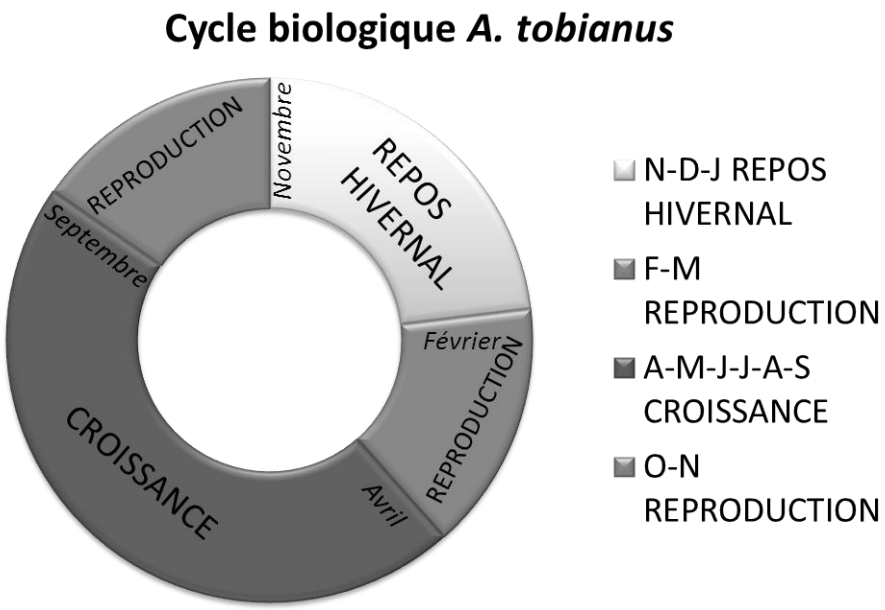
A.marinus peut vivre jusqu'à 9 années (Macer 1966) et *A.tobianus* pendant 7 années (Reay 1970). Ces âges basés sur la lecture d'otolithes peuvent être plus ou moins valides car au vu de l'arrangement des zones opaques et translucides, l'estimation de l'âge reste difficile pour ces espèces (ICES 1995, 2006). La croissance est très rapide pendant les deux premières années de vie, avec la moitié ou un tiers de la croissance totale pendant la première année (Trumble 1973, ICES 1995, 2006).

La maturité sexuelle est d'environ de deux ans (O'Connell and Fives 1995). Pour les Ammodytidés, une seule ponte par an a lieu, sauf pour *A.tobianus* où deux pontes ont lieu, une au printemps et l'autre à l'automne (O'Connel and Fives 1995, Kopp 1979). Les pontes automnales (e.g *A.hexapterus*) requièrent environ 3 mois de maturation des gonades (Robards *et al*. 1999a) tandis que celles printanières requièrent 5 à 7 mois de maturation (e.g *A.tobianus* et *A.marinus*) (Reay 1970). Le développement des gonades est long et différent entre les sexes. Les mâles mâtures plus tôt dans la saison et les rapports gonado-somatiques des femelles atteignent des valeurs plus fortes (31%) que ceux des mâles (21%) (*A.hexapterus*) (Robards *et al*. 1999b).

Avant la ponte les gonades sont gonflées et occupent toute la cavité générale. Toutes les espèces d'ammodytes pondent dans le sable soit en intertidal ou dans des zones offshores mais peu profondes (Robards *et al*. 1999). Pour toutes ces espèces, la ponte semble avoir lieu dans l'habitat qu'elles occupent tout au long de l'année et aucunes migrations liées à la reproduction n'ont été observées (Robards *et al*. 1999). Pour *Ammodytes marinus* trois aires de ponte sont identifiées (adultes avec des gonades matures et présence d'œufs) au sud des îles Shetland (au Nord de l'Ecosse), dans des eaux d'une profondeur inférieure à 50 m à 1 à 2 kilomètres de la côte (Wright and Bailey 1996).

Le temps d'incubation des œufs dépend de l'espèce, de la température et de l'oxygène. Les œufs sont démersaux et légèrement adhésifs au substrat sableux. Les larves d'environ 6 mm (longueur totale) ont approximativement deux semaines après l'éclosion (Wright and Bailey 1996) . Les mâchoires et le tube digestif sont fonctionnels à l'éclosion pour *A. americanus* (Smigielski *et al*. 1984), contrairement à d'autres espèces comme *A. hexapterus* (Pinto 1984). Toutes les espèces d'Ammodytes ont une vésicule vitelline qui est totalement résorbée au bout de deux semaines (Winslade 1971, Wright 1993). Ainsi, les larves de *A. americanus*, *A. personatus* et *A. marinus* dépendent de leurs réserves vitellines pendant quelques semaines (Inoue *et al*. 1967). Ensuite les larves pour se nourrir effectuent des migrations verticales dans la colonne d'eau, proche de la surface le jour et du fond la nuit.

Pour *A. americanus,* le recrutement des larves a lieu près de la côte après la métamorphose (Cameron 1958) et celle-ci est dépendante de la température (Smigielski *et al*. 1984). Pour *A. americanus* la métamorphose a lieu à 29 mm (131 jours à 4°C et 102 jours à 7°C (Smigielski *et al*. 1984)) tandis que pour *A. marinus* celle-ci a lieu plus rapidement entre 30-40 jours ou à environ 35-55 mm (Wright 1993). Le recrutement des larves et post-larves annuel est largement variable, dépend de la température, des conditions environnementales, de la courantologie et des ressources alimentaires… (Wright and Bailey 1996). L'abondance du recrutement dépend également du taux de survie des juvéniles. La forte densité des juvéniles en un point donné peut également influencer leur croissance selon le phénomène de densité-dépendance.



Récapitulatif des périodes de reproduction des espèces

Période d'échantillonnage

Espèce	APMS*	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
GS	2												
Hi	2												?
HL	2				?								
AT (non détectée sur le site)	1-2												

*APMS : Age de la Première Maturité Sexuelle

Effet de l'extraction de granulat sur les communautés de lançons

Peu d'études ont étudiées l'effet de l'extraction de granulat sur les communautés de lançon. Groot (1979) montre qu'après l'extraction la topographie (bathymétrie et granulométrie) du site est modifiée et que les communautés benthiques voient leur biomasse, leur densité et leur diversité spécifique diminuer. Cependant, les communautés benthiques peuvent revenir s'installer au bout de quelques années (trois années) dans le cas d'une exploitation ponctuelle. Mais si l'exploitation est régulière les communautés benthiques ne reviendront jamais à leur stade d'origine. Les œufs de lançon sont déposés sur le sable et y adhèrent. Il précise que lorsque les œufs sont recouverts totalement de fines particules le développement embryonnaire est stoppé. De ce fait le dragage peut provoquer une diminution du succès de

l'éclosion. Le mécanisme de sélection de la zone de ponte est très peu connu pour les espèces autres qu'*Ammodytes marinus*. L'enfouissement de ces espèces dans le sable, les rend vulnérable à cette exploitation. Il pense que l'exploitation totale d'une même zone ne devrait pas être autorisée (De Groot 1979). Récemment, des modèles écosystémiques Ecopath et EcoTroph montrent que les extractions de granulats entraineraient une réaction en chaine tout le long du réseau trophique, allant jusqu'à modifié les biomasses des groupes n'étant pas directement impactés (Briffault 2011).

Problématique

Au vu de cet état de l'art, l'écologie de ces différentes espèces semble être différente et encore peu précisée de nos jours. Peu d'études ont déjà été réalisées sur ces espèces et celles récupérées peuvent être anciennes. Les études les plus approfondies restent celles sur les Ammodytes (principalement *Ammodytes marinus*), qui ne sont pas présents sur le site de la baie de Lannion. Cependant ces informations pourront nous aider pour mieux comprendre l'écologie des autres espèces. Les espèces ont différentes saison de reproduction et peuvent occuper différents habitats (subtidaux ou côtiers) en fonction de leur stade de vie (âge) et de la saison. Ainsi, la dynamique de populations semble différer entre les espèces et les genres.

Pour mieux comprendre la connectivité entre les différents habitats côtiers et la dune hydraulique de Lannion (habitat en subtidal) ainsi que l'écologie des espèces (Figure 2), les traceurs isotopiques et la microchimie dans les otolithes seront utilisés sur deux espèces (*Hyperoplus immaculatus* et *Hyperoplus lanceolatus*).

Les ratios isotopiques permettent d'étudier les relations trophiques et les sources de nutriments (Hobson and Welch 1992), les interactions trophiques entre les prédateurs et les proies, souvent dépendantes de la taille de l'individu (Bode *et al*. 2007). Les isotopes lourds sont présents en plus grande quantité dans les consommateurs de tailles supérieures à leurs proies (Bode *et al*. 2003, 2007). Ces variations sont dues à un phénomène dit de fractionnement ou de discrimination isotopique qui se produit lors d'une transformation, entre les molécules de différentes masses, constituées d'isotopes différents. Les isotopes lourds (e.g. ^{13}C, ^{15}N) sont accumulés dans les tissus du consommateur pendant la croissance car les isotopes légers (e.g. ^{12}C, ^{14}N) sont eux préférentiellement mobilisés dans les réactions métaboliques (Peterson and Fry 1987), ce qui en résulte un enrichissement du rapport d'azote ($^{15}N/^{14}N$, noté $\delta^{15}N$) et de carbone ($^{13}C/^{12}C$, noté $\delta^{13}C$) à chaque niveau de la chaîne alimentaire (Kelly 2000). Le fractionnement isotopique est variable selon l'élément. Pour l'azote, une augmentation du rapport $^{15}N/^{14}N$ d'environ 3 à 5 ‰ en moyenne est observée entre une proie et son consommateur (DeNiro and Epstein 1981, Peterson and Fry 1987). L'analyse du rapport isotopique $^{15}N/^{14}N$ se révèle donc très utile pour déterminer la position relative d'un organisme au sein d'un réseau trophique. Cette hypothèse est cependant fortement discutée (Ponsard and Averbuch 1999), et de récents travaux explicitent que ce rapport pourrait également servir comme un indicateur de la zone d'alimentation (Ménard *et al*. 2007, Chouvelon *et al*. 2012). Concernant le carbone, l'abondance naturelle de l'isotope lourd ^{13}C d'un organisme par rapport à sa nourriture augmente peu (0,5 à 1 ‰) (De Niro and Epstein 1978). Le rapport $^{13}C/^{12}C$ d'un consommateur reflète donc assez bien celui des producteurs primaires du réseau trophique auquel il appartient et peut ainsi renseigner sur l'origine de la source de carbone, de la zone d'alimentation ou de l'habitat (marine *vs* eau douce, benthique *vs* pélagique) (Peterson and Fry 1987, Hobson and Welch 1992, Hobson *et*

al. 1994). L'abondance naturelle des isotopes stables dans les organismes est fonction de leur taille et de leur composition, dépendant des besoins énergétiques et du métabolisme cellulaire spécifique à chaque individu ou espèce.

L'otolithe est une pièce calcifiée, métaboliquement inerte et croit pendant toute la vie du poisson. Il est composé à 90 % de minéraux et de 0,2 à 10 % de protéines (Degens *et al.* 1969, Hüssy *et al.* 2004). Les éléments majeurs (supérieurs à 1000 ppm) sont le Na, Sr, les mineurs sont le K, Mg, Ba (1-100 ppm), et les éléments traces (1-1000 ppm) sont Li, Mn, Cu, Pb (Yoshinaga *et al*. 2000, Sturgeon *et al*. 2005). L'otolithe est entouré d'endolymphe et les ions de l'eau traversent les membranes des branchies et de l'estomac, passent par le sang et arrive dans l'endolymphe où ils sont incorporés dans l'otolithe, pendant la précipitation du calcium (Wright *et al*. 1992, Ibsch *et al*. 2004, Payan *et al.* 2004, Melancon *et al*. 2008). La source des éléments minéraux, même des éléments traces est l'eau environnante (Milton and Chenery 2001, Lin *et al.* 2007, Marohn *et al*. 2009). Cependant, dans certains cas, l'alimentation (Sanchez-Jerez *et al*. 2002, Buckel *et al.* 2004) et d'autres facteurs externes (Bath *et al*. 2000, Martin and Thorrold 2005, Brown and Severin 2009, Miller 2009, Woodcock *et al*. 2012) exercent une influence « mineure » sur l'incorporation de ces éléments dans l'otolithe. L'otolithe est considéré comme un « enregistreur » du milieu environnemental passé au cours de la vie du poisson. Différentes études ont étudié la signature microchimique multi-élémentaires de l'otolithe pour révéler les relations entre différents stocks ou populations, ou encore la connectivité entre les stades de vie (Gillanders *et al*. 2003, Gillanders 2005a). Les migrations sont étudiées avec les variations des éléments en fonction de la macrostructure et la microstructure le long d'un axe de croissance de l'otolithe (du nucleus jusqu'au bord extérieur), renseignant sur les stades de vie et les évènements passées du poisson (e.g stress physico-chimique lié à un changement d'habitat, stress trophique, hiver, été, etc.) (Arai and Hirata 2006, Feutry *et al*. 2011, Lord *et al*. 2011).

Grâce à ces traceurs environnementaux, nous essayerons de déterminer les habitats potentiellement utilisés par les espèces présentes sur le site et de comprendre si les espèces sont résidentes ou si elles exploitent des habitats estuariens, côtiers ou exclusivement marins au cours de leur vie (Figure 2), on parlera alors de stratégie d'histoire de vie. La connectivité à une échelle régionale (Figure 3) sera exploitée à travers la diversité des signatures microchimiques lors de la phase larvaire.

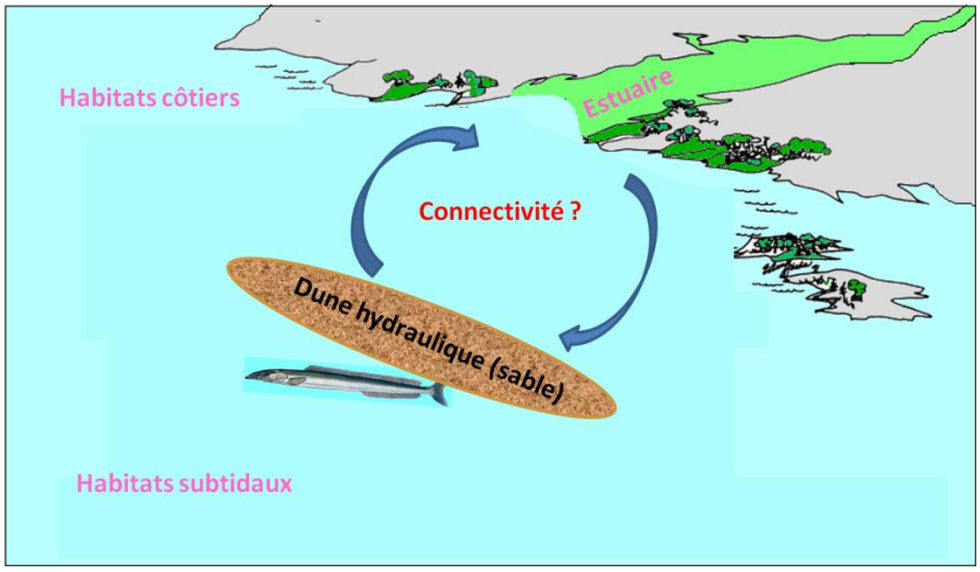


Figure 2 : Les habitats côtiers sableux et ceux subtidaux (i.e la dune hydraulique de la Baie de Lannion) sont-ils connectés pour les différentes espèces de lançon ?

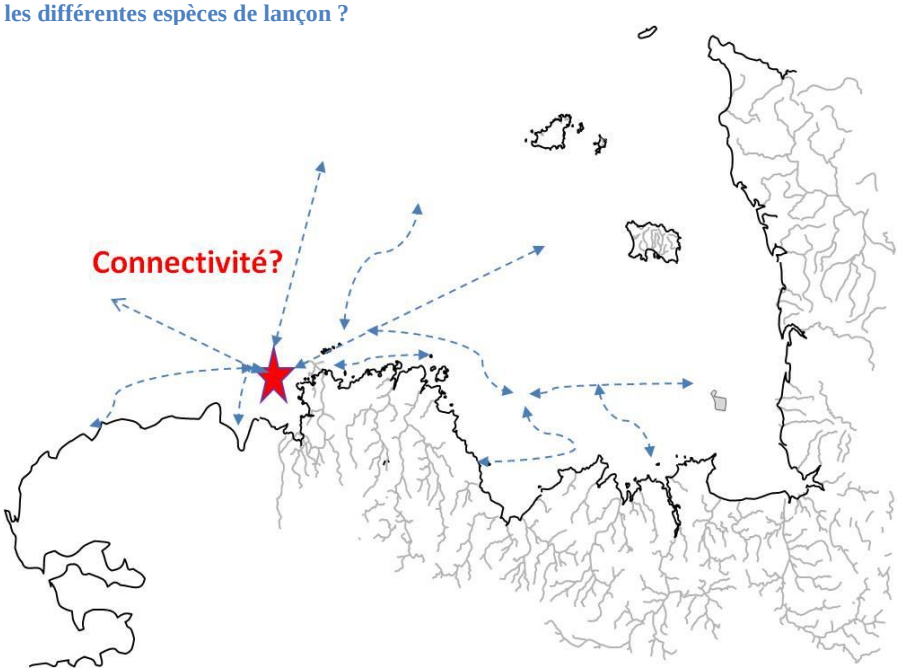


Figure 3 : Interactions de l'habitat sableux de la Baie de Lannion avec les zones adjacentes ?

II. Matériel et méthode

Echantillonnage

Deux campagnes au chalut ont été menées en mai et septembre 2012, sur une dune de sable dans la baie de Lannion, selon le protocole mis en place par le MNHN et Océanic Développement.

Les pêches expérimentales ont été conduites depuis le navire de pêche AVENTUR VAD affrété pour l'occasion. Deux observateurs scientifiques d'Oceanic Développement ont embarqué à bord. L'équipage habituel du navire (M et JP Cadren) s'occupait de la navigation et des opérations de manutention de l'engin de pêche. Les pêches ont été effectuées avec l'engin de pêche habituel du navire, c'est-à-dire un chalut 4 faces de 15,90 m de corde de dos gréé avec un maillage de 120 mm dans les ailes et 90 mm ailleurs. Le cul de chalut est doublé à l'intérieur d'un maillage fin de 5 mm grâce à une nappe fixée à partir du gorget. Le chalut est ouvert et tenu au fond par des panneaux de 230 kg chacun. Ce chalut permet aux armateurs de l'AVENTUR VAD de capturer les lançons qu'ils utilisent comme appât pour les palangres à bar.
Durant les deux journées, 14 traits de chalut ont été réalisés dans et en dehors du périmètre du projet de site d'extraction. La position des stations est le résultat d'un compromis entre une répartition aléatoire des positions et la possibilité d'y traîner un chalut. 8 stations ont été prospectées le premier jour, dont 5 dans la zone et 6 stations le jour suivant, toutes hors de la zone.
La durée de chaque trait a été fixée à 10 mn à partir du moment où le chalut touche le fond après le filage. Les positions de filage, de virage ainsi que les profondeurs sont relevées au sondeur. Le chalut était tracté à une vitesse oscillant entre 2,1 et 2,4 nœuds suivant l'orientation du courant. La distance moyenne parcourue par le chalut sur le fond à chaque trait est par conséquent d'environ 700 m, et la surface balayée d'environ 5 560 m² (Océanique développement, *document de travail provisoire*).

A chaque trait, un échantillon de 30 individus est pris au hasard. Quand le nombre d'individu était inférieur à 30, le nombre de lançons mesuré était celui capturé. La taille (longueur à la fourche, LF) est mesurée sur ces individus.
Au final, 15 individus par espèce en mai et 10 en septembre sont prélevés et congelés pour les mesures et les prélèvements en laboratoire.

Identification des espèces : critères morphologique et confirmation par la génétique

Les critères morphologiques utilisés pour identifier les espèces diffèrent selon les ouvrages (Bauchot et Pras 1980, Quéro *et al*. 2003, Louisy 2002). Une synthèse est réalisée pour réunir tous ces critères.
Pour simplifier le référencement des critères, une lettre est assignée aux trois ouvrages utilisés.
A = Bauchot et Pras 1980
B = Quéro *et al*. 2003
C = Louisy 2002
Lorsqu'aucune référence bibliographique n'est citée, il s'agira de nos propres observations.

Les deux premiers critères facilement discernables sont la forme de la nageoire dorsale et anale ainsi que la forme de la pupille. Si les nageoires sont à bords sinueux (A, B, C) et que la pupille est en forme de poire (ANNEXE 2, Photographie 10), il s'agit du genre *Gymnnammodytes* (cf **2**), dans le cas contraire les bords des nageoires dorsales sont droits (A, B, C) et la pupille est ronde, il s'agit du genre *Ammodytes* ou *Hyperoplus* (cf **3**).

(**2**) ***Gymnammodytes semisquamatus*** (i.e Gs) est l'espèce présente sur nos côtes car *Gymnammodytes cicerellus* est une espèce méditerranéenne (A, B, C).
G. semisquamatus a une ligne latérale avec des diverticules vers le haut et le bas (A, B) (ANNEXE 2, Photographie 9) tandis que les autres genres ont une ligne latérale avec de temps en temps des diverticules vers le haut (ANNEXE 2, Photographie 8). Cette espèce a une nageoire dorsale sinueuse avec 56-59 rayons (A). Elle mesure en moyenne 25 cm (A, B, C).
G. semisquamatus présente un repli de peau ventrolatéral uniquement au niveau des pectorales, contrairement à *G. cicerellus*, pour lequel ce repli atteint l'anus (B) (critère non pris en compte). Elle possède entre 53 et 59 rayons dorsaux (B). Elle mesure en moyenne 15 cm (A, C).

(**3**) Le genre *Ammodytes* se caractérise par une mâchoire supérieure protractile (A, B, C) et l'absence de véritables dents vomériennes (A, B) (ANNEXE 2, Photographie 2) (cf **4**).
Le genre *Hyperoplus* présente une mâchoire supérieure moins protractile (A, B, C), mais des dents vomériennes sont bien visibles (A, B) (ANNEXE 2, Photographies 4 et 7) (cf **5**).
Cependant le caractère protractile est délicat à utiliser. En effet, la lèvre supérieure est fixée par un isthme à la mâchoire chez *Hyperoplus*, celui-ci se détache souvent lorsque l'on veut vérifier le critère et s'apparente alors à une mâchoire protractile. Cependant en déployant la mâchoire au maximum, elle dépasse toujours la mâchoire inférieure chez *Ammodytes sp* et rarement chez *Hyperoplus sp*.

(**4**) Deux espèces se distinguent pour le genre *Ammodytes* et aucune ne présente de véritables dents vomériennes (A, B, ANNEXE 2, Photographie 2).
Ammodytes tobianus a une base de la caudale écailleuse (A, B, C) et des écailles ventrales disposées en chevron (B). Selon les ouvrages le nombre de rayons dorsaux varie entre 49-58 (B) ou 50-56 (A). Le nombre de vertèbre est de 60 à 66 (A). Sur les tous les individus identifiés, 52 à 55 rayons dorsaux ont été observés. Nous observons que la ligne latérale est droite et que les écailles situées au-dessus forment des lignes obliques (ANNEXE 2, Photographie 1). Elle mesure en moyenne 20 cm (A, B, C).
Tandis qu'***Ammodytes marinus*** présente une base de la caudale nue (A, B, C) et des écailles ventrales non disposées en chevron (B). Le nombre de rayon dorsaux varie entre 55 à 57 (A) ou 56 à 63 (B). Le nombre de vertèbre varie entre 66 à 72 (A). Elle mesure en moyenne 20 cm (A, B, C). La répartition géographique sud d'*Ammodytes marinus* est mal connue et elle semblerait absente de nos côtes bretonnes mais il faut cependant resté vigilant lors de l'identification.

(**5**) Il existe deux espèces pour le genre *Hyperoplus*.
Hyperoplus lanceolatus (i.e HL) a une tache noire sur le museau de la grosseur de l'œil (A, B, C) (ANNEXE 2, Photographies 4 et 5). Les dents vomériennes sont bien visibles dans la mâchoire supérieure (A, B) et la base du vomer est plus fine que la pointe des dents qui tend à diverger (ANNEXE 2, Photographie 3). En général, le premier rayon de la nageoire dorsale est positionné en arrière de la pointe des nageoires pectorales (A, B). Le nombre de rayons dorsaux varie entre 52 à 61 (B) et 52 à 61 et de 65 à 69 vertèbres (A). Le nombre de rayons

dorsaux observés varie entre 54 à 56. Elle mesure en moyenne 30 cm et 40 cm au maximum (A, B, C).
Hyperoplus immaculatus (i.e Hi) n'a pas de tache noire sur le museau mais ses mâchoires sont foncées (ANNEXE 2, Photographie 6) (A). Les dents vomériennes sont bien visibles (A, B) et la base des dents est large tandis que les pointes des dents vomériennes sont plutôt convergentes (ANNEXE 2, Photographie 7). Le nombre de rayons dorsaux observé est compris entre 59-62 et la littérature en recense 59-62 (B) ou 60-67 (A). Le nombre de vertèbres varie entre 70 à 74 (A). Le premier rayon de la nageoire dorsale est situé en avant de la pointe des nageoires pectorales (A, B). La ligne latérale est droite et présente des petits diverticules (points) au-dessus (ANNEXE 2, Photographie 8). Elle mesure en moyenne 25-30 cm et 35 cm au maximum (A, B, C).

Des erreurs d'identifications entre *Ammodytes tobianus* et *Hyperoplus immaculatus* ont été constatées dans des campagnes de pêche et des rapports bibliographiques plus anciens. En effet, les deux espèces peuvent avoir une pigmentation proche mais la seconde est beaucoup plus grande (*A. tobianus* 15 cm, *H. immaculatus* 30 cm), a une mâchoire inférieure plus sombre et une forme très pointue vers l'extrémité (ANNEXE 2, Photographie 6), un nombre de rayons dorsaux plus grands et des dents vomériennes bien visibles (ANNEXE 2, Photographie 7). Nous avons constaté qu'après la mort et souvent après la congélation, *A. tobianus* peut devenir plus verdâtre comme *Hyperoplus*, pouvant ainsi amener à des confusions dans l'identification en se basant uniquement sur la couleur du corps.

Pour confirmer l'identification morphologique des espèces, nous avons réalisé une identification moléculaire en utilisant le Cytochrome oxydase 1 (CO1). Sur des individus capturés sur le site de la Baie de Lannion et en zone intertidale à Lancieux, des échantillons de nageoires ont été prélevés et conditionnés dans de éthanol pur.

Rapport gonado-somatique et sexe des individus

La longueur à la fourche (FL) et totale (TL), le poids du corps et des gonades sont mesurés pour chaque individu. Le rapport gonado-somatique (RGS) est le rapport entre le poids des gonades sur le poids du corps, exprimé en pourcentage. Ce rapport a été calculé pour les trois espèces (15 individus en mai et 10 individus en septembre pour chaque espèce).

Estimation de l'âge par otolithométrie

Les otolithes sont extraits puis rincés trois fois à l'eau distillée et nettoyés à l'aide de pince de précision sous binoculaire. Les otolithes sont séchés à l'aide d'un papier absorbant (Kimtech), puis le gauche est inclus dans de la résine époxy Araldite 2020 (Huntsman). Le ponçage est réalisé suivant le plan sagittal postérieur au droit du sillon (sulcus acusticus). Ce plan permet une lecture plus aisée et facilite l'analyse microchimique. Chaque otolithe est poncé jusqu'au nucleus, à l'aide de différents grains (carbure de silicium 2400 et 1200, disques micro-abrasifs d'oxyde d'alumine 9 µm et 3 µm). Un microscope optique et une binoculaire sont utilisés pour ajuster le plan de ponçage. Vers la fin du ponçage les otolithes sont rincés à l'eau distillée puis séchés avant l'analyse microchimique.
Chaque otolithe est photographié sous lumière transmisse et réfléchie puis âgé par lecture des zones macroscopiques translucides (T) et opaques (O). Les zones T sont assignées comme des zones de croissance ralentie (période hivernale) et les zones O comme des zones de forte croissance (période printanière à estivale) (couleurs sous lumière transmisse) (Bellec 1981,

Robards *et al.* 1999b, ICES 1995, 2006). Vers la fin de vie du poisson les zones deviennent de plus en plus fines. L'âgeage devient alors difficile car la distinction de ces zones est moins évidente et la formation de zone T peut être plus ou moins marquée. L'insertion de faux anneau lors de la première année de croissance peut aussi compliquer l'âgeage (ICES 1995, 2006). Nous considérons que pour *H. immaculatus* la date de naissance est hivernale (1er janvier) et estivale pour *H. lanceolatus* (1er mai) (Bellec 1981). Ainsi les individus étant capturés en mai seront âgés à leur date de naissance pour *H. lanceolatus* et dans une année en cours pour *H. immaculatus* (Figure 4).

Pour la suite du travail, on notera que les individus appartenant au groupe :

0^{+} : sont âgés entre 0 à 1 an. Cette zone comprend O0 et T0, représente la première période de forte croissance (plutôt estivale) et de faible croissance (le premier hiver).
1^{+} : sont âgés entre 1 à 2 ans. Sur l'otolithe cela correspond à la 2ème période estivale (i.e O1) et au 2ème hiver (i.e T1).
2^{+} : sont âgé de 2 à 3 ans. Sur l'otolithe cela correspond à la 3ème période estivale (i.e O2) et au 3ème hiver (i.e T2).
3^{+} : sont âgé de 3 à 4 ans. Sur l'otolithe cela correspond à la 4ème période estivale (i.e O3) et au 4ème hiver (i.e T3)
4^{+} : sont âgé de 3 à 4 ans. Sur l'otolithe cela correspond à la 5ème période estivale (i.e O4) et au 5ème hiver (i.e T4).

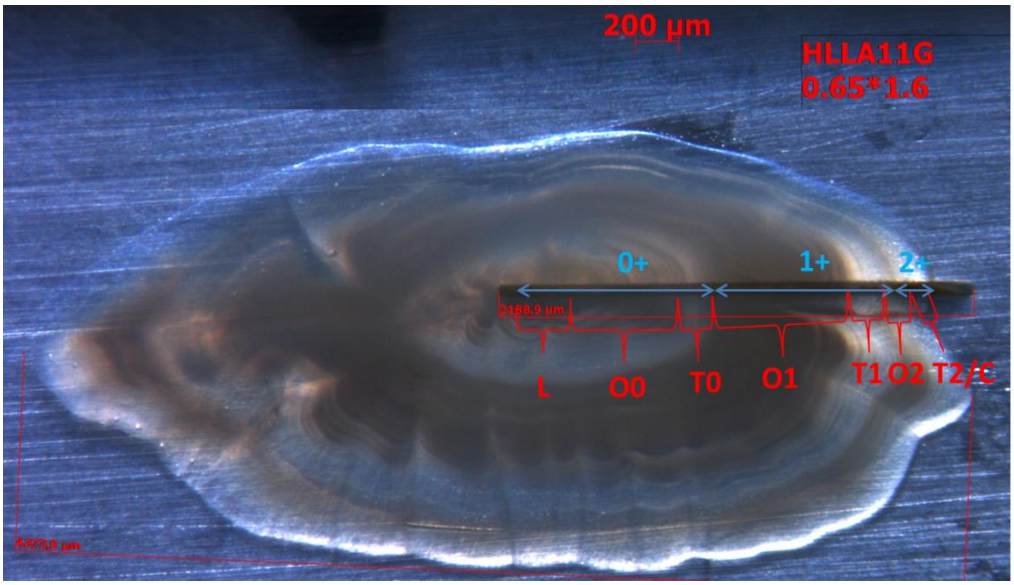


Figure 4: otolithe d'*Hyperoplus lanceolatus* sous lumière transmisse au grossissement 0,65*1,6 à la binoculaire. Les zones microscopiques (L= larvaire) et macroscopiques (O0 et T0, O1, T1, O2, T2= Capture) sont représentées en rouge. L'âge (en bleu) est compté en fonction du nombre de zone T et O depuis la date de naissance (primordium). Cet individu appartient au groupe 2+ et a 3 ans à la date de capture en mai 2012. S'il s'agissait d'un otolithe d'*Hyperoplus immaculatus*, cet individu aurait 3 ans et demi. Il appartiendrait au groupe 3+ étant donné que la période de ponte est de janvier à mars.

En complémentarité à la macrostructure de l'otolithe, des incréments journaliers (i.e stries journalières) sont déposés à partir de l'éclosion des œufs pour *Ammodytes marinus* (Wright 1993). La phase larvaire est visible sur l'otolithe par sa microstructure circulaire. Dans l'otolithe, le changement d'axe de croissance des stries de circulaire à ovale, indique la métamorphose et le passage de vie planctonique à semi-benthique pour cette même espèce

(Wright 1993). Ce changement d'axe de croissance serait dû à un deuxième centre de croissance (i.e primordium secondaire) (Wright 1993). Pour cette espèce la métamorphose se déroulerait à une taille comprise entre 35 à 55 mm (Wright 1993). Au centre des otolithes poncés des deux espèces *Hyperoplus lanceolatus* et *Hyperoplus immaculatus*, les mêmes microstructures circulaires sont observées (Figure 5). Au vu de la similarité de la macro et microstructure des otolithes d'*Ammodytes marinus* et de ceux que nous étudions, nous supposons que la phase larvaire correspond également à cette microstructure circulaire observée.

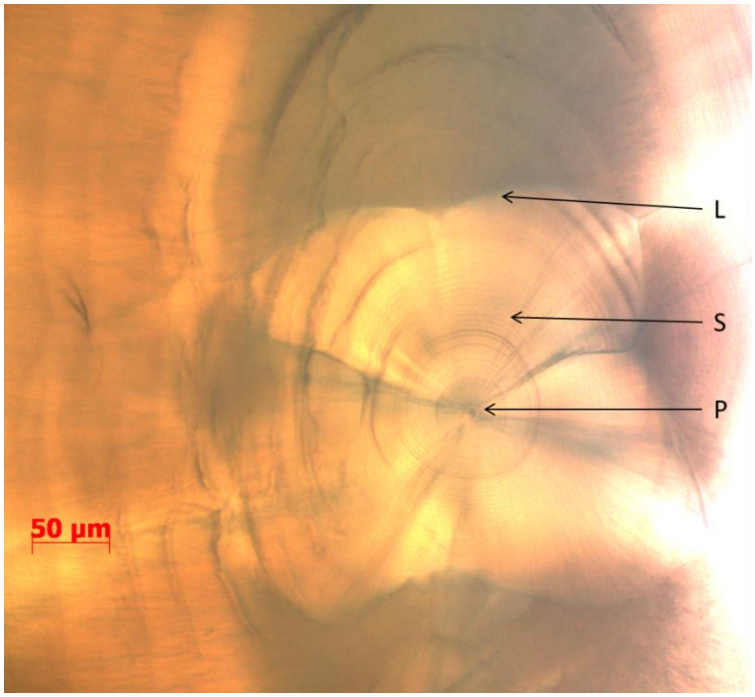


Figure 5 : Observation des stries journalières circulaires (S) autour du primordium (P) pour *H. lanceolatus*. Fin de la phase larvaire (L) avec un changement d'axe de croissance (microscope otique grossissement x 20).

Analyses de la microchimie des otolithes en fonction des stades de vie

Après le ponçage, les otolithes sont analysés avec un laser femtoseconde (Lambda 3, Novalase, France), connecté à un ICP-MS (Elan DRCII, Perkin Elmer). Il émet un rayon infrarouge (IR) de 1030 nm à des pulses de 360 fs et une fréquence de 500 Hz. Une surface de 50µm de largeur sur 10µm de profondeur est ablaté sur l'otolithe à partir de quelques microns avant le nucleus jusqu'au bord extérieur. Au début et à la fin de chaque session la calibration est effectuée avec le matériel de référence certifié NIST 610, 612, 614 (National Institute of Standards and Technology) pour corriger le biais lié à la dérive au cours de la journée. Le matériel de référence certifié d'otolithe de poisson, le NIES n° 22 (National Institute for Environmental Studies) est utilisé pour les espèces marines. Les éléments analysés sont ^{86}Sr, ^{135}Ba, ^{138}Ba, ^{24}Mg, ^{26}Mg, ^{55}Mn, ^{63}Cu, ^{65}Cu, ^{66}Zn, ^{68}Zn, ^{57}Fe, ^{232}Th, ^{238} U et ^{43}Ca est utilisé comme étalon interne. Les concentrations sont calculées grâce aux courbes étalons réalisés avec les matériels de référence certifiés. Ensuite les concentrations des éléments sont standardisées par le calcium (e.g Sr/Ca) basé sur la stœchiométrie du carbonate de calcium (388 000 µg. Ca. g^{-1} otolithe) puisque ces éléments peuvent se substituer au calcium dans la matrice de l'otolithe (Campana 1999). Les éléments ayant une concentration en dessous des limites de détection (LOD) sont enlevés de l'analyse : ^{232}Th, ^{238} U. L'isotope léger d'un même élément (exemple ^{66}Zn) est enlevé au vu de la forte corrélation entre l'isotope léger (exemple ^{66}Zn) et lourd (exemple ^{68}Zn) pour un élément donné. Pour les analyses comparant

les différentes phases de vie (L à C), le magnésium (^{26}Mg) est retiré. Cet élément montre des différences de concentrations entre les stades de vie (juvénile vs adulte) pour *Ammodytes tobianus* (*données non publiées MNHN Dinard*).

Chaque otolithe après l'analyse au laser est photographié sous lumière transmisse et diffuse pour mesurer les différentes zones liées à la microstructure et la macrostructure dans le but d'analyser l'histoire de vie des poissons en fonction de leur stade de vie et des cycles saisonniers passés.
Ensuite, au centre de chaque zone (L, PO1 (e.g O0 et T0) O1, T1, O2, T2, etc.) une moyenne est calculée sur une distance de 100 µm lorsque la zone est supérieure à 200 µm et de 50 µm pour une zone inférieure à 200 µm. La signature de capture est calculée à 20 µm du bord extérieur pour éviter les biais liés à la détermination des bornes définissant l'arrêt du laser sur les fichiers d'enregistrements et aux mesures des zones sur l'otolithe.

Analyses de isotopes stables du foie et du muscle

A l'aide d'un scalpel, le foie et quelques centimètres de muscle dorsal sont découpés sur les côtés latéraux du poisson en arrière des ouïes et au-dessus de la ligne latérale, pour ne prélever que le muscle blanc. Les échantillons sont recongelés pour la lyophilisation (Christ), cette dernière dure 24 H dans le but d'extraire l'eau des cellules. Après lyophilisation, le foie et le muscle sec sont broyés à l'aide d'un microbroyeur (Retsch) à billes (diamètre 3 et 4 mm, acier inox). Dix tubes peuvent être positionnés dans un support à micro tube, le broyeur est réglé sur 3 minutes avec 20 battements par seconde. Après le broyage, les billes sont ôtées. Une poudre homogène est ainsi obtenue pour chaque échantillon. Entre chaque échantillon, les outils sont nettoyés avec de l'éthanol pur et de l'eau distillée.
Les lipides étant appauvris en ^{13}C par rapport aux autres constituants cellulaires (DeNiro and Epstein 1977), ils sont susceptibles de fausser la signature isotopique. Les lipides sont plus abondants dans les poissons gras et les certains organes comme le foie (Lorrain *et al.* 2002, Sweeting *et al.* 2006, Martínez del Rio *et al.* 2008). Ainsi environ 50 mg de poudre de foie sont pesés dans des tubes en verre et sont délipidés en présence de 4 ml de cyclohexane, puis soumis à une agitation pendant 1 h. Les tubes sont centrifugés pendant 5 minutes à 4000 tours/minute à température ambiante. Le surnageant contenant les lipides est éliminé et les tubes placés à l'étuve pendant 48 h à 45°C. La poudre ainsi séchée est transvasée dans des tubes eppendorf. A l'aide d'une balance de précision, 0,30 à 0,40 mg de poudre pour chaque échantillon (foie non-délipidé et délipidé et muscle) sont pesés et mis dans une capsule en étain (i.e trois capsules sont faites pour un individu). Un total de 90 échantillons ont été analysé. Les capsules sont analysées avec un analyseur élémentaire EA3000 (EuroVector) couplé à un spectromètre de masse (Plateforme SF ICORE, Caen). La calibration est effectuée à l'aide d'un standard isotopique international (IAEA, Vienne, Australie) selon les références internationales: air atmosphérique pour l'azote (^{15}N/^{14}N = 0,0036735), V-PDB (Pee Dee Belenite) pour le carbone (^{13}C/^{12}C = 0,0112372). Les mesures sont données par rapport aux standards universels, en unité δ, exprimant une différence entre les rapports isotopiques dans l'échantillon et le standard universel. La précision analytique (SD, n = 8) est de 0,17 ‰ pour le δ^{13}C et 0,07 ‰ pour δ^{15}N (échantillon de référence standard BN végétal).

Pour le traitement des données du foie, les valeurs de δ^{13}C utilisées correspondent aux échantillons de foie délipidé et ceux non délipidé pour le δ^{15}N. Les muscles n'ayant pas subi de délipidation, les deux seules valeurs sont considérées.

Analyses statistiques

Pour comparer les variations inter-espèces, intra et inter-individuelles, des modèles linéaires et des analyses en composantes principales (ACP) sont effectués sur les isotopes stables et sur les moyennes des éléments microchimiques calculées sur les zones prédéfinies (cf II. *Estimation de l'âge par otolithométrie*).

Pour comparer l'effet des espèces sur les différents traceurs utilisés (i.e Paramètre), un modèle linéaire (lm) est appliqué. La normalité des résidus est vérifiée graphiquement via la distance de Cook et via le test de normalité sur les résidus (Test de shapiro).

L'ACP est réalisé sur les éléments microchimiques (données non transformées) pour avoir une « vue d'ensemble » du rôle des éléments sur la signature en fonction des phases de croissance du poisson ou entre les deux espèces.

Pour mesurer les différences entre les signatures sur l'ACP, un test non paramétrique est réalisé sur les coordonnées des individus en fonction de leur assignation à une zone ou à une espèce. La normalité et l'homogénéité des variances n'étant pas respectées par certains éléments microchimiques, des tests non paramétriques sont utilisés (Test de Kruskal-Wallis basé sur les rangs des valeurs). Lorsque la différence est significative, on procède à un test non paramétrique *post hoc* de comparaisons multiples (Siegel and Castellan 1988).

III. Résultats

Identification des espèces

Une analyse moléculaire a été réalisée sur quelques individus de chaque espèce identifiés suivant des critères morphologiques. Grâce aux distances génétiques représentées à l'aide du dendrogramme, nous constatons que *Hyperoplus lanceolatus* et *Hyperoplus immaculatus* sont deux espèces bien distinctes du genre Gymnammodytes (Figure 6). Cependant *Ammodytes tobianus* est très proche génétiquement des *Hyperoplus*, ce qui peut expliquer la délicatesse de la distinction basée sur des critères morphologiques avec *Hyperoplus immaculatus*.

Les identifications moléculaires et morphologiques sont toutes cohérentes ce qui a permis d'utiliser l'identification morphologique pour caractériser la structure spécifique des communautés de lançons.

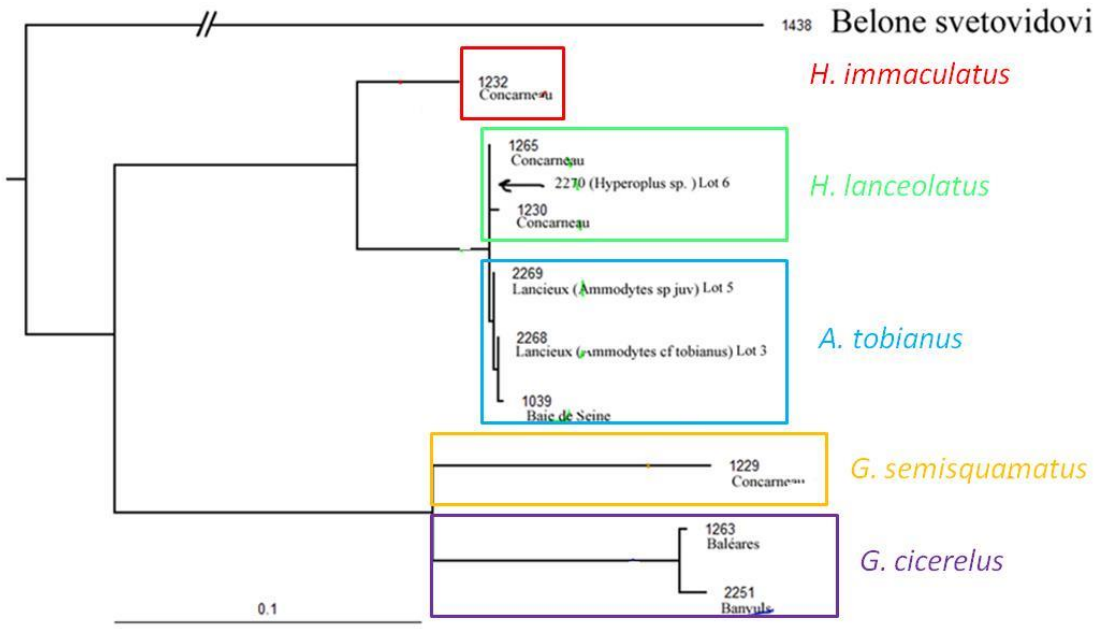


Figure 6: Arbre réalisé sur les distances génétiques du gène du cytochrome oxydase entre les espèces.

Composition des communautés de lançon en mai et septembre sur la zone d'étude

Sur le site de Lannion, trois espèces sont présentes en mai et en septembre : *Gymnammodytes semisquamatus*, *Hyperoplus lanceolatus* et *Hyperoplus immaculatus*.
Différentes tailles sont présentes sur le site, de 10 à 32 cm en mai et de 8 à 38 cm en septembre (Figures 7 et 8). Les *gymnammodytes* sont les espèces avec les classes de taille les plus petites et *H. lanceolatus* celles les plus grandes. *H. immaculatus* a des tailles intermédiaires aux deux autres espèces.

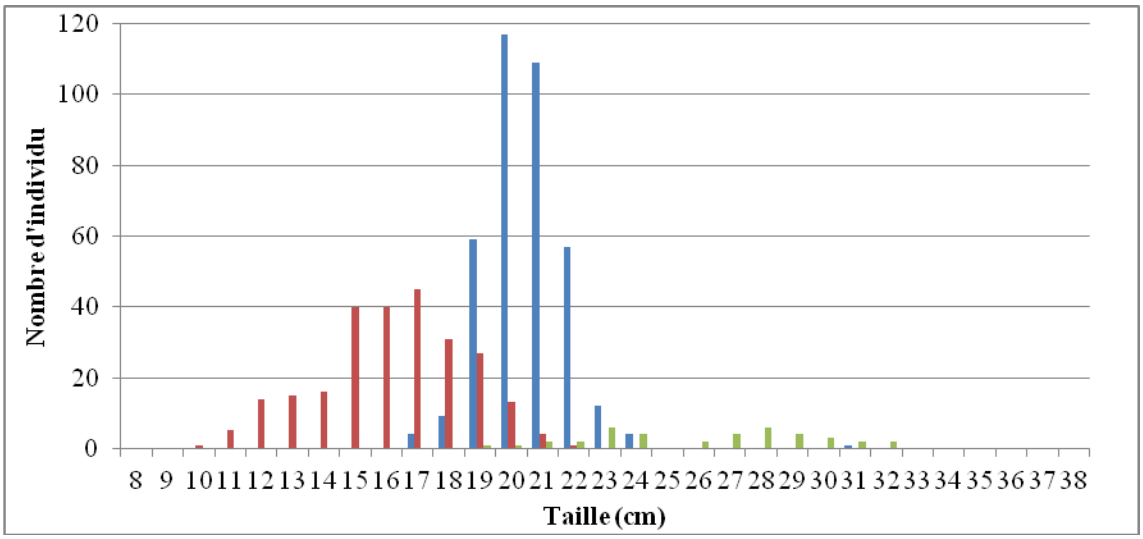


Figure 7 : Histogramme de fréquence de taille (cm) des trois espèces de lançons capturées en baie de Lannion en mai 2012 : *G. semisquammatus* (rouge), *H. immaculatus* (bleu), *H. lanceolatus* (vert).

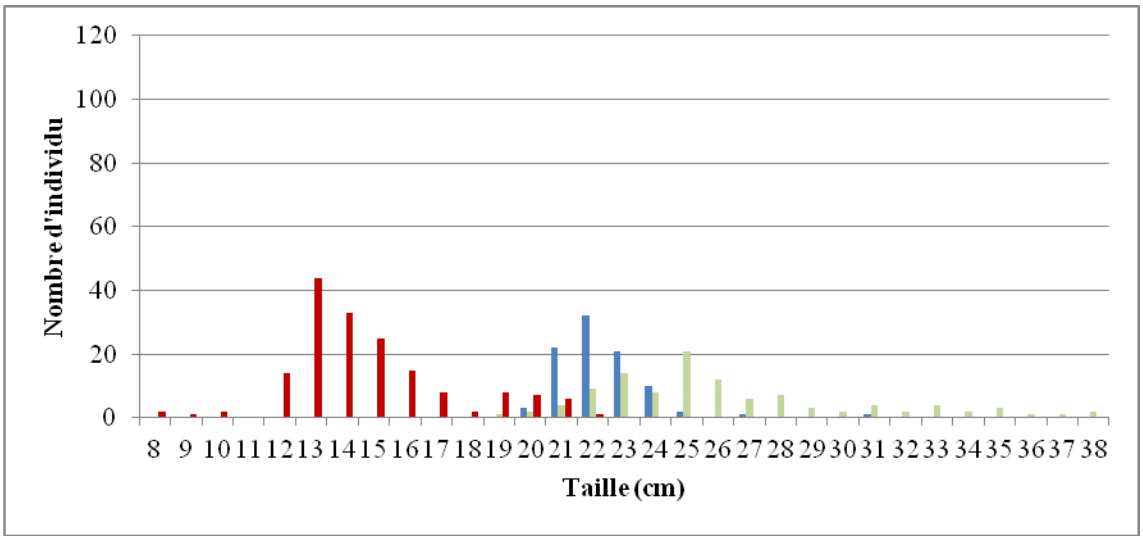


Figure 8 : Histogramme de fréquence de taille (cm) des trois espèces de lançons capturées en baie de Lannion en septembre 2012 : *G. semisquammatus* (rouge), *H. immaculatus* (bleu), *H. lanceolatus* (vert).

Rôle des habitats étudiés

1. Analyse de la structure démographique des espèces capturées

Les tailles des individus capturés sont comprises entre 8 cm et 38 cm. La maille de l'engin ne permet pas la capture d'individus plus petits et reste peu efficace pour des lançons de moins de 5 cm.

a) *H. lanceolatus*

Pour *H. lanceolatus*, en mai et en septembre, les classes de tailles les plus petites sont absentes (inférieure à 17 cm).
L'histogramme de fréquence de taille en mai (Figure 9) permet de distinguer plusieurs classes modales mais elles restent difficiles à séparer. Une décomposition polymodale par la méthode

de Battacharya permet d'identifier 3 classes modales (Figure 10). L'estimation de l'âge par otolithométrie (ANNEXE 3) permet de montrer que ces classes modales sont formées par des individus d'âge 1^+ (taille moyenne 22,5 cm), 2^+ (taille moyenne 28 cm), 3^+ (taille moyenne 31 cm). Le quatrième mode avec la méthode de Battacharya n'est pas visible mais un individu de 30,8 cm a été âgé à 4^+ (5 ans en mai). Les classes dominantes sont les individus 1^+ et 2^+ qui représentent 82.05 % des effectifs.

En septembre, les individus ont dépassé leur date d'anniversaire fixée au 1er mai (Macer 1966, Le Danois 1913, Bellec 1981). Ainsi chaque cohorte a augmenté de 1 an entre mai et septembre. On distingue 2 cohortes (Figures 9 et 10). La cohorte 2^+, dont les individus mesurent en moyenne 24,5 cm, ont grandi de 2 cm pendant l'été. La cohorte 3^+ (2^+ en mai) mesure en moyenne 32 cm (Figures 9 et 10). La distinction de la dernière classe modale n'est pas évidente et pourrait peut-être regrouper plusieurs classes modales avec des individus âgés de 3^+ à 5^+ (otolithométrie). La croissance est très ralentie en fin de vie chez cette espèce et en fonction de la croissance individuelle, les classes de taille peuvent se confondre. Ceci peut également s'expliquer par le faible nombre d'individus capturés. La classe dominante est représentée par les individus 2^+ avec 72.3 % des effectifs. Au vu de la distribution de taille très étalée dans chaque mode, la reproduction semble très étalée.

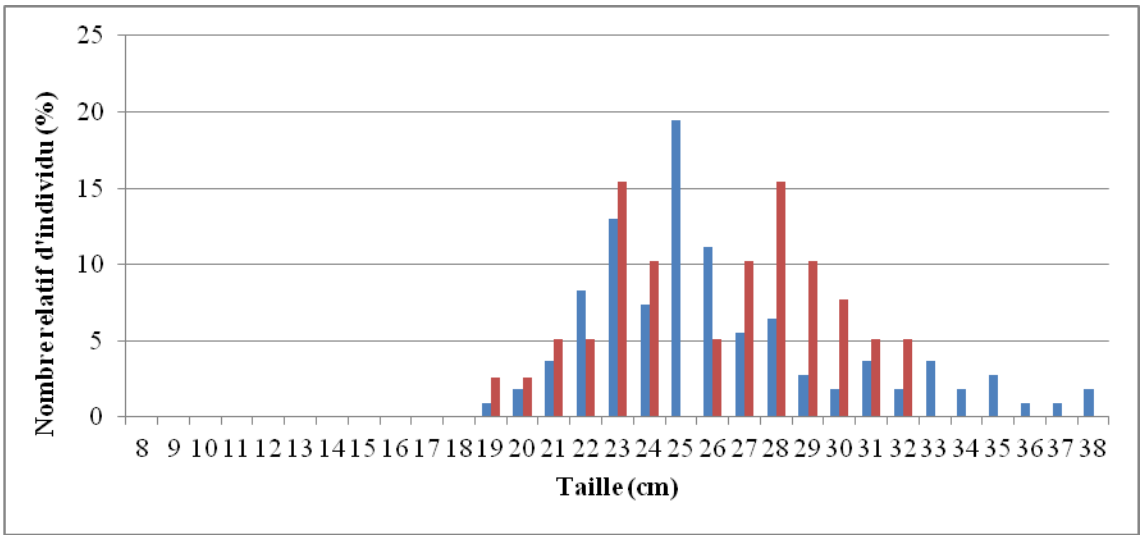


Figure 9 : Histogramme de fréquence de taille (cm) des *Hyperoplus lanceolatus* en mai (rouge) et en septembre (bleu) 2012.

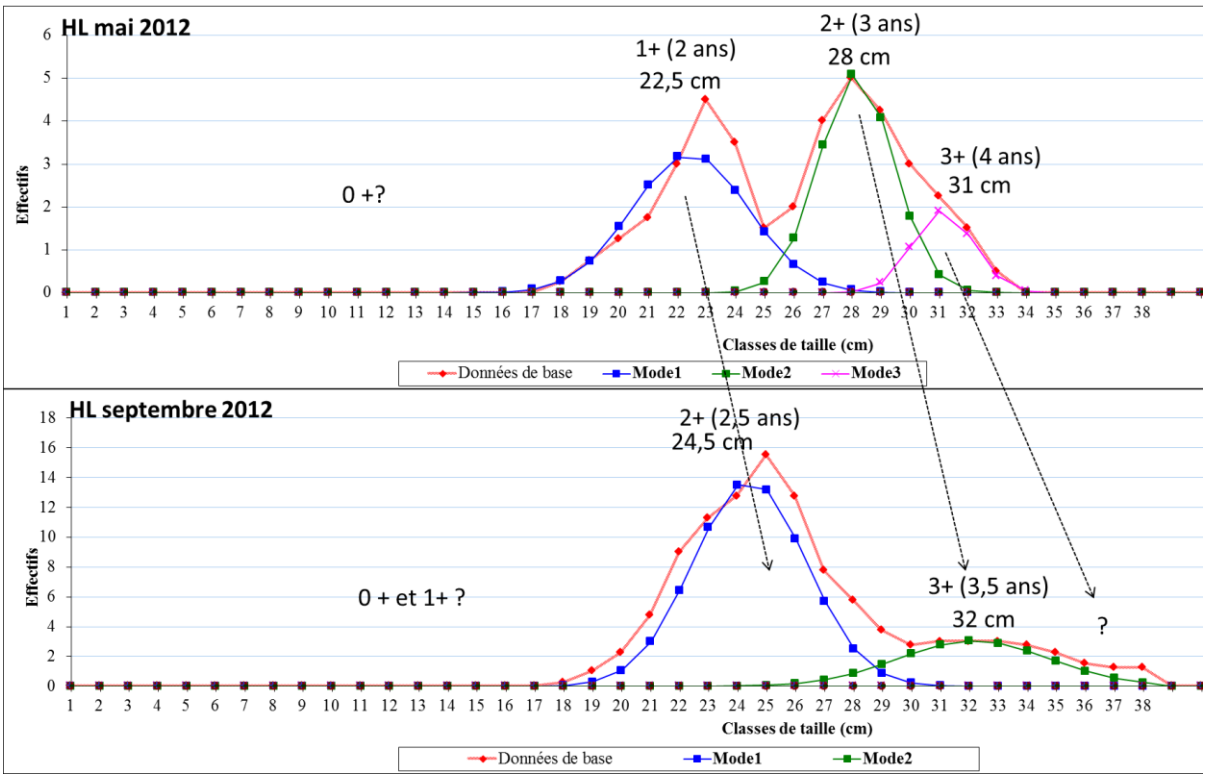


Figure 10 : Décomposition polymodale par la méthode de Battacharya des *H. lanceolatus* en mai (haut) et septembre (bas) 2012.

En mai, les histogrammes de fréquence de tailles des *Hyperoplus* présents, dans et en dehors la zone prévue pour l'extraction, sont équilibrée. Les classes modales 1^+ et 2^+ sont présentes dans les deux secteurs (Figure 11).
En septembre, les classes modales (2^+ et 3^+) sont également bien réparties dans les deux zones (Figure 12).

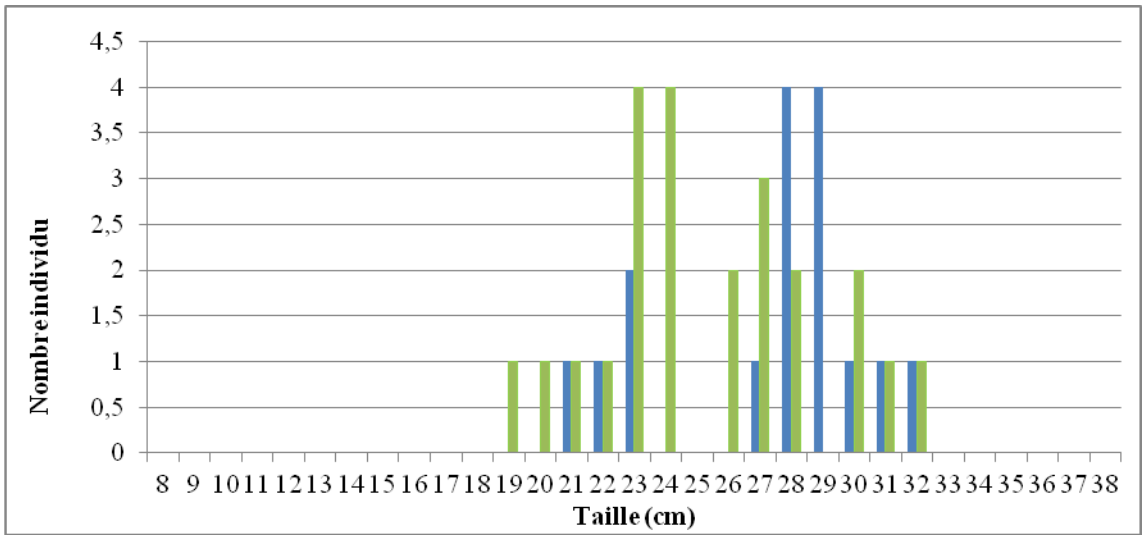


Figure 11 : Histogramme de fréquence de taille (cm) des *H. lanceolatus* dans (vert) et à l'extérieur (bleu) de la zone prévue à l'extraction, en mai 2012.

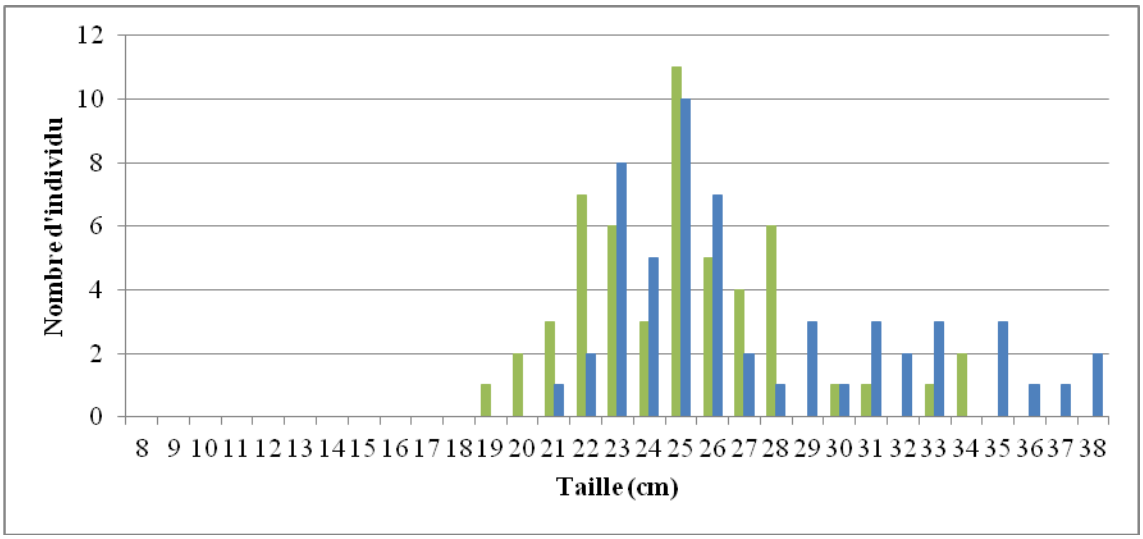


Figure 12 : Histogramme de fréquence de taille (cm) des *H. lanceolatus* dans (vert) et à l'extérieur (bleu) de la zone prévue à l'extraction, en septembre 2012.

b) *H. immaculatus*

Pour *H. immaculatus*, la date anniversaire est fixée au 1er janvier (Bellec 1981). En mai, les individus de moins de 16 cm sont absents et la taille maximale est de 24 cm (Figure 13). Une seule classe modale est observée (Figure 14). L'examen des otolithes permet de définir que bien que 2 classes d'âge (2^+ et 3^+) soient présentes (ANNEXE 3, Tableau 5), la classe d'âge 2^+ (2 ans révolus) domine.

En septembre on n'observe de nouveau qu'une seule classe modale, un peu plus étroite (20 à 25 cm) et une taille moyenne de 22 cm soit 1,5 cm de plus qu'en mai (Figures 13 et 14). Ces individus pourraient toujours correspondre à la classe modale 2^+ (l'otolithométrie n'a pas été effectuée conformément au cahier des charges). Quelques individus plus grands ont également été capturés (25, 27 et 31 cm) appartenant probablement à des classes d'âges plus vieilles (Figure 14).

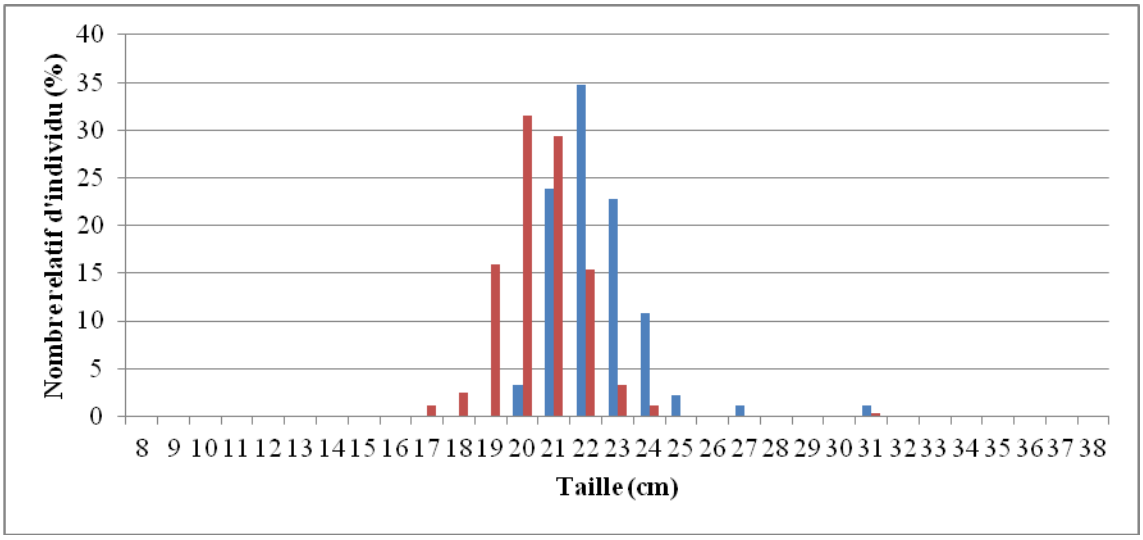


Figure 13 : Histogramme des fréquences de taille (cm) de *H. immaculatus* en mai (rouge) et septembre (bleu) 2012.

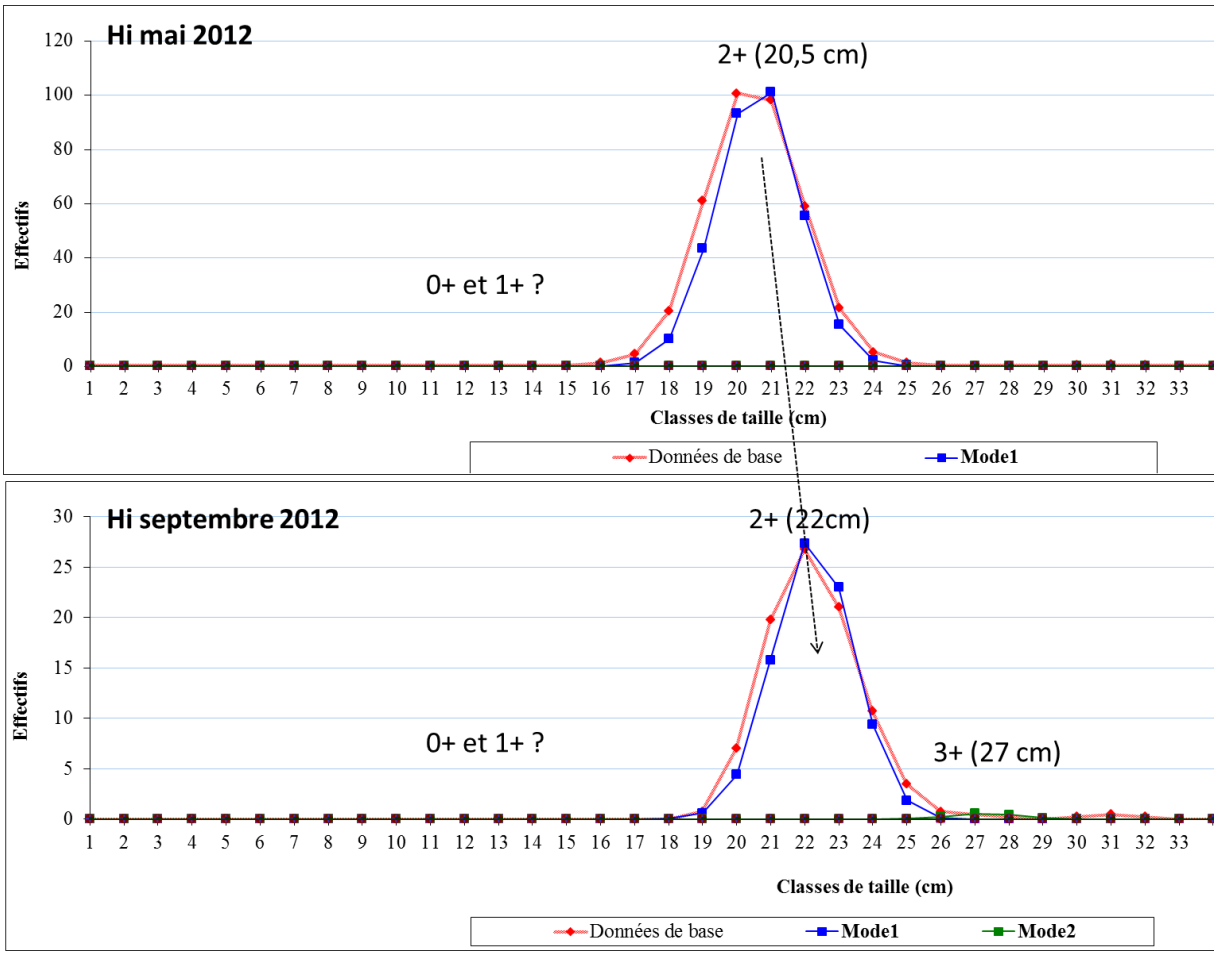


Figure 14 : Décomposition polymodale par la méthode de Battacharya des *H.immaculatus* en mai (haut) et septembre (bas) 2012.

En mai et en septembre, les classes d'âge sont bien réparties entre l'extérieur et l'intérieur de la zone prévue pour l'extraction (Figures 15 et 16).

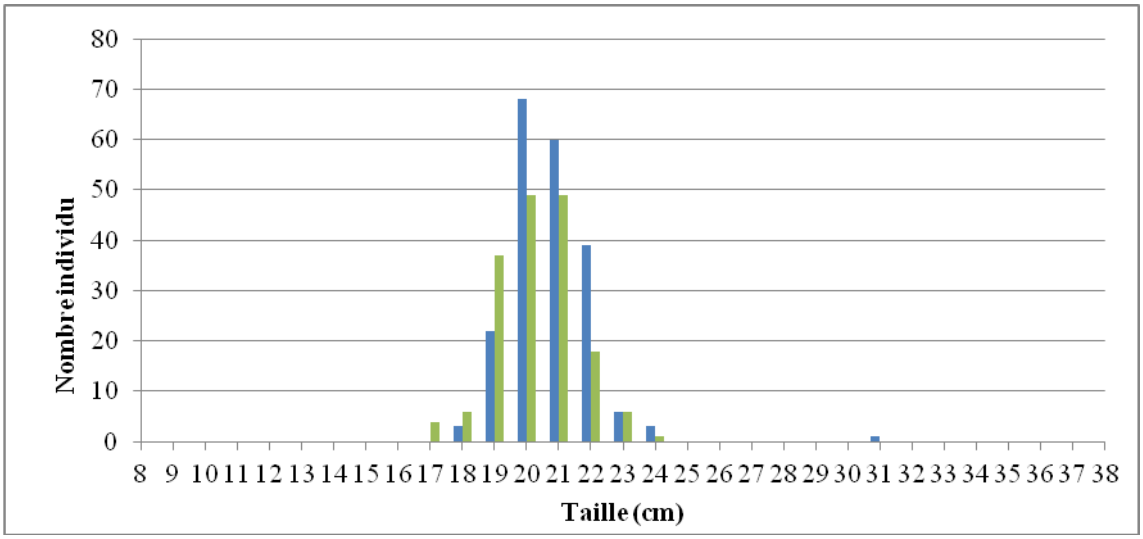


Figure 15 : Histogramme de fréquence de taille (cm) des *H. immaculatus* dans (vert) et à l'extérieur (bleu) de la zone prévue à l'extraction, en mai 2012.

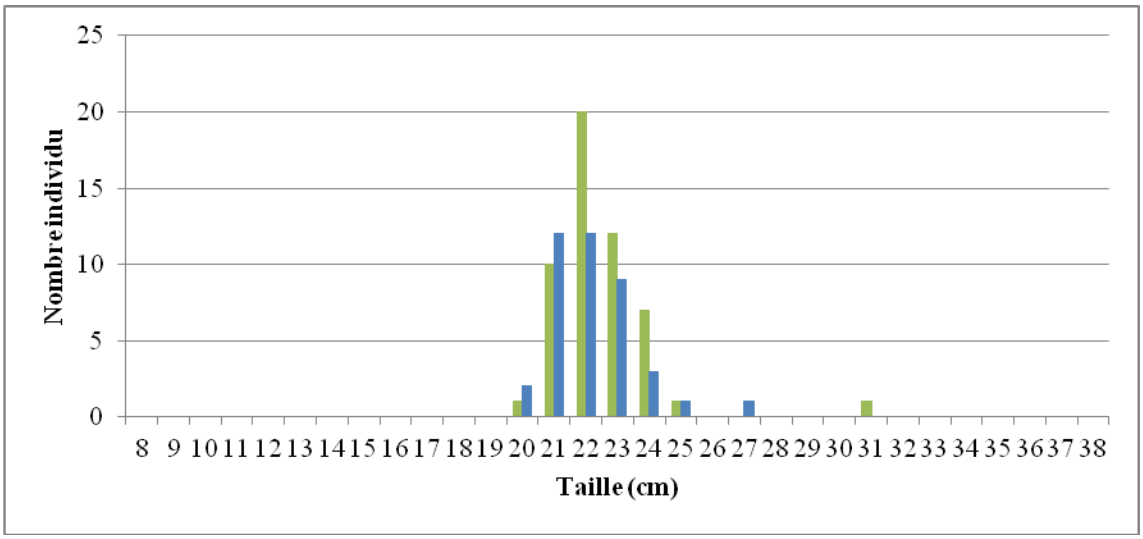


Figure 16 : Histogramme de fréquence de taille (cm) des *H. immaculatus* dans (vert) et à l'extérieur (bleu) de la zone prévue à l'extraction, en septembre 2012.

c) *G. semisquamatus*

En mai, les tailles sont comprises entre 12 et 22 cm. Compte tenu de la date anniversaire au 1er mai (Reay 1986, Kopp 1979), on déduit les âges suivants. La décomposition polymodale est délicate en raison du fort recouvrement entre les cohortes, aussi a-t-on eu recours à la méthode de Battacharya qui permet d'identifier 2 cohortes bien distinctes. La première cohorte comprend des individus de 11 à 15 cm et correspond vraisemblablement à des poissons de la classe 1^+. La seconde classe modale s'étend de 13 à 20 cm et comprend des individus de la classe 2^+ (90.08 % des effectifs). Une troisième classe modale confondue dans la seconde est possible, et comprendrait alors des individus de 18 à 22 cm et correspond sans doute à la classe 3^+.

En septembre, les individus ont dépassé leur date d'anniversaire fixée au 1er mai (Reay 1986, Kopp 1979). Ainsi chaque classe de taille a augmenté de 1 an entre mai et septembre. Les tailles des *G. semisquamatus* sont comprises entre 8 cm et 22 cm (Figure 17). 4 classes modales sont présentes (Figure 18). Les individus de moins de 10 cm correspondent vraisemblablement à la cohorte de l'année (0^+), les individus de 12 à 15 cm correspondent à la cohorte 1^+ et les individus de 14 à 18 cm appartiennent à la classe d'âge 2^+. Il est vraisemblable que des individus du groupe 3^+ soient présents en mai et en septembre (Figure 18). Pour les classes d'âge 2^+ et 3^+ (septembre), les individus entre mai et septembre auraient grandi de 3 cm (Figure 18). Les individus 3^+ de mai sont, soient partis du banc de sable, ou sont décédés en septembre. Les individus âgés de 1^+ représentent 69.05 % des effectifs.

Pour cette espèce, l'otolithométrie n'a pas été réalisée, conformément au cahier des charges.

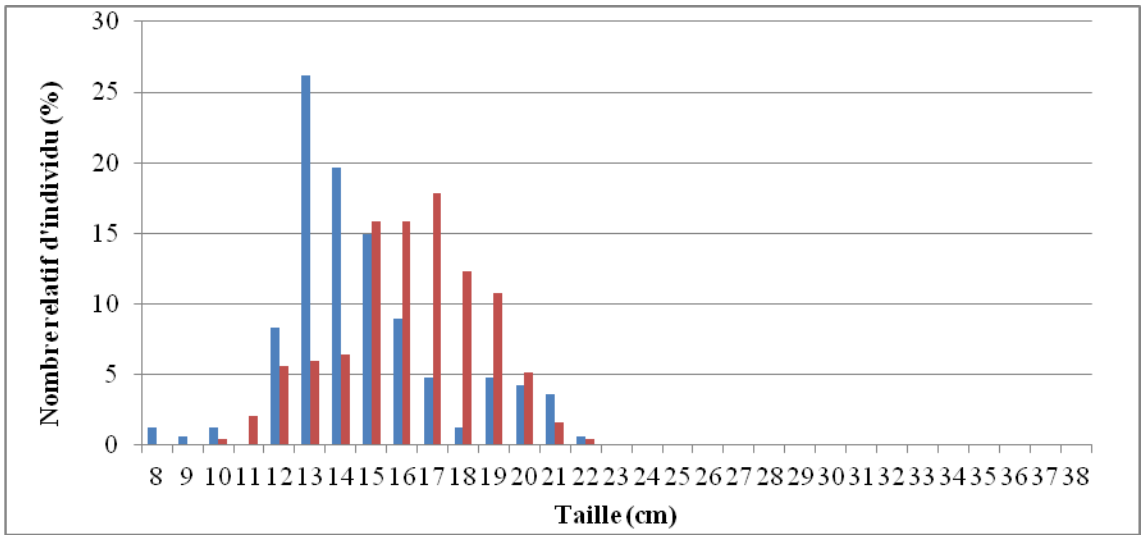


Figure 17 : Histogramme de fréquence de taille (cm) de *Gymnammodytes semisquamatus* en mai (rouge) et septembre (bleu) 2012.

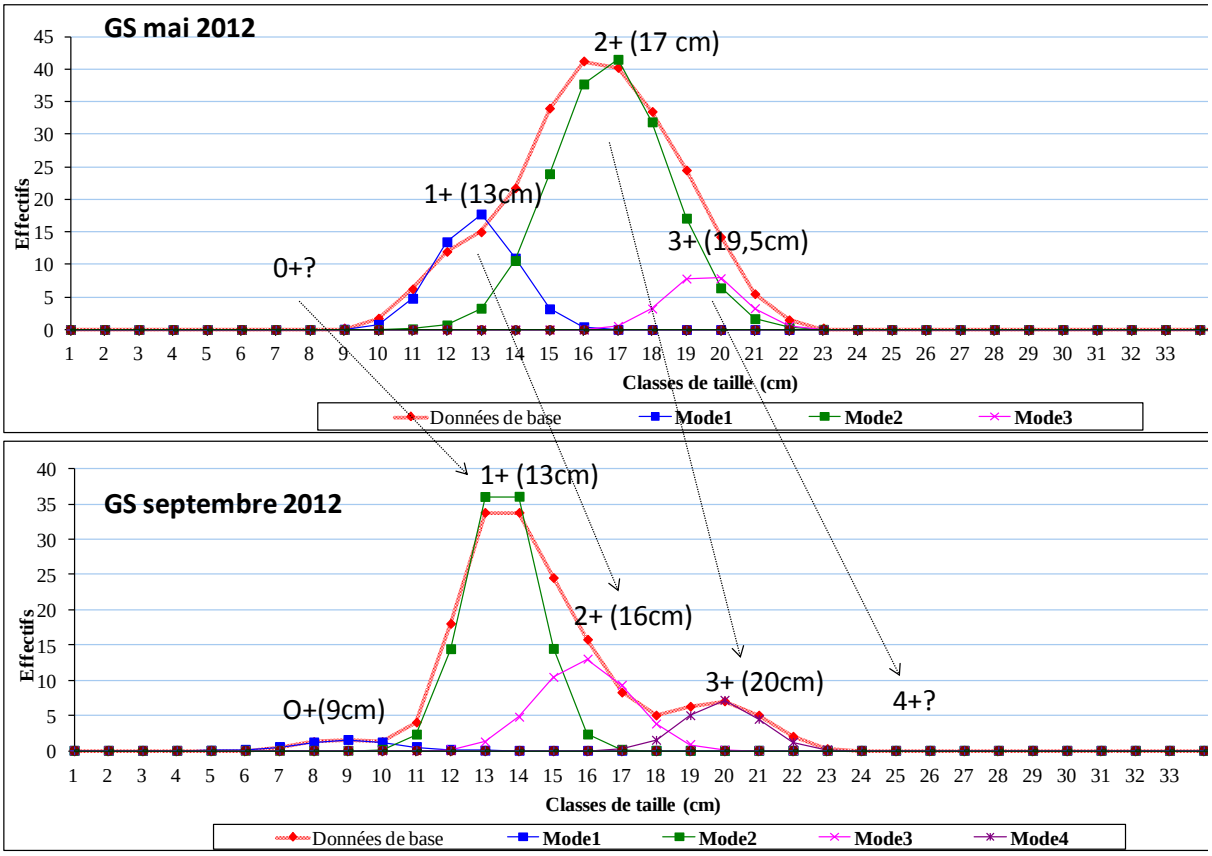


Figure 18 : Décomposition polymodale par la méthode de Battacharya des *G. semisquamatus* en mai (haut) et septembre (bas) 2012.

En mai, les classes d'âge entre les deux zones sont déséquilibrées, les individus du groupe 1^+ sont présents majoritairement dans le périmètre prévu à l'extraction (Figure 19). En septembre, les histogrammes de taille sont également déséquilibrés entre les deux secteurs puisque les individus des classes d'âge 0^+ et 1^+ sont présents exclusivement dans le périmètre prévu à l'extraction tandis que les individus plus âgés 2^+ et 3^+ sont présents à l'extérieur de ce périmètre (Figure 20). Il y a une forte ségrégation spatiale entre les individus jeunes et âgés. Pour rappel, la maturité sexuelle semble établie à 2 ans (Kopp 1979).

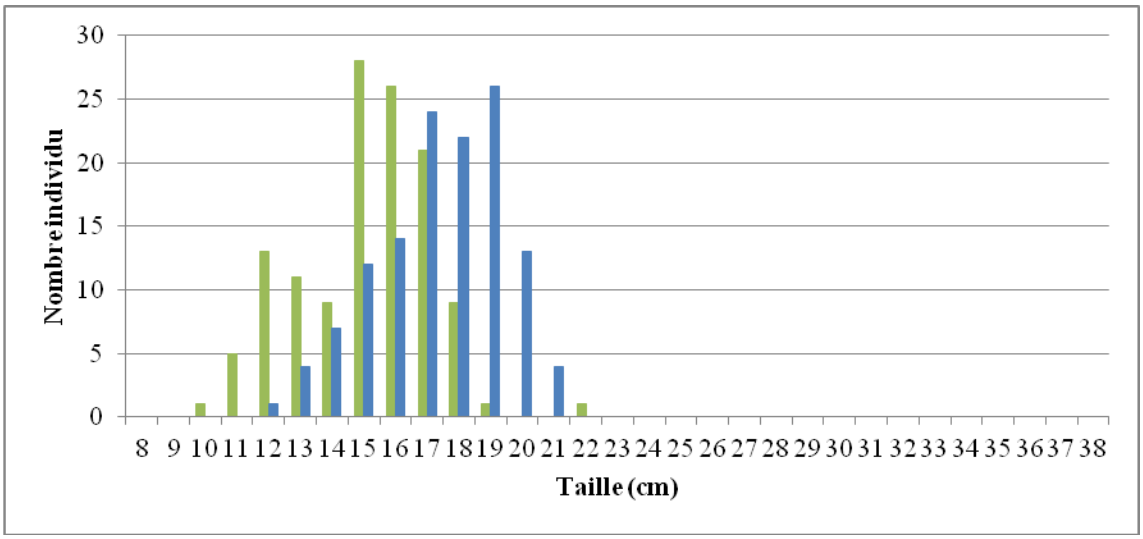


Figure 4 : Histogramme de fréquence de taille (cm) des *G. semisquamatus* dans (vert) et à l'extérieur (bleu) de la zone prévue à l'extraction, en mai 2012.

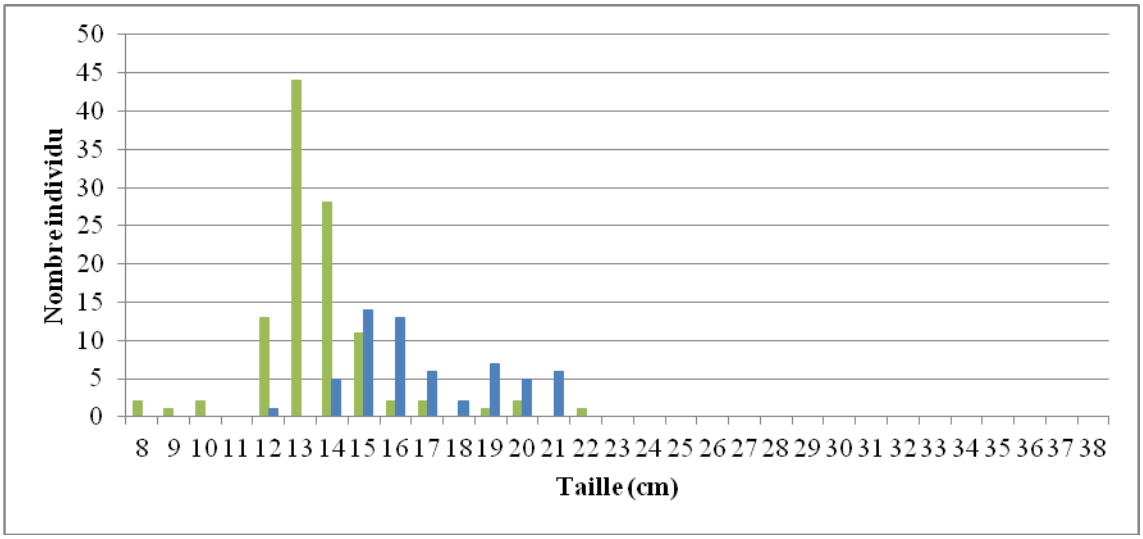


Figure 20 : Histogramme de fréquence de taille (cm) des *G. semisquamatus* dans (vert) et à l'extérieur (bleu) de la zone prévue à l'extraction, en septembre 2012.

2. Etat de maturation

Aucun individu fluent n'a été détecté pour aucune des trois espèces. L'examen macroscopique des gonades a montré une maturité faible en mai comme en septembre, ce qui montre que la période de reproduction se situait en dehors des périodes d'échantillonnage et/ou en dehors des habitats échantillonnés.

Cependant on note une petite augmentation des rapports gonado-somatiques pour *H. lanceolatus* entre le mois de mai et septembre (mai = 1.15 ± 1.25 %, septembre = 3.44 ± 3.42 %) (Figure 21). Trois individus mâles ont des rapports entre 7 et 9 % et leurs gonades sont en maturation.
Tandis qu'aucune variation significative n'est apparue pour *H. immaculatus* et *G. semisquamatus* (Hi mai = 0.26 ± 0.098 %, Hi septembre 0.23 ± 0.13 %, GS mai = 0.44 ± 0.19 %, GS septembre = 0.23 ± 0.10 %,) (Figure 21).

Il est important de noter, qu'aucune différence de rapport gonado-somatique n'a été observée entre les différentes tailles des individus pour les trois espèces (résultats non montrés).

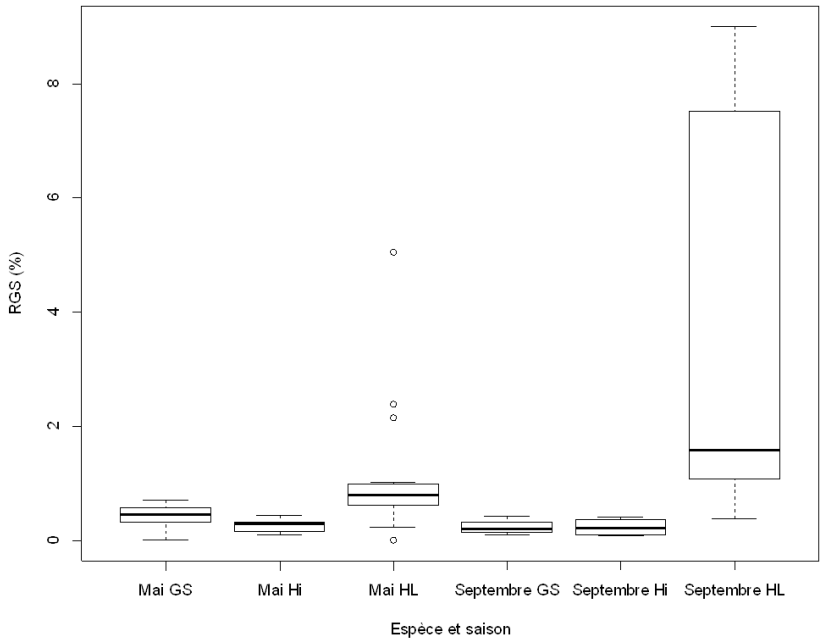


Figure 21 : variation du rapport gonado-somatique (RGS (%)) en mai et septembre pour les trois espèces.

3. Alimentation.

Nous utilisons ici les valeurs isotopiques du foie et du muscle pour vérifier si les deux espèces ciblées par notre étude occupent une même niche trophique et si elles sont susceptibles de s'alimenter sur le périmètre d'étude. Pour cela nous faisons l'hypothèse que si les individus se nourrissent toute l'année sur le site d'étude les ratios isotopiques du foie et du muscle présenteront des valeurs proches.

Le premier constat est que les deux espèces sont à des niveaux trophiques différents. *H. lanceolatus* présente des valeurs de $\delta^{15}N$ plus enrichies de 3 ‰ environ que chez *H. immaculatus* (Figure 22, Tableau 1), cela indique que *H. lanceolatus* est une espèce située plus haut dans le réseau trophique, vraisemblablement à mettre en lien avec sa plus grande taille (Tableau 1). Compte tenu ses valeurs plus enrichies de $\delta^{13}C$ de 1 ‰ et de $\delta^{15}N$ d'environ 3 ‰ (Figure 22, Tableau 1), il est possible que cette espèce soit prédatrice de *H. immaculatus*. Uniquement pour *H. lanceolatus*, les individus les plus grands sont plus enrichis en ^{15}N, s'expliquant sans doute par un changement de régime alimentaire (prédation de plus grosses proies) (ANNEXE 3, Tableau 6).

Les valeurs isotopiques du $\delta^{13}C$ (‰) sont significativement plus élevées dans le muscle que dans le foie d'*H.immaculatus* (Figure 22, Tableau 2). En revanche, aucune différence significative n'est détectée entre les valeurs de $\delta^{15}N$ ‰ du foie et du muscle (Figure 22, Tableau 2).

Pour *H. lanceolatus*, les valeurs isotopiques en $\delta^{13}C$ et $\delta^{15}N$ du foie sont significativement plus basses que dans le muscle (Figure 22, Tableau 2). La grande variabilité de la signature en $\delta^{13}C$ du foie est due à un individu très appauvri (HL n°13, $\delta^{13}C$ = -21.39 ‰) par rapport à la moyenne ($\delta^{13}C$ = -18.47 ‰).

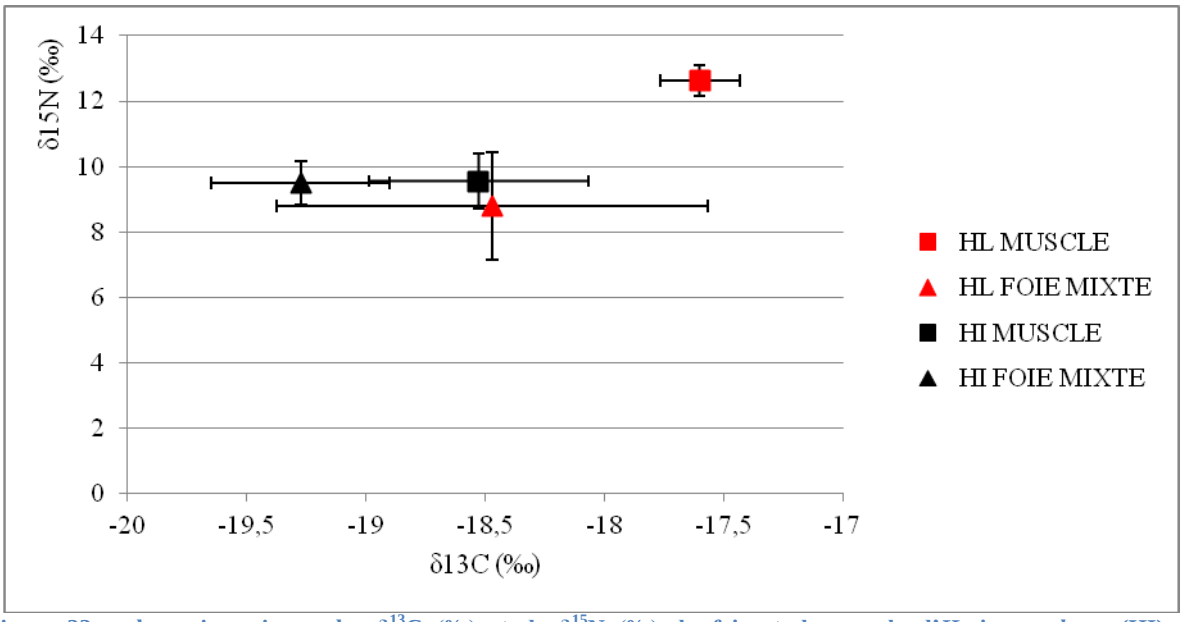


Figure 22: valeurs isotopiques de $\delta^{13}C$ (‰) et de $\delta^{15}N$ (‰) du foie et du muscle d'*H. immaculatus* (HI) et *H .lanceolatus* (HL) en mai 2012 à Lannion.

Tableau 1 : Comparaisons de moyennes $\delta^{13}C$ (‰) et de $\delta^{15}N$ (‰) entre les deux espèces (*H. immaculatus* et *H. lanceolatus*) pour le muscle, le foie et la taille.

Paramètre	*Hyperoplus immaculatus*		*Hyperoplus lanceolatus*		p-value	Significativité
	Moyenne	Ecart type	Moyenne	Ecart type		
Taille (mm)	215,47	15,52	263,68	33,85	**2.67E-05**	***
Isotopes muscle (‰)						
$\delta^{13}C$	-18.53	0.46	-17.60	0.33	**8.14E-07**	***
$\delta^{15}N$	9.55	0.85	12.63	0.93	**3.33E-10**	***
Isotopes foie (‰)						
$\delta^{13}C$	-19.27	0.37	-18.47	0.90	**4.54E-03**	**
$\delta^{15}N$	9.50	0.68	8.79	1.66	0.1524	

Tableau 2 : Comparaison des moyennes isotopiques de $\delta^{13}C$ (‰) et de $\delta^{15}N$ (‰) entre le foie et le muscle pour *H. immaculatus* et *H .lanceolatus*.

Espèce	Elément	Isotopes muscle (‰)		Isotopes foie (‰)		p-value	Significativité
		Moyenne	Ecart type	Moyenne	Ecart type		
Hyperoplus lanceolatus							
	$\delta^{13}C$	-17.60	0.33	-18.47	0.90	**1.56E-03**	***
	$\delta^{15}N$	12.63	0.93	8.79	1.66	**1.14E-07**	***
Hyperoplus immaculatus							
	$\delta^{13}C$	-18.53	0.46	-19.27	0.37	**5.76E-05**	***
	$\delta^{15}N$	9.55	0.85	9.50	0.68	0.8542	

Connectivité entre habitats

L'analyse de la connectivité des habitats a été réalisée par une reconstitution de l'histoire de vie des lançons du genre *Hyperoplus* capturés dans la baie de Lannion en mai 2012. Cette reconstitution est déduite de l'analyse microchimique des otolithes.

1. Différences entre espèces

Les otolithes des *H. lanceolatus* et les *H. immaculatus* présentent des compositions mulitélémentaire différentes (Figure 23). Les différences sont significatives uniquement sur l'axe 1 (Figure 11 ; Axe 1 *p-value* = 1,27E^{-05}). Ces différences sont dues au manganèse (Mn55/Ca), à l'isotope du barium (Ba138/Ca) et au strontium (Sr86/Ca). *H. immaculatus* a une signature microchimique significativement enrichie par ces éléments (Tableau 3). On note cependant une faible hétérogénéité des signatures au sein de chaque espèce si bien que les ellipses factorielles ne regroupent que 95 % des individus (Figure 23).

Des différences significatives sont également détectées pour l'isotope du cuivre (Cu65/Ca) et du fer (Fe57/Ca) (Tableau 3), ces éléments contribuent à la formation de l'axe 3 (Résultats non présentés). Lors de l'ACP, l'individu *H. immaculatus* n° 13 a été enlevé car ses concentrations sont nettement supérieures à celles des autres individus de son espèce et ne permettait pas une bonne représentation de tous les autres individus sur le plan factoriel.

Les individus d'*H. immaculatus* ont des signatures microchimiques significativement plus enrichies en barium et strontium et ont une plus grande variabilité au niveau de leur rapport en barium (Tableau 3, Figure 24).

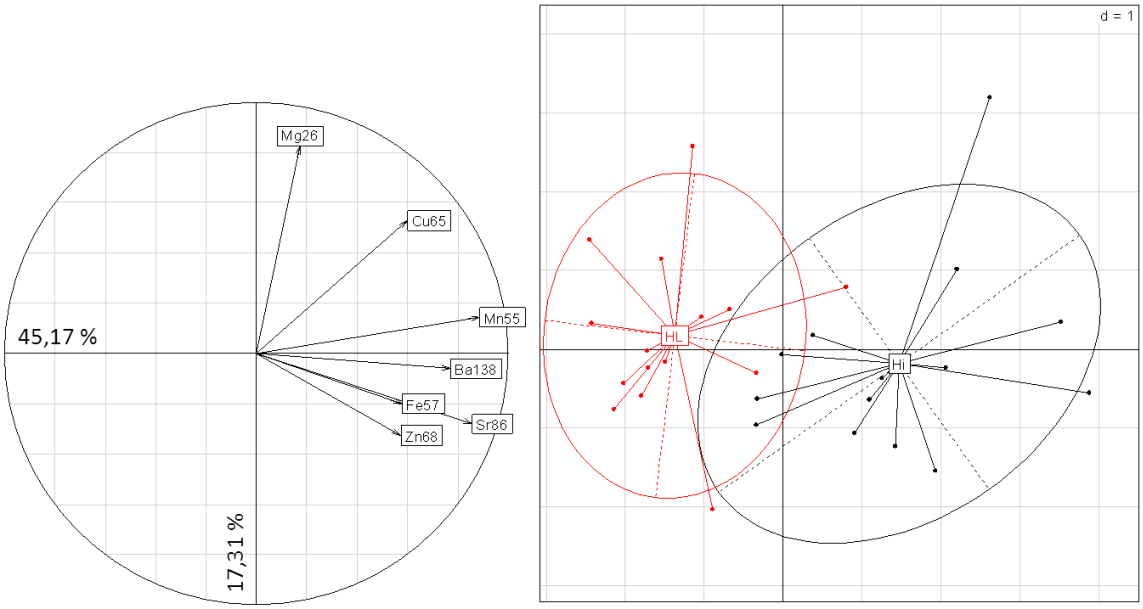


Figure 23 : Analyse en composante principale (ACP normée) sur les signatures multi-élémentaires. Pour chaque individu des deux espèces, la moyenne de chaque élément a été calculée sur toute leur vie (nucleus jusqu'au bord extérieur). Chaque point représente un individu. Les ellipses regroupent 95% des individus appartenant à la même espèce. Inertie sur l'axe 1 (45,17 %) et 2 (17,31 %). Test non paramétrique (Test de Kruskal wallis) effectué sur les

coordonnées des individus en fonction de leur assignation à leur espèce, une différence significative est détectée sur l'axe 1 *p-value* = 1,27E^{-05}, mais aucune différence significative n'est détectée sur l'axe 2.

Tableau 3 : Comparaison de moyenne (sur toute la vie des individus) entre les deux espèces pour les éléments microchimiques (Paramètre).

Paramètre	*Hyperoplus immaculatus*		*Hyperoplus lanceolatus*		p-value	Significativité
	Moyenne	Ecart type	Moyenne	Ecart type		
Microchimie otolithe (Elément/Ca)						
Sr86	4,49E-03	3,18E-04	3,65E-03	3,23E-04	**1,60E-07**	***
Ba138	3,58E-06	1,33E-06	2,14E-06	7,02E-07	**0,001**	***
Mg26	7,79E-05	1,14E-05	8,06E-05	1,57E-05	0,611	
Mn55	1,93E-05	5,97E-06	6,20E-06	2,49E-06	**2,05E-08**	***
Cu65	6,42E-06	4,87E-06	3,25E-06	2,35E-06	**0,032**	*
Fe57	2,30E-03	1,07E-04	1,00E-04	1,43E-04	**0,014**	*
Zn68	3,09E-06	1,37E-06	1,20E-04	1,02E-06	0,116	

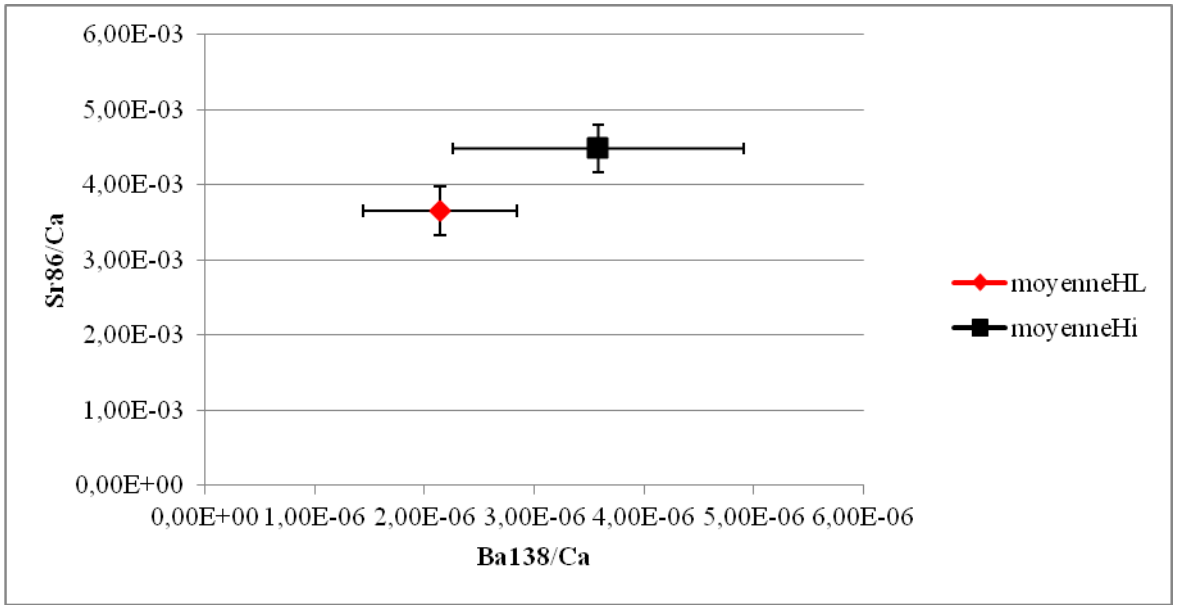


Figure 24 : Moyenne et écart type de Sr86/Ca et Ba138/Ca des deux espèces

2. Changement d'habitats au cours du cycle vital

a. Hétérogénéité individuelle des patterns microchimiques

Profil Mg24/Ca et Mn55/Ca otolithe

Pour les deux espèces, la plupart des profils montrent une diminution des deux rapports Mg26/Ca et Mn55/Ca la ou les dernières années de leur vie (Figure 25). Mais pour certains individus d' *H. immaculatus* Mn55/Ca est faible en début de vie (Figure 25, profil b).
L'autre pattern observé chez *H. lanceolatus* et *H. immaculatus* est une forte diminution des deux rapports Mg26/Ca et Mn55/Ca simultanément lors des zones translucides (hivers) (Figure 25).
Pour les deux espèces, ces rapports fluctuent fortement au cours de la vie d'un individu.

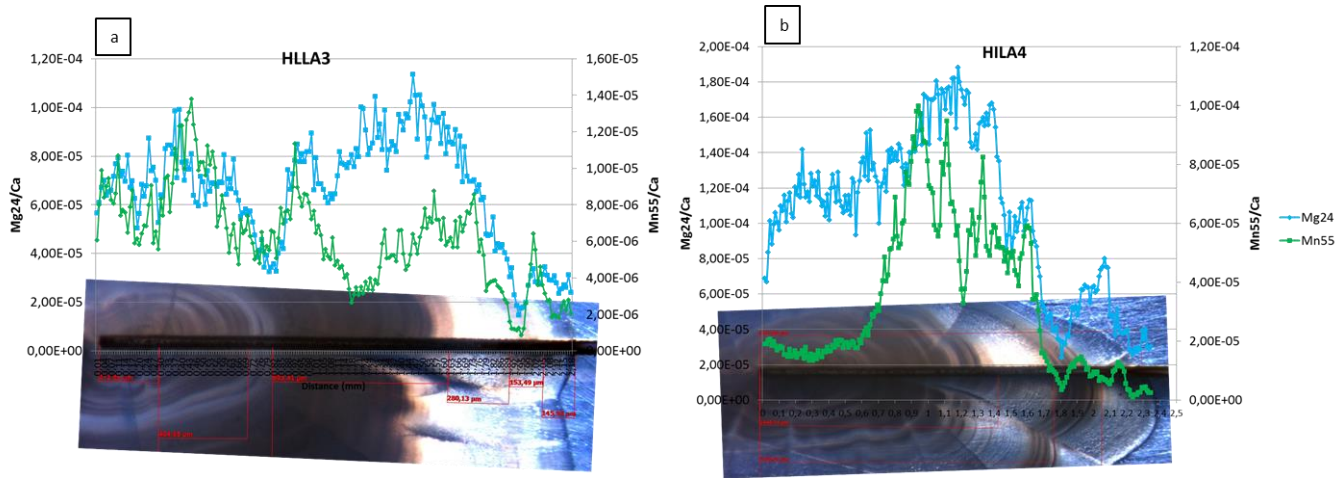


Figure 25 : Profils Mg24/Ca et Mn55/Ca du centre de l'otolithe (nucleus) au bord externe le long de l'axe de postérieur. a = *H. lanceolatus* ; b = *H. immaculatus*.

Profil Sr/Ca et Ba/Ca otolithe

Les rapports Sr86/Ca sont stables au cours de la vie des *H. lanceolatus* (moyenne = $3{,}65E^{-3} \pm 0.32E^{-3}$) (Figure 26, profil a), tandis que pour *H. immaculatus* le rapport augmente (Figure 26, profil b).
Les deux espèces ont des rapports Ba138/Ca très variables au cours de la vie et entre les individus (Figure 26).

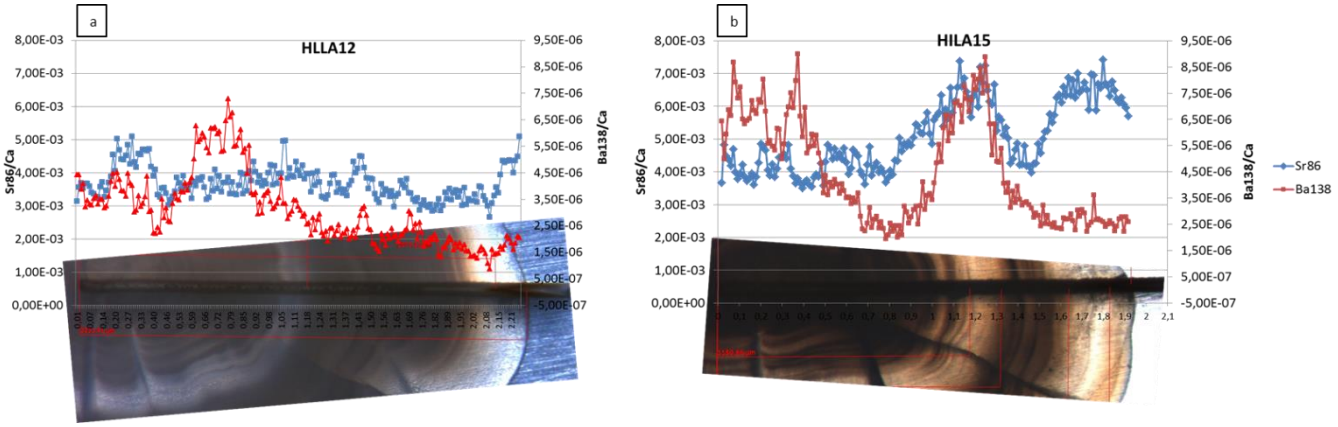


Figure 25 : Profils Sr86/Ca et Ba138/Ca du centre de l'otolithe (nucleus) au bord externe le long de l'axe de postérieur (mm). a = *H. lanceolatus* ; b = *H. immaculatus*.

b. Hétérogénéité interindividuelle des patterns

Les individus ont des profils différents pour le barium, pouvant montrer une grande variabilité des patterns d'histoire de vie au sein de chaque espèce. Deux profils se distinguent pour *H. lanceolatus* et cinq pour *H. immaculatus*.

Hyperoplus lanceolatus : Profil Sr/Ca et Ba/Ca otolithe

Le rapport Sr86/Ca est plutôt stable au cours de la vie des individus mais aucun pattern net ne se distingue, à l'inverse des poissons amphihalins. 12 individus ont un rapport Ba138/Ca qui reste stable pendant la ou les dernières années de leur vie.

-**Profil A** : 12 individus ont un rapport Ba/Ca stable ne dépassant rarement $3.50E^{-6}$ (Figure 27, profil a). Cependant, 3 individus ont un rapport supérieur ou égal à $5E^{-6}$ lors de la phase larvaire (Figure 27, profil b). Les profils a semblent moins stables mais cet effet est causé par le manque de fortes valeurs qui ne tassent pas le reste du profil (Figure 27).

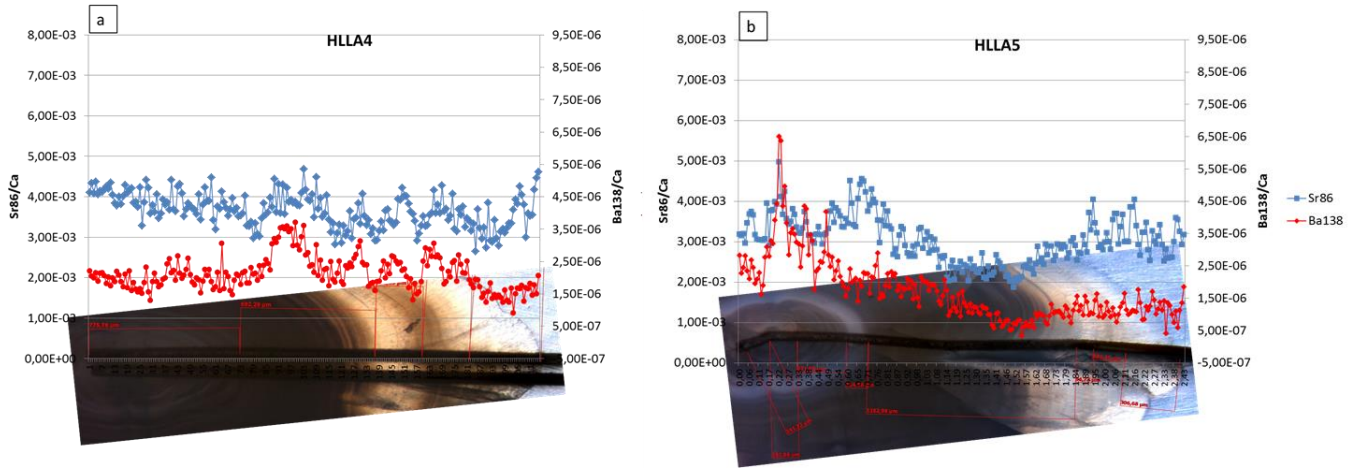


Figure 27 : Profils Sr86/Ca et Ba138/Ca du centre de l'otolithe (nucleus) au bord externe le long de l'axe de postérieur (mm). a = Ba138/Ca ≤ $3.50E^{-6}$; b = Ba138/Ca > $5E^{-6}$ dans la zone larvaire.

-**Profil B** : 3 individus ont des rapports Ba138/Ca supérieurs à $6E^{-6}$ pendant leurs premières années de vie (en dehors de la zone correspondant au nucleus). Plus précisément, 2 individus ont des rapports très forts lors de la première période de forte croissance (i.e saison estivale) (Figure 28, profil b). Un autre individu a deux fois des rapports très élevés pendant sa première année de vie (Figure 28, profil a).

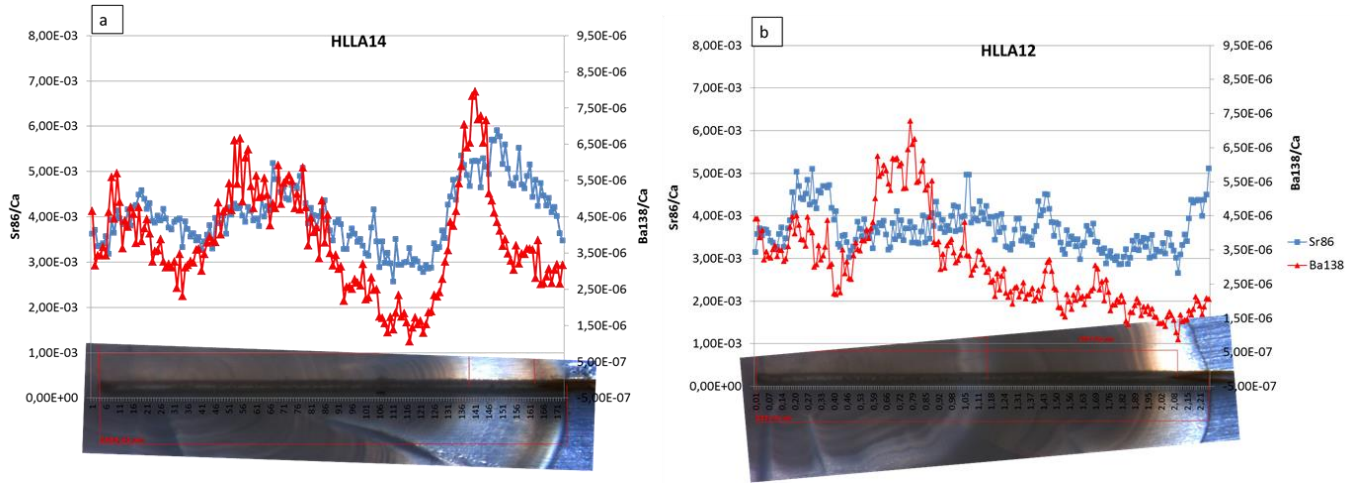


Figure 28 : Profils Sr86/Ca et Ba138/Ca du centre de l'otolithe (nucleus) au bord externe le long de l'axe de postérieur (mm). a = Ba138/Ca > $6E^{-6}$ deux fois pendant la première année de vie ; b = Ba138/Ca > $6E^{-6}$ pendant la première période de forte croissance (i.e estivale).

Hyperoplus immaculatus : Profil Sr/Ca et Ba/Ca otolithe

Les 15 profils montrent une augmentation quasiment constante du rapport Sr86/Ca dans le temps. 10 individus ont des rapports Ba138/Ca qui sont stables (environ 2.50 à $3E^{-6}$) lors de leurs dernières années de vie (soit leur dernière année, soit leurs deux dernières années pour certains individus âgés de trois ans).

-**Profil A** : 7 individus ont un pattern d'histoire de vie similaire. Ils présentent tous de très fortes variations en Ba138/Ca pendant au moins leur première année de vie (Figure 29). Le rapport est au moins une fois supérieure ou égale $5.50E^{-6}$ et peut atteindre $9E^{-6}$.

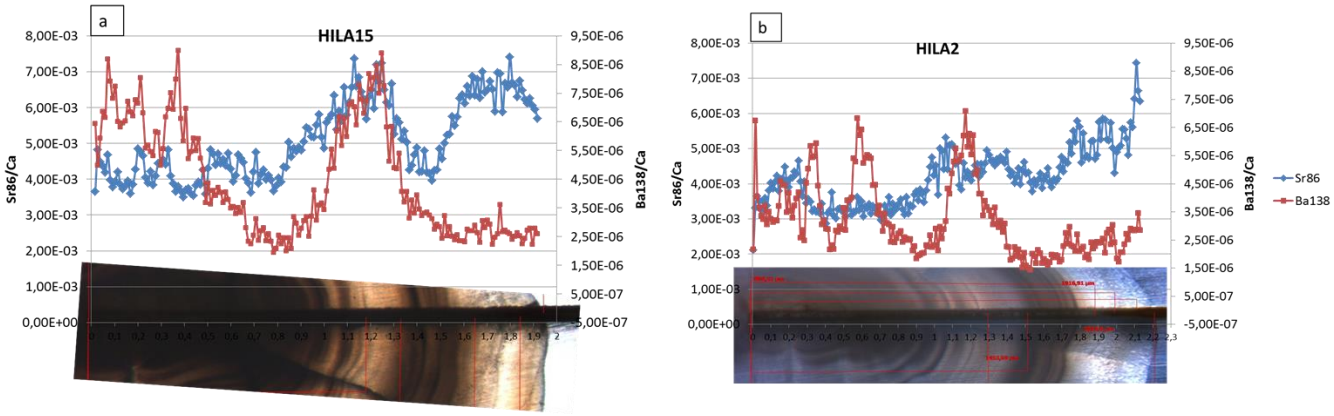


Figure 29: Profils Sr86/Ca et Ba138/Ca du centre de l'otolithe (nucleus) au bord externe le long de l'axe de postérieur (mm). a et b = Ba138/Ca > $5.50E^{-6}$ pendant la première année de vie et pendant les dernières années de vie le rapport devient stable Ba138/Ca = $2.50E^{-6}$.

-**Profil B** : 4 individus montrent de grandes variations du Ba138/Ca. La première augmentation, correspondant à la phase larvaire (ou à la présence du nucleus) et est plus élevée que la deuxième (environ 4 à $5E^{-6}$) (Figure 30).

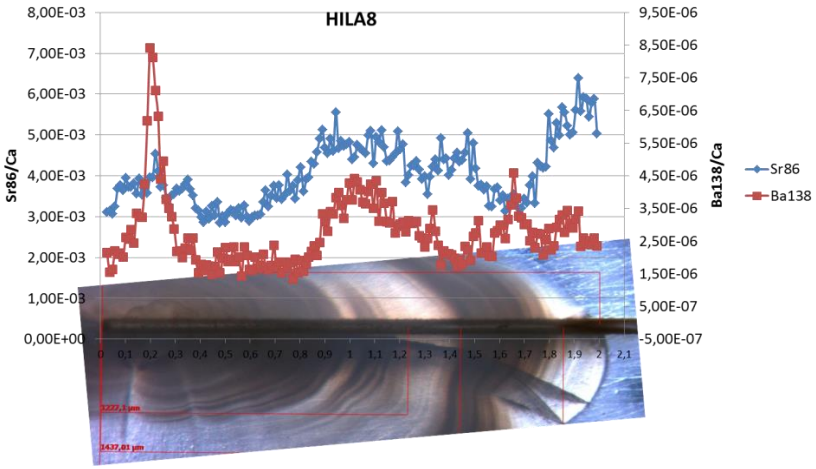


Figure 30 : Profils Sr86/Ca et Ba138/Ca du centre de l'otolithe (nucleus) au bord externe le long de l'axe de postérieur (mm) montrant une première augmentation lors de la phase larvaire très forte.

-**Profil C** : Pour 2 individus, les rapports Ba138/Ca sont faibles et stables (inférieur à $3.50E^{-6}$) sauf en fin de vie où le rapport augmente légèrement (Figure 31).

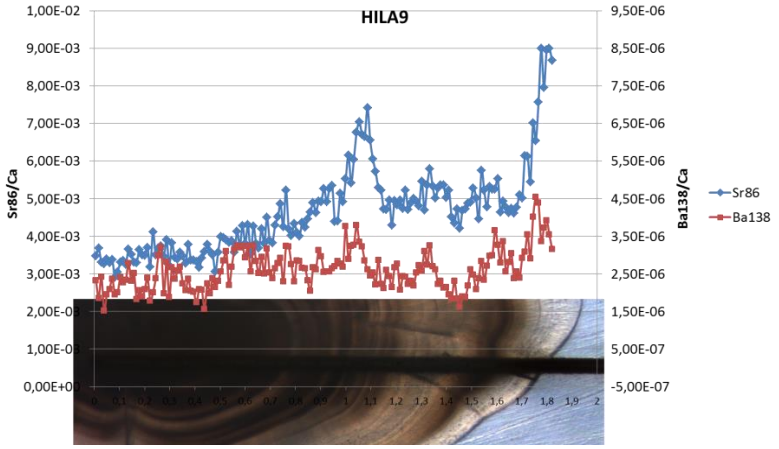


Figure 31 : Profils Sr86/Ca et Ba138/Ca du centre de l'otolithe (nucleus) au bord externe le long de l'axe de postérieur (mm) les deux rapports Sr86/ca et Ba138/Ca varient conjointement.

-**Profil D** : Tous les rapports des éléments ont des valeurs extrêmement fortes (Figure 32). Cet individu a été enlevé pour les certaines analyses (ACP).

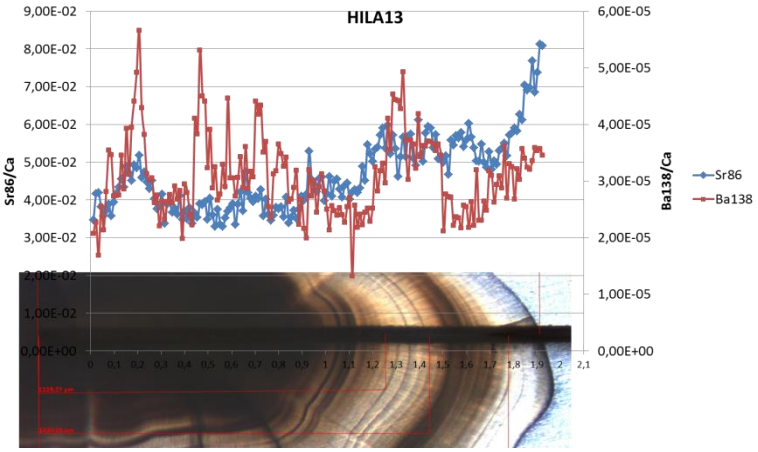


Figure 32: Profils Sr86/Ca et Ba138/Ca du centre de l'otolithe (nucleus) au bord externe le long de l'axe de postérieur (mm) ayant des valeurs extrêmement fortes.

-**Profil E** : Cet individu montre des valeurs Ba138/Ca fortes en début et en fin de vie mais pas au milieu (Figure 33).

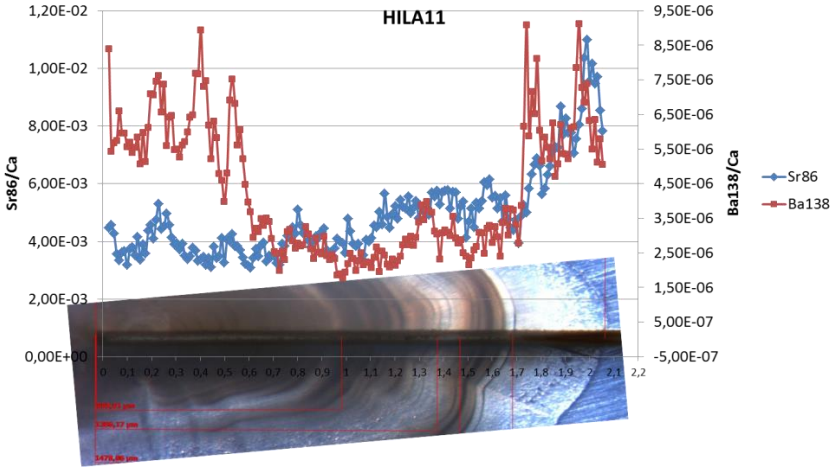


Figure 33: Profils Sr86/Ca et Ba138/Ca du centre de l'otolithe (nucleus) au bord externe le long de l'axe de postérieur (mm) montrant des variations Ba138/Ca fortes en début et fin de vie.

3. Origine récente des individus capturés

a. Mise en évidence du lien structure / signature microchimique

Hyperoplus lanceolatus :

Pour chaque individu la moyenne des éléments a été calculée dans toutes les zones macroscopiques identifiées de l'otolithe. Puis les données ont été analysées par une analyse en composante principale (Figure 34). Les isotopes du barium, strontium et manganèse permettent de discriminer sur le premier axe la signature de la zone larvaire (L) et de la première année de vie (T0 et O0) des signatures des zones : T1 (hiver de la deuxième année de vie), O2 (période de forte croissance estivale lors de la troisième année de vie) et de la signature de capture (derniers moment de la vie de l'individu sur le site). Les autres zones, correspondant à des individus plus âgés, ne sont pas discriminées par l'ACP (n trop faible). Aucune différence significative n'est détectée sur le deuxième axe entre les zones.
Mais graphiquement, on constate que le barycentre des zones T1, O2, T2, O3, T3, O4, C sont rapprochés mais distants de L, O0 et TO sur ce premier plan factoriel. La signature multi-élémentaire à partir du deuxième hiver (i.e 1.5 ans) jusqu'à la date de capture est constante.

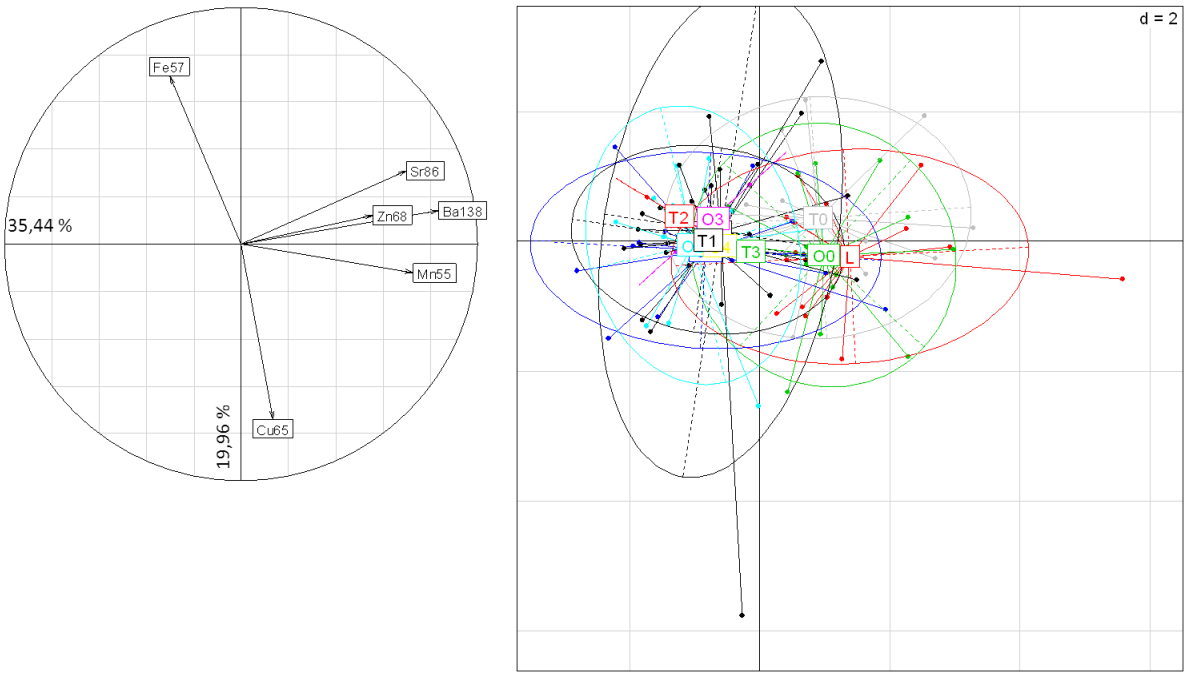


Figure 6 : Analyse en composante principale (ACP normée) sur les signatures multi-élémentaires d'*Hyperoplus lanceolatus*. Pour chaque individu, la moyenne de chaque élément (Sr86, Zn68, Cu65, Mn55, Ba138, Fe57) a été calculée dans chacune des zones macroscopiques identifiées sur l'otolithe (nucleus jusqu'au bord extérieur). Chaque point représente une moyenne d'une zone d'un individu. Les ellipses regroupent 95% des individus appartenant à la même zone. Inertie sur l'axe 1 (35,44 %) et 2 (19,96 %). Test non paramétrique (Test de Kruskal wallis et post-hoc) effectué sur les coordonnées des individus en fonction de leur assignation à une zone, une différence significative est détectée sur l'axe 1 *p-value* = 1,16E^{-06}, mais aucune différence significative n'est détectée sur l'axe 2.

Hyperoplus immaculatus :

Sur le premier axe de l'ACP, les isotopes du cuivre et du zinc contribuent à sa formation (Figure 35). Des différences significatives ont été détectées sur ce premier axe entre les signatures microchimiques de la phase larvaire et celles des zones T0, O1, T1, O2 et C ; ainsi qu'entre O0 et O2, C. Sur l'axe 2, des différences significatives ont été détectées entre les signatures microchimiques des zones O0 et L, T0, T1, O2, C ainsi qu'entre C et O1, O0. Les deux isotopes du barium et le strontium influencent la position des individus sur l'axe 2. Graphiquement, la phase larvaire et la première zone de croissance (O0) se distinguent facilement de toutes les autres phases de la vie des poissons. Ces dernières semblent avoir des signatures microchimiques différentes des dernières années de vie (T0, T1, O2, C) pour les individus. La signature de capture est très distincte des premières phases de vie : larvaire, première (O0) et deuxième (O1) périodes de croissance et ne ressemble également peu aux autres stades de vie.

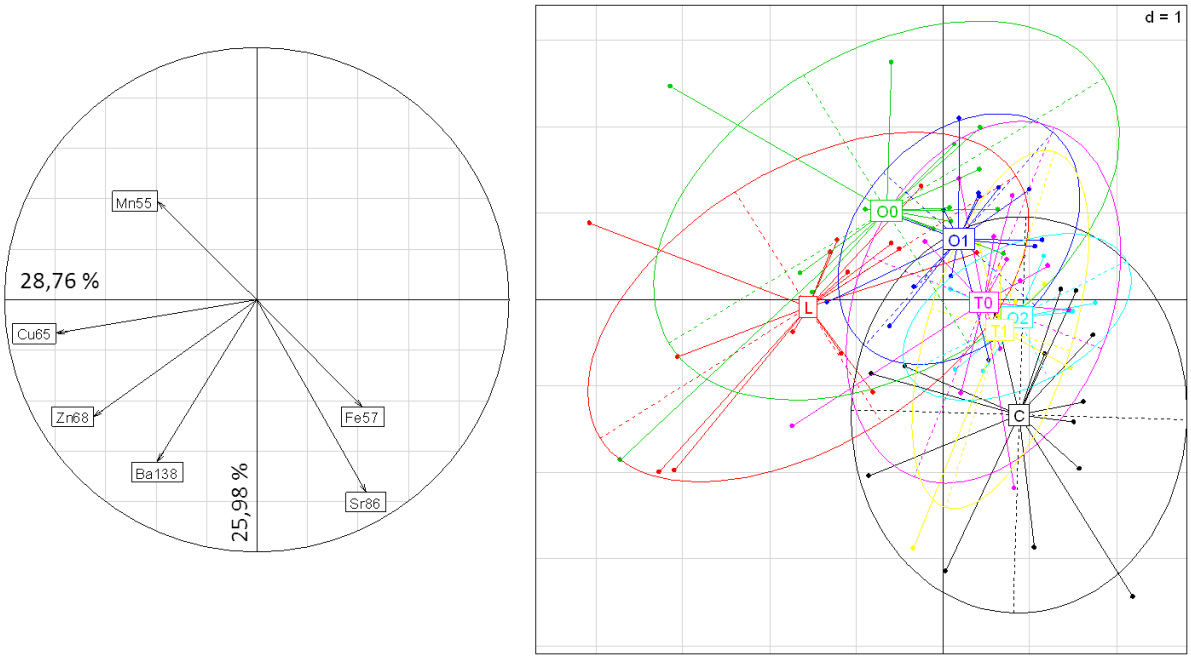


Figure 35 : Analyse en composante principale (ACP normée) sur les signatures multi-élémentaires d'*Hyperoplus immaculatus*. Pour chaque individu, la moyenne de chaque élément a été calculée dans chacune des zones macroscopiques identifiées sur l'otolithe (nucleus jusqu'au bord extérieur). Chaque point représente une moyenne d'une zone d'un individu. Les ellipses regroupent 95% des individus appartenant à la même zone. Inertie sur l'axe 1 (28,76 %) et 2 (22,98 %). Test non paramétrique (Test de Kruskal wallis et post-hoc) effectué sur les coordonnées des individus en fonction de leur assignation à une zone, une différence significative est détectée sur l'axe 1 *p-value* = $3{,}73E^{-06}$ et 2 *p-value* = $1{,}37E^{-05}$. Hi n°13 a été enlevé, ne permettant pas une bonne représentation de tous les autres individus sur le plan factoriel.

b. Analyse multivariée sur les signatures moyennes du bord extérieur (C)

Pour chaque individu la moyenne des éléments a été calculée à la fin de l'otolithe. Une analyse en composante principale a été effectuée (Figure 36). Les rapports du barium et du strontium permettent de discriminer significativement la signature de capture des deux espèces sur le premier axe. Sur le deuxième axe, les isotopes du cuivre et du magnésium contribuent à sa formation, mais aucune différence significative n'est détectée entre les deux

espèces. Graphiquement, on constate qu'un individu par espèce a une signature qui diffère. L'âge des individus pour chacune des espèces ne permet pas de discriminer des groupes d'individus (résultats non montrés).

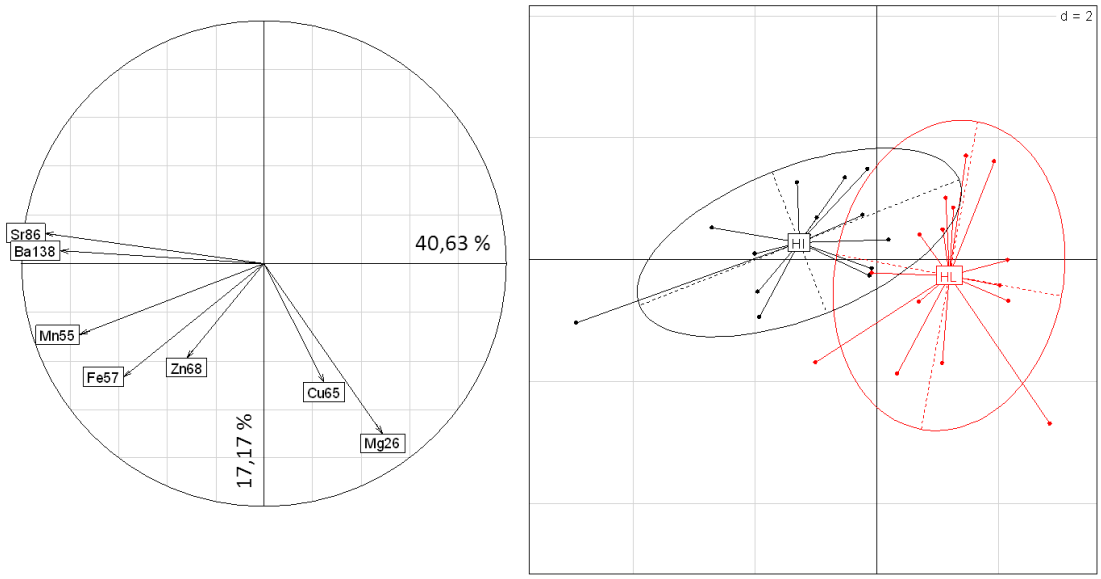


Figure 7 : Analyse en composante principale (ACP normée) sur les signatures multi-élémentaires correspondant à la signature de capture (C) d'*H. immaculatus* et *H. lanceolatus*. Pour chaque individu, la moyenne de chaque élément a été calculée à la fin du transect sur l'otolithe. Chaque point représente une moyenne d'un individu. Les ellipses regroupent 95% des individus appartenant à la même espèce. Inertie sur l'axe 1 (40,63 %) et 2 (17,17 %). Test non paramétrique (Test de Kruskal wallis) effectué sur les coordonnées des individus en fonction de leur assignation à leur espèce, une différence significative est détectée sur l'axe 1 *p-value* = 2,79E^{-05} et 2 *p-value* = 0,31. Hi n°13 a été enlevé, ne permettant pas une bonne représentation de tous les autres individus sur le plan factoriel.

4. Hétérogénéité des habitats de ponte/ nourricerie

Pour chaque individu la moyenne des éléments a été calculée sur la zone correspondant à la phase larvaire de l'otolithe. Une analyse en composante principale a été effectuée (Figure 37). Sur le premier axe les signatures des deux espèces sont significativement différentes. Les rapports Ba138/Ca, Zn66/Ca, Cu65/Ca et Mn55/Ca influencent la position des individus sur cet axe. Le rapport Fe57/Ca contribue à la formation de l'axe 2, mais aucune différence significative n'est détectée entre les signatures multi-élémentaires des deux espèces. Pour chacune des espèces un à deux individus ont une signature microchimique un peu différente des autres individus (positionnés en dehors de l'ellipse qui regroupe 95% des individus).

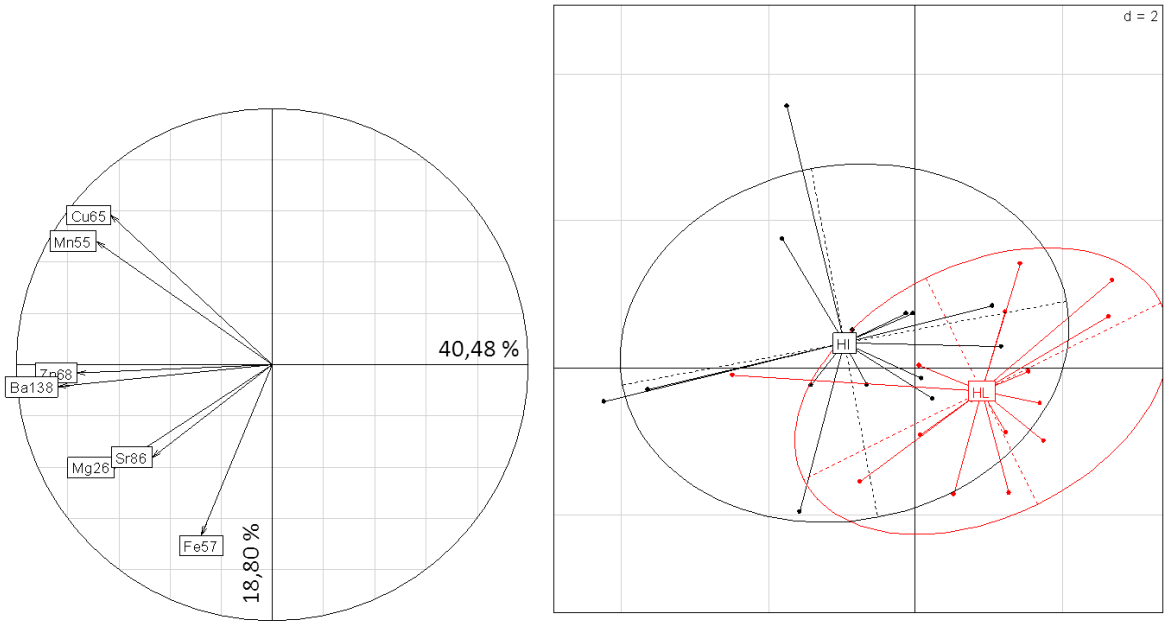


Figure 37 : Analyse en composante principale (ACP normée) sur les signatures multi-élémentaires correspondant à la signature de la zone larvaire (L) d'*H. immaculatus* et *H. lanceolatus*. Pour chaque individu, la moyenne de chaque élément a été calculée sur la zone circulaire au centre de l'otolithe. Chaque point représente une moyenne d'un individu. Les ellipses regroupent 95% des individus appartenant à la même espèce. Inertie sur l'axe 1 (40,48 %) et 2 (18,80 %). Test non paramétrique (Test de Kruskal wallis) effectué sur les coordonnées des individus en fonction de leur assignation à leur espèce, une différence significative est détectée sur l'axe 1 *p-value* = 0,0012 et 2 *p-value* = 0,17. Hi n°13 a été enlevé, ne permettant pas une bonne représentation de tous les autres individus sur le plan factoriel.

IV. Discussion

Rôle de l'habitat

Pour *Gymnamodytes semisquammatus* toutes les classes de taille sont présentes sur le site, les individus du groupe 0^+, 1^+, 2^+ et probablement 3^+. Les individus du groupe 2^+ dominent les captures en mai. Cependant, la relative rareté des groupes 0^+ peut être liée à la sélectivité de l'engin, un échappement des individus de moins de 5 cm. L'abondance relative de la cohorte 2^+ diminue tandis que des individus du groupe 0^+ apparaissent en septembre. Les mêmes variations démographiques ont été constatées sur la côte Est du Cotentin (Kopp 1979). De plus, sur ce site de la côte Est du Cotentin, les individus du groupe 2^+ disparaissent en septembre pour réapparaitre à la saison suivante (Kopp 1979).
Pour cette espèce, plutôt inféodée en domaine subtidal (Fishbase, Kopp 1979), la dune de Lannion accueille toutes les classes d'âge, des juvéniles aux adultes, même si une grande majorité des adultes âgés de 2 à 3 ans ne sont pas détectés sur le site en septembre. Les rapports gonado-somatiques restent cependant faibles aux deux saisons, la période de ponte reste encore à préciser par d'autres échantillonnage (base mensuelle).

La comparaison de la structure en taille des captures dans et hors périmètre visé par l'exploitation, montre que **le périmètre d'étude (zone visée par l'exploitation) joue un rôle d'accueil des juvéniles et apparaît de ce fait comme une zone de nourricerie et probablement de ponte pour l'espèce. Une étude complémentaire réalisée à l'échelle locale permettrait de vérifier le rôle de l'habitat comme zone de ponte, tandis qu'une étude à l'échèle régionale (par exemple Manche occidentale) permettrait de définir le rôle relatif joué par cette dune hydraulique pour le maintien de la population de *Gymnamodytes semisquamatus*.**

Hyperoplus lanceolatus est moins abondant dans la communauté comme cela a été observé auparavant (Bellec 1981, Kopp 1979). Les jeunes individus d'*H. lanceolatus* âgés de 0 à 1 an (cohorte 0^+) sont absents de ce site. En septembre, les individus du groupe 2^+ sont plus abondants et des individus plus âgés sont également présents comme observé par Kopp (1979). Les individus échantillonnés dans cette étude, ne sont ni matures en mai ni en septembre. La maturation des gonades semble commencer en mars et la maturité sexuelle pour cette espèce est atteinte à environ deux ans (Bellec 1981). De plus, selon la région, la période de reproduction semble plus ou moins étalée ; d'avril à août en Mer du Nord (Macer 1966) et de juin à août dans la région de Roscoff (Le Danois 1915). Dans notre cas, il est probable que la période de reproduction se situe entre les deux campagnes de pêche, vu les rapports gonado-somatiques très faibles et le début de maturation des gonades observé sur la quasi-totalité des individus.

Les valeurs isotopiques $\delta^{13}C$ et $\delta^{15}N$ du foie d'*H.lanceolatus* sont plus appauvries par rapport au muscle. Ces différences sont remarquées chez de nombreuses espèces de poissons. De manière générale, le foie présente un turn-over plus rapide, un fractionnement isotopique (McCutchan *et al*. 2003) et une composition en lipides et en acides aminés différents (Martínez del Rio *et al*. 2008) induisant une différence de composition isotopique entre les tissus. La délipidation sert à atténuer l'effet des lipides, puisque ces deniers sont appauvris en ^{13}C (DeNiro and Epstein 1977, Sweeting *et al*. 2006, Martínez del Rio *et al*. 2008). On constate qu'un individu a des valeurs en ^{13}C pour le foie très appauvries, ceci peut être dû à un

changement récent de la zone d'alimentation ou du régime alimentaire. Les valeurs de $\delta^{13}C$ et $\delta^{15}N$ des acides aminés chez les producteurs primaires varient fortement (Martínez del Rio *et al*. 2008).

La moyenne de $\delta^{13}C$ et $\delta^{15}N$ pour le muscle est égale à -17.60 ± 0.33 ‰ et 12.63 ± 0.93 ‰. Les valeurs sont plus appauvries que celles trouvées dans la littérature en Mer du Nord ou Celtique : $\delta^{13}C$ = -16.4 ± 0.4 ‰ (Das *et al*. 2003) et $\delta^{15}N$ 14.4 ± 0.51 ‰ (Jennings *et al*. 2002), 15.18 ± 0.63 ‰ (Jansen *et al*. 2012), 16.1 ± 1.3 ‰ (Das *et al*. 2003). Ces variations peuvent être dues au gradient géographique de la signature du $\delta^{13}C$ et $\delta^{15}N$ des réseaux trophiques (Francois *et al*. 1993, Trull and Armand 2001, Cherel and Hobson 2007).

Cependant à partir de ces résultats, on peut conclure à une relative stabilité du régime alimentaire des *H. lanceolatus*, ce qui plaide en faveur d'une alimentation ancienne (de quelques semaines au moins) de la population sur la zone. Seul un individu présente une signature isotopique très distincte et plaide en faveur d'un changement récent d'habitat d'alimentation. En conclusion, le site d'étude apparaît comme une zone d'alimentation pour l'espèce, mais ne joue pas en 2012 de rôle de nourricerie. Le statut comme zone de ponte reste difficile à établir puisqu'aucun individu mature n'a été observé. Un échantillonnage plus régulier au cours de l'année (base mensuelle) serait nécessaire pour conclure sur le sujet.

Pour *H. immaculatus*, en mai et en septembre, les jeunes individus sont absents sur le site, les individus entre deux et quatre ans sont présents (otolithométrie détection des groupes 2^+ et 3^+). Les tailles de ces deux classes d'âge se recoupent facilement et la distinction des groupes n'est pas évidente. En effet la croissance est ralentie après les deux premières années de vie. En 1981, dans la Baie de Morlaix, les juvéniles de l'année (groupe 0^+) apparaissent en novembre puis en février. Leur apparition irrégulière est expliquée par un biais d'échantillonnage (maillage du chalut) selon Bellec (1981). Dans cette même étude, le groupe 2^+ domine et reste constant pendant toute la période de l'étude. Sur le site de Lannion, les rapports gonado-somatiques de mai et de septembre sont très faible, ce qui peut être expliqué par la période de ponte qui se situerait pendant l'hiver (de janvier à mars) (Bellec 1981). Selon Bellec (1981), la maturité sexuelle est atteinte à deux ans.

La valeur en $\delta^{15}N$ du muscle des individus présents sur le site ($\delta^{15}N$ = 9.55 ± 0.85 ‰) est plus faible que la valeur en Mer Celtique ($\delta^{15}N$ = 12.2 ± 0.87 ‰) (Pinnegar *et al*. 2002). Comme précédemment pour *H. lanceolatus* ces variations peuvent être dues à un gradient géographique de la signature du $\delta^{13}C$ et $\delta^{15}N$ dans les réseaux trophiques (Francois *et al*. 1993, Trull and Armand 2001, Cherel and Hobson 2007).

Le foie est plus appauvri en ^{13}C que le muscle, ce qui semble cohérent (McCutchan et al. 2003). Par ailleurs, aucune différence n'est détectée en $\delta^{15}N$ entre le foie et le muscle. D'une manière générale, les changements d'habitats étaient plutôt étudiés avec le $\delta^{13}C$ mais récemment le $\delta^{15}N$ s'est révélé être plus pertinent dans certains cas pour montrer un changement d'habitat, ceci peut être due à des variations physico-chimiques régionales importantes (Ménard *et al.* 2007, Chouvelon *et al*. 2012).

Pour les *H. immaculatus* du site de Lannion, l'absence de différence de $\delta^{15}N$ entre le foie et le muscle indique vraisemblablement un changement récent de régime alimentaire, pouvant caractériser un changement d'habitat et / ou de comportement alimentaire récent (Ménard *et*

al. 2007, Chouvelon *et al*. 2012). Il est important de noter que dans cette baie, les paramètres physico-chimiques pourraient être modifiés par des apports des rivières adjacentes et le développement de marée verte. D'autre part, l'alimentation hivernale est ralentie chez la plupart des poissons tempérés et ne reprend qu'à la montée des températures vers le mois de mars. Un changement de régime alimentaire a pu survenir à ce moment.

On peut conclure à une fonction d'habitat d'alimentation joué par le site d'étude pour *H. immaculatus*, En revanche, comme pour *H lanceolatus*, le site d'étude ne joue pas en 2012 de rôle de nourricerie. Le statut comme zone de ponte n'est pas établi, bien qu'il ne reste à démontrer par un échantillonnage plus régulier au cours de l'année (base mensuelle).

Entre les deux espèces les valeurs isotopiques $\delta^{13}C$ du foie et du muscle diffère que de 1 ‰, elles se situent donc dans le même réseau trophique et exploitent les mêmes sources. Par ailleurs, les valeurs isotopiques $\delta^{15}N$ du foie entre les deux espèces ne sont pas différentes. Le foie d'*H. immaculatus* est autant enrichi en ^{15}N qu'*H. lanceolatus* pouvant indiquer un changement d'habitat ou d'alimentation récent. La différence entre les valeurs de $\delta^{15}N$ est d'environ 3‰ ce qui indique un niveau trophique supplémentaire pour *H. lanceolatus*. La bibliographie relate qu'*H. immaculatus* serait une espèce planctonophage et *H. lanceolatus* piscivore, ce qui est confirmé avec la différence isotopique $\delta^{15}N$ observée entre les muscles. De plus, les patterns d'enrichissement en $\delta\ ^{15}N$ (3‰ entre les deux espèces) et en $\delta\ ^{13}C$ (1‰ entre les deux espèces) suggère que *H. immaculatus* représente une proie préférentielle de *H. lanceolatus*.

Connectivité entre habitats

L'analyse multi-élémentaire porte sur 7 éléments et les seuils de détection ont été dépassés. Le barium est généralement utilisé comme traceur de l'eau douce et est inversement proportionnel à la salinité de l'eau (Gillanders 2005b).
Le manganèse, quant à lui indique une influence des apports terrigènes et tend à décliner avec la distance à la côte (Kremling 1985, Shiller 1997, Laes *et al.* 2007).
De même, les composés métalliques (Cu, Zn) sont apportés le plus souvent par les pollutions d'origine anthropique et les apports terrigènes (Kremling 1985).
Le fer est apporté à la fois par des pollutions anthropiques et également les apports terrigènes (Kremling 1985), mais également par certains socles géologiques, cependant les concentrations dans l'organisme sont contrôlées par des processus physiologiques.
Le strontium est un marqueur souvent utilisé chez les poissons amphihalins pour caractériser le passage entre les milieux dulçaquicoles, estuariens et marins (Gillanders 2005b). La concentration de strontium augmente avec la salinité mais dépend également des concentrations ambiantes (Elsdon and Gillanders 2004). Les variations de la concentration du Sr en milieu marin est difficile à interpréter car elle reste élevée et les variations enregistrées sont probablement sous le contrôle physiologique (Brown and Severin 2009). Au-delà de 20 - 25 ‰ de salinité, les rapports dans l'otolithe ne semblent plus varier dans certains cas (Kraus and Secor 2004, Elsdon and Gillanders 2005) et les rapports Sr/Ca et Ba/Ca de l'eau ne semblent plus varier également. Lorsque l'environnement est non-saturé par un élément, l'otolithe a tendance à l'absorber d'avantage et inversement (Watson 1996). Ce qui pourrait être une des causes expliquant le peu de variation du rapport en strontium pour ces espèces d'Ammodytidés en milieu marin. Le barium au contraire est un élément plus limitant en milieu marin. Walther et Thorrold (2006) ont démontré que l'eau était la source majeure du

strontium et du barium (respectivement 83 % et 95 %) dans l'otolithe de juvéniles de *Fundulus heteroclitus*.
Le magnésium, bien qu'il dépende du contexte géochimique, est également sous le contrôle de la physiologie des organismes (Martin and Thorrold 2005, Woodcock *et al*. 2012). Dans notre cas, lorsque nous comparons les différents stades de vie pour les deux espèces d'*Hyperoplus*, cet élément a été enlevé de l'analyse.

Comme expliqué précédemment, les migrations sont étudiées avec les profils des variations des éléments du nucleus jusqu'au bord extérieur de l'otolithe (Arai and Hirata 2006, Feutry *et al*. 2011, Lord *et al*. 2011). On peut définir pour chaque milieu (e.g eau douce, estuarien, côtier et marin) des seuils pour chaque élément pour interpréter les changements d'habitats.
Par exemple, pour les anguilles le seuil du Ba/Ca dans l'otolithe définissant le passage d'un individu en eau douce doit être supérieur à $4{,}84E^{-6}$ et celui au domaine côtier (e.g ou en bas de l'estuaire, salinité supérieure à 20) doit être inférieur à $3{,}2E^{-6}$ (Tabouret *et al*. 2010). Pour l'Alose feinte, le seuil du Ba/Ca de l'otolithe correspondant à un habitat marin est en moyenne de $2E^{-6}$, celui pour le milieu estuarien est de 6 à 8 E^{-6} et le seuil caractérisant le passage d'un individu en eau douce est de 1,2 E^{-5} pour les aloses (Réveillac, *com pers*).
De même pour nos deux espèces, nous considérons que lorsque le rapport du Ba/Ca de l'otolithe est inférieur ou égale à $3.50E^{-6}$, l'individu se trouve dans un habitat marin. Si le rapport est compris entre 3.50 et $5.50E^{-6}$ l'individu se situera dans habitat côtier et si le rapport excède $5.50E^{-6}$ l'individu sera alors en estuaire.

Ainsi, pour cette analyse, nous nous appuierons essentiellement sur les concentrations de Ba, de Mn, de Cu et de Fe. Les concentrations en Sr et en Mg seront utilisées de manière connexe, pour aider à l'interprétation dans certains cas.

En résumé, les principales conclusions issues de nos travaux sont les suivantes :

Différents patterns d'histoire de vie ont été identifiés au sein et entre les espèces suggérant que les individus et les espèces n'ont pas eu recours à la même stratégie de vie avant d'être capturé sur ce site.

1) L'analyse élémentaire permet de distinguer des traits de vie différents pour les deux espèces *H. lanceolatus* et *H. immaculatus*, et des variations de traits de vie au sein de chacune des espèces. La principale conclusion sont que les *H. immaculatus* sont plus côtiers que *H. lanceolatus* et qu'un changement d'habitat survient au cours du cycle biologique avec un déplacement vers les zones hauturières[2] pour les deux espèces.

2) Par ailleurs l'hétérogénéité des signatures élémentaires de l'otolithe, tant dans les zones centrales correspondant aux phases larvaires que dans la zone périphérique correspondant aux habitats vitaux dans les derniers mois de croissance, indique une hétérogénéité des habitats essentiels fréquentés au cours de la vie. Cela plaide pour considérer que la zone faisant l'objet de la demande de concession doit être considérée comme un HEE au sens scientifique du terme[3] pour les 3 espèces de lançons, interconnecté avec tout un ensemble d'autres habitats à des échelles spatiales restant à définir. Il reste à dresser l'inventaire des HEE de ce type,

[2] Par zone hauturière, nous désignons les habitats dont la concentration en éléments trace d'origine terrigène sont en quantité insuffisante pour être assimilée et détectée dans les otolithes des lançons. Les dunes hydrauliques en font partie.
[3] Un habitat écologique essentiel désigne un habitat qui est obligatoire ou important pour le bon déroulement du cycle biologique des individus d'une espèce, et/ou pour le maintien d'une population.

présents à l'échelle de la baie de Lannion et, plus largement, à l'échelle régionale (nord Bretagne). Il sera ensuite nécessaire de vérifier si cet HEE fonctionne en réseau au travers l'analyse de la connectivité entre les différents HEE répertoriés. Ce n'est qu'à l'aide d'une telle approche que l'on pourra se prononcer sur l'importance des habitats visés par le projet d'extraction pour la pérennité de la population de lançons.

Deux espèces ayant des histoires de vie contrastées.

Les deux espèces n'ont pas les mêmes cortèges élémentaires et leur signature microchimique se distingue sur toute leur vie. La signature microchimique d'*H. immaculatus* est plus enrichie en barium et en manganèse. De plus les rapports en cuivre et en fer sont différents entre les deux espèces. *H. lanceolatus* et *H. immaculatus* pourraient donc exploiter différents milieux, et préférentiellement des habitats plus côtiers voire estuariens (plus d'apports terrigènes et moins de salinité) pour cette dernière. Les différences détectées entre les deux espèces pourraient peut être liées à une intégration des éléments dans l'otolithe différentielle entre celles-ci. Des expérimentations sur l'intégration des éléments dans l'otolithe pour les deux espèces pourraient permettre de mieux comprendre ces différences.

Changement d'habitats au cours du cycle vital

Pour les deux espèces, le strontium ne montre pas beaucoup de variation. Pour *H. lanceolatus* il reste stable et peut correspondre à des valeurs trouvées pour d'autres espèces (i.e Anguille (*Anguilla anguilla*), Alose (*Alosa agone*), bar (*Morone saxatilis*)) en domaine marin (Secor *et al*. 2001, Tabouret *et al*. 2010, Réveillac *com pers*).
Pour *H. immaculatus*, le Sr/Ca augmente du nucleus au bord marginal de l'otolithe, comme observé chez d'autres espèces marines, ceci peut être lié à l'ontogénèse de certaines espèces (Brown and Severin 2009). L'interprétation de ces variations est à considérer avec prudence (Brown and Severin 2009), et nous ne prendrons pas en considération ces variations pour expliquer les patterns d'histoire de vie.

Pour *H. lanceolatus*, la majorité des individus (n = 12) les ratios Ba/Ca de 75% des individus correspondent à une vie en milieu marin. Tandis que 25% des ratios Ba/Ca suggèrent une dépendance côtière en phase larvaire. Ces variations en début de vie sont soit provoquées par une physiologie différente lors de cette phase, comme identifié pour l'anguille et flet (Daverat *et al*. 2011), soit par des conditions environnementales différentes. Les trois autres individus ont des fortes variations en barium (supérieurs à $6E^{-6}$) pendant leurs premières années de vie (en dehors de la zone larvaire). Ainsi, les fortes variations trouvées chez *H. lanceolatus* peuvent indiquer le passage par des milieux côtiers voir estuariens en début de vie d'une proportion de la population, tandis que tous semblent privilégier l'utilisation du milieu marin en fin de vie.

L'espèce *H. immaculatus* montre une grande diversité de patterns d'histoire de vie. Mais globalement, pour la majorité des individus (n = 7), des fortes augmentations du rapport en barium (entre $5.50E^{-6}$ et $10E^{-6}$) ont lieu pendant au moins la première année de vie (Figure 29). Ces variations prononcées pourraient également être liées à l'utilisation de milieux côtiers voire estuariens. Quatre autres individus montrent de forts rapports en barium pendant la phase larvaire, ceci peut être dû à une physiologie différente lors de cette phase ou à des conditions environnementales différentes.

Comme pour *H. lanceolatus*, les rapports du barium sont plus stables (environ égale à 2.50 à $3E^{-6}$) sur la ou les deux dernières années de vie pour 10 individus ; pouvant ainsi correspondre à l'utilisation d'habitats en domaine marin.

Origine des individus capturés

L'analyse de l'évolution des signatures microchimiques d'*H.lanceolatus,* du centre vers la périphérie de l'otolithe, indique que la phase larvaire et la première année de croissance ont des signatures identiques. De plus, ces deux phases ont une signature différente des phases qui se déroulent après la deuxième période de croissance (O1). L'hypothèse est que lorsque la signature se distingue des autres, elle pourrait représenter un changement d'habitat. En suivant notre hypothèse, cette espèce pourrait effectuer un changement assez rapide de milieu lors de sa deuxième période de croissance (O1) (e.g au bout de un an). Ensuite, les signatures multi-élémentaires sont assez stables les dernières années de vie jusqu'à la signature de capture, pouvant probablement montrer une installation dans le milieu depuis quelques temps avant la capture. Les deux éléments discriminant les signatures sont le barium et le magnésium. Pour cette espèce, le barium étant ici plus concentré dans les deux premières phases de la vie du poisson, et moins concentré dans les dernières années, ceci pourrait montrer un éloignement de la côte vers le large. Le magnésium évolue également dans le même sens mais cet élément peut être est lié à la physiologie du poisson (Martin and Thorrold 2005, Woodcock *et al*. 2012). Cependant, les ratios d'éléments, Mg/Ca, Mn/Ca, Sr/Ca and Ba/Ca, Fe/Ca sont caractéristiques de changements géographiques (Thresher 1999, Swan *et al*. 2006). Nous concluons en conséquence que cette espèce est peu moins mobile la ou les dernières années de vie (en fonction de son âge). 11 individus appartiennent au groupe 2^{+} en mai (2 ans), ils auraient peut être passé une année sur le site et les deux individus plus âgés un peu plus de temps.

Pour *H. immaculatus*, le magnésium et le strontium sont les principaux éléments discriminants. Ces deux éléments peuvent être inférés à un effet ontogénique comme expliqué précédemment (Martin and Thorrold 2005, Brown and Severin 2009, Woodcock *et al*. 2012) et rendent délicate l'interprétation des signatures microchimiques. Cependant, les profils en barium très changeants au cours de la vie des individus, suggèrent des changements fréquents entre des habitats côtiers et marins. Les changements multiples de signature au cours de leur vie pourrait montrer que cette espèce se déplace plus facilement, peut être que celle-ci est plus opportuniste en fonction des conditions environnementales ou trophiques qu'*H. lanceolatus* jusqu'à leur arrivée sur le site. La signature de capture semble être assez distincte des autres périodes de la vie des individus, l'arrivée des individus sur le site pourrait être plus récent qu'*H. lanceolatus.* De plus, les valeurs isotopiques $\delta^{15}N$ du foie *H. immaculatus* montre un changement récent, soit de régime alimentaire ou d'habitat, sur un temps passé très court (ordre de quelques semaines).

Les signatures multi-élémentaires correspondant au centre de la zone larvaire sont significativement différentes entre les deux espèces, mais moins qu'entre les signatures de capture ou sur toute la vie des individus. Les signatures de *H. immaculatus* sont plus enrichies en barium et métaux (cuivre, zinc), surtout pour quatre individus. Un individu *H. lanceolatus* a une signature distincte de celle de ses congénères. Quoiqu'il en soit, ces signatures riches en barium et en éléments métalliques d'origine anthropiques indiquent que les zones de ponte et les nourriceries sont côtières, voire estuariennes chez *H. immaculatus* et plus hautières chez *H. lanceolatus*. Cependant, ces phases de vie ne semblent pas se dérouler sur les sites d'étude pour ces deux espèces compte tenu des différences de compositions élémentaires entre la

phase larvaire et la zone externe de l'otolithe correspondant vraisemblablement à l'habitat de capture (zone d'étude de la baie de Lannion).

Pour confirmer ces hypothèses, il est nécessaire de réaliser un suivi plus poussé à des échelles spatiales plus vastes pour pouvoir identifier des signatures élémentaires sur un plus grand nombre d'habitat. Enfin il est également nécessaire de réaliser ces analyses de manière plus régulière au cours de l'année afin de détecter l'évolution de la structure des communautés et des compositions élémentaires des otolithes.

Par ailleurs, en zone intertidale, nous arrivons à capturer des post-larves de 40-50 mm d'*Hyperoplus* (espèces en cours de détermination). Selon Wright (1993), *Ammodytes marinus*, commence à adopter un comportement d'enfouissement dans le sable lors de la métamorphose des larves en post-larves. Les tailles décrites dans ces travaux correspondraient bien aux tailles trouvées des post-larves dans nos échantillons en zone intertidale.

CONCLUSIONS :

I - RÔLE DES DUNES HYDRAULIQUES DE LA BAIE DE LANNION POUR LES POPULATIONS DE LANÇONS, EVALUATION DES PRESSIONS LIÉES À L'EXPLOITATION.

1. Les dunes hydrauliques de la Baie de Lannion : des habitats écologiques essentiels[4] pour les Lançons.

Les habitats sableux de la baie de Lannion accueillent une communauté de lançons formée par 3 espèces des 5 espèces pouvant être répertoriées dans la région: *Gymnamodytes semisquamatus*, *Hyperoplus lanceolatus* et *Hyperoplus immaculatus*.
Les effectifs sont abondants et attestent d'un rôle d'accueil joué par ces habitats pour toutes les espèces et des fonctions écologiques particulières pour chacune d'entre elles.

Pour *G. semisquamatus*, une espèce subtidale, le site visé par l'exploitation représente un habitat de nourricerie, de croissance et vraisemblablement de frayère (cette dernière fonction n'a pas pu être validée avec certitude faute d'échantillonnage suffisant). Les habitats situés en périphérie de la zone d'étude accueillent également cette espèce, mais ne comportent pas de fortes abondances de juvéniles et ne jouent de ce fait pas de rôle de nourricerie.

Pour *H. immaculatus*, le site visé par l'exploitation est un habitat d'alimentation des adultes et de maturation sexuelle. La fonction de frayère, n'est pas exclue, mais reste peu probable comme le suggère l'examen des stades de maturité des gonades au mois de mai et de septembre (gonades en début de maturation) et la microchimie de l'otolithe. Cette dernière, couplée à l'examen des fréquences de taille de la population et les estimations d'âge, indique que la zone d'étude ne représente pas une nourricerie pour l'espèce. En revanche nos analyses suggèrent que ces habitats (frayère et nourricerie) sont côtiers.

Pour *H. lanceolatus*, la zone visée par l'exploitation est un habitat d'alimentation des adultes, et potentiellement de maturation sexuelle. Les habitats de frayère, voire de développement

[4] Un habitat écologique essentiel désigne un habitat qui est obligatoire ou important pour le bon déroulement du cycle biologique des individus d'une espèce, et/ou pour le maintien d'une population.

larvaire sont côtiers d'après l'analyse microchimique. Les zones de nourricerie restent côtières pour la croissance des stades 0^+ puis les individus 1^+ se déplacement vers des habitats marins mais vraisemblablement peu distincts de la zone d'étude.

2. **Des habitats fortement interconnectés avec d'autres habitats marins et côtiers**.

La dune hydraulique est fortement connectée avec d'autres habitats côtiers pour *H. immaculatus* et marins pour *H. lanceolatus*, tandis qu'elle représente un habitat permanent pour *G. semisquamatus*. Pour cette dernière espèce nous n'avons pas recueilli d'information sur les otolithes et n'avons pas d'avis sur la connectivité avec les milieux adjacents.

3. **Importance régionale de l'habitat visé par l'exploitation pour les populations de lançons.**

L'étude ne visait pas à évaluer l'importance quantitative des habitats dunaires de la baie de Lannion vis à vis des populations de lançons. Une telle analyse, indispensable pour statuer sur cette question fondamentale, ne peut être conduite qu'à l'échelle régionale (manche occidentale). Il s'agit de définir si chaque espèce de lançons de la baie de Lannion appartient à une métapopulation ou si elles constituent des populations séparées. Les premières analyses issues de ce travail plaident en faveur d'un fonctionnement en métapopulation mais ne permettent pas de connaître l'emprise spatiale de cette connectivité (locale, régionale, ou interrégionale) et si une atteinte à l'habitat présente ou non un risque d'extinction et dans l'affirmative, si ce risque est avéré, est ce qu'il est local ou si l'impact peut concerner une zone plus étendue.

4. **Pressions exercées par l'exploitation du sable**.

L'activité d'extraction de sables coquillers exercera une pression sur la communauté de lançons de la baie de Lannion, notamment pour la population de *G semisquamatus* qui est la plus abondante et qui est également celle dont le cycle biologique dépend, fortement voire intégralement, des habitats sableux visés par l'exploitation. Le niveau d'impact, et plus globalement le risque encouru par les populations dépendront de la nature de l'exploitation (volumes, surfaces, et périodes d'exploitation) et de l'importance relative jouée par l'habitat dans le maintien de la population.

Une exploitation, si elle est accordée devra impérativement tenir compte des périodes auxquelles se déroulent des différents événements majeurs du cycle biologique.

- **La reproduction** : les pontes sont déposées dans le sable ou au dessus du sable, et le développement larvaire se fait probablement entre la colonne d'eau et le milieu interstitiel.
- **La fonction de refuge** : les lançons se réfugient dans le sable pour le repos au cours de la marée et durant les périodes hivernales.

D'autre part, les habitats sableux constituent pour toutes les espèces de lançons des zones de repos dans lesquels les lançons s'enfouissent, particulièrement la nuit ou en période de froid hivernal. L'enfouissement concerne les premiers centimètres de sable. Une exploitation devra donc tenir compte de ce fait pour limiter les impacts par exemple en privilégiant le volume exploité (profondeur plus importante) que la surface. Bien évidemment ces conclusions sont provisoires car elles ne relèvent que d'une analyse partielle du rôle écologique des dunes

hydrauliques. Ces conclusions doivent être replacées dans le contexte d'une étude plus globale. En particulier, il convient de tenir compte de la capacité de régénération des dunes hydrauliques suite à l'exploitation et de la résilience des fonctions écologiques essentielles.

II – PERSPECTIVES – ETUDES COMPLEMENTAIRES à PREVOIR.

La présente étude a permis un certain nombre d'avancées qui permettent d'identifier l'importance relative des habitats sableux de la baie de Lannion pour les populations de lançons. Cependant, la durée de l'étude, les méthodes employées (engins et fréquence des prélèvements), n'ont pas permis de trancher de manière certaine si l'habitat constitue une zone de reproduction, ni de la manière dont les habitats sont utilisés pour cette fin par les lançons. Les pistes qui ont donc été proposées sont les suivantes :

1. **Etude de la variation temporelle des caractéristiques de la communauté de lançons.**

En collaboration avec les pêcheurs professionnels de la zone, il s'agirait de suivre les captures qu'ils réalisent dans la baie de Lannion pour analyser mensuellement (si possible) les abondances capturées sur une base déclarative (formulaire à créer).

2. **Déterminer les périodes de ponte et les grandes phases du cycle biologique**

A partir d'un échantillon de lançons achetés aux pêcheurs (ie 1 kg de lançons)

- Composition spécifique
- Structure en taille des populations
- Analyse des traits de vie (condition, maturité sexuelle, sexe, âge par otolithométrie)

3. **Développement et mise en œuvre d'un protocole d'étude de la ponte des lançons.**

Il s'agit de déterminer les modalités d'utilisation des habitats à des fins de ponte. Durée de la fraye, durée du développement larvaire, écologie de ces phases, sont autant de paramètres importants à connaître pour mieux fixer les modalités de l'exploitation si l'autorisation de données.

Ce volet est probablement la plus délicate à conduire, car l'échantillonnage d'œuf et/ou de larves de lançons nécessite une mise au point méthodologique basée sur la bibliographie et le test de protocoles de terrain (ie traineau épibenthique, pièges, filets à plancton…).

Bibliographie :

Andriyashev, A. P. 1964. Fishes of the Northern Seas of the USSR (Ryby severnykh morei SSSR). translation by the Program for Scientific Translations, Jerusalem. Washington, DC: USDOC, Office of Technical Services.

Arai, T. and T. Hirata. 2006. Differences in the trace element deposition in otoliths between marine-and freshwater-resident Japanese eels, Anguilla japonica, as determined by laser ablation ICPMS. Environmental biology of fishes **75**:173-182.

Bath, G. E., S. R. Thorrold, C. M. Jones, S. E. Campana, J. W. McLaren, and J. W. Lam. 2000. Strontium and barium uptake in aragonitic otoliths of marine fish. Geochimica et Cosmochimica Acta **64**:1705-1714.

Bauchot, M. 1987. Poissons osseux. Fiches FAO d'identification pour les besoins de la pêche.(rev. 1). Méditerranée et mer Noire. Zone de pêche **37**:891-1421.

Bauchot, M. L. and A. Pras. 1980. Guide des poissons Marines d'europe (Marine Fish Guide from europe). *Delachaux & Niestle (Eds). Lausanne–Paris*, 427.

Bellec, G. 1981. Données sur la croissance et la reproduction de deux espèces de lançons Ammodytes marinus et Hyperoplus lanceolatus. Page 34, Université de Bretagne Occidentale.

Bergstad, O. A., Å. S. Høines, and E. M. Krüger-Johnsen. 2001. Spawning time, age and size at maturity, and fecundity of sandeel, Ammodytes marinus, in the north-eastern North Sea and in unfished coastal waters off Norway. Aquatic Living Resources **14**:293-301.

Bode, A., M. T. Alvarez-Ossorio, M. E. Cunha, S. Garrido, J. B. Peleteiro, C. Porteiro, L. Valdés, and M. Varela. 2007. Stable nitrogen isotope studies of the pelagic food web on the Atlantic shelf of the Iberian Peninsula. Progress in Oceanography **74**:115-131.

Bode, A., P. Carrera, and S. Lens. 2003. The pelagic foodweb in the upwelling ecosystem of Galicia (NW Spain) during spring: natural abundance of stable carbon and nitrogen isotopes. ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil **60**:11-22.

Briffault, A. 2011. Evaluation de l'impact potentiel des extractions de granulats sur le fonctionnement trophique de l'écosystème de Manche Est. Page 41. Agrocampus Ouest.

Brown, R. J. and K. P. Severin. 2009. Otolith chemistry analyses indicate that water Sr: Ca is the primary factor influencing otolith Sr: Ca for freshwater and diadromous fish but not for marine fish. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences **66**:1790-1808.

Buckel, J., B. Sharack, and V. Zdanowicz. 2004. Effect of diet on otolith composition in Pomatomus saltatrix, an estuarine piscivore. Journal of Fish Biology **64**:1469-1484.

Cameron, J. 1958. Studies on the Ammodytidae of Isle of Man waters. Liverpool, United Kingdom: University of Liverpool. Ph.D. thesis.

Campana, S. E. 1999. Chemistry and composition of fish otoliths: pathways, mechanisms and applications. MARINE ECOLOGY PROGRESS SERIES **188**:263-297.

Cherel, Y. and K. A. Hobson. 2007. Geographical variation in carbon stable isotope signatures of marine predators: a tool to investigate their foraging areas in the Southern Ocean. MARINE ECOLOGY PROGRESS SERIES **329**:281-287.

Chouvelon, T., J. Spitz, F. Caurant, P. Mèndez-Fernandez, A. Chappuis, F. Laugier, E. Le Goff, and P. Bustamante. 2012. Revisiting the use of< i> δ</i>< sup> 15</sup> N in meso-scale studies of marine food webs by considering spatio-temporal variations instable isotopic signatures–The case of an open ecosystem: The Bay of Biscay (North-East Atlantic). Progress in Oceanography.

Ciannelli, L. 1997. Winter dormancy in the Pacific sand lance (Ammodytes hexapterus) in relation to gut evacuation time. Pages 97-01 *in* Forage fishes in marine ecosystems: Proceedings of the international symposium on the role of forage fishes in marine ecosystems.

Das, K., G. Lepoint, Y. Leroy, and J.-M. Bouquegneau. 2003. Marine mammals from the southern North Sea: feeding ecology data from delta C-13 and delta N-15 measurements. Marine Ecology. Progress Series **263**.

Daverat, F., J. Martin, R. Fablet, and C. Pécheyran. 2011. Colonisation tactics of three temperate catadromous species, eel Anguilla anguilla, mullet Liza ramada and flounder Plathychtys flesus, revealed by Bayesian multielemental otolith microchemistry approach. Ecology of Freshwater Fish **20**:42-51.

De Groot, S. 1979. The potential environmental impact of marine gravel extraction in the North Sea. Ocean Management **5**:233-249.

De Niro, M. and S. Epstein. 1978. Infuence of the diet on the distribution of carbon isotopes in animals. Geochim Cosmochim **Acta 42**:495-506.

Degens, E. T., W. G. Deuser, and R. L. Haedrich. 1969. Molecular structure and composition of fish otoliths. Marine biology **2**:105-113.

DeNiro, M. J. and S. Epstein. 1977. Mechanism of carbon isotope fractionation associated with lipid synthesis. Science (New York, NY) **197**:261.

DeNiro, M. J. and S. Epstein. 1981. Influence of diet on the distribution of nitrogen isotopes in animals. Geochimica et Cosmochimica Acta **45**:341-351.

Elsdon, T. S. and B. Gillanders. 2005. Consistency of patterns between laboratory experiments and field collected fish in otolith chemistry: an example and applications for salinity reconstructions. Marine and Freshwater Research **56**:609-617.

Elsdon, T. S. and B. M. Gillanders. 2004. Fish otolith chemistry influenced by exposure to multiple environmental variables. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology **313**:269-284.

Feutry, P., P. Keith, C. Pécheyran, F. Claverie, and T. Robinet. 2011. Evidence of diadromy in the French Polynesian Kuhlia malo (Teleostei: Percoidei) inferred from otolith microchemistry analysis. Ecology of Freshwater Fish **20**:636-645.

Francois, R., M. A. Altabet, R. Goericke, D. C. McCorkle, C. Brunet, and A. Poisson. 1993. Changes in the δ13C of surface water particulate organic matter across the subtropical convergence in the SW Indian Ocean. Global Biogeochemical Cycles **7**:627-644.

Gauld, J. A. 1990. Movements of lesser sandeels (Ammodytes marinus Raitt) tagged in the northwestern North Sea. Journal du Conseil: ICES Journal of Marine Science **46**:229-231.

Gillanders, B. 2005a. Using elemental chemistry of fish otoliths to determine connectivity between estuarine and coastal habitats. Estuarine, Coastal and Shelf Science **64**:47-57.

Gillanders, B., K. W. Able, J. A. Brown, D. B. Eggleston, and P. F. Sheridan. 2003. Evidence of connectivity between juvenile and adult habitats for mobile marine fauna: an important component of nurseries. Marine Ecology-Progress Series **247**:281-295.

Gillanders, B. M. 2005b. Otolith chemistry to determine movements of diadromous and freshwater fish. Aquatic Living Resources **18**:291-300.

Giske, J., M. Mangel, P. Jakobsen, G. Huse, C. Wilcox, and E. Strand. 2003. Explicit trade-off rules in proximate adaptive agents. Evolutionary ecology research **5**:835-865.

Hobson, K. and H. Welch. 1992. Determination of trophic relationships within a high Arctic marine food web using delta-13 C and delta-15 N analysis. Marine Ecology Progress Series MESEDT **84**.

Hobson, K. A., J. F. Piatt, and J. Pitocchelli. 1994. Using stable isotopes to determine seabird trophic relationships. Journal of Animal Ecology:786-798.

Hüssy, K., H. Mosegaard, and F. Jessen. 2004. Effect of age and temperature on amino acid composition and the content of different protein types of juvenile Atlantic cod (Gadus morhua) otoliths. Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences **61**:1012-1020.

Ibsch, M., R. Anken, M. Beier, and H. Rahmann. 2004. Endolymphatic calcium supply for fish otolith growth takes place via the proximal portion of the otocyst. Cell and tissue research **317**:333-336.

ICES. 1995. Report of the ICES workshop on sand eel otolith analysis. Arendal, Norway. ICES CM 1995/G:4.

ICES. 2006. Report of the Sand Eel Otolith Ageing Workshop. Charlottenlund, Denmark.

ICES. 2008. Report of the International Council for Exploration of Sea/GLOBEC working group on life cycle and ecology of small pelagic fish (WGLESP). By Correspondence. ICES CM 2008/LRC:13. 22 pp.

Inoue, A.; Takamori, S.; Kuniyuki, K. [and others]. 1967. Studies on fishery biology of the sand-launce, *Ammodytes personatus* Girard. Bulletin of the Naikai Regional Fisheries Research Laboratory. 25(121, 122): 1-347.

Jansen, O. E., L. Michel, G. Lepoint, K. Das, A. S. Couperus, and P. J. Reijnders. 2012. Diet of harbor porpoises along the Dutch coast: A combined stable isotope and stomach contents approach. Marine Mammal Science.

Jennings, S., J. K. Pinnegar, N. V. Polunin, and T. W. Boon. 2002. Weak cross-species relationships between body size and trophic level belie powerful size-based trophic structuring in fish communities. Journal of Animal Ecology **70**:934-944.

Kelly, J. F. 2000. Stable isotopes of carbon and nitrogen in the study of avian and mammalian trophic ecology. Canadian Journal of Zoology **78**:1-27.

Kopp, J. 1979. Etude des structures démographiques des captures d'Ammodytidae (Lançons) de la côte Est du Cotentin. . Science et Pêche, bull. inst. Pêch. marit **n° 295**:18.

Kusakabe, T.; Nakajima, M. 1995**.** Ecological research on sand lance as natural resources. Osaka Furitsu Suisan Shikenjo Jigyo Hokoku. 1993: 109-116

Kraus, R. T. and D. H. Secor. 2004. Incorporation of strontium into otoliths of an estuarine fish. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology **302**:85-106.

Kremling, K. 1985. The distribution of cadmium, copper, nickel, manganese, and aluminium in surface waters of the open Atlantic and European shelf area. Deep Sea Research Part A. Oceanographic Research Papers **32**:531-555.

Laes, A., S. Blain, P. Laan, S. Ussher, E. Achterberg, P. Treguer, and H. De Baar. 2007. Sources and transport of dissolved iron and manganese along the continental margin of the Bay of Biscay. Biogeosciences **4**:181-194.

Le Danois, F. 1913. Les poisons de la Manche Occidentale. Edition Masson et Cie.

Lin, S.-H., C.-W. Chang, Y. Iizuka, and W.-N. Tzeng. 2007. Salinities, not diets, affect strontium/calcium ratios in otoliths of< i> Anguilla japonica</i>. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology **341**:254-263.

Lord, C., H. Tabouret, F. Claverie, C. Pécheyran, and P. Keith. 2011. Femtosecond laser ablation ICP-MS measurement of otolith Sr: Ca and Ba: Ca composition reveal differential use of freshwater habitats for three amphidromous Sicyopterus (Teleostei: Gobioidei: Sicydiinae) species. Journal of Fish Biology **79**:1304-1321.

Lorrain, A., Y.-M. Paulet, L. Chauvaud, N. Savoye, A. Donval, and C. Saout. 2002. Differential δ13C and δ15N signatures among scallop tissues: implications for ecology and physiology. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology **275**:47-61.

Louisy, P. (2002). Guide d'identification des poissons marins Europe et Méditerranée. *Ulmer, Paris*.

Macer, C.T. 1966. Sand eels (Ammodytidae) in the south-western North Sea; their biology and fishery. Fishery Investigations, Ministry of Agriculture, Food and Fisheries (Great Britain) Series 2. 24(6): 1-55

Marohn, L., E. Prigge, K. Zumholz, A. Klügel, H. Anders, and R. Hanel. 2009. Dietary effects on multi-element composition of European eel (Anguilla anguilla) otoliths. Marine biology **156**:927-933.

Martin, G. B. and S. R. Thorrold. 2005. Temperature and salinity effects on magnesium, manganese, and barium incorporation in otoliths of larval and early juvenile spot Leiostomus xanthurus.

Martínez del Rio, C., N. Wolf, S. A. Carleton, and L. Z. Gannes. 2008. Isotopic ecology ten years after a call for more laboratory experiments. Biological Reviews **84**:91-111.

McCutchan, J. H., W. M. Lewis, C. Kendall, and C. C. McGrath. 2003. Variation in trophic shift for stable isotope ratios of carbon, nitrogen, and sulfur. Oikos **102**:378-390.

Melancon, S., B. Fryer, J. Gagnon, and S. Ludsin. 2008. Mineralogical approaches to the study of biomineralization in fish otoliths. Mineralogical Magazine **72**:627-637.

Ménard, F., A. Lorrain, M. Potier, and F. Marsac. 2007. Isotopic evidence of distinct feeding ecologies and movement patterns in two migratory predators (yellowfin tuna and swordfish) of the western Indian Ocean. Marine biology **153**:141-152.

Miller, J. 2009. The effects of temperature and water concentration on the otolith incorporation of barium and manganese in black rockfish Sebastes melanops. Journal of Fish Biology **75**:39-60.

Milton, D. A. and S. R. Chenery. 2001. Sources and uptake of trace metals in otoliths of juvenile barramundi (*Lates calcarifer*). Journal of Experimental Marine Biology and Ecology **264**:47-65.

O'Connell, M. and J. M. Fives. 1995. The biology of the lesser sand-eel Ammodytes tobianus L. in the Galway Bay Area. Pages 87-98 *in* Biology and Environment: Proceedings of the Royal Irish Academy. JSTOR.

Payan, P., H. De Pontual, G. Bœuf, and N. Mayer-Gostan. 2004. Endolymph chemistry and otolith growth in fish. Comptes Rendus Palevol **3**:535-547.

Peterson, B. J. and B. Fry. 1987. Stable isotopes in ecosystem studies. Annual review of ecology and systematics:293-320.

Pinnegar, J., S. Jennings, C. O'brien, and N. Polunin. 2002. Long-term changes in the trophic level of the Celtic Sea fish community and fish market price distribution. Journal of applied ecology **39**:377-390.

Pinto, J. M. 1984. Laboratory spawning of Ammodytes hexapterus from the Pacific coast of North America with a description of its eggs and early larvae. Copeia **1**:242-244.

Ponsard, S. and P. Averbuch. 1999. Should Growing and Adult Animals Fed on the Same Diet Show Different d15N Values? Rapid Communications in Mass Spectrometry **13**:1305-1310.

Quéro, J. C., P. Porché, and J. J. Vayne. (2003). Guide des poissons de L'Atlantique européen. *Delachaux & Niestlé (Eds). Les Guides du Naturaliste, Lonay/Paris*.

Quinn, T. and D. E. Schneider. 1991. Respiration of the teleost fish *Ammodytes hexapterus* in relation to its burrowing behavior. Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Physiology **98**:71-75.

Rands, S. A., G. Cowlishaw, R. A. Pettifor, J. M. Rowcliffe, and R. A. Johnstone. 2003. Spontaneous emergence of leaders and followers in foraging pairs. Nature **423**:432-434.

Reay, P. 1970. Synopsis of biological data on North Atlantic sandeels of genus Ammoytes. F.A.O Fisheries sinopsis **82**.

Reay, P.J. 1973. Some aspects of the biology of the sand eel, *Ammodytes tobianus* L., in

Langstone Harbour, Hampshire. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom. 53: 325-346.

Reay, P.J. 1986. Ammodytidae. In: Whitehead, P.J.P.; Bauchot, M.L.; Hureau, J.C. [and others]. Eds Fishes of the north-eastern Atlantic and the Mediterranean. Paris: Unesco; 517-1007. Vol. 2.

Robards, M., J. Piatt, A. Kettle, and A. Abookire. 1999a. Temporal and geographic variation in fish communities of lower Cook Inlet, Alaska. FISHERY BULLETIN-NATIONAL OCEANIC AND ATMOSPHERIC ADMINISTRATION **97**:962-977.

Robards, M., M. Willson, R. Armstrong, and J. Piatt. 1999b. Sand Lance: a review of biology and predator relations and annotated bibliography: Exxon Valdez Oil Spill Restoration Project 99346 Final Report. Research Paper CEMARE.

Sanchez-Jerez, P., B. Gillanders, and M. Kingsford. 2002. Spatial variability of trace elements in fish otoliths: comparison with dietary items and habitat constituents in seagrass meadows. Journal of Fish Biology **61**:801-821.

Secor, D. H., J. R. Rooker, E. Zlokovitz, and V. S. Zdanowicz. 2001. Identification of riverine, estuarine, and coastal contingents of Hudson River striped bass based upon otolith elemental fingerprints. MARINE ECOLOGY PROGRESS SERIES **211**:245-253.

Shiller, A. M. 1997. Manganese in surface waters of the Atlantic Ocean. Geophysical Research Letters **24**:1495-1498.

Siegel, S. and N. J. Castellan. 1988. Nonparametric Statistics for the Behavioral Sciences. McGraw-HiU Book Company, New York.

Smigielski, A.S.; Halavik, T.A.; Buckley, L.J. [and others]. 1984. Spawning, embryo development and growth of the American sand lance *Ammodytes americanus* in the laboratory. Marine Ecology-Progress Series. 14: 287-292.

Sturgeon, R., S. Willie, L. Yang, R. Greenberg, R. Spatz, Z. Chen, C. Scriver, V. Clancy, J. Lam, and S. Thorrold. 2005. Certification of a fish otolith reference material in support of quality assurance for trace element analysis. Journal of Analytical Atomic Spectrometry **20**:1067-1071.

Swan, S., A. Geffen, B. Morales-Nin, J. Gordon, T. Shimmield, T. Sawyer, and E. Massuti. 2006. Otolith chemistry: an aid to stock separation of Helicolenus dactylopterus (bluemouth) and Merluccius merluccius (European hake) in the Northeast Atlantic and Mediterranean. ICES Journal of Marine Science: Journal du Conseil **63**:504-513.

Sweeting, C., N. Polunin, and S. Jennings. 2006. Effects of chemical lipid extraction and arithmetic lipid correction on stable isotope ratios of fish tissues. Rapid Communications in Mass Spectrometry **20**:595-601.

Tabouret, H., G. Bareille, F. Claverie, C. Pécheyran, P. Prouzet, and O. Donard. 2010. Simultaneous use of strontium: calcium and barium: calcium ratios in otoliths as markers of habitat: Application to the European eel (*Anguilla anguilla*) in the Adour basin, South West France. Marine environmental research **70**:35-45.

Thresher, R. E. 1999. Elemental composition of otoliths as a stock delineator in fishes. Fisheries Research **43**:165-204.

Trull, T. and L. Armand. 2001. Insights into Southern Ocean carbon export from the δ13C of particles and dissolved inorganic carbon during the SOIREE iron release experiment. Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography **48**:2655-2680.

Trumble, R. J. 1973. Distribution, relative abundance, and general biology of selected underutilized fishery resources of the eastern North Pacific Ocean. University of Washington.

van Deurs, M., J. W. Behrens, T. Warnar, and J. F. Steffensen. 2011. Primary versus secondary drivers of foraging activity in sandeel schools (Ammodytes tobianus). Marine biology **158**:1781-1789.

Velando, A. and J. Freire. 1999. Intercolony and seasonal differences in the breeding diet of European shags on the Galician coast (NW Spain). MARINE ECOLOGY PROGRESS SERIES **188**:225-236.

Velando, A., J. E. ORTEGA-RUAN, and J. Freire. 1999. CHICK MORTALITY IN EUROPEAN SHAG STICTOCARBO ARISTOTELIS* RELATED TO FOOD LIMITATIONS DURING ADVERSE WEATHER EVENTS. Ardea **87**:1.

Walther, B. D. and S. R. Thorrold. 2006. Water, not food, contributes the majority of strontium and barium deposited in the otoliths of a marine fish.

Wanless, S., M. Harris, P. Redman, and J. Speakman. 2005. Low energy values of fish as a probable cause of a major seabird breeding failure in the North Sea. MARINE ECOLOGY PROGRESS SERIES **294**:8.

Watson, E. B. 1996. Surface enrichment and trace-element uptake during crystal growth. Geochimica et Cosmochimica Acta **60**:5013-5020.

Winslade, P. R. 1971. Behavioral and embryological investigations of the lesser sandeel, Ammodytes marinus Raitt. University of East Anglia, Norwich, England.

Winslade, P (1974a) Behavioral-studies on lesser sandeel *Ammodytes marinus* (Raitt).3. Effect of temperature on activity and environmental-control of annual cycle of activity. Journal of Fish Biology 6:587–599.

Winslade, P (1974b) Behavioral-studies on lesser sandeel *Ammodytes marinus* (Raitt).1. Effect of food availability on activity and role of olfaction in food detection. Journal of Fish Biology 6:565–576.

Woodcock, S., A. Munro, A. Crook, and B. Gillanders. 2012. Incorporation of magnesium into fish otoliths: determining contribution from water and diet. Geochimica et Cosmochimica Acta.

Wright, P., C. Talbot, and J. Thorpe. 1992. Otolith calcification in Atlantic salmon parr, Salmo salar L. and its relation to photoperiod and calcium metabolism. Journal of Fish Biology **40**:779-790.

Wright, P. J. 1993. Otolith microstructure of the lesser sandeel, Ammodytes marinus. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom **73**:245-248.

Wright, P. J. and M. C. Bailey. 1996. Timing of hatching in Ammodytes marinus from Shetland waters and its significance to early growth and survivorship. Marine Biology (Berlin) **126**:143-152.

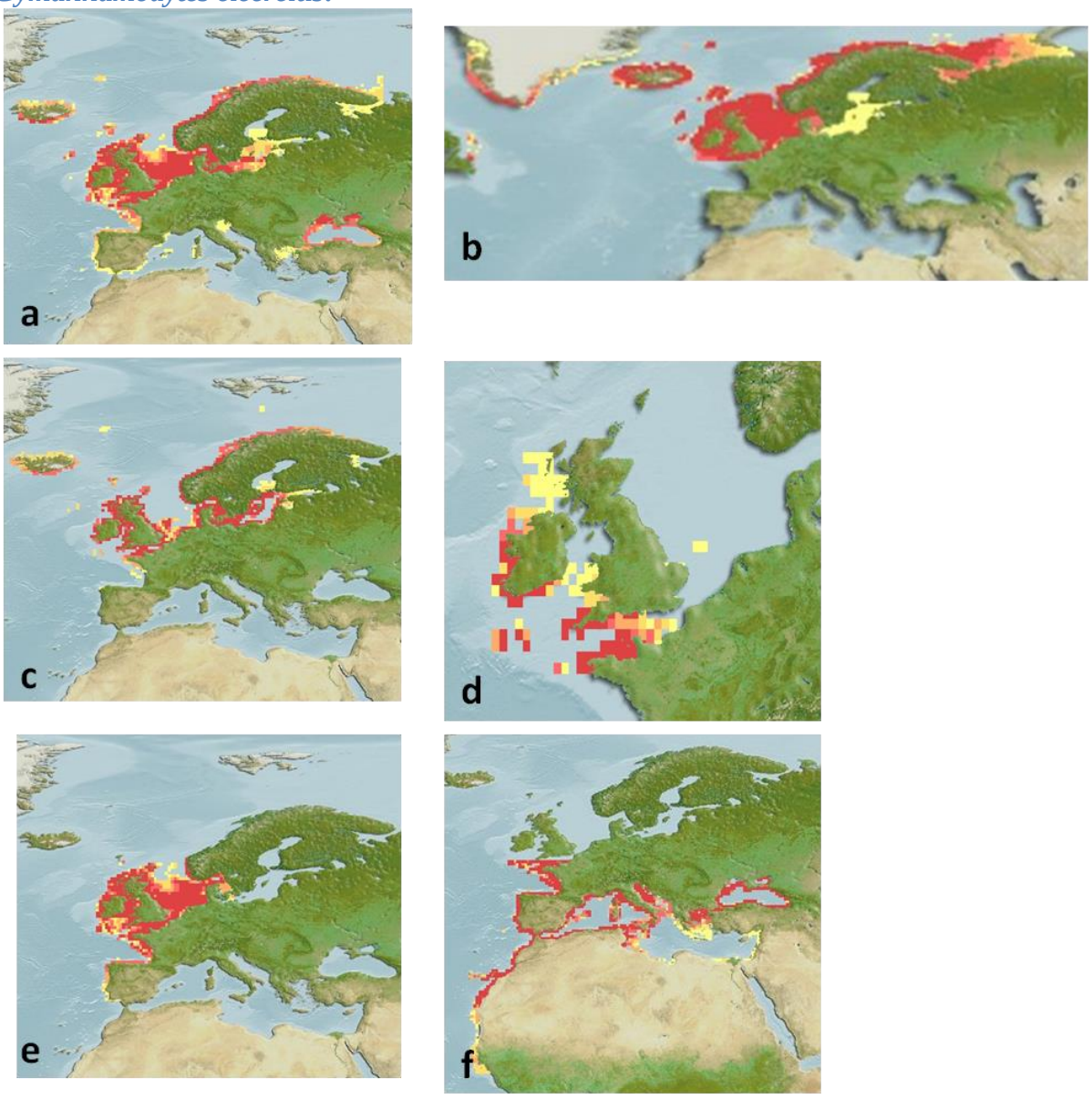
Wright, P. J., H. Jensen, and I. Tuck. 2000. The influence of sediment type on the distribution of the lesser sandeel, Ammodytes marinus. Journal of Sea Research **44**:243-256.

Yoshinaga, J., A. Nakama, M. Morita, and J. S. Edmonds. 2000. Fish otolith reference material for quality assurance of chemical analyses. Marine Chemistry **69**:91-97.

ANNEXES

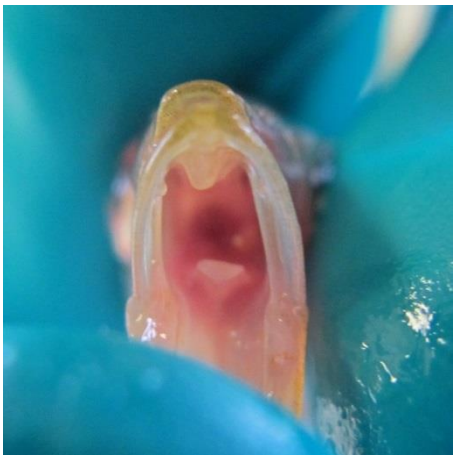
ANNEXE 1 :

Distribution géographique des six espèces de lançon présentes dans les mer et océans adjacents à la France. a *Ammodytes tobianus*, b *Ammodytes marinus*, c *Hyperoplus lanceolatus*, d *Hyperoplus immaculatus*, e *Gymnammodytes semisquamatus*, f *Gymannamodytes cicerelus*.



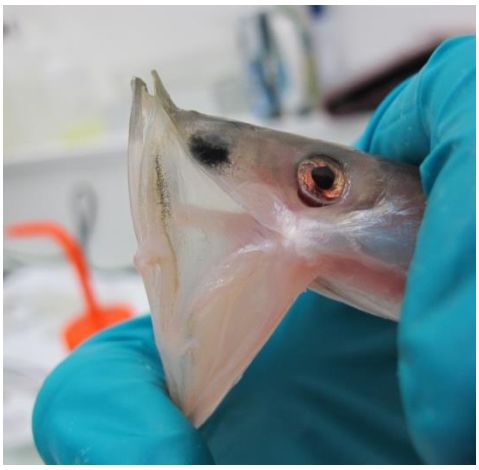
ANNEXE 2 : Distinction des critères morphologiques des espèces

Photographie 1: *A .tobianus* ligne latérale droite et les écailles situées au-dessus sont alignées obliquement.

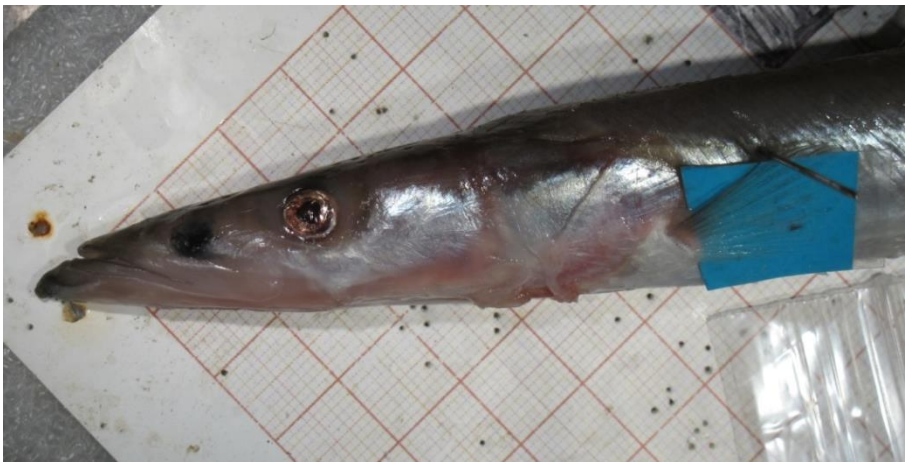


Photographie 2: *A. tobianus* absence de dents vomériennes distinctes (forme plutôt collée).

Photographie 3: *H. lanceolatus* véritables dents vomériennes

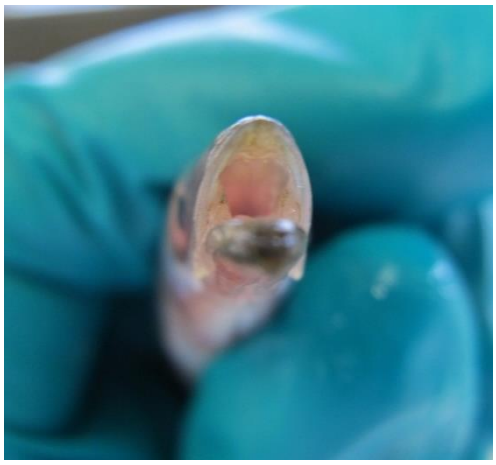


Photographie 4: *H. lanceolatus* bouche protractile, la mâchoire supérieure se décolle un peu du museau. La tache noire sur le museau est bien visible.



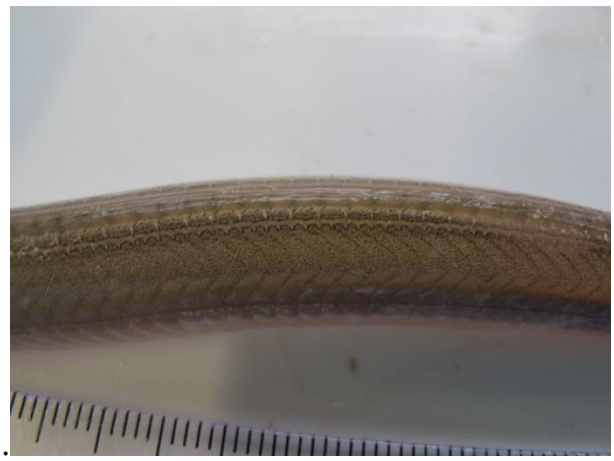
Photographie 5: *H.lanceolatus* mâchoire inférieure plus émoussée et tête plus fine chez le genre *Hyperoplus*.

Photographie 6: *A. tobianus* au-dessus et *H. immaculatus* au-dessous. *H. immaculatus* a des mâchoires supérieures foncées mais pas de tache noire de la taille de l'œil. Sa mâchoire inférieure est plus pointue.

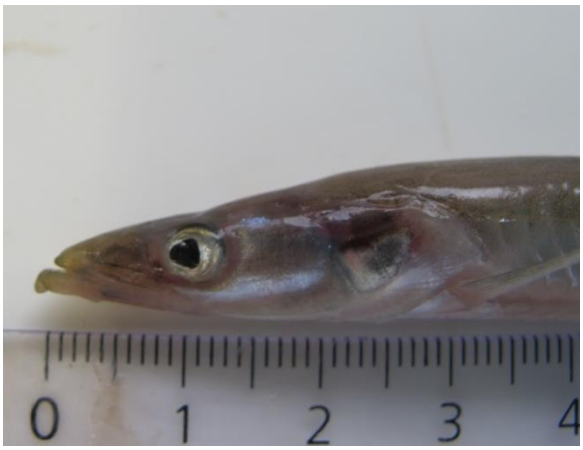


Photographie 7: *H .immaculatus* dents vomériennes bien visibles.

Photographie 8: *H. immaculatus* ligne latérale droite avec quelques points juste au-dessus.



Photographie 9: *G . semisquamatus* ligne latéral présentant des diverticules courbés vers le bas et droits vers le haut.



Photographie 10: *G. semisquamatus* pupille en forme de poire.

Photographie 11: *H. lanceolatus* présence de gonade remplissant la cavité générale (individu capturé en septembre 2012).

ANNEXE 3 :

Tableau 1 : Age *H. lanceolatus* estimé par l'otolithométrie. 15 individus en mai et 10 en septembre 2012.

Age	**0+**	**1+**	**2+**	**3+**	**4+**	**5+**
Mai						
Nombre individu		2	11	1	1	
Taille moyenne (cm)		22,1 ± 5,5	26,6 ± 2,7	27,5	30,8	
Septembre						
Nombre individu			3	5		2
Taille moyenne (cm)			23,5 ± 0,65	24,3 ± 1,11		29,5 ± 2,82

Tableau 2 : Age *H. immaculatus* estimé par l'otolithométrie. 15 individus de mai 2012.

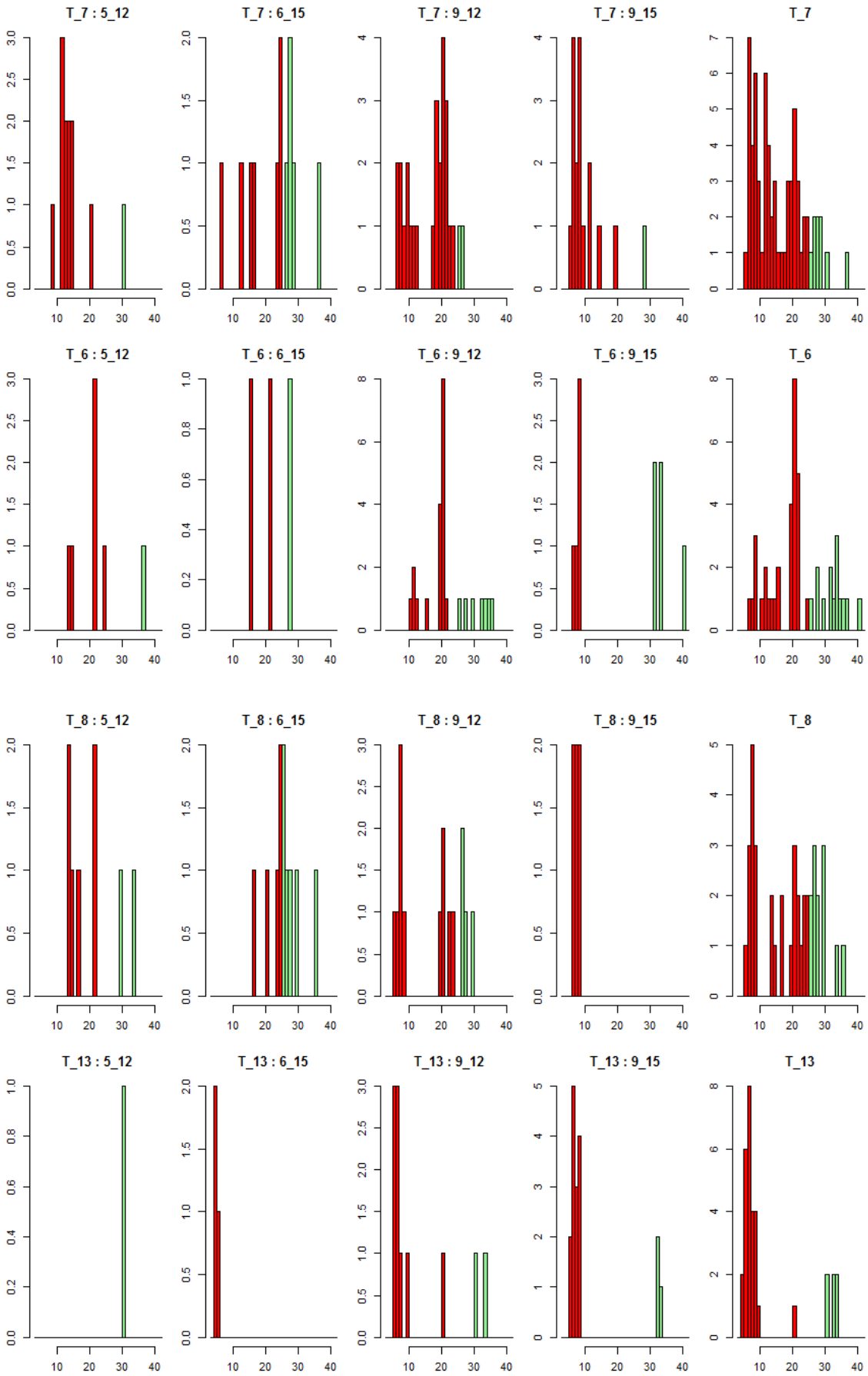
Age	**0+**	**1+**	**2+**	**3+**	**4+**	**5+**
Mai						
Nombre individu			7	8		
Taille moyenne			21,3 ± 0,95	21,8 ± 2		

Tableau 3 : Relation entre les valeurs isotopiques et la taille.

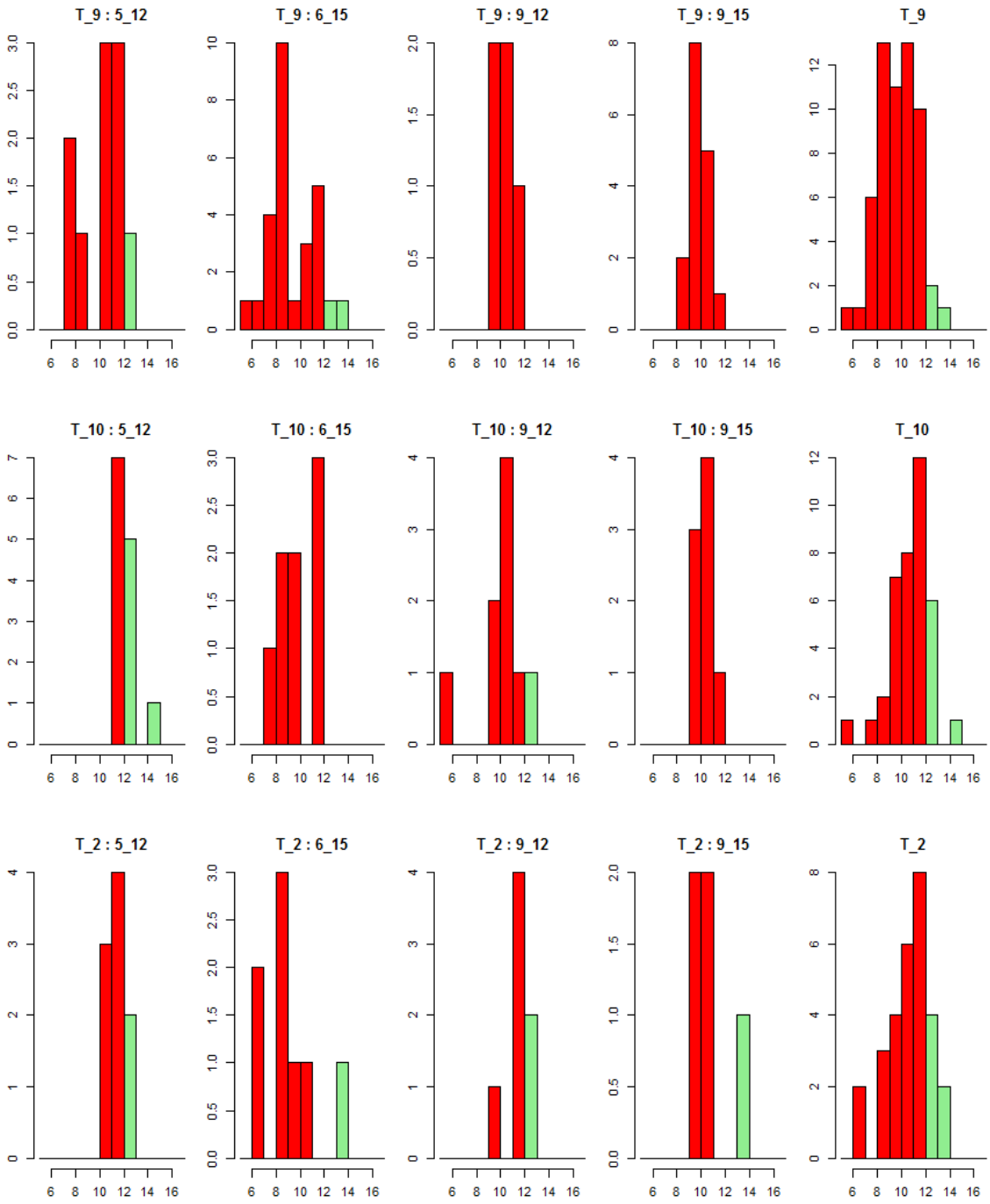
Espèce	**Taille ~ Isotopes**	**Test**	**df**	**p value**	**Résultat**
HL	Taille ~ δ13C	t = 0.2396	13	0.8144	Pas de corrélation
	Taille ~ δ 15N	S = 04.3644		0.01097	r^2 = 0,403 : augmentation
HI	Taille ~ δ 13C	t = 1.5622	13	0.1423	Pas de corrélation
	Taille ~ δ 15	t = 1.5392	13	0.1477	Pas de corrélation

Annexe I : Distribution des tailles des individus des principales espèces

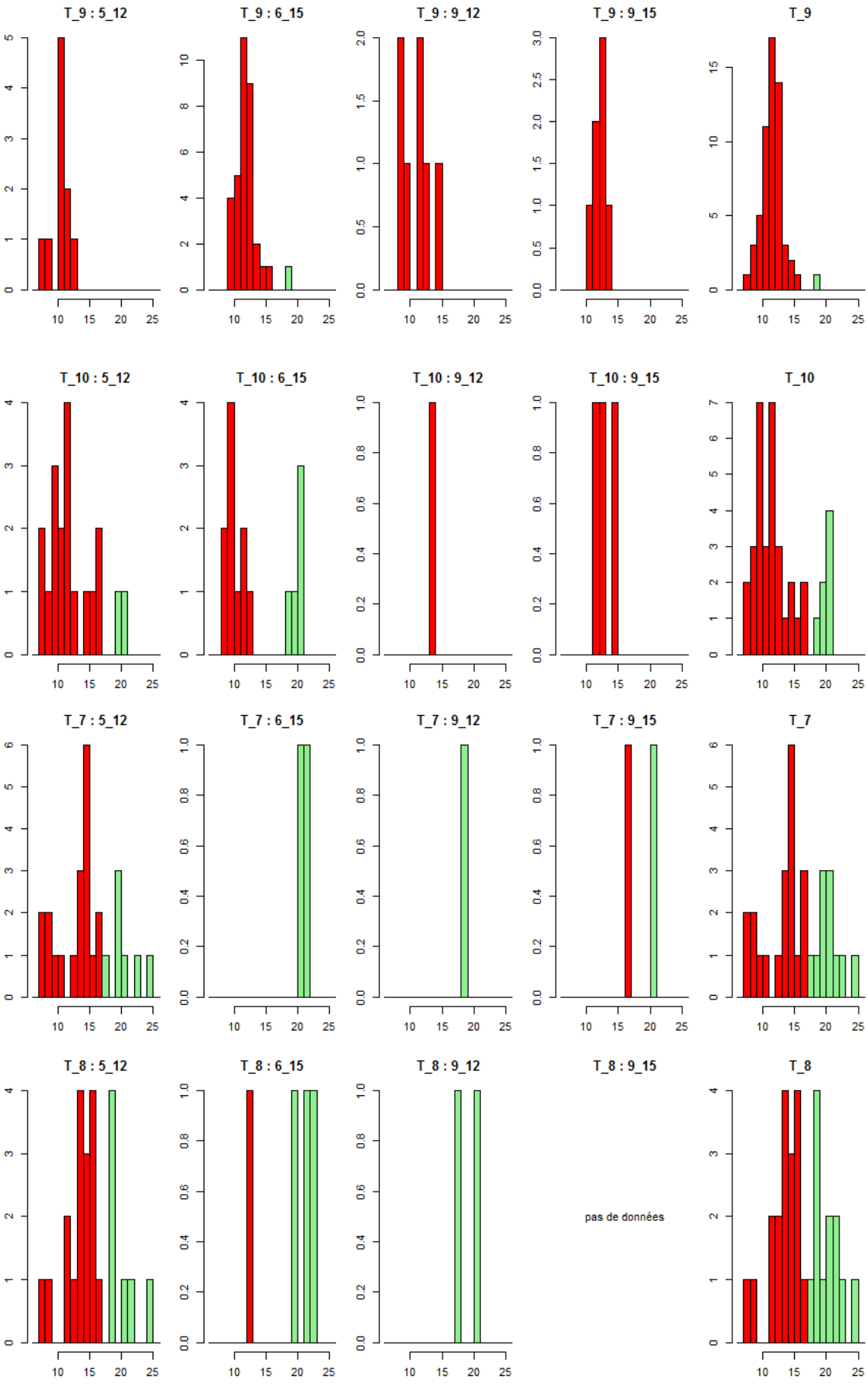
Grondin rouge



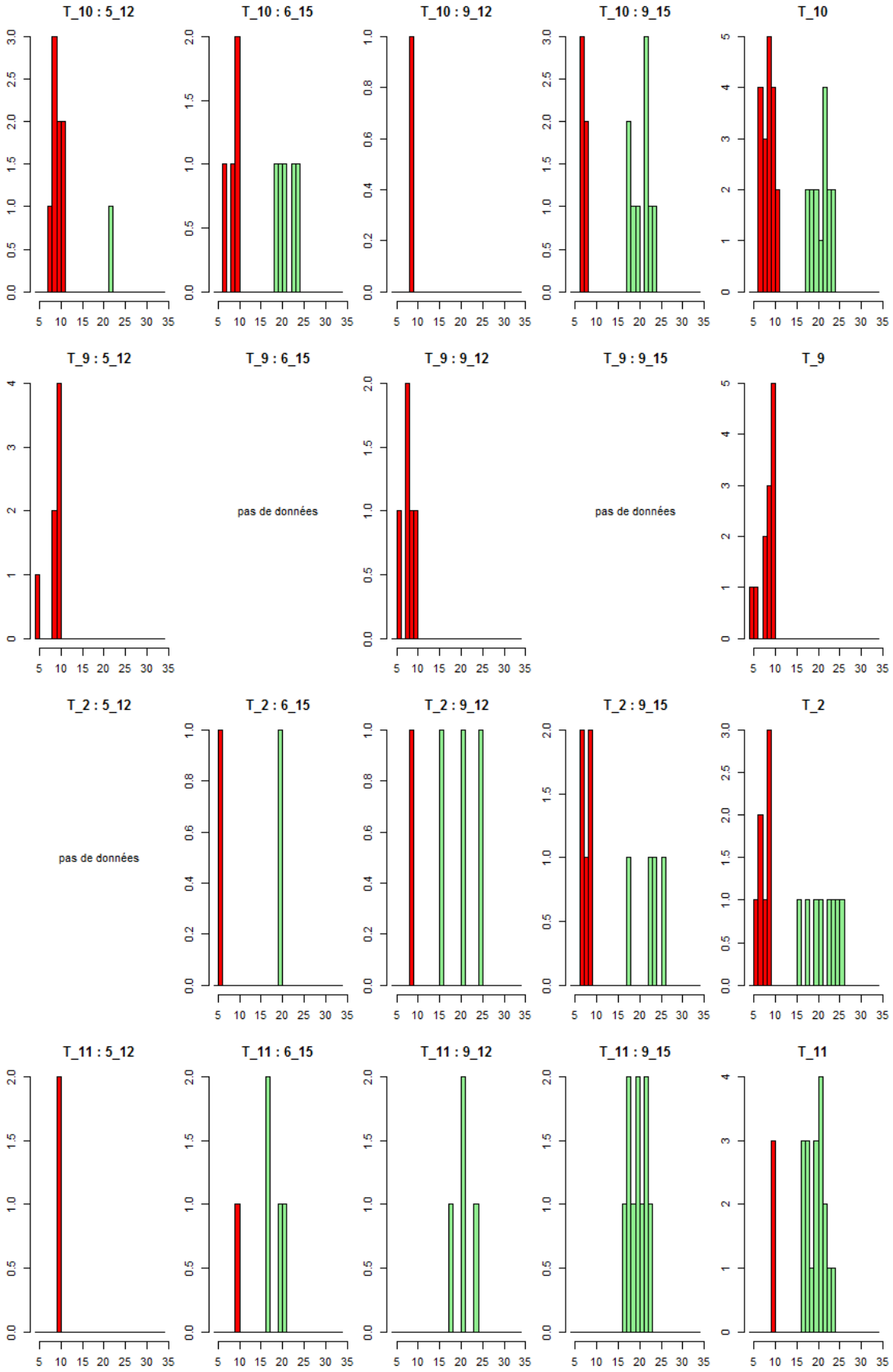
Arnoglosses



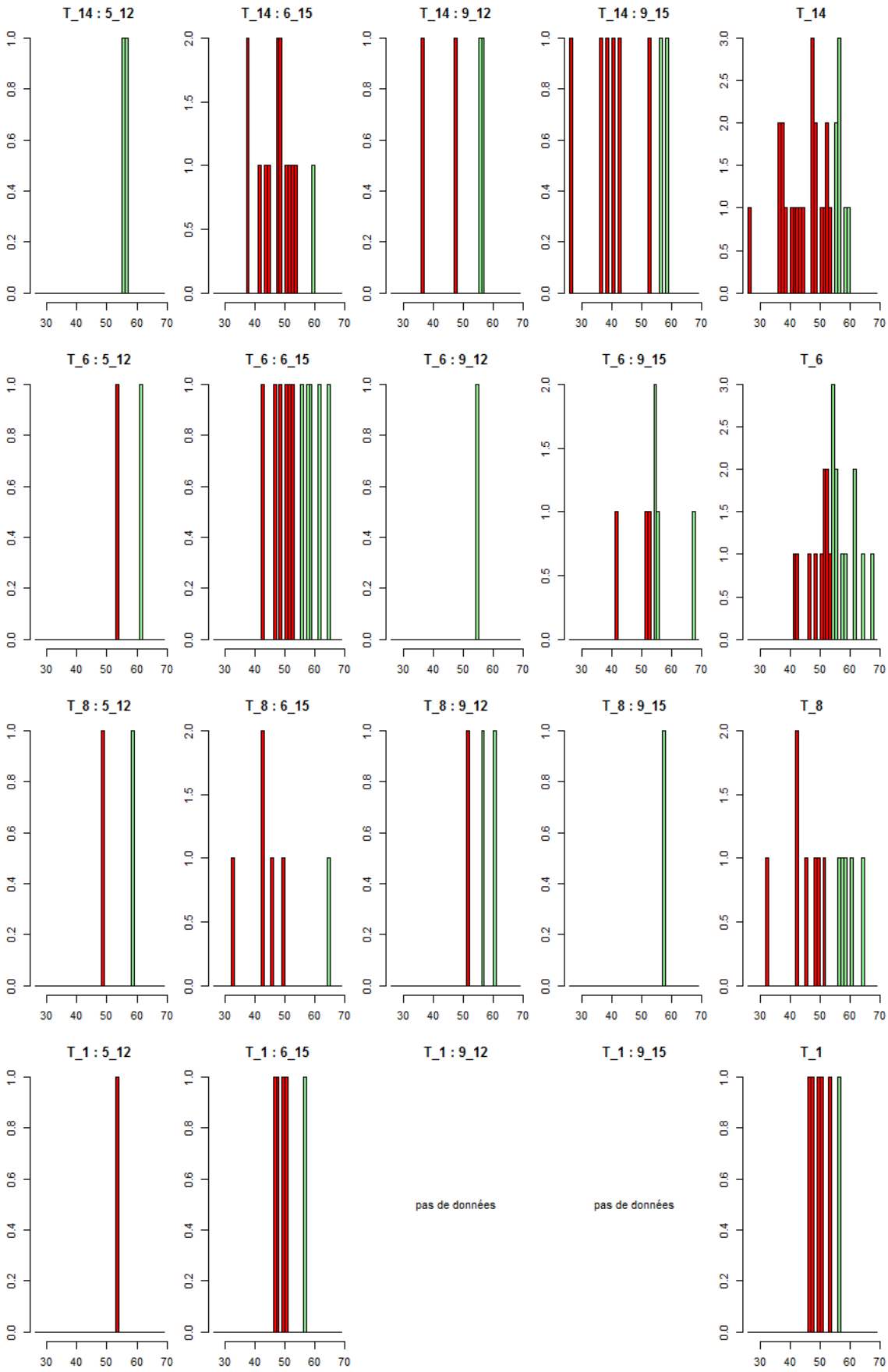
Callyonime lyre



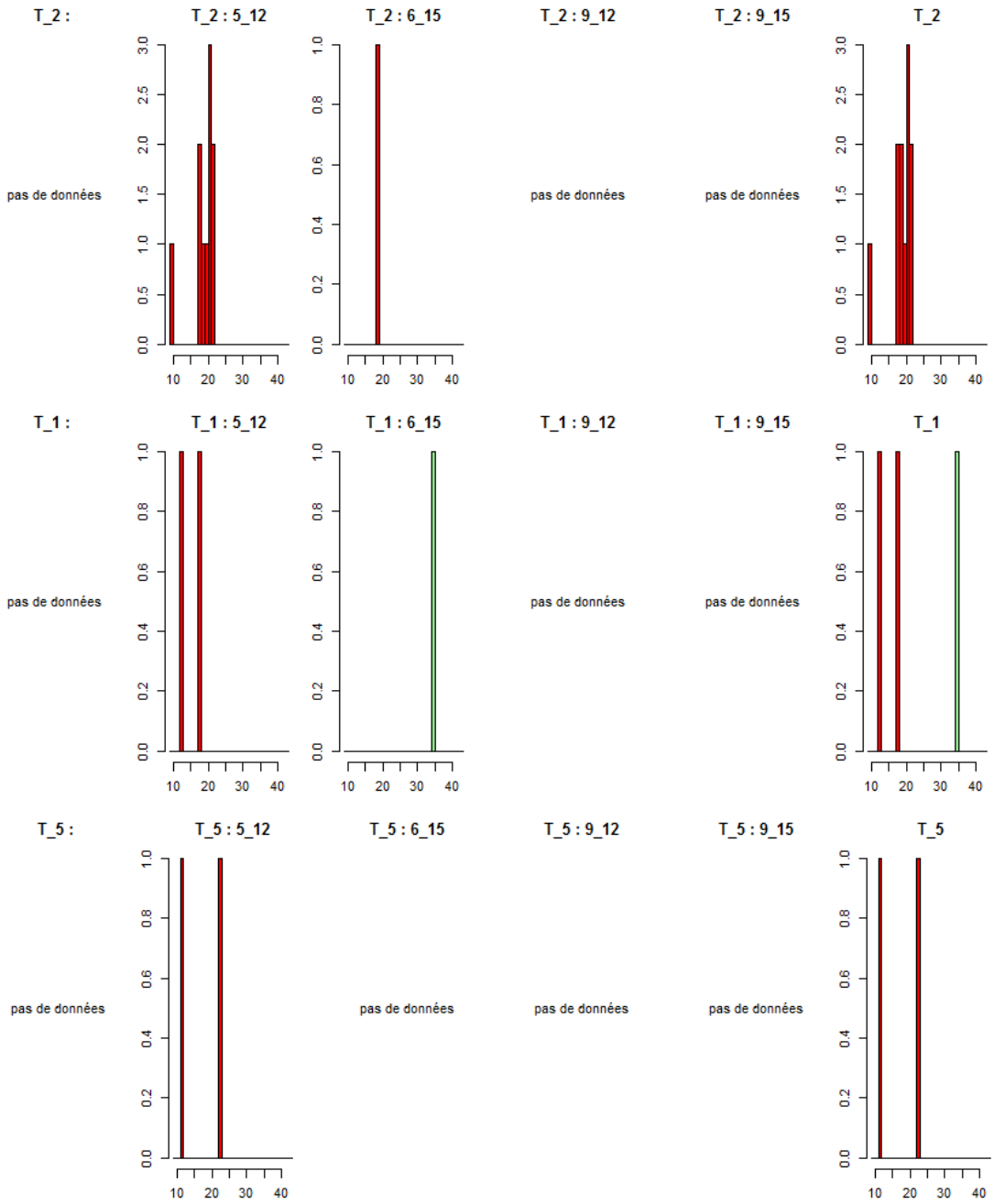
Sole-perdrix



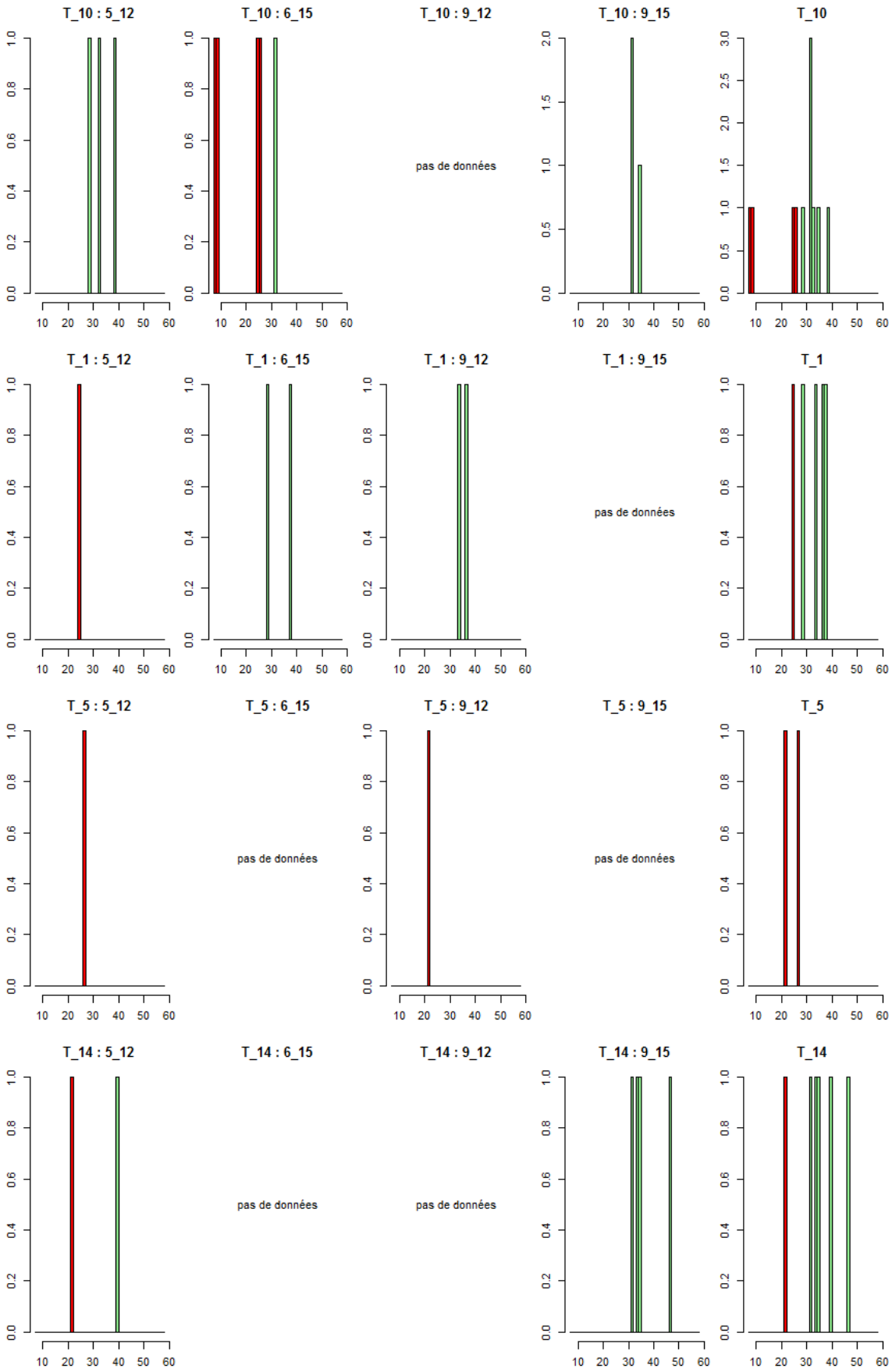
Petite roussette



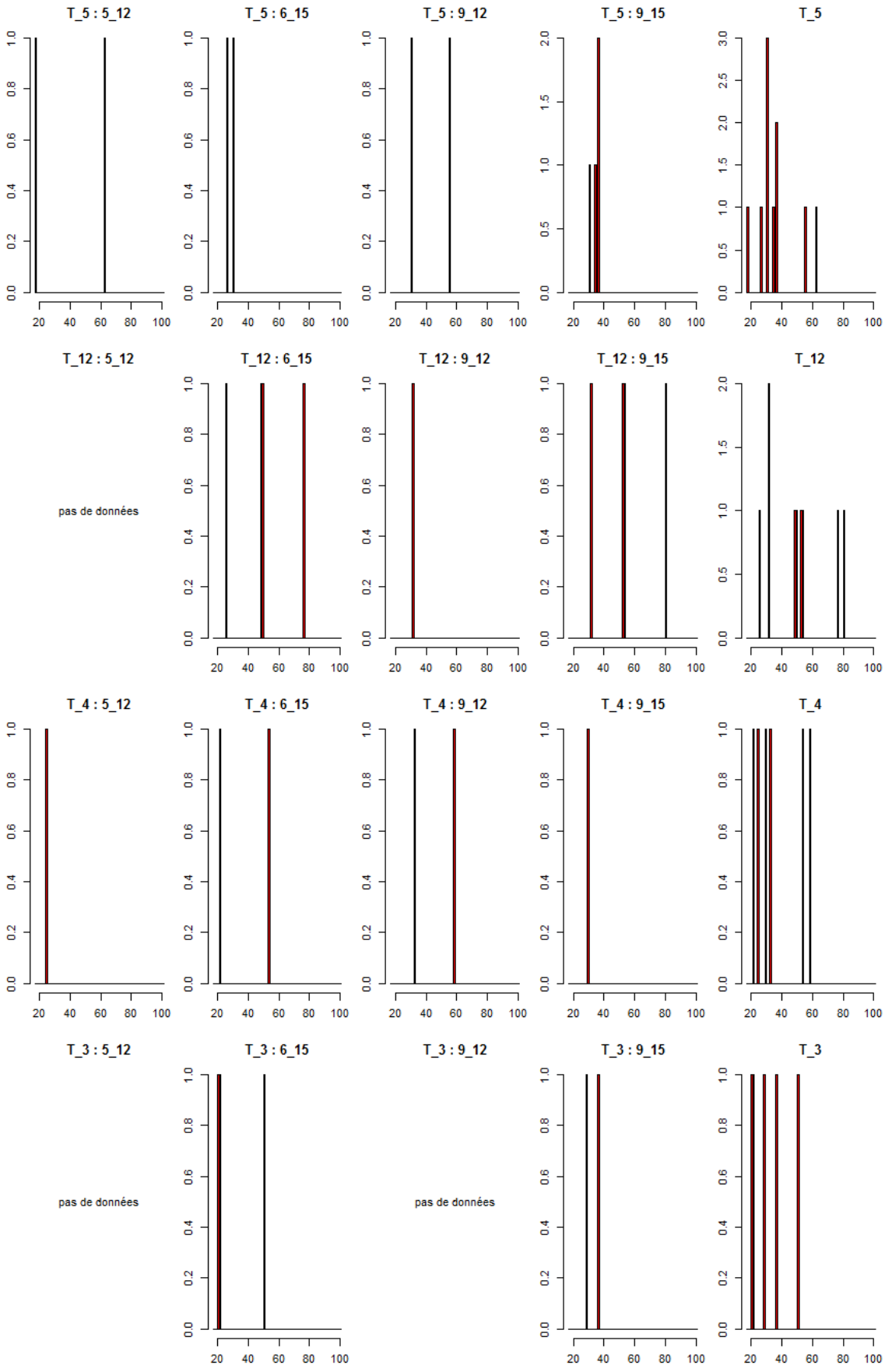
Sole commune



Plie commune



Raie lisse


T_5 : 5_12
T_5 : 6_15
T_5 : 9_12
T_5 : 9_15
T_5
T_12 : 5_12
pas de données
T_12 : 6_15
T_12 : 9_12
T_12 : 9_15
T_12
T_4 : 5_12
T_4 : 6_15
T_4 : 9_12
T_4 : 9_15
T_4
T_3 : 5_12
pas de données
T_3 : 6_15
T_3 : 9_12
pas de données
T_3 : 9_15
T_3

5 FICHE SIGNALETIQUE ET DOCUMENTAIRE

Renseignements généraux concernant le document envoyé	
Titre de l'étude	Etat de référence du site de pointe d'Armor (2015)
Nombre de pages/planches	349 pages, 67 planches, 2 Cartes A0.
Maître d'Ouvrage	Compagnie Armoricaine de Navigation
Maître d'Œuvre	
N° marché / Date de notification	

Historique des envois				
Documents envoyés	**Exemplaires papier**	**Exemplaires informatiques**	**Date d'envoi**	**N° récépissé**
Rapport provisoire	0	1	21/10/2015	1015/GJ12
Rapport définitif (V1)		1	10/12/15	1215/GJ15

Intervenants dans l'élaboration des documents
Guillaume Jacq, Jérôme Gasnier, Alexandre Soenen, Amélie Bertin, Evans Trébaul, Stella Marmin, Alexandre Cerruti, Hervé Bizien, Raphaël Colin, Didier Grosdemange

Réunions, visites			
Objet	**Date**	**Intervenants**	**Lieu**
Réunion de rendu			

Missions terrain			
Objet	**Date**	**Intervenants**	**Lieu**
Campagne géophysique	29/07-02/08/15	JG, RC, HB, AB	Baie de Lannion
Prélèvements de sédiments	17-18/08/15	ET, SM	Baie de Lannion
Plongées sous-marines	06-10/07/2015	DG, ED, DD	Baie de Lannion
Chalut à GOV/perche	09/2012 et 03/2013	HD, AB, TS	Baie de Lannion

Contrôle Qualité			
	Niveau 1	**Niveau 2**	**Niveau 3**
Contrôlé par	Guillaume JACQ	Christophe Houise	
Date	09/12/2015	10/12/2015	
Signatures			